Wissensgeschichte der Architektur

Band II: Vom Alten Ägypten bis zum Antiken Rom

Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge

Series Editors

Jürgen Renn, Dagmar Schäfer, Robert Schlögl, Bernard F. Schutz.

Edition Open Access Development Team

Lindy Divarci, Nina Ruge, Matthias Schemmel and Kai Surendorf.

Scientific Board

Markus Antonietti, Ian Baldwin, Antonio Becchi, Fabio Bevilacqua, William G. Boltz, Jens Braarvik, Horst Bredekamp, Jed Z. Buchwald, Olivier Darrigol, Thomas Duve, Mike Edmunds, Fynn Ole Engler, Robert K. Englund, Mordechai Feingold, Rivka Feldhay, Gideon Freudenthal, Paolo Galluzzi, Kostas Gavroglu, Mark Geller, Domenico Giulini, Günther Görz, Gerd Graßhoff, James Hough, Manfred Laubichler, Glenn Most, Klaus Müllen, Pier Daniele Napolitani, Alessandro Nova, Hermann Parzinger, Daniel T. Potts, Mark Schiefsky, Sabine Schmidtke, Circe Silva da Silva, Ana Simões, Dieter Stein, Richard Stephenson, Mark Stitt, Noel M. Swerdlow, Liba Taub, Martin Vingron, Scott Walter, Norton Wise, Gerhard Wolf, Rüdiger Wolfrum, Gereon Wolters, Zhang Baichun.

Studies 4

Edition Open Access
2017

Wissensgeschichte der Architektur

Jürgen Renn, Wilhelm Osthues,
Hermann Schlimme (Hrsg.)

Edition Open Access
2017

Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge
Studies 4

Kommuniziert von:
Horst Bredekamp, Daniel T. Potts

Herausgegeben von:
Jürgen Renn, Wilhelm Osthues, Hermann Schlimme

Publikationsmanagment:
Lindy Divarci, Matteo Valleriani

Publikationsassistenz:
Sabine Kayser mit Beatrice Hermann, Beatrice Hilke, Georg Pflanz und Chandhan Srinivasamurthy

Bildbearbeitung:
Digitalisierungsgruppe des Max Planck Instituts für Wissenschaftsgeschichte: Stefan Brost, Thomas Maluck, Christopher Unterste-Wilms und Natalie Wißmach

Titelbild:
Tonscherbe (1395–1186 v. Chr.). bpk | RMN - Grand Palais | Franck Raux.

Unterstützt durch den Innovationsfonds des Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft.

ISBN 978-3-945561-03-4
Published 2017 by Edition Open Access,
Max Planck Institute for the History of Science
http://www.edition-open-access.de
Reprint of the 2014 edition
Printed and distributed by
PRO BUSINESS digital printing Deutschland GmbH, Berlin
Published under Creative Commons by-nc-sa 3.0 Germany Licence
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at http://dnb.d-nb.de.

Die Plattform Edition Open Access (EOA) wurde mit dem Ziel gegründet neue Publikationsinitiativen zusammenzubringen, die die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit in einem innovativen Format veröffentlichen – einem Format, das die Vorteile traditioneller Publikation mit denen des digitalen Mediums verbindet. Derzeit umfasst EOA die Publikationen der „Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge“ (MPRL) und der Reihe „Edition Open Sources“ (EOS). EOA ist offen für die Aufnahme weiterer Open Access Initiativen, deren Konzept und Verständnis im Einklang mit der 2003 von der Max-Planck Gesellschaft ins Leben gerufenen *Berliner Erklärung über offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen* sind.

Durch die Kombination von Buchdruck und digitaler Publikation bietet die Plattform einen neuen Weg, Forschung im Wandel abzubilden und darüber hinaus ihre Quellen verfügbar zu machen. Die Texte sind sowohl als gedruckte Bücher erhältlich als auch in einer Online-Version frei verfügbar. Die Bände richten sich an Wissenschaftler und Studierende unterschiedlicher Disziplinen, sowie an all jene, die an der Rolle der Wissenschaft für die Gestaltung unserer Welt interessiert sind.

Die „Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge“ besteht aus den Serien „Studies“, „Proceedings“ und „Textbooks“. Es handelt sich um Originalveröffentlichungen wissenschaftlicher Arbeiten, die unter der Verantwortung von Mitgliedern des wissenschaftlichen Beirats und anderen Gutachtern vorgelegt werden. Diese Initiative wird zur Zeit von drei Max-Planck-Instituten getragen: dem MPI für Wissenschaftsgeschichte, dem Fritz-Haber Institut der MPG und dem MPI für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut).

Die Publikationen der Serie „Studies“ sind zentralen Themen der Geschichte und Entwicklung des Wissens gewidmet. Perspektiven aus unterschiedlichen Bereichen werden zusammengebracht, und auf Quellen gestützte empirische Forschung wird mit theoretisch ausgerichteten Ansätzen verknüpft. Die Publikationen der Serie „Proceedings“ stellen die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeitstreffen zu aktuellen Themen vor und sollen zugleich die weitere Kooperation zu diesen Themen durch das Angebot einer elektronischen Plattform unterstützen. Die Publikationen der Serie „Textbooks“ werden von maßgeblichen Fachleuten auf einschlägigen Gebieten ausgearbeitet.

Die Edition Open Sources (EOS) setzt dieses neues Paradigma im Verlagswesen mit Blick auf Quellen um. EOS ist eine Zusammenarbeit der University of Oklahoma Libraries, des Department for the History of Science der University of Oklahoma sowie des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte. Die EOS-Publikationen behandeln wichtige Originalquellen zur Geschichte und Entwicklung des Wissens, die als Faksimile, Transkription oder Übersetzung bereitgestellt und im Rahmen einer Monographie interpretiert werden. Bei den Quellen kann es sich um historische Bücher, Manuskripte, Dokumente oder andere Materialien handeln, die sonst schwer zugänglich sind.

Für Peter Damerow, der dieses Projekt ins Leben gerufen hat.

Inhaltsverzeichnis

Über diesen Band
Jürgen Renn, Wilhelm Osthues, Hermann Schlimme 1

Vorwort
Jürgen Renn und Elisabeth Kieven 1

Ägypten 5

1 Bauwissen im Alten Ägypten
Ulrike Fauerbach 7
Einleitung 7
1.1 Vorbemerkungen zur altägyptischen Kultur 8
1.2 Inhalte des Wissens 21
1.3 Arten und Formen des Wissens 95

Griechenland 125

2 Bauwissen im Antiken Griechenland
Wilhelm Osthues 127
2.1 Historische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen der Entwicklung der griechischen Architektur 127
2.2 Bauverwaltung 133
2.3 Planung und Bauentwurf 150
2.4 Materialien 185
2.5 Logistik 196
2.6 Bautechniken und Ingenieurbau 206
2.7 Bauleute und Bauprozess 225
2.8 Arten des Wissens und Wissensentwicklung 234

Rom 263

3 Bauwissen im Antiken Rom
Wilhelm Osthues 265
3.1 Historische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen der Entwicklung der römischen Architektur 265
3.2 Bauverwaltung 272
3.3 Planung und Entwurf 284
3.4 Logistik 292
3.5 Materialwissen 300

3.6 Bautechniken 322
3.7 Ingenieurbau 356
3.8 Die Architekten 373
3.9 Das Bauwissen: Quellen, Tradierung und Entwicklung 380
3.10 Innovationen 397

Über diesen Band

Jürgen Renn, Wilhelm Osthues, Hermann Schlimme

Die vorliegende Publikation „Wissensgeschichte der Architektur“ ist zeitlich nach Epochen geordnet und umfasst drei Bände. Rückgrat der Publikation sind insgesamt sieben systematisch strukturierte Überblicksartikel, die mit „Bauwissen“ betitelt sind und die das Wissen der Bauleute in verschiedenen Epochen und Kulturräumen analysieren, namentlich im *Neolithikum Vorderasiens*, im *Alten Orient*, im *Alten Ägypten*, im *Antiken Griechenland*, im *Antiken Rom*, im *Früh- und Hochmittelalter* und im *Italien der Frühen Neuzeit*. Die Gliederung nach Epochen und Kulturräumen wurde gewählt, da der größere Teil des Bau- und Architekturwissens Lösungen für Aufgaben liefert, die spezifisch für die natürlichen und sozialen Bedingungen einer bestimmten Gesellschaft und Kultur sind.

Die „Bauwissen“-Kapitel folgen einer bestimmten Gliederung und behandeln die kulturellen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für Architektur in der jeweiligen Epoche, die Organisation des Bauwesens, das Wissen, die Techniken und die Praktiken der Bauplanung und des Entwerfens, sowie entwurfsleitende Motive und das Wissen um Umwelt-Bedingungen. In weiteren Abschnitten geht es um Logistik, Transport und Baustellenorganisation, um das Wissen über Baumaterialien, ihre Eigenschaften und ihre Gewinnung, um das große Feld der Bautechniken, um die Bauleute und den Bauprozess. Das Wissen reicht von den in den Bauabläufen impliziten, ungeschriebenen Regeln der Bauhandwerker über das Wissen um architektursprachliche Repertoires bis hin zu wissenschaftlichen Theorien. Neben der Beschreibung all dieser Wissensbestände gilt es zu analysieren, wie das Wissen geschaffen und angewendet wurde, wie es tradiert und verändert wurde, wie Arbeits- und Kompetenzenteilung, Innovationsmechanismen und Verschriftlichungsprozesse funktionierten. Dazu gibt es zum Ende eines jeden „Bauwissen“-Kapitels epochenspezifisch entwickelte Abschnitte. Der gleiche Aufbau macht die Überblicksartikel miteinander vergleichbar und ermöglicht historische Längsschnitte und epochenübergreifende Aussagen zur Struktur des Bauwissens. Diese werden im ersten Band in Kapitel 1 *Elemente einer Wissensgeschichte der Architektur* gezogen. Über die „Bauwissen“-Kapitel hinaus gibt es „Fokus“ benannte Kapitel, die einzelne Aspekte des Bauwesens der behandelten Epochen beleuchten und vertiefen.

Die Bände konzentrieren sich auf einige Weltregionen und Epochen: Auf Vorderasien und den Orient, auf Ägypten in vorantiker Zeit und Europa in der Antike, im hohen Mittelalter (nördlich der Alpen) und in der Frühen Neuzeit (v. a. Italien). Nicht berücksichtigt werden konnten die Kulturräume China, Ost- und Südostasien, Afrika, Indien, die islamische Welt, die alten Hochkulturen Amerikas, sowie das unter europäischem Einfluss stehende Amerika und Australien der Frühen Neuzeit. Die Bearbeitung all dieser Kulturräume und Epochen stellt eine Herausforderung für eine zukünftige Wissensgeschichte der Architektur dar, die noch weiter gehende historische Längsschnitte und kulturraumübergreifende Aussagen zur Struktur des Bauwissens erlauben würde. Ebenso lohnend wäre eine Anwendung des wissenshistorischen Ansatzes auf das 19. und 20. Jahrhundert.

Der erste Band (Studies 3) enthält das epochenübergreifende Kapitel *Elemente einer Wissensgeschichte der Architektur* (Kapitel 1, Jürgen Renn und Matteo Valleriani, unter Mitwirkung der Autoren) sowie die Überblicksartikel *Bauwissen im Neolithikum Vorderasiens* (Kapitel 2, Dietmar Kurapkat) und *Bauwissen im Alten Orient* (Kapitel 3, Uwe Sievertsen). Die wissenshistorische Bearbeitung des Alten Orients wird ergänzt durch vertiefende Studien („Fokus"-Kapitel) über *Keilschriftliche Quellen zu Architektur und Bauwesen* (Kapitel 4, Markus Hilgert), über das *Architekturwissen am Anfang des 2. Jahrtausends v. Chr.* (Kapitel 5, Rosel Pientka-Hinz) und über *Bauzeichnungen auf Tontafeln* (Kapitel 6, Claudia Bührig).

Der zweite Band (Studies 4) enthält die Übersichtsartikel *Bauwissen im Alten Ägypten* (Kapitel 1, Ulrike Fauerbach), *Bauwissen im Antiken Griechenland* und *Bauwissen im Antiken Rom* (Kapitel 2 und 3, Wilhelm Osthues).

Der dritte Band (Studies 5) enthält die Übersichtsartikel *Bauwissen im Früh- und Hochmittelalter* (Kapitel 1, Günther Binding) sowie *Bauwissen im Italien der Frühen Neuzeit* (Kapitel 2, Hermann Schlimme, Dagmar Holste und Jens Niebaum). Die wissenshistorische Bearbeitung der Frühen Neuzeit wird ergänzt um vertiefende Studien („Fokus"-Kapitel) über *Die Gestalt der Säule*, über *Architektur und Mechanik* (Kapitel 3 und 4, Antonio Becchi), sowie zum *Bauherrenwissen in der Hausväterliteratur* (Kapitel 5, Torsten Meyer) und über *Die Kuppel des Florentiner Doms und ihre Handwerker* (Kapitel 6, Margaret Haines und Gabriella Battista).

Vorwort

Jürgen Renn und Elisabeth Kieven

Computergraphik für die Entwurfsplanung und interaktive Software für sämtliche Tätigkeiten der Bauleitung gestalten derzeit die Wissensbestände der Architektur grundlegend um. Auch in der Vergangenheit hat die Architekturgeschichte ähnliche epistemische Brüche erlebt. Die Geschichte des Bauens basiert bis weit in die Moderne auf praxisnahen Wissenstraditionen der Handwerker, Baumeister und Architekten: Der Entwurf von Bauwerken, das Wissen um Materialien und Bautechniken und die Organisation logistischer Abläufe wurde im wesentlichen durch Teilnahme am Arbeitsprozess und mündliche Unterweisung tradiert. Solches „handlungsimplizite Wissen" ermöglichte die Monumentalbauten der frühen Hochkulturen (Tempelanlagen, Stadt-und Grenzmauern, monumentale Grabbauten wie die ägyptischen Pyramiden, Bewässerungssysteme), die modellgebende Architektur und Infrastrukturtechnologie der griechischen und römischen Antike (Straßenbau, Aquädukte), die Sakral- und Wehrbauten des Mittelalters (Kathedralen, Klosteranlagen, Burgen) sowie die riskanten und innovativen Bauprojekte der Renaissance (Großkuppeln, Flussregulierungen, Festungsanlagen). Erst die neuen Formen der Architektur und der Stadtplanung im Zeitalter des Absolutismus und der französischen Revolution suchten auch wissenschaftliche Erkenntnisse in der Baupraxis zu verankern.

Das den großen Bauleistungen der Vergangenheit zugrunde liegende Wissen und seine Entwicklung ist bisher allerdings kaum zum zentralen Gegenstand epochenübergreifender Untersuchungen gemacht worden. Aus diesem Grunde haben die Bibliotheca Hertziana (Max-Planck-Institut für Kunstgeschichte) in Rom und das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin vor nunmehr zehn Jahren mit Unterstützung des Innovationsfonds des Präsidenten der MPG ein internationales Forschungsnetzwerk aufgebaut, das einer Wissensgeschichte der Architektur (*epistemic history of architecture*) gewidmet ist. Diese gemeinsame Forschungsinitiative hat die historische Dimension solcher epistemischer Brüche untersucht. Ziel war es, erstmals eine nach strukturellen Aspekten gegliederte Wissensgeschichte der Architektur zu erarbeiten. Das Projekt wurde gemeinsam mit Peter Damerow und mit der Unterstützung durch Marcus Popplow (MPI für Wissenschaftsgeschichte) konzipiert und zunächst von Claudia Bührig (MPI für Wissenschaftsgeschichte) und Hermann Schlimme (Bibliotheca Hertziana) geleitet. Seit Ende 2005 übernahm Wilhelm Osthues die Leitung des Projekts für das Institut für Wissenschaftsgeschichte. Peter Damerow wirkte bis zu seinem unerwarteten Tod im Jahre 2011 als zentraler Ideengeber und Mentor. Ihm ist dieses Werk in Dankbarkeit gewidmet.

Im Jahre 2003 fand im Rahmen des Projekts eine erste internationale Konferenz an der Biblioteca Hertziana in Rom statt. Sie bildete die Grundlage für den von Hermann Schlimme herausgegebenen Band *Practice and Science in Early Modern Italian Building. Toward an Epistemic History of Architecture* (Electa 2006). Dieser ersten Konferenz folgten ab 2004 eine Reihe von Workshops, die speziellen Themen einer Wissensgeschichte der Architektur gewidmet waren und auf denen wesentliche Voraussetzungen des vorliegenden Werks erar-

beitet wurden. Ebenfalls im Jahre 2003 wurde in Madrid die erste einer Serie von Konferenzen abgehalten, die sich parallel zur Wissensgeschichte der Architektur mit neuen Ansätzen zur Konstruktionsgeschichte beschäftigten. Die aus diesem Kontext hervorgegangenen Publikationen sowie weitere neuere Veröffentlichungen haben auch für die hier vorgelegte Wissensgeschichte der Architektur einen wichtigen Referenzpunkt gebildet.[1]

Antike Großbauten, mittelalterliche Kathedralen oder die Großkuppeln der Renaissance wurden auch ohne Rückgriff auf formalisiertes Ingenieurwissen in logistischer und technischer Meisterschaft realisiert. Die solchen Bauwerken zugrundeliegenden Methoden und Verfahrensweisen sind kaum angemessen als bloßes „Alltagswissen" zu beschreiben. Dem Verständnis des Projektes nach stellen sie vielmehr ein ausdifferenziertes „handlungsimplizites Wissenssystem" dar. Der Zugang zu solchen Formen des Wissens der Handwerker, Baumeister und Architekten ist dadurch möglich, dass das Bauen schon früh durch den Einsatz schriftlicher oder bildlicher Repräsentationsmittel begleitet wurde. Entsprechende Quellenbestände wurden allerdings bislang oft nur als Hilfsmittel für Datierungsfragen und für die Aufschlüsselung der Entstehungsgeschichte einzelner Bauwerke genutzt, nicht aber im Hinblick auf die komplexen Fragestellungen einer Wissensgeschichte der Architektur.

Die Forschungen, deren wesentliche Ergebnisse hier vorgelegt werden, haben sich auf zentrale Aspekte der Wissensgeschichte der Architektur konzentriert, insbesondere auf das Planungswissen, das Materialwissen, das bautechnische Wissen und das logistische Wissen. Diese Wissensformen und die zu ihrer praktischen Umsetzung verwendeten Medien wurden epochenübergreifend untersucht. Unter den vielfältigen Wechselwirkungen solcher Wissenstraditionen in der Baupraxis wurde der Konfrontation praktischer und theoretischer Wissensbestände der Architektur in der historischen Analyse besondere Beachtung geschenkt.

Mit der Analyse der historischen Wissensformen der Architektur hat das Kooperationsprojekt der Bibliotheca Hertziana und des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte einen bislang unbeachteten Aspekt der Architekturgeschichte in den Blick genommen: Üblicherweise werden hier vornehmlich entweder die Ästhetik und Formgebung der Architektur, oder aber die Baugeschichte einzelner Bauwerke von der Planung bis zur Ausführung erforscht, nicht jedoch die intellektuellen Ressourcen, die die Realisierung von Bauprojekten überhaupt erst ermöglichten. Auch wenn neuere Überblicksdarstellungen die Vielfalt handwerklicher, künstlerischer und organisatorischer Aspekte des Bauwesens zunehmend in die Darstellung mit einbeziehen, hatte eine Wissensgeschichte der Architektur nicht nur in methodischer Hinsicht Neuland zu betreten, sie musste auch die epochale und disziplinäre Aufsplitterung bisheriger architekturhistorischer Forschung überwinden: Der Kunstgeschichte sind derartige Fragestellungen in der Regel zu technisch, während die Wissenschaftsgeschichte architektonisches Wissen oft erst mit der Formierung eines institutionalisierten Bauingenieurwesens seit der Mitte des 18. Jahrhunderts in den Blick nimmt. Die zuweilen in hohem Maße ausdifferenzierten vorwissenschaftlichen Traditionen des Wissens bleiben so von vornherein im Dunkel.

Um die langfristige Entwicklung solchen handlungsimpliziten Wissens zu untersuchen, musste das Kooperationsprojekt demnach letztendlich auch die Pfade verlassen, auf denen sich die Architektur selbst seit der Renaissance als eigenständige Disziplin zu konstituieren suchte: als Architekturtheorie. Bereits der erste große Architekturtheoretiker der Renaissance, Leon Battista Alberti (1404–72), behandelte baupraktisches Wissen nicht nur als

[1] Gargiani 2008, 2012; Huerta 2003; Dunkeld u. a. 2006; Kurrer, Lorenz und Wetzk 2009; Carvais u. a. 2012; Nerdinger 2012.

philologisches Zitat aus dem antiken Traktat des Vitruv. Die 1563 in Florenz gegründete Accademia deI Disegno thematisierte baupraktisches Wissen bewusst nicht: es ging allein um die Einlösung ihres theoretischen Anspruches. Die in der Folgezeit noch verschärfte Dichotomie zwischen wissenschaftlichem Wissen und rein praktischem Erfahrungswissen repräsentiert in keiner Weise die ausdifferenzierten Wissensbestände der Baupraxis.

Das vorliegende Werk soll demnach einen neuen Blick auf die frühe Architekturgeschichte eröffnen. Wie wurden Bauwerke geplant, welches Wissen über Materialien und bautechnische Fragen und welche logistischen Kompetenzen waren zu ihrer Realisierung erforderlich? Und mit Hilfe welcher schriftlicher oder bildlicher Medien wurde solches Wissen konkret im Bauprozess umgesetzt? Aus diesen Leitfragen haben sich die beiden analytischen Schwerpunkte des Forschungsprojektes ergeben: Erstens die Identifizierung solcher historischer Wissensformen der Architektur und zweitens die Untersuchung der Wechselwirkung insbesondere praktischer und theoretischer Wissensformen am Beispiel ausgewählter Bauprojekte.

Zeitlicher Schwerpunkt des Projektes waren die Epochen vor der zunehmenden Verwissenschaftlichung der Bautätigkeit im 19. Jahrhundert, vom Neolithikum bis zur Renaissance. Jede dieser Epochen wird durch einen systematisch strukturierten Überblicksartikel zum Bauwissen abgedeckt. Zusätzliche Forschungsbeiträge fokussieren einzelne Aspekte von Bauwissen, seine Quellen und Hintergründe.

Ohne die sich über Jahre erstreckende engagierte Mitwirkung der Autoren dieses Bandes, Archäologen, Altorientalisten, Assyriologen, Ägyptologen, Bauforschern und Architekten, Wissenschafts- und Kunsthistorikern, wäre die Bearbeitung eines so großen zeitlichen Rahmens nicht möglich gewesen.

Die Endredaktion hat mehr Zeit als erwartet in Anspruch genommen. In der Schlussphase haben Lindy Divarci und Matteo Valleriani die Koordination der Abschlussarbeiten übernommen. Ohne ihre beherzte Mitwirkung und ihr souveränes Management des komplexen Projektes wäre das vorliegende Werk nicht zustande gekommen. Dafür sei ihnen an dieser Stelle besonders gedankt.

Wir hoffen, dass die hier vorgelegten Resultate dazu beitragen, die Wissensgeschichte der Architektur als Forschungsrichtung zu etablieren, auch über den geographischen und zeitlichen Rahmen des vorliegenden Werkes hinaus. Welches Wissen lag den Bauleistungen der frühen Amerikaner zugrunde, wie entwickelte sich das Bauwissen in Byzanz, China, Indien, Persien und in der islamischen Welt? Und wie veränderte sich das traditionelle Bauwissen im Zuge der Verwissenschaftlichung der Architektur seit der frühen Neuzeit? Hier liegen zukünftige Forschungsaufgaben, deren Bearbeitung um so dringender erscheint, wenn man die über die historischen Disziplinen hinausreichende Bedeutung bedenkt, die eine Wissensgeschichte der Architektur annehmen kann. In einer Zeit, in der sich die konfliktreiche Integration traditionaler und technisierter Gesellschaften nicht mehr auf der Ebene kolonialer Auseinandersetzung vollzieht, sondern sich auf der Ebene von Wissensressourcen und Wertorientierungen krisenhaft zuspitzt, ist nach unserer Überzeugung das Verständnis handlungsimpliziter Wissenssysteme, wie sie die Geschichte der Architektur geprägt haben, von vitalem Interesse für die Bestimmung der Rolle der Wissenschaft in diesem Integrationsprozess.

Bibliographie

Carvais, R., A. Guillerme, V. Nègre und J. Sakarovitch, Hrsg. (2012). *Nuts and Bolts of Construction History. Culture, Technology and Society (Proceedings of the Fourth International Congress on Construction History 3rd – 7th July 2012)*. Paris: Picard.

Dunkeld, M., J. Campbell, H. Louw, B. Tutton M. Addis, C. Powell und R. Thorne, Hrsg. (2006). *Proceedings of the Second International Congress on Construction History (Cambridge, 29th March - 2nd April 2006).* Cambridge: Construction History Society.

Gargiani, R. (2008). *La Colonne: Nouvelle Histoire de la Construction*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes. URL: http://books.google.de/books?id=Y%5C_QRmsMjQ80C.

— Hrsg. (2012). *L'architrave, le plancher, la plate-forme: nouvelle histoire de la construction*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Huerta, S., Hrsg. (2003). *Proceedings of the First International Congress on Construction History (Madrid, 20th - 24th January 2003)*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

Kurrer, K.-E., W. Lorenz und V. Wetzk, Hrsg. (2009). *Proceedings of the Third International Congress on Construction History (20th - 24th May 2009)*. Berlin: Neunplus1.

Nerdinger, W. (2012). *Der Architekt. Geschichte und Gegenwart eines Berufsstandes. Ausstellungskatalog München*. München, London, New York: Prestel-Verlag.

Ägypten

Kapitel 1
Bauwissen im Alten Ägypten
Ulrike Fauerbach

Einleitung

Das Bauwissen der Alten Ägypter ist bisher nicht zusammenhängend untersucht worden. Zwar gibt es hervorragende, aktuelle Überblickswerke zur Bautechnik[1], doch hinterfragen diese epistemische Strukturen nur ansatzweise. Die Betrachtung des Wissens der Ägypter insgesamt ist nach William M. F. Petries umfassendem Einstieg[2] der reichen Quellenlage entsprechend in Teilbereiche zerfallen. Astronomie[3], Mathematik[4], Schrift, bildende Kunst[5], Musik,[6] Maßsysteme[7], Beleuchtung, Bauwesen, Materialkenntnisse über Minerale, Metall, Holz, Leder, Keramik und ihre Verarbeitung[8], Landwirtschaft und Transport[9] – um nur einmal die von Petrie betrachteten Bereiche zu nennen –, ergänzt durch Medizin[10], Theologie, Geographie, Literatur u. v. m., werden heute in einer unüberschaubaren Menge an Untersuchungen für sich behandelt. Epistemologische Untersuchungen hingegen sind in der Ägyptologie bisher selten. Sie konzentrieren sich im Wesentlichen auf Bereiche, aus denen uns Selbstäußerungen der Ägypter über Weisheit, Wissen und Mysterien vorliegen.[11]

Der Weg zu Antworten auf die Frage, wer wann was über das Bauen wusste, führt in Ägypten über eine Verschiedenheit und Menge von Quellen, die in dem hier abgesteckten Rahmen nur gestreift werden können. Die vorgelegte Überblicksdarstellung maßt sich nicht an, diese Quellen auch nur ansatzweise erschöpfend zu behandeln oder dem, was andere über Architektur, Kunst, Verwaltung, Ausbildung, Wissenschaft oder Technikgeschichte gesagt oder geschrieben haben, gerecht zu werden. Überdies wird hier als ein scheinbar einheitlicher kulturhistorischer Block betrachtet, was tatsächlich ein sich über drei Jahrtausende entwickelndes und veränderndes Gebilde war. Der Text wird für Ägyptologen vielfach Selbstverständliches wiederholen, das aber für außerhalb dieses Faches Stehende wichtig zu

[1] Arnold 1991; Goyon u. a. 2004.
[2] Petrie 1940 *Wisdom of the Egyptians*. Dieses Werk ist allerdings sowohl hinsichtlich der Quellen als auch hinsichtlich seiner Interpretationsansätze so veraltet, dass es selbst schon wieder von wissenschaftsgeschichtlichem Interesse ist. William M. F. Petrie lebte 1853–1942, siehe Dawson und Uphill 1972, 329–332.
[3] Leitz 1991.
[4] Imhausen 2003; Rossi 2004.
[5] Verbovsek 2006 zum Berufsstand des Künstlers.
[6] Manniche 1991.
[7] Siehe bspw. Pommerening 2005.
[8] Nicholson und Peltenburg 2000.
[9] Siehe bspw. Graeff 2005; Köpp 2006.
[10] Nunn 1996.
[11] Assmann 1991b, Assmann und Bommas 2002; Assmann 2004; Fischer-Elfert 2002; von Lieven 2007.

wissen ist.[12] Den eigentlichen Ertrag der hier versammelten Informationen verspricht ihre Vergleichbarkeit mit den in diesem Band vorgelegten Untersuchungen über andere zeitliche und geographische Räume.

1.1 Vorbemerkungen zur altägyptischen Kultur

Ägypten gehört mit den mesopotamischen Kulturen und China zu den ältesten so genannten Hochkulturen überhaupt. Die historische Zeit setzt mit den ersten Schriftzeugnissen am Ende des 4. vorchristlichen Jahrtausends ein.[13] Das Ende der Epoche wird hier mit der Verbreitung des Christentums angesetzt (1. Jh.–4. Jh.), welches mit der neuen Religion eine andere Schrift und zumindest im sakralen Bereich andere Bauformen durchsetzt und damit keinesfalls alle, aber doch wesentliche Kulturmerkmale verändert.[14] Die Integration Ägyptens in die hellenistische Welt durch Alexander den Großen und seine Nachfolger ab 332 v. Chr. sowie die Umwandlung des Landes in eine römische Provinz ab 30. v. Chr. hatten bereits wesentliche Einschnitte in der Verwaltung mit sich gebracht. Die ägyptische Kultur hat eine überaus reiche und monumentale Architektur hinterlassen, deren Studium viele epistemologische Erkenntnisse verspricht.

1.1.1 Naturräumliche Gegebenheiten

Das Niltal ist eine Flussoase. Kultivierbar waren in der Antike ausschließlich das Fruchtland entlang der Flussufer, das Flussdelta sowie die Oasen. Die Begrenzung des Landes durch die Wüsten im Osten und Westen sowie durch das Mittelmeer im Norden hat zu enormer politischer Kontinuität geführt. Veränderungen an der Ausdehnung des Reiches gab es hauptsächlich nach Nordosten und Süden, wobei die Landenge zum Sinai und der Nilkatarakt bei Assuan[15] von beiden Seiten wiederholt überschritten wurden.

Die Geographie beeinflusste die Kultur in vielen Bereichen. Der Fluss war der wichtigste Verkehrsweg und das Rad spielte eine untergeordnete Rolle; durch die regelmäßige Überschwemmung begünstigte der Nil die Erfindung des Kalenders; seine Fruchtbarkeit setzte Ressourcen für die kulturelle Entwicklung frei. Jedoch waren die Wüsten keineswegs unüberwindbar, sondern von Nomaden bevölkerte Gebiete regen Austauschs zwischen den angrenzenden Kulturen. Aufgrund ihres Rohstoffreichtums waren die Wüsten für das Bauwesen von besonderer Bedeutung.

Die wesentlichen Baumaterialien waren Stein (Sandstein, siehe Abb. 1.1, Kalkstein und diverse Hartgesteine) und meist ungebrannte Ziegel aus Nilschlamm (Abb. 1.2). Holz war relativ knapp, daher wurden viele Bauhölzer bereits zu Beginn der historischen Zeit importiert. Kupfer konnte auf dem Sinai und Gold in Nubien gewonnen werden, was Expansionsbestrebungen hin zu diesen Gebieten motivierte. Außerdem ist Papyrus als wichtige Ressource zu nennen, die als Schreib- und Zeichenunterlage prägend und ein wichtiger Exportartikel war.

[12] Aus diesem Grund wird hier vielfach auf Überblickswerke verwiesen, die den Zugang zur Ägyptologie vereinfachen sollen.

[13] Die ältesten Schriftfunde sind C_{14}-datiert: 3320 v. Chr. (Dreyer 1998; Kahl, Bretschneider und Kneißler 2002, v–vi mit weiterer Literatur).

[14] Siehe zur christlichen Architektur Ägyptens Grossmann 2002.

[15] Grenze der durchgängig schiffbaren Strecke.

Abb. 1.1: Die Sandsteinbrüche in Silsila zwischen Luxor und Assuan wurden durch ihre Lage unmittelbar am Nil und ihre homogene Steinqualität zur Hauptquelle für Baumaterial ab dem Neuen Reich. Das Foto zeigt nur eines von zahlreichen Abbaugebieten (Foto: U. Fauerbach).

Abb. 1.2: Ziegelherstellung aus Nilschlamm in Athribis. Der mehrtägige Trocknungsvorgang führt zu großem Flächenbedarf (Foto: U. Fauerbach 2008).

1.1.2 Die Gesellschaft und ihre Bauaktivitäten

Relativ kurze Zeit nachdem es einer der oberägyptischen Dynastien gelang, das ganze Land unter seiner Herrschaft zu vereinen (um 3000 v. Chr.), kam es zur Bildung des Gott-Königtums und gegen Ende der 3. Dynastie zur Entwicklung der Beamtenhierarchie. Diese Voraussetzungen erlaubten dem Herrscherhaus, die reichen Ressourcen des Landes für seine Bauprojekte einzusetzen, wobei insbesondere im Alten Reich der größte Aufwand für die königliche Grabarchitektur (Pyramiden, Pyramidentempel) betrieben wurde. Diese Gewichtung verschob sich ab dem Mittleren Reiches allmählich zugunsten der Göttertempel, ab dem Neuen Reich waren diese Tempel die Hauptbauaufgabe des Staates[16] und wichtige Verwaltungszentren. Zu allen Epochen wurde viel in Grabarchitektur und -ausstattung investiert, sowohl vom Herrscherhaus als auch von nichtköniglichen Eliten, den so genannten Privatpersonen.

Während die Sakralarchitektur idealerweise für die Ewigkeit gebaut wurde, haftete allem Diesseitigen, also auch Wohnarchitektur und Nutzbauten, ein vergleichsweise temporärer Charakter an. Auch wenn diese Bauten aus ungebrannten Ziegeln errichtet wurden, waren sie durchaus kenntnisreich angelegt und konnten aufwändig und repräsentativ sein. Sie waren jedoch dem Verfall stärker ausgesetzt und sind archäologisch wesentlich schwieriger zu erfassen. Daraus ergibt sich ein Ungleichgewicht in der Forschung. Insgesamt muss jedoch betont werden, dass es öffentlich-profane Repräsentationsbauten wie etwa Versammlungs- und Gerichtsgebäude, Marktarchitektur, Bäder etc. nicht gegeben hat und viele der andernorts dort stattfindenden Tätigkeiten unter freiem Himmel oder in anderen baulichen Kontexten stattfanden. Aufwändige technische Anlagen errichtete man vor allem in den Bereichen des Wasserbaus und der Festungsarchitektur.

Das gesellschaftliche Leben war hierarchisch stark strukturiert. Der breiten Masse der Bevölkerung stand eine dünne, gebildete Oberschicht gegenüber. Diese bestand aus den führenden Familien des Landes und stand oft, aber nicht zwingend, in Verwandtschaftsbeziehung zum Herrscherhaus. Aus dieser Oberschicht rekrutierten sich Beamte, Militärs und Priester, die das Land verwalteten. Eine strikte Trennung in Priester und Laien bzw. Militärs und Zivilisten gab es nicht: Tempel übernahmen wesentliche Verwaltungsaufgaben, ein Verwaltungsbeamter konnte beispielsweise mit einem Feldzug betraut werden. Die gesamte Steuerung des Landes lag in den Händen dieser Oberschicht. So kam es nie zur Herausbildung einer freien Wirtschaft im modernen Sinne. Die Produktionsüberschüsse wurden zentral eingesammelt und als Bezahlung für öffentliche Aufgaben umverteilt. Dies geschah mit einem Aufwand an Verwaltung und Kontrolle, der sich in den Schriftquellen niederschlägt und den man sich schlechterdings nicht zu hoch vorstellen kann.

1.1.3 Kontinuitäten und wichtige Zäsuren

Die Architekturformen wandelten sich in Ägypten durchaus mit den historischen Abschnitten des Alten, Mittleren und Neuen Reiches sowie der griechisch-römischen Zeit (siehe Tab. 1.1). Die wichtigsten bautechnischen Zäsuren fanden jedoch zu Beginn des Alten Reiches (um 2700 v. Chr.)[17], Mitte des Neuen Reiches (Mitte des 14. Jh. v. Chr.) und gegen Be-

[16] Die Ägypter selbst hatten keinen eigenen Staatsbegriff, aber „Ancient Egypt was the world's first nation-state" (T. A. H. Wilkinson 2001, 314).

[17] Zum Grabkomplex des Djoser schreibt Eyre (1987a, 8): „[…] it is the sudden change in scale that is most impressive, together presumably with new organisational needs for the administration of a mass workforce. These may

ginn der Spätzeit (etwa um 700 v. Chr.) statt. Das Alte Reich entwickelte von der Schlammziegelarchitektur ausgehend innerhalb zweier Generationen monumentale Werksteinarchitektur höchster Präzision – eine Entwicklung, der der Ausbau der Verwaltung unmittelbar vorausgegangen war. Pharao Echnaton (1351–1334 v. Chr.) versuchte mit der Einführung einer monotheistischen Religion eine Generalreform des ganzen Landes, die nach seinem Tod in großen Teilen rückgängig gemacht wurde. Ein Einfluss auf die Bauorganisation und Werktechnik wirkte jedoch weiter und auch die Folgezeit (bis Ramses II., 1279–1213 v. Chr.) war von verschiedenen bautechnischen Wandlungen geprägt. Etwa ab dem 7. Jahrhundert machten sich in Ägypten einerseits ausländische, später zunehmend griechische Einflüsse bemerkbar; andererseits setzte eine intensive Auseinandersetzung mit den Werken der ägyptischen Kultur selbst ein. Die Prozesse, die den Wandel der Bautechnik (Mörtel, Eisenwerkzeuge, Fundametierungstechnik u. v. m.) in den folgenden Jahrhunderten in Gang setzen, sind im Detail erst teilweise erforscht. Lange wurde die grundlegende Zäsur irrtümlich erst mit Beginn der Ptolemaierherrschaft (ab 332 v. Chr.) angesetzt, die weitere Neuerungen mit sich brachte. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf. In der folgenden Tabelle 1.1 werden einige wichtige bzw. allgemein bekannte Bauten und Techniken zeitlich eingeordnet, um einen chronologischen Überblick zu vermitteln. Die Lückenhaftigkeit der Liste versteht sich von selbst.

Epochenbezeichnung		Zeitraum	Baugeschichtliche Ereignisse[1]
Prädyn. Zeit Badari-Periode Naqada-I-Per. Naqada-II-Per.	PD	5.–4. Jts.	Naqada II: ausgedehnte Siedlungen und Fürstengräber in Naqada und Hierakonpolis; erstmals Verwendung von Schlammziegeln; erstmals Bau von Holzbooten.
Frühzeit 1.–2. Dyn.	FZ	3030–2700 v. Chr.	Erstmals Massenproduktion von Schlammziegeln; Gründung der Hauptstadt Memphis sowie von befestigten Provinzstädten (Elephantine); Königs- u. Fürstengräber in Abydos und Saqqara.
Altes Reich 3.–6. Dyn.	AR	2700–2220	Erstmals monumentale Steinarchitektur: Pyramiden von Saqqara, Dahschur, Gisa u. a.; vollständiger Landesausbau mit Festungen an den Grenzen, erste Staudämme, Lastentransporte bis 220 t.
1. Zwischenzeit	1. ZZ	2220–2120	gr. Fürstengräber in Provinzstädten

be connected with the contemporary development in the use of writing for administrative purposes and the emergence of a genuine bureaucracy.“ Tatsächlich wird Schrift schon zu Beginn ihrer Erfindung für Verwaltungszwecke eingesetzt (siehe hier Anm. 13).

Epochenbezeichnung		Zeitraum	Baugeschichtliche Ereignisse[1]
Mittleres Reich 11.–12. Dyn.	MR	2120–1800	Tempel des Mentuhotep in Deir el-Bahri; Pyramiden von el-Lahun, Lisht u. Hawara, Ausbau des Fayum, Festungen in Nubien (Buhen)
2. Zwischenzeit 13.–17. Dyn.	2. ZZ	1800–1550	Königsgräber in Dra' Abu el-Naga; Paläste und Siedlungsstrukturen in Tell el-Daba; Einführung von Pferd und Streitwagen
Neues Reich 18.–20. Dyn.	NR	1550–1070	Tempel in Karnak, Luxor, Theben West (Medinet Habu, Deir el-Bahri, Qurna), Abydos, Abu Simbel; Gräber im Tal der Könige; Paläste in Amarna, Malqatta, Qantir; Arbeiterdorf Deir el-Medine; größte territoriale Ausdehnung
3. Zwischenzeit 21.-25. Dyn.	3. ZZ	1070–740	Städteausbauten und Tempel im Delta (Tanis, Bubastis), Gräber im Asasif
Spätzeit[2] 26.–31. Dyn.	SpZ	740–332	Städteausbauten und Tempel im Delta (Sais), Bauten in Medinet Habu, Hibis-Tempel in Charga, Serapeum in Saqqara, 1. Pylon im Karnak-Tempel, erstmals Eisenwerkzeuge
koptische (christliche) Epoche	Kopt.	Anfang 2. Jh. n. Chr.– 641 n. Chr.	Christianisierung ab 61 n. Chr., Kirchen- und Klostergründungen, 391 n. Chr. Verbot der „heidnischen" Kulte durch Theodosius[3], Aufgabe bzw. Zerstörung der Tempel bis etwa 535 n. Chr.[4]

Tabelle 1.1: [1]Hier werden vornehmlich allgemein bekannte Bauten genannt, um diese in ein Zeitgerüst einordnen zu können. Die Liste stellt weder eine Wertung dar, noch beansprucht sie Vollständigkeit. [2]Der Begriff umfasst bei manchen Autoren auch die griechisch-römische Zeit. [3]Griffith 1986. [4]Atiya 1991, Bd. 6, S. 1868f. Zwischen 535 und 537 n. Chr. ließ Kaiser Justinian den Tempel von Philae per Dekret schließen.

1.1.4 Die Quellenlage

Der bei weitem überwiegende Teil der altägyptischen Quellen stammt aus sakralen, königlichen und elitären Kontexten, von den unteren oder mittleren Schichten oder dem alltäglich-praktischen Leben der Ägypter insgesamt wissen wir prozentual noch weniger, als dies für

andere Kulturen und Epochen der Fall ist. Dieses Ungleichgewicht in der Quellenlage gilt es stets im Auge zu behalten.

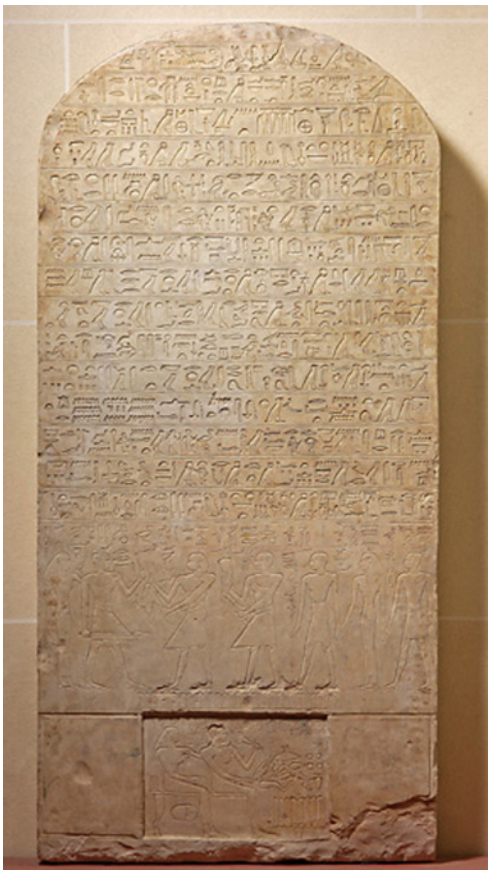

Abb. 1.3: Stele des Irtisen, Abydos, 11. Dyn., um 2000 v. Chr. In diesem Text rühmt sich der Handwerker seiner Schreib- und Lesefähigkeit sowie seines Spezialistenwissens. Die beiden Szenen darunter zeigen Irtisen und seine Frau Hepu, wie sie Totenopfer empfangen (Foto: Louvre, Inv. C 14).

Die hohe Bedeutung des Bauens für die ägyptische Gesellschaft spiegelt sich im reichen Textmaterial zum Bauwesen: Verwaltungstexte (Briefe, Akten, Onomastika, Steinbruchexpeditionsinschriften), diejenigen mathematischen Schultexte, die Aufgaben zur Architektur enthalten, autobiografische Inschriften der Beamten (Abb. 1.3) sowie an den Bauten selbst angebrachte Bauinschriften demonstrieren das Ausmaß, in dem das Bauwesen den gesamten ägyptischen Staat durchdrang. Auch Baupläne und -skizzen sind in geringer Zahl erhalten (Abb. 1.4, 1.5, 1.6, 1.7), größer ist die Menge der Detailmodelle (Abb. 1.8, 1.9). Bildliche Darstellungen von Bauvorgängen sind hingegen erstaunlich selten und nur aus einigen

wenigen Gräbern bekannt (Abb. 1.10).[18] So gut wie vergeblich sucht man nach Architekturbeschreibungen in literarischen Texten. Die Hauptquelle ist natürlich die Architektur selbst, die in großer Fülle und überwältigenden Dimensionen erhalten ist. Nicht zuletzt manifestiert sich in der Architektur auch nicht verschriftlichtes Wissen. Hier gilt es nicht nur die unvergleichliche Anzahl monumentaler Sakralbauten, sondern auch die einfachen Wohn- und Nutzbauten im Blick zu behalten.

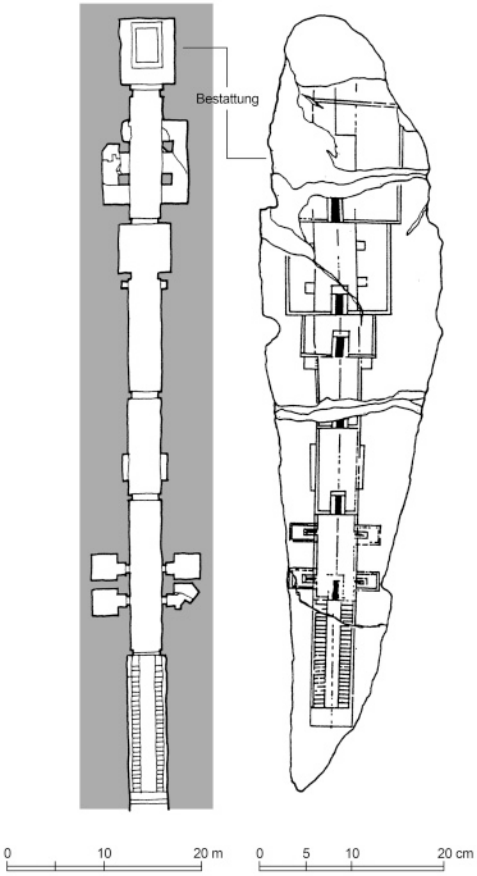

Abb. 1.4: Dieses Kalksteinostrakon aus dem Tal der Könige zeigt in einer Grundrisszeichnung in roter und schwarzer Tinte aller Wahrscheinlichkeit nach das Grab Ramses' IX. (KV 6, 20. Dyn.), dessen Grundriss links daneben wiedergegeben ist. Das Ostrakon kombiniert den Grundriss mit Ansichtselementen (Türen) und gibt außer ganzzahligen Ellenmaßen auch Details wie Wandnischen an, ist aber nicht maßhaltig und ignoriert die Abstände zwischen den Kammern. Diese Merkmale weisen viele altägyptische Grundrisse auf (Ägyptisches Museum Kairo CG 25184, Umzeichnung: C. Rossi).

[18] Zu der Darstellung im Grab des Nomarchen Djehutihotep aus el-Bersche; zuletzt Willems, Peeters und Verstraeten 2005. Siehe auch die Szenen im Grab des Rechmire (TT 100), Wesir Thutmosis' III. (18. Dyn.), Davies 1935.

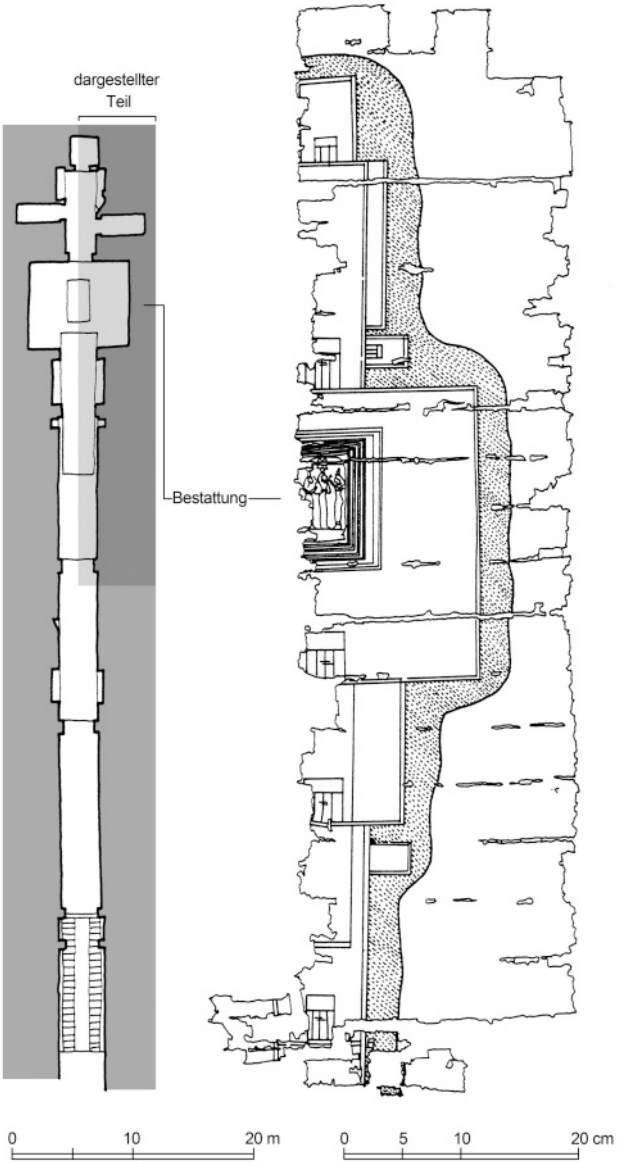

Abb. 1.5: Papyrus Turin 1885 recto gibt den Grundriss des Grabes von Ramses IV. (KV2) wieder. Der farbige Plan enthält detaillierte Maße und stellt auch den umgebenden Fels sowie die zahlreichen Sarkophage in der königlichen Grabkammer dar. Museo Egizio Torino 1885 RCGE 17469, 35 x 120 cm, aus Deir el-Medine, 20. Dynastie, 12. Jahrhundert v. Chr (Umzeichnung: C. Rossi).

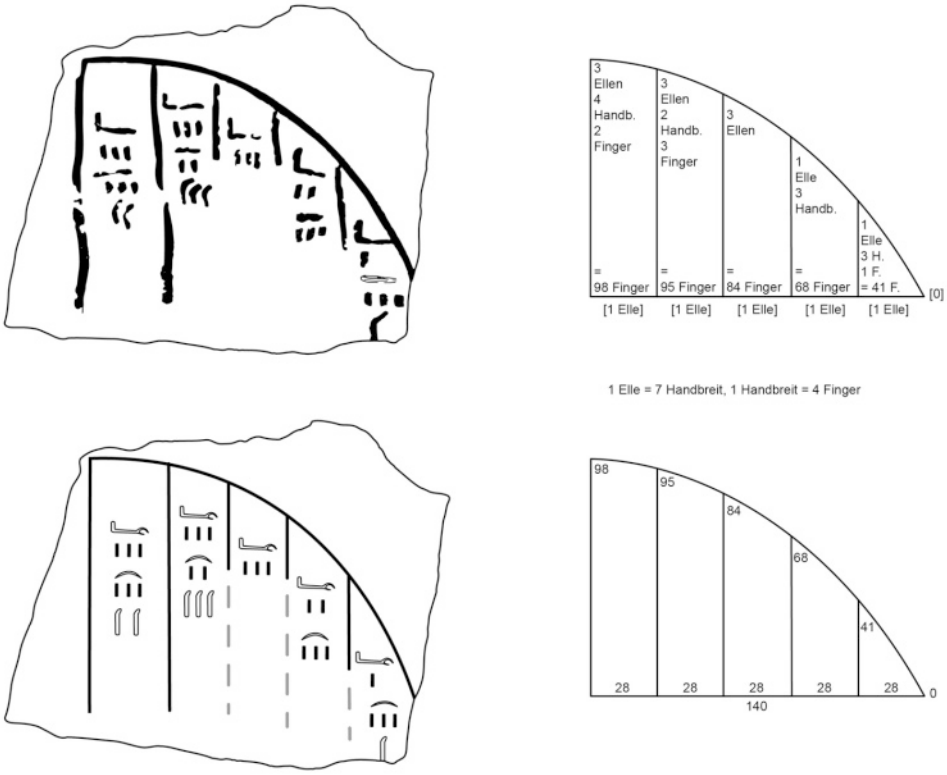

Abb. 1.6: Kalksteinostrakon mit Skizze einer Bogenkonstruktion, das im Grabbezirk des Djoser in Saqqara gefunden wurde. Im Abstand von einer Elle wurden Stichmaße in Ellen, Hand- und Fingerbreit angegeben, unten rechts die Umrechnung in Zentimeter. 3. Dynastie, 27. Jahrhundert v. Chr (Ägyptisches Museum Kairo, JE 50036. Umzeichnung: U. Fauerbach nach Gunn 1926).

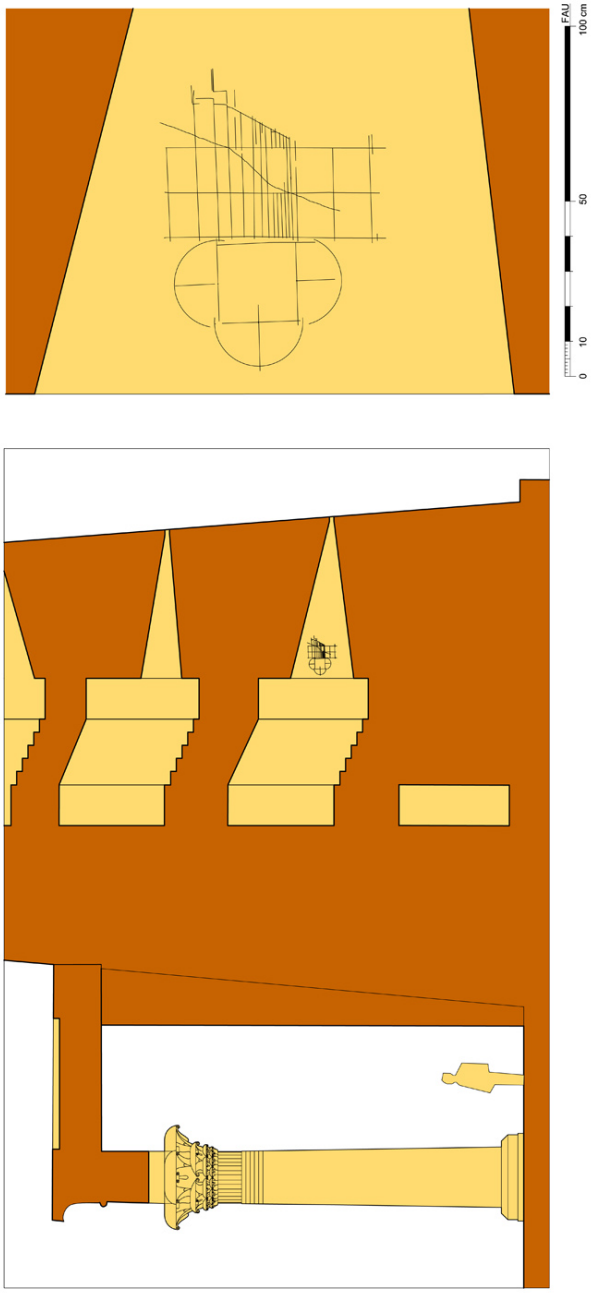

Abb. 1.7: Maßstäblich verkleinerte Werkzeichnung eines Kapitells, Pylon des Tempels von Edfu, Ende 2. Jahrhundert v. Chr. Die in geglätteten Sandstein geritzte Zeichnung befindet sich in einem Lichtschlitz des Treppenhauses und gibt das entsprechende Kapitell (links) im Maßstab 1 : 4,5 wieder (Zeichnung: U. Fauerbach).

Abb. 1.8: Links: Modell eines vierreihigen Lilienkapitells aus Kalkstein, Ägyptisches Museum und Papyrussammlung Berlin, 15005. Die Ritzlinien definieren die Position der Details, die in unterschiedlichen Fertigungsstufen wiedergegeben sind (Foto: U. Fauerbach).
Rechts: Modell eines vierreihigen Lilienkapitells aus Kalkstein, 7,5 cm. Das Objekt zeigt einen früheren Produktionsstand mit noch nicht ausgearbeiteten Details; an einigen Stellen sind Vorzeichnungen in Tusche zu erkennen (Foto: Ägyptisches Museum Kairo, JE 45078).

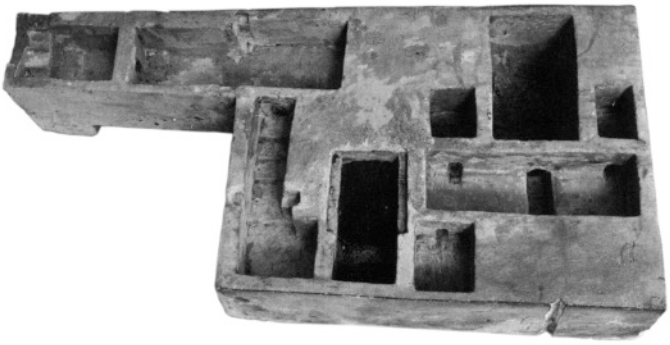

Abb. 1.9: Dieses Kalksteinmodell gibt das Gang- und Verschlusssystem in der Pyramide des Königs Amenemhet III. wieder. Dahschur, 19. Jahrhundert v. Chr., 72 cm lang (Foto: Deutsches Archäologisches Institut Kairo).

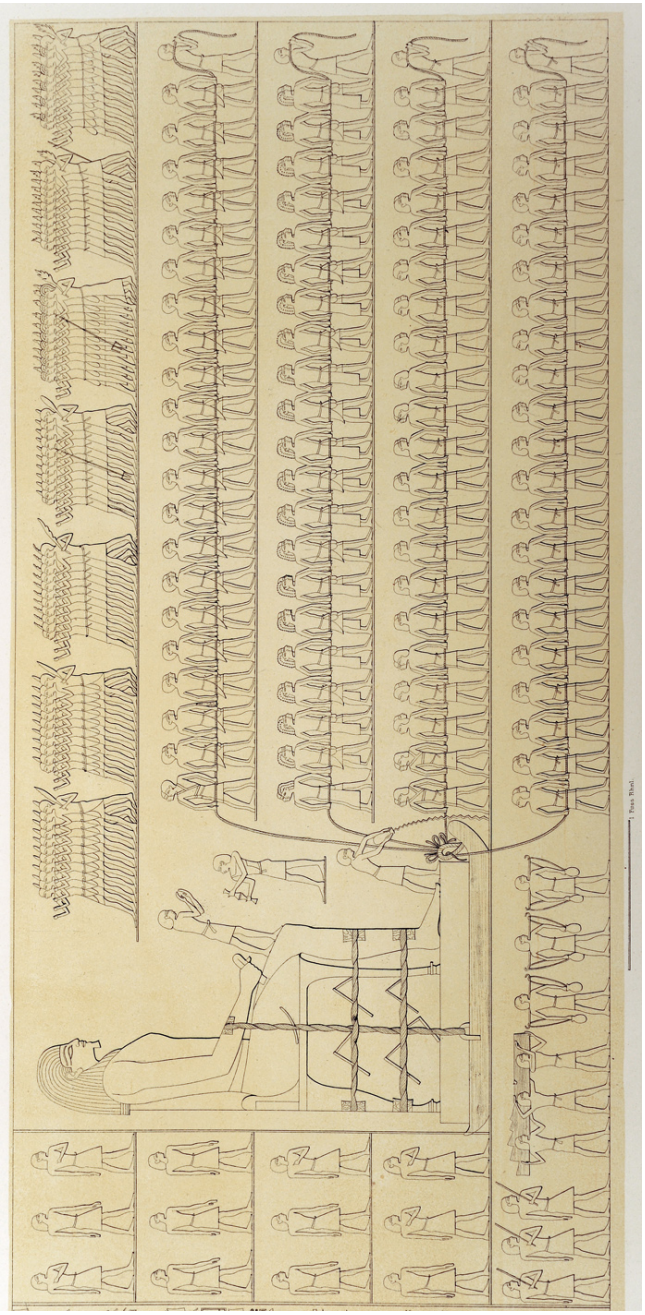

Abb. 1.10: Darstellung eines Monumentalskulpturtransports, Grab des Nomarchen Djehutihotep, el-Bersche (12. Dyn., 19. Jh. v. Chr.). Die oft reproduzierte Szene ist einmalig. Arbeiter ziehen das aufrecht auf einem Schlitten fixierte Bildnis auf einer Transporttrasse, die ein auf dem Schlitten stehender Arbeiter mit Wasser befeuchtet, um sie gangbarer zu machen. Die für die Publikation der preußischen Ägyptenexpedition (1842–1845) angefertigte Zeichnung gibt die Beischriften über und neben den Personen nicht wieder. Der Zeichner hat die Szene aber in einem besser erhaltenen Zustand gesehen als moderne Fotografien wiedergeben können (Lepsius 1897, Abt. II, Bl. 134).

1.1.5 Der Wissensbegriff im pharaonischen Ägypten und das Wissen der Ägypter in den Augen anderer Kulturen

Die Vorstellungen, die die Ägypter mit Wissen verbanden, sind nur in Ansätzen untersucht; umfängliche Selbstzeugnisse zu dieser Frage sind kaum erhalten. Das Verb *rḫ* hat eine vielfältige Bedeutung: „wissen, erfahren, (jmd./etw.) kennen, unterscheiden, (sich einer Sache) bewusst sein, kundig/gelehrt/wissend/erfahren sein" etc.[19] Daneben gibt es das seit dem Neuägyptischen gebräuchliche Verb *ꜥm*, das „wissen, erfahren, kennen lernen, verstehen, herausfinden" bedeutet, aber auch „verschlucken, verschlingen, in sich aufnehmen, einatmen" heißen kann.[20] Das Verb *siꜣ* steht für „erkennen", das Substantiv *siꜣ* für „Erkenntnis, Verstand".[21] *šsꜣ* wird mit „erfahren sein", das Substantiv *šsꜣw* mit „Erfahrung, Geschicklichkeit" übersetzt.[22] Das Nichtwissen wird wiederum mit dem Verb *ḫm* ausgedrückt, das auch mit „nicht kennen, verkennen" übersetzt wird.[23] Weiterhin erwähnenswert ist ein seit der 18. Dynastie belegter Begriff für „Geheimnis", *štꜣ.w*, der auch „geheimes Wissen" bedeuten kann.[24] Die ägyptische Sprache kennt hingegen kein Wort für Wissenschaft, was kaum überrascht, da diese Kultur Wissen in anderen kognitiven Formaten gespeichert hat. Man kann Religion und mit Westendorf die Mythologie als „die den Ägyptern adäquate Form der Wissenschaft" bezeichnen.[25]

Bisherige Untersuchungen zum Wissensbegriff und der Bedeutung von Wissen im Alten Ägypten beschränken sich in erster Linie auf die Frage nach Geheimwissen in religiösen Kontexten, Mysterien und Mysterienkulten.[26] Wiederholt wurde der König als Träger allen Wissens beschrieben,[27] wobei sich diese Eigenschaft jedoch hauptsächlich auf seine Stellung als oberster Priester und Wahrer des kosmischen Gleichgewichts bezog. Besonders hervorgehoben wurde sein privilegiertes Wissen über das Jenseits, das ihm nach seinem Tod den Weg in dieses Reich ebnete.[28] Das Monopol praktischen Wissens, das dem König in Mesopotamien zugeschrieben wird,[29] scheint nicht generell im Bereich des Pharao gelegen zu haben. Einige Könige des Neuen Reiches betonen zuweilen ihre Eigenleistung bei Bauvorhaben,[30] doch ist dieses Thema kein fester Bestandteil von Bauinschriften.

Anders verhält es sich bei nichtköniglichen Personen, die sich in autobiographischen Inschriften durch ihre Leistungen und Kenntnisse auszuzeichnen wünschen – hier begegnen wir dem Wissen als hierarchischem Instrument. Dagegen scheint sich die Lehre des Ptahhotep auszusprechen, die mit der Maxime beginnt: „Sei nicht stolz, dass du etwas weißt. Berate dich mit dem Laien wie mit dem Fachmann. Letzte Vollendung des Könnens erreicht man nicht. Kein Künstler ist voll ausgestattet mit seiner Kompetenz. Vollendete Rede ist verbor-

[19] Erman 1928, 442; Hannig 1995, 474f.
[20] Erman und Grapow 1926, 184; Hannig 1995, 139.
[21] Erman 1930, 30f.
[22] Erman 1930, 543f.
[23] Erman und Grapow 1929, 278; Hannig 1995, 598f.
[24] Erman 1930, 554; Hannig 1995, 840; siehe zu diesem Wort auch Baines 1990, 9f.
[25] Westendorf 1986; Sp. 1278; siehe auch Junge 1980 gegen Hornung 1971; Hornung 1986; siehe auch hier S. 110f.
[26] Baines 1990; Assmann und Bommas 2002; Assmann 2004. Inbegriff des Geheimwissens sind dabei die Jenseitstexte, siehe Baines 1990, 10–16; siehe auch Assmann 2004, 144f. und hier S. 95f.
[27] Baines 1990, 10.
[28] Vgl. etwa den Schlusstitel des Amduat: „Der erlesene Leitfaden, die geheimnisvolle Schrift der *Dat* (Unterwelt), die nicht gekannt wird von irgendeinem Menschen, außer vom Erlesenen." (Hornung 1984, 193).
[29] Siehe den Beitrag von Rosel Pientka-Hinz im Band III.
[30] Raue 1999, 407 mit Anm. 4. Insbesondere die Auffindung von Steinbrüchen wird mehrfach genannt, siehe bspw. die weiter unten zitierte Stele Ramses' II. aus Heliopolis (siehe hier S. 42).

gen, verborgener noch als der grüne Edelstein. Man findet sie bei den Mägden, die über die Mahlsteine gebückt sind.“[31] Diese Idee einer flachen Wissenshierarchie dürfte aber die Ausnahme gewesen sein.

Die Betonung von Wissen, ohne dieses Wissen auch preiszugeben, hat vermutlich zum Ägyptenbild der Griechen als Hort der Weisheit beigetragen, ohne dass es auch nur einem Griechen gelungen wäre, etwas von dieser Weisheit zu erlangen.[32] Ägypten als Quelle des Wissens für andere Kulturen, insbesondere die griechische, kann fast schon als Allgemeinplatz antiker Autoren bezeichnet werden.[33] Dies steht einerseits der Beobachtung entgegen, dass sich die ägyptische Kultur in vielen wesentlichen Aspekten von den Kulturen, die sie angeblich beeinflusst hat, unterscheidet. Darüber hinaus erschien Ägypten als eine sehr kontinuierliche Kultur den Griechen wohl als der Inbegriff des Alten, während Vorderasien als eine Region einander abwechselnder Kulturen als weniger altehrwürdig wahrgenommen wurde. Dieses durch griechische Quellen kolportierte Bild mag dazu geführt haben, dass die Errungenschaften mesopotamischer Kulturen etwa in Astronomie, Bauwesen und Schrift bis heute weniger allgemein bekannt sind als die ägyptischen. Dass die Ägypter selbst sich als Hort alten Wissens sahen, sollte uns dabei am allerwenigsten täuschen.

1.2 Inhalte des Wissens

1.2.1 Bauverwaltung

Die altägyptische Bauverwaltung war nicht nur in die Verwaltung des gesamten Landes integriert, sie durchdrang diese. Das zentralistische, planungsorientierte Staatswesen wirkte dabei in alle Bereiche des Bauens hinein, während das Massen bewegende Bauwesen selbst die Verwaltung mitprägte. Es gab keine bauspezifischen Verwaltungsorgane, Gesetze oder ähnliches. Eine Reihe von Institutionen war stärker mit dem Bauwesen verknüpft, jedoch ist zu betonen, dass diese Institutionen nicht unabhängig von oder neben dem Königtum existierten sondern diesem unterstanden.

Bauherren

Großprojekte, wie sie in Ägypten häufig in Angriff genommen wurden, initiierte nominell immer der König,[34] d. h. der Staat, selbst wenn größere Institutionen (Tempel, Armee etc.) den Bau mit gestalteten, seine Entstehung überwachten und ihn schließlich abnahmen.[35] Der König selbst wiederum – dies lässt sich aus den Quellen des Neuen Reiches lesen – erhielt

[31] Übersetzung Seidlmayer 2010, 33 mit aufschlussreichem Kommentar.
[32] Teichmann 1990, 19.
[33] Diodor 69: „For many of the ancient customs that were current among the Egyptians were valued not only by the native inhabitants, but also were admired greatly by the Greeks. For this reason, Greeks of the highest repute for learning were eager to visit Egypt, that they might gain knowledge of its noteworthy laws and customs. […] What is more, the Egyptians assert that both the invention of writing and the observation of the stars originated among them, besides the discovery of geometrical principles and most of the arts, and that they promulgated the best laws.“ (Übersetzung durch Murphy 1990, 88).
[34] Nach der 20. Dynastie traten auch die jeweiligen Hohepriester des Amun in Theben und Tanis als Bauherren auf, darüber hinaus in der 26. Dynastie die amtierende Gottesgemahlin (Grallert 2001, 567). Beide Gruppen übernahmen hiermit ein ursprünglich königliches Privileg. Zusammenfassend zur Bauherrenfrage auch Goyon u. a. 2004, 34.
[35] Fischer-Elfert 1986, 44.

nach eigener Vorstellung seine Inspiration zwar von den Göttern,[36] er handelte jedoch meist nicht auf göttlichen Befehl[37] sondern aus eigener Initiative heraus.[38] Er nahm einigen Quellen zufolge auch persönlichen Einfluss auf die Vorgänge. König Djedkare Asosi (5. Dynastie) schrieb seinem Bauleiter Senedjem-ib Inti, er habe einen Plan für eine Baumaßnahme an einem seiner Paläste gesehen und zur Kenntnis genommen, dass ein Bauteil auftragsgemäß 1400 Ellen lang ausgeführt worden sei.[39] Der Wesir Thutmosis' III. (18. Dynastie) berichtet in seiner Autobiographie: „Seine Majestät kannte das Geschehene. Überhaupt gab es nichts, was ihm unbekannt gewesen wäre."[40] Der Wahrheitsgehalt solcher Aussagen ist nicht zu beurteilen, jedoch allein der Anspruch ist aussagekräftig. Die unmittelbare Anteilnahme des Königs an seinen Bauprojekten ist jedoch auch nicht zu hoch zu bewerten, sondern geschah vermutlich meist indirekt über Berichte, Pläne etc. Zumindest weisen die für die Königsnekropole des Neuen Reiches sehr dichten Quellen keinen einzigen Besuch eines Herrschers auf der königlichen Grabbaustelle nach.[41]

Die große Menge an Bauinschriften, die Bauherren und Stifter[42] an prominenter öffentlicher Stelle auf ihren Sakralbauten anbringen ließen, zeugen von intensivem Bewusstsein und hohem Prestige des Bauherrentums. Die sakrale Bauaktivität ist auf die göttliche Sphäre gerichtet – an diese wenden sich die Inschriften in erster Linie – aber zu Beginn des Neuen Reiches wird auch die Menschheit als Adressat königlicher Bauaktivitäten in Inschriften explizit genannt.[43] Hier wird also ein Begriff von Öffentlichkeit fassbar, wenngleich dieser keineswegs mit demjenigen im antiken Griechenland oder Rom vergleichbar ist. Die öffentlichen Ereignisse schlechthin waren die alljährlich stattfindenden Götterfeste, für welche die Sakralarchitektur Rahmen und Bühne bildete. Zu diesem Anlass verließ die Gottheit in Gestalt ihrer Statue den Tempel und begegnete im Verlauf der Prozession den Gläubigen. Nun wurde die gesamte Landschaft mit ihren Tempelfassaden zur Bühne.

Die auf private Gräber bezogenen Inschriften des Alten Reiches betonen formelhaft, das Grab sei aus Eigenkapital finanziert und die Arbeiter zu ihrer Zufriedenheit entlohnt worden, außerdem seien keine älteren Grabanlagen zerstört worden.[44] Dieser scheinbare Ausdruck eigenverantwortlichen Bauherrentums steht zur Zeit der frühen 4. Dynastie in krassem Gegensatz zu dem nicht vorhandenen Handlungsspielraum hinsichtlich Form und Lage der Gräber – beides war zweifellos vorgegeben, wie ein Blick auf die rasterförmig an-

[36] Etwa der Text der Berliner Lederrolle pBerlin 3029, der vom königlichen Baubeschluss eines Tempels erzählt, oder der Bericht, Sethos I. habe mit göttlicher Hilfe den richtigen Ort für den Bau eines Brunnens in der Wüste gefunden (siehe hier S. 89f.).

[37] Grallert 2001, 119f.

[38] „[…] Meine Majestät wünschte, Denkmäler zu machen für meinen Vater Amun-Re in Karnak […]" (Inschrift Thutmosis' III in Karnak, Grallert 2001, 267).

[39] Ca. 735m, Urk. I, 62.16–63.3; Sethe 1932; Übersetzung z. B. bei Strudwick 1985, 241. Strudwick nimmt an, es habe sich um einen Kanal für den Palast gehandelt.

[40] Grab des Rechmire, Urk. IV 1074, Übersetzung nach Sethe 1984b, 423. Weiter heißt es im Text: „Er teilt den Entwurf gemäß seiner Ausführung ein (*šbšb=f tj.t r bꜣk=s*) wie ein Gott, der bestimmt und es schafft." ‚Entwurf' ist hier jedoch nicht im architektonischen sondern in allgemeinem Sinne von ‚Gestalt' verstanden.

[41] Eyre 1987b, 172.

[42] Näheres siehe bei Grallert 2001, 65, 566f. Gestiftet wurde meist für Verwandte oder Vorfahren, allerdings lassen sich auch Stiftungen von Privatpersonen an verstorbene Könige und Götter nachweisen, wobei es sich jedoch lediglich um mobile Ausstattungsgegenstände handelt (Grallert 2001, 569). Außer auf Tempeln und Gräbern brachte man Bauinschriften auch im Zusammenhang mit Expeditionen außerhalb des Niltals an, meist in Steinbrüchen (siehe Hikade 2001).

[43] Grallert 2001, 574f.

[44] Grallert 2001, 576.

gelegten Nekropolen dieser Zeit lehrt.[45] Für spätere Epochen ergibt sich jedoch ein anderes Bild.

Das Bauwissen der Auftraggeber wird aus diesen formelhaften Äußerungen kaum greifbar. Die Eigenwahrnehmung als Bauherr, Auftraggeber oder Begünstigter einer Stiftung spricht aber ebenso für eine eigene Beschäftigung der Eliten mit Architektur wie die Tatsache, dass diese Leute ihr Wohnhaus möglicherweise erbten, die Errichtung ihres Grabes jedoch zu Lebzeiten selbst vorantrieben. Für Frauen galt dies vermutlich nur in Ausnahmefällen – nur Prinzessinnen, Königinnen, Gottesgemahlinnen etc. konnten eigene Grabbauten errichten lassen.

Beauftragte und Mittler

Die Interessen des königlichen Auftraggebers[46] wurden durch Beamte vertreten, die hier als Bauleiter bezeichnet werden. Sie beaufsichtigten die Errichtung von Heiligtümern und Gräbern, den Bau von Schiffen und Kanälen, die Herstellung von Monumentalstatuen und Obelisken sowie Expeditionen zur Beschaffung von Stein oder Bauholz.

Die Bauausführenden staatlicher Bauten wurden per Dekret bestimmt bzw. gehörten ohnehin einer staatlichen Institution an. Wettbewerb fand in der ägyptischen Wirtschaft nicht statt. Es ist lediglich denkbar, dass gleichrangige Beamte sich innerhalb der Beamtenhierarchie um die Ehre (und das Verdienst) stritten, als Organisatoren beauftragt zu werden.

Auch die Auswahl der Ausführenden erfolgte vermutlich zunächst nach Zugehörigkeit zu der betreffenden Institution und der internen Hierarchie. Erst innerhalb dieses Kreises werden Qualifikation und soziale Verbindungen als sekundäres Kriterium eine Rolle gespielt haben. Nicht nur Institutionen, auch wohlhabende Haushalte verfügten über eigene Handwerker, wovon Maler und Bildhauer jedoch offenbar eine Ausnahme bildeten.[47] Das überrascht kaum, da man Maurer, Schreiner, Schmiede usw. für alle möglichen Arbeiten benötigte, Maler und Bildhauer aber vornehmlich für Tempel- und Grabarchitektur.[48]

Von staatlichen Baumaßnahmen sind schriftliche Aufträge an untergebene Beamte erhalten, bspw. Baumaterial von A nach B transportieren zu lassen, inklusive detaillierter Anweisungen, wie die Arbeiter zu behandeln seien, damit das Vorhaben zügig durchgeführt werden konnte.[49] Technische Details werden darin nicht erwähnt, der Fokus liegt auf dem Verwaltungswissen. Ähnliches gilt beispielsweise für Privatverträge zwischen Bauherr und Handwerker aus dem Alten Reich, etwa über die Errichtung eines Grabes.[50] Aus dem Neuen Reich sind uns Verträge bekannt, welche die Vertragspartner, die zu liefernden Objekte, den vereinbarten Preis in Kupfereinheiten (*dbn*), die Art der Bezahlung (Menge und Wert der Naturalien) und ggf. die Herkunft der Materialien (gehört dem Bauherrn – gehört dem Handwerker) benennen. Hier geht es offenbar in erster Linie um die Bezahlung, die Waren werden nicht detailliert beschrieben:

---

[45] Siehe etwa Dodson und Ikram 2008, Pl. 2 A–D.

[46] Auch die Bauunternehmungen sehr hoher Beamter wurden offenbar durch untergeordnete Beamte beaufsichtigt, wie bspw. ein Amenemhet in seiner Biographie über die Bauten des Wesirs Useramun (18. Dyn.) berichtet; Urk. IV 1044.11–1048.12, Übersetzung bei Sethe 1984b, 407f.; Grallert 2001, 421.

[47] Drenkhahn 1976, 138–140, 160.

[48] Wandmalereien und farbige Wandfassungen gab es auch in königlichen Palästen und Wohnhäusern der Eliten, jedoch in weit geringerem Umfang.

[49] Siehe die hier S. 59 zitierte Quelle.

[50] Helck 1986.

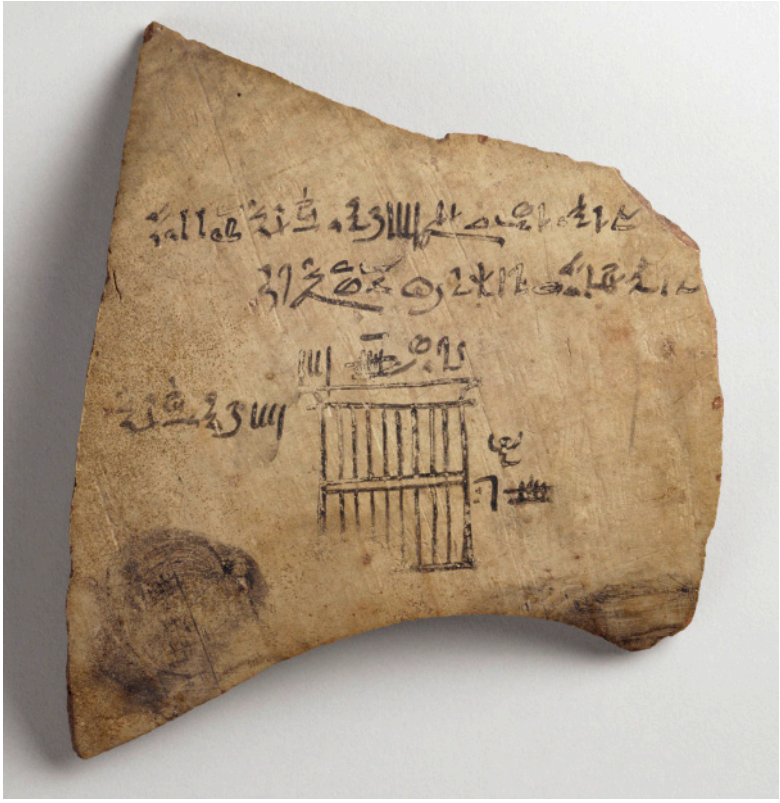

Abb. 1.11: Eilbestellung von vier Fenstern bei einem Handwerker mit vermaßter Skizze, Kalksteinostrakon. Tonscherbe (1395–1186 v. Chr.). bpk | RMN - Grand Palais | Franck Raux.

> „Handwerksarbeiten, die der Arbeiter Bak-n-werl dem Schreiber Hori-sheri gegeben hat: […] ein *db*-Kasten, macht 2 *dbn* […] ein Sarg, macht 15 *dbn* – das Holz ist von mir; […] ein Bett, macht 20 *dbn* – das Holz ist von mir, das Ebenholz ist von ihm, aus der Hand seines Sohnes Neb-nefer [etc.]“.[51]

Ein aussagefähiges Beispiel für einen Auftrag ist ein mit einer Skizze des gewünschten Gegenstandes versehenes Ostrakon aus Theben-West, in diesem Fall ein Fensterverschluss (Abb. 1.11). Darüber hinaus äußert der Auftraggeber auch einen Terminwunsch:

> „Nakhtamon, you will make me four like this, exactly like this and very, very quickly, by tomorrow! Here is the information about them: width, four palms; height, five palms and two fingers! Four of this type!“[52]

[51] oBerlin P 12343 vso. 1–5, zitiert nach Steinmann 1991, 155; s. a. McDowell 1990, 82. Auslassungen sind durch […] gekennzeichnet, Lücken mit [---], erklärende Zusätze mit ( ).
[52] Louvre E 23554, Andreu, Rutschowscaya und Ziegler 1997, 153.

Der Auftraggeber war also nicht nur sehr ungeduldig, sondern hatte in diesem Fall auch detaillierte Vorstellungen von dem, was er wollte. Die Angabe des Materials sowie des Preises fehlen hier. Dies weist darauf hin, dass es sich nicht um einen Informationsaustausch zwischen Privatmann und Handwerker sondern zwischen Handwerker und ‚Subunternehmer' gehandelt hat bzw. ein Abhängigkeitsverhältnis vorlag und Weisungspflicht bestand. Skizze und Maße gaben dem Handwerker eine klare Vorstellung von den Wünschen des Auftraggebers: vier Fensterverschlüsse mit zehn Vertikalstreben, einer Mittelstrebe und einem oberen Rahmen mit Hohlkehle, 30 cm breit und gut 40 cm hoch. Als selbstverständlich wird offenbar das Material vorausgesetzt, sicherlich Holz. Die Bezahlung konnte in einem solchen Fall aus den unregistrierten Materialresten bestehen, die beim Bau anfielen.[53] Die Verschriftlichung selbst solch kleiner Aufträge ist bemerkenswert.[54] Hier wird auch deutlich, dass ein Teil der Handwerker schreib-/lesekundig war: Nachtamun (Nakhtamon) wird in dem zitierten Auftrag in der 2. Person angesprochen.

Die Verständigung zwischen Auftraggeber und Ausführenden über die genaue Gestalt des gewünschten Objekts und die Art und Weise seiner Herstellung tritt uns nicht klar vor Augen. Waren Architektur und Kunsthandwerk so kanonisiert, dass die in den Quellen nicht genannten Details als bekannt vorausgesetzt werden konnten? Oder handelt es sich bei den Texten meist nur um die schriftliche Niederlegung von Verwaltungsvorgängen – Vorgänge, mit denen Leute betraut waren, die technische Details gar nicht kannten oder verstanden? Vermutlich trifft beides zu.

Inwieweit die uns erhaltenen Pläne und Modelle Teil der Abstimmung zwischen Bauherr und Bauleitung waren, wie aus späteren Epochen bekannt, kann nur gemutmaßt werden. Hier kann etwa auf den o. g. Plan verwiesen werden, den König Djedkare in dem Brief an seinen Bauleiter erwähnt. Einige der erhaltenen Architekturpläne und -modelle haben in der Tat Demonstrations- bzw. Schaucharakter und können in diesen Zusammenhang gehören.[55] Man kann die Quellen aber insgesamt dahingehend deuten, dass technische Sachverhalte weniger Teil objektivierten Wissens waren und eher in Institutionen oder Personen verankert.

Bei der bäuerlichen Bevölkerung kann man ein Bauwissen voraussetzen, das mindestens für die eigenen Bedürfnisse ausreichte. Kenntnisse etwa über Ziegelherstellung, die Tragfähigkeit von Palmstämmen für die Deckenkonstruktion und die Umsetzung von einfachen Grundrissen darf man diesen Leuten zutrauen. Wenn sie bei einem der zahlreichen staatlichen Bauprojekten als Hilfsarbeiter eingesetzt wurden, werden sie auch Erfahrungen beim Transport großer Lasten gesammelt haben. Kleinere Baumaßnahmen an einfachen Wohn- und Wirtschaftsbauten führten die Bewohner also wahrscheinlich in der Regel selbst aus. Dies wird auch bei Planungssiedlungen deutlich, die im Laufe der Zeit den individuellen Bedürfnissen baulich angepasst wurden.[56] Gelegentlich wurden aber auch Kollegen bzw. Nachbarn beauftragt, wie ein Ostrakon aus Deir el-Medine illustriert:

> „Year 3, third month of summer, day 16. What the workman Pa-neb gave to the draughtsman [---] […] for the construction work he did in my house: a workroom, and another wall makes $1\frac{1}{2}$ sacks [of grain]."[57]

[53] Goyon u. a. 2004, 33.
[54] McDowell 1990, 83f.
[55] Siehe Abschnitt „Planungs- und Entwurfstechniken" S.56ff.
[56] Meskell 2000, 264.
[57] oVarille 13, Übersetzung McDowell 1999, 65f.

Paneb wurde später Vorarbeiter – wenngleich angeblich durch Bestechung[58] – und war zweifellos selbst in der Lage, die Arbeiten auszuführen, zog es aber offenbar vor, sie zu beauftragen. Dass der Auftragnehmer als Zeichner im Königsgrab arbeitete und nicht etwa als Steinmetz o. Ä., deutet auf weite Verbreitung einfachen Bauwissens zumindest in der Handwerkerschaft hin.

Baubetriebe

Für größere Bauvorhaben gab es feste Arbeiterschaften, die qualifiziert waren und über eine gewisse Selbstorganisation verfügten. Im Alten und Mittleren Reich sowie den späteren Epochen gründeten die Herrscher zwar jeweils neue Nekropolen bzw. lokale Begräbnistraditionen, das muss aber nicht bedeuten, dass die dort tätigen Baubetriebe nach Fertigstellung eines solchen Königsgrabes aufgelöst wurden. Vielmehr ist anzunehmen, dass diese erfahrenen Fachleute sofort zur nächsten Baustelle zogen. Dies galt sicher für Arbeiterschaften, die in Familienverbänden organisiert waren. Wenn die Baubetriebe jedoch an Domänen des Königs geknüpft waren, wie für das Alte Reich vermutet wird, kann es erhebliche Brüche im personalen Wissen gegeben haben. So stammt die östlich des Pyramidenfeldes von Gisa ergrabene Arbeitersiedlung (s. Abb. 1.12) im Wesentlichen aus der Zeit des Mykerinos, seine beiden Vorgänger am Platze (Cheops und Chephren) müssen also zuvor eigene Siedlungen für ihre Arbeiterschaften errichtet haben.[59] Ein Wissensverlust lässt sich an den Bauten jedoch nicht erkennen, sodass zumindest die Facharbeiter eine Kontinuität hergestellt haben dürften. Das wird auch für Tempelbaustellen gegolten haben.[60]

Besonders reiche Quellen liegen aus dem Arbeiterdorf der Königsnekropole von Theben aus dem Neuen Reich vor. Aus Deir el-Medine sind nicht nur die Häuser und Gräber der Siedlung (Abb. 1.13), sondern auch 12–13.000 Ostraka erhalten, davon sind etwas über die Hälfte Briefe und Dokumente.[61] Die Sonderstellung dieser Siedlung für die Quellenlage zu Bauwesen, Verwaltung und täglichem Leben der Alten Ägypter beruht auf der Tatsache, dass die Königsgräber vom Beginn der 18. bis zum Ende der 20. Dynastie an ein und demselben Ort angelegt wurden. Deir el-Medine war bis zur Regierungszeit Echnatons (Ende 18. Dyn.), als der Hof nach Amarna übersiedelte, nur temporär besiedelt.[62] Nach der Aufgabe dieser Residenz, ab dem 7. Jahr des Haremhab,[63] wurde Deir el-Medine zu einer konstant bewohnten Siedlung, über deren Verwaltungsstruktur wir gut unterrichtet sind. Die Amarnazeit scheint in diesem Bereich zu keinerlei Wissensverlust geführt zu haben.

Bei der männlichen Bevölkerung handelte es sich überwiegend um hoch qualifizierte und – in Naturalien – hoch bezahlte Kunsthandwerker. Sie unterstanden direkt dem Wesir, dem für das Königsgrab zuständigen Beamten.[64] Die Arbeiterschaft, die in den zugehörigen Verwaltungsdokumenten mit dem Terminus *jz.t*, also ‚Mannschaft' bezeichnet wurde, war

[58] pSalt 124, siehe beispielsweise McDowell 1999, 190–192.
[59] Lehner und Wetterstrom 2007, 46f.
[60] Drenkhahn (1976, 154f.) nennt Belege für Handwerker von Tempelwerkstätten, allerdings lassen sich die Gewerke nicht zwingend mit Bauen in Verbindung bringen. Überlegungen hierzu auch bei Quirke 2009, 121.
[61] Über Deir el-Medine sind zahlreiche Überblickswerke und unzählige Beiträge erschienen. An neuerer Literatur sei hier verwiesen auf Dorn und Hofmann 2006; Janssen, Frood und Goecke-Bauer 2003; Donker van Heel und Haring 2003; Burkard 2003; Andreu 2003; grundlegend Černý 1973a.
[62] Auch in Amarna befand sich eine Arbeitersiedlung, in der jedoch keinerlei Schriftquellen gefunden wurden (Kemp 1987).
[63] Haring 2006, 109f.
[64] Eyre 1987b, 171f.

Abb. 1.12: Arbeiterbaracken in der Pyramidenstadt des Mykerinos, 4. Dynastie, 26. Jahrhundert v. Chr. Das gezeigte Experiment (2002) ergab, dass jede Baracke 40 Arbeitern Platz bot (Foto: M. Lehner).

stets in zwei Gruppen unterteilt, die ‚rechte Seite' und die ‚linke Seite'. Jeder Seite stand jeweils ein Vorarbeiter vor, denen zusammen ein Schreiber[65] beigeordnet war. Dieser führte detailliert Buch über die Arbeiten, jedoch haben auch die Handwerker selbst Textzeugnisse hinterlassen.

Den Grad der Selbstorganisation dieser Handwerkerschaft zeigt u. a. ein Fall aus den 1150er Jahren v. Chr., als die Menschen nach Ausbleiben der Zuwendungen die Arbeit niederlegten und einen Protestmarsch zur Hauptverwaltung im Tempel von Medinet Habu durchführten – der bisher älteste Beleg für einen Arbeitskampf überhaupt.[66] Einschränkend muss gesagt werden, dass diese Menschen insofern ein Sonderfall waren, als sie zumindest zu Beginn des Neuen Reiches, als man die Gräber durch Geheimhaltung vor Räubern zu schützen versuchte, kaum Kontakt zur Außenwelt hatten.[67] In der 19. Dynastie gab man dieses System auf, die Arbeiter bewohnten aber weiterhin ihr vom Fruchtland abgelegenes Dorf.

Für gildenartige Berufsverbände gibt es Indizien. Basis für diese Theorie sind Jenseitstexte aus dem Mittleren Reich, die dem Verstorbenen bspw. die Bezeichnungen von Schiffsteilen nennen, die er im Jenseits dem Fährmann angeben muss, um übergesetzt zu werden.

[65] Der Schreiber und die beiden Vorarbeiter bekamen jeweils den gleichen Lohn (Ventura 1986, 72).
[66] Turiner Streikpapyrus pTurin1880; Frandsen 1990; Müller 2004 mit weiterer Literatur.
[67] Burkard 2003.

Abb. 1.13: Das Arbeiterdorf Deir el-Medine, in dem Handwerker der Königsnekropole mit ihren Familien kaserniert waren, 15.– 11. Jahrhundert v. Chr. (Foto: U. Fauerbach 1991).

Diese Befragungen sind theoretisch mit Aufnahmeprüfungen in etwaige Gilden vergleichbar.[68]

Abschließend muss deutlich gesagt werden, dass diese Organisationsformen nicht dazu gedacht waren, die Unabhängigkeit oder die Rechte der Handwerker zu stärken, sondern sie vielmehr der staatlichen Kontrolle zu unterwerfen. Man kann mit Eyre[69] sogar von einer staatlichen Monopolisierung bestimmter Gewerke sprechen. Als Hort nicht verschriftlichten Bauwissens haben diese Gruppen aber vermutlich eine große Bedeutung besessen.

Arbeitsorganisation und -verwaltung

Die gesamte Bauverwaltung war offensichtlich in die Staatsverwaltung integriert. Wir wissen von keiner staatlichen Verwaltungsinstitution (siehe etwa Abb. 1.14), die sich ausschließlich mit dem Bauen oder der Verwaltung des Bauens beschäftigt hat.[70] Die Gliederung ist also eine vertikale, keine horizontale einander überwachender Einrichtungen. Daraus kann man schließen, dass auch das dazu erforderliche Fachwissen potenziell in allen Schichten vorhanden war, wohingegen eine horizontale Gliederung eine höhere Spezialisierung erlaubt hätte. Einige Institutionen werden besonders häufig mit Bauaktivitäten in Verbindung gebracht, die nun kurz besprochen werden.

[68] Sargtexte, Bidoli 1976, 30ff.; Fischer-Elfert 1997, 42–46; siehe auch hier S. 95f.
[69] Eyre 1987a, 27f.
[70] So auch Strudwick 1985, 249 für das Alte Reich; Quirke 2001, 14.

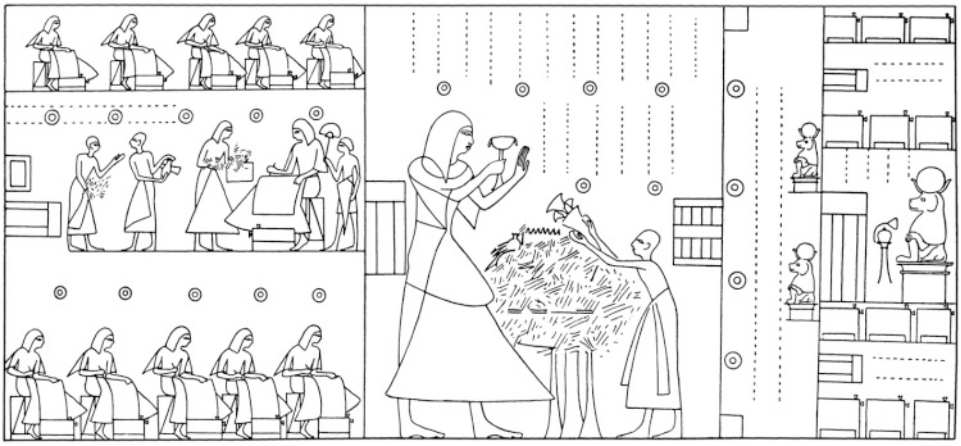

Abb. 1.14: „Platz der Schriftstücke des Pharao“ dargestellt im Grab des Tjaj in Theben West (TT23), Zeit des Merenptah, Ende 13. Jahrhundert: Links das Schreibbüro mit von Stützen getragenem Dach und Plätzen für die vor ihren Bücherkisten sitzenden Schreiber; ein Vorgesetzter sitzt im Mittelgang und registriert eingehende Güter. In der Mitte opfert Tjaj dem paviangestaltigen Gott Thot als Patron der Schreib- und Rechenkunst, dessen Kapelle den rechten Gebäudeteil dominiert. Seitlich davon Archive mit Bücherkisten. Die Szene illustriert zum einen das Ideal eines Verwaltungsgebäudes aus dem Neuen Reich, zum anderen die Darstellungsweise von Architektur in einer Kombination aus Grundriss (Stützen, Treppe vor der Kapelle) und Ansicht (Personen, Türen, Mobiliar) unter Auslassung sämtlicher Wandstärken. Die Punktlinien deuten Textzeilen an (Umzeichnung: Borchardt 1907/1908, Abb. 1).

Der Bau des Königsgrabes als vornehmste Bauaufgabe unterstand unmittelbar dem Wesir, dem höchsten Beamten des Staates und damit auch obersten Bauverwalter.[71] In den so genannten Dienstanweisungen des Wesirs aus dem Neuen Reich heißt es:

> „Ein jedes Amt – vom höchsten bis zum niedrigsten – soll eintreten in die Halle des Wesirs zur Beratung miteinander. Er schickt aus, um Akazien zu fällen gemäß dem, was im Königshaus gesagt wurde. Er schickt die Verwaltungsbeamten der Landbezirke aus, um im ganzen Land Kanäle anzulegen. …“[72]

Im Büro des Wesirs liefen also verschiedene Organisationsstränge zusammen. Hier befand sich auch das Zentralarchiv, welches die zum Arbeitsdienst einzuziehende Bevölkerung erfasste. Dadurch hat ein Wesir im Laufe seines Dienstlebens sicher einiges an Bauwissen *en passant* erworben, aber sein Gesamtaufgabengebiet war viel zu groß, um ihn zu einem Spezialisten werden zu lassen.

[71] Goyon u. a. 2004, 35; zum Wesirat Martin-Pardey 1986, Sp. 1227–1235 (1229). Insbesondere in der 1. Hälfte der 4. Dynastie waren die Bauleiter Angehörige der königlichen Familie, meist die Wesire, später gab es Wesire und Nicht-Wesire unter den Amtsträgern (Strudwick 1985, 237f.; Quirke 2001, 14).

[72] Sethe 1984b, 439 (Text 327, 1113, aus dem Grab des Wesirs Rechmire in Theben West TT100).

Die Staatsverwaltung war im Alten Reich in der königlichen Residenz (*ḫnw*) gebündelt.[73] Ihr unterstanden neben (temporär beschäftigten?) Transportarbeitern auch eine eigene Handwerkerschaft.[74] Es gab Fälle, in denen als Belohnung für geleistete Dienste das Grab eines Beamten durch Residenzhandwerker ausgeführt wurde. Sarenput I. (1. H. 20. Jh. v. Chr.) leitete in Elephantine den Bau des Tempels der Göttin Satet und durfte die hochqualifizierten Residenzhandwerker im Anschluss mit Arbeiten an seinem eigenen Grab betrauen.[75] Vermutlich war die Anbindung der Handwerker an die Residenz eher institutioneller als lokaler Natur, wie etwa durch Werkstätten o. Ä. Quirke bemerkt hierzu: „ancient Egyptian art, like procurement of material, is a project-based operation".[76]

Auch das Schatzhaus (*pr-ḥḏ*) war mit dem Bauwesen befasst.[77] Der Schatzhausvorsteher war nach dem Wesir der leitende Staatsbeamte.[78] Seine Institution war für die Güterverwaltung des Landes zuständig;[79] hier wurden neben Lebensmitteln und anderem auch Holz, Steine und Geräte registriert. Das Schatzhaus rüstete die Arbeitstrupps für Bauarbeiten und Expeditionen aus.[80] Im Neuen Reich war der Schatzhausvorsteher auch für die Beaufsichtigung von Bauarbeiten zuständig, ihm oblag bspw. die Bezahlung der Arbeiter von Deir el-Medine und die Kontrolle der bei staatlichen Bauten verwendeten Rohstoffe.[81] In dieser Institution darf man also ein nicht unerhebliches Wissen über Materialien, Geräte und Transportlogistik vermuten.

Die Textzeugnisse scheinen auf den ersten Blick darauf hinzudeuten, dass die Armee eine häufig mit Bauaufgaben betraute Institution war, insbesondere bei Steinbruchexpeditionen und Steintransporten.[82] Dieser Eindruck kann jedoch fälschlich durch unscharfe Begrifflichkeit bzw. durch die unspezifische Verwaltungsstruktur des Landes entstehen. *mšʿ* kann sowohl Armee als auch Expeditionsmannschaft bedeuten, und ein Träger des entsprechenden Vorsteher-Titels *jm.j-r-mšʿ* kann nicht nur als General, sondern unter Umständen auch als Expeditionsleiter fungieren.[83] Man kann aber sicher annehmen, dass Militär- und Bauwesen sich im Bereich der Arbeitsorganisation, insbesondere im Bereich der Truppenerhebung und -führung, stark gegenseitig beeinflusst haben. Prägend für diese Strukturen war die Zugehörigkeit Einzelner zu einer Großfamilie oder einem Dorf; dies lässt sich für die Transportarbeiter aus den Arbeiterlisten des Papyrus Reisner I–IV aus der 12. Dynastie belegen.[84] Die Bezeichnungen der Handwerkertrupps von Deir el-Medine scheinen ursprünglich aus dem nautischen Bereich zu stammen, der ja per se eine starke Durchorganisation und Disziplin erfordert.[85] Eyre nimmt für das Alte Reich sogar eine stehende Flotte für den

[73] Zuletzt Quirke 2009.
[74] Eyre 1987a, 13–15; Quirke 2009, 119–122.
[75] Franke 1994, 176–189 (178); Grallert 2001, 195f., 577.
[76] Quirke 2009, 120.
[77] Strudwick 1985, 249f. für das Alte Reich.
[78] Quirke 2001, 14.
[79] Schmitz 1984. Das Schatzhaus hatte die Aufgabe, „die Produkte und Einkünfte des Landes als letzte Instanz zu sammeln, zu verwalten, teilweise weiterzuverarbeiten und neu zu verteilen".
[80] Hafemann 1985b, 184, 213 z. B. im Zusammenhang mit Expeditionen zu den Türkisminen des Sinai; Grallert 2001, 133.
[81] Schmitz 1984, Sp. 538.
[82] Steinmann 1991, 25; Urk. IV 1962.4–18; Grallert 2001, 198.
[83] Eyre 1987a, 10; für eine deutlichere Ausrichtung des Titels auf den militärischen Bereich Quirke 2001, 14.
[84] Simpson 1963; Simpson 1965; Simpson 1969; Zusammenfassung in Simpson 1982; siehe auch Arnold 1990, 22f.
[85] Černý 1973a, 100f.

Transport an und formuliert dazu: „the organisation of a boat was the archetype for the organisation of any body of men.“[86]

Neben der für den Bauprozess fassbaren Verwaltung lassen sich auch Beobachtungen zu bauerhaltenden Verwaltungsstrukturen machen. Eine Art Kataster ist für die Regierungszeit Ramses' III. nachweisbar, der alle Tempel des Landes durch seine Beamten inspizieren ließ. Diese hinterließen an den Bauten entsprechende Inschriften. Die eigenen Bauaktivitäten ließ der Herrscher überdies in einem längeren Dokument zusammenstellen,[87] das in einer vermutlich unter Ramses VI. kompilierten Fassung erhalten ist, also über die Regierungszeit Ramses III. hinaus Gültigkeit besaß,[88] und angeblich im Totentempel Ramses' II. gefunden wurde.[89] Grallert bezeichnet den Text als „Rechenschaftsbericht des Herrschers gegenüber der vorgesetzten königlichen Instanz“.[90] Selbst wenn hierin ein primär religiöser Akt vorliegt, stand dahinter doch eine Verwaltungsstruktur, deren Existenz sich nicht auf die Regierungszeit Ramses' III. beschränkt haben wird und die imstande war, Baubestände landesweit zu erfassen.

Diese Institutionen verwalteten das Land in jenen Epochen, die uns aus älterer Fachliteratur als so genannte Blütezeiten bekannt sind. In Zeiten weniger effektiver Zentralgewalt – eine Gewalt, der man einen repressiven Charakter nicht wird absprechen können – entwickelten jedoch auch einige Provinzmetropolen Eigenständigkeit oder gewannen diese wieder. Sie erreichten dabei teilweise Ergebnisse, die vorbildhaft auf andere Provinzen sowie sogar auf die Residenz zurückwirken konnten, wie Kahl für die Stadt Assiut der Ersten Zwischenzeit und des Mittleren Reiches aufgezeigt hat.[91] Dies gilt für dort verfasste Texte, Grundrisse von Felsgräbern, Grabplastik der lokalen Elite u. v. m.

Finanzverwaltung und Zuteilung

Die gesamte Finanzverwaltung erfolgte geldlos. Die für den Bau notwendigen Materialien befanden sich entweder im Besitz des Bauherrn oder mussten im Verlauf des Bauprozesses beschafft werden. Bei Staatsbauvorhaben war ersteres die Regel; lediglich Importwaren (Nadelholz etc.) mussten ‚eingekauft‘ werden, doch auch der Fernhandel war staatliches Monopol und wurde von Beamten abgewickelt bzw. überwacht.[92] Bei privaten Projekten stellte der Bauherr das Baumaterial häufig zur Verfügung, Bauholz bspw. wird häufig auf eigenem Grund geschlagen worden sein. Andernfalls bezog er es im Rahmen des Auftrags vom Handwerker, der es vermutlich als Entlohnung für andere Aufträge erhalten hatte (s. o.).

Bargeldlosigkeit macht Verwaltung nicht schlanker. Ein Bauleiter einer Großbaustelle musste nicht nur den Bedarf sämtlicher Baumaterialien, sondern den an Werkzeugen, Transportmitteln und -wegen, Unterkunft und Nahrungsmitteln, ggf. auch für Zugtiere etc. kalkulieren und in Absprache mit den zuständigen Verwaltungsstellen decken können. Er

[86] Eyre 1987a, 10–13 (11).
[87] pHarris I, Grandet 1994a; Grandet 1994b; Grandet 1999.
[88] Ramses VI. wurde zehn Jahre nach dem Tod Ramses' III. König.
[89] Helck und Westendorf 1982, Sp. 707.
[90] Grallert 2001, 576.
[91] Kahl 2007, 151–154.
[92] Die Erzählung des Wenamun berichtet bspw., dass dieser Tempelbeamte zur Beschaffung von Zedernholz in den Libanon entsandt wurde. Zur Einordnung des Textes und den sich wandelnden Seehandelsbeziehungen Ägyptens am Übergang zur Eisenzeit Schipper 2005. Die Konzentration der griechischen Kaufleute in Naukratis in der 26. Dynastie war weniger ein Privileg als ein Kontrollmechanismus.

musste auch für die medizinische Versorgung seiner Bauarbeiter sorgen, insbesondere bei Steinbruchexpeditionen,[93] und Arbeitspausen einplanen.[94] Bei staatlichen Unternehmungen bezog die Arbeiterschaft wohl nicht nur ihre Lebensmittel, sondern auch andere Naturalien wie Kleidung[95] direkt vom Auftraggeber, dies lässt sich zumindest für das Alte Reich sagen.

Die Beamten wiederum konnten durch Gold (so genanntes Ehrengold) belohnt werden, das jedoch nicht als Zahlungsmittel, sondern vermutlich für die eigene Grabausstattung verwendet wurde. Ihre reguläre Vergütung erhielten sie in Naturalien.

Privatleute mussten für ihre Bauleute bezahlen, in Gräbern des Alten Reiches wird Entlohnung in Naturalien explizit benannt.[96] Teilweise wurden die Arbeiter ausgesuchten Beamten, wie schon erwähnt, vom König zur Verfügung gestellt; in manchen Fällen stiftete der König die gesamte Grabausstattung inklusive Sarg und Beigaben.[97] Wenn die Auftragnehmer als Staatsbedienstete angestellt waren und die Arbeit ‚nach Feierabend' ausführten, konnten sie einen erheblichen Zuverdienst erreichen. So konnte ein Schreiner für einen hölzernen Innensarg das 1,5-fache seines Monatslohnes erlangen.[98] Wurden die Arbeiten während der regulären Arbeitszeit ausgeführt, konnte dies zu Klagen vor dem Richter führen.[99]

Die ungelernte Landbevölkerung wurde zum Arbeitsdienst eingezogen,[100] betroffen waren sowohl Ägypter wie – zu einem kleineren Teil – Kriegsgefangene. Die Lebensbedingungen dieser Leute lassen sich teilweise aufgrund ihrer Unterkünfte nachvollziehen, wenn diese in der Nähe der Baustellen kaserniert wurden (z. B. Wadi Garawi[101], Gisa[102] aus dem Alten Reich). In den Massenunterkünften von Gisa konnten in etwa 40 Baracken jeweils 40–50 Arbeiter nebeneinander liegend übernachten (Abb. 1.12). Ihre Ernährung war schlechter als die der Oberschicht, bestand aber neben Brot und Gemüse auch aus Fleisch und Fisch.[103] Die Art der Kasernierung spricht wohl gegen eine ganzjährige Beschäftigung dieser Mannschaften (Rotation?), wobei auch nicht alle für das Bauvorhaben benötigten Arbeiter Platz in diesen Baracken gefunden hätten. Vermutlich wohnten weitere Arbeiter (ganzjährig beschäftigte Fachleute?) mit ihren Familien in den umliegenden Dörfern.

Das bisher Gesagte bezieht sich im Wesentlichen auf die Zeit bis zum 4. Jahrhundert. Mit Beginn der Ptolemaierherrschaft (332 v. Chr.) veränderte sich die Staatsverwaltung. Schlüsselpositionen wurden nun mit Griechen besetzt, die Hauptstadt Alexandria war wesentlich von der griechischen Kultur geprägt. Als ‚öffentliche' Auftraggeber traten nun – neben dem Staat – die Tempel hervor, die zwar nominell dem König unterstanden, tatsächlich aber weitgehend autonom waren – vielleicht nicht finanziell,[104] bestimmt aber administra-

[93] Engelmann und Hallof 1995 mit der Deutung einer Darstellung aus dem Grab des Ipui (TT 217) als Bauplatz mit mehreren Bauunfällen. Die Autoren betonen auch die ‚Doppelqualifikation' des vergöttlichten Imhotep als Architekt und Arzt.

[94] Siehe die S. 35 zitierte Quelle (pAnastasi).

[95] Eyre (1987a, 15) gibt den Brief eines Generals wieder, der sich über die Abordnung eines Teils seiner Arbeiterschaft beschwert, die in der Residenz mit Kleidung ausgestattet werden soll.

[96] Eyre 1987a, 15, 20f., 24f.

[97] Eyre 1987a, 21–24.

[98] Steinmann 1991, 158.

[99] Fischer-Elfert 1986, 44; ein weiteres Beispiel nennen Goyon u. a. 2004, 195f.

[100] Hafemann 1985a und Hafemann 1985b. Im Alten Reich galt generell Arbeitspflicht, von der befreit zu werden ein Privileg war.

[101] Garbrecht und Bertram 1983.

[102] Conard und Lehner 2001; Lehner u. a. in: Lehner und Wetterstrom 2007, 185–234.

[103] Zur Lebensmittelversorgung in der Arbeitersiedlung von Gisa Lehner 2002, 68–73; Lehner und Wetterstrom 2007, 268f.

[104] Thiers 2009.

tiv, intellektuell und kulturell. Die Planung und Baustellenorganisation wird wesentlich vom Tempelpersonal übernommen worden sein. Über die Baufinanzierung der Tempel wissen wir wenig; sie war aber wohl vom Königshaus abhängig, da der Baufortschritt von der politischen Entwicklung beeinflusst wurde.[105] Es gibt keinen Hinweis darauf, dass die Trupps qualifizierter einheimischer Handwerker in dieser Epoche im freien Wettbewerb zueinander arbeiteten, aber die bis *dato* staatlich verwalteten Steinbrüche wurden nun an Privatleute verpachtet.[106]

Rechtliche Grundlagen

Schriftlich niedergelegte Gesetze gab es in Ägypten vermutlich ab dem Mittleren Reich, sicher ab dem Neuen Reich;[107] aufbewahrt wurden sie vermutlich im Büro des Wesirs.[108] In der Mitte des 6. Jahrhunderts (Darius I.) wurde eine Sammlung und Neuedition der ägyptischen Gesetze durchgeführt, um „den persischen Beamten der 27. Dynastie einen Gesetzescodex an die Hand zu geben, der es ihnen erlaubte, das Land nach einheimischem Recht zu verwalten".[109] Nach der makedonischen Eroberung galten in Ägypten zwei parallele Rechtssysteme für Ägypter und Griechen,[110] die unter römischer Herrschaft erst allmählich an Bedeutung verloren und auch im 3. Jahrhundert n. Chr. noch nicht vollständig vom römischen Recht abgelöst worden waren.[111]

Viele dieser Gesetze betreffen die Beamtenhierarchie und Amtsmissbrauch. Bauspezifische Gesetze scheint es nicht gegeben zu haben. Aktenkundig sind Diebstahl durch Bauleute oder die Abwesenheit vom Arbeitsplatz[112] etc. Der von der Klage Begünstigte war in diesem Fall der Staat:

> „der Nekropolenhandwerker Hui, Sohn des Hui-nefer, hat drei *ḫ3*-Meißel des Pharao – er lebe, sei heil und gesund – gestohlen."[113]

Das wertvolle Werkzeug wurde nach Schichtende offenbar eingesammelt;[114] allerdings haben Handwerker auch selbst Werkzeug besessen.[115]

Von wissensgeschichtlichem Interesse sind zwei Fallbeispiele aus dem Codex Hermupolis aus dem 3. Jahrhundert v. Chr.[116] Demnach musste „ein Hausbauer, dessen Aushub einer Fundamentgrube zum Einsturz des Nachbarhauses führte, nur dann Schadensersatz

[105] Siehe etwa die Bauinschrift des Edfu-Tempels hier S. 54; zur Baupolitik der Ptolemaier Hölbl 1994, 80f. und Huß 2001, 240.
[106] Golvin in: C. M. Zivie 1992, 75–81; Jaritz, Maehler und Zauzich 1980, 87; Fauerbach 2005, 224ff.
[107] Lippert 2008, 32, 47–49.
[108] Lippert 2008, 48.
[109] Lippert 2008, 85.
[110] Lippert 2008, 86f.
[111] Lippert 2008, 87f.
[112] Toivari-Viitala (2006) vermutet, dass es sich in den meisten Fällen um reguläre, nicht um regelwidrige Abwesenheiten handelte, da sie nicht zu Lohnabzug führten; die entsprechenden Akten hätten demnach dazu gedient, den evtl. langsameren Arbeitsvorgang zu erläutern.
[113] oNash2 rto. 3/4 zitiert nach Steinmann 1991, 154 m. Anm. 49.
[114] Eyre 1987a, 13 für das Alte Reich; McDowell 1990, 209f. für das Neue Reich. In diesen Zusammenhang sind m. E. auch die ummauerten Arbeitsbereiche etwa in Dahschur zu deuten, in denen man Werkzeuge und Gerätschaften nachts einschließen konnte. Stadelmann 1993, 263–267 zu dem Arbeitshaus in Dahschur.
[115] Steinmann 1991, 153–155. führt textliche Belege an. Das in Museen ausgestellte Werkzeug stammt in der Regel aus Gräbern und war nicht für den täglichen Gebrauch bestimmt.
[116] Lippert 2008, 129f.

leisten, wenn er nicht beschwören konnte, dass dies nicht in böswilliger Absicht geschehen war – offenbar galt der Einsturz dann als höhere Gewalt“. Im Fall eines Wasserschadens durch einen Regenwasserablauf des Nachbarhauses, vermutlich an einem Lehmziegelhaus, wurde ein Ortstermin anberaumt: Die Richter testeten den Ablauf und kürzten ihn, um zukünftigen Schaden zu beheben. Problemen wurde hier nicht durch allgemeine Gesetzte vorgebeugt, sondern sie wurden fallweise gelöst, wenn sie auftraten. Unwissenheit schützte vor Strafe.

1.2.2 Bauplanung und -entwurf

Bauleute und ihre Qualifikation

Die Frage, inwieweit die Planung, die Leitung und die Ausführung von Bauten in einer Hand lagen, bereitet hinsichtlich des Alten Ägypten Schwierigkeiten und wird höchst unterschiedlich beantwortet. Die am Bau Beteiligten lassen sich in viele, am signifikantesten jedoch in zwei Gruppen untergliedern: die Schreibkundigen und die Analphabeten.[117] Von der ersten Gruppe der Schreibkundigen wissen wir viel; wir kennen ihre Namen, haben Nachrichten von ihrer Ausbildung und werden von ihnen selbst vermittels ihrer Grabinschriften über ihre Aktivitäten informiert. Über die zweite Gruppe der Analphabeten schweigen die Textquellen weitgehend.

Die Beamten

Die ‚Schreiber‘, also die Beamten, stammten meist aus Beamtenfamilien und wurden während der längsten Zeit der altägyptischen Geschichte schulmäßig unterrichtet – im Tempel, im Palast oder in Verwaltungsinstitutionen (vgl. Abb. 1.14 und S. 105).[118] Anhand von Siegelabrollungen kann die Entstehung der Beamtenhierarchie auf das Ende der 3. Dynastie datiert werden. Das Curriculum ihrer Ausbildung scheint ab dem Mittleren Reich (Anf. 20. Jh. v. Chr.) standardisiert gewesen zu sein,[119] sodass zwischen verschiedenen Institutionen gewechselt bzw. verschiedene Tätigkeiten nebeneinander ausgeübt werden konnten. Die Beamten, von denen wir wissen, dass sie Bauaufgaben bewältigt haben, mussten auch andere Herausforderungen lösen (Expeditionen, Feldzüge) bzw. Ämter ausüben (Priester, Schatzhausvorsteher etc.). Der Beruf ‚Architekt‘ war unbekannt; und da der Begriff eine Kombination von künstlerischen, technischen und organisatorischen Fähigkeiten auf eine

[117] Eyre (1987a, 6) notiert für die Verwaltung des Alten Reiches: „the key to office was evidently literacy“. Der Prozentsatz der Schreib-Lese-Kundigen wird unterschiedlich eingeschätzt. Baines 1983; te Velde 1986; Fischer-Elfert 2001, 439: 1% im Alten Reich und bis zu 5% im Neuen Reich, danach sinkend, wesentlich optimistischer Lesko 1994, 134–136. Lesen und Schreiben war Männern vorbehalten. Die wenigen literaten Frauen, von denen man weiß, hält Fischer-Elfert (2001, 442) für Autodidaktinnen. Angehörige des Königshauses kann man hiervon wohl ausnehmen.

[118] Grundlegend Brunner 1957; Brunner 1984; siehe auch Kaplony-Heckel 1974. Diese Struktur unterliegt natürlich einer Entwicklung: Im Alten Reich war Einzelunterricht (Famulussystem) offenbar die Regel, was zu höherer Spezialisierung geführt haben wird (Baines 1983, 580; McDowell 2000). Schulmäßiger Unterricht ist erstmals in der 1. Zwischenzeit belegt. Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Herausbildung einer ‚professionellen‘ Priesterschaft zu Beginn des Neuen Reiches. Ab dieser Zeit sind die Tempelschulen die Ausbildungsstätten der Beamten, in deren Aufgabenbereich Kultdienst und Verwaltungstätigkeiten untrennbar verbunden waren. Siehe zur Entwicklung der Priesterämter Helck 1982.

[119] Sog. „Kemit“, Brunner 1980.

Weise bündelt, die es in pharaonischer Zeit nicht gab, sollte er m. E. in diesem Zusammenhang nicht verwendet werden.[120]

Die Ausbildung der Beamten erfolgte offenbar größtenteils durch Abschreiben von Texten aus verschiedensten Bereichen. So wurde sowohl die hochkomplizierte Schrift als auch der bereichsspezifische Stoff erlernt. „Ein wesentliches Element in der Schreiberausbildung war die Mathematik.“[121] Erhalten sind uns auch Mathematikaufgaben, die ähnlich den modernen Textaufgaben das Rechnen in Sachzusammenhängen vermittelten.[122] Typische Rechenaufgaben waren „Gleichungen, Teilungsaufgaben (Verteilung einer Menge auf verschiedene Empfänger mit gleichen oder ungleichen Anteilen), Flächenberechnungen, Körperberechnungen, Umrechnungen von Getreide zu Brot und Bier, Verproviantierung und Futterverbrauchsaufgaben. […] Das in den mathematischen Texten greifbare Wissen umfasste die vier Grundrechenarten im Bereich der ganzen, rationalen Zahlen und der Brüche, die Rechnung mit den verschiedenen Maßsystemen und deren Teilen, die Flächenberechnung (Dreiecke, Vierecke und Kreise), die Berechnung des Pyramidenrücksprungs und des Pyramidenvolumens, der Halbkugel, des Zylinders, einfache arithmetische und geometrische Progression….“.[123] Dazu gehören auch Aufgaben aus dem Kontext der Architektur. Eine besonders aufschlussreiche Quelle zum Architekturwissen der ägyptischen Beamten ist der satirische Papyrus Anastasi I aus der Zeit um 1195 v. Chr. (Neues Reich).[124] Ein Schreiber bezichtigt seinen Kollegen der Unfähigkeit, indem er ihn mit diversen Aufgaben konfrontiert:

> „Eine Rampe von 730 Ellen (Länge) und 55 Ellen Breite soll gebaut werden, mit 120 Hohlräumen, ausgelegt mit Schilfrohr und Balken, mit einer Höhe von 60 Ellen an seiner Spitze, von 30 Ellen in seiner Mitte, mit einer Böschung von 15 Ellen, mit seinem Fundament von 5 Ellen (Stärke). Der Ziegelbedarf ist beim Bauleiter zu erfragen. Die Schreiber sind allesamt versammelt, ohne dass es einen gäbe, der ihn wüsste. Sie vertrauen alle auf dich und sagen: ‚Du bist ein erfahrener Schreiber, mein Freund, entscheide schnell für uns; siehe, dein Name ist hervorgetreten.‘ […] Beantworte uns ihren Ziegelbedarf! Siehe, ihre Maße sind vor dir, ein jeder ihrer Hohlräume beträgt 30 Ellen (Länge) und 7 Ellen (Breite). […]“[125]

Es folgen Aufgaben zur Berechnung von Arbeitskräften für den Transport eines Obelisken, dessen Maße detailliert angegeben sind, zur Berechnung der Arbeitskräfte für den Abtransport von Sand in einem Gerüst gegebenen Volumens für das Absenken einer Monumentalstatue[126] sowie zur Aufteilung von Lebensmittelrationen (Brot, Kleinvieh, Wein) auf eine Truppe, die sich aus verschiedenen Dienstgraden zusammensetzt. Die übrigen Aufgaben beziehen sich auf die Geographie Syriens, sodass die genannten Beispiele innerhalb des Textes großen Raum einnehmen.

---

[120] Anders z. B. Goyon u. a. 2004, z. B. 82.

[121] Imhausen 2003; zum mathematischen Wissen siehe auch Rossi 2004.

[122] Z. B. der mathematische Papyrus Rhind (Mitte des 16. Jh. v. Chr.) mit Aufgaben zur Berechnung von Pyramiden, British Museum EA 10057. Ein Foto bspw. bei http://www.gettyimages.com/detail/photo/rhind-mamematical-papyrus-written-in-high-res-stock-photography/103765538.

[123] Reineke 1982, 160.

[124] pBM EA 10247; Fischer-Elfert 1986 zur Datierung in die frühen Regierungsjahre Ramses’ II. S. 260–267.

[125] Fischer-Elfert 1986, 122f. siehe auch Gardiner 1964.

[126] Siehe zu dieser Technik hier S. 80f.

Zwei Dinge fallen auf: Erstens enthalten die Aufgaben nie alle Informationen, die zu ihrer Lösung notwendig sind. Wie viele Ziegel für ein Mauerwerk von einer Kubikelle benötigt werden (Ziegelmaße), wie viele Leute eine Kubikelle Granit ziehen können oder wie lange sie für den Abtransport einer Kubikelle Sand benötigen, das alles wird nicht angegeben. Offenbar wurde dieses Wissen vorausgesetzt und musste auswendig gelernt werden. Vielleicht liegt genau hierin die Herausforderung der Aufgabe, der Unterschied zwischen einem kleinen Hilfsschreiber, der stundenlang Zahlenkolonnen durchrechnet[127] und einem erfahrenen Bauleiter.

Zweitens betreffen alle Aufgaben, von denen wir aus Übungs- und anderen Texten wissen, die Organisation des Bauvorgangs, nicht den Entwurf oder die Konstruktion. Die Leute, von deren Tätigkeit als Bauleiter wir aus den Schriftquellen wissen, waren also in erster Linie die Organisatoren des Bauvorgangs. Ihre Leistung war es, die anerkannt und belohnt wurde.

Unklar ist das Ausmaß ihrer Spezialisierung. Die mit der Organisation beauftragten Beamten übernahmen auch Aufgaben, die mit Bauen nichts zu tun hatten.[128] Nur wenige Personen aus dieser Schicht entwickelten in gewisser Weise das Profil eines Bauspezialisten.[129] Nechebu beispielsweise, ein Beamter aus der Zeit Pepis I. (6. Dyn.), beschreibt in seiner Autobiographie, er sei zunächst mit dem Bau verschiedener Ka-Häuser, also königlicher Verehrungstempel, in Unterägypten betraut und dort in der Verwaltung tätig gewesen. Ungewöhnlicherweise betont er das Schlagen des zum Bau notwendigen Holzes in Unterägypten. Nach Vollendung dieses Auftrags wurde er mit zwei verschiedenen Kanalbauprojekten betraut.[130] Anders als später heben die Autobiographen dieser Zeit ihre eigene, in Bauprojekten erwiesene Geschicklichkeit durchaus hervor.[131]

Spezialisierung lässt sich gelegentlich auch für das Neue Reich beobachten. Während in der Ersten Zwischenzeit und im Mittleren Reich aufgrund der schwächeren Staatsgewalt die lokalen Eliten verstärkt eigene Bauaktivitäten entfalteten, setzte im Neuen Reich wieder eine straffere staatliche Organisation und damit auch eine höhere Spezialisierung ein. Listenartig werden in Autobiographien Neu- und Anbauten aufgezählt, meist im Reichsheiligtum des Amun von Theben. Es gab aber auch in dieser Zeit wiederum Beamte, die als ‚Leiter aller königlichen Arbeiten' mit Projekten im ganzen Land betraut wurden.[132] Ineni bspw. war Bauleiter unter Amenophis I. und Thutmosis I. (um 1500 v. Chr.) und berichtet:

---

[127] Zur quantitativen Dimension dieser Verwaltungsaufgabe Seidlmayer 2001a.

[128] Eine Zusammenstellung der zusätzlichen Titel von handwerklich-künstlerisch Arbeitenden bei Steinmann 1991, 152f.

[129] „What is imponderable here is specialization of career and occupation … . In earlier periods most members of the inner elite seem to have been generalists who held numerous secular and religious titles and offices, but their group was large enough to support specializations in knowledge and competition to attain such positions" (Baines 1990, 20). Eine Familie vom Ende des Alten Reiches, in der vier Generationen den Titel des obersten Königlichen Baumeisters führten, erwähnen Reisner und Fisher 1913.

[130] Grallert 2001, 534f., 570; Dunham 1938, 1–8.

[131] Grallert 2001, 577.

[132] von Bissing 1949; Helck 1954, 92–105; Grallert 2001, 577f.; Strudwick 1985, 217–250. Die Tatsache, dass Bauen oder Architektur weder ausdrücklich in diesem Titel genannt werden, noch ausschließlicher Aufgabenbereich der Titelträger waren (siehe z. B. Strudwick 1985, 244–247), mag als ein Beispiel dafür genommen werden, wie unspezifisch die Bauverwaltung im Verhältnis zur Gesamtverwaltung war.

Abb. 1.15: Landvermesser in einem Getreidefeld, Darstellung aus dem Grab des Menna, Theben, 18. Dynastie, 1. Hälfte 14. Jahrhundert v. Chr. Die Beamten sind durch ihre reichen Gewänder sowie ihre Schreibwerkzeuge erkennbar (Tempera Faksimile von Charles K. Wilkinson, Metropolitan Museum of Art, Rogers Fund 1930).

> „I inspected the great monuments which he (Thutmosis I.) made [---] great pylons on its either side of fine limestone […]; august flagstaves were erected at the double façade of the temple of new cedar of the best of the terraces (of Lebanon); their tops were of electrum. […] I inspected the erection of the great doorway (named): ‚Amon-Mighty-in-Wealth‘; its huge door was of Asiatic copper […] . I inspected the erection of two obelisks, [---] built the august boat of 120 cubits in its length, 40 cubits in its width, in order to transport these obelisks. […].“[133]

Die Grenzen zwischen den Schichten waren nicht besonders durchlässig (siehe auch Abb. 1.15). Die Behauptung einiger Beamter des Neuen Reiches, sie kämen aus einfachen Verhältnissen, entspricht nicht unbedingt den Tatsachen. Sie zielte vermutlich auf das damals geltende Ideal, aufgrund seiner Fähigkeiten und nicht aufgrund der Herkunft für ein Amt ausgewählt zu werden.[134] Das Ideal als solches ist aber bemerkenswert und könnte auf innovativere Anfänge des Neuen Reiches zurückgehen. In der Folge handelte es sich sicher um Angehörige der Elite. Mindestens zwei Bauleiter wurden sogar zu ‚Verklärten‘, also gleichsam Heiligen: Imhotep, dem die Errichtung des ersten monumentalen Steinbaus, dem Grabkomplex des Königs Djoser in Saqqara zugeschrieben wird, und Amenophis, Sohn des Hapu, der Bauleiter Amenophis’ III. und damit zuständig für die Errichtung der Memnonkolosse in Theben.[135] Insbesondere Imhotep wird zum ‚Architekten‘ schlechthin stilisiert,[136] auf den sich noch Jahrtausende später seine Nachfolger berufen.[137]

[133] Übersetzung nach Breasted 1988, Bd. 2, 42f.
[134] Baines 1983, 585.
[135] Wildung 1973; von Lieven 2004a; von Lieven 2004b.
[136] Dies wirkt bis heute; vgl. etwa den Titel zu Imhotep, Humbert und Price 2003.
[137] Burton (1972, 217 Anm. 4) verweist auf einen Baumeister aus der Zeit des Darius, der seine Genealogie auf Imhotep habe zurückführen können. Hierbei handelt es sich natürlich um Fiktion.

Der Hauptverdienst an der Bauleistung lag in den Augen der Zeitgenossen also bei den Beamten.[138] Hierzu ist noch eine Quelle interessant, deren Übersetzung leider nicht eindeutig ist.[139] Im fünften Regierungsjahr Ramses' II. wird in einer Bauakte vermerkt: „The city-governor and vizier Nefer[ronpe] came to make a plan (*sntj*) of the Tomb". Da das Verb *sntj* die Hauptbedeutung „gründen" hat, ist die Übersetzung Černýs[140] m. E. nicht ohne Alternative; der Bürgermeister von Theben war der höchste Beamte vor Ort und kann hier einfach als Stellvertreter des Königs bei der Gründungszeremonie agiert haben.[141]

Die Aufgabe dieser Leute war jedenfalls die Verwaltung der Baustelle. Die Aufzeichnungen, welche die Schreiber der Arbeitstrupps im Tal der Könige täglich verfassten, enthalten keineswegs, wie man erwarten könnte, Angaben über den technischen Fortschritt oder die Art der ausgeführten Arbeiten. Černý bemerkt: „[…] unfortunately their authors and the higher authority to which they where passed on were interested rather in meagre statements, whether at any particular day work was done or not, and whether or not workmen were absent from work or not (with their identity) and for what reason."[142] Es handelt sich also um nichts anderes als Quellen der Personalverwaltung bzw. um einen Rechenschaftsbericht über den Baufortgang.

So sehr uns Heutige verwirren mag, dass Entwurf und Konstruktion offenbar nicht von diesen vornehmen Herren ausging,[143] so ist doch der hohe Anteil der Organisation an den ägyptischen Monumentalbauten hervorzuheben. Die steinernen Pyramiden der 4. Dynastie (Abb. 1.16) sind dafür das beste Beispiel: Entwurf und Konstruktion dieser Bauten waren von genialer Schlichtheit, die eigentliche Herausforderung lag, mit Ausnahme von Vermessung und Konstruktion der Innenräume, in der Koordinierung von Material und Arbeitern. Allerdings gilt dies nicht in gleichem Maße für die später errichteten Tempel, sodass die Frage nach Entwurfs- und Technikwissen weiter verfolgt werden muss.

Die Handwerker

Ausdifferenzierte Handwerksberufe lassen sich bereits ab dem Moment nachweisen, ab dem es adäquate Schriftquellen gibt. Vor der Entstehung der ägyptischen Steinarchitektur ist es vorstellbar, dass es keine spezialisierten Bauhandwerker gegeben hat, die ausschließlich gebaut haben. Die ältere in Ägypten erhaltene Ziegelarchitektur bedarf zwar einer ausdifferenzierten Planung, kann aber relativ rasch von Leuten ausgeführt werden, die über Zusatz-, nicht aber über Spezialkenntnisse verfügen. Kunsthandwerksbereiche mit Produkten wie Steinwerkzeugen, Steingefäßen, Keramik, Siegel etc. allerdings zeigen, dass es Spezialwis-

[138] „In der 6. Dynastie berichten die Privaten verstärkt von ihren Sonderaufträgen, die sie im Königsdienst erledigen. Meist handelt es sich um Bauprojekte […] Deutlich steht jetzt die eigene Leistung und Geschicklichkeit im Vordergrund, die die Privaten alle logistischen Probleme mit Bravour bewältigen lässt." In der 1. Zwischenzeit wird dann der eigenverantwortliche Neubau von Tempeln und die Beseitigung von Gebäudeschäden thematisiert (Grallert 2001, 577).

[139] Ostrakon Kairo CG 25565, 2–3, die folgende Übersetzung von Černý 1973b, 22.

[140] Ebenso Goyon u. a. 2004, 35, Anm.13.

[141] Dies erscheint umso wahrscheinlicher, als es sich hier keineswegs um einen aufgehenden Bau handelt, dessen Grundriss auf dem Boden angerissen wurde, sondern um ein Felsgrab, dessen Absteckung in mehreren Schritten im Verlauf des Arbeitsprozesses geschah und sicherlich Spezialistenwissen war. Um einen Grundriss in Form einer Bauzeichnung anzufertigen, wie Černý die Textstelle auffasst, musste sich der Wesir hingegen überhaupt nicht in die Nekropole bemühen.

[142] Černý 1973b, 18.

[143] Ähnliche Einschätzung Strudwick 1985, 249; Müller 1989; Goyon u. a. 2004, 35.

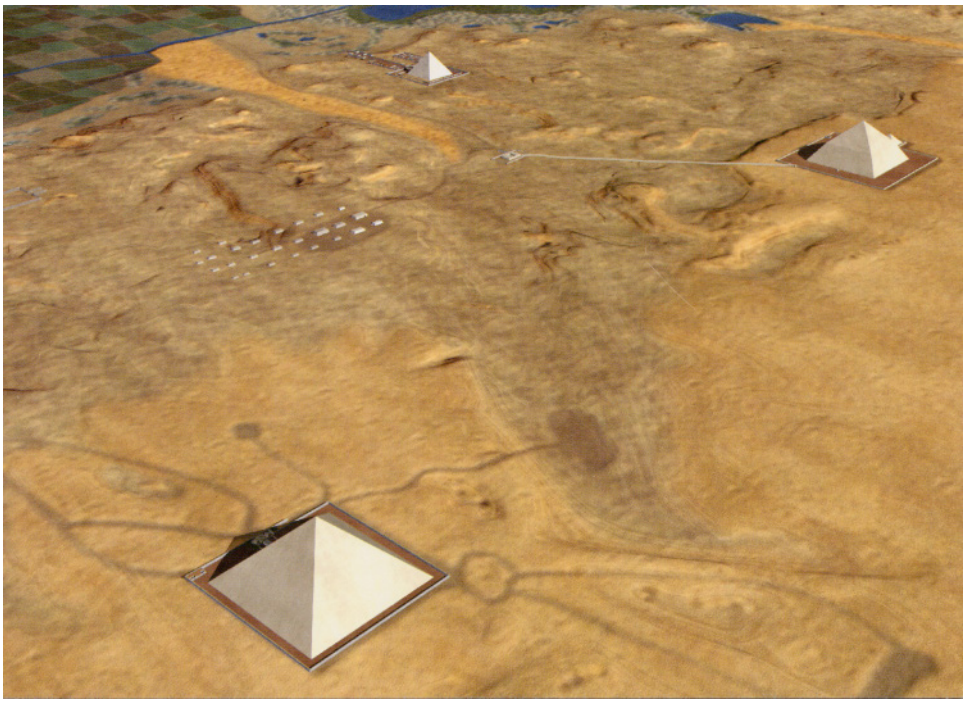

Abb. 1.16: Nekropole von Dahschur, virtuelle Rekonstruktion, 4. Dynastie, 27. Jahrhundert v. Chr. In einiger Entfernung von den königlichen Pyramiden im Westen wurden die Gräber der hohen Beamten angelegt. Die Gräber der einfacheren Untertanen werden am östlichen Rand der Nekropole vermutet (Virtuelle Rekonstruktion: ART+COM AG/Deutsches Archäologisches Institut Kairo).

sen schon weit früher gab. Auch ist zu berücksichtigen, dass man für die in der 1. und 2. Dynastie erstmals errichteten Monumentalbauten, die Königsgräber, kaum auf Vorbilder zurückblicken konnte und man für diese wichtige Aufgabe zweifellos die besten und erfahrensten Kräfte einsetzte.

Spätestens ab dem Alten Reich waren Bauleute wie die gesamte altägyptische Gesellschaft generell hierarchisch stark durchorganisiert, aber offenbar auch spezialisiert, was sich in der Bezahlung, den Berufsbezeichnungen sowie in der Reihenfolge ihrer Nennung in Inschriften widerspiegelt.[144] So ist von dem Fall einer Statuenherstellung der 5. Dynastie bekannt, dass daran fünf Gewerke beteiligt waren: 1. Vorzeichner (Hilf- und Umrisslinien), 2. Bildhauer, 3. Polierer, 4. Maler, ggf. 5. Graveur (Inschriften). Vorzeichner und Graveur waren offenbar die angesehensten Berufe, wohl auch weil diese Leute häufig schreiben konnten. Dies wirkte sich nicht notwendig auf die Bezahlung aus. Lediglich „Schreiber und die schreibkundigen Vorarbeiter erhielten pro Monat $7\frac{1}{2}$ Sack Getreide à ca. 77 Liter, die Handwerker, gleich welcher Art, $5\frac{1}{2}$ Sack, Lehrlinge nur 2 Sack.“[145] Interessant ist der

[144] Drenkhahn 1976, 89–94, 156–518; Fischer-Elfert 1986, 41.
[145] Fischer-Elfert 1997, 46 mit einem Beispiel aus Deir el-Medine (Neues Reich).

Vergleich mit der Lohnliste einer Steinbruchexpedition in das Wadi Hammamat, wenngleich diese aus dem Mittleren Reich stammt: Expeditionsleiter: 200 Einheiten Brot, 5 Einheiten Bier, Vorsteher der Steinmetzen: 100–3, Schatzhausvorsteher: 50–2, Schreiber: 30–1, Handwerker: 20–$\frac{1}{2}$, Transportarbeiter: 10–$\frac{1}{3}$.[146]

Neben dieser horizontalen Ausdifferenzierung gibt es natürlich eine vertikale, hierarchische. Drenkhahn hat fünf hierarchische Stufen der Maurer nachgewiesen, vom einfachen Maurer (*ḳd.w*) bis zum königlichen Maurermeister (*mḏḥ.w-ḳd.w-nswt-m-pr.wj*).[147] Die Übersetzung des letztgenannten Titels mit ‚königlicher Architekt' ist aber ebenso wenig zielführend wie die Gleichsetzung des Beamtentitels ‚Vorstehers aller königlichen Arbeiten' mit der uns vertrauten Berufsbezeichnung.

Es gibt sowohl Hinweise auf saisonale Arbeiten, insbesondere in Zusammenhang mit der Nilschwemme, als auch Belege für andauernde Beschäftigung.[148] In diesem Punkt muss jedoch sicherlich zwischen qualifizierten Handwerkern einerseits und unqualifizierten Kräften andererseits unterschieden werden. Der Anteil der letztgenannten Gruppe war in Ägypten vermutlich höher als in den meisten anderen vorneuzeitlichen Kulturen; anders ist die Bewältigung der monumentalen Bauprojekte nicht denkbar. Bei ihrem Einsatz waren sicherlich Erntezeiten etc. zu berücksichtigen.

Über die Ausbildung der Handwerker wissen wir sehr wenig. Sie waren wohl in der Mehrheit Analphabeten, unter den Meistern scheint es jedoch auch Schreibkundige gegeben zu haben.[149] Dies belegen auch beschriftete Skizzen (Abb. 1.11)[150] und Baumarkierungen in ausgeschriebenen Worten oder ganzen Sätzen (Abb. 1.17).[151] Von den Arbeitern von Deir el-Medine konnte etwa die Hälfte lesen und schreiben.[152] Inwieweit dies repräsentativ für Handwerker war, ist umstritten.[153] Es gibt keinen Hinweis auf eine bewusste Limitierung der Literatizität,[154] *de facto* konnte aber, so Baines, fast nur die Elite schreiben und lesen.[155] Fischer-Elfert formuliert: „Ancient Egyptian education […] was restricted to male members of the upper class; …" und „therefore, was a privilege in Egyptian society provided to those intended for supervisory roles in administration, building projects, temple cults and other professional capacities."[156]

---

[146] Steinmann 1991, 156. Eine vergleichbare Quelle aus dem Neuen Reich gibt es nicht. Brot ist hier als Währungseinheit zu verstehen. Es ist kaum anzunehmen, dass der komplette Lohn während der Expedition ausbezahlt wurde, da ein Expeditionsleiter kaum Bedarf für 200 Brote gehabt haben dürfte, wenn ein Transportarbeiter von 10 Broten satt wurde. Prinzipiell hatte der Leiter aber einen hohen Bedarf, weil er einen großen Haushalt mit abhängigen Untergebenen versorgen musste.

[147] Siehe Drenkhahn 1976, 89–94.

[148] Simpson 1975.

[149] Eyre 1987a, 8; Fischer-Elfert 1986, 27.

[150] Beispielsweise Ostrakon BM 41 228, siehe Goyon u. a. 2004, Abb. 50.

[151] Siehe beispielsweise die eingemeißelten Versatzinschriften am Pylon von Edfu, Fauerbach 2005, 107f. Abb. 28; bei den in Tinte ausgeführten Kontrollnotizen für ein Tempelfundament im Asasif (Budka 2009) ist nicht wahrscheinlich, dass sie von den Handwerkern selbst stammen oder von diesen gelesen werden konnten. F. Arnold (1990, 14f.) nimmt von den von ihm untersuchten „control notes" an Steinblöcken des Mittleren Reiches an, dass sie von Schreibern stammen, die den Baumaterialtransport kontrollierten, während die illiteraten Transportarbeiter Blöcke mit einzelnen Zeichen markierten. Häufiger sind Zahlen und einzelne Zeichen, eine Übersicht geben Goyon u. a. 2004, 90–101.

[152] Robert Demarée (Vortrag in Kairo am 22.01.2009) schätzt den Anteil in der 20. Dynastie auf über 50%, dagegen Janssen 1992, 81–82 und McDowell 1999, 4 auf 40%.

[153] Für eine repräsentativere Bedeutung der Literatizität in Deir el-Medine votiert Lesko 1994, 134.

[154] Betont durch Brunner 1984, Sp. 742; vorsichtiger Baines 1990, 7.

[155] Siehe Baines 1983, 86–91; Baines 1983, 585f.; Baines 1990, 7.

[156] Fischer-Elfert 2001, 438f.

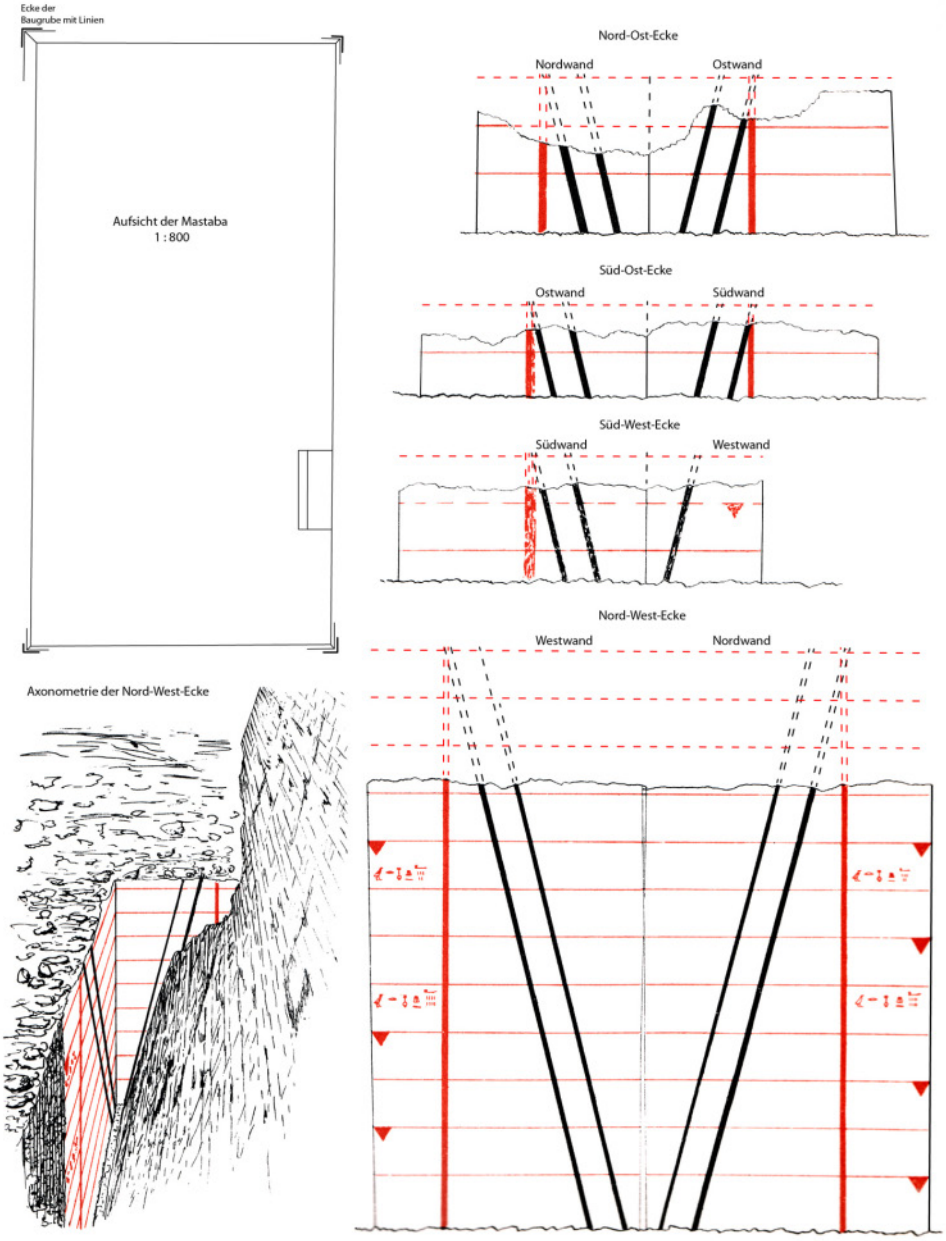

Abb. 1.17: Angabe des Nivellements und des Böschungswinkels in der Baugrube der Mastaba 17 in Meidum, 4. Dynastie, 27. Jahrhundert v. Chr. (Petrie 1892, pl. 8).

Einiges lässt sich aus der Ausbildung der Maler und Bildhauer schließen, wobei unklar ist, wie sie von den Steinmetzen der Tempelbaustellen abzugrenzen sind. Diese Leute er-

lernten ihr Handwerk von einem Lehrmeister, nicht selten der Vater oder andere Verwandte, vermutlich im Einzelunterricht.[157] Dabei muss betont werden, dass kreative Neuschöpfungen keinen hohen Stellenwert besaßen. Innovation war nur möglich, wenn man sich in irgendeiner Form auf das Althergebrachte bezog.[158] Prinzip der Ausbildung war die *imitatio*, beispielsweise zeichnete der Meister eine Szene auf eine Kalksteinscherbe, und der Schüler musste sie kopieren – teilweise auf der Rückseite, also aus dem Gedächtnis.[159] In diesem Zusammenhang stehen vielleicht auch die Bildhauermodelle. Die zahlreichen Modelle von Kapitellen, die erhalten sind, können ebenfalls in der Ausbildung eingesetzt worden sein (Abb. 1.8).[160]

Handwerker besaßen potenziell eine Sonderstellung in der ägyptischen Gesellschaft, indem sie zwar den Beamten nicht gleichgestellt waren, aber immerhin einen höheren Status als einfache Arbeiter genossen[161] – wenngleich dies nicht für alle Epochen und gewiss nicht für alle Personen galt. Eine seltene Wertschätzung erfuhren Handwerker in einer Inschrift Ramses' II. auf einer Quarzit-Stele aus Heliopolis.[162] Ramses II. unternahm einen Ausflug am Wüstenrand bei Heliopolis:

> „… Da fand seine Majestät einen einzelnen großen Quarzitblock. Nicht fand man seinesgleichen seit der Zeit des Re. Er war größer als ein Obelisk aus rotem Granit. Seine Majestät war es selbst, die ihn hervorbrachte, als er glitzerte wie sein Horizont. Da ordnete seine Majestät selbst ihn an in ausgewählter Arbeit der erfahrenen Steinmetze in Jahr 8, III. Schemu, Tag 21. Er wurde vollendet in Jahr 9, III. Schemu, Tag 28, das macht 1 Jahr. […]"[163]

Weiter unten heißt es:

> „Als ich (d. König) nach Elephantine zog, da erblickte ich einen perfekten Fels (= in den Granitsteinbrüchen von Assuan). und ich übergab euch seine Bearbeitung. Ich war sofort entschlossen, euch die Arbeit aufzutragen. […]"[164]

Der eigentliche Anlass dieser Schilderung ist die Festsetzung der Löhne der Steinbrucharbeiter; die Stele wurde an einer Stelle aufgefunden, in deren Nähe ihre Unterkünfte vermutet werden.[165]

> „Oh ihr erlesenen Arbeiter und Handwerker, die (ihre) Hand kennen, welche mir Denkmäler meißeln […], Arbeiten aus köstlichem Stein, treffliche Dinge; diejenigen, welche in den Granit eindringen und die in Quarzit bohren(?). Die Starken mit herausfahrendem Arm beim Bearbeiten der Denkmäler, deren Lebenszeit ich, indem ich alle Tempel fülle, verbringen lasse. Die guten Kämpfer, die nicht ermatten; die alltäglich über die Arbeit wachen, um ihre Pflicht zu tun,

[157] Fischer-Elfert 1997, 35f., 40f.
[158] Fischer-Elfert 1986, 29f.; Hornung 1986, 47.
[159] Fischer-Elfert 1997, 36–39.
[160] Siehe S. 102f.
[161] Junker 1959; Steinmann 1991, 160f.; Eyre 1987a, 26 für das Alte Reich. Nur bedingt für wissenschaftliche Zwecke zu verwenden ist Gutgesell 1989.
[162] Kitchen 1979, Bd. 2 361.2–362.12.
[163] Übersetzung nach Grallert 2001, 544.
[164] Übersetzung nach Raue 1999, 407.
[165] Raue 1999, 30; zu dem Text Raue 1999, 406–408 (407).

> zuverlässig und tüchtig für das, was man sagt […] Höret, was wir euch sagen! […] Eure Einkünfte sollen eurer Rechtschaffenheit entsprechen. […] Ich bringe eure Einkünfte in jeglichen guten Zustand, damit ihr arbeitet in liebendem Herzen. […] Ich kenne eure schwierigen und korrekten Arbeiten. Man jubelt (bei) der Arbeit daran, wenn der Leib voll ist. […]"[166]

Bei den hier Angesprochenen scheint es sich um Spezialisten gehandelt zu haben. Es wäre jedoch verfehlt, die in dieser Quelle zum Ausdruck gebrachte Wertschätzung auf alle Epochen und Handwerksberufe zu verallgemeinern. Die körperliche Arbeit, die mit handwerklicher Tätigkeit verbunden war, trug zu einem im Vergleich zum Beamtentum geringeren Ansehen dieser Arbeit bei. Aus der Lehre des Cheti aus dem Mittleren Reich können wir entnehmen:

> „Wenn du schreiben kannst, so wird das besser für dich sein als alle die [handwerklichen] Berufe, die ich dir vorgestellt habe." […] „Werde Beamter, dann bist du von Abgaben befreit. (Dieser Beruf) schützt dich vor körperlicher Arbeit, er hält dich fern von Hacke und Joch, und du brauchst keinen Korb zu tragen. Es befreit dich davon, das Ruder zu führen, er dispensiert dich von schwerer Arbeit so dass du nicht vielen Herren unterstellt wirst und zahlreichen Aufsehern. Von allen, die ihr Gewerbe ausüben, gilt, dass der Schreiber ihr Vorgesetzter ist."[167]

Angesichts dieser Geringschätzung handwerklicher Tätigkeiten ist nicht zu erwarten, jeglichen Anteil von Handwerkern am Planungs- und Entwurfsprozess in eben solchen Quellen erwähnt zu finden, die von Leuten verfasst wurden, die sich laut der Lehre des Cheti glücklich schätzen durften, keine körperliche Arbeit ausführen zu müssen.

Nachdem die bekannten Fakten über die Ausbildung und den Status der am Bau beteiligten Fachkräfte zumindest überblicksartig zusammengetragen sind, ist eine Frage immer noch nicht beantwortet. Wer war für den Entwurf und die Konstruktion verantwortlich? Steinmann schreibt dazu: „Übrigens ist für das Alte Ägypten streng zu trennen zwischen organisatorischer Leitung und Herstellung der künstlerischen Entwürfe: Während Arbeits- und Handwerksvorsteher in der Regel für die Organisation zuständig waren, gab es für die künstlerische Seite Vorlagen und Musterbücher, die im ‚Lebenshaus' zusammengestellt bzw. bewahrt und in den Werkstätten von den Meistern modifiziert wurden."[168] Damit differenziert er stärker als etwa Arnold, der die zur Beamtenschaft gehörigen Bauleiter pauschal mit den Meistern der mittelalterlichen Bauhütten vergleicht.[169]

Von einer handwerklichen Berufsgruppe wird vermutet, dass sie für die Verfertigung der Baupläne zuständig war: Der Vorzeichner, der *sš3.w-qd.wt* (wörtlich „Umriss-Schreiber"), fertigte vielleicht nicht nur die Vorlagen und Gitternetzlinien für Reliefs, Statuen etc. an, sondern möglicherweise auch die wie auch immer gearteten Baupläne.[170] Ob er der geistige Urheber der Pläne war, ist damit keineswegs geklärt.[171]

---

[166] Übersetzung nach Hermann 1938, 26, zur Bedeutung des ungewöhnlichen Textes S. 27f.
[167] Übersetzung Fischer-Elfert 1986, 49.
[168] Steinmann 1991, 151 Anm.13; zum ‚Lebenshaus' siehe hier S. 103f.
[169] Arnold 1994, 27.
[170] Goyon u. a. 2004, 35.
[171] Helck und Otto 1975.

Vermutlich geben die ägyptischen Quellen keine sachdienliche Auskunft zur Urheberschaft von Entwürfen, weil die Vorlagen nach ägyptischem Ideal aus grauer Vorzeit stammten; sie wurden als „von den Göttern geoffenbart angesehen und waren heilig".[172] Die sogenannte Bauurkunde von Dendara berichtet, der auf einer Tierhaut aufgezeichnete Grundriss dieses Tempels sei zur Zeit Thutmosis' III. in einem Gebäude aus dem Alten Reich gefunden worden, und nach eben diesem Plan wiedererrichtet worden.[173] So glaubhaft Tierhaut als Zeichenunterlage für einen Bauplan ist,[174] so mythenhaft ist die ganze Geschichte. Ebenso geben die Inschriften des Tempels von Edfu (327–57 v. Chr.) an, der Architekt des Tempels sei Imhotep selbst gewesen.[175] Tatsächlich handelt es sich um zeitgemäße Entwürfe. Die Texte zeugen aber von der Wertschätzung historischen Planmaterials, von dem wir annehmen dürfen, dass es sorgfältig archiviert wurde.

„Production requires collaboration between those involved in the development of the idea or concept (‚designers'), with those involved in the execution of that idea in material form (‚manufacturers')".[176] Für die Architektur ist diese scheinbar klare Trennung deshalb so problematisch, weil die Konzeptionierung eines Gebäudes technisches Wissen erfordert. Unter ‚Konzeptionierung' wird hier das Zusammenspiel von architektonischem Entwurf, Nutzungsidee und inhaltlicher Bedeutung verstanden. Hierfür müssen die Eliten wesentlich verantwortlich gewesen sein, insbesondere wenn das Konzept innovativ war, also nicht nur Vorbilder kopierte, und/oder religiöse Vorstellungen mit ihm verknüpft waren. Bauherren und Bauverwalter konnten diese Ideen aber nicht im Alleingang in Entwürfe umsetzen, da ihnen offensichtlich das technische *Know-how* abging. Sie waren also auf engste Zusammenarbeit mit den Handwerkern angewiesen. Inwieweit jene die politischen, theologischen oder sozialen Implikationen durchschauten, die hinter den von ihnen umgesetzten Entwürfen steckten, muss offen bleiben. Reine Befehlsempfänger waren sie aber sicherlich nicht.

Planung und Wissen um Umweltbedingungen

Die ägyptische Geographie wird von Bergwüsten und Schwemmland geprägt (vgl. etwa Abb. 1.13). Von Anfang an war es für die Bewohner des Niltals von Bedeutung, überschwemmungssicheren Baugrund zu finden, also entweder in Wüstenrandlage oder in Insellage.[177] Stets zu meiden galt es Wadiausgänge, die jahrelang trocken liegen, um dann eines Tages von reißenden Springfluten überschwemmt zu werden, die große Zerstörungskraft entwickeln können. Diesbezügliche Kenntnisse müssen schon früh mündlich tradiert worden sein. Als die Überschwemmungshöhen gegen Ende des 3. Jahrtausends v. Chr. zurückgingen, konnten sich viele Siedlungen ausdehnen, sodass nun auch ehemaliges Schwemmland bebaut wurde.[178]

---

[172] Zinn 2008, 81f.

[173] Dümichen 1865. Dümichen übersetzt *snṯj* hier als ‚Gründung', ‚Grundriss' ist in diesem Zusammenhang aber die näher liegende Übersetzung, da das Schriftstück als Vorlage für den Neubau gedient haben soll. Dass es sich um eine zeichnerische Vorlage gehandelt hat, ist jedoch nicht bewiesen.

[174] Mittelalterliche Baupläne wurden in der Regel auf Pergament niedergelegt, siehe den Beitrag von Günther Binding im Band III.

[175] Auch Reymond 1969; Kurth 1998, 317 und Rossi 2004, 93 deuten dies als Mythos, anders Aufrère, Goyon und Golvin 1997, 250.

[176] Quirke 2009, 126.

[177] Frühe Beispiele für Städtegründungen in ausgesuchten Lagen sind etwa Hierakonpolis (Wüstenrandlage) und Edfu (Insellage), siehe Ziermann 1996.

[178] Diese Entwicklung ist bspw. für Elephantine nachgewiesen, siehe Ziermann 1993.

Diese naturräumlichen Gegebenheiten beeinflussten auch die Fundamentierung. Die monumentalen Bauprojekte des Alten und Mittleren Reiches konzentrierten sich auf die Grabarchitektur, die schon aus religiösen Gründen in der Wüste errichtet wurde, vorzugsweise in der westlichen.[179] Dort gründete man die Bauten so weit wie möglich unmittelbar auf den anstehenden Fels,[180] doch ist in Hanglagen schon seit der 4. Dynastie (Mykerinos, um 2530 v. Chr.) Fundamentmauerwerk beleg.[181] Vorher sind Fundamente auch für steinerne Monumentalbauten „noch rudimentär".[182]

Mit der Verlagerung der Bauaktivität auf die Göttertempel nahm die Bedeutung der Fundamente zu, da diese überwiegend im Tal errichtet wurden. Eine sprunghafte Entwicklung zeichnet sich jedoch zunächst nicht ab. Häufig gründen die Fundamente auf einer bis zu 0,5 m starken Sandschicht, der sowohl technische (Schutz gegen Feuchtigkeit, Erdbeben) als auch religiöse (Reinheit, Urhügelmotiv) Funktionen zugeschrieben werden. Als generelle Tendenz lässt sich zudem erkennen, dass die einzelnen Bauglieder (Wände, Stützen etc.) auf getrennt errichteten Steinlagen gründeten, zwischen denen man mit weniger sorgfältig zugerichtetem Mauerwerk auffüllte.[183] Säulen wurden erstaunlicherweise teils auf Schlammziegelfundamenten errichtet.[184] Diese Bauten erwiesen sich aus heutiger Sicht, insbesondere aufgrund veränderter Grundwasserstände, als weniger stabil. Diese Beobachtung lässt sich aber nicht eins zu eins auf ältere Epochen übertragen, da zahlreiche Bauten mit mutigen Fundamentkonstruktionen Jahrtausende überdauert haben. Dennoch ist man geneigt, ein sich entwickelndes Erfahrungswissen anzunehmen, da man ab der 26. Dynastie generell größere Sorgfalt auf Fundamente von Tempeln verwandte,[185] wobei die Tiefe der Fundamente offenbar der Gebäudehöhe angepasst wurde.[186] Ab dieser Zeit hob man tiefe Fundamentgräben aus, verkleidete sie mit Ziegeln und füllte sie mit einem Sandbett, auf dem dann der Fundamentsockel errichtet wurde. Erdbeben können ebenfalls verantwortlich für die technischen Verbesserungen sein, lassen sich aber nicht datieren.

Schlammziegelbauten gründeten im Niltal meist direkt auf dem angeschwemmten Sediment, Fels oder aufgelassenen Mauern,[187] wobei die scheinbare Sorglosigkeit[188] aufgrund des teils erstaunlich guten Erhaltungszustandes angezweifelt werden darf: Wo die Bauten nicht dem Abbau des fruchtbaren Schlamms als Düngemittel zum Opfer fielen, stehen sie bis heute vielerorts noch meterhoch an. Im Nildelta wurden insbesondere Großbauten[189] auf hohen Zellfundamenten errichtet, was vielleicht weniger mit der Stabilität[190] als mit dem Wunsch nach einem höheren Standort, beispielsweise als Schutz vor aufsteigender Feuchtigkeit zu tun hat.[191]

[179] In der westlichen Wüste lag schon nach frühester Vorstellung der Zugang zur Unterwelt.
[180] Goyon u. a. 2004, 230–234.
[181] Arnold 1991, 110, 109–115.
[182] Arnold 1994, 86f.
[183] Goyon u. a. 2004, 235–252.
[184] Spencer 1979, 120.
[185] Spencer 1979, 121. D. Arnold (1994, 86) schreibt diese Neuerung erst der griechisch-römischen Zeit zu, die von Spencer genannten Beispiele sind aber überzeugend.
[186] Siehe bspw. Fauerbach 2005, 239f. Der Pylon von Edfu hat ein Fundament, das ein Zehntel (3,37 m) der Gebäudehöhe (33,53 m) tief ist.
[187] Spencer 1979, 120; Goyon u. a. 2004, 110.
[188] Spencer 1979, 120.
[189] Z. B. die Paläste von Auaris, Bietak 2005.
[190] Goyon u. a. 2004, 112.
[191] Spencer 1979, 120–122. Diese Strukturen sind keineswegs auf das Delta beschränkt und datieren teils bereits in das Mittlere Reich (Goyon u. a. 2004, 112).

Insgesamt lässt sich beobachten, dass der für Fundamente betriebene Aufwand im Laufe der Jahrhunderte zunahm, mit einem deutlichen Entwicklungsschub in der 26. Dynastie. Die relative Kontinuität der altägyptischen Kultur bot die Gelegenheit, Bauschäden an vor vielen Generationen errichteten Bauten zu beobachten und zukünftig zu vermeiden; das Bauwerk war hier Wissensquelle.

Die Kenntnis von Erdbeben hat sich bereits in Texten des Alten Reiches niedergeschlagen.[192] Diese galten als Zeichen göttlicher Präsenz und göttlichen Eingreifens.[193] Fundamentierungen auf Sand und insbesondere die Schwalbenschwanzklammern waren wirksamer Schutz vor Erdbeben.[194] Erdbebenschäden sind an einigen Gebäuden beobachtet oder vermutet worden, eine umfassende Untersuchung fehlt jedoch.[195] Außer der Verbindungstechnik sind Reparaturen offensichtlicher Erdbebenschäden interessant, allerdings sind diese meistens nicht datierbar,[196] sodass die Wissensentwicklung nicht im Detail verfolgt werden kann. Für die Verbindungstechnik kann jedenfalls wie für die Fundamente ein zunehmender Aufwand im Laufe der Jahrhunderte beobachtet werden, der sicherlich auf Erfahrungswissen zurückging.

Der Umgang mit klimatischen Belastungen bedeutet in Ägypten in erster Linie Schutz vor Hitze und direktem Sonnenlicht.[197] Die diesbezügliche Überlegenheit der traditionellen Baustoffe Nilschlamm und Stein vor modernen Materialien ist insbesondere in unserer durch Wandel geprägten Zeit spürbar – hier geht Wissen verloren. Im Gegensatz zum heutigen Ägypten, wo man repräsentative Balkone favorisiert (ohne sie repräsentativ zu nutzen), bemühte man sich in der Antike, Gebäude nach innen zu orientieren und den direkten Lichteinfall soweit wie möglich zu reduzieren. Fenster verringerte man auf ein absolutes Minimum, verschloss sie mit Gittern aus Holz oder Stein und brachte sie möglichst hoch an, um die Luftzirkulation zu optimieren. Allerdings schwankten die Temperaturen im Laufe des Jahres erheblich – im Winter fallen die Temperaturen heutzutage nachts bis auf 0° C. Diesem Umstand begegnete man in der Wohnkultur weniger mit ausdifferenzierten Grundrissen als mit einer flexiblen Nutzung der einzelnen Räume, dadurch dass „die Baulichkeit über das gesamte Jahr dem Bewohner ein Angebot an Räumen macht, welches im Wechsel der Jahreszeiten gewisse Nutzungszonen nahelegt".[198] Das Ausmaß einer solch flexiblen Nutzung lässt sich heute teils nur erahnen, da meist nur noch die Erdgeschossgrundrisse der oft mehrstöckigen Wohnhäuser rekonstruierbar sind. Denkbar ist etwa eine Nutzung der Erdgeschosse im Sommer und der Obergeschosse im Winter.

Gebäudeentwässerung war durchaus von Bedeutung, da es trotz des Wüstenklimas bereits vor der Errichtung des Assuan-Hochdamms in Oberägypten zu seltenen, aber hefti

[192] Zignani 2008, 152.
[193] Traunecker 1992, 346.
[194] Siehe S. 82f.
[195] Vom Ramesseum wird, offenbar aufgrund seiner relativ frühen Zerstörung, angenommen, es sei einem Erdbeben zum Opfer gefallen (Arnold 1994, 211). Strabo, der Ägypten 24 v. Chr. bereiste, vermutet das gleiche vom nördlichen Memnonkoloss; dies wird mit einem von Eusebius für das Jahr 27 v. Chr. erwähnten Erdbeben in Verbindung gebracht, welches Theben verwüstet haben soll (Wiedemann 1917, 66). Traunecker und Laroche-Trauecker (2001, 70f.) haben Erdbebenschäden an Tempeln in Abu Simbel, Karnak und Medinet Habu beobachtet, Zignani (2008, 153f.) am Tempel von Dendara. Konkrete Erdbebenereignisse lassen sich anhand altägyptischer Quellen offenbar nicht nachweisen (Betrò 1994).
[196] Traunecker und Laroche-Traunecker 2001; Zignani 2008.
[197] Endruweit 1994.
[198] Endruweit 1989, 111; siehe auch von Pilgrim 1996, 217f.

gen Regenfällen kam.[199] Die sogenannte „Unwetterstele“ aus der Zeit des Ahmose (Anfang 18. Dyn., 2. H. 16. Jh.) berichtet von der Zerstörung zahlreicher Gräber und Tempel durch Regenwasser.[200] Die Anbringung von Wasserspeiern an Steinbauten seit dem Alten Reich[201] zeigt, dass auch die ägyptischen Baumeister ihr Augenmerk auf diese Regenfälle gerichtet haben. Darauf deuten auch Konstruktionsdetails der steinernen Flachdächer hin. Teils weisen sie kleine Kanäle zum Wasserablauf auf; in manchen Fällen wurden entlang der Fugen Nuten ausgearbeitet, die man mit steinernen Einlagen abdichtete.[202] Ab der Ptolemaierzeit verlegte man über den Deckenbalken der Tempel ein Polygonalpflaster und erhöhte den Dachrand, sodass das Wasser ausschließlich durch die Wasserspeier ablief. Als das Dach des Pronaos von Dendara nach einem Erdbeben Risse bekam, wurde eine zweite Pflasterschicht aufgedoppelt.[203] Nicht zuletzt muss auch die klassische Hohlkehle einmal in diesem Zusammenhang betrachtet werden:[204] Wenn ihr Außenrand tiefer reichte als der Scheitelpunkt der Kehlung, konnte der Rand als Tropfnase dienen. Zumindest bei den Bauten der griechisch-römischen Zeit kragt dieser Rand bei geböschten Wänden meist bis zur Linie des Mauerfußes vor. Der auf diese Weise garantierte Schutz der farbigen Dekorationen war sicherlich generell ein Hauptmotiv für den offensichtlichen Aufwand, den man mit der Entwässerung betrieb. Da Wohnbauten nicht in ausreichender Höhe erhalten sind, sind, mit Ausnahme der oben zitierten Quelle,[205] kaum Daten zum Schutz der Ziegelbauten vor Regen greifbar. Eine regelmäßige Überarbeitung der Oberflächen scheint jedoch unumgänglich: „Bei guter Pflege konnte ein Haus über 100 Jahre alt werden, unter weniger günstigen Bedingungen nur 30–60.“[206]

Ein Mangel an Umweltwissen lässt sich hinsichtlich der Holzbestände des Landes erkennen. Durch Überrodung wurden die Harthölzer knapp.[207] Dies könnte teilweise mit der intensiven Metallverhüttung zusammenhängen.

Wissen um Umweltbedingungen beruhte wohl auf Erfahrungswissen. Denkbar ist allerdings eine Übertragung von Kenntnissen etwa aus der Landwirtschaft (Schlammdämme zur Kontrolle von Bewässerung) auf andere Wissensbereiche (Verhalten von Schlamm bei Regen).

Die ägyptische Architektur war stark von Tradition geprägt, was sich sowohl auf die Gebäudetypen als ganzes als auch auf einzelne Formen bezog. Neuerungen in der Sakralarchitektur waren im Verhältnis zur Länge des fraglichen Zeitraums selten und häufig religiös motiviert. Neue Typen (Pyramiden, Pylone) wurden im Laufe weniger Generationen entwickelt und dann sehr lange beibehalten. Von dieser generellen Tendenz gab es natürlich Ausnahmen.

---

199 Hölscher 1951, 33, Anm. 24.
200 Grallert 2001, 247f., 590.
201 Arnold 1994, 278; Goyon u. a. 2004, 321f.; Ventker 2012.
202 Goyon u. a. 2004, 315–321.
203 Zignani 2008, 153.
204 Fauerbach 2005, 91.
205 Unter S. 34 oben.
206 Arnold 1994, 99.
207 Siehe hier S. 63f.

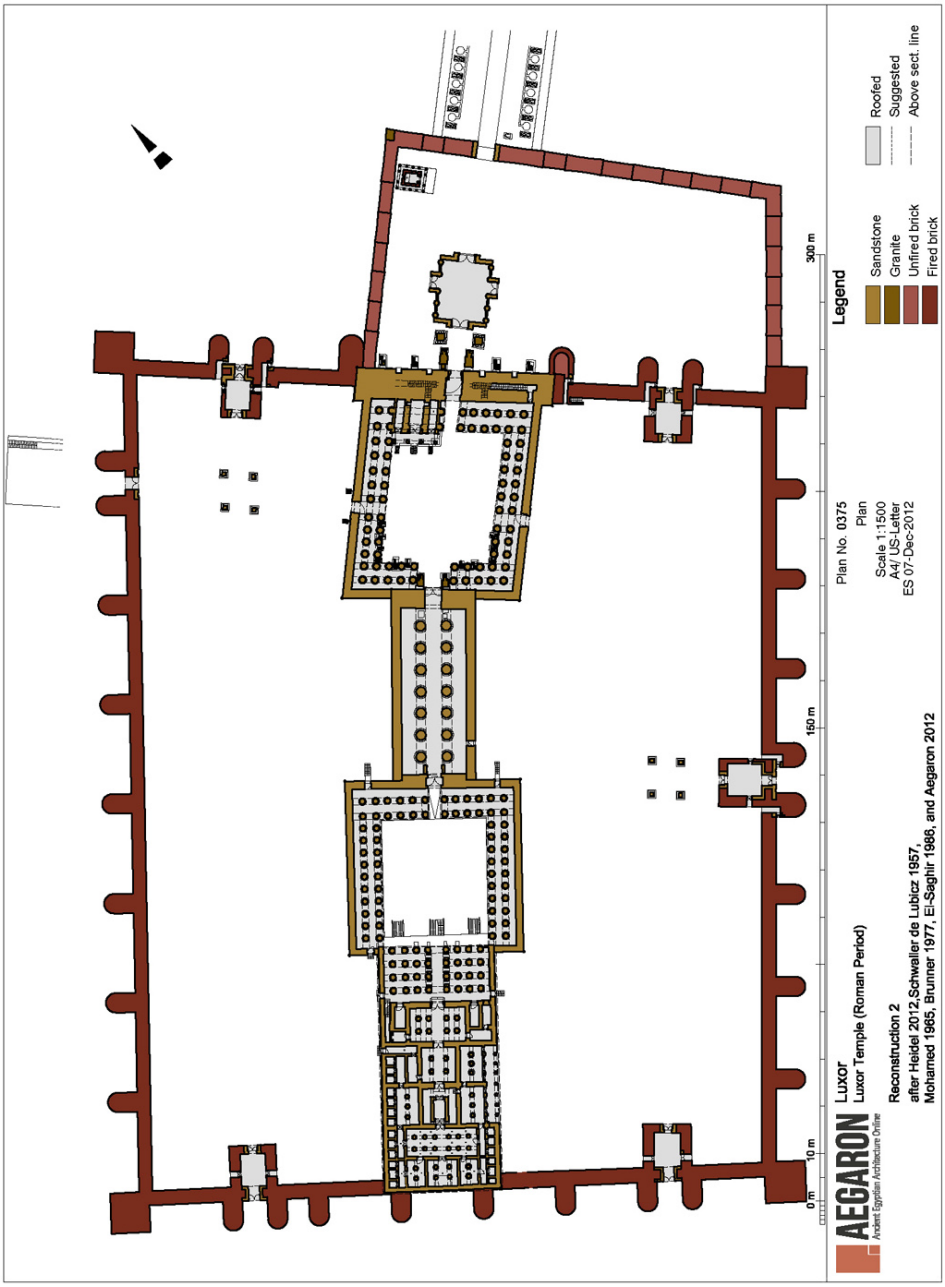

Abb. 1.18: Tempel von Luxor (Neues Reich) mit römischen Kastellmauern (Zeichnung: Eman Shokry; Aegaron 0375).

Ägypten ist es wie wenigen Kulturen gelungen, einen eindeutig wieder zu erkennenden Stil herauszubilden. Unklar ist, ab welcher Epoche dies ein bewusster Akt war – zumindest in der Frühzeit war man fremden Einflüssen gegenüber sicher offener. Später konnten diese Übernahmen aus anderen Kulturkreisen als Teil der eigenen Vergangenheit empfunden werden.[208] Noch später ist es dann diese Vergangenheit, auf die man sich besinnt, um die eigene Identität zu definieren. Im Bereich der bildenden Kunst sind zahlreiche Beispiele von Rückgriffen und – insbesondere bei Statuen – Wiederverwendungen bekannt.[209]

Die „steinerne Nachbildung" von Bauten aus vergänglichen Materialien ist kein Alleinstellungsmerkmal pharaonischer Sakralarchitektur, prägte sie aber vielfach. Das klarste Beispiel ist der Grabbezirk des Djoser in Saqqara, dessen Steingebäude teils gar nicht begehbar, sondern lediglich dreidimensionale Abbilder von Baulichkeiten waren, die in älteren Vergleichsbauten aus Lehm, Holz, Matten etc. errichtet worden waren. Die in dieser Zeit entwickelten Bautypen wie Mastabas und Pyramiden zeichnen sich aber insgesamt durch einen nur minimalen räumlichen Bezug zwischen der äußeren Bauform, die das Gebäude einer klar definierten Kategorie zuwies und symbolischen Charakter hatte, und den Innenräumen, die das Gebäude erst nutzbar machten. Dies übertrug sich auch auf die gesamte Tempelarchitektur, bei der die Innenräume ebenfalls wie aus dem Gebäudekörper herausgeschnitten wirken. Die Zeichenhaftigkeit der Gebäudeform funktioniert jedoch ebenso wie die Formen selbst unabhängig vom Gedanken der steinernen Nachbildung. So erfordern weder Lehmziegel noch Holz-Mattenkonstruktionen geböschte Außenwände,[210] die vermutlich Assoziationen wie Urhügel (Pyramide), Berge des Horizonts (Pylone) etc. transportieren. Anders verhält es sich mit der Bauornamentik (Kehle, Rundstab, Säulenformen), die eindeutig Bauelemente aus organischem Material steinern wiedergeben.

Sakralarchitektur ist vermutlich in allen Kulturen von rituellen Erfordernissen und religiösen Vorstellungen beeinflusst. So weisen beispielsweise die Gräber im Tal der Könige bis gegen Ende der 18. Dynastie einen etwa rechtwinkligen Knick in ihrer Achse auf, wohingegen ab der vom Sonnenkult geprägten Amarnazeit eine gerade Achse die Regel ist. Da die Grabarchitektur die Aspekte der Unterwelt abbilden soll, entwickelt sie sich mit den Unterweltsvorstellungen.[211] Die Arbeitsbedingungen waren in Gräbern mit gerade verlaufender Achse dank mehr Licht und Luft zweifellos besser, man kann jedoch ausschließen, dass derartige Überlegungen in diesem Falle eine Rolle gespielt haben. Dennoch ist Hornungs Aussage, die Ägypter hätten „architektonische Änderungen niemals nur wegen ihrer Zweckmäßigkeit oder während eines rein technischen Vorteils vorgenommen",[212] bestenfalls auf die Sakralarchitektur zu beschränken. So gehen die Krypten spätägyptischer Tempel m. E. in ihrem Ursprung auf die praktischen Vorteile einer mehrere Meter starken Mauer mit begehbaren Hohlräumen gegenüber einer ebenso starken massiven Mauer zurück. Derartig starke Mauern waren Teil des Entwurfskonzeptes, das keinen Bezug zwischen Innen

[208] Die Ägypter haben die Nischengliederung ihrer ‚Palastfassade' zweifellos als typisch ägyptisch angesehen. Mesopotamische Belege für Nischengliederung gibt es jedoch schon aus der zweiten Hälfte des 5. Jahrtausends v. Chr., etwa der Befund aus Tepe Gawra, Irak, siehe den Beitrag von Dietmar Kurapkat im Band I.

[209] Zu Rückgriffen hier S. 101. Tait (2003, 12) nennt außer dem häufigen Kopieren und Usurpieren von Statuen auch das Streben nach naher Lage des eigenen Grabes etwa zur Stufenpyramide von Saqqara als identitätsstiftende Rückwende.

[210] Dies war den Bauleuten natürlich bewusst, siehe etwa die Talbezirke von Abydos (Anfang 3. Jt.), die mit bis zu 7,5 m hohen Ziegelmauern eingefasst waren, welche – sofern erhalten – keinerlei Böschung aufweisen.

[211] Černý 1973b, 8f.; Hornung 1982, 37.

[212] Hornung 1982, 37.

und Außen zuließ. Nachdem man begonnen hatte, diese Mauern systematisch mit Gängen zu durchziehen, die über mehrere Geschosse liefen und das Mauerwerk weitgehend aushöhlten, führte man manche dieser Krypten einer kultischen bzw. praktischen Nutzung zu.[213] Ihr Ursprung liegt aber in der Bautechnik.

Viel ist über die Orientierung ägyptischer Sakralarchitektur nachgedacht worden und sie hat in der damaligen Architekturvorstellung zweifellos eine große Rolle gespielt.[214] Ihre praktische Umsetzung war nicht immer wie gewünscht möglich, weil die Topographie es u. U. gar nicht zuließ – etwa bei Felsgräbern: „… the entrance of a royal tomb was always supposed to be in the south and its end in the north, irrespective of the actual situation of the tomb".[215] Man löste das Problem durch entsprechende Inschriften – wo Süden draufstand, war Süden, auch wenn in dieser Richtung die Sonne unterging.

Andererseits war es oft gerade die Kulttopographie, die eine Orientierung inspirierte. Die altägyptische Wahrnehmung von Landschaft ist unterforscht. Zwar gab es keinen generellen Begriff für Landschaft und Landschaftsdarstellungen waren kein Stimmungsmotiv,[216] andererseits hat man die Regelmäßigkeit der Landschaft, den strengen Gegensatz zwischen Wüste und Fruchtland, die Gleichmäßigkeit von Nilüberschwemmung und Windrichtung etc., für das in dieser Kultur ‚ausgeprägte Ordnungsdenken' verantwortlich gemacht.[217] Für die Architektur liegt es jedenfalls nahe, dass spektakulär aufragende bzw. hoch gelegene Bauten sehr bewusst platziert wurden oder aus anderen Gründen an einer bestimmten Stelle errichtet wurden. Vor allem Jenseitsarchitektur wie Gräber und Totentempel etwa auf dem Plateau von Gisa haben starke Bezüge auf und in die Landschaft. Ihre Lage im westlichen Gebirge beruht sicher in erster Linie auf Jenseitsvorstellungen, dennoch ist es schwer vorstellbar, dass sich die Wirkung in die Landschaft hinein dem altägyptischen Betrachter völlig entzog. Tempel scheinen auf den ersten Blick nur selten an Landmarken orientiert bzw. auf ihnen errichtet worden zu sein, beispielsweise der Tempel auf dem Thotberg gegenüber von Karnak[218] oder die Tempel im Talkessel von Deir el-Bahri. Dieser scheinbare Negativbefund ist aber erst das Endergebnis einer intensiven kulturlandschaftlichen Entwicklung im engen Raum des Niltals, welche die ursprünglichen Verhältnisse überdeckte oder veränderte. An den wenigen Stellen, wo sich die ursprüngliche Situation noch erkennen lässt, gehen Heiligtümer und Landschaft ein starkes Wechselspiel ein.[219] Wenn man außerdem auch Kulturlandschaft als Landschaft begreift, sind die Bezüge der Tempel untereinander, die durch Blick- und Prozessionsachsen hergestellt wurden, hiervon nicht zu trennen. In der Beziehung auf ihre Umgebung unterscheiden sich Wohnbauten übrigens von Sakralbauten: Während erstere häufig eine geknickte Wegeführung aufwiesen, um eine gewisse Privatheit bzw. Exklusivität zu gewährleisten, waren Tempel stark auf die Durchgängigkeit von Ach-

[213] Insbesondere zur theologischen Ebene Waitkus 1997; zur praktisch-technischen Ebene Traunecker 1994; Fauerbach 2005, 130–135; in Tübingen entsteht derzeit eine Dissertationsarbeit von Stefan Baumann *Die Schatzkammer in den ägyptischen Tempeln*.

[214] Goyon u. a. 2004, 24–30.

[215] Černý 1973b, 28.

[216] Pitsch 1980.

[217] Hornung 1986, 41f.

[218] Zuletzt Vörös 1998. Jeffreys (2007, 14) nennt außerdem die Tempelbauten von Theben, Amarna und dem Gebel Barkal als Beispiele landschaftlich motivierter Kultorientierung, wobei bei diesen Beispielen eher von Platzierung in Landschaft als von Orientierung an Landschaft zu sprechen ist.

[219] Seidlmayer 2006; Kopp und Raue 2008; Vortrag von A. Effland über die Kulttopographie von Abydos in Kairo am 24.05.2010.

sen hin angelegt (Abb. 1.18).[220] Letzteres gilt auch für Privatgräber, deren weithin sichtbare Lage, also Wirkung in die Landschaft, überdies von höchster Priorität war.[221]

Nicht zuletzt waren Gärten, Seen, Baumpflanzungen etc. ein offensichtlicher Teil ägyptischer Architektur,[222] sowohl im Wohnbau[223] als auch im Tempel- und Grabbau.[224] Der hohe Organisationsgrad und ein starker Hang zu Geometrie beweisen, dass diese Anlagen Teil der architektonischen Planung waren.[225]

Sakral- und Profanarchitektur haben sich vielfach gegenseitig beeinflusst. Da der Tempel als Haus des Gottes angesehen wurde und dieser Gott gewissermaßen leibliche Bedürfnisse hatte, wiesen die Tempel Charakteristika des Wohnungsbaus auf. Im Gegenzug wird eine Beeinflussung der Tempelarchitektur durch Entwicklungen im Palastbau vermutet.[226] Die Grabarchitektur sucht sich ihre Vorbilder eher in der Sakral- als in der Profanarchitektur.[227]

Monumentalität ist ein augenfälliges Merkmal der ägyptischen Sakralarchitektur. Die dahinter stehenden Gründe waren vielfältig und die Ausprägung nicht kontinuierlich. Sowohl die Vorstellung des Göttlichen als etwas Monumentales, als auch die Funktion der Bauten als Denkmäler des eigenen ‚kulturellen Gedächtnisses' sind genannt worden.[228] Die Entscheidung, ob man möglichst groß oder möglichst qualitativ bauen wollte, wurde von den Herrschern offenbar individuell getroffen.[229] Thutmosis IV. beispielsweise ließ in Karnak eine Inschrift anbringen, die sich sehr explizit über die Wirkung der Monumentalität des Tempels äußert, den er erweitern ließ: „Seine große Länge, sie erreichte den Himmel, seine Strahlen erleuchteten die beiden Länder, er machte Karnak festlich, Oberägypten jubelte bei seinem Anblick."[230] Ein großes Bauwerk sollte also ganz unmittelbar in den Kosmos, in die Landschaft und auf den Menschen ausstrahlen. Ein Aspekt, den der Begriff der Monumentalität prinzipiell beinhaltet, von den Ägyptern aber besonders hervorgehoben wurde, ist der der Ewigkeit. Sarenput I. von Elephantine schrieb in einer Restaurierungsinschrift am Heqaib-Heiligtum „Ihre Bauausführung war wie das, was ein ‚Außenseiter' macht, der nicht an Dinge für die Ewigkeit denkt".[231] Den ‚Außenseiter' hätte ein Grieche vermutlich als ‚Barbaren' bezeichnet.[232]

Planungsniveau und Planungstiefe

Zahlreich sind die Versuche, generelle Entwurfs- und Proportionsprinzipien der ägyptischen Architektur zu ermitteln, etwa den goldenen Schnitt oder gleichschenklige Dreiecke. Corinna Rossi hat den Großteil dieser Versuche in einer 2004 erschienenen, umfassenden Arbeit

[220] Tempel von Karnak, die späten Tempel von Edfu, Dendara, Philae, Kom Ombo.
[221] Wasmuth 2003, 61.
[222] Hugonot 1989; Eigner 1995; Wilkinson 1998.
[223] Tietze 2008.
[224] Willems 2003.
[225] Wilkinson 1998, 6f.
[226] Siehe bspw. Konrad 2006.
[227] Wasmuth 2003, 57f., 61.
[228] Assmann 1991b, 13–24.
[229] Ein markantes Beispiel aus der 19. Dynastie sind Sethos I., der in sehr hoher Qualität baute, und sein Sohn Ramses II., der viel und offensichtlich auf Kosten der Qualität schnell baute. Das Streben nach ‚Masse statt Klasse' wird auch durch die Anzahl der von Ramses II. usurpierten Bauten deutlich.
[230] Urk. IV, 1557, zitiert nach Grallert 2001, 298f.
[231] Stele Nr. 9; Übersetzung und Kommentar Franke 1994, 155–175; siehe auch Grallert 2001, 194f.
[232] Zum Begriff des ‚Außenseiters' Franke 1994, 166f.

Abb. 1.19: Nekropole von Sheikh abd-el-Qurna, Theben. Der Typ des Saff-Grabes ist an einer Front aus regelmäßigen Pfeilerstellungen zu erkennen. Spätere Felsgräber haben lediglich einen einzigen Eingang (Foto: U. Fauerbach).

ad absurdum geführt.[233] Sie basieren meist auf völlig unzureichendem Planmaterial sowie auf mathematischen Vorgehensweisen, die den Ägyptern nicht vertraut waren.[234] Dennoch ist unzweifelhaft, dass altägyptischen Entwürfen Überlegungen zu Proportionen zugrunde gelegen haben, wenngleich es sich nicht um einige wenige, immer wiederkehrende Regeln, sondern um teils einfache, häufiger noch um komplexe Länge-Breite-Verhältnisse gehandelt zu haben scheint. Komplexität kann angesichts eines Maßsystems aus einer Elle à sieben Handbreit bzw. 28 Fingern kaum überraschen.[235] Hier besteht, insbesondere mangels detailgenauer Bauaufmaße vollständig erhaltener Architektur, noch Forschungsbedarf.[236] Es lassen sich aber bereits aus dem Ordnungsgrad der Bauten und Ensembles einige Schlüsse ziehen.

[233] Rossi 2004, 7–56. Besonders weit verbreitet sind Versuche, den goldenen Schnitt oder das sog. ägyptische Dreieck (ein gleichschenkliges Dreieck mit einer Basenlänge von 8 und einer Höhe von 5) zugrunde zu legen.
[234] Rossi 2004, 57–60, Zitat S. 86.
[235] Siehe bspw. Arnold 1994, 224f., s. v. Säulenproportion; Zignani 2008, 93f. Ein einfaches Verhältnis ist bspw. 3/5 (Grundriss des Naos von Edfu, Zignani 2008), ein komplexes 6/13 (= 1 : 2,16, Aufriss des 1. Pylons von Philae, Fauerbach 2005, Abb. 68).
[236] Auf hinreichender Grundlage mit Proportionen befasst sich beispielsweise Zignani 2008, 86–94.

Einen erheblichen Schub hat die Fähigkeit zur Raumplanung vermutlich durch die riesigen Königsgrabbezirke des Alten Reiches erhalten. Bereits der 277 x 544 m messende Grabkomplex des Djoser (1. H. 27. Jh. v. Chr.) setzt diesbezüglich weitgehende Kenntnisse voraus, die vermutlich bei der jährlichen Landvermessung (Abb. 1.15) nach der Nilschwemme erworben wurden.[237] Dass diese Planungen das Einzelobjekt übersteigen konnte, zeigen die neben den Königsgräbern angelegten Privatfriedhöfe des frühen Alten Reiches, etwa in Gisa und Dahschur (Abb. 1.16) etc.[238] Weit weniger systematisch angelegt scheinen die teils über mehrere Jahrtausende benutzten Friedhöfe der Provinzmetropolen (Assiut, Schenhur) zu sein, das gleiche gilt für die thebanischen Nekropolen (Abb. 1.19). Es bleibt Spekulation, ob es etwa vom Tal der Könige einen über die Jahrhunderte ergänzten Masterplan gab – das Touchieren älterer Felsgräber scheint trotz der Dichte der Anlagen die Ausnahme gewesen zu sein und könnte statt auf mangelnde Planung zudem auf Vermessungsfehler zurückgehen.[239]

Großmaßstäblich geplant wurden Gründungssiedlungen, also Arbeiterdörfer (Gisa[240], Deir el-Medine[241], Amarna[242]), Festungen[243] (Buhen, Uronarti etc., Abb. 1.20) und Pyramidenstädte[244] (el-Lahun) sowie Neugründungen (Qantir[245]). In diesen Fällen wurden die einzelnen Parzellen keineswegs zur individuellen Bebauung zugeteilt sondern Typenhäuser errichtet, an deren Größe und Ausstattung man jeweils den Status des Besitzers ablesen kann. Wenn diese Städte über ihre ursprünglichen Grenzen hinauswuchsen, scheint die Planung stark individualisiert worden zu sein (Elephantine[246]).

Eine ausdifferenzierte Planung für Einzelbauten – zu den Methoden im Einzelnen siehe weiter unten – lässt sich aufgrund der Quellenlage nur bei Sakralbauten nachweisen, wurde aber sicherlich auch für profane Großbauprojekte betrieben. Die großräumliche Gesamtplanung scheint sich hauptsächlich in der Grundrissebene abgespielt zu haben, wobei einzelne Elemente wie Türen in die Grundrisse geklappt wurden (Abb. 1.4, vgl. 1.14). Die getrennte Darstellung von Aufriss und Grundrissebene ist spätestens ab dem 2. Jahrundert in Werkzeichnungen gut belegt.[247] Planungen des Aufrisses beschränkten sich offenbar häufig auf die Angabe von Steigungen bei geböschten Gebäuden (Abb. 1.17).[248] Detailplanungen un-

[237] Dies vermutete bereits Herodot II, 109; siehe zuletzt Jeffreys 2007, 11. In zahlreichen Inschriften wurden die Ausmaße Ägyptens festgehalten, siehe Schlott 1969.

[238] Eyre 1987a, 9; Dodson und Ikram 2008, Pl.2 A–D.

[239] Bei der Ausschachtung von Grab KV 11 für König Sethnacht (Regierungsantritt 1186 v. Chr.) touchierte man versehentlich Grab KV 10, in dem König Amenmesse 1199 v. Chr. bestattet worden war. Černý (1973b, 7) vermutet, der Grabeingang von KV 10 sei gut versteckt und nicht mehr auffindbar gewesen. Da jedoch nur 13 Jahre zwischen Amenmesses Bestattung und Sethnachts Regierungsantritt lagen, müssen zumindest einige Arbeiter an beiden Baustellen tätig gewesen sein und die Lage des Eingang noch gekannt haben. Die beiden lang gestreckten Gräber laufen in einem spitzen Winkel von etwa 15° aufeinander zu, was leicht auf einen Vermessungsfehler zurückgehen könnte. Andere dicht nebeneinander liegende Gräber verlaufen entweder parallel zueinander (KV 3, 46, 4), im spitzen Winkel voneinander weg (bspw. KV 13, 14, 15; 16, 17, 18), oder auf verschiedenen Höhen (KV 8, 9, 57), siehe bspw. Dodson und Ikram 2008, Map 5D oder www.thebanmappingproject.com.

[240] Bussmann 2004; Lehner und Wetterstrom 2007.

[241] Meskell 2000.

[242] Kemp 1987; Arnold 2006.

[243] Vogel 1997.

[244] Quirke 2005; Lupo 2007.

[245] Czerny, von den Driesch-Karpf und Boessneck 1999.

[246] Ziermann 1993.

[247] Siehe bspw. Abb. 1.7.

[248] Siehe auch Hinkel 1981, Abb. 4, Abb. 5.

ternahm man hauptsächlich für die Bauornamentik (bestimmte Säulenformen, Hohlkehle), und zwar auf Basis von Zeichnungen und Modellen.

Hervorzuheben ist, dass es in der Planungstechnik eine starke Entwicklung gegeben zu haben scheint. Architekturmodelle von Details nahmen vermutlich ab der Spätzeit, sicher ab der Ptolemaierzeit, sprunghaft zu.[249] Ab der Ptolemaierzeit mehrten sich auch die Befunde von maßstäblichen Werkzeichnungen für die Detailplanung, während man vorher häufiger unmaßstäblich skizzierte und die Maße auf der Skizze vermerkte (Abb. 1.6, 1.11).

All dies darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass wir wenig Hinweise auf vollständige, zeichnerische Gebäudeplanung im modernen Sinne haben. Trotz des obligatorischen Verweises auf die Quellenlage darf man in Frage stellen, ob es sie immer gegeben hat. Die starke Kanonisierung des Bauens und die geometrisch stark vereinfachten Gebäudeformen machten es möglich, ein Gebäude sehr weitgehend auf Basis von Worten und Zahlen entstehen zu lassen. Ein Hinweis auf textliche Planungsunterlagen liefern beispielsweise die Bauinschriften einiger Tempel, eine im Neuen Reich entstandene Textgattung[250]: So verkündet die Bauinschrift des Horus-Tempels von Edfu um 110 v. Chr. vom Naos (*Edfou VII* 12,6–13,3):

> „Dies ist der große Sitz des Re-Harachte […]: Seine Länge beträgt 105 und seine Breite 63 Ellen. Oh wie herrlich ist seine Höhe, ganz und gar ausgezeichnet mit $22\frac{2}{3}$ Ellen. *Mesenet* (Raum I) liegt auf seiner Mittel(achse) als erste Kapelle […]. Seine Länge beträgt $8\frac{1}{3}$ Ellen, seine Breite $\frac{2}{3}$ Ellen. Seine Wände sind dekoriert mit der (Götter)neunheit von Mesenet […]. *Schetit* liegt rechts (westlich) davon, versehen mit den Schutzgöttern, mit den Maßen $7\frac{2}{3}+\frac{1}{6}$ auf $6\frac{2}{3}$ (Ellen) [etc.].“[251]

Von der Umfassungsmauer heißt es im Text *Edfou VII* 11,7-8:

> „Ihre Länge beträgt 240 Ellen, ihre Breite 90 Ellen, ihre gesamte Höhe 20 Ellen und die Dicke ihres Fundaments 5 Ellen.“

Diese Inschrift verdeutlicht wiederum die intendierte Funktion des Tempels als die Zeiten überdauernde Wissensquelle. Die Textredakteure, die uns diese Maße mitteilen wollten,[252] haben sicherlich auf die – wie auch immer gearteten – Planungsunterlagen zurückgegriffen. Keineswegs werden sie die Maße mit Ellenstab und Strick dem Gebäude selbst entnommen haben, was die Abweichungen zwischen Text und Bau erklären könnte.[253] Diese Abweichungen können als Hinweis verstanden werden, dass man beim Bauvorgang durchaus leicht improvisierte, etwa bei den Raumgrößen. Die Planung von komplizierten Details scheint dafür umso akribischer gewesen zu sein.

---

[249] Der Befund ist vermutlich durch die Tatsache verzerrt, dass etwa $\frac{4}{5}$ der bisher bekannten Architekturmodelle Säulen, Säulenabschnitte und insbesondere Kapitelle darstellen. Mit der Entwicklung der Kompositkapitelle in der 26. Dynastie stieg der Bedarf nach entsprechenden Detailmodellen, da verschiedenen Säulentypen innerhalb eines Gebäudes nun stark variierten und die Herstellung der reichen Kapitellformen eine detaillierte Planung erforderte.

[250] Goyon u. a. 2004, 37. Das Errichten von Göttertempeln gehört seit dem Neuen Reich zu den Funktionen, die ein König zu erfüllen hat.

[251] Übersetzung nach Kurth 2004, 14, 16f.

[252] Eine vergleichbare Quelle, zwei Baugraffiti aus Luxor aus der Zeit Alexanders des Großen, übersetzt Abder-Raziq 1983. Die Quelle aus Luxor nennt ebenso wie die Bauinschrift aus Edfu auch Bauzeiten, was für frühere Bauinschriften untypisch ist, Grallert 2001, 253, Anm.1.

[253] Cauville und Devauchelle 1984.

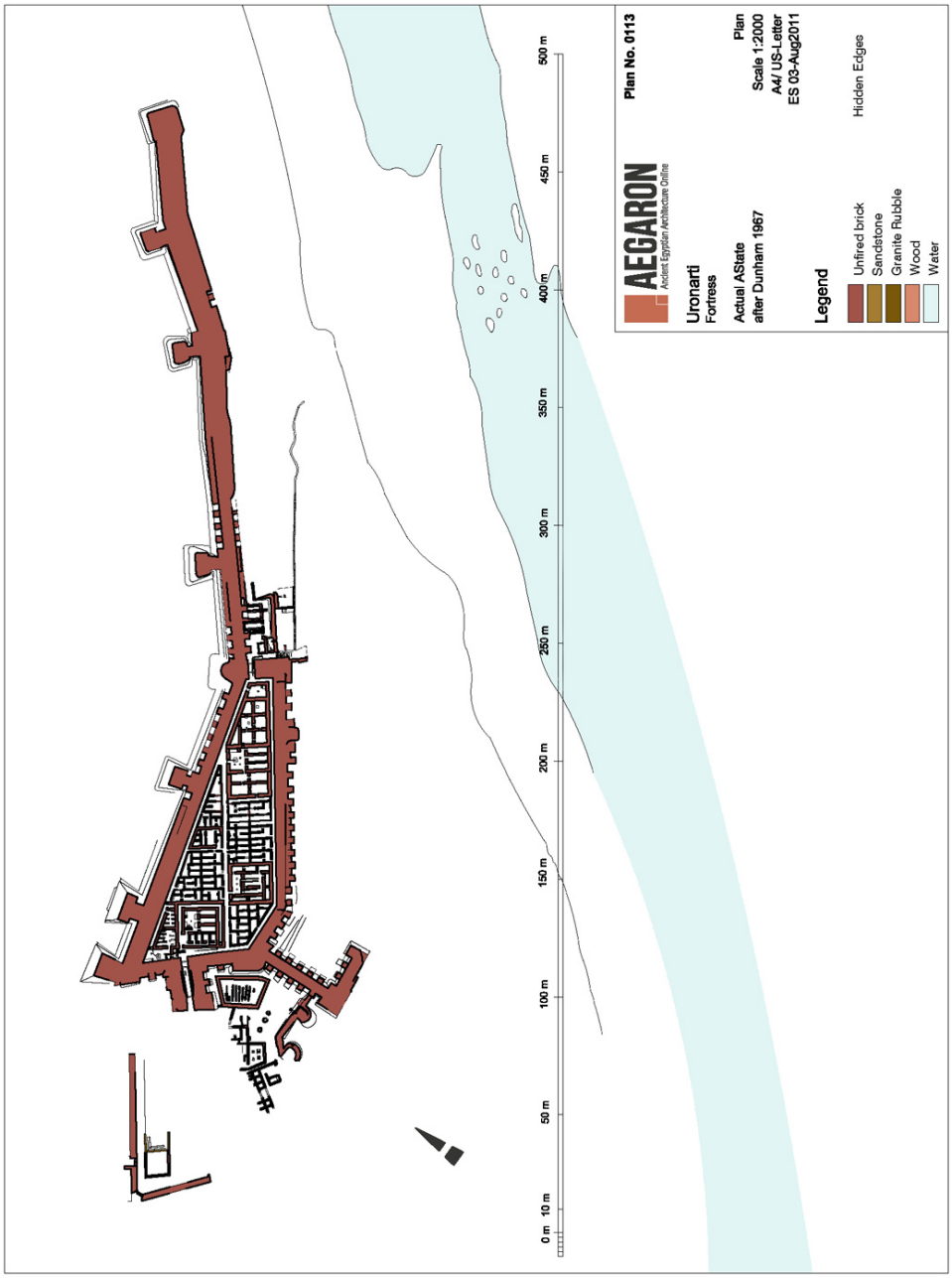

Abb. 1.20: Festung von Uronarti, Mittleres bis Neues Reich. Zustand nach Ausgrabung von Dunham 1967 (Zeichnung: E. Shokry; Aegaron 0113).

Planungs- und Entwurfstechniken

Es haben sich eine Reihe von Architekturzeichnungen und -modellen aus dem Alten Ägypten erhalten, die zwei Hauptmerkmale auszeichnet: 1. Sie fallen in untereinander höchst unterschiedliche Gruppen auseinander. 2. Kein Beispiel genügt unseren Vorstellungen einer vollständigen Vorlage. Hier der Versuch einer Kategorisierung:[254]

1. Sorgfältig detaillierte Schaupläne, meist auf Papyrus, mit erklärenden Beischriften und/oder Maßen, weisen graphische Elemente (z. B. Wasserlinien) auf, nicht in sich maßhaltig[255] (Abb. 1.5).
2. Ausführungspläne, selten auf Papyrus, häufiger in Stein geritzt (Abb. 1.7), detailliert und immer Details oder kleinere Bauteile betreffend, in Grundriss und Ansicht unterteilt, in sich maßhaltig, spätestens ab 110 v. Chr. auch maßstäblich verkleinert.[256]
3. Skizzen, auf Ostraka oder Wänden, meist grob in Tinte ausgeführt, oft mit Maßen, nicht in sich maßhaltig (Abb. 1.4, 1.11).[257]
4. Die Architekturmodelle, die mit im weitesten Sinne mit Bauplanung und -ausführung in Zusammenhang gebracht werden können, lassen sich funktional entweder zu den Plänen der Gruppe 1 (Demonstration) oder 2 (Aufführungshilfen) zuordnen. Letztgenannte betreffen wiederum fast ausschließlich Details (Abb. 1.8).[258] Manche von ihnen wurden, wohl meist sekundär, als Votivgaben verwendet. Andere scheinen aus dem Ausbildungsbereich zu stammen.[259]

Zur Planung der Gebäude hat m. E. nur Gruppe 2 gedient. Diese Detailpläne und die offenbar dazugehörigen Modelle geben auch Einblick in die Planungstechnik; es darf jedoch bezweifelt werden, ob sich diese Erkenntnisse auf die Gesamtplanung übertragen lassen. Diese erfolgte mutmaßlich zumindest zum Teil auf Textbasis; zumindest waren textliche oder mentale Notizen von Maßen erforderlich, um die uns vorliegenden Sachquellen zu ergänzen. Ein Grund dafür könnte gewesen sein, dass die maßstäbliche Verkleinerung eine

[254] Zu Bauzeichnungen zuletzt Rossi 2004, 96–128; Goyon u. a. 2004, 78–89, 245–247; weitere Literatur bei Goyon u. a. 2004 sowie Arnold 1994, 36f. Eine Sammlung der bis 1993 bekannten antiken Bauzeichnungen, die die Quellen allerdings nicht in ihrem archäologischen bzw. baulichen Zusammenhang stellt, gibt Heisel 1993. Weiter zu verfolgende Ansätze zu einer Kategorisierung der ägyptischen Zeichnungen bei Černý 1973b, 23–34; Rossi 2004, 96–127.

[255] Beispiele: Grundriss eines Tempels, pBerlin 15781 und 15782, Müller 2002. Grundstücksplan auf einer Holzplatte, MMA acc. 14.108, 18. Dyn., Arnold 1991, 8, Nr. 8, Abb. 1.3; Goyon u. a. 2004, Abb. 48. Plan des Grabes Ramses' IV. auf Papyrus, pTurin 1885, 20. Dyn., Lepsius 1867; Carter und Gardiner 1917; Černý 1973b, 24; Hornung 1982, 70; Arnold 1991, 8, Nr. 13, Abb. 1.5; Rossi 2004, 104, 144; zuletzt Goyon u. a. 2004, 85f. mit weiteren Literaturhinweisen. Plan des Grabes Ramses' IX auf einem Ostrakon, Kairo CG 25184, Arnold 1991, 8; Rossi 2001; Goyon u. a. 2004, Abb. 54, Nr. 14.

[256] Zeichnungen von Säulen, Kapitellen, Hörneraltären, einem Gesims etc., siehe Fauerbach 2005, 248–266. Zu den dortigen Hinweisen ist eine Werkzeichnung aus dem 1. Jahrhundert. v. Chr. hinzuzufügen, siehe Dijkstra 2012.

[257] Beispiel: Kurve mit Stichmaßen, Kairo JE 50036 (hier Abb. 1.6), Arnold 1991, 8, Nr. 1, Abb. 1.1; Goyon u. a. 2004, Abb.42. Zeichnung einer Treppe mit Türe, Ostrakon, Neues Reich, Arnold 1991, 8, Nr. 16; Steinbruchgraffito mit dem Grundriss eines Tempels (?), Arnold 1991, 8, Nr. 12, Abb. 1.4; Goyon u. a. 2004, Abb. 52.

[258] Zu Modellen Edgar 1906; Tomoum 2003; Fauerbach 2009; sowie Fauerbach: Designing Details – Architectural Models from Ancient Egypt, in: *La maquette, un outil au service du projet architectural, Colloque international, Cité de l'architecture et du patrimoine, Paris, 20–22 mai 2011*, im Druck. Daneben gibt es eine große Anzahl von Architekturdarstellungen in Form von Malerei, Relief oder Modell, die beispielhaft gebaute Architektur wiedergeben, jedoch eine rein religiöse Funktion haben und mit Bauplanung und -ausführung nichts zu tun haben, siehe hier Abb. 1.14.

[259] Bspw. die Stücke Kairo TR 16.3.24.1, JE 39560, JE 17452, JE 39550, CG 33396/JE 36501, siehe Edgar 1906, 49, Taf. 20; Tomoum 2003, Taf. 85c, d oder JE 87908, Tomoum 2003, Taf. 87.

relativ späte Entwicklung war. Eine maßhaltige Zeichnung konnte also nur 1:1 erfolgen, ein Verfahren, das man während des Baus beim Aufriss auf die Fundamente auch anwandte.[260] Zu diesem Zeitpunkt müssen die Maße aber weitestgehend festgestanden haben. Eine Definition in Textform scheint auch deshalb möglich, weil die meisten Neuentwürfe lediglich Modifizierungen bereits erprobter Entwürfe waren. Wenn man beispielsweise zahlreiche Pylone vor Augen hat, deren Breite-Höhe-Verhältnis 2,5 : 1 beträgt, ist die Errichtung eines Baus mit 2,1 : 1 ein abschätzbares Wagnis.[261]

Architekturmodelle[262] sind ebenfalls in der Bauplanung verwendet worden, offenbar besonders für Baudetails. Mir ist nur ein Modell aus Ägypten bekannt, das mehrere Räume im Zusammenhang wiedergibt (Abb. 1.9).[263] Das 72,5 cm lange Kalksteinobjekt bildet das Gangsystem der königlichen Pyramide Amenemhats III. in Hawara ab, allerdings extrem verkürzt, also nicht maßhaltig. Das Detail eines hölzernen, im Modell beweglichen Verschlussblocks sowie die schematische Andeutung von zwei weiteren Verschlussmechanismen[264] deuten darauf hin, dass die Sicherung der Bestattung ein Hauptthema des Modells war. Als Kommunikationsmodell mit dem Bauherrn war es hervorragend geeignet.

Weitaus häufiger waren Detailmodelle von Türlaibungen und Wasserspeiern und insbesondere von Säulen (Abb. 14), die in hoher Zahl erhalten sind, allein das Ägyptische Museum in Berlin und das Ägyptische Museum Kairo besitzen je über 20 dieser Objekte und der Louvre sechs.[265] Sie werden meist pauschal in die griechisch-römische Epoche datiert, was häufig auch zutreffen wird, jedoch stammen viele offenbar aus der 30., manche sogar aus der 26. Dynastie, und ein Modell einer Papyrusbündelsäule, das in Deir el-Medine gefunden wurde,[266] datiert laut Inventareintrag in die 21. Dynastie. Wie viele andere Objekte aus dieser Gruppe stellt es verschiedene Arbeitsschritte dar und weist Reste von Hilfslinien auf, kann also mit ziemlicher Sicherheit als Arbeitsmodell identifiziert werden. Die handliche Größe[267] erlaubte es, das Modell mit auf die Baustelle zu nehmen und dort mit sich herumzutragen. Interessant ist auch eine Gruppe von ursprünglich zwölf Kapitellmodellen, die angeblich aus Tuna el-Gebel stammen und in Berlin aufbewahrt werden. Sie sind eindeutig im gleichen Maßstab gefertigt, sechs von ihnen sind identisch als Sistrumkapitelle gestaltet. Hiermit war es möglich, die Anordnung der Kapitelle und die Wirkung der Interkolumnien auszuprobieren. Da für keines der Modelle bisher ein zugehöriges Gebäude identifiziert werden konnte, kann nicht bewiesen werden, ob es sich um maßstabsgerechte Verkleinerungen der zu fertigenden Kapitelle handelte, an denen Maße abgegriffen werden konnten.[268]

---

[260] Das ägyptische Nomen *snṯ* bedeutet ebenso Grundriss wie Fundament bzw. Baugrube, was das vermutete Planungsverfahren widerspiegelt, zu dem Wort siehe Erman 1930, 178f.; Hannig 1995, 724.

[261] Zu diesen Proportionsverhältnissen im Aufriss und ihrer Entwicklung Fauerbach 2005, 180f.

[262] Gemeint sind hier nicht die überaus zahlreichen Miniaturen von Werkstätten, Getreidespeichern etc., die im Mittleren Reich zur Grabausstattung der Oberschicht gehörten, sondern Modelle im Sinne der griechischen *paradeigmata*, siehe Rossi 2004, 135–139.

[263] Arnold 1987, 86–88; Arnold 1991, 9–11.

[264] Arnold 1987, 87 sieht in diesen eher Architrave, s. dort Anm. 214 und vgl. Petrie 1890, Plan II.

[265] Allen drei Museen sei herzlich für die Erlaubnis gedankt, die Objekte im Original studieren zu dürfen.

[266] JE 43655, 1912 von Emile Baraize.

[267] Breite 7 cm, Höhe 19 cm. Das leider stark abgewitterte Stück ist auf einen rezenten Holzsockel montiert, sodass nicht zu erkennen ist, ob es möglicherweise unten abgebrochen ist; wahrscheinlich sind 10–15 cm zu ergänzen.

[268] Fauerbach 2009.

1.2.3 Logistik

Transport

Langstreckentransporte erfolgten so weit wie möglich über Flussarme und Kanäle, wobei flussabwärts gerudert, flussaufwärts mit dem Nordwind gesegelt wurde. Das größte Wagnis hierbei war sicherlich, die schweren Lasten zu verladen und sicher auf den Schiffen zu vertäuen, damit das Schiff nicht aus dem Gleichgewicht geriet, insbesondere bei Obelisken, Monumentalstatuen und monolithischen Säulen.[269]

Abb. 1.21: Steintransport in Athribis unter Leitung von Rais Gamal Ghasab, 2012, mit einer Seilwinde (nicht im Bild). Der mehrere Tonnen wiegende Block ist auf eisenummantelten Rollen gelagert, die sich auf Holzschienen drehen. Das Holz ist hohem Verschleiß ausgesetzt (Foto: U. Fauerbach).

Es wurde jedoch auch über Land transportiert, Straßentrassen sind ab dem Alten Reich nachweisbar.[270] Vor allem die in der Ostwüste gewonnenen Materialien konnten nur auf dem Landweg in das Niltal gelangen. Die Oasen der Westwüste waren generell nur über Straßen zu erreichen. Der Schwerlasttransport erfolgte je nach Trinkwasserversorgung[271] entlang der Strecke mit Eseln oder Ochsen als Zugtiere,[272] vielfach aber auch mit Menschenkraft (Abb. 1.10). Als Hilfsmittel dienten Schlitten und untergelegte Rollen (vgl. Abb. 1.21), sel-

[269] Einen Überblick zum Thema Transport geben Partridge 1996; Partridge 2000; Köpp 2006.
[270] Siehe auch hier S. 86.
[271] Zu dem zur Wasserversorgung betriebenen Aufwand, Graeff 2005, 12f. Eyre (1987a, 15–18) legt dar, dass insbesondere die kühleren Jahreszeiten für Steintransporte aus der Wüste genutzt wurden.
[272] Arnold 1991, 37; Goyon u. a. 2004, 179. Dargestellt und erläutert bspw. auf einer Felsstele des Ahmose in Tura, Urk. IV 25.7–15, Grallert 2001, 536.

tener Wagen, sowie natürlich Seile. Für Kurzstreckentransporte, insbesondere auf den Transportrampen, hat man die Lasten wohl mit Menschenkraft bewegt, da diese besser zu koordinieren waren (vgl. Abb. 1.22). Für Steinbrüche legte man Transportstraßen bzw. -pisten von beträchtlicher Länge an (bis 80 km).[273]

Zusammenfassend ist zu betonen, dass der Transport schwerer Lasten bereits in frühdynastischer Zeit über weite Strecken erfolgte, wie anhand der landesweiten Verwendung des nur im Süden bei Assuan vorkommenden Rosengranits nachweisbar ist. Die benötigten Kenntnisse waren hauptsächlich organisatorischer Natur, da die angewandten Lösungen zwar technisch einfach waren, aber große Mengen von Arbeitern und Material erforderten. Bei Transport aus der Wüste kam die erschwerte Versorgungslage hinzu.

Ein anschauliches Schriftstück aus der Transportlogistik ist uns aus dem Neuen Reich erhalten. Der Schreiber Hori wird von seinem Vorgesetzten angewiesen, drei große Steinblöcke zu einer Tempelbaustelle transportieren zu lassen. Ihm werden das Ziel, die ihm zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte, die für die Ausstattung zuständigen Institutionen (Schatzhaus und Scheune) sowie der Transportweg genannt, begleitet von Anweisungen, wie Verzögerungen des Transports zu verhindern sind.

> „The royal scribe, steward and major of Thebes, Huinefer, speaks to the scribe of the district of Thebes, Hori. This letter is brought to you to the following effect: Apply yourself to making them work in the temple of Ramses ‚Beloved of Amun'. Slack not, be not remiss! Look, a great number of men are there with you, apart from three companies of soldiers, with 600 men in them, 200 (to) each. You shall cause to be dragged these three large stones which are placed at the entrance of the house of Mut, not letting one single day slip by with their corn-ration and their ointment. Look, I spoke with the scribes of the Treasury as well as with the scribes of the granary … Inquire about their work you also, namely (that of) dragging stone … you having yourself relinquished the road to the soldiers. Let it not come to pass that some idle whilst the others work, their standard bearers having seized the others for the sake of performing their (own) commissions. And when they are finished with the task you shall dispatch the barge to convey stones by water, after you have placed their superiors over them, giving no order to a sock solder to erect the stone. Likewise the people – mind they do not desert the boat on the way so that it becomes like that which has not yet departed. When it reaches you on the day of mooring, let not one single man be idle on the task of emptying it. Look, a great number of men are in it, apart from many captives. … Take note of this!"[274]

Baustellenlogistik

Für die ägyptische Monumentalarchitektur prägend war die massenhafte Verfügbarkeit unqualifizierter Arbeitskräfte, die – vereinfacht ausgedrückt – auf die erfolgreiche Lebensmittelproduktion einerseits und den totalitären Staatsapparat andererseits zurückging. Manche

[273] Arnold 1994, 213 s. v. Rampe.

[274] pTurin B, verso 2,4–4,4, publiziert Gardiner 1937, 126f.; Übersetzung nach Caminos 1954, siehe auch Goyon u. a. 2004, 195f.

Abb. 1.22: Diese Rekonstruktionszeichnung stellt den Luxortempel während der Errichtung der Umfassungsmauer nebst steinernem Eingangsportal in der 30. Dynastie dar (4. Jh. v. Chr.). Die Zeichnung illustriert, wie raumgreifend die pharaonischen Baustellen waren und wie stark sie in die Lebenswirklichkeit beispielsweise der Anwohner eingriffen, insbesondere durch die langen Transportrampen (Zeichnung: J.-C. Golvin).

Bauten wie die Pyramiden von Gisa wären ohne diese Voraussetzungen nicht realisierbar gewesen. An einigen Stellen lässt sich ein gezielter, maximaler Einsatz unqualifizierter Kräfte beobachten, Fachkräfte waren offenbar vergleichsweise knapp.[275] Dieser Faktor hat die

[275] Aston, Harrell und Shaw 2000, 64.

Entwicklung ökonomischer Arbeitstechniken etwa im Lastentransport möglicherweise verhindert, da eine Innovation nicht notwendig erschien.

Ägyptische Baustellen wird man sich stark hierarchisch durchorganisiert vorzustellen haben.[276] Als Gewerke nachweisbar[277] sind Schreiber, Schmiede, Seiler und Korbmacher, Steinbrecher, Festmacher, Zugkräfte und Schiffer, ferner Ziegler, Schlamm-Anmischer, Mörtelmischer und Gipsmacher, Steinmetzen, Bildhauer, Verputzer und Maler. Sowohl die bauspezifischen Quellen als auch jene, die die übrige Landesverwaltung widerspiegeln, zeigen uns ein Ausmaß an Kontrolle von Mensch und Material, das kaum Raum für individuelles Handeln zu lassen scheint. Die Arbeiterschaft war in feste Gruppen unterteilt, deren Mitglieder in Listen vermerkt und deren Erscheinen täglich kontrolliert wurde.[278] Wechselte bspw. während des Transports eines Steinblocks die Schiffsmannschaft, so wurde dies auf dem Block vermerkt.[279] Gleichzeitig führten die Schreiber akribisch Buch über sämtliche Materialmengen.

1.2.4 Material

Das verwendete Material ist das Architekturkriterium, das die Ägypter in Selbstzeugnissen am deutlichsten hervorgehoben haben, und das weit mehr als die Dimension, geschweige denn die Struktur eines Gebäudes. Selbst in sehr kurzen Bauinschriften wurde das Baumaterial fast immer genannt.[280] Es bestimmte den Wert eines Bauwerks wesentlich mit, wobei Stein wertvoller als Ziegel war. Dies wird insbesondere deutlich, wenn ein Vorgängerbau ersetzt wird: „…das Errichten … eines Tempel aus nubischem Sandstein – aus Ziegeln (gebaut) und sehr verfallen fand meine Majestät (ihn) vor.“[281] Die Stiftung eines Tempels wurde durch den Wert des Materials gesteigert, wobei die die Zeiten überdauernde Beständigkeit der Materialien für das Andenken des Stifters von besonderer Bedeutung war: „Seine Majestät war es, der diesen Tempel, den [sein Vater … gemacht hat] – gebaut aus Stein von ewiger Arbeit, mit Mauern darum aus Ziegeln, Türflügeln aus Zedernholz, überzogen mit Kupfer und Türen aus festem roten Granit – vollendete, aus dem Wunsch heraus, dass der große Name seines Vaters … bis zur Ewigkeit dauere“.[282]

Holz

Ägypten ist ein holzarmes Land. Holz spielte daher im Vergleich zu Stein und Ziegeln als Baustoff eine untergeordnete Rolle. Dennoch darf seine Bedeutung nicht unterschätzt werden: Das verbaute Holz ist trotz der hervorragenden Erhaltungsbedingungen in Ägypten seltener auf uns gekommen als Stein oder selbst Nilschlamm, sodass man dazu neigt, ihm zu wenig Aufmerksamkeit zu schenken. Allein die Flussschifffahrt muss dazu geführt haben, dass die Niltalbewohner schon früh weit reichende Kenntnisse im Holzbau hatten, wobei

[276] Für das Alte Reich siehe Eyre 1987a, 25–27.
[277] Goyon u. a. 2004, 35.
[278] Simpson 1975.
[279] Arnold 1990, 22f.
[280] Ähnliches lässt sich für die Statuenproduktion feststellen (Aufrère 1991).
[281] Bauinschrift Thutmosis’ III. im Tempel von Semna, Übersetzung nach Grallert 2001, 157, Quelle T3/Wf093.
[282] Bauinschrift Amenophis’ II. im Tempel des Chnum auf Elephantine, Übersetzung nach Grallert 2001, 190, Quelle A2/Bb002. Siehe auch Grallert 2001, 282, Quelle T3/KS007.

der Zusammenhang zwischen Schiffsbau und Architektur hier bestenfalls gestreift werden kann.

Die ursprünglich aus Mesopotamien stammende Dattelpalme ist heute die wohl am stärksten vertretene ägyptische Baumart und wurde am häufigsten für einfache Bauaufgaben (Decken und Stützen im Ziegelbau, einfache Brücken etc., s. Abb. 1.32) eingesetzt.[283] Ein entscheidender Vorteil der Dattelpalme gegenüber den lokalen Hartholzbäumen[284] war sicherlich ihr gerader Wuchs.

Die Zeder gilt gewissermaßen als das ägyptische Importbauholz schlechthin, die Tanne spielte jedoch eine mindestens genauso große Rolle. Die Ägypter selbst unterschieden die beiden Nadelhölzer terminologisch: *ꜥš* = Tanne, *mrw* = Zeder.[285] Tannenholz ist aufgrund seines geraden Wuchses für manche Zwecke besser geeignet. Libanonzedern[286] haben 1–2,5 m dicke Stämme und werden 30–40 m hoch, allerdings gabeln sich die Stämme ab etwa $\frac{2}{3}$ der Höhe, was die Nutzung teilweise einschränkt.[287] Das rötlich-braune Holz zeichnet sich durch seine hohe Widerstandsfähigkeit aus.[288] Der wohl berühmteste altägyptische Gegenstand aus Zedernholz ist das Boot des Königs Cheops (Anf. 26. Jh. v. Chr.). Bei den meisten Funden aus Zedernholz handelt es sich jedoch um Särge und Kleinmöbel. Tannen werden bis zu 30 m hoch und kamen im Libanon, in Syrien und Teilen der heutigen Türkei vor. Das gelblich-weiße Holz ist im Gegensatz zu Zedernholz für Masten (Schiffsmasten, Flaggenmasten) geeignet, jedoch weniger widerstandsfähig.[289]

Reiner Holzbau konzentrierte sich nach bisherigem Kenntnisstand im alten Ägypten auf den Möbelbau und – noch wichtiger – auf den Schiffsbau,[290] der erhebliche Impulse etwa in der Verbindungstechnik gegeben haben dürfte. Die ältesten aus mehreren Planken gezimmerten Boote scheinen bereits aus der Naqada-II-Zeit zu stammen.[291]

Vieles spricht dafür, den Holzskelettbau mit Mattenbehang und Schlammbewurf als die ursprünglichste Bautechnik im Niltal anzusehen. Von den Bauten in den prädynastischen Siedlungen von Merimde, el-Omari, Maadi, Hierakonpolis etc. sind zwar meist nur noch die Pfostenlöcher zu erkennen,[292] jedoch wurden die frühzeitlichen Kultbauten in späterer Zeit sowohl im Flachbild dargestellt als auch im Steinbau umgesetzt (Djoser-Bezirk), sodass sich eine ungefähre Vorstellung gewinnen lässt.[293]

Nach der Verbreitung von Ziegel- und Steinquadermauerwerk wurde Holz entweder zur Eindeckung oder für Stützen eingesetzt, letzteres fast ausschließlich im Ziegel- und Holz-Matten-Bau. In den Königsgräbern der 1. Dynastie wurden die Kammern aufwändig ausgezimmert, um die Bestattung zu schützen.[294] Zur Mauerwerksverstärkung wurden vielfach Holzstämme in der Läufer- sowie in der Binderebene und zur Eckverstärkung eingesetzt, ins-

[283] Gale 2000, 348.
[284] Siehe zu den einzelnen Arten und ihrer Verwendung Gale 2000; zu Balkenlängen Killen: in Gale 2000, 367.
[285] Den Hinweis auf den häufigen Übersetzungsfehler *ꜥš* = Zeder verdanke ich S. Seidlmayer.
[286] Weiterhin gibt es bis heute Zedern auf Zypern und in der Türkei.
[287] Loret 1916, 33–51 (40–44).
[288] Gale 2000, 349.
[289] Gale 2000, 348.
[290] Landström 1974.
[291] Killen in: Gale 2000, 367f., mit neuerer Literatur zum Schiffsbau.
[292] Ausnahmen bei Kemp 2000, 78f.
[293] Arnold 1977.
[294] Arnold 1994, 109 s. v. Holz; Arnold 1977, s. Anm. 6; Dreyer 1998, 142–144; Dreyer in: Dreyer und Polz 2007, 197f.; neue Ergebnisse sind von der zur Zeit an der TU Berlin entstehenden Dissertation von Martin Sählhof: *Abydos, Umm el-Qaab. Grabkomplex O/Djer. Bauforschung und Baudokumentation* zu erwarten. Auch Schreine

besondere in Wohnhäusern in ptolemäischer bis spätantiker Zeit,[295] bereits davor bei sehr starken Mauern (bspw. Umfassungsmauer, Festungen[296]) in Läufer- und Binderebene.[297] Möglicherweise haben diese Stämme auch als Gerüstauflager gedient.[298]

Innerhalb der steinernen Tempel muss man sich zudem eine Reihe teils leichter, teils auch größerer Holzarchitekturen – etwa Baldachine oder Pavillons – vorstellen, die wir jedoch nur aus Beschreibungen kennen.[299] In der Spätzeit (ab 1. H. 7. Jh.) wurden diese Bauten teilweise in Stein umgesetzt und dann mit Holz überdacht.[300] Spannweiten der Dächer von bis zu 13,30 m,[301] über deren Konstruktion wir leider nichts Näheres wissen, deuten auf beträchtliche Erfahrungen und Fähigkeiten hin, die vielleicht eher aus dem Schiffsbau als dem einheimischen Holzhausbau stammen, aber auch auf Einflüsse von außen zurückgehen können.

Einen hohen Aufwand verursachten auch die Flaggenmasten, die vor den Tempelpylonen aufgestellt wurden. Da sie den jeweiligen Pylon (Höhe teils über 30 m) überragen sollten, wird diskutiert, ob man manche Masten aus mehreren Stämmen zusammengesetzt hat,[302] wobei das Aufrichten das größte Problem gewesen sein dürfte. Kaum weniger komplex wird die Befestigung der Masten an den Gebäuden gewesen sein.[303]

Daneben war Holz insbesondere im Ziegelbau für Sturze, Gewände, Schwellen, Türblätter, [304] Fenstergitter etc. unverzichtbar, gelegentlich wurde es für Treppenbeläge verwendet.

Der im Neolithikum noch beträchtliche Baumbestand an Akazien, Tamarisken und Sykomoren wurde in der Folgezeit durch den Menschen weitgehend dezimiert.[305] Als der Beamte Uni in der 6. Dynastie mit dem Bau von drei Transportschiffen in Oberägypten betraut wurde, bewältigte er diese Aufgabe nur deshalb in der Frist eines Jahres, weil er das Akazienholz aus Nubien bezog.[306] Königin Hatschepsut ließ für die Transportschiffe, mit denen ihr Obeliskenpaar von Assuan nach Karnak verschifft werden sollten, Sykomorenholz im ganzen Land schlagen, da der Bestand vor Ort nicht ausreichte.[307] Die Bestimmung, dass

---

und Särge in späteren Königsgräbern nahmen zum Teil Dimensionen an, die den normalen Möbelbau übersteigen, bpsw. im Grab des Tutanchamun (Piankoff 1951).

[295] Arnold 1994, 109 s. v. Holzbau.

[296] Goyon u. a. 2004, 117.

[297] Kemp 2000, 90f.

[298] Goyon u. a. 2004, 121.

[299] Arnold 1977; Chassinat 1966, 63f.; Chassinat 1968, 607 (pavillon de couverture) beispielsweise zitiert die Beschreibung eines hölzernen Pavillons im Tempel von Edfu, getragen von 14 Säulen und mit den Maßen L 3,66 m, B 1,83, H 4,18. Vermutlich handelte es sich um eine sehr leichte Konstruktion, die teilweise mit Stoff bespannt wurde.

[300] Das älteste Beispiel wird, allerdings unsicher, Schabaka (713–698 v. Chr.) zugewiesen, eine ganze Reihe von Vergleichsbauten datieren in die Zeit des Taharqa (690–664 v. Chr.).

[301] Arnold 2001.

[302] Für zusammengesetzte Masten Hölscher 1941, 5f.; Hölscher 1943, 144; Arnold 1992, 62; Arnold 1999, 216; anders Azim 2001, 100; zusammenfassend Fauerbach 2005, 163f.

[303] Engelbach 1923b, 71–74; Fauerbach 2005, 161–179.

[304] Zu Türen generell siehe Koenigsberger 1936. Bei Türen, die in manchen Tempeln eine hohe Anzahl und teils beträchtliche Größen erreichen konnten, benötigte man Holz für die Türblätter, die Drehangeln (s. u.) und die Riegel. Der Holzverbrauch für das Pylonportal von Edfu betrug schätzungsweise 17,5 m^3 (Fauerbach 2005, 234, siehe auch Fauerbach 2004).

[305] Müller 1977, Sp.1264.

[306] Urk. I, 108,13–109–3, Übersetzung bspw. Hofmann 2002, der archäologische Kontext der Inschrift wurde aufgearbeitet von Richards 2002.

[307] Müller 1977, Sp.1265.

nur der Wesir die Rodung anordnen konnte, kann als Versuch gedeutet werden, die Restbestände zu sichern.[308] Dies diente jedoch weniger dem Artenschutz als der Restriktion für bestimmte Vorhaben.

Holzimporte aus dem östlichen Mittelmeerraum sind bereits seit der frühdynastischen Zeit bezeugt,[309] also lange vor der ersten diesbezüglichen Textquelle.[310] Als wichtigster Exporthafen für Holz gilt Byblos;[311] tatsächlich müssen die Handelswege verzweigter gewesen sein, da das Holz aus dem gesamten palästinensisch-syrisch-anatolischem Raum sowie Zypern und Kreta kam.[312] Der Import, wie jede Art von Handel in Ägypten staatlich geregelt, wurde über eine eigene Behörde, das ‚Koniferenhaus' abgewickelt.[313] Das Fällen im Ausland und der Transport nach Ägypten wurden in der Regel von ägyptischen Mannschaften durchgeführt,[314] was darauf hindeutet, dass man das erforderliche Spezialwissen selbst erwarb und pflegte, obwohl es im Inland keine entsprechenden Baumbestände gab.

Gerade durch den Zwang zur Sparsamkeit wurde Holz sehr gezielt eingesetzt. Die lässt auf eine weitgehende Kenntnis der positiven Materialeigenschaften von Holz schließen, da man sonst ganz darauf verzichtet hätte. Beispiele sind das Einsetzen hölzerner Lagerstücke und Riegellochrahmen in die steinernen Gewände von Türen. Die Verwendung von afrikanischem Eisenholz (*Dalbergia melanoxylon*)[315] für Mauerwerksklammern oder die Fertigung von Holzdübeln aus Eiche (*Quercus cerris* L.)[316] untermauern die naheliegende Vermutung, dass auch die Eigenschaften der verschiedenen Holzarten durchaus bekannt waren und bewusst genutzt wurden. Einschränkend muss hinzugefügt werden, dass man für die gleichen Zwecke auch andere, weniger geeignete Holzarten verwendete.

Spezielle Holzwerkzeuge aus Kupfer sind in Ägypten bereits in frühdynastischer Zeit belegt.[317] Da das Zersägen großer Holzstämme mit einer zweihändigen Säge nicht vor der Römerzeit bekannt gewesen zu sein scheint, mussten die Hölzer gespalten werden, was, wollte man gerade Balken erhalten, die Auswahl gerade gewachsener Bäume erforderlich machte.[318] Die Fähigkeit, kürzere Bretter zu sägen, kann schon in der frühdynastischen Zeit vorausgesetzt werden und scheint im Laufe des Alten Reiches durch Werkzeugtechnologie gesteigert worden zu sein.[319]

---

[308] So wird eine Stelle aus den sog. Dienstanweisungen des Wesirs aus dem Grab des Rechmire (TT 100, um 1450 v. Chr.) interpretiert: „Er (der Wesir) schickt aus, um Akazien zu fällen gemäß dem, was im Königshaus gesagt wurde. Er schickt die Verwaltungsbeamten der Landbezirke aus, um im ganzen Land Kanäle anzulegen. … Er ernennt den Polizeivorsteher in der Halle des Königshauses. …" (Urk. IV, 1113, Übersetzung nach Sethe 1984b, 439).

[309] Gale 2000, 349.

[310] Killen in: Gale 2000, 353.

[311] Müller 1977, Sp. 1265.

[312] Arnold 1994, 109 s. v. Holz.

[313] Müller 1977, Sp. 1265.

[314] Müller 1977, Sp. 1265. Das Fällen einer Libanonzeder wird bspw. in einem Relief im Karnak-Tempel dargestellt (Killen in: Gale 2000, 353).

[315] Gale 2000, 338–340, Mauerwerksklammern im Totentempel Ramses III, 20. Dyn., in Medinet Habu.

[316] Gale 2000, 344. Interessant ist die Verwendung eines Dübels aus Eiche an einem der äußeren Holzsärge des Tutanchamun. Die übrigen Dübel waren jedoch aus anderen Hölzern.

[317] Killen in: Gale 2000, 355.

[318] Killen in: Gale 2000, 354.

[319] Killen in: Gale 2000, 354.

Naturstein

Ägypten ist sprichwörtlich der „Staat aus dem Stein".[320] Wenngleich Bruchsteinmauerwerk in Vorderasien bereits auf das 9. Jahrtausend zurückgeht, waren die Ägypter doch die ersten im östlichen Mittelmeerraum, die Quadermauerwerk zu monumentalen Gebäuden aufgeschichtet haben (Djoser-Bezirk, 1. H. 27. Jh. v. Chr.). Tatsächlich geht der Abbau von Stein in Ägypten bis in das Mittelpaläolithikum zurück. Auch wenn es sich in diesen Fällen um den Gewinn von Feuerstein handelt, wurde dieser bereits vor 35–30 Jahrtausenden[321] in einer Frühform von Steinbruchtechnologie abgebaut. Die früheste Verwendung von Stein in der ägyptischen Architektur datiert nach jetzigem Erkenntnisstand in die Mitte des 4. Jahrtausends (Bruchsteinmauerwerk), vermutlich von Vorderasien (Kanaa) her inspiriert.[322] Noch im Grabbau des Königs Chasechemui (2720 v. Chr.) wurde Kalkstein bruchrau verbaut, wobei die Bearbeitungsspuren an die auf Flintwerkzeugen erinnern.[323] Es ist durchaus möglich, dass die Bearbeitung von Baustein aus der Bearbeitung von Steinwerkzeugen entwickelt worden ist. Spezialwissen erforderte auch die Herstellung von Steingefäßen aus den verschiedensten Hartgesteinen. Vermutlich hat diese frühe Verarbeitung von Stein jene Kenntnisse initiiert, die die Ägypter dann in der Architektur so virtuos angewendet haben.

Die besondere Wertschätzung und Bedeutung von Stein als Baumaterial im Alten Ägypten lässt sich deutlich zeigen. Stein, zumindest Hartgestein aus den Wüstenregionen, befand sich nominell unter königlicher Verfügungsgewalt.[324] Mehrere Inschriften berichten, dass der König selbst Steinbrüche entdeckt hat.[325] Die Wüsten, in denen die Steinbrüche lagen, wurden nicht Ägypten, sondern den angrenzenden Fremdländern zugerechnet. Vielleicht waren es die dort herrschenden feindlichen Bedingungen, die das persönliche Eingreifen des Königs so wichtig machten. Es ist fraglich, ob dieses Dogma für alle Gesteinsarten und -lagen streng durchgehalten wurde. Andernfalls muss man annehmen, dass private Bauherren, wollten sie ein steinernes Grab errichten, ausschließlich auf königliche Zuwendungen oder auf Steinraub[326] angewiesen waren. Festzuhalten bleibt, dass im Niltal Stein in profaner Architektur nur in bestimmten Fällen zur Anwendung kam: An besonders belasteten Bereichen (z. B. Wasserbau, Türschwellen) oder an Stellen, wo man Inschriften anbringen wollte (z. B. Türpfosten).[327]

Die für das Bauwesen wichtigsten Gesteine[328] sind Sandstein und Kalkstein, gefolgt von Rosengranit für stärker belastete Bauteile. Die Verwendung der übrigen Gesteine im

---

[320] Evers 1929.

[321] Aston, Harrell und Shaw 2000, 5; zu Datierungen bp (*before present*) vgl. den Beitrag von Dietmar Kurapkat im Band I.

[322] Hartung 2006.

[323] Beobachtung der Verf. an den Steinen aus dem Grab des Chasechmui in Abydos, die als Bodenpflaster und Wandverkleidung der Grabkammer verwendet worden waren. Weitere Verwendung: Eindeckung von Grabkammern in Qau el-Kebir (um 3100 v. Chr., Aston, Harrell und Shaw 2000, 42). In dem älteren Grab des Königs Den wurde ebenfalls Stein verbaut, es handelt sich um einen Bodenbelag aus Granit (Dreyer 1998, 142).

[324] Goyon u. a. 2004, 34; vorsichtiger Eyre 1987a, 21. Der Auftraggeber von Steinbruchexpeditionen ist immer der König (Hafemann 1985b, 182, 212). Ausnahmen gab es nur in Epochen, in denen die Zentralgewalt zerfallen war.

[325] Bspw. Inschrift Ramses' IV im Wadi Hammamat, Kitchen 1983, KRI VI; 12.12–14.15; Grallert 2001, 431; Kitchen 1979, KRI II; 361.2–362.12; Grallert 2001, 544.

[326] Dieser galt als Sakrileg (Goyon u. a. 2004, 34). Dennoch ist die Zerstörung älterer Gräber zur Steinmaterialgewinnung relativ häufig, siehe dazu Eyre 1987a, 20.

[327] Goyon u. a. 2004, 141.

[328] Siehe zu Gesteinsarten umfassend Arnold 1991; de Putter und Karlshausen 1992; Aston, Harrell und Shaw 2000, 5–77; Goyon u. a. 2004, 60–70.

Bauwesen war wesentlich durch ihre unterschiedlichen Färbungen motiviert, denen teilweise auch ein symbolischer Gehalt innewohnte. Manche Hartgesteine, die in pharaonischer Zeit nur zu kleineren Objekten verarbeitet wurden, baute man erst in römischer Zeit in größerem Maßstab ab, um sie auch zum Bauen zu nutzen.[329]

Kalkstein ist relativ leicht zu bearbeiten, jedoch weniger widerstandsfähig als Sandstein. Er steht im Niltal und den angrenzenden Wüsten zwischen Kairo und Esna vielfach an, wobei sich die horizontal gelagerten Vorkommen auf dem Ostufer besonders gut abbauen lassen.[330] 88 antike Steinbrüche sind nachgewiesen;[331] in den meisten Fällen wurde das Material in nächster Nähe gebrochen, teilweise fiel es auch als Abraum der zahlreichen Felsgräber an.

Abb. 1.23: Unvollendeter Obelisk im Granitsteinbruch von Assuan. Die gerundeten Vertiefungen sind Schlagspuren von Dioritwerkzeugen. Die Schrotgräben rechts und links des Obelisken boten jeweils einer Reihe von Arbeitern Platz (Foto: U. Fauerbach).

Kalkstein ist als erste Gesteinsart zum massenhaften Bauen mit Werkstein verwendet worden (Djoser, 3. Dynastie, 1. H. 27. Jh. v. Chr.) und dominiert bis in das Mittlere Reich. Die Bedeutung von Kalkstein lässt zu Beginn des Neuen Reiches nach, als in der Region südlich von Theben *Sandstein* zum wesentlichen Baustein wurde (s. u.). Die Ägypter selbst

[329] Insbesondere Porphyr, Aston, Harrell und Shaw 2000, 48–50.
[330] Goyon u. a. 2004, 142.
[331] Aston, Harrell und Shaw 2000, Tab. 2.1 und Abb. 2.1a–b.

unterschieden beide Gesteinsarten in ihrer Bezeichnung zunächst nur nach ihrer Herkunft. Während Kalkstein als „schöner weißer Stein“ bezeichnet wird, heißt Sandstein ursprünglich einfach „schöner weißer Stein aus Nubien“. Erst später spezifiziert man Sandstein als „schönen weißen, harten Stein“.[332] Im Falle des Quarzits (silifizierter Sandstein) hingegen erscheint zu Anfang insbesondere die Härte bemerkenswert. Er wird als „roter, harter Granit vom ‚Roten Berg‘“ bezeichnet, obwohl er mit Granit sonst wenig gemein hat.[333] Die unterschiedlichen Härtegrade in der Bezeichnung sind immerhin auffällig.

Sandsteinvorkommen erstrecken sich entlang des Niltals südlich von Esna bis in den Sudan, also in Oberägypten. Bis jetzt sind 34 antike Steinbrüche bekannt (Abb. 1.1).[334] Die in Ägypten vorkommenden Gesteine – sechs verschiedene Formationen – sind relativ porös und entsprechend einfach zu verarbeiten.[335]

Die früheste Verwendung von Sandstein als Baumaterial ist aus einem frühdynastischen Grab in Hierakonpolis bekannt.[336] Monumentale Bauten aus diesem Material gab es jedoch nicht vor Mentuhotep II. (Ende 21. Jh. v. Chr.), der die Residenz sowie die königliche Nekropole erstmals von Unter- bzw. Mittelägypten (Kalksteingebiet) in das oberägyptische Luxor (in der Nähe zum Sandsteingebiet) verlegte. Der Materialwechsel hat seine ursprüngliche Ursache also eher in der politisch/religiösen Schwerpunktverschiebung von Nord nach Süd als in den unterschiedlichen Materialeigenschaften.[337] Allerdings scheint man diese durchaus erkannt zu haben, da bei der Errichtung des Totentempels für Mentuhotep II. in Deir el-Bahri Bodenpflaster, Wasserspeier, sämtliche Architrave u. v. m. aus Sandstein gefertigt, im Wesentlichen aber Kalkstein verwendet wurde.[338] Dennoch dauerte es bis zum Beginn des Neuen Reiches, als sich das politische Gewicht erneut und nachhaltig nach Süden verschob, bis Sandstein das prominente Baumaterial für Tempel in Oberägypten wurde.[339] Seine Verwendung reichte dann über das Abbaugebiet hinaus, wenngleich die Verschiffung flussabwärts bis Dendara und Abydos vermutlich vergleichsweise problemlos war. Man wusste offenbar die höhere Widerstandsfähigkeit von Sandstein zu schätzen, die auch den Abbau größerer Blöcke erlaubte und eine rasche Vergrößerung der baulichen Dimensionen zur Folge hatte. Ein illustratives Beispiel sind die Tempelpylone, die zu Beginn der 18. Dynastie (z. Zt. des Ineni, um 1500 v. Chr., s. o.) noch aus „schönem weißen“ Kalkstein, doch schon seit der Regierungszeit der Hatschepsut (1. H. 15. Jh. v. Chr.) in Oberägypten ausschließlich aus Sandstein errichtet wurden. Für Statuen zog man den feiner zu bearbeitenden Kalkstein dem Sandstein weiterhin vor, wenn man sich nicht für ein Hartgestein entschied.

Granit und *Granodiorit* („schw. Granit“) sind magmatische Gesteine. Beide kommen in der Ostwüste sowie im Niltal vor, wo sie die Katarakte ausbilden. Die wichtigsten Steinbrüche lagen bei Assuan (Abb. 1.23), weitere in Tombos (Niltal) und Bir el-Fawakhir (Ost-

[332] Grallert 2001, 570.
[333] Die Bearbeitung von Quarzit war vermutlich Spezialistenwissen, da dieser Stein anders abgebaut wird als Granit (Raue 1999, 278).
[334] Aston, Harrell und Shaw 2000, Tab. 2.1 und Abb. 2.1a–b.
[335] Aston, Harrell und Shaw 2000, 55 mit der Einschränkung: „Virtually nothing is known about the character of the sandstone south of Aswan.“
[336] Aston, Harrell und Shaw 2000, 55. Arnold (1994, 219) nennt den „hohen Sand“ von Hierakonpolis als ältesten Verwendungsort.
[337] Ebenso Grallert 2001, 570, unentschiedener Goyon u. a. 2004, 143.
[338] Arnold 1974, 11, 55, 57.
[339] Goyon u. a. 2004, 67.

wüste). Das wegen seiner Härte und seiner Farbe geschätzte Material wurde bis nach Unterägypten verschifft.

Granit und Granodiorit wurden bereits in der 1. Dynastie (Grab des Königs Den in Abydos) als schmückender Bodenbelag verwendet, ab der 2. Dynastie (Chasechemui) dann erstmals für Türen und Säulen. König Djoser ließ die Sargkammer seiner Pyramide ganz aus Granitblöcken fügen. Ab dieser Zeit wurde Granit regelmäßig an besonders belasteten Stellen eingesetzt (Pyramidengänge, Türen etc.). Die ästhetische Qualität farbiger Hartgesteinoberflächen, die sich von dem weißen Kalkstein abhoben, schätzte man in der 4. und 5. Dynastie, als man königliche Totentempel gänzlich mit Hartgesteinen und Travertin auskleidete[340] und monolithische Stützen daraus fertigte, wobei auf die Kombination verschiedener Farben wert gelegt wurde. Diese Farben waren sicherlich entscheidend für die symbolische Bedeutung der Architektur.[341] Nach dem Alten Reich jedoch wurde Granit – abgesehen von einer Renaissance in der Spätzeit[342] – im Bauwesen meist aufgrund seiner Materialeigenschaften eingesetzt. Bei den großen Obelisken des Neuen Reiches verwendete man Granit sicherlich aus technischen und ästhetischen Gründen. Weich- und Hartgesteine wurden gleichermaßen gewonnen, indem man die Blöcke an fünf Seiten durch Schrotgräben[343] isolierte und schließlich absprengte (Abb. 1.23). Die Schrotgräben mussten so breit sein, dass die Steinhauer darin Platz hatten, da sich entsprechend lange Metallwerkzeuge durchgebogen hätten. Zum Absprengen verwendete man Hebel, seit der römischen Zeit auch in regelmäßigen Abständen eingeschlagene Metallkeile.[344] Wenn die qualitativen Gesteinsschichten nicht über Tage anstanden, baute man sie horizontal entlang der Schichten, also unter Tage ab. Inwieweit technikgeschichtlich ein Zusammenhang mit der Anfertigung von Felsgräbern besteht,[345] kann nur vermutet werden. Die großen Galeriesteinbrüche übertreffen in ihren Ausmaßen jedenfalls selbst die größten Felsgräber bei Weitem.[346] Der Abbau von Hartgesteinen erfolgte erst im Neuen Reich im systematischen Tagebau. Bis dahin nutzte man die durch Wollsackverwitterung entstandenen, einzelnen Brocken.[347]

Bei Hartgesteinen wie Granit ist die Frage nach den Werkzeugen besonders virulent. Generell wurde mit Kupfer- bzw. Bronze-, erst ab der Spätzeit (26. Dynastie, um 600 v. Chr.) auch mit Eisenwerkzeugen gearbeitet.[348] Ob letztere die Werkzeuge aus Kupferlegierungen gänzlich ablösten, ist jedoch offen. Für den Abbau von Hartgesteinen war man auf Steinwerkzeuge angewiesen. Hier zeigt sich wiederum der Einsatz unzähliger Hilfsarbeiter, denn diese Arbeit war enorm zeitaufwändig. An einem im Steinbruch von Assuan unvollendet gebliebenen Obelisken ließ sich die Abbautechnik besonders gut untersuchen. 140 Arbeiter saßen in einer dichten Reihe um den liegenden Obelisken. Fortschrittsmarkierungen an der Steinbruchwand zufolge, die von einem anderen großen Granitobjekt stammen, tieften sie

[340] Eine Abb. des Taltempels des Chephren in Gisa (Mitte 26. Jh. v. Chr.) bei Vandersleyen 1975, Taf. III.
[341] Hoffmeier (1993, 123) schlägt vor, dass der schwarze Basaltboden dieser Bauten „was to symbolize the earth god Geb and his part in the ascension of the king in the Pyramid Texts."
[342] 26.–30. Dynastie, bspw. die Tempel in Behbeit el-Hagar und Bubastis (Arnold 1994, 95).
[343] Einen Überblick über Steinbrüche geben de Putter und Karlshausen 1992; Klemm und Klemm 1993.
[344] Arnold 1994, 249. Die Theorie des Absprengens durch quellende Holzkeile kann als überholt gelten.
[345] Siehe hier S. 91f.
[346] Bspw. in Assiut, siehe Kahl 2007, Karte 1 S. 155, vgl. die Steinbrüche N13.2, O14.5, O15.1 und O17.1 mit den benachbarten Privatgräbern, die zu den größten Ägyptens zählen.
[347] Arnold 1994, 249.
[348] Arnold 1991, 257; Lucas 1999, 236f., 239; zu Werkzeugen umfassend Simon-Boidot 1994; Goyon u. a. 2004, 378–393.

den Schrotgraben pro Tag um 1,5 cm ab, der gesamte Obelisk hätte demnach eine Arbeitszeit von zwölf Monaten erfordert.[349]

Abb. 1.24: Links: Unfertiges Lilienkapitell in Philae. Außer an der obersten von vier Reihen ist lediglich die horizontale Gliederung erkennbar; der Zustand entspricht also der Zeichnung in Abb. 1.7. Östlicher Dromos, um die Zeitenwende. Mitte: Dieses unvollendete, dreireihige Kapitell aus griechisch-römischer Zeit wurde in Athribis im Kernmauerwerk verbaut. Sein Zustand entspricht dem Modell in Abb. 1.9. Rechts: Vollendetes, fünfreihiges Lilienkapitell in Philae, großer Kiosk, Kaiserzeit (Fotos: U. Fauerbach).

Kunststein (Ziegel)

Schlamm wurde zunächst als Bewurf von Flechtwerk verwendet, eine Technik, die der Verwendung von Ziegeln vorausgeht und sie bis in die Moderne begleitet.[350] Die bisher bekannten frühzeitlichen Verwendungen von Ziegeln in Ägypten lassen sich an den Beginn der Naqada II-Zeit datieren (Mitte 4. Jt.), möglicherweise auch etwas früher, wobei der scheinbare Vorsprung Oberägyptens an der schlechteren Fundsituation im Delta liegen kann.[351] Die engen, durch Funde belegten Handelskontakte zwischen Ägypten und Mesopotamien machen es unwahrscheinlich, dass die Technik der Ziegelherstellung zweimal an verschiedenen Orten entwickelt wurde, zumal die erstmalige Verwendung von Ziegeln in Vorderasien mehrere Jahrhunderte früher nachgewiesen wurde.[352]

Die Erfahrung, wie sich Nilschlamm unter Feuereinwirkung verhält, konnte bei vielen Gelegenheiten gewonnen werden (Öfen, Feuersbrünste etc.): „The widespread preference for unfired soil architecture was thus through choice rather than ignorance“.[353] Dies bestätigt auch die ausnahmsweise Verwendung gebrannter Ziegel (vgl. Abb. 1.25) etwa für Fundamente auf feuchtem Untergrund (Delta)[354] oder das Straßenpflaster aus gebrannten Ziegeln in den nubischen Festungen des Mittleren Reiches.[355] Im Neuen Reich gibt es solche Ausnahmen häufiger, bevor sie dann ab der Mitte des 1. nachchristlichen Jahrhunderts

[349] Engelbach 1922; Engelbach 1923a; Goyon u. a. 2004, 164–166.
[350] Kemp 2000, 78f. In ländlichen Gegenden finden sich heute noch leichte Konstruktionen aus mit Schlamm verstrichenen Pflanzenteilen, bspw. Palmzweige.
[351] Kemp 2000, 79.
[352] Vgl. den Beitrag von Dietmar Kurapkat im Band I. Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt Wright 2000, 52.
[353] Kemp 2000, 79.
[354] Goyon u. a. 2004, 135
[355] Spencer 1979, 140.

Abb. 1.25: Ziegelbrennerei im Gouvernorat Minia, 2010. Die mit Modeln geformten Ziegel werden zu regelmäßigen Stapeln über einem Brennholzraster aufgeschichtet; dann werden die Außenseiten der Stapel mit Ziegelmasse verstrichen, bevor das Holz in Brand gesteckt wird. Bis zu drei Generationen arbeiten zusammen (Foto: U. Fauerbach).

stark zunehmen, wenngleich bis in die römische Zeit hinein in der Kombination mit ungebrannten Ziegeln.[356]

Neben der einfachen Herstellung und den bauklimatischen Vorzügen, die Schlammziegel auszeichnen, mag ihnen eine symbolische Bedeutung angehaftet haben: Schlamm entstammt der Lebensader Nil und die daraus hergestellten Ziegel können jederzeit in fruchtbaren Boden zurückverwandelt werden.[357] Miniaturziegel waren auch Teil der Gründungsbeigaben, die unter den Fundamenten eines Gebäudes deponiert wurden.[358]

Allem Anschein nach unterschied sich die Ziegelherstellung im antiken Ägypten[359] nicht wesentlich von der, wie sie im heutigen Ägypten betrieben wird (Abb. 1.2). Bedenkenswert ist allerdings die Logistik der Massenproduktion für Großbauprojekte wie etwa die Ziegelpyramide Sesostris' III. in Dahschur mit geschätzten 24,5 Millionen Ziegeln. Über derartige Vorgänge wurde exakt Buch geführt, wobei uns zum völligen Verständnis der erhal-

[356] Spencer 1979, 141; Goyon u. a. 2004, 135; ein spätrömisches Beispiel bei von Kienlin 2008, 119–121.
[357] Goyon u. a. 2004, 109.
[358] Goyon u. a. 2004, 109f.
[359] Spencer 1979, 5f.; Kemp 2000, 83f.; Goyon u. a. 2004, 107f.

tenen Schriftquellen das Fachvokabular fehlt.[360] Unklar ist auch, welche Rolle Ziegelstempel oder andere Markierungen dabei gespielt haben; sie können sowohl der Mengenermittlung als auch der Zuordnung zu bestimmten Baustellen gedient haben.[361] Das Ziegelformen selbst, so vermutet Kemp, war Allgemeinwissen und wurde z. B. von Kriegsgefangenen durchgeführt.

Prinzipiell ist zu sagen, dass der Schlammziegel nicht nur aufgrund seiner Eigenschaften, sondern häufig aus ökonomischen Gründen dem Stein vorgezogen wurde. Dies ist insbesondere bei materialintensiven Sakralbauten wie Pyramiden und Pylonen zu beobachten.[362] Bei Wohnbauten hingegen waren Ziegel das Standardmaterial, und zwar unabhängig vom Status der Bewohner. Von besonderer Bedeutung waren Ziegel für den Gewölbebau.[363]

Obwohl unterschiedliche Ziegelverbände den ägyptischen Maurern offenbar vertraut waren,[364] scheint man Halbziegel, Rollschichten etc. eher zum Ausgleich von Ungenauigkeiten im Mauerwerk als zur Zierde verwendet zu haben. Sonderformen entwickelte man hingegen für Gewölbeziegel, Bodenplatten, Säulentrommeln etc.[365] sowie teilweise auch für Bauornamentik wie Hohlkehlen.[366] Mittlerweile geklärt scheint die Frage nach der statischen oder symbolischen Bedeutung des Versatzes von Ziegeln in konvexen und konkaven Schichten, die zu einer wellenförmigen Mauerkrone führen und von der 19. Dynastie bis zur Römerzeit belegt sind.[367] Wenngleich die symbolische Bedeutung der Mauern als Repräsentanten der Urflut bei Tempelumfassungsmauern eine Rolle gespielt haben könnte,[368] so sind die statischen Vorteile der Konstruktion doch nachweisbar und wurden auch bei Profanbauten bewusst genutzt.[369] Kemp betont außerdem die ästhetische Komponente der weithin sichtbaren Mauern.

Die bauklimatisch günstigen Materialeigenschaften von Schlamm- und Lehmziegeln sind an anderer Stelle ausführlich behandelt worden.[370] Ob sie den Ägyptern bewusst waren, kann man lediglich vermuten. Dass auch die Paläste der Pharaonen aus diesem kostengünstigen Material errichtet wurden, kann dahingehend gedeutet werden. Zur seltenen Verwendung von gebrannten Ziegeln ist hinzuzufügen, dass gebrannter Nilschlamm keine besonders qualitätvollen Ziegel ergibt (Abb. 1.25), deren Vorteile offenbar nur in Ausnahmefällen ausreichten, um den Brennstoffverbrauch zu rechtfertigen.[371]

---

[360] Kemp 2000, 83.
[361] Kemp 2000, 83f.; Goyon u. a. 2004, 113 nennen als Beispiel für Verwaltungsmarken die Ziegel der Pyramide Sesostris' III. Laut Spencer 1979, 144–146 waren Ziegelstempel zwischen der 18. (Ahmose) bis zur 26. Dynastie gebräuchlich.
[362] Goyon u. a. 2004, 112, 115.
[363] Siehe hier S. 85.
[364] Spencer 1979, 7f.; Kemp 2000, 88–92; Goyon u. a. 2004, 110f.
[365] Spencer 1979, 141–144.
[366] Goyon u. a. 2004, 115, 19. Dyn.
[367] Kemp 2000, 91. Dag. nennen J.-C. Goyon u. a. (2004, 117) als älteste Beispiele solche aus der 30. Dynastie.
[368] Stephan Seidlmayer hat mich darauf hingewiesen, dass die Wellen, die auf Rekonstruktionszeichnungen solcher Mauern zu sehen sind, nicht den Wellen aus ägyptischen Darstellungen gleichen, die ein Zickzackmuster haben.
[369] Kemp 2000, 91f.; Goyon u. a. 2004, 117–123.
[370] Siehe z. B. Minke 2004.
[371] Goyon u. a. 2004, 135.

Keramik und Fayence

Keramik bzw. Terrakotta spielt in der traditionellen ägyptischen Architektur so gut wie keine Rolle. Insbesondere der Gebrauch als Dachziegel ist ein Merkmal der griechischen und römischen Kultur und findet sich in Ägypten lediglich als Kulturimport.[372]

Fayence hingegen wird schon früh als Schmuckelement eingesetzt. Ägyptische Fayence besteht im Gegensatz zur italienischen Majolika nicht aus Ton, sondern ist eine Substanz aus Wüstensand oder gemahlenem Quarz mit Beimengungen von Kalk sowie Natron oder Pflanzenasche.[373] Die Masse wurde wie Töpferton geformt, gebrannt und mit einer kupferhaltigen, grün-blauen Glasur (Ägyptisch Blau) überzogen. Neben dem Überzug mit Glasur gab es auch ein als Effloreszenz bezeichnetes Verfahren, bei dem die Glasursubstanzen der Masse beigemischt wurden und während des Brandes ausdampften. Die Fayencetechnologie ist vermutlich eine ägyptische Erfindung, die im islamischen Kulturraum bis in das 20. Jahrhundert angewendet wurde.[374] Leider ist es unmöglich, dieser stark ausdifferenzierten Technologie in diesem Rahmen gerecht zu werden.

Die frühesten Fayencefunde (Perlen, Amulette) stammen bereits aus der prädynastischen Periode. Das früheste Beispiel aus der Architektur sind die insgesamt etwa 36.000 Wandkacheln in den unterirdischen Gängen des Djoser-Grabkomplexes in Saqqara (1. H. 27. Jh. v. Chr.);[375] es gibt jedoch noch qualitätvoller ausgeführte Beispiele aus Abusir (5. Dyn.).[376] Die Verbreitung von Fayence in der gehobenen Wohnarchitektur ist erstmals durch die Grabungen in Amarna deutlich geworden. Kacheln und Einlegearbeiten kamen ebenso vor wie rundplastische Teile (Miniaturkapitelle, möglicherweise frei von der Decke hängende Traubendolden etc.). Derartige Funde sind mittlerweile auch in anderen Palästen des Neuen Reiches (Malqata, Qantir, Tell el-Jahudija) gemacht worden.[377]

Glas

Glas spielte im ägyptischen Bauwesen zwar nur eine untergeordnete Rolle, ist aber von großem wissensgeschichtlichem Interesse. Die Technikgeschichte der Glasherstellung in Ägypten wird sehr kontrovers diskutiert. Schlick-Nolte vermutet, sie sei spätestens gegen Mitte des 16. Jahrhundert in Vorderasien entwickelt worden. Im Zuge der zu dieser Zeit einsetzenden ägyptischen Asienfeldzüge seien, „da man anscheinend nicht über eigen erzeugtes Glas und Know-how verfügte, Rohglas und Handwerker, die ihr Wissen uns Können weiter tradieren sollten, nach Ägypten gebracht“ worden.[378] Wilde hingegen argumentiert, „dass die ‚Erfindung‘ des Glases aufgrund der generellen Weiterentwicklung der Metallverarbeitung, in Mesopotamien und Ägypten unabhängig voneinander entstanden sein könnte.“[379]

Dieses Wissen wird in Ägypten vornehmlich für die Herstellung von Glasgefäßen verwendet, in der Architektur kommt Glas lediglich in Form von farbigen Einlagen als Wand-

[372] Die Verwendung des Begriffs Dachziegel (roofing tiles) sollte m. E. dennoch auf gebrannte Ziegel für die Dacheindeckung beschränkt werden und nicht auf Gewölbeziegel ausgedehnt werden (etwa bei Kemp 2000, 96), die etwas völlig anderes sind.
[373] Nicholson und Peltenburg 2000, 186.
[374] Nicholson und Peltenburg 2000, 177, 186.
[375] Nicholson und Peltenburg 2000, 179; eine Abbildung bspw. bei Vandersleyen 1975, Taf. 20f.
[376] Nicholson und Peltenburg 2000, 179.
[377] Nicholson und Peltenburg 2000, 183f.
[378] Schlick-Nolte 2004, 249.
[379] Wilde 2003, 141.

schmuck zum Einsatz.[380] Durchsichtige Gläser aus Ägypten sind Zufallsprodukte; erst ab dem 9. oder 8. Jahrhundert gelang den Phöniziern ihre Herstellung gezielt.[381] Nach dem Ende des Neuen Reiches, das mit dem Zusammenbruch der Zentralgewalt einherging, reduzierte sich die Glasproduktion erheblich, entweder weil das „Wissen um komplizierte Arbeitsvorgänge, insbesondere um geheim tradierte wie die des Glasgewerbes" verloren ging, oder weil die notwendigen Rohstoffe nicht mehr importiert werden konnten.[382] Auf unbekannten Wegen, möglicherweise über Mesopotamien, gelangte das Wissen nach Rhodos, wo es vom 6. Jahrhundert v. Chr. bis in das 1. Jahrhundert n. Chr. ausgeübt wurde.[383] Im Zuge der Ausbreitung der Glasherstellung innerhalb der griechischen Welt erlebte die Technik in Ägypten eine Renaissance. Neben kunstvollen Gefäßen, die die Bandbreite des mittlerweile verfeinerten Handwerks voll ausschöpften, wurde Glas aber auch wieder als Schmuckeinlage verwendet.[384]

Gräser und andere pflanzliche Rohstoffe

Sowohl im Niltal und den Oasen als auch in der Sahara, die erst ab ca. 5300 v. Chr. austrocknete,[385] waren Schilf, Papyrus und andere Gräser neben Erde die frühesten Baumaterialien. Leichte Verfügbarkeit, geringes Gewicht, Biegsamkeit und hohe Zugfestigkeit sind Materialeigenschaften, auf die man auch heute nicht verzichten möchte: In der ländlichen Architektur Ägyptens werden sie entweder als Verstärkung innerhalb einer Materialmischung oder als ausschließliches Baumaterial für leichte Bauten eingesetzt (Abb. 1.26). Die Errichtung von Stützen aus Formziegeln, die mit Halfagras ummantelt und dann mit Putz überzogen wurden,[386] oder die Verstärkung von wellenförmigen Mauern (s. o.) durch Halfagraslagen[387] verrät eine vermutlich aus langer Erfahrung gewonnene Kenntnis der Zugkräfte, die dieses Gras aufnehmen kann.

Fasern, Häute

Das ägyptische Klima macht es nicht notwendig, Fenster dicht zu verschließen, sodass eine Funktion von Häuten als Fensterverschluss ausscheidet. Prinzipiell sind viele Funktionen für Leder in der Architektur denkbar, für die man zunächst Textilien annehmen würde (Vorhänge, Wandbehänge, Zelte, Sonnensegel, leichte Abdeckungen etc.), jedoch fehlt es an entsprechenden Belegen. Leder wurde außerdem zur Auspolsterung von hölzernen Türdrehpfannen verwendet.[388]

---

[380] Insbesondere in Holzschreinen, teils in Wandpaneelen, Schlick-Nolte 2004, 257–259; weitere Beispiele bei Nicholson und Peltenburg 2000, 196; etwa die Einlagen in das steinerne Erscheinungsfenster im Tempel von Medinet Habu, siehe Arnold 1994, 75, s. v. Erscheinungsfenster mit einer Abbildung.

[381] Schlick-Nolte 2004, 260.

[382] Schlick-Nolte 2004, 250. Differenzierter mit Wiedergabe der Forschungsdiskussion Nicholson und Peltenburg 2000, 195f.

[383] Schlick-Nolte 2004, 250.

[384] Vgl. die Einlagen in der Außenwand eines Schreins aus Tebtynis, 2. Jahrhundert v. Chr., Schlick-Nolte 2004, 259, Abb. 21.

[385] Kuper u. a. 2002, 8f., Abb. 1.

[386] Goyon u. a. 2004, 120, Abb. 113.

[387] Bspw. in den Vorhöfen thebanischer Gräber, Goyon u. a. 2004, 133.

[388] Bspw. ein Lederhandschuh im Kloster von Deir el-Bachit, vermutlich 6. Jahrhundert n. Chr., Eichner und Fauerbach 2005, 147. Laut einer mündlichen Auskunft von André Veldmeijr gibt es dazu zahlreiche Parallelfunde.

Abb. 1.26: Zäune aus Palmblättern in der Oase Baharija (Foto: U. Fauerbach 2010).

Metalle

Die mit Abstand größte Bedeutung für das Bauhandwerk hatten Kupfer bzw. Bronze.[389] Beide Metalle wurden tendenziell für die gleichen Aufgaben verwendet und von den Ägyptern selbst beide mit dem Wort *biꜣ* bezeichnet.

Der größte Kupferbedarf im Bauwesen wird in der Werkzeugherstellung und bei der Verkleidung hölzerner Bauteile bestanden haben. Zapfen und Eckverstärkungen von Türblättern hat man in allen denkbaren Größen gefunden. Die Flaggenmasten vor den Tempelpylonen waren teilweise mit Kupferlegierungen beschlagen. Kupfer fand außerdem Verwendung als Farbpigment.

Eisen kommt in Ägypten natürlich vor, dennoch spielte dieses Metall dort im Vergleich zu Kupferlegierungen eine untergeordnete Rolle.[390] Ogden führt dies auf den komplizierteren Schmelzprozess zurück. Er bemerkt zudem, dass mit einfacher Technologie verarbeitetes Eisen kaum Vorteile gegenüber Kupferlegierungen gehabt hätte. Eine etwas größere Verbreitung erfuhr das Material erst in der zweiten Hälfte des 2. Jahrtausends v. Chr., möglicherweise durch hethitischen Einfluss.

[389] Zu dem Material Ogden 2000, 149–161; Lucas 1999, 235–243.
[390] Ogden 2000, 16–168.

Blei ist möglicherweise das älteste verhüttete Metall.[391] Bleivorkommen sind rar in Ägypten, doch lässt sich das Metall ohne weiteres aus Bleiglanz- und Bleiweiß-Erzen gewinnen; beide sind in der Ostwüste zu finden. Das bisher älteste ägyptische Bleiobjekt datiert in die Naqada-Zeit (4. Jt.)[392] Der Gebrauch nahm mit Beginn des Neuen Reiches zu, offenbar aufgrund von gestiegenen Importen. Im Bau wurde Blei in der Verbindungstechnik eingesetzt, etwa als Schwalbenschwanzklammern (s. o.) oder zur Fixierung von stark belasteten Dübeln etc.[393]

Gold, Silber und Gold-Silber-Legierungen wurden zur Dekoration verwendet, beispielsweise von Türgewänden und -blättern oder zum Überzug von Obelisken(spitzen) bzw. Flaggenmasten. Gold und Gold-Silber-Legierungen kommen als Erze in Ägypten vor, ebenso Silber in geringen Mengen.[394] Die Verarbeitung erfolgte hauptsächlich durch Hämmern, aber auch, wie bei Kupfer, durch Guss.

Sämtliche oben besprochenen Metalle kommen in Ägypten natürlich vor, wenn auch nicht immer in der gewünschten Menge. Die aggressive Außenpolitik gegenüber Nubien hing wesentlich mit den dortigen Goldvorkommen zusammen. Zinn, Silber und möglicherweise auch Eisen wurden aus dem bzw. über den Mittelmeerraum importiert. Prinzipiell ist Ägypten jedoch reich an Erzen, und die früheste Metalltechnologie stammt bereits aus dem 4. Jahrtausend.

Ebenso wie zur Gewinnung von Stein sandte man Expeditionen zur Entdeckung und zum Abbau von Erzen aus. Ogden vermutet naturräumliche Kenntnisse als Grundlage für die Entdeckung der Vorkommen, etwa die Tatsache, dass kupferhaltige Felsformationen häufig mit Akazien bewachsen sind.[395] Inwieweit die Verhüttung, wie in Westasien, bei den Minen erfolgte, oder ob man die Erze teils in an Brennholz reichere Gegenden transportierte, ist nicht bekannt.[396] Landschafts- und klimageschichtlich wäre die Entwaldung der Ostwüste durch Metallverhüttung zumindest ein bedenkenswerter Aspekt.

Amorphe Bindemittel, Putze und Estriche

Anders als in der griechischen Baukunst spielte Mörtel auf ägyptischen Baustellen eine herausragende Rolle (Abb. 1.27). Dem allgemein anerkannten Forschungsstand zufolge basiert pharaonischer Mörtel auf Gips, seit der Ptolemaierzeit verwendete man auch Kalk.[397] Daneben hatte Schlammmörtel, der in der Steinarchitektur nur ausnahmsweise Verwendung fand, große Bedeutung für die Ziegelarchitektur.[398]

Gips wurde seit der prädynastischen Zeit aus natürlichen Gips- bzw. Travertinvorkommen[399] gewonnen. Im oberägyptischen Niltal sind keine nennenswerten Vorkommen be-

[391] Ogden 2000, 168 nennt das 6. oder 7. Jahrtausend v. Chr.
[392] Ogden 2000, 168.
[393] Fauerbach 2005, 142.
[394] Ogden 2000, 161–166, 170f.
[395] Ogden 2000, 148. Besonders interessant ist Ogdens Hinweis auf die Beziehung, die sowohl die Kupferminen als auch die Akazie zu der Göttin Hathor hatten.
[396] Ogden (2000, 149f.) erwähnt Schmelztiegel und Schlackefunde in Serabit el-Khadim und im Wadi Maghara (Altes bis Mittleres Reich), ähnliche Befunde gibt es aus Timna.
[397] Grundlegend Clarke und Engelbach 1990, 79–83; Lucas 1999, 74–79, mit Analysen 469–473; siehe auch Arnold 1991, 291f.; Arnold 1994, 167. Zuletzt mit zahlreichen Analysen von Mörtelproben aus Karnak Martinet 1992 sowie derselbe Autor in: Goyon u. a. 2004, 70–76.
[398] Ausführlich dazu Kemp 2000, 92f.
[399] Travertin wird in der ägyptologischen Literatur meist als Alabaster bezeichnet, siehe dazu Harrell 1990.

Abb. 1.27: Mauerwerk der Tempelumfassungsmauer in Dendera, 1. Jahrhundert n. Chr. Die obere Steinlage fehlt; die Mörtelbetten, in denen Teils noch Mörtel zu erkennen ist, sind sorgfältig um die schwalbenschwanzförmigen Klammerlöcher herumgeführt. Die kleineren Löcher dienten zum Ansetzen von Hebeln für die folgende Steinlage (Foto: U. Fauerbach).

kannt; die geografisch nächste Quelle liegt bei Quseir am roten Meer, das vom thebanischen Raum aus über das Wadi Hammamat erreicht werden konnte.[400] Das Mineral wird bei Temperaturen von 120°–160°C gebrannt, dabei entsteht aus $CaSO_{4'} + 2H_2O \rightarrow CaSO_{4'} + \frac{1}{2}H_2O + \frac{3}{2}H_2O$.[401] Zusammen mit Sand und weiteren Zuschlagstoffen wurde Gips in Ägypten zu Mörtel und Putz, aber auch zu Siegelmasse und Ähnlichem verarbeitet. Spätestens im Neuen Reich scheinen die Ägypter so erfahren im Brennen von Gips gewesen zu sein, dass

[400] Zu den Gipsvorkommen Martinet 1992, 77.

[401] Aston, Harrell und Shaw 2000, 22; Martinet 1992, 78. Davon ist *whiting plaster*, fälschlich auch Gesso genannt, zu unterscheiden. Er wurde aus Kalksteinpulver und Leim hergestellt und als Holzüberzug oder für Mumienkartonagen sowie in seltenen Fällen als Mörtel verwendet (Djoser-Komplex) (Aston, Harrell und Shaw 2000).

sie spezielle Mörtel und Putze für besondere Zwecke herstellen konnten,[402] etwa für Flickungen[403], möglicherweise auch als Gleitfläche in monumentalen Türpfannen.[404]

Kalk hingegen wird durch den Brand von Kalkstein hergestellt und ist in Ägypten nicht vor der 26. Dynastie,[405] regelmäßig erst seit der Ptolemaierzeit belegt.[406] Bei 1000° C entsteht aus Kalkstein ($CaCO_3$) Kohlendioxyd und Ätzkalk ($CO_2 + CaO$). Wird dieser Kalk mit Wasser abgelöscht ($CaO + H_2O$) wird er zu Calciumhydroxid ($Ca(OH)_2$). Bei der Verarbeitung entsteht durch die Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft kohlensaurer Kalk oder Calciumcarbonat (*calcit*, $CaCO_3$) wodurch der Mörtel aushärtet.[407]

In der pharaonischen Steinarchitektur fungierte Mörtel nicht nur als Bindemittel[408] oder als Reparatur- und Füllmittel für Klammerlöcher und Ähnliches. Er war ein beim Versatz der Blöcke unerlässliches Gleitmittel (Abb. 1.27).[409] Daher ist besonders interessant, dass zahlreiche Proben einen hohen Anhydritanteil aufweisen. Anhydrit ist totgebrannter Gips, der bei Temperaturen ab 170° C entsteht. Bei Brennverfahren über 300° C bindet Anhydrit schlecht, bei über 600° C überhaupt nicht mehr ab.[410] Anhydritmörtel eignet sich daher, wie Martinet ausgeführt hat, hervorragend als Gleitmittel, da er wesentlich langsamer abbindet als Gipsmörtel.[411] Verluste der Haftungseigenschaften konnten in Kauf genommen werden, da das Mauerwerk deren ohnehin kaum bedurfte. Zusätzlich dienten die Mörtellagen dazu, die Gewichtslast gleichmäßiger zu verteilen.[412]

Die Frage, warum in pharaonischer Zeit kein Kalkmörtel verwendet wurde, wird mit dem allgemeinen Brennstoffmangel in Ägypten erklärt.[413] Dagegen lässt sich einwenden, dass die Brennstoffmenge ab der Ptolemaierzeit, seit der Kalk in Ägypten gebrannt wurde, nicht zu-, sondern abgenommen hat.[414] Angesichts von Martinets Überlegungen zum Anhydrit, dessen Herstellung überdies höhere Brenntemperaturen erforderte als Gips, erscheint

---

[402] Martinet 1992, 87. Dagegen weist ein Textzeugnis zur Gipsherstellung aus dem Tal der Könige, dass Gipsherstellung keine spezialisierte Aufgabe gewesen zu sein scheint. Wurde der Gips bis in die 20. Dynastie durch Mitglieder des Trupps angemischt, der auch für die übrigen Arbeiten am Königsgrab zuständig war, wurde die Tätigkeit nun ‚outgesourct'. Es scheint, dass einer der Gipsmacher vorher als Wasserträger tätig war. Im 17. und 18. Jahr Ramses XI. wurden die Gipsmacher auch für den Holztransport und das Steinebrechen eingesetzt (Černý 1973b, 38, 40).

[403] Goyon u. a. 2004, 71f.

[404] Fauerbach 2004.

[405] Martinet 1992, 88. Zu einer möglichen Ausnahme aus der Zeit des Chephren Klemm und Klemm 1991.

[406] Analysen ptolemaierzeitlicher Kalkproben bei Martinet 1992, 83ff., 88ff. Kalkmörtel wurde auch in Meroë nachgewiesen (Hinkel 1984, 829f.).

[407] Wenn der Tonanteil im Calciumcarbonat zwischen 0,1–1% liegt, spricht man von fettem Kalk, bei einem Tonanteil von 2–8% von magerem Kalk. Hydraulischer Kalk, der im wässrigen Zustand abbindet, muss Calciumcarbonat mit 8–27% Tonanteil enthalten. Zur gleichen Familie gehört der sog. römische Kalk, dem Vulkanasche (Pozzolana) oder Ziegelmehl beigemengt wurde. Durch diesen Zuschlag (sog. Pozzolana-Effekt) verbessert sich das Abbinden und die Festigkeit (Martinet 1992, 88f.).

[408] Beziehungsweise überhaupt nicht: „It is assumed, however, that Pharaonic gypsum mortar had little actual adhesive power" (Arnold 1991, 291).

[409] Clarke und Engelbach 1990, 79–83; Golvin und Goyon 1990, 110; Arnold 1991, 291f.; Arnold 1994, 167.

[410] Lucas 1999, 75, Anm. 4; Martinet 1992, 78. Die Temperaturkontrolle des Ofens scheint das größte Problem gewesen zu sein (Goyon u. a. 2004, 74).

[411] Martinet 1992, 80. Martinet erwägt, ob der Anhydritanteil innerhalb der Proben nicht auf natürliches Vorkommen im Rohmaterial zurückgeht. Er verwirft diese These aber schließlich, da in Ägypten keine Anhydritvorkommen bezeugt seien. Dagegen aber Nicholson und Peltenburg 2000, 22f. Vorkommen an der Rotmeerküste, beispielsweise bei der Halbinsel Ras Benas, belegt als Material für Gefäße und Kleinplastik.

[412] Golvin und Larronde 1982, 182; Zignani 1996, 453–487, 460.

[413] Klemm und Klemm 1991, 446, 453f.; Martinet 1992, 89.

[414] Klemm und Klemm 1991, 446.

es nahe liegender, dass die ägyptischen Baumeister den Gips- beziehungsweise Anhydritmörtel ganz bewusst aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften verwendet haben. Dass bei einem Bau wie dem Pylon von Edfu kein Kalkmörtel verwendet wurde,[415] obwohl er in dieser Epoche bereits weit verbreitet war, bestätigt diese Annahme. Offenbar sah man zunächst keinen Grund, das altbewährte Material auszutauschen. Anders verhielt es sich bei Bauten aus gebrannten Ziegeln, bei denen Mörtel als Binde-, nicht als Gleitmittel diente. Die Verwendung von Kalkmörtel hängt also mit neuen Bauformen und -aufgaben zusammen, nicht mit neuen Technologien.[416]

Sand spielte als Zuschlagstoff in Mörteln, Putzen[417] und Ziegeln natürlich eine große Rolle, hatte aber zwei weitere wichtige Funktionen: Als Versatzhilfe besonders großer Bauteile[418] und als Schleifmittel. Die Schmirgeleigenschaften von Sand haben die Ägypter wie keine antike Kultur zu nutzen gewusst und damit Oberflächen geschaffen, die den an motorisierte Sägen gewohnten Betrachter nicht unmittelbar in Erstaunen versetzen, vor dem 20. Jahrhundert aber größte Bewunderung hervorgerufen haben werden. In der Architektur schätzte man glatt geschliffene Hartgesteine insbesondere in der 4.–5. Dynastie sowie, im Zuge einer Renaissance, in der Spätzeit. Die Fähigkeit, selbst Silex zu glatten und runden Formen zu bearbeiten, wurde aber bereits zu Beginn der 1. Dynastie zu unübertreffbarer Perfektion geführt und zweifellos in der Schmuck- und Steingefäßherstellung entwickelt, bevor sie auf die Architektur übertragen wurde. Auf großer Fläche angewendet war das Abschleifen allerdings, hatte man das Prinzip einmal erkannt, wohl in erster Linie schweißtreibende Fleißarbeit.

1.2.5 Bautechniken und andere technische Verfahrensweisen

Hebetechniken – Gerüste

Das Bewegen, Heben und Aufrichten schwerer Lasten gehört zu den wissensgeschichtlich interessantesten Bereichen im altägyptischen Bauen, da die Ägypter in der Entwicklung dieser Technik Bemerkenswertes geleistet haben, sich aber nach der Entstehung neuer Methoden in Nachbarkulturen diesen verweigert und am Althergebrachten festgehalten haben. Im Gegensatz zu anderen Kulturen, wo das Bewegen großer Lasten als besondere, herausgehobene Leistung erscheint, gewinnt man den Eindruck, dieses Besondere sei in Ägypten Alltag gewesen. Die Erfahrungen mit dieser Arbeitsweise waren offenbar so gut, dass man sie auch nach der Entwicklung des Krans, der bei der Errichtung Alexandrias zweifellos allenthalben eingesetzt wurde, weiter verwendete. Dies zeigt etwa die Verwendung von zahlreichen Blöcken mit mehreren Tonnen Gewicht in großer Höhe für Zwecke, für die bei anderer Bauweise auch wesentlich kleinere Blöcke genügt hätten.[419]

Der Transport vom Bauhof zur Versatzstelle erfolgte unabhängig vom Höhenunterschied in der Regel mit Rampen[420] (Abb. 1.22), über die das Material von Menschen auf

[415] Fauerbach 2005, 225–228.
[416] Für diese Anregung danke ich Katja Lembke.
[417] Goyon u. a. 2004, 75.
[418] Siehe hier S. 80.
[419] Bspw. Pylon von Edfu, 170 Deckenbalken aus Sandstein mit einer durchschnittlichen Größe von L 4,35 m x B 1,60 m x H 0,92 m, Durchschnittsgewicht knapp 1,5 t, um 110 v. Chr. Eine Eindeckung der Räume durch Gewölbe wäre theoretisch möglich gewesen, siehe Fauerbach 2005, 236f.
[420] Grundlegend zu Rampen Arnold 1991, 79–101; Goyon u. a. 2004, 204–211.

Schlitten gezogen wurde (Abb. 1.10).[421] Diese Rampen wurden teils massiv (Karnak), teils als Zellenstrukturen mit Schuttfüllung[422] errichtet. Die Steigung der Rampen variierte enorm, die rekonstruierten Durchschnittswerte von 14–30% erscheinen durchweg zu hoch, realistischer klingt die Angabe des pAnastasi (s. u.) von 7,5%. Verstärkungen von Rampen und Transportstraßen durch Holzbalken sind mehrfach belegt. Insbesondere im Zusammenhang mit dem Pyramidenbau entwickelte Theorien zu speziellen Hebetechniken[423] werden in der ägyptologischen Literatur größtenteils nicht mehr in Betracht gezogen. Der Pyramidenbau war es allerdings, für den und innerhalb dessen die Bewegung großer Lasten entwickelt wurde. Sind die Steinblöcke der Djoserpyramide (1. H. 27. Jh. v. Chr.) noch vergleichsweise klein,[424] ließ König Snofru (2. H. 27. Jh. v. Chr.) in seinen drei Pyramiden bereits riesige Monolithe verwenden. Das Transportverfahren – von ‚Hebetechnik' kann man streng genommen nicht sprechen – wurde auf staatlichen Baustellen während der gesamten pharaonischen Geschichte angewandt, allerdings mit einer interessanten Ausnahme.

Als König Echnaton sich entschied, mit Amarna eine neue Residenz mit mehreren neuen Reichstempeln zu errichten, forderte er von seinen Bauleuten offenbar schnelle Ergebnisse. Diese verkleinerten die Blockgrößen so weit, dass ein Mann je einen Stein tragen konnte.[425] Da die dem Sonnenkult gewidmeten Tempel keine Decken hatten, um den Strahlen des Sonnengottes Aton Zugriff auf die Opfergaben zu ermöglichen, benötigte man überhaupt keine keine großen Blöcke und also auch keine Transportrampen. Nach dem Tod Echnatons wurde Amarna bald verlassen und die Tempel für Aton abgerissen. Die handlichen Blöcke wurden als Füllmaterial im Kernmauerwerk von Neubauten verwendet, die man ansonsten wieder in großen Blockformaten errichtete, also mit Rampen.

Neben der Verfügbarkeit von massenhaften Arbeitskräften mag der Nilschlamm einen großen Anteil am andauernden Erfolg dieser Bautechnik gehabt haben. Einerseits konnte man aus ihm sehr schnell und einfach die Ziegel für die Rampen herstellen, deren Volumen das Volumen der mit ihnen zu errichtenden Gebäude ohne weiteres übersteigen konnte.[426] Andererseits hat befeuchteter Nilschlamm hervorragende Gleiteigenschaften (vgl. Abb. 1.10). Die Reibung ist Experimenten zufolge so weit reduziert, dass bei 0% Steigung sechs Mann einen Stein von fünf Tonnen bewegen können.[427]

Hebetechnik im eigentlichen Sinne wandte man ausschließlich da an, wo Gleittechnik nicht funktionierte. Dies war insbesondere der Fall, wenn man monolithe Sarkophage und ihre Deckel in einen Grabschacht o. Ä. absenken wollte. Hierfür verwendete man häufig Seile und einfache Seilzüge,[428] der Flaschenzug war jedoch unbekannt.[429]

Ein weiteres Hilfsmittel zum Versetzen großer Bauteile war offenbar feiner, trockener Sand, der unter dem Objekt eingebracht und von unten allmählich entnommen wurde, so-

[421] Seltener waren Tiere als Zugkräfte (Goyon u. a. 2004, 199f.). Auch der Transport mithilfe von Rollen war offenbar die Ausnahme (Goyon u. a. 2004, 181).
[422] (Abbruch?)rampe Amenophis III. in Gisa (Arnold 1991, 94 Abb. 3.47).
[423] Zusammengestellt von Goyon 1977; diskutiert bspw. bei Fitchen 1986, 226–241. Rampenformen diskutiert Arnold 1991, 98–101, 204–211.
[424] Zum Mauerwerk dieses Gebäudes zusammenfassend Goyon u. a. 2004, 254.
[425] Sog. Talatat-Blöcke, Goyon u. a. 2004, 200, 176 Abb. 193.
[426] Bspw. Pylon von Edfu: Baukörper ohne Fundamente 13.000 m^3, Rampe je nach Böschung 67.000 m^3–90.000m^3, also um das drei- bis vierfache (Fauerbach 2005, 227–231).
[427] Goyon u. a. 2004, 197.
[428] Hölzerne Umlenkrollen sind ab der 12. Dynastie nachgewiesen.
[429] Arnold 1991, 70–74; Arnold 1994, 103f.

dass sich der Gegenstand absenkte.[430] Erstmals in der Pyramide Amenemhats III. in Hawara (2. H. 19. Jh. v. Chr.) für einen Sarkophag angewandt, ist sie insgesamt selten nachgewiesen: Arnold nennt zwei Beispiele aus der 13. Dynastie (18. Jh. v. Chr.), weitere erst wieder aus der 26. Dynastie (7./6. Jh. v. Chr.). In größerem Maßstab benutzte man ein ähnliches Verfahren möglicherweise für das Aufstellen von Obelisken und Monumentalstatuen, wozu man diese auf eine mit Sand gefüllte Rampe hätte ziehen müssen. Allerdings ist die Quellenlage hierfür dünn und der genaue Prozess entsprechend umstritten.[431] Insbesondere die exakte Platzierung des Monoliths auf der Basis bleibt ein ungelöstes Problem.

Die Berechnung der erforderlichen Arbeitskräfte scheint Aufgabe der Beamten gewesen zu sein. In der folgenden Aufgabe aus dem Papyrus Anastasi scheint es um den Versatz einer Kolossalstatue zu gehen (1 Elle entspricht etwa 0,53 m):

> „Man sagt zu dir: Entleere das Magazin, das beladen ist mit Sand, unter dem Monument deines Herrn … das geholt worden ist vom (Steinbruch) Gebel Ahmar. Es beträgt 30 Ellen, ausgestreckt auf dem Boden, mit einer Breite (von) 20 Ellen, wenn es vorbeigeht (?) an (?) Kammern, die mit Sand vom Ufer gefüllt sind. Die Zellen/Mauern (?) seiner Kammern sind von einer Breite 4 (auf) 4 (auf) 4 Ellen. Sie haben eine Höhe von 50 Ellen insgesamt, Ablaufventile (?) befinden sich in dem/n Sandhügel/n (?). Du wirst beauftragt, in Erfahrung zu bringen, was vor (ihm) ist. Wieviel Mann werden benötigt, es zu entfernen in 6 Stunden, wenn ihre Arbeitsmoral gut ist? Gering wird ihre Motivation sein, es zu entfernen, wenn die Mittagspause ausbleibt.“[432]

Leider sind die technischen Angaben des Textes so wage, dass der technische Prozess, geschweige denn die Konstruktion der Baulichkeit aus mit Sand gefüllten Zellen, nicht rekonstruiert werden kann. Interessant ist die Variable der mehr oder weniger motivierten Mitarbeiter.

Versatztechniken

Der Transport großer Steinblöcke über die Horizontale schritt in der Regel ohne Unterbrechung zum Versatz fort, ohne dass Hebetechnik im eigentlichen Sinne zum Einsatz kam. Rampen und Gerüste gingen teils nahtlos ineinander über. Monumentale Steingebäude waren meist während ihrer gesamten Errichtung von massiven Gerüsten umschlossen, die ähnlich wie die Rampen konstruiert waren. Sie dienten zum Weitertransport des Baumaterials an den Versatzort und als Manövrierfläche beim Versatz (Abb. 1.28). Hier konnte man auch Baumaterial zwischenlagern, das nicht unmittelbar zum Einsatz kam.

Der Versatz erfolgte wie der Transport auf einer Gleitschicht, und zwar aus langsam abbindendem Mörtel (s. o. und Abb. 1.27). Normales Mauerwerk wurde mit Stemmstangen bewegt, Blöcke monumentalen Ausmaßes mit großen Hebeln.[433] So war man in der Lage, riesige Lasten kontrolliert zu bewegen.

---

[430] Arnold 1991, 74–79.
[431] Zusammenfassend Arnold 1991, 67–70; Goyon u. a. 2004, 329–338.
[432] pAnastasi I, 16,5–17,2, übersetzt und kommentiert von Fischer-Elfert 1986, 143–147.
[433] Fauerbach 2005, 242f. ca. 20 cm Durchmesser.

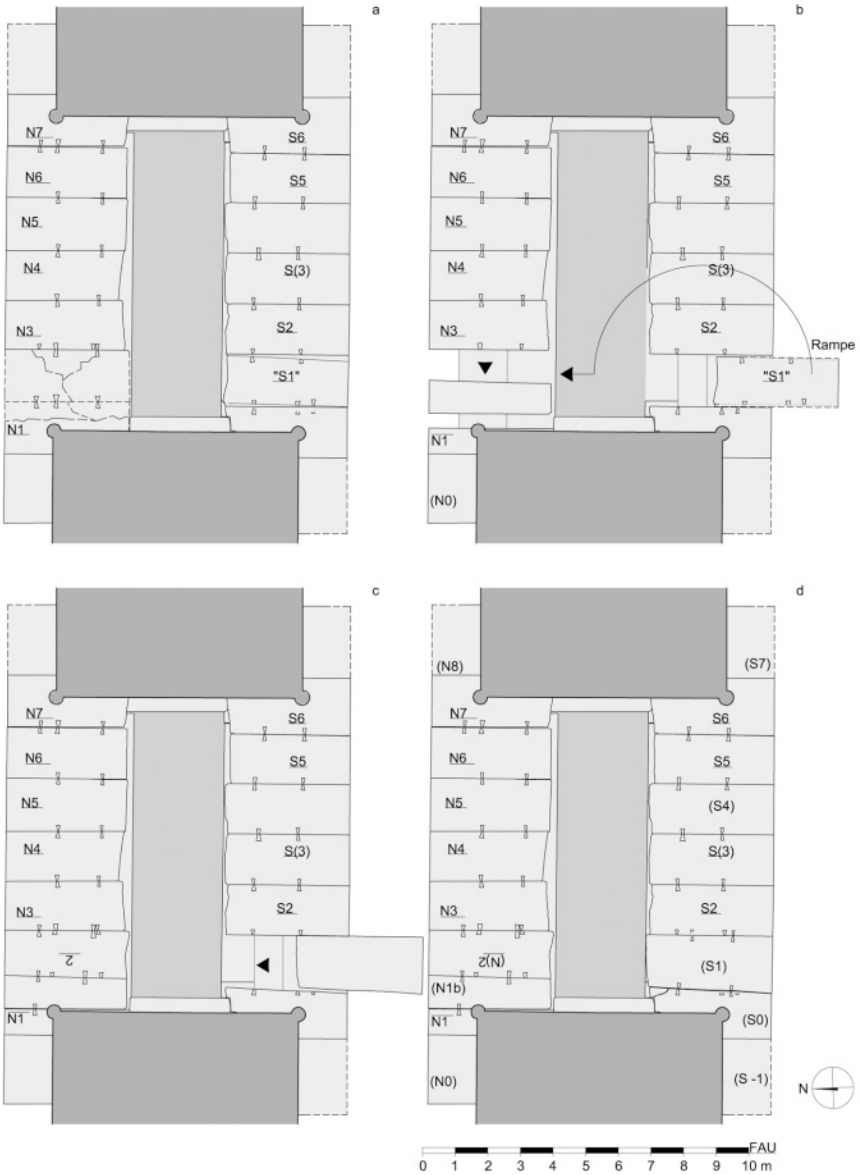

Abb. 1.28: Reparatur der Pylonbrücke von Edfu in Aufsicht, Ende 2. Jahrhundert v. Chr. Um zwei defekte Blöcke im Nord-Westen (links unten) auszutauschen muss der gegenüberliegende Block (südlich) ebenfalls entfernt werden, um den Zugang von der Transportrampe her zu ermöglichen. Während neue Blöcke im Steinbruch gebrochen werden, verbaut man den im Süden entnommenen Block auf der Nordseite. Die Blöcke wurden von den Bauleuten durchnummeriert (Zeichnung: U. Fauerbach).

Verbindungstechniken

Bei der Verbindung von Steinmauerwerk verließ man sich vielfach auf die Schwerkraft der Masse, arbeitete also ohne zusätzliche Verbindung. Allerdings kamen häufig auch Schwalbenschwanzklammern zum Einsatz, und zwar im Laufe der Jahrhunderte in zunehmendem Maße.[434] Die Verklammerungen verbanden jeweils nur innerhalb einer Schicht, nicht die Schichten untereinander – möglicherweise genügte hierfür der Mörtel. Ausnahmen von dieser Regel gab es lediglich im Alten Reich, also aus einer Zeit, in der Verklammerungen generell noch selten verwendet wurden.[435] Insbesondere in der 3. und 4. Dynastie verhinderte man das Verschieben der Steinlagen gegeneinander an den Ecken oder Mauerkronen durch ineinander verzahnte Horizontalfugen, ab Sesostris I. (2. H. 20. Jh. v. Chr.) verließ man sich vermehrt auf Klammern.[436] Im Neuen Reich findet man diese nicht nur an den Ecken, sondern auch in den Wänden. Zwar kann man nicht von einer kontinuierlichen Entwicklung sprechen – in den Bauten Sethos' I. findet man relativ viele, in denen seines Sohnes vergleichsweise weniger Klammern – aber Beobachtungen von Schäden an älteren Bauten (Setzungen? Erdbeben?) haben hier möglicherweise zu größerer Vorsicht geführt. Eine generelle Zunahme der Klammern ist ab der 30. Dynastie zu beobachten; spätestens ab der Ptolemaierzeit verklammerte man sämtliche Blöcke im Steinmauerwerk mit Holzklammern, besonders belastete Stellen (Architrave, Mauerkronen) mit Bronzeklammern, die zusätzlich mit Blei vergossen wurden (s. bspw. Abb. 1.28).[437]

Im Schreinerhandwerk wurden durchaus komplexe Holzverbindungen verwendet.[438] Neben gestoßenen Verbindungen, die mit Nägeln oder Schnüren zusammengehalten wurden, gab es Nut-Feder- und Zapfenverbindungen sowie Schwalbenschwanzblattungen offenbar bereits in frühdynastischer Zeit. Hakenverbindungen kamen insbesondere beim Schiffsbau zum Einsatz, weil lange Hölzer knapp waren. Da Hölzer im Bauzusammenhang nur selten erhalten sind, lassen sich diesbezüglich leider keine Entwicklungen beobachten.

Aufschnüren und Messen

Über das eigentliche Verfahren des Aufschnürens gibt es keine unmittelbaren Informationen, jedoch eine Reihe von indirekten Quellen. Der Prozess schlug sich im Tempelgründungsritual nieder, dessen in verschiedene Szenen aufgeteilte Darstellung in einer Sequenz den König mit der Göttin Seschat beim Spannen des Schnurgerüsts zeigten.[439] Konkretere Quellen sind Schnurrollen, Messstäbe (Abb. 1.29) und Nivellierdreiecke, die in Ägypten gefunden wurden.[440] Zwar handelt es sich bei vielen dieser Objekte, die in den Museen aufbewahrt werden, um niemals verwendete Gegenstände, die Teil der Grabausstattungen waren, aber da sie echte Messwerkzeuge abbilden, ergänzen sie die tatsächlich verwendeten Gegenstände durchaus.[441]

---

[434] Arnold 1991, 124–128; Goyon u. a. 2004, 305–306.
[435] Grabbezirke von Chephren und Unas, siehe Arnold 1991, 124 und die Abb. auf 125.
[436] Arnold 1994, 128–132.
[437] Fauerbach 2005, 239–242; Zignani 2008, 130–135.
[438] Killen in: Gale 2000, 358–367.
[439] Goyon u. a. 2004, 218–225; zur Göttin Seschat siehe Budde 2000; zur Beziehung der Göttin zum Bauen Budde 2000, 191–199.
[440] Siehe bspw. Arnold 1991, 251–256.
[441] Arnold 1991, 251.

Abb. 1.29: Ellenstab des Hohepriesters des Ptah, Ptahmose, aus seinem Grab in Saqqara, Basalt, ca. 1375 v. Chr., 53 cm lang. Das Material macht deutlich, dass es sich nicht um einen Gebrauchsgegenstand, sondern um ein sakrales Objekt handelt. In der Praxis wurden ähnliche Stäbe aus Holz eingesetzt (Foto: Rijksmuseum van Oudheden, Leiden, Inv. AD 4).

Die größte Herausforderung des Messens lag naturgemäß in der Streckenmessung,[442] und tatsächlich sind hier erhebliche Abweichungen beobachtet worden.[443] Erhalten geblieben sind uns Schnüre und Seile sowie Ellenstäbe aus Holz. Darstellungen von Messschnüren für die Feldvermessung (Abb. 1.15) zeigen Knoten als Unterteilungen, die aber für das Bauwesen nicht genau genug gewesen sein dürften.[444] Nachgewiesen ist die Verwendung von Schnüren für das Hilfslinienraster von Wanddekorationen: Man spannte die in rote Farbe gespannte Schnur über die Wand, zog sie in der Mitte etwas von der Wand weg und ließ sie zurückschnellen, sodass sie eine rote Linie hinterließ. Die Ellenstäbe weisen in der Regel eine Unterteilung in Handbreit ($\frac{1}{7}$ Elle) und Fingerbreit ($\frac{1}{28}$ Elle) sowie deren Bruchteile auf, wobei auch ein Zwei-Ellen-Stab und ein Klappstab gefunden wurden.[445]

Größere Genauigkeit[446] erzielte man auf dem Gebiet der Bestimmung von Ebenen und Achsen. Nivelliert wurde durch Peilen über ein gleichschenkliges, rechtwinkliges Dreieck, dessen Schenkel über die Basis hinaus verlängert waren, dem Buchstaben A vergleichbar. An der Spitze wurde ein Lot befestigt. Überdeckte die Lotschnur die Mittelmarkierung der Basis, so definierte die Basis den Höhenhorizont, der durch das Peilen mit dem Auge über weite Strecken hin verlängert werden konnte, offenbar in hoher Genauigkeit. Die ältesten

[442] Dies galt bis weit in das 20. Jahrhundert hinein, da sich alle zum Messen von Strecken geeigneten Materialien grundsätzlich (Seile und Schnüre aus organischen Materialien) bzw. je nach Temperatur (Metallstäbe oder Bänder) dehnen bzw. schrumpfen. Dies gilt am wenigsten für Holz in Faserrichtung, allerdings neigt dieses dazu, sich zu verkrümmen und ist überdies nicht in beliebiger Länge verfügbar.

[443] Die größte Seitenlängenabweichung der Cheopspyramide beträgt lediglich 4,4 cm auf etwas über 230 m (Lehner 1997, 109). Die beiden Pylontürme von Edfu jedoch weichen auf einer Gebäudegesamtlänge von 69,75 m um 6 cm voneinander ab. Die Seitenlängen des Millionenjahrhauses Sethos‘ I. in Qurna betragen 30,50 m und 31,20 m, unterscheiden sich also um 70 cm (Planarchiv DAI Kairo). Diese Liste ließe sich beliebig fortsetzen.

[444] Arnold 1991, 252.

[445] Arnold 1991, 251.

[446] +/- 1 cm auf 47 m Länge (Arnold 1994, 162).

Messwerkzeuge dieser Art datieren in das Mittlere Reich, erfunden wurde das Prinzip sicherlich früher.[447] Wasser wurde nicht zum Nivellieren verwendet. Große Bewunderung hat die exakte Ausnordnung der Pyramiden des Alten Reiches hervorgerufen,[448] dies ist jedoch durch das Anpeilen der Gestirne relativ einfach zu realisieren.

Trotz dieser Quellen können keine sicheren Aussagen gemacht werden, wie der Prozess des Aufschnürens konkret ablief: Wie wurde der rechte Winkel abgesteckt?[449] Benutzte man ein übergeordnetes Maßnetz (Raster) und nahm die Detailmaße von dort ab oder addierte man die Detailmaße nacheinander? Antworten können nur detaillierte Analysen von Grundrissen, Werkzeichnungen und Bauritzlinien geben.

Bauritzlinien finden sich regelmäßig auf den Fundamentoberflächen von Steinbauten. Die Linien liegen teils (mehr oder weniger exakt) unter der Mauerkante, teils liegen sie in geringem Abstand parallel davor. An manchen Bauten wurden beide Arten von Linien eingeritzt.[450] Da die Bossen sehr unregelmäßig vor die Mauern vorstehen, ist es weniger wahrscheinlich, dass die vorstehenden Linien sich auf die Bossen beziehen. Wahrscheinlich benötigte der Steinmetz die vordere Linie zum Abloten, da das Lot immer entsprechend seiner Dicke vor der Mauerflucht hängen musste.

Dachkonstruktionen

Ägypten ist nicht die Heimat der komplexen Dachkonstruktionen. Bei gelegentlichen Niederschlägen genügen selbst bei Nilschlammgebäuden in der Regel Flachdächer. Diese konnten aus Holzstämmen gefügt werden, die man mit Matten und Schlamm abdichtete – im Wohnbau die häufigste Lösung.[451] Auch Steinbauten überdeckte man mit Balken, die aus über 6 m langen Steinblöcken bestehen konnten.[452]

Die Entwicklung eines neuen Bautyps im Tempelbau, genauer die Umsetzung kleinerer hölzerner Baldachine in monumentale ‚Kioske' (freistehend) und ‚Eingangshallen' (einem Bau vorangestellt) aus Stein brachte hohe Spannweiten mit sich. Deren Überbrückung, wollte man die Leichtigkeit der Bauten nicht völlig opfern, war durch Steinbalken nicht machbar, sodass die Dächer wiederum aus Holz gefügt wurden. Spannweiten von 7–8 m kamen häufiger vor; größere Distanzen (13,30 m) überspannte man offenbar das erste Mal unter Nektanebos I. (380–362 v. Chr.) – ein Maß, das in der Folgezeit jedoch nicht mehr erreicht wurde.[453]

---

[447] Arnold 1991, 253.

[448] Meist Bruchteile eines Grads, z.B. die Chephrenpyramide mit einer Abweichung von 0°5'26" West von Nord, weitere Werte bei Arnold 1999, 181f. Siehe zur Orientierung insgesamt Leitz 1991.

[449] Die Konstruktion mit Zirkeln ist m. W. an keiner Stelle nachgewiesen, etwa durch Ritzlinien. Die Verlängerung feststehender Winkel ist zumindest eine erwägenswerte Alternative. D. Arnold (1994, 162) vermutet, dass der pythagoräische Dreisatz bekannt war, erwiesen ist dies nicht.

[450] Felix Arnold, Bericht auf der 38. Ständigen Ägyptologenkonferenz in Hannover 08.07.2006, unpubl. Nach freundlicher Auskunft von Katrin Maurer ist dieses Phänomen auch in Tuna el-Gebel zu beobachten.

[451] Mehrstöckig, Goyon u. a. 2004, 110.

[452] Z. B. ein Sandsteinbalkendach mit darüber aufgebrachtem Sandsteinpflaster im Tempel von Esna (Sauneron 1959, Taf. 22).

[453] Arnold 2001.

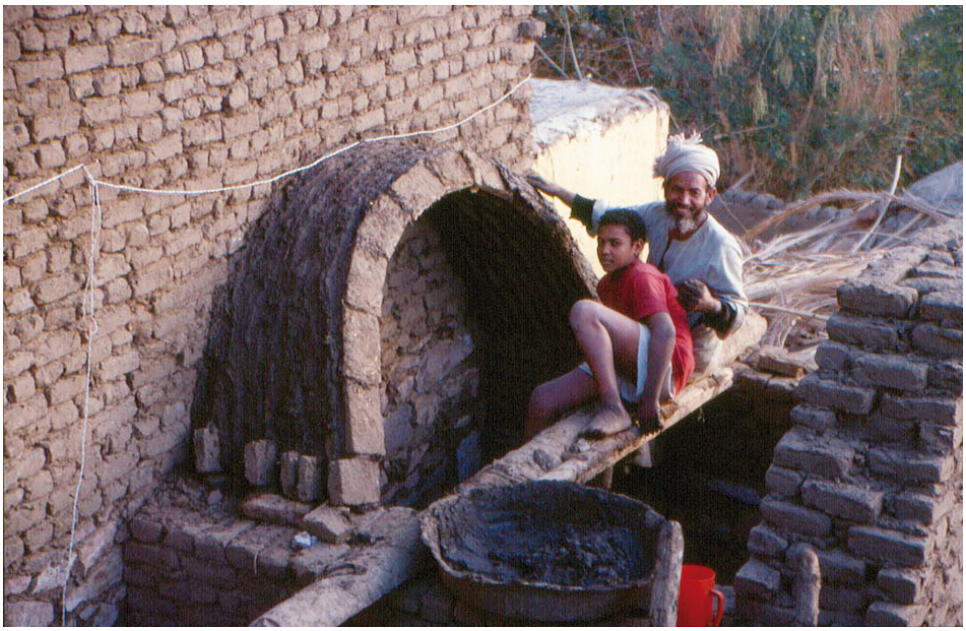

Abb. 1.30: Herstellung eines Kufgewölbes auf Elephantine. Die traditionelle Technik wird auf der Baustelle von Generation zu Generation weitergegeben (Foto: D. Kurapkat 2001).

Bei der Betrachtung der Überreste der pharaonischen Architektur fällt kaum ins Auge, dass die Ägypter auch ausgesprochen fähige Gewölbebauer waren.[454] Ziegelgewölbe errichtete man bereits in der Frühzeit.[455] Diese wurden ohne Lehrgerüste meist als Kufgewölbe errichtet (Abb. 1.30) und versprachen größere Dauerhaftigkeit als für Tierfraß anfällige Holzdächer, weswegen sie insbesondere im Speicher- und Magazinbau verwendet wurden. Im Wohnbau kamen sie kaum vor, möglicherweise, weil Gewölbebau Spezialistenwissen war, möglicherweise, weil man die Begehbarkeit von Flachdächern schätzte. Goyon u. a. vermuten als weiteren Hintergrund eine mit Gewölben verbundene Jenseitssymbolik,[456] allerdings hätte das wohl auch ihre Verwendung im Magazinbau einschränken müssen. Die technischen Möglichkeiten von Kufgewölben wurden mit maximalen Spannweiten von immerhin 8,60 m offenbar nicht ganz ausgenutzt.[457]

Daneben entwickelte man eine Reihe von so genannten falschen Gewölbeformen (Kraggewölbe, Stemmplattengewölbe), die sich möglicherweise besser mit der horizontalen Versatztechnik (s. o.) vereinbaren ließen als Keilsteingewölbe, die man vorzugsweise mit Hebezeug errichtet. Für diese These spricht, dass Keilsteingewölbe in Ägypten spätestens seit etwa 760 v. Chr. bekannt waren,[458] sich jedoch nicht verbreiteten. Vorstellbar ist aber

[454] Arnold 1994, 92f.; El-Naggar 1999; Goyon u. a. 2004, 123–132.
[455] Arnold 1994, 92.
[456] Goyon u. a. 2004, 124, 328. Die Autoren nennen (S. 123f.) den Königspalast von Medinet Habu als Ausnahme, allerdings handelt es sich hierbei um einen Ritualpalast im jenseitigen Kontext.
[457] Arnold 1994, 92; ein Gewölbe in einem sassanidischen Palast überspannt 21 m (Ktesiphon, ca. 230 oder ca. 550 n. Chr.) (Goyon u. a. 2004, 125).
[458] Arnold 1994, 93.

auch, dass das Spezialistenwissen des Keilsteingewölbebaus nur lokal verankert war und nach kurzer Zeit wieder verlorenging; andererseits ist die Technik nicht so komplex, dass sie nicht aus reiner Anschauung hätte kopiert werden können.

Sehr häufig schlug man Felsgrabkammern mit gewölbten Decken aus. Der Gewölbebogen wurde offenbar vorher auf einer Zeichenfläche angerissen und die hier entnommenen Stichmaße auf die Ausarbeitung übertragen (Abb. 1.6).[459] Ziegelkufgewölbe wurden hingegen vermutlich nicht konstruiert sondern freihändig angerissen.[460]

Brücken und Straßen

Die Bedeutung von Straßen im Niltal ist aufgrund der Bedeutung des Flusses als Verkehrsweg lange unterschätzt worden. Einige neuere Arbeiten[461] haben jedoch die Notwendigkeiten von Straßen sowohl für den Ferntransport (z. B. zu Oasen, Rotmeerküste) als auch entlang des Nils selbst (z. B. zu Steinbrüchen, parallel zu unschiffbaren Nilabschnitten) herausgearbeitet. Bautechnisch handelt es sich jedoch in der Regel um Sand- und Schotterpisten, schwere Lasten wurden auf Schlitten transportiert.

Wasserwege überspannende Brücken aus dem Alten Ägypten sind nicht baulich nachgewiesen. Die Brücke in der Residenz Amarna überspannte eine Straße.[462] Balken von 5 m Länge und 60 cm Durchmesser ruhten dort auf zwei Brückenpfeilern aus Ziegeln.[463] Die Brücke diente jedoch der Repräsentation und dem Herrscherkult, nicht dem Stadtverkehr.

Dass es Brücken über den oberägyptischen Nil gegeben hat, kann man wohl ausschließen, da sie sicher in Quellen Erwähnung gefunden hätten. Doch im Delta mit seinen zahlreichen kleineren Flussarmen ergab sich allerorten die Notwendigkeit, den Fluss zu überqueren – spätestens im Kriegsfall. Tatsächlich zeigt eine Feldzugdarstellung Sethos' I. in Karnak (1. V. 13. Jh. v. Chr.) eine Festungsanlage mit einer Brücke im Delta bei al-Qantara, an der Route Richtung Palästina (Abb. 1.31)[464] Über die Konstruktion lässt sich anhand der Darstellung nichts Sicheres sagen; vielleicht handelte es sich um eine Flachbrücke aus ganzen Bäumen (vgl. Abb. 1.32), die Brückenköpfe scheinen in irgendeiner Form (Tore) befestigt gewesen zu sein.

Dass der Bau von Brücken über den Nil trotz wechselnder Fluthöhen im vorindustriellen Zeitalter möglich war, zeigen die mittelalterlichen Brücken Ägyptens:[465] Unter der ayyubidischen Herrschaft (1169–1260 n. Chr.) gab es mindestens sechs Pontonbrücken in Kairo, eine davon überspannte den zwischen Fustat und Gisa mit 53 Pontons. Sultan az-Zahir Baibars (1260–1277 n. Chr.) ließ zahlreiche Steinbrücken hauptsächlich in Kairo und dem Nildelta errichten.

[459] Rossi 2004, 114f.
[460] Goyon u. a. 2004, 130.
[461] Graeff 2005; Verner 2005; Köpp 2006; Darnell 2007.
[462] Auch die sog. Brücke in Gisa (Rostem 1948) ist keine Brücke, sondern ein Torsturz.
[463] Arnold 1994, 109 s. v. Holzbau.
[464] Gardiner 1920, Taf. 11.
[465] Korn 2004, 71; Meinecke 1992, 13. Für diese Hinweise danke ich Ralf Bodenstein.

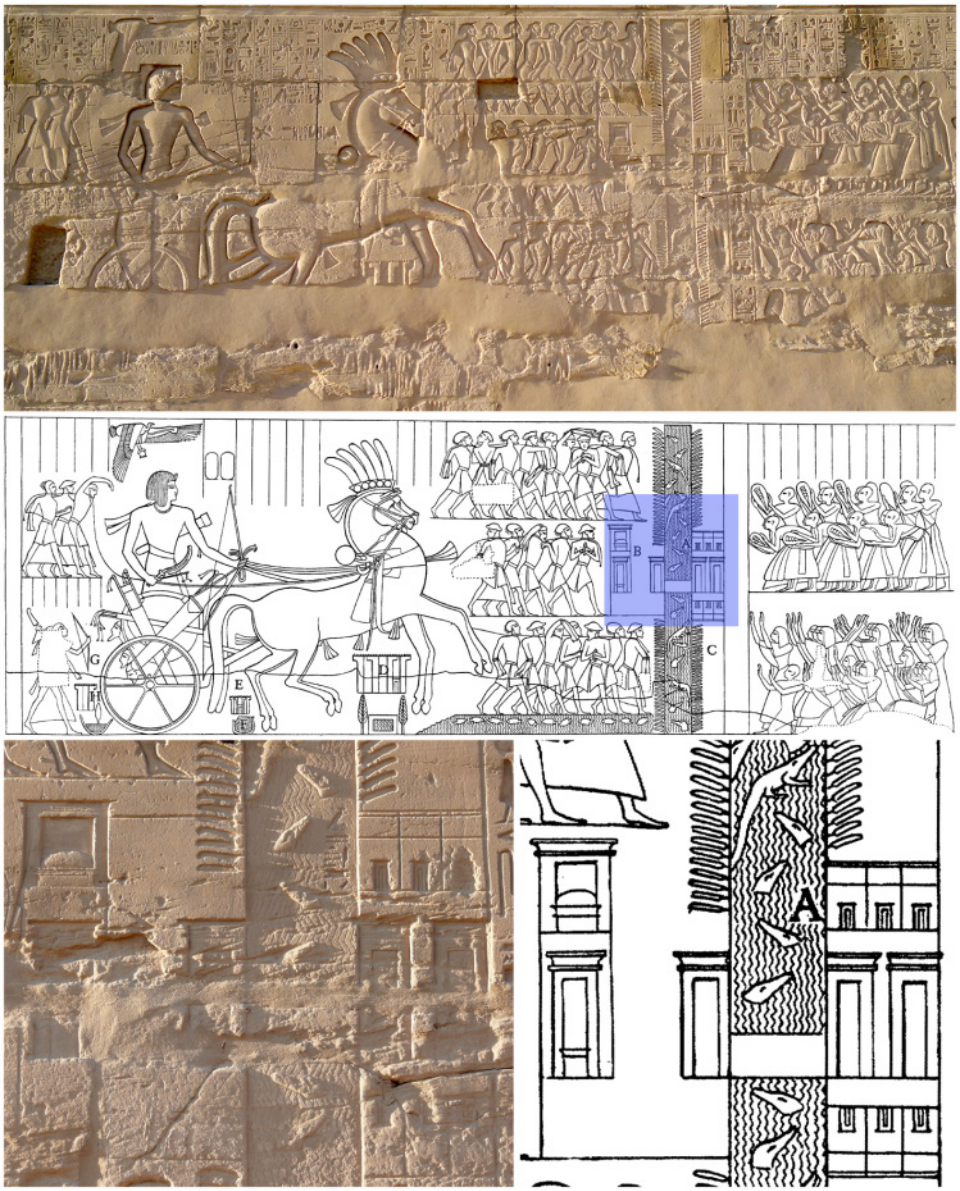

Abb. 1.31: Feldzugdarstellung Sethos' I. in Karnak (13. Jh. v. Chr.) Als Detail des überlebensgroßen Bildnisses des Königs auf seinem Streitwagen ist eine Festungsanlage mit einer Brücke zu sehen. Sie überspannte einen Arm des Nildeltas bei al-Qantara an der Route Richtung Palästina. Im Wasser erkennt man zahlreiche Krokodile (Foto: U. Fauerbach, Umzeichnung: Gardiner 1920, pl. 11).

Abb. 1.32: Einfache Brücke über einen Kanal bei Abusir. Die Konstruktion besteht aus Palmstämmen mit einer Lehmdecke, das Geländer wurde aus Astholz zusammengenagelt (Foto: I. Helmedag 2009).

Wasserbau

Da die Bewässerung in der Landwirtschaft eine große Rolle spielte, griff man schon früh zu wasserbautechnischen Maßnahmen. Zu diesen gehört zunächst der Bau von Wehren, vom kleinen Rückhaltebecken[466] bis zum großen Staudamm.[467] Wissensgeschichtlich beachtenswert sind auch die so genannten Nilometer, die zur jährlichen Flutmessung verwendet wurden.[468] Ein Schub in der Bewässerungstechnologie setzt nach dem Ende des Alten Reiches ein,[469] davor scheint es keinen staatlichen Wasserbau gegeben zu haben.[470] Schenkel hat aufgrund von Textquellen Klimawandel, mangelnde Expansionsfähigkeit der Ackerbauflächen im Niltal, die wirtschaftlichen Folgen dieser Wachstumseinbuße am Ende des Alten Reiches und nicht zuletzt den zu stark gewachsenen Verwaltungsapparat als mögliche Ur-

[466] Jeffreys 2007, 8.
[467] Z B. der Sadd el-Kafara im Wadi Garawi bei Helwan mit einem Stauvolumen von etwa 500.000 m^3, um 2600 v. Chr. (Garbrecht und Bertram 1983).
[468] Borchardt 1906; Jaritz 1986; Seidlmayer 2001b.
[469] Schenkel 1978; Goyon u. a. 2004, 18.
[470] Eyre 1987a, 18. Bewässerungstätigkeiten können demnach nicht der Impuls für das Entstehen der staatlichen Verwaltung gewesen sein, anders Jeffreys 2007, 9.

sachen der in der ersten Zwischenzeit erstmals auftretenden Hungersnöte ausgemacht; dies habe schließlich zur künstlichen Felderbewässerung mithilfe von Rückhaltebassins geführt.

Dieser Klimawandel wirkte sich bis in das Mittlere Reich aus. Die Könige der 12. Dynastie unternahmen gewaltige Anstrengungen, um die in der Vor- und Frühgeschichte sehr fruchtbare und gegen Ende des Alten Reiches ausgetrocknete Oase Fayum erneut zu bewässern.[471] Das Fayum wird bis heute durch einen Nebenarm des Nil bewässert, der in den Karun-See mündet. Durch die Regelung der Wasserzufuhr wurde Ackerfläche gewonnen; außerdem konnte bei besonders hohen Fluten Wasser in den See abgeleitet werden und die Überschwemmung Unterägyptens verhindert werden. Diese Wasserbauten wurden nach 1800 v. Chr. zerstört, vermutlich durch ungewöhnlich hohe Nilfluten; vielleicht wurde aber auch die Pflege der Anlagen nach Zerfall der Zentralgewalt vernachlässigt. Das Projekt wurde erst in der 1. Hälfte des 3. Jahrhunderts v. Chr. mit einem Dammbau bei el-Lahun wieder aufgenommen, der bis in das 18. Jahrhundert n. Chr. hinein immer wieder repariert wurde.[472]

Über die Auswirkung dieser Innovationen auf Bauorganisation, Hafenbau und letztlich auch auf den Tempelbau, dessen teils hohe Fundamentsockel[473] und Umfassungsmauern auch dem Schutz vor Hochwasser gedient haben werden,[474] lässt sich nur mutmaßen. Auch beim Bau von Hafenbecken waren schwankende Wasserstände zu berücksichtigen,[475] vermutlich wurden auch natürliche Hafenbecken bzw. die Uferbänke genutzt.[476]

Der Suezkanal verbindet das Rote Meer mit dem Mittelmeer und ist eine der am stärksten befahrenen Wasserstraßen der Welt. Der Wunsch, diese Verkehrsverbindung herzustellen, geht bereits auf die pharaonische Zeit zurück. Nachdem der erste Versuch dazu unter Necho II. (um 600 v. Chr.) aufgegeben wurde, vollendete Darius I. etwa hundert Jahre später einen Herodot zufolge 384 km langen Kanal zwischen den Bitterseen und dem Roten Meer.[477] Kanalbauten lassen sich aber bereits für das Alte Reich nachweisen, und zwar sowohl Stichkanäle für den Materialtransport (Pyramiden), als auch Wasserstraßen zur Umgehung von unschiffbaren Nilabschnitten.

Da die Wüsten für den Fernhandel und die Rohstoffversorgung von großer Bedeutung waren, errichtete man entlang wichtiger Wüstenstraßen Brunnen. Königliche Inschriften lassen die Wertschätzung erkennen, welche die Ägypter selbst der Fähigkeit zum Brunnenbau entgegenbrachten.

> „Seine Majestät (Sethos I.) durchzog die Wüste bis zu den Bergen. Sein Herz hatte gewünscht, die Gruben zu besichtigen, aus denen Gold geliefert wird (Goldminen im Wadi Barramija). Nachdem seine Majestät viele Meilen hinaufgezogen war, machte er Rast am Weg, um mit seinem Herzen Rat zu halten. Er sprach: ‚Wie schwierig ist ein Weg, der kein Wasser hat. Was geschieht für die Reisenden, damit der Brand ihrer Kehlen gelöscht wird? Wer stillt ihren Durst?‘ …Nachdem seine Majestät diese Worte zu seinem Herzen gesprochen hatte, zog er in der Wüste umher und suchte einen Platz, eine Wasserstation anzulegen. Gott aber leitete ihn … Es wurden Steinarbeiter beordert, einen

[471] Garbrecht und Jaritz 1990; Garbrecht und Jaritz 1992.
[472] Hassan 2005.
[473] Siehe die Quellen; Grallert 2001, 238f., 267.
[474] Jeffreys 2007, 10f.; Wilson 2007, 27.
[475] Alexanian u. a. 2012.
[476] Bard und Fattovich 2007, 239f.
[477] II. Buch, 158; siehe Arnold 1994, 120 mit weiterführender Literatur; außerdem Aubert 2004.

Brunnen in den Bergen zu graben. … Er führte sehr reichlich Wasser wie die Höhle der Quelllöcher in Elephantine (= die Nilquellen). … Ein seit den Göttern schwieriger Weg ist leicht geworden unter meiner Regierung.“[478]

Sein Sohn Ramses II. berichtet in einer vergleichbaren Inschrift[479]:

„Es geschah eines Tages, dass seine Majestät auf einem Thron aus Elektron saß, … während er Pläne machte Brunnen zu graben auf Wegen an denen Wasser fehlt, nachdem man gehört hatte, dass es viel Gold gibt im Land Akita. Aber auf seinen Wegen fehlt es sehr an Wasser: Wenn [einige von diesen] Goldwäschern zu ihm (= dem Land Akita) gingen, erreichten es nur die Hälfte von ihnen; sie starben unterwegs zusammen mit den Eseln, die unter ihrer Aufsicht waren. Nie gab es welche, die ihren Wasserschlauchbedarf errechnet hatten für die Hin- und Rückreise. Da wurde kein Gold von diesen Bergen gebracht wegen Wassermangels. Darauf sagte seine Majestät dem Wesir, der an seiner Seite war: Rufe die Beamten und Vorsteher, damit seine Majestät nach ihrem Rat fragt. … Da holte man sie sogleich vor den guten Gott (= den König). … Da berichtete man ihnen von der Form dieses Berglandes, als man ihren Ratschlag hinsichtlich des Planes erfragte, den Brunnen auf seiner Straße zu öffnen. Darauf sagten sie vor seiner Majestät: … ‚Welches ist das Fremdland, das du nicht kennst? Wer ist in seiner Klugheit wie du? Wo ist der Platz, den du nicht gesehen hast? … Es wird kein Denkmal errichtet, das nicht unter deiner Aufsicht ist. Es gibt keine Entscheidung ohne dein Wissen. … Wenn du zum Wasser sagst: ‚Komm auf den Berg!‘, dann kommt das Wasser schnell heraus.‘ ‚Was über das Land Akita gesagt wird, ist folgendes‘, sagte der Vizekönig von Kusch vor seiner Majestät. ‚Es ist in einem elenden Zustand wegen Wassers seit der Zeit des Gottes. Man stirbt deswegen in ihm, und es war der Wunsch jedes Königs vorher, einen Brunnen in ihm zu errichten, doch wurde ihnen kein Erfolg zuteil. König Men-maat-Re (Sethos I.) machte es ebenso, als er einen Brunnen von 120 Ellen Tiefe (ca. 63 m) in seiner Zeit graben ließ. Er wurde aufgegeben auf dem Weg, denn es kam kein Wasser aus ihm. Wenn aber du zu deinem Vater Hapi (dem Gott der Überschwemmung) sagst. ‚Gib, dass Wasser hervorquillt auf der Höhe des Berges‘, dann wird er alles tun, wie du gesagt hast‘.“[480]

Daraufhin wird der Vorsteher der königlichen Schreiber beauftragt, den Bau eines Brunnens zu veranlassen, der schließlich auch Wasser führt.

In beiden Fällen wird die Lage des Brunnens bzw. die Tatsache, dass er Wasser enthält, auf göttliche Hilfe zurückgeführt, wobei die Entschlossenheit und Weisheit des Herrschers jedoch den Ausschlag gibt. Anschaulich wird der Rat geschildert, der in der königlichen Inschrift als Schauplatz herrscherlicher Überlegenheit erscheint, tatsächlich aber durchaus dem Informationsaustausch gedient haben dürfte. Bei dem ersten Text scheint eine Parallele zu den Berichten vorzuliegen, denen zufolge der König selbst Steinbrüche entdeckt.

[478] Inschrift Sethos’ I im Felstempel von Kanaïs, 60 km östlich von Edfu am Schnittpunkt zwischen Wadi Mija und Wadi Abbad (Schott 1961, Übersetzung nach Schott 1961, 141–145). Der Brunnen befand sich neben dem Tempel. Siehe auch Grallert 2001, 201.

[479] Quban-Stele, Grallert 2001, 177.

[480] Kitchen 1979, KRI II, 355,1–357,6; ganze Inschrift S. 353–360.

Festungsbau

Festungen ließen die Pharaonen sowohl zur Sicherung der Landesgrenzen (Elephantine), als auch zur Kontrolle von Einfallswegen (‚Horusweg' zwischen Delta und Palästina) sowie eroberter Gebiete bzw. Handelsrouten (Buhen, Aniba, Semna, Kumma etc. in Nubien) errichten (Abb. 1.20).[481] Gebaut wurden Festungen und Stadtmauern aus Ziegeln, Werksteinfortifikationen sind nicht bekannt. Die älteste in Ägypten nachgewiesene Festung, die bereits über Türme und eine Toranlage verfügt, wurde in der 1. oder 2. Dynastie auf der südlichen Nilinsel Elephantine gegründet.[482] Jedoch deuten Darstellungen aus der Reichseinigungszeit bereits auf die Existenz befestigter Städte hin. Damit datiert der ägyptische Festungsbau jedoch immer noch erheblich später als der in Vorderasien.

Bis zur Errichtung des Assuan-Staudammes waren in Unternubien noch mehrere Festungen der 12. Dynastie erhalten; sie sind heute – ohne ausreichend dokumentiert zu sein – vollständig zerstört. Sie bildeten ursprünglich eine durch Signalfeuer verbundene Kette entlang des westlichen Nilufers; ihre Versorgung war durch riesige Vorratsspeicher und geschützte Treppen zum Nil gesichert. Die Festungen von Aniba (87 m x 138 m) und Buhen (150 m x 170 m) verfügten über bis zu 12 m hohe Mauern, zinnenbewehrte Wehrgänge, weit hervortretende Türme mit Innenhof oder Torkammern, einen Zwinger mit Zwingermauer und Trockengraben.[483]

Aus dem Neuen Reich werden z. Zt. Festungen entlang des ‚Horusweges' erforscht,[484] die weitaus größer sind als die bisher bekannten.[485] Die Festung von auf dem Sinai maß 250 m x 500 m und wies bis zu 20 m starke Türme auf. Sie stammt vermutlich aus der Zeit Thutmosis' II. und wurde von Sethos I. erneuert.[486] Ob Arnolds Aussage, die architektonischen Errungenschaften des ägyptischen Militärbaus hätten kaum Eingang in den europäischen Burgenbau gefunden,[487] angesichts der neuen Grabungsergebnisse standhält, bleibt abzuwarten. Das römische Heer jedenfalls errichtete nach der Eroberung Ägyptens durch Augustus zahlreiche Kastelle in Ägypten,[488] die römischer Bautradition folgten (Abb. 1.18).

Felsgräber und -tempel

Die an beiden Seiten des Niltals anstehenden Felswände legten die Anlage von Felskammern für Gräber oder Tempel nahe. Bei dieser Technik, die erhöhte Anforderung an die Vermessung und die Logistik (Staub, fehlende Belichtung)[489] stellte, brachte man es zu Meisterschaft.[490] Zunächst galt es, einen geeigneten Platz in ausreichend stabilem Gestein zu finden, ohne bereits existierende Anlagen zu touchieren, was nicht immer gelang.[491] Offenbar schuf man zunächst die Fassade, um die Prospektion zu erleichtern und die Grundachse zu definieren (Abb. 1.33). Von hier aus trieb man einen oder mehrere Tunnel vor und arbeitete

[481] Vogel 1997.
[482] Ziermann 1993.
[483] Arnold 1994, 82f.
[484] Oren 2006.
[485] Arnold 1994, 84f.
[486] Al-Ayedi 2000.
[487] Arnold 1994, 82.
[488] Arnold 1994, 85.
[489] Černý 1973b, 55.
[490] Owen 1994; Goyon u. a. 2004, 156–161.
[491] Černý 1973b, 11f., 15–22.

Abb. 1.33: Unvollendetes Grab in der Nekropole von Assiut. Die Fassade und der Eingang wurden als erstes definiert. Der Vortrieb erfolgte hier auf zwei Ebenen, offenbar eine Besonderheit dieses Friedhofs. Der übriggebliebene Steg wurde in einem zweiten Arbeitsschritt herausgebrochen (Foto: U. Fauerbach).

entlang der an der Decke angetragenen Mittelachse weiter, die man nach unten ablotete. Bei den teils aufwändigen Entwürfen mit Pfeilern und Scheinarchitraven durfte man sich keinen Fehler erlauben – was einmal abgemeißelt war, konnte kaum noch repariert werden.[492] Hierin kann man Spezialistenwissen vermuten,[493] das nach der 3. Zwischenzeit (Asasifgräber) allmählich in Vergessenheit geraten zu sein scheint. Die Platzwahl erforderte geologische Kenntnisse und Erfahrung mit Sturzfluten, die bei den seltenen, zuweilen heftigen Regenfällen auftraten und die ganze Anlage unter Wasser setzten konnten.

Obelisken und monolithische Säulen

Diese schon mehrfach erwähnten Monolithe sind wissensgeschichtlich unter mehreren Aspekten interessant.[494] Ihre Gewinnung im Steinbruch (Abb. 1.23), ihr Transport per Schiff und schließlich ihre Errichtung erforderte sicherlich Spezialistenwissen. Sowohl die altägyp-

[492] Goyon u. a. 2004, 160.
[493] Goyon u. a. 2004, 157.
[494] Siehe zu Obelisken auch die Beiträge von Hermann Schlimme und Antonio Becchi im Band III.

tischen Quellen[495] als auch die späterer Epochen schenken ihnen größte Aufmerksamkeit; der Obelisk kann als Inbegriff der logistischen und technischen Herausforderung bezeichnet werden, deren Bewältigung zu allen Zeiten ein großes Spektakel gewesen sein muss. Da die einzelnen Aspekte in den jeweiligen Abschnitten angesprochen werden,[496] sei hier lediglich noch einmal betont, dass bis heute nicht geklärt ist, wie die großen Granitobelisken des Neuen Reiches tatsächlich aufgestellt wurden – man kann lediglich ausschließen, dass, wie in späteren Epochen, Seile und Winden verwendet wurden. Der Vorgang wird jedenfalls nicht trivial gewesen sein und Expertenwissen erfordert haben. Nach dem Ende des Neuen Reiches ist dieses Wissen möglicherweise verloren gegangen, denn danach wurden keine großen Granitobelisken mehr errichtet, obwohl sie nach wie vor prominent in Tempelinschriften erwähnt sind.

Technisch unterscheiden sich Obelisken und Säulen lediglich dadurch, dass im Fall der Säule noch die Schwierigkeit gemeistert werden musste, eine gleichmäßige Rundung zu erzielen.[497] Hinsichtlich der Säulen muss man annehmen, dass Ägypten eine Wissensquelle für die römischen Ingenieure war, die – sicherlich in Zusammenarbeit mit Einheimischen Technikern – beispielsweise Porphyr bis in das späte 4. Jahrhundert n. Chr. in Ägypten gewannen.[498]

Farben und Farbpigmente

Man muss sich pharaonische Architektur farbig vorstellen, und zwar sowohl die Sakral- als auch die gehobene Profanarchitektur. Die Pigmente waren in der Regel anorganischen Ursprungs.[499] Die ältesten farbigen Wandmalereien datieren bereits in die Frühzeit.[500] Die Farbpalette blieb während der dynastischen Periode weitgehend beschränkt und wurde lediglich ab dem Ende des Mittleren Reiches um einige Farbtöne ergänzt, deren Rohstoffe mutmaßlich importiert wurden. Weitere neue Farbtöne kamen erst in der griechisch-römischen Zeit hinzu, als scheinbar über Alexandrien neue Materialien aus Persien und Indien sowie neue Moden nach Ägypten kamen.

Das wissensgeschichtlich bedeutendste in Ägypten verwendete Farbpigment war zweifellos ‚Ägyptisch Blau'[501], ein synthetisches Pigment aus Silikat, Kupfer und Kalzium, die unter Hitzeeinwirkung miteinander verschmolzen Farbtöne in grün, türkis, dunkel- und hellblau ergeben konnten. Analysen haben gezeigt, dass fast alle Blautöne und bis in das Mittlere Reich auch die Grüntöne auf diese Mischung zurückgehen. Die ältesten Belege in Ägypten stammen aus der 4. Dynastie, in Mesopotamien datiert der früheste Befund in die Periode Frühdynastisch III, also ebenfalls in die Mitte des 3. Jahrtausends. Es ist also keineswegs gesichert, dass ‚Ägyptisch Blau' tatsächlich eine ägyptische Erfindung ist, wenngleich das Wissen seiner Herstellung von hier nach Rom gelangt ist,[502] wo es bis in das 9. Jahrhundert n. Chr. nachgewiesen wurde.[503]

---

495 Siehe bspw. die S. 37 zitierte Quelle.
496 Siehe hier S.68 und 79.
497 Engelbach 1928; Eisler 1992.
498 Aston, Harrell und Shaw 2000, 48.
499 Lee und Quirke 2000, 104.
500 Grab Hierakonpolis Nr. 100.
501 Lee und Quirke 2000, 108–111.
502 Vitruv *De architectura*, VII, Kap. XI, 1.
503 Lee und Quirke 2000, 111.

Reparaturen und Restaurierungen

Wiederherstellungsmaßnahmen an älteren Bauten sind in Ägypten durch Restaurierungsinschriften zahlreich belegt, wobei es sich häufig um Neubauten handelt, die einen Vorgängerbau ersetzen. Allerdings lassen sich auch Reparaturen von Bauschäden und die Ersetzung einzelner Bauteile nachweisen.[504] Der berühmteste denkmalpflegerische Akt pharaonischer Zeit ist wohl die Wiederherstellung des großen Sphinx von Gisa durch Thutmosis IV.[505] Die ersten Restaurierungsinschriften stammen jedoch von nicht-königlichen Personen. In der 1. Zwischenzeit restaurierten hohe Beamte Privatgräber des Alten Reiches (Meir, Scheich Said) und betrieben mit den an den Grabeingängen hinterlassenen Inschriften Selbstdarstellung.[506] Intef II. (11. Dyn.) war der erste König, der die Wiederherstellung verfallener Bausubstanz in einer Inschrift festhalten ließ,[507] ein in der 12. Dynastie und dann in der Nach-Amarna-Zeit[508] intensiv behandeltes Thema. Pietät und Legitimation sind die Hauptmotive für Könige, sich der Restaurierung von Kultbauten zu widmen – die Wiederherstellung der Ordnung gehörte zu den königlichen Aufgaben und die Instandsetzung der Bauten berühmter Herrscher reihte den Bauherrn in die Folge seiner erfolgreichen Vorgänger ein.[509] Diese Aktivitäten illustrieren eindrucksvoll die Bedeutung von Architektur für die Identität der Menschen im Alten Ägypten. Bauten waren sakrale Orte, die den einzelnen Menschen vor dem Vergessenwerden bewahren konnten, den Bauherren ebenso wie den Initiator einer Restaurierung.[510] Man kann aber unterstellen, dass sich in den Wiederherstellungsmaßnahmen auch eine Wertschätzung für das Bauwerk selbst offenbart.

Technisch aufschlussreich sind Reparaturen von Baupannen;[511] sie zeugen von einem bemerkenswerten Improvisationstalent, das man den in einen strengen Kanon gezwungenen Bauleuten ohne Belege kaum zutrauen würde. Einsturzbedrohte Sargkammern in der Knickpyramide des Snofru (2. H. 27. Jh. v. Chr.) und in der Pyramide Amenemhats III. in Dahschur (2. H. 19. Jh. v. Chr.) beispielsweise wurden mit Holzbalken ausgesteift.[512] An der Pylonbrücke von Edfu ist eine aufwändige Reparatur nachweisbar, die durch Zurückarbeitung teilzerstörter, einbindender Blöcke und Austausch komplett zerstörter Teile erfolgte (Abb. 1.28).[513] Gerissene Steinblöcke versuchte man mit Schwalbenschwanzklammern zu sichern, ebenso häufig sind Flickungen reliefierter Wandflächen mit exakt eingepassten Stücken.[514]

---

[504] Beispielsweise die Erneuerung der Pylonbrücke des Chons-Tempels in Karnak (Laroche-Traunecker 1998).
[505] Helck 1984, Sp. 1147 s. v. Sphinxstele.
[506] Grallert 2001, 65 spricht von ‚privater Propaganda'.
[507] Grallert 2001, 573.
[508] Echnaton ließ zahlreiche Tempel zerstören bzw. beschädigen, um seine monotheistischen Vorstellungen durchzusetzen; zu den Inschriften siehe Grallert 2001, 29f., 68f.
[509] Grallert 2001, 573. Bezeichnenderweise wird das Thema der Restaurierung auch im historischen Abschnitt des Buchs vom Tempel thematisiert. Demnach soll bereits König Neferkasokar aus der 2. Dynastie die nach einer Hungersnot verfallenen Tempel Ägyptens restauriert haben.
[510] Assmann 1991a, 17–24.
[511] Arnold 1991, 236–243.
[512] Arnold 1991, 238f.; Arnold 1994, 125.
[513] Fauerbach 2005, 116–118.
[514] Siehe etwa Sauneron 1959, Taf. 24f.; ausführlich Goyon u. a. 2004, 347f.

1.3 Arten und Formen des Wissens

1.3.1 Grundlegende Quellen des Wissens

Da sich das Bauwissen der alten Ägypter in erster Linie in den Bauten selbst und nur geringfügig in Textquellen erhalten hat, lässt sich über die Gewichtung von Intuition, in Regeln manifestierter Erfahrung und theoriebasiertem Wissen nur mutmaßen.

Ein theoriebasierter Wissensbereich war natürlich die Mathematik, genauer Algorithmen und Geometrie. Die uns erhaltenen Aufgaben lassen allerdings nur Anwendungsbereiche aus der Bauorganisation erkennen. Statische Berechnungen haben die Ägypter unserer Kenntnis nach nicht durchgeführt.

Die Erfahrungen, die man im Laufe der Jahrhunderte mit Tragweiten, Lastabtragung, Erdbebenschäden und dergleichen machte, können in mündlich tradierten Regeln festgehalten worden sein. Für schriftliche Regelwerke oder gar einen theoretischen Unterbau gibt es keine Hinweise, aber es ist andererseits nicht vorstellbar, dass jeder Bautrupp gewissermaßen bei Null anfing und frei experimentierte.

Intuitives Handeln lässt sich zuweilen gut an Stellen ablesen, wo die Intuition in die Irre führte, etwa wenn neue Detaillösungen gefunden werden mussten und keine Erfahrungen vorlagen. Theoriebasiertes Wissen wie beispielsweise: „Stein kann man nicht auf Gehrung schneiden, da er so gut wie nicht dehnbar ist und leicht entlang der Sedimentschichtung bricht“ hätte manche Pannen verhindern können.[515]

1.3.2 Existenzformen des Wissens und seine Tradierung

Beschränkungen von Wissensvermittlung

Die Ägyptologie hat sich in der Frage nach der Bedeutung des Wissens in pharaonischer Zeit hauptsächlich mit der Frage befasst, ob es ein ‚Geheimwissen‘ der Alten Ägypter gab.[516] Diese Form des Wissens wird in religiösen Kontexten, Mysterien und Mysterienkulten vermutet. In dem hier behandelten Zusammenhang ist die Frage von Interesse, ob es auch im Bereich des Bauhandwerks Geheimwissen gab, ob Bauwissen also frei zugänglich oder für bestimmte Personen(gruppen) reserviert war. Von dieser Frage hängen wiederum die damaligen Existenzformen des Wissens ab.

Aus der 11. Dynastie sind autobiographische Texte überliefert, in denen Personen sich ihres berufsspezifischen Wissens rühmen. Von Interesse für das Bauwesen ist die Stele des Irtisen, eines Bildhauers aus dem frühen Mittleren Reich (Zeit Mentuhoteps II., 2. H. 21. Jh. v. Chr.), über den außer diesem Denkmal nichts bekannt ist (Abb. 1.3).[517] Der Bildhauer Irtisen trug außerdem die Titel eines Handwerksvorstehers und Schreibers und rühmt sich seines Wissens über die Schrift, die religiösen Feste und insbesondere seiner bildhauerischen Fähigkeiten: Beherrschung bestimmter Standardszenen und des bildhauerischen Proportionskanons sowie der Pigmentherstellung. Wenngleich die konkreten Kenntnisse aufgrund der Fachtermini nicht verständlich werden und ohnedies nur angedeutet werden, ist doch

[515] Fauerbach 2005, 73 und Taf. 19 (zur Konstruktionsänderung der Hofkolonnaden).

[516] Dies hat wissenschaftshistorische Gründe. In Opposition des durch griechische und römische Quellen vermittelten Ägyptenbildes als Heimat des Mysteriums an sich war die Existenz von Geheimwissen zunächst durch die Ägyptologie abgelehnt worden. Die jüngere Forschung hat dies wiederum korrigiert, siehe Baines 1990; Aufsätze verschiedener Autoren, in: Assmann und Bommas 2002; Assmann 2004.

[517] Fischer-Elfert 2002; Obenga 1994 mit weiterer Literatur; zur Wissensfrage insbes. Baines 1990, 7.

die Form des Textes aufschlussreich. Diese gleicht der von Jenseitstexten, in der sich der Verstorbene einer Prüfung gegenübersah, in der beispielsweise die Zusammensetzung und Benennung der Teile des Schiffes abgefragt wurde, in welchem er die Reise ins Jenseits anzutreten hoffte. Fischer-Elfert vermutet, dass sich der Ablauf einer tatsächlichen Prüfung in dem Text der Stele widerspiegelt und schließt aus der Jenseitstextparallele, dass es sich um Eingeweihtenwissen handelte. Dieses Wissens wollte man sich zwar rühmen, auf einer öffentlich aufgestellten Stele verbreiten durfte man es aber nicht. Weitergegeben hat Irtisen sein Wissen jedoch nach eigener Aussage an seinen Sohn. Hierin spiegelt sich möglicherweise ein Zunftwesen mit Initiationsriten.[518]

Allerdings hat die jüngere Forschung ähnliches für Fischer, Jäger, Priester, Schreiber und Bildhauer nachgewiesen.[519] Im Zusammenhang mit der Götterbilderherstellung heißt es: „Ein Geheimnis, das man nicht sieht und hört, das vom Vater an den Sohn weitergegeben wird.“[520] Neben egoistisch-praktischen Erwägungen (Betriebsgeheimnis) vermutet von Lieven: „Da die Handwerker heiliges Gerät und sogar die irdischen ‚Leiber der Götter‘ herstellen, müssen sie aus theologischen Gründen schweigen. Ihre Tätigkeit rückt sie in die Nähe von Schöpfergöttern, die in Ägypten gern als handwerkende Götter vorgestellt werden.“[521] Die Intiationsrituale evozieren auch interessante Bilder der Wissensvermittlung *per se*: Jagd nach Wissen, Erleuchtung, Feldbestellung und das Motiv des Aufessens.[522]

Die Weitergabe von Wissen wird jedoch nicht nur durch Verbote der Religion oder der Berufsgruppe behindert, sondern auch durch soziale Schranken bzw. *decorum*.[523] Der Priester und Arzt Udjahorresnet, der um 520 v. Chr. mit der Wiederherstellung der Häuser der Schriftrollen beauftragt wurde, betont in seiner Autobiographie: „I furnished them with all their staffs consisting of persons of rank, not a poor man’s son among them.“[524] Daraus lässt sich schließen, dass untere Bevölkerungsschichten an Bildung teilhaben konnten, dies aber im 6. Jahrhundert, anders als im Neuen Reich,[525] nicht als der anzustrebende Idealzustand angesehen wurde.

Die komplexe Hieroglyphenschrift machte allein schon die Schreib-Lese-Fähigkeit zum Geheimwissen in Ägypten.[526] Das Geheimwissen schlechthin aber sind die Jenseitsbücher. Durch ihren Besitz wurde der König zum Träger allen Wissens, ein Attribut, das allerdings auch in öffentlichen Inschriften betont wird.[527] Ziel dieses Postulats ist in erster Linie Prestige: „Restricted knowledge is socially competitive or divisive … .The character of the knowledge is not as significant as is the question who knows it. … It does not matter what the ‚eastern souls sing at sunrise‘; what is important is that the king knows it (and others do not).“[528]

---

[518] Siehe hier S. 27.
[519] Clère und Vandier 1948; von Lieven 2007; Quack 2007.
[520] von Lieven 2007, 154.
[521] von Lieven 2007, 155.
[522] Quack 2007, 252f., 254f., 259.
[523] Baines 1990, 21.
[524] Gardiner 1938, 157.
[525] Vgl. auch hier S. 37.
[526] Baines 1990, 7.
[527] Baines 1990, 10–16.
[528] Baines 1990, 22.

Personales Wissen

Das bisher gesagte lässt einen großen Anteil personalen Wissens vermuten, also nicht verschriftlichten Wissens in den Köpfen der Handwerker.

In Personen verankertes Wissen, das nicht früher oder später auch objektiviert oder institutionalisiert wird, fördert die Spezialisierung Einzelner. Die Arbeitsteilung unter den Handwerkern war unseren Quellen zufolge schon im Alten Reich sehr hoch. Ihr Wissen, was es auch umfasst haben mag, wurde offenbar vom Vater an den Sohn weitergegeben (vgl. Abb. 1.25, 1.30). Wir können annehmen, dass es im Handlungszusammenhang vermittelt wurde. Diese Tradierungsform von Wissen verstärkt ebenfalls die Spezialisierung. Diodor erscheint dies als Garantie für krisenfeste Beständigkeit: „For only in Egypt are the artisans all forbidden to belong to any occupation or class of citizens except those dictated by custom and handed down from their parents; and as a result, neither the malice of teachers, nor political turmoil, nor anything else interferes with their application to their trades.“[529] Das Berufswechselverbot findet in den ägyptischen Quellen keine Bestätigung und geht vermutlich auf ein Missverständnis zurück; dieses Missverständnis wurde aber vermutlich durch eine deutliche berufliche Spezialisierung hervorgerufen.[530] Uns Angehörigen einer Wissensgesellschaft erstaunt Diodors Ansicht, in Personen verankertes Wissen garantiere dessen Beständigkeit. Die Kontinuität ägyptischen Bauwissens über drei Jahrtausende scheint ihm jedoch Recht zu geben.

Im Gegensatz zu den Handwerkern waren Beamte durch ihre Ausbildung zu Generalisten befähigt; die Autobiographien geben nur vereinzelte Hinweise auf Spezialisierung. Wenn sich ein Beamter besonders durch bauliche Leistungen hervortat, so lag die Ursache wohl eher in seiner Persönlichkeit und seinen Fähigkeiten als an der Struktur von Staat oder Ausbildung. Seine Hauptaufgabe am Bau wird eher gewesen sein, Spezialisten zu koordinieren als sich selbst zu spezialisieren.

Aus diesem Bild stechen wenige Personen hervor. Der bereits erwähnte Ineni verkündet in seiner Autobiographie: „Ich kannte mich aus,[531] mir wurden nicht Anweisungen durch einen Älteren gegeben, ich werde (noch) nach Jahren wegen meines Wissens gelobt werden durch jene, welche erreichen werden, was ich getan habe.“[532] Ineni nennt explizit Neuerungen (Schlammverputz an Grabwänden, Entwurf seines Grabes[533]) und hebt sich damit von dem Usus ab, sich auf Tradition zu beziehen. Erheblich dafür wird gewesen sein, dass Ineni am Anfang des Neuen Reiches wirkte, einer Epoche, die reich an Innovationen war. Doch auch nichtkönigliche Personen der beginnenden 18. Dynastie reklamieren in der Regel weder Innovation noch Wissensreichtum für sich – dies steht allenfalls dem König zu.

---

[529] Diodorus Siculus, Weltgeschichte Buch 1, 74; zitiert nach Murphy 1990.

[530] Im gleichen Abschnitt äußert sich Diodor auch über die Spezialisierung von Bauern und Hirten, die zu Fortschritten in der ägyptischen Landwirtschaft geführt hätten.

[531] *iw-i rḫ.kwi*.

[532] Urk. IV 57f.; Sethe 1984a; zu Ineni insgesamt Sethe 1984a, 129–132 sowie Goedicke 1986 und Borla 1995.

[533] Die Form dieses Grabes wird als Saff-Grab bezeichnet, geht dem derzeitigen Forschungsstand nach jedoch bereits auf die Königsgräber der 17. Dynastie zurück (Arnold 1976, 43–44).

Theoretisches Wissen

Umfang und Charakter des theoretischen Wissens lässt sich nur im Rahmen der Quellenlage beurteilen. Zunächst ist zu sagen, dass es keinerlei Hinweis auf die ursprüngliche Existenz von Standardwerken gibt, die Vitruvs *de architectura* gleichen.

Aufschlussreich mag zunächst ein Blick auf die Fachliteratur anderer Gebiete sein. Medizinische Texte sind in zahlreichen Einzelschriften aus fast allen pharaonischen Epochen überliefert.[534] Es handelt sich meist um Sammelhandschriften, die anwendungsbezogen Krankheiten und ihre Behandlungsmethoden beschreiben. Einige Handschriften sind auf Themen wie Augenheilkunde oder Frauenheilkunde spezialisiert. Typisch ist ein formelhafter Textaufbau: „Wenn du … untersuchst, und du … findest, dann sollst du …". Die Diagnose- und Heilmethoden sind erfahrungsbasiert, wobei jedoch die Anordnung der Fälle eine theoretische Auseinandersetzung voraussetzt. Seidlmayer hat auf die Verwandtschaft der medizinischen mit den ‚mathematischen' Papyri hingewiesen, die „nicht etwa theoretische Traktate, sondern Sammlungen von Modellrechnungen" seien. „Ebenso wie andere Textgattungen, in denen die pharaonische Kultur Expertenwissen katalogisierte (etwa in den medizinisch-magischen Texten oder in den großen ‚Weisheitslehren'), sind sie kasuistisch aufgebaut."[535] Trotz der vergleichsweise guten Quellenlage zur Wissensvermittlung in der Medizin ist die Frage, wie die ägyptischen Ärzte ausgebildet wurden – ob im Famulussystem oder im akademischen Unterricht – übrigens weiterhin ungeklärt.[536]

Hat es derartige Texte auch über Architektur gegeben? Der hohen Überlieferungsdichte der mathematischen und medizinischen Texte steht kein erhaltenes Buch gegenüber, das ausschließlich das Bauwesen behandelt. In Tebtynis am Rand des Fayum beispielsweise wurden rund 450 Schriftrollen aus griechisch-römischer Zeit gefunden, die den typischen Inhalt einer Tempelbibliothek vermutlich gut widerspiegeln. Neben literarischen und kultisch-religiösen Texten befinden sich in dem Corpus auch systematisch-wissenschaftliche Werke (Astronomie, Kosmologie, Astrologie, Traumdeutung, Omina, Mathematik, Medizin, Pflanzenkunde, Recht, Vokabularien, Onomastika und grammatische Paradigmen), außerdem Texte aus der Tempelverwaltung, privatrechtliche Urkunden, Orakelanfragen sowie eine Tempelordnung.[537] Das Thema Bauen ist nicht vertreten.

A. von Lieve hat jedoch Anspielungen auf ein Handbuch für Bildhauer in einer Tempelinschrift aus Dendara ausgemacht.[538] Der Text schlüsselt offenbar magische ‚Decknamen' einer nicht überlieferten Anleitung auf: „Wenn er über einen Gott (= eine Götterstatue) sagt, dass sein Material echter Stein ist, so sagt er es im Hinblick auf (= so meint er) Magnetit." Wie bei den Bauinschriften fällt die Betonung von Material auf. Nützlich für jeden Bauorganisator wäre etwa eine onomastische[539] Zusammenstellung der verschiedenen Baumaterialien, ihrer Eigenschaften (insbesondere Gewicht) und ihre Herkunft.

Die oben erwähnte kasuistische Struktur der theoretischen Texte könnte jedoch auch bedeuten, dass Architekturwissen lediglich anwendungsbezogen vermittelt wurde. Das *Buch vom Tempel*, das in mehreren Handschriften aus der Römerzeit erhalten ist, vermutlich aber auf ältere Vorlagen zurückgeht, beschreibt alle Aspekte eines theoretischen Tempels, die

[534] Westendorf 1986.
[535] Seidlmayer 2001a, 69f.
[536] Stephan 1997.
[537] Osing 1998, 20f.
[538] von Lieven 2007, 151–153.
[539] Siehe zur Bedeutung von Onomastica Baines 1990, 7.

im konkreten Fall zu realisieren waren.[540] Auf einen historischen Abschnitt, der die fiktive Herkunft des Textes aus der ägyptischen Frühgeschichte darlegt, folgt zunächst eine architektonische Sektion mit detaillierten Angaben über den Aufbau eines idealen ägyptischen Tempels und schließlich eine Liste der zu verehrenden Götter sowie Angaben zu Priestern und ihren Dienstpflichten.[541] Der Titel des Buches lautet: Vorschrift, die dem Wesir, obersten Vorlesepriester und königlichem Architekten,[542] der die Arbeiten Pharaos im ganzen Land leitet, aufgetragen wurde bei der Gründung jedes Tempels von Ober- und Unterägypten, um alle (Dinge) an ihren richtigen Platz im Tempel zu setzen. Vorschrift zum korrekten Verhalten, die jedermann aufgetragen wurde, … beginnend mit den Oberpriestern, die beim Gott[543] eintreten bis zum jeweiligen Amt.[544]

Besprochen werden die Tempelgründungszeremonie, das Ausheben der Fundamentgrube sowie die Anordnung, die jeweilige Anzahl sowie die Funktion der Räume des gesamten Tempels von innen (Allerheiligstes) nach außen (Temenosmauer und sämtliche Nebengebäude) bzw. von unten (Krypten) nach oben (Dachkapellen). Thematisiert werden die Erschließung von Räumen, die zeitliche bzw. personelle Beschränkung ihrer Zugänglichkeit, die Position und Ausrichtung von Statuen, die Anzahl der zu bestimmten Bereichen führenden Türen sowie nicht zuletzt ihre praktische und kultische Funktion[545] und ihre symbolische Ausdeutung.[546] Maße werden ausschließlich von Umfassungs- und Temenosmauern angegeben,[547] und nur für ein Gebäudeteil (Pronaos) wird angegeben, er solle die dahinter liegenden an Größe übertreffen. Weitere Angaben zu Dimension, Konstruktion und Details wie etwa der Belichtung findet man nicht.

Aufschlussreich ist die Vielfalt und Anordnung der genannten Nebengebäude, die entfernt an den St. Gallener Klosterplan erinnern. Dies waren außerhalb der inneren Umfassungsmauer: Goldhaus (Statuen- und Kultgerätewerkstatt), Schlachthof, Salbenküche, Latrine (?), ein See und Wohnquartiere; außerhalb einer zweiten Umfassungsmauer: Tierpferch, Geflügelhof, Getreidespeicher, Stätten der Lebensmittelverarbeitung, Latrine, Balsamierungswerkstätte der heiligen Tiere, Lagerräume (für Textilien, Matten, Stricke, Zeltstangen und Holzkohle), Töpferei und Abfallhaufen, umschlossen von einer dritten Umfassungsmauer. Ferner erwähnt werden Mammisi, Kanal und Kaianlage, heiliger See und heiliger Hügel. Hier tritt die ganze Komplexität der Tempelverwaltung und -bewirtschaftung deutlich hervor, welche in dem folgenden, das Tempelpersonal behandelnden Abschnitt noch lebendiger wird.

In hierarchischer Ordnung werden die einzelnen Ränge und ihre Dienstpflichten erläutert. Bauaktivitäten sucht man unter den Pflichten der leitenden Priester vergeblich.[548] Die untergeordnetes Personal behandelnden Abschnitte sind größtenteils weniger gut erhalten. Von mit dem Bauen verwandten Tätigkeitsbereichen erwähnt wird der Umrisszeichner (?), der Bildhauer, der Oberhandwerker, das aus Steinbruchexpeditionsinschriften bekannte Amt

[540] Quack 2000. Dem Autor sei für seine mündliche Auskunft gedankt (München im Juli 2008). Die vollständige Bearbeitung des Textes dauert an.
[541] Quack 2000, 2.
[542] Der Wesir vereinigt alle drei Ämter.
[543] Also diejenigen, die das Allerheiligste betreten durften.
[544] Quack 2000, 3.
[545] Quack 2000, 4–6.
[546] Quack 2000, 19.
[547] Quack 2000, 5f.
[548] Quack 2000, 14f.

des ‚Obersten der Oberen' sowie die für die Mineraliensuche zuständigen ‚Prospektoren'.[549] Die erhaltenen Textstellen machen jedoch nur nähere Angaben zur Statuenherstellung, Bauaktivitäten werden nicht eigens erwähnt. Hier geht es offenbar um das Personal, dass zum Erhalt des bereits fertiggestellten Tempels benötigt wurde.

Autoren- und Leserschaft dieses Buches waren sicherlich Priester bzw. Beamte, da im Kern der Kultablauf sowie die Verwaltung und die verwaltungsbestimmenden Sachverhalte thematisiert werden. Die hier zusammengetragenen Informationen waren zum Entwurf einer Tempelanlage unerlässlich, aber eben auch nicht ausreichend. Technische Details fehlen fast vollständig. Die Grenze zwischen verschriftlichtem und nicht verschriftlichtem Bauwissen verläuft hier klar erkennbar zwischen organisatorischen und inhaltlichen Fragen einerseits und ihrer praktischen Umsetzung andererseits. Die Architekturbeschreibung ist additiv und auf die Raumorganisation und -funktion konzentriert.

Auch die zahlreichen Bauinschriften[550] beschreiben Bauwerke als Ansammlungen von Bestandteilen, also Pylon, Hof, Säulenhalle, Tore, Kapellen, Mauern, Dekoration und Ausstattung.[551] Im Gegensatz zu dem häufig bezeichneten Material sind Maßangaben auch hier vergleichsweise selten. Die Anzahl oder die Gestaltung von Einzelteilen wie Säulen oder gar technische Details wurden nicht behandelt. Dies änderte sich dann in der Ptolemaierzeit, als etwa in den Inschriften von Edfu die Maße eines monumentalen Türblattes und das Datum seiner Einsetzung genannt wurden.[552] Dies diente jedoch der Glorifizierung der Tat, nicht der Vermittlung technischen Wissens.

Objektiviertes Wissen

Bei einer Kultur, die sowohl in der eigenen Vergangenheit als auch in der Zukunft Jahrtausende überblickte, kann man davon ausgehen, dass die primären Quellen bautechnischen Wissens die Bauwerke selbst waren. Die teils enorm langen Nutzungszeiträume der Tempel und die lange Tradierung von Bautypen und -techniken erlaubten es, die langfristigen Auswirkungen von Materialschwächen oder Konstruktionsfehlern (Fundamente, s. o.) zu studieren und zukünftig zu vermeiden.[553] Die Bauten aus dem Alten Reich wiederum boten sich an, wollte man das Konstruktionsprinzip der ewigen Dauer studieren.

Studien historischer Artefakte hat man offensichtlich betrieben und die Erkenntnisse, zumindest seit der Spätzeit, auch in Aufzeichnungen festgehalten (s. u.). Diese Epoche scheint insgesamt weit mehr als bisherige von dem Bedürfnis geprägt zu sein, Wissen zu kodieren. Dies ist insbesondere angesichts der religiösen Texte aufgefallen, die in Form von Handschriften, vor allem aber in Gestalt der Tempelreliefs erhalten sind. Ihre Motive scheinen bis auf die Pyramidenzeit zurückzugehen, ausformuliert findet man sie aber erst zwei Jahrtausende später.

In den gleichen Zusammenhang sind auch einige Objektgruppen gestellt worden. Zahlreich sind die Bildhauermodelle, die, meist aus Kalkstein gearbeitet, den Fertigungsprozess von Rundbildnissen und Reliefs anhand von Hilfslinien und teils bis zur Perfektion, teils nicht zu Ende ausgeführten Arbeitsschritten vor Augen führen, und die ab der 26., vermehrt

[549] Quack 2000, 15.
[550] Grallert 2001 hat 900 Bau-, Stiftungs- und Weiheinschriften versammelt.
[551] Grallert 2001, 570f.
[552] Fauerbach 2005, 80f.
[553] Beobachtet beispielsweise an den Pronaoi von Edfu und Dendara (Zignani 1996, 481ff.).

ab der 30. Dynastie auftreten.[554] Inwieweit es sich bei ihnen ausschließlich um Votivgaben oder primär um handwerkstechnische Objekte handelt ist umstritten. Bei den Ellenstäben (Abb. 1.29) geben die verschiedenen Materialien (Holz, Stein), die Beschriftung und teils auch Gebrauchsspuren Hinweise, ob es sich um Gebrauchsgegenstände oder sakrale Objekte handelt.[555]

Assmann und Sternberg[556] haben als Hauptursache für diesen Trend externe Bedrohungen, Xenophobie und eine Angst vor dem Vergessen formuliert, denen Ägypten ab dem zweiten Drittel des 1. Jahrtausends ausgesetzt gewesen sei. Aber unterstellt man dieser Kultur, die sich ihres überragenden Alters vollkommen bewusst war, damit nicht eine Vorstellung, die sie kaum besessen haben kann: die der eigenen Endlichkeit? Lange hat die Ägyptologie in der ägyptischen Spätzeit lediglich den Abgesang einer Hochkultur gesehen; erst in den letzten Jahrzehnten hat man gelernt, in ihr eine Zeit der Systematisierung, der Diversifizierung, also letztlich der Bereicherung zu sehen. Diese Bereicherung, die insbesondere in der Architektur offenkundig wird, besteht sowohl aus Rückgriffen als auch auf Neuschöpfungen. In Objekten kodiertes Wissen spielt in beiden Fällen eine Rolle.

Sogenannte Musterbücher und Architekturzeichnungen

Zitate und detailgenaue Wiederholungen bestimmter Darstellungen, teils in großem zeitlichem und räumlichem Abstand, lassen auf die Existenz von ‚Musterbüchern' für Bildhauerei und Malerei schließen.[557] Für den Bereich der Architektur kann man lediglich vermuten, dass Pläne eines Gebäudes als Referenz bei der Planung eines zweiten verwendet wurden. Unabhängig von der situationsbezogenen Funktion textlicher bzw. bildlicher Aufzeichnungen, die im Zusammenhang mit dem konkreten Bauprozess angefertigt wurden, könnten diese Aufzeichnung auch eine Rolle in einer allgemeineren, das einzelne Bauwerk übertreffenden Wissensvermittlung gespielt haben, indem sie in den Archiven und Bibliotheken aufbewahrt wurden. Der Charakter manch eines Planes, beispielsweise der ein Grab aus dem Tal der Könige zeigende Papyrus Turin 1885 rto. (Abb. 1.5), erweckt jedenfalls den Eindruck, dass fertige Bauten zumindest zum Teil dokumentiert und archiviert wurden.[558]

Rückgriffe auf Sujets der Kunst und Architektur vergangener Epochen, die in der Ägyptologie als Archaismus bezeichnet werden, können, wie bereits bemerkt, sowohl auf Archivmaterialien,[559] als auch auf einem direkten Studium alter Werke beruhen. Denkmal- und Archivstudien schließen sich jedoch nicht gegenseitig aus und werden nicht immer gleich gewichtet gewesen sein. Tait beobachtet dazu: „In the Saite period, works of the past were clearly studied in detail, but the general tendency was to reinterpret and to adapt. In the Ptolemaic period, there was probably a greater inclination to copy."[560] Letzteres gilt zumindest nicht für die Architektur, die durchaus Neues kreiert.

---

[554] Tomoum 2003, 204 und zur Übersicht über die Funktionsdiskussion S. 10–19.

[555] Verschiedene Ellen beschreibt Lepsius 1865, 14–18; siehe auch A.-P. Zivie 1972. Tatsächlich stammen auch die meisten der hölzernen Ellen aus Gräbern und waren wohl keine Gebrauchsgegenstände.

[556] Assmann 1992; Sternberg-el Hotabi 1994, 245f. mit Anm. 110.

[557] von Lieven 2007, 151; eine Darstellung einer Musterzeichnung gibt Müller 1982 an.

[558] Siehe hier Anm. 255.

[559] Der Manuelian 1994, 52f.; Tait 2003, 11f. Kahl (1999, 271–274) verweist auf einen Grabtyp, der in Assiut (Siut) in der 12. Dynastie belegt ist (Sesostris I., 2. H. 20. Jh. v. Chr.), und viel später in der 18. Dynastie im ca. 120 km südlich gelegenen Theben erneut verwendet wird (Hatschepsut, um 1. H. 16. Jh. v. Chr.). Eigner (1984, 198) erkennt in den von ihm untersuchten Gräbern der 26. Dynastie eine ganze Reihe von ‚Archaismen'.

[560] Tait 2003, 11.

Modelle

Als Wissensobjekte fallen insbesondere die zahlreichen Modelle (s. o., Abs. 1.2.2, Abb. 1.8) von Architekturdetails ins Auge, die wohl dank ihres Materials (i. d. R. Kalkstein) zahlreicher erhalten sind als die auf Papyrus, Holz oder anschließend reliefierten Steinwänden angefertigten Zeichnungen vergleichbaren Inhalts (Abb. 1.5, 1.7). Modelle sind mehrfach in Konvoluten gefunden worden,[561] was auf ihre Archivierung, jedoch auch auf eine rituelle Deponierung hinweisen könnte – leider sind die genauen Fundumstände meist nicht dokumentiert. Das bereits erwähnte Architekturmodell aus der Zeit Amenemhats III. (Abb. 1.9) wurde nach seiner Verwendung nicht zur Wiederverwendung aufbewahrt, sondern rituell bestattet. Dies wird jedoch durch seinen Gegenstand erklärt: Es stellt das Gang- und Verschlusssystem einer königlichen Pyramide des Mittleren Reiches dar, war also ebenso sakral wie geheim.

In den Architekturdetailmodellen, die mit den Bildhauermodellen verwandt sind, sind nicht nur Formen und Proportionen, sondern oft auch die einzelnen Arbeitsschritte der Fertigung, meist von Säulen und Kompositkapitellen, im Einzelnen demonstriert und kodiert. Sie eignen sich besser als jeder Text zur Archivierung praktischen Wissens. Ihre handliche Größe erlaubte es, sie etwa aus dem Tempelarchiv von Edfu auf die Baustelle in Esna mitzunehmen und als Grundlage für Neuentwürfe zu verwenden – ob das tatsächlich geschah, ist Spekulation. Dafür spricht die systematische Typologie der Kapitelltypen: Jedes Kapitell entspricht eindeutig einem bestimmten Typ und fast jeder Typ ist mehrfach an unterschiedlichen Orten ausgeführt worden. Hinzu kommt, dass für die Produktion eines qualitätvollen Kapitells eine große Anzahl von Maßen erforderlich war, die man nicht ohne weiteres von einem vollendeten Kapitell abgreifen konnte.[562] Der Bedarf für solche Objekte stieg erheblich mit der Vervielfältigung der Kapitelltypen und der Tendenz, diese innerhalb eines Gebäudes maximal zu variieren – zur gleichen Zeit also, als man begann, Modelle in großer Zahl herzustellen.

Zuletzt sei auf die Frage eingegangen, ob es sich bei diesen Objekten, wie teils vermutet, nicht grundsätzlich um sakrale Gegenstände ohne praktischen Nutzen gehandelt hat,[563] ob die Kodierung des Wissens nicht ein rein religiöser Akt gewesen ist. Diejenigen, welche die Modelle anfertigten, hätten vermutlich zunächst geantwortet, dass die Kodierung von Wissen immer ein religiöser Akt sei. Als zweites hätten sie mit der Gegenfrage antworten können, warum man derart nützliche Gegenstände, wenn man schon in der Lage sei, sie herzustellen, nicht für praktische Zwecke verwenden sollte?

Institutionalisiertes Wissen

Institutionalisiertes Wissen über die Baupraxis spielte im Alten Ägypten vermutlich eine vergleichsweise geringe Rolle, da die Institutionen nur wenig spezialisiert waren. Im gesamten Verwaltungs- und Beamtenapparat gibt es keine Institutionen oder Berufe, die allein auf das Bauen gerichtet waren, andererseits hatten zahlreiche Einrichtungen unter anderem

[561] Die durchgängig nummerierten Objekte JE 39548–39564 (15 Stücke) im Ägyptischen Museum Kairo und 20345–20352 (elf Stücke) im Ägyptischen Museum Berlin.

[562] Nach dem Abbau der Gerüste waren die Kapitelle in unerreichbarer Höhe und überdies oft von gewaltigen Ausmaßen. Außerdem wurden die Maße größtenteils auf den Lagerfugen angebracht, waren also verdeckt (Fauerbach 2009).

[563] Für Bildhauer- und Architekturmodelle dagegen Tomoum 2003, 114–123.

auch mit Bauen zu tun. Hiervon ausgenommen sind die o. g. Berufsverbände, da sie keine staatlichen Einrichtungen waren und uns nicht einmal namentlich bekannt.

Es gibt eine Reihe von altägyptischen Institutionen, die generell als Orte des Wissens betrachtet werden können: Dies sind die Tempel, und hier insbesondere die sogenannten ‚Schriftrollenhäuser'. Auch Schulen und Bibliotheken waren zum großen Teil an den Tempeln angesiedelt. Diese und weitere Einrichtungen werden im Folgenden besprochen. Das hier verankerte Wissen bezog sich nicht primär auf das Bauen. Es ist zwar zu vermuten, dass Bauwissen in objektivierter Form – Pläne, Musterbücher etc. – in den Tempelarchiven gelagert wurde, man kann daraus aber nicht schließen, dass dieses Wissen in der Institution tiefer verankert war.

Haus der Schriftrollen (*pr-ꜥnḫ*)

In den ägyptischen Quellen erscheint das ‚Haus der Schriftrollen'[564] als Wissensinstitution schlechthin.[565] Die ‚Hungernotstele' aus der griechisch-römischen Zeit, die sich selbst als Text des Alten Reiches ausgibt, erzählt beispielsweise, König Djoser habe den Weisen Imhotep um Informationen zu den Nilquellen gebeten, welcher, da er die Antwort nicht im Kopf hatte, um Zutrittserlaubnis zum ‚Haus der Schriftrollen' bat, um die dort aufbewahren Schriften zu konsultieren.[566]

Wenngleich diese Institution an vielen Orten textlich belegt ist, gibt es nur ein einziges als solches identifiziertes Gebäude, eine durch Ziegelstempel als „*pr-ꜥnḫ*" bezeichnete Struktur in Amarna (Abb. 1.34).[567] Der früheste Hinweis auf ein Haus der Schriftrollen wird bereits in die Zeit Pepis II. (23. Jh. v. Chr.) datiert.[568] Mit einer universalen Wissensinstitution hat man es jedoch nicht zu tun.[569] Die Ägypter selbst sahen in ihm vielmehr einen von Göttern bewohnten Ort, wobei die Gottheiten die Texte verfassten bzw. die Benutzer der Archive inspirierten.[570] Das hier archivierte, ‚priesterlich-elitäre Sakralwissen' galt als geheim[571] und betraf Medizin, Magie und geographische Listen; auf mathematische Texte gibt es keine Hinweise.[572]

---

[564] Zu *pr-ꜥnḫ*, früher mit „Lebenshaus" übersetzt, Gardiner 1938; Volten 1942, insbes. 38; Steinmann 1991, 151; Weber 1980, 954–957; zur Übersetzung des Begriffs Morenz 2001, 77; Quack 2002, 171 Anm. 51; Breyer 2003, 194f.; für die letzten beiden Literaturhinweise danke ich Joachim Quack.

[565] Morenz 2001, 77.

[566] Gardiner 1938, 166.

[567] Pendlebury 1934, 134; Pendlebury 1951, 115, 150; Q.42.19+Q.42.20. Diesem unmittelbar benachbart war „The place of the correspondence of the Pharaoh", eine Beschreibung bei Gardiner 1938, 160f. Das Gebäude in seinem städtischen Umfeld zeigt Plan 5 bei Kemp und Garfi 1993, Q42.19 und Q42.20, der allerdings keine detaillierte Neuaufnahme des Gebäudes darstellt. Siehe zur Vermessung Kemp und Garfi 1993, 27; zu dem Gebäude S. 61f.

[568] Gardiner 1938, 160; siehe aber Weber 1980, 954–957, Anm. 2.

[569] Burkard 1979, 104.

[570] Morenz 2001; Gardiner 1938, Nr. 15, S. 23, insbes. 33.

[571] Morenz 2001, 81.

[572] Gardiner 1938, 162, 176. Eine Trennung zwischen ‚sakral' und ‚profan' erfolgte in Ägypten nicht, aber selbstverständlich gab es verschiedene Stufen von Sakralität. Der Bauplan eines Tempels, so es etwas derartiges in Ägypten je gegeben hat, hätte sicherlich sakralen Charakter gehabt, was aber noch nicht besagt, in welcher Institution er aufbewahrt worden wäre.

Abb. 1.34: Verwaltungsbauten in Amarna, Grundriss. Das Haus der Schriftrollen (Q42.20) ist Teil eines größeren Verwaltungsblocks, während das ‚records office' (Q 42.21), in dem Tontafeln für die internationale Korrespondenz verfasst, gebrannt und gelagert wurden, frei steht (Plan von Pendlebury 1951).

Gasse hat den interessanten Versuch unternommen, das Haus der Schriftrollen von Heliopolis als Hort, sogar als Schule insbesondere des Bauwissens zu identifizieren.[573] Der Gedanke ist durch die Nähe zu Memphis, dem Hauptkultort des Schöpfergottes Ptah, besonders verlockend, da Ptah auch als Schutzgott der Handwerker galt. Die gesammelten Belege reichen aber vor allem deswegen nicht aus, weil es an keiner anderen Stelle Hinweise auf eine Spezialisierung der verschiedenen Standorte gibt, ja die ganze Funktionsweise dieser Institution bei der derzeitigen Quellenlage viel zu sehr im Unklaren bleibt.[574]

[573] Gasse 1981.
[574] Ablehnend auch Raue 1999, 72 Anm. 6.

Bibliotheken

Darüber hinaus scheint es noch weitere Bibliotheken bzw. Archive[575] gegeben zu haben, und zwar ‚Handapparate' (Burkard) in den Tempeln, beispielsweise das so genannte ‚Bücherhaus' (*pr-mḏꜣt*) in Edfu. An zwei Orten (Abydos und Edfu) ist sowohl ein ‚Haus der Schriftrollen' als auch ein ‚Bücherhaus' im Tempel nachweisbar.[576] Das Bücherhaus in Edfu enthielt: Handbücher für den täglichen Kult, Ritualbücher für besondere Feste, Beschwörungen und Schutzbücher (magische Texte), Inventarien der heiligen Orte sowie ein Handbuch für die Tempeldekoration.[577] Inwieweit das letztgenannte Werk die theologische Inhalte der Dekoration, die ja im wesentlichen eine Beschriftung war, übersteigt und auch auf den Bau selbst Bezug nimmt, ist unklar.

Schulen

Durch Erwähnung nachgewiesen sind Schulen ab der Ersten Zwischenzeit,[578] ab der die generelle Ausbildung institutionalisiert wurde. Davor fand die Ausbildung vermutlich innerhalb der Familie bzw. im Famulussystem statt. Im Mittleren Reich fand eine Schule für die Kinder der Elite in der Residenz in Memphis Erwähnung, weitere Schulen gab es vermutlich an Verwaltungsinstitutionen und spätestens ab dem Neuen Reich an Tempeln. In einem Tempel, namentlich im so genannten Totentempel Ramses' III. in Theben West, ist kürzlich die erste Schule baulich identifiziert worden.[579] Die Funde erlauben sogar eine Zuordnung einzelner Räume. Der Elementarunterricht scheint in einem großen, evtl. teilüberdachten Hof stattgefunden zu haben. In einigen kleineren Räumen weisen Funde von Inschriftenübungen[580] auf die weiterführende Ausbildung einzelner Schüler hin. Den Beruf des Lehrers gab es übrigens ebenso wenig,[581] wie es den des Architekten gegeben hat.

Zur Verortung des Lernens ist außerdem erwähnenswert, dass man von mehreren Gräbern weiß, dass an bzw. in ihnen Unterricht stattgefunden hat. Offenbar handelte es sich um die Grabstätten von als weise verehrter Persönlichkeiten.[582] Diese für den modernen Menschen erstaunlichen Vorgänge vermitteln uns eine Auffassung von Wissen als etwas, das sowohl an Personen, als auch an bestimmte Orte geknüpft ist.

1.3.3 Entwicklung des Wissens

Innovation

Eingangs wurde betont, welch geringe Bedeutung der Innovation in den Selbstzeugnissen der ägyptischen Kultur zukommt.[583] Legitimation erlangte, wer der Tradition und dem gött-

[575] Eine Trennung zwischen Archiv und Bibliothek ist für das alte Ägypten schwierig (Burkard 1979, 85–91; Kahl 1999, 290; Zinn 2008, 82–84 (83)).
[576] Burkard 1979, 108.
[577] Burkard 1979, 85. Die Texte selbst sind nicht erhalten.
[578] Grab Siut IV, Biedenkopf-Ziehner 1999, 23; Fischer-Elfert 2001, 439; siehe auch hier S. 34.
[579] Leblanc 2004; siehe ggf. auch Leblanc 2005; Leblanc 2006. Zu einem möglichen Schulort in Deir el-Medine Gasse 2000.
[580] Beispielsweise ein Kalksteinostrakon, in das mehrfach ein und dieselbe Hieroglyphe (*nb*) eingraviert wurde.
[581] Biedenkopf-Ziehner 1999, 25.
[582] Siehe Biedenkopf-Ziehner 1999, 23; Fischer-Elfert 2001, 439; zuletzt auch Kahl 2006 sowie Kahl 2007, 153f.
[583] Ergänzt werden diese Selbstzeugnisse durch die berühmte Aussage Platons in den Nomoi 656D–657A, die ägyptische Kunst sei durch streng einzuhaltende Gesetze geregelt.

lichen Willen folgte. „His (i. e. the kings) essential role was to maintain the smooth running of the cosmos in the manner the Gods intended. He was not ordained to achieve anything new or different.“ Herrscher wie Hatschepsut und Echnaton, die gegen diesen Auftrag verstießen, so Tait, „were both reviled and written out of history.“[584]

Neuerungen wurden eher in der Rückschau gerühmt, wenn sie bereits den Charakter des Hergebrachten erworben hatten. So galt Djoser (3. Dyn.) in der Zeit seines Nachfolgers Chendjer (17. Dyn.) als Erfinder („Eröffner“) des Steinbaus (*wp inr*).[585] Die Datierung dieser Innovation in die Zeit des Djoser ist jedenfalls zutreffend,[586] wenngleich Spekulation bleibt, zu welchen Teilen sie dem König selbst, seinem Bauleiter Imhotep oder noch weiteren Personen zuzurechnen ist.

Wie gelingt einer solch dogmatischen Gesellschaft überhaupt Fortschritt? Einerseits wurden Neuerungen als positiv wahrgenommen, wenn sie auf bereits Existierendem beruhten, dieses also erweiterten oder verbesserten. Andererseits hat es offensichtlich Phasen rasanter Entwicklung gegeben, in denen Neuerungen notwendig wurden und sich durchsetzen konnten.

Dies trifft sicherlich für die Frühzeit und das frühe Alte Reich zu, in der sich die altägyptische Kultur ausprägte. Diese Epochen blickten noch auf keine Tradition zurück, auf die man sich hätte beziehen müssen oder können. Innerhalb kurzer Zeit fanden enorme Entwicklungen statt; Stein als Baustoff wurde in der 4. Dynastie bereits in einer Weise beherrscht, die in den folgenden zweieinhalb Jahrtausenden kaum noch gesteigert wurde und wohl auch kaum zu steigern war. Das gleiche kann von der Baulogistik gesagt werden.

Innovationsfördernd waren sicherlich Umbruchszeiten, in denen die Zentralgewalt versagte, Institutionen zerfielen und Hierarchien ihre Gültigkeit verloren. Schenkel hat dies für die Bewässerungstechnologie aufgezeigt. Die nach dem Ende des Alten Reiches auftretenden Hungersnöte, die ersten in historischer Zeit, führten zu einem Schub in der künstlichen Bewässerung (Bau von Rückhaltebecken, Erschließung des Fayum etc.). Bevor das Land in einer neuen ‚Blütezeit‘ erstarken konnte, waren Gaufürsten wie Anchtifi in Moalla oder Cheti in Asyut auf sich allein gestellt und gezwungen, eigenständige Lösungen für konkrete Aufgaben zu finden. Sie versäumen es nicht, dies in ihren Autobiografien zu betonen.

Eine Zeit technischer Neuerungen scheint auch die Zweite Zwischenzeit gewesen zu sein, wie Wilde anhand von Metallurgie (Zinnbronze), Glasherstellung und dem Streitwagen beobachtet hat: „Diese Fakten sprechen für eine langsame Diffusion von technologischen Errungenschaften unterschiedlicher Art seit der 13. Dynastie, damit noch vor der eigentlichen Herrschaftszeit der Hyksos.“[587] Die vorderasiatischen Hyksos beherrschten Ägypten im 17. und 16. Jahrhundert v. Chr., ihre „Vertreibung“ wird als Beginn des Neuen Reiches angesehen. Tatsächlich brachte diese Phase aber offenbar einen starken Technologietransfer mit sich, von dem Ägypten profitierte. Aber auch lokale Innovationen, die zu dieser Zeit entstanden, wirkten in das Neue Reich hinein, wie etwa das *saff*-Grab (Abb. 1.19), dessen Erfindung sich Ineni in der 18. Dynastie rühmte, obwohl es im Kern auf die 17. Dynastie zurückgeht.

[584] Tait 2003, 12.
[585] So bezeichnet in einem Text aus der Pyramide des Chendjer aus der 13. Dynastie (Wildung 1969, 72–74).
[586] Frühere Verwendungen des Baumaterials in Ägypten, etwa in den Königsgräbern der 1. und 2. Dynastie, betreffen nur einzelne Teile des Baus und waren, von der Oberflächenbearbeitung von Hartgestein abgesehen, technisch keinesfalls ausgereift, siehe hier Anm. 323; anders bei Morenz 1994, 230f.
[587] Wilde 2003, 137.

Diese Phase war mit Ausnahme der Hyksos-Hauptstadt Auaris kaum von großen Bauprojekten geprägt, daher ist schwer zu sagen, wie das Bauwissen, das zwischen der Mitte des 18. und dem Beginn des 15. Jahrhunderts v. Chr. zumindest nicht überall verfügbar war,[588] wiederbelebt werden konnte. Tatsache ist, dass die Architektur des Neuen Reiches nicht einfach da anknüpft, wo das Mittlere Reich aufgehört hat, sondern für mit neuer Bedeutung aufgeladene Bauaufgaben (Göttertempel, Felsgräber) neue Bauformen findet. Der Mut zu Neuem endet nicht nach wenigen Generationen. Hatschepsut und Echnaton erscheinen uns als Herrscherpersönlichkeiten mit starkem Innovationsdrang, wenngleich ihre Neuerungen nicht alle von Dauer waren und sie von nachfolgenden Generationen und vermutlich schon Zeitgenossen nicht durchweg geschätzt wurden. In dieser Zeit erscheint soziale Mobilität unter Spezialisten zumindest noch als Ideal.

Im Bereich der bautechnischen Innovationen tritt wiederholt die Spätzeit (Steingewölbe), insbesondere die 26. Dynastie hervor (Fundamentierung, Eisenwerkzeuge, Kalkmörtel). Dies war wiederum eine Epoche, die nicht zu den klassischen ‚Blütezeiten' Ägyptens gezählt wird, eine Zeit, in der sich Ägypten Einflüssen von außen stärker öffnete. Gleichzeitig befasste man sich intensiv mit den eigenen kulturellen Errungenschaften und bezog daraus neue Anregungen (Kompositkapitelle). Interessanterweise haben sich manche dieser Innovationen dauerhaft erst in griechisch-römischer Zeit durchgesetzt (Kalkmörtel und Eisenwerkzeuge) bzw. voll entfaltet (Kapitelle).

Dass die Ptolemaierzeit als Epoche zahlreicher Veränderungen gilt, überrascht am allerwenigsten. Anders als die nichtägyptischen Herrscherhäuser vor ihnen griffen die makedonischen Ptolemaier in allen Bereichen in die Verwaltung ein und besetzten Schlüsselpositionen im Land mit ihren Landsleuten. Sie bemühten sich aber in ihrer Hauptstadt gezielt, Griechen und Ägyptern gleichermaßen ein kulturelles Angebot zu unterbreiten. In der pharaonischen Architektur, die zumindest in Oberägypten als neben der griechischen Architektur eigenständig existierend erkennbar ist, hinterließ diese Epoche allerdings weniger Spuren, als man erwarten könnte. Während sich in Alexandria Baustile und offenbar auch Bautechniken mischten, beharrten insbesondere die Tempelbauten im Süden des Landes auf lokalen Traditionen. Sie erreichten dabei allerdings bis dahin unerreichte technische Meisterschaft.

Neue Bauaufgaben, -typen und -formen entstanden in pharaonischer Zeit nur selten, hielten sich dafür aber umso länger: ‚echte' Pyramiden (4. Dyn.), Obelisken (6. Dyn.), Pylone (18. Dyn.) und steinerne Kompositkapitelle (26. Dyn.) sind wohl die augenfälligsten Neuschöpfungen dieser Architektur, allerdings haben zumindest einige von ihnen Vorläufer.[589] Außer den Obelisken entstanden alle genannten Formen in Epochen, die auch andere Neuerungen erkennen lassen. Ebenso wie Pyramiden und Pylone sind sie Schöpfungen, die in erster Linie aus religiösen Überlegungen heraus entstanden. Kompositkapitelle hingegen könnten insbesondere aus ästhetischen Gründen in Stein umgesetzt worden sein – da nun jede Säule ein anderes Kapitell aus verschiedenen Pflanzenelementen trägt, ist die räumliche Wirkung der farbig gefassten Säulenreihen eine völlig andere als vorher (Abb. 1.35). Da sich die Kapitelle zwar in klar definierte Typen unterteilen lassen, dennoch aber in geringfügigen Details stets voneinander unterschieden sind, könnte man in diesem Bemühen nach Vielfalt und Individualität eine Form der *imitatio naturae* vermuten, ohne dass ich dies

[588] Die Pyramide des Nub-cheper-Re Intef in Dra' Abu el-Naga beispielsweise weist eine auffällig geringe bautechnische Qualität auf, zu diesem Bau siehe Polz 2003.

[589] Stufenmastaba (3. Dyn.), massive Torbauten (12. Dyn.), hölzerne Kompositsäulen (18. Dyn.).

Abb. 1.35: Kompositkapitelle aus Philae, Zeichnungen von G. Erbkam, Architekt der preußischen Ägyptenexpedition 1842–1845 unter R. Lepsius. Mitte des 19. Jahrhunderts war die Farbfassung dieses Tempels noch größtenteils erhalten (Lepsius 1897, Abt. I, Bl. 108).

jedoch durch Textquellen stützen könnte. Vielleicht folgte man auch lediglich, ähnlich wie bei den Hieroglyphen dieser Epoche, der Maxime *variatio delectat*.[590]

Die wichtigsten Baumaterialien wurden fast alle bereits sehr früh in der Entstehungsphase der Architektur massenhaft verwendet, zunächst Holz und Ziegel, ab der 3. Dynastie regelmäßiges Kalksteinquadermauerwerk. Sandstein hingegen wird auf staatlichen Baustellen erst ab der Zeit landesweit verwendet, als sich das politische Zentrum für zwei Jahrhunderte nach Oberägypten verschob (Abb. 1.1). Erst die langfristige Erfahrung mit diesem Material überzeugt die Bauleute von seinen Vorteilen, sodass aus ihm die Mehrzahl der heute noch erhaltenen Tempel errichtet wurde.

Wissenszuwächse und Innovationen wurden also nicht nur durch die wirtschaftliche und administrative Potenz des Landes ermöglicht, sondern oft auch durch Krisen, Konflikte, Druck oder Einfluss von außen inspiriert. Dies steht dem Selbstbild der Ägypter entgegen, die sich als eine Kultur wahrnahmen, die auf Tradition und Kontinuität beruhte.

Wissenserhalt und Wissensverlust

Die größten bauorganisatorischen Leistungen scheinen in Zeiten starker Zentralgewalt vollbracht worden zu sein. Das hat wohl weniger epistemische Gründe und ist eher darauf zurückzuführen, dass der Staat die notwendige Ressourcenbündelung durchsetzen konnte. Es ist aber bemerkenswert, dass das erforderliche Wissen etwa zum Transportieren schwerer Lasten, obwohl es in den ‚Zwischenzeiten' nicht oder nur sporadisch angewendet wurde, langfristig nicht verloren ging, sondern sogleich wieder praktiziert wurde, sobald die wirtschaftlichen Kapazitäten verfügbar waren. Dies wird zum einen darin begründet sein, dass die Transporttechnik viele Beteiligte erforderte, die zumindest Teilbereiche davon verbreiten konnten (Allgemeinwissen), zum anderen darin, dass es auf einfachen Verfahrensweisen beruhte und auch in kleinerem Maßstab weiterbetrieben werden konnte, sodass das Wissen nie ganz verloren ging. Eine schriftliche Fixierung der notwendigen Kenntnisse ist unwahrscheinlich, allerdings gibt es immerhin Darstellungen (Abb. 1.10).

Über die in den Wissensinstitutionen aufbewahrten Inhalte wissen wir zu wenig, um präzisieren zu können, inwieweit sie zum Erhalt von Wissen über Krisenzeiten hinweg beigetragen haben. Da es jedoch spätestens nach dem Alten Reich stets mehrere bedeutende kulturelle Zentren gab, die über das Land verteilt waren, ist anzunehmen, dass mehrfach kopierte Dokumente nie ganz verloren gingen. Ein großer Teil der uns erhaltenen Schriftstücke sind Abschriften älterer Exemplare, was auch dahingehend gedeutet werden kann, dass man dem Verlust wertvollen Wissens gezielt vorbeugen wollte.

Als weit gefährdeter ist demnach das nicht schriftlich fixierte Handwerkerwissen anzusehen, insbesondere da es als geheim galt und in der Praxis vermittelt wurde. Das Studium alter Denkmäler in der Spätzeit mag ein Hinweis darauf sein, dass in dieser Zeit ein Wissensdefizit wahrgenommen wurde und die regulären Wissensquellen daher durch Feldstudien bereichert werden sollten.

[590] Freundlicher Hinweis von Katja Lembke. Siehe zur *imitatio naturae* die Beiträge von Antonio Becchi im Band III.

Nicht angewendetes und nicht entwickeltes Wissen

Ein frappierendes Beispiel für Wissen, das nicht oder nur punktuell angewendet wurde, obwohl es vorhanden war, ist das Keilsteingewölbe. In der Spätzeit, ab ca. 760 v. Chr., wurden einige dieser Konstruktionen errichtet, ohne dass dies einen nachhaltigen Effekt auf die damalige Architektur gehabt hätte. Dies zeigt, dass der Wissensbestand eben nur eines von mehreren Elementen ist, die den Ausschlag für eine bestimmte Bauform geben.

Der Steingewölbebau leitet über zum Brückenbau. Man darf annehmen, dass eine Kultur, die Pyramiden und monumentale Tempel hervorgebracht hat, theoretisch in der Lage gewesen wäre, die zahlreichen, das Land durchziehenden Wasserwege zu überbrücken. Spätestens in der 19. Dynastie hat man dies offenbar auch getan, den Vorgang jedoch scheinbar keiner inschriftlichen Erwähnung für Wert befunden. Man kann natürlich einwenden, die vergleichsweise geringe Bedeutung des Straßennetzes und die um so höhere der Schifffahrt hätten Brücken obsolet, vielleicht sogar hinderlich gemacht. Rostem bemerkt dazu nicht ohne Humor, die Ägypter seien offenbar lieber schwimmen gegangen, als Brücken zu bauen.[591] Die oben erwähnte Darstellung einer Brücke aus pharaonischer Zeit (Abb. 1.31) macht jedoch gleich zwei Dinge deutlich: Der Streitwagen, auf dem sich der König anschickt, über die Brücke zu fahren, führt die militärische Bedeutung von Brücken vor Augen. Außerdem machten sich die Graveure die Mühe, den Wasserlauf mit zahlreichen Krokodilen darzustellen, die es zweifelsohne im Nil und seinen Seitenarmen gab, wenn auch nicht unbedingt in dieser Fülle, was – um im Bild zu bleiben – die Attraktivität des Schwimmens verringert haben dürfte. Dennoch hat man dem Brückenbau scheinbar kein großes Gewicht beigemessen und sich zumindest entlang des Hauptarmes mit Booten beholfen. Vielleicht schien der Aufwand, überschwemmungssichere Brücken zu bauen, im Vergleich zu dieser Lösung als zu hoch. Prestigeprojekte waren technische Bauten jedenfalls nicht: Der medialen Präsentation der militärischen Kampagne Sethos' I. auf der betreffenden Tempelwand wurde mehr Aufmerksamkeit geschenkt als der Errichtung der hierfür erforderlichen Brücke.

Verhältnis Theorie – Praxis

Das technische Bauwissen im Alten Ägypten, einer der ältesten Schriftkulturen der Welt, war so gut wie nicht schriftlich fixiert. Es wurde durch mündliche und praktische Wissensvermittlung tradiert, in erster Linie innerhalb der Handwerkerschaft. Lediglich das für das Bauwesen notwendige Verwaltungswissen lässt sich, kasuistisch dargelegt, in den schriftlichen Quellen fassen, etwa wenn es heißt: „Gering wird ihre (der Arbeiter) Motivation sein …, wenn die Mittagspause ausbleibt".[592]

Religiöse, also nichttechnische Theorien haben in das Bauwesen hineingewirkt, etwa wenn dem Sonnengott geweihte Tempel ohne Dächer errichtet werden, da seine Strahlen sonst nicht hätten hineinreichen können. Technische Theorien hatten die damaligen Bauleute sicherlich, aber sie lassen sich nicht rekonstruieren. Warum kann Metall Stein schneiden? Warum kann Stein scheinbar unendlich viel Gewicht tragen, zerbricht aber, wenn man ihn als überspannenden Balken zu dünn bemisst? Warum bindet Anhydrit schlechter ab als Gips, obwohl er heißer gebrannt wurde? Dazu hatte man vermutlich eine Meinung, aber wir kennen sie nicht.

---

[591] Rostem 1948, 159.
[592] pAnastasi I, 17,2.

Wenn man Mythos als eine Form der Wissenschaft begreift, welche Konsequenzen hat diese Gleichung auf unsere epistemische Fragestellung? Welche Auswirkungen haben mythologische Theorien auf die Wissensentwicklung? Wie denken und handeln Baumeister und Bauleiter, in deren Vorstellungswelt die Erde der Gott Geb ist, ein Erdbeben das Erscheinen einer Gottheit bedeutet, die Sonne das Auge des Gottes Re-Harachte ist und die Wüste mit ihren Bodenschätzen ein feindliches Gebiet voller Gefahren? Behindert es sie in der Entwicklung von Erkenntnissen oder der Anwendung von Wissen?

Aus der Sicht der aufgeklärten Menschen müsste man diese Frage schon aus dogmatischen Gründen bejahen: Eine mythische Weltsicht muss den Menschen daran hindern, Ursachenforschung zu betreiben, physikalische Prozesse zu hinterfragen, Theorien zu entwickeln und experimentell zu verifizieren. Der Baubefund hingegen zeigt ein anderes Bild. Die mythische Definition des Erdbebens hat effektiven Erdbebenschutz nicht verhindert, die negative Wahrnehmung der Wüste nicht die Ausbeutung ihrer Bodenschätze usw. Ebenso wenig lassen sich umgekehrt die vergleichsweise gering erscheinenden Leistungen auf dem Gebiet der Mechanik und des Ingenieurbaus mit mythischen Denkweisen erklären, sondern mit der personellen Struktur des Bauwesens. Die Tatsache, dass die Baustellen von Verwaltungsbeamten und nicht von Architekten oder Ingenieuren geleitet wurden, wirkte sich naturgemäß auf die gesamte Bautechnik und damit auf die Entwicklung des technischen Wissens aus. Religiöse Vorstellungen und Mythen verhindern Wissen nicht, sie sind vielmehr das Format, in dem Wissen formuliert und in Zusammenhänge eingeordnet wird. Für den Erdbebenschutz eines Gebäudes ist es völlig unerheblich, ob die Erde durch die Bewegungen einer Gottheit oder der tektonischen Platten bebt.

1.3.4 Schluss

Bevor die wissensgeschichtlichen Ergebnisse zusammengefasst werden können, ist noch auf eine wesentliche Frage einzugehen, und zwar warum die altägyptische Kultur überhaupt eine derart intensive Bauaktivität entfaltet hat. Während Ägyptenreisende Tempel und Pyramiden mit großem Staunen zur Kenntnis nehmen, laufen routinierte Ägyptenforscher leicht Gefahr, den Wald vor lauter Säulen nicht zu sehen: Das übermächtige architektonische Erbe ist kaum zu erfassen, dabei muss die Wirkung der Bauten auf ihre Betrachter in historischer Zeit noch größer gewesen sein als heute.

Will man den Versuch wagen, sich in die Lage eines altägyptischen Rezipienten von Architektur zu versetzen, sollte man sich zunächst vor Augen führen, dass Bauten nicht nur in ihrer Vollendung, sondern auch in ihrer Entstehung wahrgenommen wurden. Großbauprojekte dauerten Jahrzehnte, teils Jahrhunderte. Solange die großen königlichen Nekropolen oder der Reichstempel von Karnak genutzt wurden, hörten die dortigen Bauarbeiten im Grunde nie auf. Hier entfaltete sich ein gewaltiges Spektakel, an dem ein großer Teil der lokalen Bevölkerung ständig mitwirkte. Täglich landeten Transportschiffe an, Steinblöcke wurden entladen und von Arbeitstrupps über Rampen an ihren Bestimmungsort gezogen; Rampen, die sich über mehrere hundert Meter erstreckten und an die sich alle übrigen Verkehrswege der Umgebung anzupassen hatten (Abb. 1.22). Nur eine gleichmäßige Versorgung mit Baumaterial und Lebensmitteln, ein genau einzuhaltender Arbeitsrhythmus und eine akribische Materialkontrolle durch ein Heer von Beamten garantierten einen reibungslosen Ablauf. Und über dieses Meer aus Bewegung, Lärm und Dreck erhobt sich das allmählich anwachsende Gebäude – schon viele Stunden, bevor man den Ort selbst erreichte,

konnte man es von Ferne ausmachen. In ihrer Entstehung müssen die Sakralbauwerke, vielleicht mit Ausnahme der großen Götterfeste mit ihren Prozessionen, die stärkste Wirkung auf die Bevölkerung entfaltet haben, zumal es nur einer kleinen Minderheit je gestattet war, die Bauten nach Fertigstellung überhaupt zu betreten. Weit mehr als die Profanarchitektur funktionierte die Sakralarchitektur als Mittel der sozialen Distinktion. Die Teilnahme am Bauprozess war also für die meisten Menschen die beste Gelegenheit, dem sakralen Zentrum nahe zu kommen.

Hier wird deutlich, dass die auf die göttliche Sphäre gerichteten Monumentalbauten selbstverständlich auch auf die Bevölkerung wirkten, und das geschah keineswegs unabsichtlich. Monumentalbauten waren Medien, über die der König und sein Apparat aus Beamten und Priestern den eigenen Herrschaftsanspruch kommunizierten. Nur dieses Potential der Architektur erklärt den immer wieder zu beobachtenden Versuch, die Amtsvorgänger in ihren Bauaktivitäten noch zu übertreffen. Dabei war man so erfolgreich, dass ganze Naturlandschaften unwiederbringlich in Kulturlandschaften, in Artefakte verwandelt wurden – ein Vorgang, den die Neuzeit gut kennt, der aber auf antike Rezipienten übermenschlich gewirkt haben muss. Der königliche Anspruch, ein Gott zu sein, offenbart sich wohl durch keine andere Handlung so wie durch das Bauen.

Durch diese Konkurrenzsituation bekommen die Gebäude nicht nur eine gewaltige räumliche, sondern auch eine ebenso große zeitliche Dimension. Der Blick in die eigene Vergangenheit wird in die Zukunft gespiegelt; die eigenen Bauten sollen von ebenso langer Dauer sein wie die der Vorfahren. Deren Leistungen steckten den Rahmen ab, in dem man sich bewegte. Dies hat zu einer Geringschätzung von Innovation geführt, die naturgemäß jede Entwicklung behindert, andererseits sicherlich die Konservierung von Wissen auch über Krisenzeiten hinweg begünstigt hat. Es lassen sich nur wenige Phasen der ägyptischen Geschichte ausmachen, in denen Innovation massiv stattfand und/oder gefördert zu worden sein scheint. Dafür wurde das erworbene Architekturwissen über baulich passive Perioden hinweg tradiert bzw. nach solchen Phasen erfolgreich wiederbelebt. Dies ist umso bemerkenswerter, als sich nur wenige verschriftlichte Wissensformen nachweisen lassen. Die Bauten selbst waren jedoch eine allgegenwärtige Erinnerung daran, was leistbar war. Da e*f*in hoher Prozentsatz der Bevölkerung an den Bauprojekten beteiligt war, war zumindest das Basiswissen vielfach gespeichert und konnte nicht so leicht verloren gehen.

Expertenwissen war freilich gefährdeter. Gewölbebau, Felsgräber und das Aufstellen von Obelisken beispielsweise erfordern ohne Zweifel Spezialisten, und tatsächlich lassen sich hier Brüche beobachten. Als wichtigste Träger des technischen Bauwissens im pharaonischen Ägypten sind die Handwerker zu benennen, die ihre Kenntnisse an ihre männlichen Nachkommen weitergaben und nicht verschriftlichten. In den familiär strukturierten Facharbeiterschaften, die möglicherweise gildenartig organisiert waren, kann man die wichtigste bauliche Wissensinstitution erkennen. Ruhm ernteten ihre Mitglieder jedoch nicht. Lauscht man ausschließlich den Autobiographien der Oberschichtangehörigen, so war Bauwissen Verwaltungswissen.

Dies war zu einem guten Teil dem Reichtum, um nicht zu sagen dem Überfluss an Ressourcen zu verdanken, der dem ägyptischen Bauwesen in seinen produktiven Phasen zur Verfügung stand. Denn diese Ressourcen galt es ja stets zu verwalten. In epistemischer Hinsicht kann man hierin nicht nur förderliche, sondern auch hinderliche Effekte erkennen. Insbesondere die allgemeine Arbeitspflicht bot wenig Anreize zur Ökonomisierung menschlicher Arbeitskraft etwa durch mechanische Hilfsmittel. Stein und Schlamm für die Ziegel-

produktion waren so reichlich vorhanden, dass an einer Transporttechnik festgehalten werden konnte, deren Materialbedarf das der Bauwerke um ein vielfaches überstieg. Letztlich aber offenbart sich hier auch ein Beharren auf den sozialen Strukturen, in denen ein Heer ungelernter Transportkräfte einer Minderheit an ausgebildeten Facharbeitern gegenüberstand. Komplexe mechanische Hilfsmittel hätten eine weit größere Anzahl Qualifizierter erfordert. Hätten diese Leute nicht eines Tages eine Verlagerung der staatlichen Bauaktivitäten einfordern können? Man kann nur mutmaßen, wozu diese Gesellschaft fähig gewesen wäre, wenn sie ihre Kräfte etwa auf den Ausbau der zivilen Infrastruktur gerichtet hätte.

Danksagung

Der hier vorgelegte Text ist nicht zuletzt das Ergebnis zahlreicher Diskussionen mit Fachkollegen, denen ich hier meinen Dank aussprechen möchte; stellvertretend genannt seien Wilhelm Osthues, Dietmar Kurapkat und Antonio Becchi. Für die kritische Durchsicht des Manuskripts ergeht herzlicher Dank an Katja Lembke, Hans-Werner Fischer-Elfert und besonders Stephan Seidlmayer, dem ich wertvolle Anregungen verdanke.

Bibliographie

Abder-Raziq, M. (1983). Ein Graffito der Zeit Alexanders des Großen im Luxortempel. *Annales du service de l'antiquites d'Égypte* 69:211–218.

Alexanian, N., D. Blaschta, J. Pinke und S. J. Seidlmayer (2012). *Ninth Excavation Report Autumn 2011 and Spring 2012. German Archaeological Institute/Free University of Berlin*. URL: http://www.dainst.org/sites/default/files/media/abteilungen/kairo/dahschur_asae2011-12.pdf?ft=all.

Andreu, G., Hrsg. (2003). *Deir el-Medineh et la vallée des rois. La vie en Égypte au temps des pharaons du Nouvel Empire. Actes du colloque organisé par le Musée du Louvre les 3 et 4 mai 2002*. Paris: Éditions Khéops.

Andreu, G., M.-H.e Rutschowscaya und C. Ziegler (1997). *Ancient Egypt at the Louvre*. Paris: Hachette.

Arnold, F. (1990). *The South Cemeteries of Lisht*. Bd. 2. The Control Notes and Team Marks. Publications of the Metropolitan Museum of Art. Egyptian Expedition 23. New York: Metropolitan Museum of Art.

Arnold, D. (1974). *Der Tempel des Königs Mentuhotep von Deir el-Bahari 1. Architektur und Deutung*. Archäologische Veröffentlichungen 8. Mainz: Philipp von Zabern.

— (1976). *Gräber des Alten und Mittleren Reiches in El-Tarif*. Archäologische Veröffentlichungen 17. Philipp von Zabern.

— (1977). Holzbau. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 2. Wiesbaden: Harrassowitz, 1269–1970.

— (1987). *Der Pyramidenbezirk des Königs Amenemhet III. in Dahschur. Die Pyramide*. Archäologische Veröffentlichungen 53. Mainz: Philipp von Zabern.

— (1991). *Building in Egypt. Pharaonic Stone Masonry*. New York, u. a.: Oxford University Press.

— (1992). *Die Tempel Ägyptens: Götterwohnungen, Kultstätten, Baudenkmäler*. Zürich: Artemis & Winkler.

— (1994). *Lexikon der ägyptischen Baukunst*. Zürich: Artemis & Winkler.

— (1999). *Temples of the Last Pharaohs*. New York: Oxford University Press.

— (2001). Holzdächer spätzeitlicher ägyptischer Tempel. In: *Archaische griechische Tempel und Altägypten*. Hrsg. von M. Bietak. Denkschriften der Gesamtakademie 21. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Arnold, M. (2006). *Die Arbeitersiedlungen Deir el-Medine und el-Amarna. Eine vergleichende Betrachtung*. Magisterarb. Mainz: Johannes Gutenberg Universität. Institut für Ägyptologie und Altorientalistik.

Assmann, J. (1991a). Magische Weisheit. Wissensformen im ägyptischen Kosmotheismus. In: *Weisheit. Archäologie der literarischen Kommunikation*. Hrsg. von A. Assmann. Archäologie der literarischen Kommunikation 3. München: W. Fink, 241–257.

— (1991b). *Stein und Zeit. Mensch und Gesellschaft im alten Ägypten*. München: W. Fink.

— (1992). Der Tempel der ägyptischen Spätzeit als Kanonisierung kultureller Identität. In: *The Heritage of Ancient Egypt. Studies in Honour of Erik Iversen*. Hrsg. von J. Osing. CNI publications 13. Kopenhagen: Museum Tusculanum Press, 5–25.

Assmann, J. (2004). *Ägyptische Geheimnisse*. München: W. Fink.

Assmann, J. und M. Bommas, Hrsg. (2002). *Ägyptische Mysterien?* Jahrestagung der Deutschsprachigen Ägyptologie (SÄK). München: W. Fink.

Aston, B. G., J. A. Harrell und I. Shaw (2000). Stone. In: *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 5–77.

Atiya, A. S. (1991). *The Coptic Encyclopedia*. New York: Maxwell Macmillan International.

Aubert, J.-J. (2004). Aux origines du canal de Suez: le canal du Nil à la mer Rouge revisité. In: *Espaces intégrés et ressources naturelles dans l'empire romain. Actes du colloque de l'Université de Laval-Québec 5–8 mars 2003*. Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 219–252.

Aufrère, S. (1991). *L'univers minéral dans la pensée égyptienne*. Bibliothèque d'étude 150. Kairo: Institut français d'archéologie orientale.

Aufrère, S., J.-C. Goyon und J.-C. Golvin (1997). *L'Egypte restituée. T. 3, Sites, temples et pyramides de Moyenne et Basse Egypte: de la naissance de la civilisation pharaonique à l'époque gréco-romaine*. Paris: Errance.

Al-Ayedi, A. R. (2000). *Tharu: The Starting Point on the „Ways of Horus"*. Diss. University of Toronto.

Azim, M. (2001). L'Architecture des pylônes pharaoniques. *Dossiers d'Archéologie* 265:92–101.

Baines, J. (1983). Literacy and Ancient Egyptian Society. *Man* 18:572–599.

— (1990). Restricted Knowledge, Hierarchy, and Decorum. *Journal of the American Research Center in Egypt* 27:1–23.

Bard, K. A. und R. Fattovich (2007). *Harbor of the Pharaohs to the Land of Punt: Archaeological Investigations at Mersa/Wadi Gawasis, Egypt, 2001–2005*. Napoli: Università degli Studi di Napoli „L'Orientale".

Betrò, M. (1994). The Egyptian Sources. In: *Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th Century*. Hrsg. von E. Guidoboni. Rome: Istituto Nazionale di Geofisica, 87.

Bidoli, D. (1976). *Die Sprüche der Fangnetze in den altägyptischen Sargtexten*. Abhandlungen des Deutschen Archäologischen Instituts Kairo: Ägyptologische Reihe 9. Glückstadt: Augustin.

Biedenkopf-Ziehner, A. (1999). Kontinuität ägyptischer Ausbildung und Bildung in paganer und christlicher Zeit. *Göttinger Miszellen* 173:21–48.

Bietak, M. (2005). Neue Paläste aus der 18. Dynastie. In: *Structure and Significance: Thoughts on Ancient Egyptian Architecture*. Hrsg. von P. Jánosi. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 131–168.

von Bissing, F. W. (1949). Baumeister und Bauten aus dem Beginn des Neuen Reiches. In: *Scritti in onore di Ippolito Rosellini*. Bd. 1. Pisa: Universita'degli studi di Pisa, 127–234.

Borchardt, L. (1906). Nilmesser und Nilstandsmarken (Mit 5 Tafeln). *Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Philosophische und historische Abhandlungen* 1:1–55.

— (1907/1908). Das Dienstgebäude des Auswärtigen Amtes unter den Ramessiden. *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde* 44:59–61.

Borla, M. (1995). Alcuni aspetti dell'autobiografia di Ineni. *Studi di egittologia e di antichita puniche* 14:13–31.

Breasted, J. H. (1988). *Ancient Records of Egypt: Historical Documents from the Earliest Times to the Persian Conquest. The Eighteenth Dynasty*. Bd. 2. London: Histories & Mysteries of Man.

Breyer, F. (2003). *Tanutamani. Die Traumstele und ihr Umfeld*. Ägypten und Altes Testament 57. Wiesbaden: Harrassowitz.

Brunner, H. (1957). *Altägyptische Erziehung*. Wiesbaden: Harrassowitz.

— (1980). Kemit. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 3. Wiesbaden: Harrassowitz, 383.

— (1984). Schule. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 5. Wiesbaden: Harrassowitz, 741–743.

Budde, D. (2000). *Die Göttin Seschat*. Leipzig: Kanobos.

Budka, J. (2009). The Ramesside Temple in the Asasif: Observations on its Construction and Function, Based on the Results of the Austrian Excavations. In: *Structuring Religion: 7. Ägyptologische Tempeltagung, Leuven, 28. September – 1. Oktober 2005*. Hrsg. von R. Preys. Königtum, Staat und Gesellschaft früher Hochkulturen: Akten der Ägyptologischen Tempeltagungen 3,1. Wiesbaden: Harrassowitz, 17–45.

Burkard, G. (1979). Bibliotheken im alten Ägypten. Überlegungen zur Methodik ihres Nachweises und Übersicht zum Stand der Forschung. *Bibliothek. Forschung und Praxis* 3:79–115.

— (2003). „Oh, diese Mauern Pharaohs!" Zur Bewegungsfreiheit der Einwohner von Deir el-Medine. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 59:11–39.

Burton, A. (1972). *Diodorus Siculus. Book I, A Commentary*. Etudes préliminaires aux religions orientales dans l'empire romain 29. Leiden: Brill.

Bussmann, R. (2004). Siedlungen im Kontext der Pyramiden des Alten Reiches. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 60:17–39.

Caminos, R. (1954). *Late-Egyptian Miscellanies*. London: Oxford University Press.
Carter, H. und A. H. Gardiner (1917). The Tomb of Ramesses IV and the Turin Plan of a Royal Tomb. *The Journal of Egyptian Archaeology* 4:130–158.
Cauville, S. und D. Devauchelle (1984). Les mesures réelles du temple d'Edfou. *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* 84:23–34.
Černý, J. (1973a). *The Valley of the Kings. Fragments d'un manuscrit inachevé*. Bibliothèque d'étude 61. Kairo: Institut français d'archeologie orientale du Caire.
— (1973b). *A Community of Workmen at Thebes in the Ramesside Period*. Bibliothèque d'étude 50. Kairo: Institut français d'archeologie orientale du Caire.
Chassinat, É. (1966). *Le mystère d'Osiris au mois de Khoiak*. Bd. 1. Kairo: Institut français d'archéologie orientale.
— (1968). *Le mystère d'Osiris au mois de Khoiak*. Bd. 2. Kairo: Institut français d'archéologie orientale.
Clarke, S. und R. Engelbach (1990). *Ancient Egyptian Construction and Architecture*. Dover Books on Architecture. New York: Dover Publications. (Nachdruck: Ancient Egyptian Masonry. The Building Craft. New York: Dover Publications, 1930).
Clère, J. J. und J. Vandier (1948). *Textes de la première période intermédiaire et de la XIème dynastie*. Hrsg. von Bibliotheca Aegyptiaca. Brüssel: Ed. de la Fondation Égyptologique Reine Élisabeth.
Conard, N. J. und M. Lehner (2001). The 1988/1989 Excavation of Petrie's „Workmen's Barracks" at Giza. *Journal of the American Research Center in Egypt* 38:21–60.
Czerny, E., A. von den Driesch-Karpf und J. Boessneck (1999). *Tell El-Dab'a IX. Eine Plansiedlung des frühen Mittleren Reiches*. Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
Darnell, J. C. (2007). The Deserts. In: *The Egyptian World*. Hrsg. von T. A. H. Wilkinson. London: Routledge, 29–48.
Davies, N. de G. (1935). *Paintings from the Tomb of Rekh-mi-Rē' at Thebes*. New York: Plantin Press.
Dawson, W. R. und E. P. Uphill (1972). *Who Was Who in Egyptology? A Biographical Index of Egyptologists; of Travellers, Explorers, and Excavators in Egypt; of Collectors of and Dealers in Egyptian Antiquities; of Consuls, Officials, Authors, Benefactors, and Others Whose Names Occur in the Literature of Egyptology; from the Year 1500 to the Present Day, but Excluding Persons now Living*. 2. Aufl. London: The Egypt Exploration Society.
Dijkstra, J. H. F. (2012). *Syene I: The Figural and Textual Graffiti from the Temple of Isis at Aswan*. Beiträge zur Ägyptischen Bauforschung und Altertumskunde 18. Darmstadt: Philipp von Zabern.
Dodson, A. M. und S. Ikram (2008). *The Tomb in Ancient Egypt: Royal and Private Sepulchres from the Early Dynastic Period to the Romans*. London: Thames & Hudson.
Donker van Heel, K. und B. J. Haring (2003). *Writing in a Workmen's Village. Scribal Practice in Ramesside Deir el-Medina*. Egyptologische Uitgaven 16. Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.
Dorn, A. und T. Hofmann, Hrsg. (2006). *Living and Writing in Deir el-Medine. Socio-historical Embodiment of Deir el-Medine Texts*. Aegyptiaca Helvetica 19. Basel: Schwabe.
Drenkhahn, R. (1976). *Die Handwerker und ihre Tätigkeiten im Alten Ägypten*. Wiesbaden: Harrassowitz.
Dreyer, G. (1998). *Umm el-Qaab I. Das prädynastische Königsgrab U-j und seine frühen Schriftzeugnisse*. Archäologische Veröffentlichungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo, (AV) 86. Mainz: Philipp von Zabern.
Dreyer, G. und D. Polz, Hrsg. (2007). *Begegnung mit der Vergangenheit: 100 Jahre in Ägypten. Deutsches Archäologisches Institut Kairo 1907–2007*. Mainz: Philipp von Zabern.
Dümichen, J. (1865). *Bauurkunde der Tempelanlagen von Dendera in einem der geheimen Corridore im Innern der Tempelmauer*. Leipzig: J. C. Hinrich.
Dunham, D. (1938). *The Biographical Inscriptions of Nekhebu in Boston and Cairo*. London: Egypt Exploration Society.
Edgar, C. C. (1906). *Sculptors' Studies and Unfinished Works. Catalogue général des antiquités égyptiennes du Musée du Caire 33301–33506*. Impr. de l'Institut français d'archéologie orientale.
Eichner, I. und U. Fauerbach (2005). Die spätantike/koptische Klosteranlage Deir el-Bachit in Dra' Abu el-Naga (Oberägypten). Zweiter Vorbericht. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 61:139–152.
Eigner, D. (1984). *Die monumentalen Grabbauten der Spätzeit in der Thebanischen Nekropole*. Denkschriften der Gesamtakademie 8. Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
— (1995). Gartenkunst im Alten Ägypten. *Die Gartenkunst* 1:98–109.
Eisler, M. (1992). The Technique of Monolithic Carving. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 48:45–55.

El-Naggar, S. (1999). *Les voûtes dans l'architecture de l'Egypte ancienne*. Bibliothèque d'étude 128. Kairo: Institut français d'archéologie orientale.

Endruweit, A. (1989). Die Wohnhäuser in Amarna. Zur architektonischen Resonanz auf die Erfordernisse eines Wüstenklimas. *Göttinger Miszellen* 112:11–22.

— (1994). *Städtischer Wohnbau in Ägypten. Klimagerechte Lehmarchitektur in Amarna*. Berlin: Gebr. Mann.

Engelbach, R. (1922). *The Aswan Obelisk: with some Remarks on the Ancient Engineering*. Service des Antiquités de l'Egypte. Kairo: Institut français d'archéologie orientale.

— (1923a). *The Problem of the Obelisks: from a Study of the Unfinished Obelisk at Aswan*. London: Unwin.

— (1923b). The Support of the Pylon Flaggstaves. *Ancient Egypt* 8:71–74.

— (1928). An Experiment on the Accuracy of Shaping of a Monolithic Column of Circular Section of the Vth Dynasty from Abusîr. *Annales du Service des Antiquites de l'Égypte* 28:144–152.

Engelmann, H. und J. Hallof (1995). Zur medizinischen Nothilfe und Unfallversorgung auf staatlichen Arbeitsplätzen im Alten Ägypten. *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* 122:104–136.

Erman, A. und H. Grapow, Hrsg. (1926). *Wörterbuch der Ägyptischen Sprache*. Bd. 1. Leipzig: Hinrichs.

— Hrsg. (1929). *Wörterbuch der Ägyptischen Sprache*. Bd. 3. Leipzig: Hinrichs.

Erman A.and Grapow, H., Hrsg. (1928). *Wörterbuch der Ägyptischen Sprache*. Bd. 2. Leipzig: Hinrichs.

— Hrsg. (1930). *Wörterbuch der Ägyptischen Sprache*. Bd. 4. Leipzig: Hinrichs.

Evers, H. G. (1929). *Staat aus dem Stein. Denkmäler, Geschichte und Bedeutung der ägyptischen Plastik während des Mittleren Reiches*. München: Bruckmann.

Eyre, C. J. (1987a). Work and Organization of Work in the New Kingdom. In: *Labor in the Ancient Near East*. Hrsg. von M. A. Powell. American Oriental Series 68. New Haven: American Oriental Society, 167–222.

— (1987b). Work and Organization of Work in the New Kingdom. In: *Labor in the Ancient Near East*. Hrsg. von M. A. Powell. American Oriental Series 68. New Haven: American Oriental Society, 5–48.

Fauerbach, U. (2004). Das Portal des großen Pylons von Edfu. In: *Blick zurück – Blick nach vorn. Der Architekt und sein Verhältnis zur Vergangenheit. Bericht über die 42. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung vom 08. Mai bis 12. Mai 2002 in München*. Stuttgart, 248–255.

— (2005). *Der große Pylon des Horus-Tempels von Edfu*. Diss. Universität Bamberg. Nur online erschienen: http://opus4.kobv.de/opus4-bamberg/frontdoor/index/index/docId/198.

— (2009). The Creation of an Egyptian Capital. In: *Structuring Religion. 7. Ägyptologische Tempeltagung, Leuven, 28. September – 1. Oktober 2005*. Hrsg. von R. Preys. Königtum, Staat und Gesellschaft früher Hochkulturen 3, 1. Wiesbaden: Harrassowitz.

Fischer-Elfert, H.-W. (1986). *Die satirische Streitschrift des Papyrus Anastasi I.: Übersetzung und Kommentar*. Ägyptologische Abhandlungen 44. Wiesbaden: Harrassowitz.

— (1997). Berufliche Bildung und Ausbildung im Alten Ägypten. In: *Berufliche Bildung – Geschichte, Gegenwart, Zukunft*. Hrsg. von M. Liedtke. Schriftenreihe zum Bayerischen Schulmuseum Ichenhausen, Zweigmuseum vom Bayerischen Nationalmuseum 15. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 27–52.

— (2001). Education. In: *The Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt*. Hrsg. von D. B. Redford. Oxford: Oxford University Press, 438–442.

— (2002). Das verschwiegene Wissen des Irtisen. (Stele Louvre C 14). Zwischen Arcanum und Preisgabe. In: *Ägyptische Mysterien?* Hrsg. von J. Assmann und M. Bommas. Reihe Kulte/Kulturen. München: Fink, 27–35.

Fitchen, J. (1986). *Building Construction before Mechanization*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Frandsen, P. J. (1990). Editing Reality. The Turin Strike Papyrus. In: *Studies in Egyptology. Presented to Miriam Lichtheim*. Hrsg. von S. Israelit-Groll. Jerusalem: Magnes Press, 166–199.

Franke, D. (1994). *Das Heiligtum des Heqaib auf Elephantine. Geschichte eines Provinzheiligtums im Mittleren Reich*. Studien zur Archäologie und Geschichte Altägyptens 9. Heidelberg: Heidelberger Orientverlag.

Gale, R. (2000). Wood. In: *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 334–371.

Garbrecht, G. und H. U. Bertram (1983). *Der Sadd el-Kafara. Die älteste Talsperre der Welt (2600 v. Chr.)* Leichtweiss-Instituts der Technischen Universität Braunschweig, Mitteilungen. Braunschweig: Leichtweiss-Institut für Wasserbau.

Garbrecht, G. und H. Jaritz (1990). *Untersuchung antiker Anlagen zur Wasserspeicherung im Fayum, Ägypten: Forschungsvorhaben Ga 183/28-1*. Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig, Mitteilungen 107. Braunschweig: Leichtweiss-Institut für Wasserbau.

— (1992). Neue Ergebnisse zu altägyptischen Wasserbauten im Fayum. *Antike Welt: Zeitschrift für Archäologie und Kulturgeschichte* 23:238–254.

Gardiner, A. H. (1920). The Ancient Military Road between Egypt and Palestine. *The Journal of Egyptian Archaeology* 6(1):99–116.
— (1937). *Late-Egyptian Miscellanies*. Bibliotheca Aegyptiaca 7. Brüssel: Édition de la Fondation Égyptologique Reine Élisabeth.
— (1938). The House of Life. *The Journal of Egyptian Archaeology* 24:157–179.
— (1964). *Egyptian Hieratic Texts. Literary Texts of the New Kingdom I. The Papyrus Anastasi I and the Papyrus Koller, together with the Parallel Texts*. Hildesheim: Olms.
Gasse, A. (1981). Une influence Héliopolitaine dans la science de la construction? *Revue d'Égyptologie* 33:23–28.
— (2000). Le K2, un Cas d'École? In: *Deir el-Medina in the Third Millenium AD. A Tribute to Jac J. Janssen*. Hrsg. von R. J. Demarée und A. Egberts. Egyptologische Uitgaven 14. Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten, 109–120.
Goedicke, H. (1986). Inana as Inventor. *Varia Aegyptiaca* 2:35–40.
Golvin, J.-C. und J.-C. Goyon (1990). *Karnak, Ägypten. Anatomie eines Tempels*. Tübingen: Wasmuth.
Golvin, J.-C. und J. Larronde (1982). Étude des procédés de construction dans l'Égypte ancienne I. L'édification des murs de grès en grand appareil à l'époque romaine. *Annales du Service des Antiquites de l'Égypte* 68: 165–190.
Goyon, G. (1977). *Le secret des batisseurs des grandes pyramides „Kheops"*. Paris: Éditions Pygmalion.
Goyon J.-C.and Golvin, J.-C., C. Simon-Boidot und G. Martinet (2004). *La construction Pharaonique du Moyen Empire à l'époque gréco-romaine. Contexte et principles technologiques*. Paris: Picard.
Graeff, J.-P. (2005). *Die Straßen Ägyptens*. Diss. Universität Hamburg, FB Kulturgeschichte und Kulturkunde.
Grallert, S. (2001). *Bauen – Stiften – Weihen. Ägytische Bau- und Restaurierungsinschriften von den Anfängen bis zur 30. Dynastie*. Abhandlungen des Deutschen Archäologischen Instituts Kairo: Ägyptologische Reihe 18. Berlin: Achet-Verlag.
Grandet, P. (1994a). *Le Papyrus Harris I. (BM 9999) 1*. Bibliothèque d'Étude, t. 109, 1. Kairo: Institut français d'archeologie orientale du Caire.
— (1994b). *Le papyrus Harris I. (BM 9999) 2*. Bibliothèque d'Étude, t. 109, 2. Kairo: Institut français d'archeologie orientale du Caire.
— (1999). *Le papyrus Harris I. (BM 9999) 3*. Glossaire. Bibliothèque d'Étude, t. 129. Kairo: Institut français d'archéologie orientale du Caire.
Griffith, J. G. (1986). Theodosius I. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 6. Wiesbaden: Harrassowitz, 474f.
Grossmann, P. (2002). *Christliche Architektur in Ägypten*. Hrsg. von B. Spuler. Handbuch der Orientalistik. Erste Abt. Der Nahe und Mittlere Osten 62. Leiden: Brill.
Gunn, B. (1926). An Architect's Diagram of the Third Dynasty. *Annales du Service des Antiquités de l'Égypte*: 197–202.
Gutgesell, M. (1989). *Arbeiter und Pharaonen. Wirtschafts- und Sozialgeschichte im Alten Ägypten*. Hildesheim: Gerstenberg.
Hafemann, I. (1985a). Zum Problem der staatlichen Arbeitspflicht im Alten Ägypten I: Die königlichen Dekrete des Alten Reiches. *Altorientalische Forschungen* 12:3–21.
— (1985b). Zum Problem der staatlichen Arbeitspflicht im Alten Ägypten II: Auswertung der Expeditionsinschriften des Mittleren Reiches. *Altorientalische Forschungen* 12:179–215.
Hannig, R. (1995). *Großes Handwörterbuch Ägyptisch–Deutsch (2800–950 v. Chr.). Die Sprache der Pharaonen*. Kulturgeschichte der Antiken Welt 64. Mainz: Philipp von Zabern.
Haring, B. J. (2006). Scribes and Scribal Activity at Deir el-Medina. In: *Living and Writing in Deir el-Medine. Sociohistorical Embodiment of Deir el-Medine Texts*. Hrsg. von A. Dorn und T. Hofmann. Aegyptiaca Helvetica 19. Basel: Schwabe, 107–118.
Harrell, J. A. (1990). Misuse of the Term „Alabaster" in Egyptology. *Göttinger Miszellen* 119:37–42.
Hartung, U. (2006). Bemerkungen zur Architektur und Chronologie der unterirdischen und halbunterirdischen Bauten der prädynastischen Siedlung von Maadi. In: *Timelines. Studies in Honour of Manfred Bietak*. Hrsg. von E. Czerny, I. Hein, H. Hunger, D. Melman und A. Schwab. Orientalia Lovaniensia analecta 149. Leuven, u. a.: Peeters Publishers, 35–44.
Hassan, F. A. (2005). A River Runs through Egypt: Nile Floods and Civilization. *Geotimes* 50(April):22–25.
Heisel, J. P. (1993). *Antike Bauzeichnungen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Helck, W. (1954). *Untersuchungen zu den Beamtentiteln des ägyptischen alten Reiches*. Ägyptologische Forschungen 18. Glückstadt: Augustin.
— (1982). Priester, Priesterorganisation, Priestertitel. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 4. Wiesbaden: Harrassowitz, 1084–1097.

Helck, W. (1984). Sphinxstele. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 5. Wiesbaden: Harrassowitz, 1147.

— (1986). Werkverträge. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 6. Wiesbaden: Harrassowitz, 1225–1227.

Helck, W. und E. Otto, Hrsg. (1975). *Lexikon der Ägyptologie*. Wiesbaden: Harrassowitz.

Papyrus Harris I (1982). In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 4. Wiesbaden: Harrassowitz, 707.

Hermann, A. (1938). *Die ägyptische Königsnovelle*. Leipziger Ägyptologischen Studien 10. Glückstadt: Augustin.

Hikade, T. (2001). *Das Expeditionswesen im ägyptischen Neuen Reich. Ein Beitrag zu Rohstoffversorgung und Außenhandel*. Studien zur Archäologie und Geschichte Altägyptens 21. Heidelberg: Heidelberger Orientverlag.

Hinkel, F. W. (1981). Pyramide oder Pyramidenstumpf? Ein Beitrag zu der Frage der Planung, konstruktiven Baudurchführung und Architektur der Pyramiden von Meroe (Teil A). *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde* 108:105–124.

— (1984). Säule und Interkolumnium in der meroitischen Architektur. Metrologische Vorstudien zu einer Klassifikation der Bauwerke. *Meroitica* 10:231–267.

Hoffmeier, J. K. (1993). The Use of Basalt in the Floors of the Old Kingdom Pyramid Temples. *Journal of the American Research Center in Egypt* 30:117–123.

Hofmann, T. (2002). Die Autobiographie des Uni von Abydos. *Lingua Aegyptia* 10:225–237.

Hölbl, G. (1994). *Geschichte des Ptolemäerreiches. Politik, Ideologie und religiöse Kultur von Alexander dem Großen bis zur römischen Eroberung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Hölscher, U. (1941). *The Excavation of Medinet Habu III. The Mortuary Temple of Ramses III. Part I*. Oriental Institute Publications 54. Chicago: University of Chicago Press.

— (1943). Der erste Pylon von Karnak. Bautechnische Beobachtungen. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 12:140–149.

— (1951). *The Excavation of Medinet Habu IV. The Mortuary Temple of Ramses III. Part II*. University of Chicago Oriental Institute Publications 55. Chicago: University of Chicago Press.

Hornung, E. (1971). *Der Eine und die Vielen. Ägyptische Gottesvorstellungen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

— (1982). *Tal der Könige. Die Ruhestätte der Pharaonen*. Zürich: Artemis-Verlag.

— (1984). *Ägyptische Unterweltsbücher*. 2. und erw. Aufl. Zürich, München: Artemis-Verlag.

— (1986). Handeln und Wissen in primären Hochkulturen. Das Beispiel Ägypten. In: *Pragmatik. Handbuch pragmatischen Denkens*. Hrsg. von H. Stachowiak und C. Baldus. Hamburg: Meiner, 38–53.

Hugonot, J.-C. (1989). *Le jardin dans l'Egypte ancienne*. Frankfurt a. M.: Europäische Hochschulschriften.

Humbert, J.-M. und C. Price, Hrsg. (2003). *Imhotep Today. Egyptianizing Architecture*. Encounters with Ancient Egypt. London, u. a.: University of Chicago Press.

Huß, W. (2001). *Ägypten in hellenistischer Zeit: 332–30 v. Chr.* München: C.H. Beck.

Imhausen, A. (2003). *Ägyptische Algorithmen. Eine Untersuchung zu den mittelägyptischen mathematischen Aufgabentexten*. Ägyptologische Abhandlungen 65. Wiesbaden: Harrassowitz.

Janssen, J. J. (1992). Literacy and Letters at Deir el-Medina. In: *Village Voices: Proceedings of the Symposium „Texts from Deir el-Medîna and their Interpretation", Leiden, May 31–June 1, 1991*. Hrsg. von R. J. Demarée und A. Egberts. Bd. 13. Leiden: Centre of Non-Western Studies, Leiden University, 81–94.

Janssen, J. J., E. Frood und M. Goecke-Bauer (2003). *Woodcutters, Potters and Doorkeepers: Service Personnel of the Deir el-Medina Workmen*. Egyptologische Uitgaven 17. Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.

Jaritz, H. (1986). Wasserstandsmessungen am Nil. Nilometer. In: *Geschichtliche Wasserbauten in Ägypten. Vorträge der Tagung, Kairo 10. bis 17. Februar 1986*. Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig, Mitteilungen 23. Braunschweig: Leichtweiss-Institut für Wasserbau.

Jaritz, H., H. Maehler und K.-T. Zauzich (1980). *Elephantine III. Die Terrassen vor den Tempeln des Chnum und der Satet: Architektur und Deutung*. Archäologische Veröffentlichungen 32. Mainz: Philipp von Zabern.

Jeffreys, D. G. (2007). The Nile Valley. In: *The Egyptian World*. Hrsg. von T. A. H. Wilkinson. London, u. a.: Routledge, 7–14.

Junge, F. (1980). Kausales Denken. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 3. Wiesbaden: Harrassowitz, 371–377.

Junker, H. (1959). *Die gesellschaftliche Stellung der ägyptischen Künstler im Alten Reich*. Wien: Rohrer.

Kahl, J. (1999). *Siut-Theben. Zur Wertschätzung von Traditionen im Alten Ägypten*. Probleme der Ägyptologie 13. Leiden: Brill.

— (2006). Ein Zeugnis altägyptischer Schulausflüge. *Göttinger Miszellen* 211:25–29.

— (2007). *Ancient Asyut. The First Synthesis after 300 Years of Research*. Hrsg. von J. Kahl, U. Verhoeven und M. El-Khadragy. The Asyut Project 1. Wiesbaden: Harrassowitz.

Kahl, J., M. Bretschneider und B. Kneißler (2002). *Frühägyptisches Wörterbuch*. Wiesbaden: Harrassowitz.

Kaplony-Heckel, U. (1974). Schüler und Schulwesen in der ägyptischen Spätzeit. *Studien zur Altägyptischen Kultur* 1:227–246.

Kemp, B. J. (1987). The Amarna Workmen's Village in Retrospect. *The Journal of Egyptian Archaeology* 73:21–50.

— (2000). Soil (Including Mud-Brick Architecture). In: *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 78–103.

Kemp, B. J. und S. Garfi (1993). *A Survey of the Ancient City of El-'Amarna*. Occasional Publications 9. London: Egypt Exploration Society.

von Kienlin, A. (2008). Der Palast von Nag el-Hagar. In: *Bericht über die 44. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung: vom 24. bis 28. Mai 2006 in Breslau*. Hrsg. von Koldewey-Gesellschaft und K. Tragbar. Bonn: Habelt, 118–128.

Kitchen, K. (1979). *Ramesside Inscriptions: Historical and Biographical 2. Ramesses II. Royal Inscriptions*. Bd. 2. Oxford: Blackwell.

— (1983). *Ramesside Inscriptions: Historical and Biographical 6. Ramesses IV to XI and Contemporaries*. Bd. 6. Oxford: Blackwell.

Klemm, D. und R. Klemm (1991). Mortar Evolution in the Old Kingdom of Egypt. *Archaeometry* 90:445–454.

— (1993). *Steine und Steinbrüche im Alten Ägypten*. Berlin: Springer.

Koenigsberger, O. H. (1936). *Die Konstruktion der ägyptischen Tür*. Ägyptologische Forschungen 2. Glückstadt: J. J. Augustin.

Konrad, K. (2006). *Architektur und Theologie. Pharaonische Tempelterminologie unter Berücksichtigung königsideologischer Aspekte*. Königtum, Staat und Gesellschaft früher Hochkulturen 5. Wiesbaden: Harrassowitz.

Köpp, H. (2006). *Reisen im Alten Ägypten. Reisekultur, Fortbewegungs- und Transportmittel unter besonderer Berücksichtigung des Landverkehrs*. Diss. Georg-August-Universität Göttingen.

Kopp, P. und D. Raue (2008). Reinheit, Verborgenheit, Wirksamkeit. Innen-, An- und Außensichten eines ägyptischen Sanktuars jenseits der zentralen Residenzkulte. *Archiv für Religionsgeschichte* 10:31–50.

Korn, L. (2004). *Ayyubidische Architektur in Ägypten und Syrien. Bautätigkeit im Kontext von Politik und Gesellschaft 564–658, 1169–1260*. Abhandlungen des Deutschen Archäologischen Instituts Kairo, Islamische Reihe 10. Heidelberg: Heidelberger Orientverlag.

Kuper, R., W. Möhlig, M. Bollig und O. Bubenzer (2002). *Tides of the Desert: Contributions to the Archaeology and Environmental History of Africa in Honour of Rudolph Kuper*. Hrsg. von O. Bubenzer, A. Bolten und F. Darius. Köln: Heinrich-Barth-Institut.

Kurth, D. (1998). *Die Inschriften des Tempels von Edfu. Abteilung I Übersetzungen, Band 1. Edfou VIII*. Wiesbaden: Harrassowitz.

— (2004). *Die Inschriften des Tempels von Edfu. Abteilung I Übersetzungen, Band 2. Edfou VIII*. Wiesbaden: Harrassowitz.

Landström, B. (1974). *Die Schiffe der Pharaonen. Altägyptische Schiffsbaukunst von 4000–600 v. Chr.* München: Bertelsmann.

Laroche-Traunecker, F. (1998). Restaurations et transformations du temple de Khonsou. In: *Egyptian Religion: The Last Thousand Years. Studies Dedicated to the Memory of Jan Quaegebeur*. Hrsg. von W. Clarysse. Orientalia Lovaniensia analecta 85. Leuven: Peeters Publishers, 903–916.

Leblanc, C. (2004). L'école du temple (Ât-sebaït) et le Per-Ankh (Maison de vie). À propos de récentes découvertes effectuées dans le contexte du Ramesseum. *Memnonia* 15:93–101.

— (2005). Nouvelles et Activités – I.1.1. École du temple. *Memnonia* 16:21–23.

— (2006). Nouvelles et Activités – I.2.1. École du temple. *Memnonia* 17:24f.

Lee, L. und S. Quirke (2000). Painting Materials. In: *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 104–120.

Lehner, M. (1997). *The Complete Pyramids*. London: Thames und Hudson.

— (2002). The Pyramid Age Settlement of the Southern Mount at Giza. *Journal of the American Research Center in Egypt* 39:27–74.

Lehner, M. und W. Wetterstrom, Hrsg. (2007). *Giza Reports: the Giza Plateau Mapping Project/1. Project. History, Survey, Ceramics, and the Main Street and Gallery III.4 Operations*. Boston: AERA = Ancient Egypt Research Association.

Leitz, C. (1991). *Studien zur ägyptischen Astronomie*. Ägyptologische Abhandlungen 49. Wiesbaden: Harrassowitz.

Lepsius, C. R. (1865). *Die altägyptische Elle und ihre Eintheilung*. Abhandlungen der Königlichen Akadademie der Wissenschaften. Berlin: Dümmler.

— (1867). *Der Grundplan des Grabes König Ramses IV. in einem Turiner Papyrus*. Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin: Dümmler.

— (1897). *Unteraegypten und Memphis. Nach den Zeichnungen der von Seiner Majestät dem Könige von Preussen Friedrich Wilhelm IV nach diesen Ländern gesendeten und in den Jahren 1842–1845 ausgeführten wissenschaftlichen Expedition*. Hrsg. von K. Sethe und E. Naville. Leipzig: Hinrichs.

Lesko, L. H. (1994). Literature, Literacy, and Literati. In: *Pharaoh's Workers: The Villagers of Deir el Medina*. Hrsg. von L. H. Lesko. Ithaca, NY u. a.: Cornell University Press, 131–144.

von Lieven, A. (2004a). Vom Baumeister zum Gott. Die posthume Karriere des Imhotep. *Sokar* 9:4–8.

— (2004b). Kinder, Schreiber, Könige. Vergöttlichte Menschen im Alten Ägypten: Ein Arbeitsbericht. *Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte* 25:47–62.

— (2007). Im Schatten des Goldhauses. Berufsgeheimnis und Handwerkerinitiaton im Alten Ägypten. *Studien zur Altägyptischen Kultur* 36:147–155.

Lippert, S. (2008). *Einführung in die altägyptische Rechtsgeschichte*. Einführungen und Quellentexte zur Ägyptologie 5. Münster: LIT.

Loret, V. (1916). Quelques notes sur l'arbre âch. *Annales du Service des Antiquites de l'Égypte* 16:33–51.

Lucas, A. (1999). *Ancient Egyptian Materials and Industries*. Hrsg. von A. Lucas und J. R. Harris. London: Histories & Mysteries of Man. (Reprint 4. ed, rev. and enlarged Edition, 1. Edition 1962).

Lupo, S. (2007). *Territorial Appropriation during the Old Kingdom (XXVIIIth–XXIIIrd centuries BC): the Royal Necropolises and the Pyramid Towns*. BAR International Series 1595. Oxford: Archaeopress.

Manniche, L. (1991). *Music and Musicians in Ancient Egypt*. London: British Museum Press.

Der Manuelian, P. (1994). *Living in the Past: Studies in Archaism of the Egyptian Twenty-Sixth Dynasty*. Studies in Egyptology. London, New York: Kegan Paul International.

Martinet, G. (1992). *Grès et mortiers du temple d'Amon à Karnak (Haute Égypte): étude des altérations aide à la restauration*. Paris: Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

Martin-Pardey, E. (1986). Wesir, Wesirat. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 6. Wiesbaden: Harrassowitz, 1227–1235.

McDowell, A. G. (1990). *Jurisdiction in the Workmen's Community of Deir el-Medîna*. Egyptologische Uitgaven 5. Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.

— (1999). *Village Life in Ancient Egypt. Laundry Lists and Love Songs*. Oxford: Oxford University Press.

— (2000). *Teachers and Students at Deir el-Medina: Deir el-Medina in the Third Millennium AD*. Leiden: Brill.

Meinecke, M. (1992). *Die mamlukische Architektur in Ägypten und Syrien (648/1250 bis 923/1517)*. Abhandlungen des Deutschen Archäologischen Instituts Kairo 5. Glückstadt: Augustin.

Meskell, L. (2000). Spatial Analyses of the Deir el-Medina Settlement and Necropoleis. In: *Deir el-Medina in the Third Millennium A.D. A Tribute to Jac J. Janssen*. Hrsg. von R. J. Demarée und A. Egberts. Leiden: Egyptologische Uitgaven, 259–273.

Minke, G. (2004). *Das neue Lehmbau-Handbuch. Baustoffkunde–Konstruktionen–Lehmarchitektur*. 6., verb. und erw. Aufl. Staufen bei Freiburg i. Br.: Ökobuch.

Morenz, L. D. (1994). Zur Dekoration der frühzeitlichen Tempel. In: *Ägyptische Tempel – Struktur, Funktion und Programm (Akten der Ägyptologischen Tempeltagungen in Gosen 1990 und in Mainz 1993)*. Hrsg. von R. Gundlach und M. Rochholz. Hildesheim: Hildesheimer Ägyptologische Beiträge, 217–238.

— (2001). Neues zum pr-'nh – Zwei Überlegungen zu einem institutionellen Zentrum der sakralen Schriftlichkeitskultur Altägyptens. *Göttinger Miszellen* 181:77–81.

Müller, C. (1977). Holz und Holzverarbeitung. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 2. Wiesbaden: Harrassowitz, 1264–1269.

Müller, I. (2002). Plan für einen Tempel. In: *Festschrift Arne Eggebrecht zum 65. Geburtstag am 12. März 2000*. Hrsg. von B. Schmitz. Hildesheim: Hildesheimer Ägyptologische Beiträge, 67–69.

Müller, M. (1982). Musterbuch. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 4. Wiesbaden: Harrassowitz, 244–246.

— (2004). Der Turiner Streikpapyrus (pTurin 1880). In: *Texte zum Rechts- und Wirtschaftsleben*. Hrsg. von B. Janowski und G. Wilhelm. Texte aus der Umwelt des Alten Testaments 1. Gütersloh: Gütersloher Verl.-Haus.

Müller, W. (1989). Rückblick auf das Bauwesen im Alten Ägypten. In: *Architekten in der Welt der Antike*. Leipzig: Koehler & Amelang.

Murphy, E. (1990). *The Antiquities of Egypt: a Translation with Notes of Book I of the Library of History, of Diodorus Siculus*. Revised and Expanded, with Bibliography and Illustrations. New Brunswick: Transaction Publishers.

Nicholson, P. T. und E. Peltenburg (2000). Faience. In: *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 177–194.

Nunn, J. F. (1996). *Ancient Egyptian Medicine*. London: British Museum Press.

Obenga, T. (1994). La stèle d'Iritsen ou le premier traité d'Esthétique de l'humanité. ANKH. *Revue d'égyptologie et des civilisations Africaines* 3:28–49.

Ogden, J. (2000). Metals. In: *Ancient Egyptian Materials and Technology*. Hrsg. von P. T. Nicholson und I. Shaw. Cambridge: Cambridge University Press, 148–176.

Oren, E. D. (2006). The Establishment of Egyptian Imperial Administration on the ‚Ways of Horus': an Archaeological Perspective from North Sinai. In: *Timelines. Studies in Honour of Manfred Bietak*. Hrsg. von E. Czerny. Orientalia Lovaniensia analecta 149. Leuven: Peeters Publishers, 279–292.

Osing, J. (1998). *The Carlsberg Papyri 2. Hieratische Papyri aus Tebtunis I. Text*. Copenhagen: Carsten Niebuhr Institute of Near Eastern Studies (CNI Publications). University of Copenhagen. Museum Tusculanum Press.

Owen G.and Kemp, B. J. (1994). Craftmen's Work Patterns in Unfinished Tombs at Amarna. *Cambridge Archaeological Journal* 4:121–129.

Partridge, R. (1996). *Transport in Ancient Egypt*. London: Rubicon Press.

— (2000). Rezension zu *Transport in Ancient Egypt* von Cheryl Ward. *JARCE=Journal of the American Research Center in Egypt* 37:220–221.

Pendlebury, J. D. S. (1934). Excavations at Tell el-Amarna. Preliminary Report for the Season 1933–4. *The Journal of Egyptian Archaeology* 20:129–136.

— (1951). *The City of Akhenaten. Part III. The Central City and the Official Quarters. The Excavations at Tell el-Amarna during the Seasons 1926–1927 and 1931–1936*. London: Egypt Exploration Society.

Petrie, W. M. F. (1890). *Kahun, Gurob, and Hawara*. London: Kegan. (With Chapters by Francis Llewellyn Griffith and Percy Edward Newberry).

— (1892). *Ten years' digging in Egypt, 1881–1891*. London: The Religious Tract Society.

— (1940). *Wisdom of the Egyptians*. British School of Archaeology in Egypt 63. London: London University College.

Piankoff, A. (1951). *Les Chapelles de Tout-Ankh-Amon. Fascicule 1/2*. Mémoires publiés par les membres de l'Institut français d'archéologie orientale du Caire 72. Kairo: Institut français d'archeologie orientale du Caire.

von Pilgrim, C. (1996). *Elephantine. XVIII. Untersuchungen in der Stadt des Mittleren Reiches und der Zweiten Zwischenzeit*. Archäologische Veröffentlichungen 91. Mainz: Philipp von Zabern.

Pitsch, H. (1980). Landschaft (-Beschreibung und -Darstellung). In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 3. Wiesbaden: Harrassowitz, 923–928.

Polz, D., Hrsg. (2003). *Die Pyramidenanlage des Königs Nub-Cheper-Re Intef in Dra' Abu el-Naga: ein Vorbericht*. Sonderschriften des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo 24. Mainz: Philipp von Zabern.

Pommerening, T. (2005). *Die ägyptischen Hohlmaße*. Studien zur Altägyptischen Kultur 10. Hamburg: Buske.

de Putter, T. und C. Karlshausen (1992). *Les pierres utilisées dans la sculpture et l'architecture de l'Egypte pharaonique: guide pratique illustré*. Brüssel: Connaissance de l'Egypte ancienne.

Quack, J. F. (2000). Das Buch vom Tempel und verwandte Texte. Ein Vorbericht. *Archiv für Religionsgeschichte* 2:1–20.

— (2002). Die Dienstanweisung des Oberlehrers aus dem Buch vom Tempel. In: *5. Ägyptologische Tempeltagung: Würzburg, 23.–26. September 1999*. Hrsg. von H. Beinlich. Ägypten und Altes Testament 2. Wiesbaden: Harrassowitz, 159–171.

— (2007). Die Initiation zum Schreiberberuf im Alten Ägypten. *Studien zur Altägyptischen Kultur* 36:249–295.

Quirke, S. (2001). State Administration. In: *The Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt*. Hrsg. von D. B. Redford. Bd. 1. Oxford: Oxford University Press, 559–561.

— (2005). *Lahun. A Town in Egypt 1800 BC and the History of its Landscape*. London: Golden House Publications.

— (2009). The Residence in Relation between Places of Knowledge, Production and Power. In: *Egyptian Royal Residences: London, June, 1st–5th 2004*. Hrsg. von R. Gundlach und J. H. Taylor. Beiträge zur altägyptischen Königsideologie 4, 1. Wiesbaden: Harrassowitz, 111–130.

Raue, D. (1999). *Heliopolis und das Haus des Re. Eine Prosopographie und ein Toponym im Neuen Reich*. Abhandlungen des Deutschen Archäologischen Instituts Kairo: Ägyptologische Reihe 16. Berlin: Achet-Verlag.

Reineke, W. F. (1982). Die mathematischen Kenntnisse der ägyptischen Verwaltungsbeamten. In: *L'Égyptologie en 1979. Axes prioritaires de recherches*. Band 2. Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique 595. Paris: Éditions du Centre national de la recherche scientifique, 159–165.

Reisner, G. A. und C. S. Fisher (1913). Preliminary Report on the Work of the Harvard-Boston Expedition in 1911–13. *Annales du Service de l'Antiquites d'Égypte* 13:227–252.
Reymond, E. A. E. (1969). *The Mythical Origin of the Egyptian Temple*. Manchester/New York: Barnes & Noble.
Richards, J. (2002). Text and Context in Late Old Kingdom Egypt: The Archaeology and Historiography of Weni the Elder. *Journal of the American Research Center in Egypt* 39:75–102.
Rossi, C. (2001). The Plan of a Royal Tomb on O.Cairo 25184. *Göttinger Miszellen* 184:45–53.
— (2004). *Architecture and Mathematics in Ancient Egypt*. Cambridge: Cambridge University Press.
Rostem, O. R. (1948). Bridges in Ancient Egypt with a Report on a Newly Excavated Bridge from the Old Kingdom, Giza. *The Journal of Egyptian Archaeology* 48:159–162.
Sauneron, S. (1959). *Quatre campagnes à Esna*. Kairo: Institut francais d'archeologie orientale du Caire.
Schenkel, W. (1978). *Die Bewässerungsrevolution im Alten Ägypten*. Sonderschriften des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo. Mainz: Philipp von Zabern.
Schipper, B. U. (2005). *Die Erzählung des Wenamun. Ein Literaturwerk im Spannungsfeld von Politik, Geschichte und Religion*. Orbis Biblicus et Orientalis 209. Freiburg; Göttingen: Academic Press Fribourg; Vandenhoeck & Ruprecht.
Schlick-Nolte, B. (2004). Tradition und Innovation in der Glaskunst der Ägypter, Griechen und Römer. Glasgefäße – Bemaltes Glas – Mosaikglas – Glaseinlagen. *Städeljahrbuch* 19.
Schlott, A. (1969). *Die Ausmaße Ägyptens nach den altägyptischen Texten*. Diss. Tübingen.
Schmitz, B. (1984). Schatzhaus(vorsteher). In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 5. Wiesbaden: Harrassowitz, 536–539.
Schott, S. (1961). Kanais. Der Tempel Sethos I. im Wadi Mia. *Nachrichten der Akademie der Wissenschaften* 6: 123–189.
Seidlmayer, S. J. (2001a). Computer im Alten Ägypten. Aus der Urgeschichte der Datenverarbeitung. *Gegenworte. Hefte für den Disput des Wissens* 8:69–72.
— (2001b). *Historische und moderne Nilstände. Untersuchungen zu den Pegelablesungen des Nils von der Frühzeit bis in die Gegenwart*. Schriften zur Ägyptologie, Reihe A, 1. Berlin: Achet-Verlag.
— (2006). Landschaft und Religion. Die Region von Aswân. *Archäologischer Anzeiger* 1(1):223–235.
— (2010). Von der Verborgenheit der Edelsteine. *Gegenworte. Hefte für den Disput des Wissens* 24:33–35.
Sethe, K. (1932). *Urkunden des Alten Reiches*. 2., stark verb. und verm. Auflage. Urkunden des Ägyptischen Altertums I. Abt. Leipzig: Hinrich'sche Buchhaltung.
— (1984a). *Urkunden der 18. Dynastie, Übersetzung zu den Heften 1–4*. Urkunden des Ägyptischen Altertums IV. Abt. Berlin: Akademie-Verlag.
— (1984b). *Urkunden der 18. Dynastie. Übersetzung zu den Heften 5–16*. Urkunden des Ägyptischen Altertums IV. Abt. Berlin: Akademie-Verlag.
Simon-Boidot, C. (1994). *Les temples et édifices divins: techniques et matériaux et outillages de l'Égypte pharaonique de la XIe à la XXVe dynastie*. Diss. Université Lyon II/Lumière.
Simpson, W. K. (1963). *Papyrus Reisner I. The Records of a Building Project in the Reign of Sesostris I. Transcription and Commentary*. Boston: Museum of Fine Arts.
— (1965). *Papyrus Reisner II. Accounts of the Dockyard Workshop at This in the Reign of Sesostris I. Transcription and Commentary*. Boston: Museum of Fine Arts.
— (1969). *Papyrus Reisner III. The Records of a Building Project in the Early Twelfth Dynasty. Transcription and Commentary*. Boston: Museum of Fine Arts.
— (1975). Bauwesen, Organisation des. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und E. Otto. Bd. 1. Wiesbaden: Harrassowitz, 668–672.
— (1982). Papyrus Reisner I–IV. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 4. Harrassowitz, 728–730.
Spencer, A. J. (1979). *Brick Architecture in Ancient Egypt*. Warminster: Aris und Phillips.
Stadelmann, R. (1993). Pyramiden und Nekropole des Snofru in Dahschur. Dritter Vorbericht über die Grabungen des Deutschen Archäologischen Instituts in Dahschur. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo* 49:259–294.
Steinmann, F. (1991). Untersuchungen zu den in der handwerklich-künstlerischen Produktion beschäftigten Personen und Berufsgruppen des Neuen Reiches. *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde* 118: 149–161.
Stephan, J. (1997). Überlegungen zur Ausbildung der Ärzte. *Studien zur Altägyptischen Kultur* 24:301–312.
Sternberg-el Hotabi, H. (1994). Die „Götterliste" des Sanktuars im Hibis-Tempel von El-Chargeh. In: *Aspekte Spätägyptischer Kultur. Festschrift für Erich Winter zum 65. Geburtstag*. Hrsg. von M. Minas-Nerpel. Mainz: Philipp von Zabern, 237–254.

Strudwick, N. (1985). *The Administration of Egypt in the Old Kingdom: The Highest Titles and Their Holders*. Studies in Egyptology. London, Boston, Melbourne: KPI.

Tait, J., Hrsg. (2003). *„Never had the like occurred": Egypt's View of its Past*. Encounters with Ancient Egypt. London: UCL Press.

Teichmann, F. (1990). *Die Kultur der Empfindungsseele. Ägypten-Texte und Bilder. Ein Beitrag zur historischen Menschenkunde*. Beiträge zur Bewusstseinsgeschichte 8. Stuttgart: Edition Hardenberg, Verlag Freies Geistesleben.

Thiers, C. (2009). Observations sur le financement des chantiers de construction des temples à l'époque ptolémaïque. In: *Structuring Religion. 7. Ägyptologische Tempeltagung, Leuven, 28. September–1. Oktober 2005*. Hrsg. von R. Preys. Königtum, Staat und Gesellschaft früher Hochkulturen 3,1. Wiesbaden: Harrassowitz, 231–244.

Tietze, C., Hrsg. (2008). *Amarna. Lebensräume – Lebensbilder – Weltbilder*. Potsdam: Arcus-Verlag.

Toivari-Viitala, J. (2006). Absence from Work at Deir el-Medina. In: *Living and Writing in Deir el-Medine. Socio-historical Embodiment of Deir el-Medine Texts*. Hrsg. von A. Dorn und T. Hofmann. Aegyptiaca Helvetica. Basel: Schwabe.

Tomoum, N. S. (2003). *The Sculptors' Models of the Late and Ptolemaic Periods: a Study of the Type and Function of a Group of Ancient Egyptian Artefacts*. Diss. München. (ersch. Kairo: National Center for Documentation of Cultural and Natural Heritage and the Supreme Council of Antiquities, Egypt, 2005).

Traunecker, C. (1992). *Coptos, hommes et dieux sur le parvis de Geb*. Orientalia Lovaniensia analecta 43. Leuven: Universiteit Leuven, Departement Oriëntalistiek, Peeters Publishers.

— (1994). Cryptes connues et inconnues des temples tardifs. *Bulletin de la Société Française de l'Égyptologie* 129:21–46.

Traunecker, C. und F. Laroche-Traunecker (2001). Les restaurations et les reprises antiques. *Dossiers d'Archéologie* 265:64–73.

Vandersleyen, C. (1975). *Das Alte Ägypten*. Propyläen Kunstgeschichte 15. Berlin: Propyläen.

te Velde, H. (1986). Scribes and Literacy in Ancient Egypt. In: *Scripta Signa Vocis. Studies about Scripts, Scriptures, Scribes and Languages in the Near East, presented to J. H. Hospers by his Pupils, Colleagues and Friends*. Hrsg. von J. H. Hospers und H. L. J. Vanstiphout. Groningen: E. Forsten, 253–264.

Ventker, B. (2012). *Der Starke auf dem Dach. Funktion und Bedeutung der löwengestaltigen Wasserspeier im alten Ägypten*. Wiesbaden: Harrassowitz.

Ventura, R. (1986). *Living in a City of the Dead: a Selection of Topographical and Administrative Terms in the Documents of the Theban Necropolis*. Orbis Biblicus et Orientalis 69. Freiburg: Universitätsverlag.

Verbovsek, A. (2006). Pygmalion in Ägypten? oder ‚Einer, der sein Handwerk versteht…'. Diskursive Überlegungen zum Berufsstand des ‚Künstlers'. In: *Festschrift für Friedrich Junge*. Hrsg. von G. Moers, F. Junge und Seminar für Ägyptologie und Koptologie der Universität Göttingen. Bd. 2. Göttingen: Lingua Aegyptia, 659–692.

Verner, M. (2005). Abusir Pyramids Quarry and Supply Road. In: *Structure and Significance: Thoughts on Ancient Egyptian Architecture*. Hrsg. von P. Jánosi. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 531–538.

Vogel, C. (1997). *Ägyptische Festungen und Garnisonen bis zum Ende des Mittleren Reiches*. Diss. Johannes Gutenberg-Universität Mainz. (ersch. Hildesheim: Gerstenberg, 2004. Hildesheimer ägyptologische Beiträge 46).

Volten, A. (1942). *Demotische Traumdeutung (Pap. Carlsberg XIII und XIV verso)*. Analecta Aegyptiaca 3. Kopenhagen: E. Munksgaard.

Vörös, G. (1998). *Temple on the Pyramid of Thebes: Hungarian Excavations on Thoth Hill at the Temple of Pharaoh Montuhotep Sankhkara, 1995–1998*. Budapest: Százszorszép Kiadó és Nyomda.

Waitkus, W. (1997). *Die Texte in den unteren Krypten des Hathortempels von Dendera. Ihre Aussagen zur Funktion und Bedeutung dieser Räume*. Münchner Ägyptologische Studien 47. Mainz: Philipp von Zabern.

Wasmuth, M. (2003). *Innovationen und Extravaganzen. Ein Beitrag zur Architektur der thebanischen Beamtengräber der 18. Dynastie*. BAR International Series 1165. Oxford: Archaeopress.

Weber, M. (1980). Lebenshaus I. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 3. Wiesbaden: Harrassowitz, 954–957.

Westendorf, W. (1986). Wissenschaft. In: *Lexikon der Ägyptologie*. Hrsg. von W. Helck und W. Westendorf. Bd. 6. Wiesbaden: Harrassowitz, 1278f.

Wiedemann, A. (1917). *Die Memnonskolosse. Vortrag in der Sitzung des Vereins von Altertumsfreunden im Rheinlande am 21. Januar 1916 gehalten*. Bonn: Verein von Altertumsfreunden im Rheinlande.

Wilde, H. (2003). *Technologische Innovationen im zweiten Jahrtausend vor Christus. Zur Verwendung und Verbreitung neuer Werkstoffe im ostmediterranen Raum*. Göttinger Orientforschungen 4, Reihe Ägypten 44. Wiesbaden: Harrassowitz.

Wildung, D. (1969). *Die Rolle ägyptischer Könige im Bewusstsein ihrer Nachwelt. Posthume Quellen über die Könige der ersten vier Dynastien*. Münchener ägyptologische Studien 17. Berlin: Hessling.

— (1973). *Imhotep und Amenhotep. Gottwerdung im Alten Ägypten*. Diss. LMU München.

Wilkinson, A. (1998). *The Garden in Ancient Egypt*. London: Rubicon Press.

Wilkinson, T. A. H. (2001). State. In: *The Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt*. Hrsg. von D. B. Redford. Oxford: Oxford University Press, 314–319.

Willems, H. O. (2003). Gärten in thebanischen Grabanlagen. In: *Egypt – Temple of the Whole World. Studies in Honour of Jan Assmann*. Hrsg. von S. Meyer. Studies in the History of Religions 97. Leiden: Brill, 421–439. (Paralleltitel: Ägypten – Tempel der gesamten Welt).

Willems, H. O., C. Peeters und G. Verstraeten (2005). Where did Djehutihotep erect his colossal statue? *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde* 132:173–189.

Wilson, P. (2007). The Nile Delta. In: *The Egyptian World*. Hrsg. von T. A. H. Wilkinson. London: Routledge, 15–28.

Wright, G. R. H. (2000). *Ancient Building Technology. Historical Background*. Leiden: Brill.

Ziermann, M. (1993). *Elephantine XVI, Befestigungsanlagen und Stadtentwicklung in der Frühzeit und im frühen Alten Reich*. Archäologische Veröffentlichungen 87. Mainz: Philipp von Zabern.

— (1996). *Aspekte zur Ägyptischen Stadt im 3. Jahrtausend v. Chr.: Naturräumliche, städtebauliche und gebäudeplanerische Strukturen der Frühzeit und des Alten Reiches anhand der archäologischen Baubefunde*. Habil.-Schrift. Hannover.

Zignani, P. (1996). Monolithism et élasticité dans la construction égyptienne. *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* 96:453–87.

— (2008). *Enseignement d'un temple égyptien: conception architectonique du temple d'Hathor à Dendara*. Architecture Essais. Lausanne: PPUR.

Zinn, K. (2008). Tempelbibliotheken im Alten Ägypten. In: *Spätantike Bibliotheken. Leben und Lesen in den frühen Klöstern Ägyptens*. Hrsg. von H. Froschauer und C. E. Römer. Nilus 14. Phoibos-Verlag.

Zivie, A.-P. (1972). Un fragment inédit de coudée votive. *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* 71: 181–188.

Zivie, C. M. (1992). *Le Temple de Deir Chelouit IV. Étude Architecturale*. Kairo: Institut français d'archéologie orientale.

Griechenland

Kapitel 2
Bauwissen im Antiken Griechenland

Wilhelm Osthues

2.1 Historische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen der Entwicklung der griechischen Architektur

Wer sich nur oberflächlich mit der griechischen Architektur beschäftigt, dem werden die Bauten der Griechen – im Vergleich zu denen späterer Kulturen und Epochen – ausgesprochen homogen erscheinen. Das gilt für die Bautechnik wie die formale Gestaltung der Bauglieder gleichermaßen. Entsprechend bereitet es auch dem Laien kaum Schwierigkeiten, ein ionisches Kapitell oder einen dorischen Architrav als solche zu erkennen, gleichgültig, ob aus spätarchaischer oder hellenistischer Zeit, und zudem unabhängig davon, ob das Bauteil von einem Tempel, Rathaus oder Gymnasion stammt. Völlig anders stellt sich schon auf den ersten Blick die gesellschaftliche Entwicklung der griechischen Gemeinwesen und Staaten dar, die diese Architektur hervorgebracht und getragen haben: Anstelle von Homogenität findet sich hier ein ausgesprochen breites Spektrum von Staatsformen, das von selbständigen Stadtstaaten über Staatenbünde und Flächenstaaten bis hin zu den gemeingriechischen Heiligtümern reicht, mit entsprechend vielfältigen Regierungsformen, von der Tyrannis über die Oligarchien und Demokratien bis zu den hellenistischen Monarchien.

Dieser Gegensatz zwischen der relativen Homogenität der Architektur und der Vielfalt der Entwicklungen auf gesellschaftlicher und staatlicher Ebene bedeutet keineswegs, dass die Architektur eine von der übrigen Entwicklung losgelöste Sphäre gewesen wäre. Die Beziehungen sind nur nicht so offensichtlich wie in anderen Epochen. So lässt sich beispielsweise innerhalb der Architekturentwicklung selbst keine Erklärung dafür finden, warum etwa die größten, und damit technisch in mancher Hinsicht schwierigsten Bauprojekte keineswegs, wie in vielen anderen Epochen, nicht erst am Ende der Periode realisiert worden sind, sondern im Gegenteil schon sehr früh, nämlich in hoch- und spätarchaischer Zeit. Erklärbar ist das nur, wenn man die Projekte im politischen Kontext sieht, zu dem sie gehörten: Sie waren Werke der älteren Tyrannis, von deren Megalomanie sich spätere Staatswesen erkennbar absetzen wollten. Auch die Organisation des Bauwesens hat sich im Gefolge der gesellschaftlichen Entwicklung nachhaltig verändert. Während die frühen Tyrannen offenbar große Teile ihrer Untertanen für ihre Projekte pauschal zum Dienst verpflichteten, haben die Demokratien die Projekte in vergleichsweise kleine Baulose aufgegliedert, die – soweit erkennbar – unter Leitung eines Architekten von privaten Unternehmern realisiert wurden. Des Weiteren wird man beispielsweise auch die prominente Stellung, die das korinthische Kapitell in hellenistischer Zeit einnahm (und später von den Römern aufgegriffen wurde), kaum erklären können ohne Bezug auf den besonderen Repräsentationsanspruch der hellenistischen Königshäuser, der sich eben nicht in übermäßig großen Bauwerken manifestiert hat.

Als Bezugsebene für entsprechende Überlegungen soll nachfolgend ein ganz knapper Abriss der gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen der hier betrachteten Epochen vorangestellt sein.[1]

2.1.1 Archaische Zeit (8.–6. Jh.)

Spätestens zu Beginn der archaischen Epoche, eventuell auch etwas früher, entsteht die Polis, der griechische Stadtstaat, der gleichermaßen Siedlungsform und autonome politische Einheit ist. Die Stadt als reine Siedlungsform wurde als ἄστν bezeichnet. Zur Polis gehörte stets ein meist naturräumlich definiertes Umland, die χὼρα, für die Produktion der Nahrungsmittel. Wohl häufiger entstand die Polis nicht durch natürliches Wachstum, sondern durch einen formellen politischen Zusammenschluss den συνοικισμός (das ‚Zusammenwohnen') verschiedener Dörfer und Weiler, wie etwa Athen auf Initiative des legendären Gründers Theseus.[2] Man kennt heute etwa siebenhundert solcher autonomen griechischen Städte. Nur im Norden des Festlandes, in Aitolien, Epirus und Makedonien, ist der Prozess der Polisbildung mit autonomer politischer Verfassung nicht nachweisbar. Die Polisbildung war direkt mit Bauaktivitäten verbunden, wozu nicht nur die Errichtung von Stadtmauern zählte, sondern auch der Bau öffentlicher Gebäude für die Organe der Selbstverwaltung und der Tempel für die städtischen Kulte.

Große Bedeutung für den Prozess der Urbanisierung, und sicher in archaische Zeit zu datieren, ist die sog. ältere Kolonisation. Ihr Schwerpunkt fällt in die Zeit von ca. 750 bis 550/40.[3] Ausgelöst vor allem durch Nahrungsmangel, aber auch durch schwere Fraktionierungen in der Bürgerschaft bis hin zum Bürgerkrieg, oder auch durch kriegerische Verdrängung, sendete eine Mutterstadt (μητρόπολις), manchmal auch mehrere Städte gemeinsam, Kolonisten aus. Die Koloniestädte waren politisch unabhängig von ihren Mutterstädten – Steuern werden nur ausnahmsweise abgeführt – und gaben sich selbst Verfassungen. Häufig bildeten die Familien der ersten Kolonisten den späteren Adel. Kolonien wurden meist in unbesiedelten Gebieten niedergesetzt, aber gleichwohl meist sehr früh befestigt. Koloniestädte konnten innerhalb von relativ kurzer Zeit wiederum selbst zu Metropoleis neuer Kolonien werden. Schwerpunkte der älteren Kolonisation waren der nördliche Ägäisraum, die Propontis (die Küsten des Marmara-Meeres) und die Schwarzmeerküsten bis nach Georgien und Südrussland. Siedlungsräume von herausgehobener Bedeutung waren Unteritalien und Sizilien. Nur vereinzelte Gründungen gab es in Nordafrika (Kyrene) und im westlichen Mittelmeergebiet: zu nennen wären dort das von den Phokaiern gegründete Massilia (Marseille), Nikaia (Nizza), Antipolis (Antibes) und Emporion (Ampurias) in Spanien.

Die griechischen Gesellschaft der archaischen Epoche unterscheidet sich in politischer Hinsicht von den vorhergehenden Epochen – der späten Bronzezeit, d. i. in Griechenland

[1] Einführende Literatur zur griechischen Geschichte: Welwei 2011a; Welwei 2011b; L.-M. Günther 2008; W. Schuller 2010; Murray 1991; Davies 1985; Walbank 1994; Hansen 2006.

[2] Städtegründungen durch Synoikismos hat es vereinzelt auch noch in weit späterer Zeit gegeben. Ein Beispiel dafür ist die Stadt Megalopolis (‚Großstadt') auf der Peloponnes, die 367 durch die Übersiedlung der Einwohner von vierzig Dörfern gegründet wurde, um die Unabhängigkeit von Sparta dauerhaft zu sichern.

[3] *Alle Datierungen in diesem Beitrag beziehen sich – wenn nicht ausdrücklich anders angegeben – auf die Zeit vor Christus*. Die sog. jüngere Kolonisation gehört zu den Folgen der Feldzüge Alexanders des Großen. Es gab auch schon vor der älteren Kolonisation – wenn auch in weit geringerer Zahl – bedeutende Neugründungen. Dazu gehören etwa die zwölf ionischen und die sechs dorischen Städte an der türkischen Westküste und den vorgelagerten Inseln. Für den kulturellen Austausch wesentlich waren auch einige reine Handelsposten wie Phithekussai auf Ischia vor der italischen Küste und Al Mina (antiker Name unbekannt) in Nordsyrien.

die mykenische Zeit, sowie den sog. dunklen Jahrhunderten – vor allem dadurch, dass das Königtum fast überall abgeschafft wurde. In der Regel wurden die Poleis vom lokalen Adel beherrscht. Nur am Nordrand des griechischen Siedlungsgebietes, in Makedonien, erhielt sich die Monarchie der Argeaden, aus der auch Alexander der Große hervorgegangen ist, durchgehend von der Frühzeit bis zum Verlust der politischen Selbständigkeit im Gefolge der römischen Eroberung Griechenlands.[4]

Die Aristokratien vergaben öffentliche Ämter auf jeweils ein Jahr, meist als Wahlamt. (Die Bestimmung der Amtsträger durch das Los ist eine spätere, demokratische Verfahrensweise, weil dadurch die Organisation von Stimmkontingenten durch einflussreiche Adelige verhindert wurde.) Eine Trennung zwischen den ‚Beamten' und der Priesterschaft gab es in der Regel nicht, vielmehr gehörte zu den Amtspflichten eines Teils der Beamten wesentlich die Ausübung kultischer Handlungen. Erbliche Priesterämter gab es nur in einigen Heiligtümern.

Parallel zu diesen Aristokratien gab es etwa seit dem 7. Jahrhundert in allen Teilen des griechischen Siedlungsgebietes auch bedeutende Stadtstaaten, die von Alleinherrschern, den sog. Tyrannen, beherrscht wurden. Zu diesen Poleis zählten im Mutterland beispielsweise in Korinth, Argos und Athen, in Kleinasien in Milet, in der Ägäis auf Lesbos, Samos und Naxos, und auf Sizilien in Akragas, Gela und Syrakus. Die Tyrannis wurde in archaischer Zeit nicht – wie später – per se als Gewaltherrschaft empfunden und abgelehnt. So finden sich selbst unter den sog. ‚sieben Weisen' die Namen mehrerer Tyrannen. Zu ihnen gehörten Periander von Korinth, Kleoboulos von Lindos und Pittakos von Mytilene. Die Ursache dafür dürfte gewesen sein, dass mindestens einige von ihnen sich auf die unteren Bevölkerungsschichten stützen konnten, die zuvor unter der Adelsherrschaft weit stärker unterdrückt worden waren.[5] Trotz dieser nicht durchgängig negativen Beurteilung sind nur sehr selten Tyrannien in stabile Dynastien überführt worden. Soweit erkennbar, wurden Tyrannen zunächst meist vom – oft exilierten – Adel der jeweiligen Stadt gestürzt. Demokratische Revolten gegen die Tyrannenherrschaft finden sich erst in späterer Zeit. Unter den Tyrannen wurden teilweise bedeutende Bauten errichtet, oder wenigstens in Angriff genommen, von denen noch ausführlich die Rede sein wird.

Der politische Partikularismus der Griechen, der mit der Polisbildung verbunden war, erklärt die hohe Bedeutung regionaler oder gemeingriechischer, ‚panhellenischer' Heiligtümer. Zwar wurden die Heiligtümer durch einzelne Städte oder Städteversammlungen kontrolliert, doch galt der Zugang zu den Heiligtümern und den dort abgehaltenen periodischen Festen als Recht aller Griechen. Nur sehr selten wurden einzelne Poleis von der Teilnahme an den Festen und Spielen ausgeschlossen, und das auch nie auf Dauer. Die Heiligtümer erhielten bedeutende Stiftungen von den Städten, etwa den Zehnten der Kriegsbeute, die dem Kultinhaber des Heiligtums geweiht wurde. Für die Entwicklung der Architektur von erheb-

[4] Der Untergang der Königsherrschaft ist kaum fassbar, vor allem nicht in zeitgenössischen Quellen. Dass in der Zeit nach den ‚dunklen Jahrhunderten' Monarchien überhaupt existiert haben, zeigen in der Hauptsache einige Relikte in den späteren Verfassungen. In Athen etwa trug von den leitenden Beamten (‚Archonten') einer den Titel des ‚Archon Basileus' (‚Königs-Archon'). Die spartanische Verfassung sah ein – erbliches – Doppelkönigtum vor, das allerdings in seinen Kompetenzen durch die Doppelung sowie die Macht der Ratsversammlung stark eingeschränkt war, weswegen die spartanische Verfassung in der Antike auch nicht als Monarchie angesehen wurde.

[5] Ein eindrucksvolles Zeugnis dafür und für den Hass auf den Adel finden sich in den *Erga* (‚Werke und Tage') des Hesiod, eines böotischen Bauern-Dichters, der zu Beginn des 7. Jahrhunderts schrieb. Vereinzelt haben Tyrannen ihre Herrschaft auch freiwillig niedergelegt, wie etwa für Pittakos von Mytilene überliefert ist. Vgl. Zusammenfassend zur älteren Tyrannis Murray 1991.

licher Relevanz waren die Gebäudestiftungen in den Heiligtümern. So bauen einzelne Städte dort eigene ‚Schatzhäuser' zur Aufbewahrung von wertvollen Weihgeschenken. Große Tempelbauten wurden entweder durch die verwaltenden Städte finanziert, oft mit Kriegsbeute, oder durch Sammlungen unter den Städten mit besonderer Beziehung zum jeweiligen Heiligtum. Erst ab der Spätklassik wurden Bauten in den panhellenischen Heiligtümern auch von Einzelpersonen gestiftet.

2.1.2 Klassische Zeit (5. und 4. Jh.)

Das fünfte Jahrhundert war im Mutterland durch zwei große Konflikte bestimmt: die Auseinandersetzung mit dem Perserreich, die v. a. die erste Jahrhunderthälfte bestimmte, und den ‚peloponnesischen' Krieg zwischen Athen und Sparta, der die Entwicklungen im letzten Drittel des Jahrhunderts dominierte. Im Westen setzten sich die Griechen, annähernd zeitgleich mit dem Sieg über die Perser im Osten, auch gegen eine weitere antike Großmacht durch: Unter den Tyrannen von Syrakus und Akragas (Agrigent), Gelon und Theron, besiegten sie vernichtend ein Großaufgebot punischer Truppen unter Hamilkar.

Die Perserkriege brachten den Griechen im Ergebnis ein teilzerstörtes Land und reiche Beute. Beides galt insbesondere für Athen: Die Stadt wurde, einschließlich der Akropolis, von den Persern fast vollkommen zerstört. Zugleich entwickelte Athen im Verlauf des Krieges und der Folgejahre eine Machtstellung, die der Stadt ermöglichte, mit Sparta – der politisch bedeutendsten Polis Griechenlands – zu rivalisieren. Die enorm gesteigerten Einkünfte ermöglichten Perikles, dem führenden Politiker Athens am Beginn der zweiten Jahrhunderthälfte, ein Programm für die neue Bebauung der Akropolis aufzulegen, zu dem der Parthenon als der Höhepunkt der klassischen Architektur gehört.

Die neugewonnene Machtstellung Athens hatte auch auf politischer Ebene epochale Folgen, denn sie beförderte wesentlich die Entwicklung der Demokratie, die sich in Athen schon vor Beginn der Perserkriege abgezeichnet hatte. Im Verlauf des 5. Jahrhunderts wurden diese Ansätze in Athen bis hin zur sog. ‚radikalen Demokratie' fortentwickelt, und zudem gleichsam exportiert, denn Athen drängte seine Verbündeten mit Nachdruck – und teilweise auch mit Gewalt – zur Übernahme der eigenen Verfassung. Die neue Regierungsform schaffte sich neue, ihren Bedürfnissen Gebäudetypen, etwa für die Volksversammlung und die Volksgerichte.

Die Rivalität zwischen Athen und Sparta kulminierte im peloponnesischen Krieg (431 bis 404) in einer Auseinandersetzung, die im gesamten griechischen Siedlungsgebiet, von Sizilien bis zur heutigen türkischen Westküste, ausgetragen wurde. Im Ergebnis wurde die Machtstellung Athens dauerhaft einschränkt. Enorm sind auch die Schäden, die der Krieg bei einer großen Zahl griechischer Poleis hinterließ.

Im folgenden 4. Jahrhundert kämpften zunächst die großen griechischen Stadtstaaten untereinander um die Vorherrschaft (Hegemonie), die jedoch von keiner der beteiligten Poleis dauerhaft etabliert werden konnte. Der vorläufige Gewinner dieser Auseinandersetzungen war der alte gemeinsame Feind vom Anfang des fünften Jahrhunderts, das Perserreich, das hauptsächlich durch Geldmittel schon zuvor massiven Einfluss auf den Ausgang des peloponnesischen Krieges zwischen Athen und Sparta genommen hatte. Der allgemeine Landfrieden von 386 mit Zusicherung der Autonomie der Städte wurde offen den Persern zugeschrieben (‚Königsfrieden').

Entscheidend zurückgedrängt wurde der persische Einfluss etwa ab der Mitte des Jahrhunderts durch den Aufstieg des makedonischen Königshauses unter Philipp II. zur wichtigsten Macht in Griechenland. Seine Hegemonie führte vereinzelt zwar zum ‚Export' der eigenen monarchischen Herrschaftsform, indem Makedonien Alleinherrscher in einigen Städten unterstützte oder tolerierte (sog. ‚jüngere Tyrannis' in Städten wie Sikyon, Argos, Megalopolis, Pherai). Vor allem aber untergrub die makedonische Hegemonie auf die Dauer die Autonomie der Stadtstaaten, die zwar ihre Verfassungen und ihre innere Selbstverwaltung bewahrten, jedoch nicht mehr eigenständig politisch agieren konnten. In die Sphäre der bei den Poleis verbleibenden Selbstverwaltung gehörte unter anderem der Bereich des Bauens, denn die makedonische „Militärmonarchie" (H. Berve) hatte nie den Anspruch, eigene Architekturformen in den von ihr beherrschten Poleis zu etablieren. Ihr Anspruch galt allein dem Erhalt und der Ausweitung der eigenen politischen Macht. Er wurde unter Philipps Sohn Alexander mit der Zerschlagung des persischen Königreiches in umfassender Weise realisiert.

2.1.3 Hellenistische Zeit (323 bis 31)

Als Epochenbegriff bezeichnet der Hellenismus die Zeit vom Tod Alexanders des Großen (323) bis zum Beginn der römischen Kaiserzeit unter Augustus (31). Es ist die Periode, in der die griechische Kultur, und teilweise auch die Sprache, sich weit über die Siedlungsgebiete der Griechen hinaus verbreitete. Der früheste Nachweis für eine antike Verwendung des Begriffs im Sinne der Kulturübernahme findet sich schon im Alten Testament. Als ‚Hellenisten' bezeichnet wurden – in einem abwertenden Sinne – Juden, die die griechische Kultur und Sprache übernommen hatten.[6]

Die Ausbreitung der griechischen Kultur als das bestimmende Merkmal der Epoche hatte ihre politische Basis in den Ergebnissen des Alexanderszuges. Bereits Alexander selbst hatte versucht, eroberte Gebiete durch Städtegründungen nach griechischem Muster dauerhaft zu sichern, wobei die neuen Städte zugleich der Ansiedlung von Veteranen seines Heeres dienen sollten. Wohl die bedeutendste Gründung dieser Art war Alexandria an der Mündung des Nil. Die Politik der Städtegründungen wurde von seinen Nachfolgern, insbesondere von den Seleukiden, weiterverfolgt, u. a. mit der Gründung von Antiocheia am Orontes als Hauptstadt des Seleukidenreiches.

Diese zunächst durch Eroberungen bedingte Ausbreitung führte zur Übernahme der griechischen Kultur auch durch Staaten und Städte, die niemals von Griechen erobert oder beherrscht worden waren. Ein prägnantes Beispiel dafür ist der mittelitalische Hellenismus, dem auch Rom in der Zeit der mittleren und späten Republik zuzurechnen ist. Der Verweis auf Rom illustriert zugleich, dass der Hellenismus im Kern ein kulturelles, kein rein politisches Phänomen war. Rom war nicht nur zu keiner Zeit von Griechen beherrscht worden, es beherrschte vielmehr seinerseits ab der Mitte des 2. Jahrhunderts direkt oder indirekt nahezu die gesamte östliche Mittelmeerwelt, und damit fast alle griechischen Siedlungsgebiete. Der Verlust der politischen Unabhängigkeit der griechischen Staaten in dieser Zeit hat die Attraktivität der hellenistischen Kultur erstaunlicherweise keineswegs eingeschränkt.

Die zunächst noch selbständige hellenistische Staatenwelt unterschied sich bereits grundlegend von der Polisgesellschaft der klassischen Zeit. Auf der einen Seite entstanden als Territorialstaaten die hellenistischen Großreiche der Antigoniden (Makedonien),

[6] 2 Makk 4,13.

der Seleukiden (Syrien, Südosttürkei, zeitweilig auch Teile des Iran) und der Lagiden (Ägypten), die aus den sog. Diadochenkämpfen nach dem Tod Alexanders hervorgegangen waren. Nach längeren Auseinandersetzungen konsolidierten sich auch neue Mittelmächte wie das Königreich Pergamon, die Republik Rhodos, und nicht-griechische Staaten wie Nikomedien und Bithynien im Nordwesten der heutigen Türkei. Im Westen konnte sich allein Syrakus ein größeres, monarchisch regiertes Herrschaftsgebiet sichern, während die übrigen Griechenstädte in Unteritalien im 3. Jahrhundert ihre Autonomie und ihre griechische Bevölkerung weitgehend verloren oder zerstört wurden.

In griechischen Mutterland entstanden in dieser Phase Staatenbünde, mit denen die autonomen Poleis ihre Freiheit zu sichern suchen. Staatenbünde waren zwar an sich schon viel früher entstanden, doch waren sie in älterer Zeit meist Organisationen direkter oder indirekter Herrschaft einzelner Poleis wie Sparta oder Athen. Demgegenüber war der neue Typus jeweils ein Bund (*koinon*) tatsächlich freier Städte, die ihre Politik kollektiv organisierten. Das gilt auf der Peloponnes für die Achäer und Arkader, und auch für die Aitoler im nordwestlichen Griechenland. Die Bünde zentralisieren ihre Herrschaft nicht durch feste Verwaltungsstrukturen, so dass in ihrem Kontext – anders als bei den großen Monarchien – keine neuen Hauptstädte entstanden. Als Mittelpunkt diente ihnen meist ein Bundesheiligtum. Folge dieser Strukturen war zudem eine tendenzielle Befriedung der Städte, so dass die im vierten Jahrhundert bestehenden Gegensätze zwischen demokratischen und oligarchischen Gruppierungen innerhalb der Städte an Bedeutung verloren. Die Städte wurden in der Regel von einer Honoratiorenschicht reicher Bürger regiert, die durch ihre privaten Mittel die Aufgaben bewältigen konnten, die ursprünglich die Polis selbst finanzierte. Das galt insbesondere für das öffentliche Bauen. Formal hingegen bleiben die alten Strukturen – mit Prytanien, Rat und Volksversammlung – fast überall bestehen.

Neben den alten Poleis stand die schon angesprochene große Zahl neuer Städtegründungen im Osten, vor allem auf dem Gebiet der heutigen Türkei und Syriens, die sog. jüngere griechische Kolonisation. Mit diesen Stadtgründungen verfolgten die Großreiche neben der erwähnten Sicherung ihrer Herrschaft und der Ansiedlung von Veteranen (quasi die Altersversorgung der Soldaten) auch das Ziel der wirtschaftlichen Entwicklung der eroberten Gebiete. Die neuen Städte zahlen entsprechend, im Gegensatz zu den alten Poleis des Mutterlandes, Steuern an die jeweilige Zentralmacht. Weitere wesentliche Unterschiede lagen in der eingeschränkten städtischen Selbstverwaltung, und vor allem in der Bevölkerungsstruktur. In den neuen Städten lebte neben den Griechen eine große Zahl von Einwohnern, die nicht-griechischer Abstammung waren. Deren Teilnahme am öffentlichen Leben setzte das Erlernen der griechischen Sprache voraus, die sich dadurch in fast der gesamten östlichen Mittelmeerwelt fest etablierte.

Gemeinsam war den alten und den neuen Städten in hellenistischer Zeit, dass das urbanistische Niveau der Städte oft weit höher lag als das der klassischen Poleis. Die Anzahl und die Qualität öffentlicher Bauten stieg erheblich. Viele Städte verfügten über politische und Handelsmärkte, die von Säulenhallen (Stoen) eingefasst, und deren Freiflächen gepflastert wurden. Hinzukamen Theater, Gymnasien und Palästren für Sport und Freizeit, öffentliche Bibliotheken und Amtsgebäude für die Verwaltung. Die meisten dieser Gebäudetypen waren an sich älter, wurden in hellenistischer Zeit aber sehr viel häufiger gebaut, und nicht selten mit sehr viel mehr Aufwand. Ein weiterer Unterschied zur klassischen Epoche war der aufkommende Luxus im Bereich der Wohnhäuser wohlhabender Privatleute. Vorbild waren die Paläste der hellenistischen Herrscher, die ihrerseits keine Vorbilder in archaischer

und klassischer Zeit hatten. Der private Wohlstand der Oberschicht führte zudem zur Monumentalisierung der Sepulkralarchitektur. Es entstanden z. B. Grabanlagen mit mehreren Räumen, und teilweise unterirdischen Grabkammern.

Die frühe Phase des Hellenismus war, trotz der vielen Kriege, per saldo in vielen Gebieten eine Periode der Moderne und des Wohlstands. In die umgekehrte Richtung verlief die Entwicklung allerdings nach den Eroberungen der Römer. Ihr Ziel war nicht die Entwicklung, sondern die Ausbeutung der Städte, die bis zur Plündung und Zerstörung sowie zur Versklavung der Wohnbevölkerung reichte, wenn die Städte in Aufstände gegen die römische Herrschaft verwickelt waren. Die Zerstörung Korinths (und Karthagos) sind nur die prominentesten Beispiele dieser Politik. Kein römischer Heerführer konnte für sich und seine Truppen den begehrten Triumpfzug vom Senat einfordern, wenn er nicht ein erhebliches Quantum an Kriesbeute präsentieren konnte – seien es Gelder, Sklaven oder auch Kunstgegenstände. Nur ganz wenige Orte blieben von dieser Politik – aus dezidiert strategischen Gründen – ausgenommen, wie etwa Delos, das zum führenden Freihafen im östlichen Mittelmeer ausgebaut wurde, um Rhodos als Zentrum des internationalen Handels zu schwächen bzw. zu ersetzen. Das angesprochene Verhalten der Römer gegenüber den eroberten Gebieten, und der damit einhergehende Substanzverlust der griechischen Städte, ist deutlich am Bauwesen ablesbar: Größere Neubauprojekte gab es in dieser Zeit so gut wie nicht mehr, und schon die Reparatur der Zerstörungen überstieg vielfach die Mittel der Städte. Diese Situation änderte sich erst, als zu Anfang der Kaiserzeit die Römer begannen, in den eroberten Gebieten nicht mehr nur Objekte zu sehen, die sich ausbeuten ließen, sondern Teile des eigenen Staates, die zu entwickeln sich lohnte.

2.2 Bauverwaltung

Die bei weitem wichtigsten Quellen für unsere Kenntnis der Bauverwaltung und Bauorganisation sind in Stein aufgezeichnete Verwaltungstexte. Hinzukommen einige kursorische Informationen aus den literarischen Quellen. Die Bauten selbst bewahren nur punktuell Informationen, etwa im Form von Abrechnungsmarken.[7]

Das Prinzip, Entscheidungen und Abläufe von öffentlichen Bauprojekten durch Inschriften dauerhaft und öffentlich zu dokumentieren, ist fast so alt wie der griechische Werksteinbau: die ältesten Fragmente solcher Aufzeichnungen datieren in die Mitte des 6. Jahrhunderts. Wirklich fassbar wird die Verwaltungsorganisation in Inschriften aber erst ab der Mitte des 5. Jahrhunderts in Athen. Die geographische Verteilung der Bauinschriften ist vergleichsweise aber noch sehr viel weniger repräsentativ: Erhalten haben sich baubezogene Inschriften zwar aus den meisten Teilen der griechischen Siedlungsgebiete (mit Ausnahme der westgriechischen – unteritalischen und sizilischen – Gebiete), doch stammen die meisten der aussagefähigen Inschriften aus den Heiligtümern Delos, Delphi und Epidauros, sowie aus Athen.

[7] Solche Zeichen, meist ein oder zwei Buchstaben, wurden in die Steine eingeschlagen, um die Arbeit einzelner Handwerker oder Unternehmer für die Abrechnung ihrer Bauleistungen zu dokumentieren. Nicht immer sind diese Marken zweifelsfrei zu interpretieren, denn Buchstaben wurden auch als Versatzmarken verwendet, die die Position einzelner Blöcke innerhalb von Reihen oder Schichten kennzeichneten. Zudem wurden die Abrechnungsmarken in der Regel auf den unfertigen Oberflächen der Steine angebracht, also bei der Endbearbeitung, zusammen mit dem ‚Werkzoll' (s. u.), abgearbeitet. Sie dokumentieren jedoch – wie die Inschriften häufig auch – die kleinteilige Auftragsvergabe, denn wenn etwa der komplette Rohbau von einer einzigen Bauhütte errichtet worden wäre, wäre die Kennzeichnung einzelner Steine überflüssig gewesen.

Die Inschriften lassen sich, entsprechend ihrer Bedeutung im Bauprozess, etwa folgendermaßen typisieren:[8]

- Baubeschlüsse öffentlicher Gremien, teilweise mit Bestimmungen für die Konzeption und Durchführung des jeweiligen Projektes,
- Projektbeschreibungen;
- Stücklisten mit technischen Spezifikationen, teilweise mit Angabe der jeweiligen Lieferanten;
- einzelne Leistungsverträge zwischen Baukommissionen und Unternehmern und deren Abrechnung;
- periodische Rechenschaftsberichte der Baukommissionen zur Herkunft und Verwendung von Geldmitteln:
- allgemeine, gesetzliche Regeln für das Bauen, und speziell für die vertraglichen Beziehungen von Auftraggebern und Unternehmern (‚Bauvertragsrecht' bzw. ‚Verdingungsordnungen').

Hinzukommen noch Angaben in Dokumenten der allgemeinen Finanzverwaltung, die vor allem die Baufinanzierung oder Mittelzuweisung betreffen, sowie Ehrenbeschlüsse und Ehreninschriften, die auf Bauaktivitäten der Geehrten Bezug nehmen.

In ihrem Aufbau entsprechen diese Inschriften meist den üblichen Regeln für die Dokumentation von Beschlüssen und Verwaltungsvorgängen. Am Anfang der Inschriften, im sog. ‚Praeskript', wird meist angegeben, um welches Gremium es sich handelt, wer Mitglied war und gegebenenfalls in welcher Funktion, und die Datierung.

Gewisse Schwierigkeiten für die Interpretation der Urkunden ergeben sich erstens aus der dezentralen politischen Struktur, d. h. der politischen Autonomie der Poleis. Keiner Stadt war es verwehrt, individuelle Organisationsformen und Amtsbezeichnungen festzusetzen. Selbst in Phasen, in denen die politische Autonomie der Poleis massiv beschränkt wurde, blieb das Bauwesen stets einer der wenigen Bereiche, in denen sich die Autonomie der Städte noch geltend machen konnte. Sprachlich sind die auch in amtlichen Urkunden verwendeten Dialekte kaum ein Problem, eher die Interpretation der handwerklich-technischen Termini. Die bei weitem größte Schwierigkeit in der Auswertung der Bauinschriften liegt jedoch in ihrer Erhaltung: Fast immer sind nur mehr oder weniger große Bruchstücke der Inschriften erhalten, manchmal auch Abschnitte durch Erosion oder Zweitverwendung der Steine unleserlich. Die Zuverlässigkeit der Ergänzungen der Texte durch die Herausgeber ist pauschal nicht zu beurteilen. Vor allem dann, wenn mehr oder weniger standardisierte Formulierungen in periodischen Berichten, Listen, bei Praeskripten usw. verwendet wurden, sind Ergänzungen problemlos möglich. Oft jedoch sind für die Interpretation zentrale Begriffe ergänzt, die zwar das Richtige treffen können, naturgemäß jedoch nicht als Beleg für den entsprechenden Sachverhalt herangezogen werden können.

2.2.1 Die Bauherren

Bei der Mehrzahl der Bauten, für die entsprechende Informationen vorliegen, war der Bauherr keine natürliche Person. Selbst bei den Bauten, die sicher auf Initiative von Einzelherr-

[8] Eine inhaltliche Typisierung dieser Inschriften findet sich bei Scranton 1960. Für die Mauerbau-Inschriften vgl. Maier 1959–1961, 11–34.

schern errichtet wurden,[9] dürfte – rein formell – in den meisten Fällen ein städtisches Gremium den Baubeschluss gefasst haben. In den Stadtstaaten ist für fast alle Bauprojekte die Polis der Bauherr, repräsentiert je nach Verfassung durch einen Rat oder die Volksversammlung. Das gilt oft selbst dann, wenn – wie vor allem im Hellenismus – faktisch eine einzelne Person den betreffenden Bau durch Bereitstellung entsprechender Geldmittel finanzierte. Vereinzelt treten in den Städten auch private Körperschaften auf, die für die von ihnen initiierten Projekte (meist Kult- und Versammlungsbauten) die Genehmigung der städtischen Körperschaften benötigten.[10] Über private Bauherrn, die für sich selbst Wohnhäuser oder Gewerbebauten errichteten, wissen wir nahezu nichts, sieht man von einigen vereinzelten Nachrichten aus dem ptolemäischen Ägypten ab, die sich kaum für die genuin griechischen Gebiete verallgemeinern lassen.[11]

In den gemeingriechischen Heiligtümern trat als Bauherr entweder das leitende Gremium des Heiligtums auf, oder aber auswärtige Stifter. Die Mitglieder der Gremien, die den Heiligtümern vorstanden, wurden meist von der Stadt delegiert, auf deren Territorium das Heiligtum lag, wie für die Boulé von Olympia durch Delegierte der Stadt Elis (seit dem frühen 5. Jh.). Es gab jedoch auch kollektiv verwaltete Heiligtümer, die von einer Amphiktyonie (ἀμφυκτιονία) geleitet wurden, was ursprünglich wohl eine Delegiertenversammlung aus mehreren Städten des jeweiligen Umlandes meinte. Fast den Status einer nationalen Körperschaft hatte die Amphiktyonie von Delphi, der in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts zwölf ‚Stämme' (ἔθνη) angehörten, die die meisten der griechischen Siedlungsgebiete repräsentierten. Sie tagte zweimal im Jahr, konnte also kein Bauprojekt selber leiten. Als Stifter traten in den Heiligtümern auch auswärtige Städte, Staatenbünde, Alleinherrscher und kultische Vereinigungen auf (jeweils mit vorheriger Genehmigung durch die Leitung des Heiligtums), wobei das Bauwerk den Charakter eines Weihgeschenks an eine Gottheit des Heiligtums hatte, wie sich aus Weihinschriften auf vielen Bauten ergibt.

Als Person bekannte Bauherrn sind zunächst meist Alleinherrscher wie Könige oder Tyrannen. Den Herrschern der sog. älteren Tyrannis der archaischen Zeit schreiben die antiken Quellen häufig die Initiative für große Bauprojekte zu: Polykrates von Samos für einen Tempel der Hera, Lygdamis von Naxos für den Apollontempel der Insel, die Peisistratiden in Athen für das Olympieion, Theron von Akragas für das dortige Olympieion. Auch die beiden archaischen Großbauten in Syrakus, der Apollontempel und das Olympeion, werden Alleinherrschern zugeschrieben. Direkt durch Quellen belegen lassen sich die Initiativen der Tyrannen zwar in keinem Fall, doch besteht kaum Zweifel, dass solche Großprojekte kaum gegen, oder auch nur ohne aktive Unterstützung der Tyrannen hätten begonnen werden können. Das Fehlen expliziter Quellen bedeutet zugleich, dass nicht zu beurteilen ist, inwieweit die Tyrannen als Bauherren direkt am Entwurfsprozess beteiligt waren.

Aus dem 5. Jahrhundert kennt man vereinzelt ‚private' Stifter, meist Adelige, die aus wohlhabenden Familien stammten und öffentliche Ämter wahrnahmen. Ab dem späten 4. Jahrhundert kennt man auch Stifter, die durch Gewerbe zu Vermögen gekommen waren.

[9] Vgl. Young 1980, der die Zahl der den Tyrannen zugeschriebenen Bauten und deren ‚Bauprogramme' zurückhaltend beurteilt.

[10] Beispiele dafür sind etwa die Kaufleute aus Kition auf Zypern, die für den Bau eines Aphroditeheiligtums im Piräus (?) ein Grundstück erwerben wollten (IG II^2 337 = HGiÜ 262), datiert auf das Jahr 333. Erwähnt wird dort auch ein analoger, bereits genehmigter Antrag der „Ägypter" für den Bau eines Isis-Heiligtums.

[11] Bekannt sind etwa Baugenehmigungen, die zeigen, dass es eine Art Kataster gegeben haben muss, das private Häuser nach Lage und Größe verzeichnete. Die ptolemäischen Herrscher Ägyptens ließen vielfach die – effizienten – älteren Verwaltungsstrukturen des pharaonischen Ägyptens bestehen.

In hellenistischer Zeit hängen städtische Bauprojekte zunehmend stärker von der Finanzierung durch lokale Honoratioren ab. Aufgrund entsprechender Ehrungen und Danksagungen durch die Städte sind einige von ihnen namentlich bekannt.

2.2.2 Baufinanzierung

Bauen war schon in der Antike teuer.[12] Genaue Zahlen für die Gesamtkosten von Bauten sind zwar in keinem Fall bekannt, doch geben Zahlungsanweisungen für einzelne Aufträge hier ansatzweise Aufschluss. Nur zur Verdeutlichung der Dimensionen sei hier eine grob überschlägige Umrechnung aufgemacht. Der Parthenon – wohl der teuerste Tempelbau im griechischen Mutterland – hat nach einer modernen, im allgemeinen von der Forschung akzeptierten Kalkulation etwa 800 Talente oder 4,8 Millionen Drachmen gekostet.[13] Der übliche Tageslohn für einen qualifizierten Handwerker betrug seinerzeit eine Drachme. Rechnet man dafür heute mit einhundert Euro, so käme man auf etwa eine halbe Milliarde Euro Gesamtkosten, die von einem Stadtstaat, in diesem Falle dem reichen Athen, aufgebracht wurden. Jenseits solcher Zahlen sind die nicht selten überlangen Bauzeiten ein Hinweis darauf, wie sehr solche Projekte die Finanzen der Städte belasteten. Von einigen Tempelbauten, wie etwa dem Athenatempel von Priene, weiß man, dass an ihnen jahrhundertelang gebaut wurde. An einigen Großprojekten wurde sogar noch in römischer Zeit gebaut, ohne dass es auch nur annähernd zu einer Fertigstellung gekommen wäre (Samos, sog. Zweiter Dipteros; Didyma, Apollontempel). Es unterliegt dabei keinem Zweifel, dass die Finanzen das Problem waren, nicht etwa Materialmangel oder das Fehlen qualifizierter Handwerker.

Erstaunlich ist, dass trotz der oft enorm hohen Kosten und der Probleme mit unzureichenden Finanzierungen, die ja durch Bauten wie die oben genannten bekannt gewesen sein müssen, in den Quellen sich kaum Hinweise auf Kalkulationen von Gesamtbaukosten finden, und zwar auch dort nicht, wo der Baubeschluss erhalten ist. Einfach war die Finanzierung wohl nur dann, und erforderte auch keine weitergehende Finanzplanung, wenn eine Stadt oder ein Heiligtum über hohe Sondereinnahmen verfügen konnte. Praktisch handelte es sich in solchen Fällen meist um Kriegsbeute. Unter normalen Bedingungen hingegen wurden Bauten meist aus mehreren Quellen finanziert. Die wichtigsten Formen solcher Mischfinanzierungen sollen nachfolgend kurz vorgestellt werden.

2.2.3 Zuweisungen aus öffentlichen Kassen und Abtretungen von städtischen Einnahmen

Ein bekanntes Beispiel für eine Mischfinanzierung ist der Bau des Parthenon in Athen. Die Hauptquelle waren Einnahmen, die Athen durch seine führende Position im delisch-attischen Seebund zuflossen. Der Bund war gegründet worden, um nach den Siegen von 480/79 über die Perser im Mutterland den Krieg fortzuführen, um auch die nach wie vor persisch beherrschten Städte an der türkischen Westküste zu befreien. Da die meisten Bündner keine Schiffe für den Kampf auf See stellten, leisteten sie ersatzweise Zahlungen an die Bundeskasse, die den Städten zuflossen, die über Kriegsflotten verfügten. Da Athen die bei weitem größte Flotte stellte, erhielt es den größten Teil der jährlich erhobenen Zahlungen. Vereinbart war außerdem, dass nach der Verlegung der Bundeskasse von Delos nach

[12] Literatur dazu bei Hellmann 2003, 60.
[13] Stanier 1953. Ein Talent entspricht ca. 25 kg Silber bzw. 6.000 Drachmen.

Athen von den Beiträgen ein Sechzigstel – die die sog. Aparché – an das Athenaheiligtum auf der Athener Akropolis abgeführt wurde.[14] Abgewickelt wurden die Zahlungen in der Weise, dass zunächst die Beauftragten des Seebunds, die Hellenotamiai, die auch die Höhe der Beiträge der Städte festsetzten, einen Teil der Aparché an die Tamiai der Athena, also den Vorstand des Akropolisheiligtums weiterleiteten, die dann ihrerseits der Baukommission für den Parthenon, den Epistaten, Mittel zukommen ließen. Nach demselben Muster war später auch die Sockelfinanzierung für den Bau der großen Toranlage der Akropolis, der Propyläen, organisiert. Diese regulären Zuweisungen waren jedoch mit Sicherheit nicht ausreichend. Das gilt selbst dann, wenn man die zeitgenössischen Vorwürfe, Athen habe weitere Bundesmittel für die Bauten unterschlagen, für unzutreffend hält.[15] Aus den, wenn auch nur lückenhaft erhaltenen, Rechenschaftsberichten der Baukommission des Parthenon geht eindeutig hervor, dass der Kommission weitere Zuweisungen aus städtischen Einkünften übertragen wurden. So wurden Mittel aus den Kassen der Stadtmauer-Kommission und der Schiffbau-Kommission für den Bau verwendet, sehr wahrscheinlich auch die Erlöse aus der Verpachtung der Silberminen von Laureion, und wohl sogar auch die vergleichsweise unbedeutenden Erträge städtischer Bäder.[16] Ähnlich geringfügig dürfte der Erlös aus dem Verkauf der Häute der Rinder gewesen sein, die bei den Staatsopfern geschlachtet wurden, und in späterer Zeit der Erechtheion-Kommission zugewiesen wurden.[17] Bei den Abrechnungen der Einnahmen der Propyläen-Kommission findet sich schließlich ein Betrag von 132 Drachmen, der wahrscheinlich aus den Mieteinnahmen eines Hauses stammt.[18]

Keine Rolle bei der Finanzierung von Bauten spielten in Athen wie in anderen autonomen Poleis direkte Steuern, denn sie galten allgemein als Charakteristikum tyrannischer Herrschaft.[19] Die regulären städtischen Einnahmen hingegen aus Markt- und Hafenzöllen, Verpachtungen usw. reichten kaum hin zur Deckung der laufenden Ausgaben der Städte. Lediglich unter besonderen Umständen konnte eine Polis damit Bauten finanzieren wie etwa die Siphnier, die aus ihren Goldbergwerken derart hohe Erträge zogen, dass sie ihr – ungewöhnlich aufwändiges – Schatzhaus in Delphi allein aus diesen Einnahmen finanzieren konnten.[20]

2.2.4 Eigenmittel der Heiligtümer

Eine Mischfinanzierung, bei der Eigenmittel[21] eine Rolle spielten, ist schon für die archaische Zeit aus Delphi bekannt, denn ein Baubeschluss der Amphiktyonie sah vor, dass ein Viertel der Bausumme (75 Talente) das Heiligtum selbst tragen musste, obwohl entsprechend hohe Reserven gar nicht vorhanden waren[22]. Das Heiligtum auf Delos hatte, wie aus

[14] Das heißt: eine Mine (100 Drachmen) pro Talent (6.000 Drachmen).
[15] Auch die modernen Versuche, auf Basis der erhaltenen Angaben zu Ein- und Ausgaben der Baukommission des Parthenon die Frage der Zweckentfremdung von Bundesmitteln zu klären, haben zu keinem eindeutigen Resultat geführt.
[16] Wittenburg 1978, 12–15, 18f. (letztere Annahme mit Bezug auf Aristophanes und Ps. Xenophon).
[17] Wittenburg 1978, 32f. Am Nike-Heiligtum standen Schenkel und Häute der Opfertiere der Priesterin zu, cf. IG I^2 24.
[18] Wittenburg 1978, 31.
[19] Der Athener Tyrann Peisistratos kassierte beispielsweise den Zehnten auf die jährlichen Ernteerträge, s. Aristot. Ath. Pol. 16,4.
[20] Hdt. III 57.
[21] Siehe für Epidauros Burford 1969, 120–126. Vgl. auch Hellmann 2003, 43 = IG II^2 2499.
[22] Hdt. 2, 180. Inschriftliche Angaben zu den Kosten des spätklassischen Nachfolge-Baus in OGIS 46.

Inschriften des 2. Jahrhunderts bekannt ist, einen Etat, der jedoch auf die Kosten für den laufenden Unterhalt hin angelegt war, nicht für Bauprojekte. Die Eigenmittel des delischen Heiligtums stammten zum Teil aus Vermögeneinnahmen. Dazu zählten Zinsen aus Darlehn sowie die langfristige Verpachtung von Land, Gärten, Häusern und Fischereirechten (auf zehn Jahre)[23]. Die Gesamtvermögenseinnahmen sind allerdings nicht bekannt. Für ein nicht lokalisiertes, offenbar kleineres Asklepios-Heiligtum in Athen weiß man durch einen erhaltenen Vertrag, dass es vollständig verpachtet wurde, wobei der Pächter u. a. für Instandhaltungsarbeiten Sorge zu tragen und die Opferkosten zu finanzieren hatte.[24]

2.2.5 Stiftungen

Stiftungen spielten von Anfang an in den Heiligtümern eine zentrale Rolle bei der Finanzierung. Etwa ab dem 4. Jahrhundert bekamen Stiftungen auch in den Städten immer mehr Gewicht, weil die Poleis wegen des wirtschaftlichen Niedergangs durch die endlosen Kriege selbst für Reparaturen auf die Mittel von Privatleuten angewiesen waren.

Eine sehr früh bereits fest etablierte Form der Stiftung war die Weihung von Kriegsbeute durch Städte oder Einzelherrscher, denn die Vorstellung, ein Sieg sei ohne die Hilfe der Götter denkbar, galt offenbar als Hybris. Gängige Praxis war die Weihung des Zehnten aus der Beute. Üblich waren keine Barspenden, sondern – neben Teilen der Kriegsbeute selbst (wie etwa Waffen) – entsprechend aufwändige Weihgeschenke, die vor allem in den überregionalen Heiligtümern der Selbstdarstellung und Propaganda der Sieger dienten. Viele der bedeutendsten Tempelbauten sind in diesem Sinne als Sieges-Weihgeschenke aufzufassen, wie etwa der Zeustempel in Olympia als Siegesweihung der Stadt Elis (die das Heiligtum seit dem fünften Jahrhundert allein verwaltete), oder die Stoa der Athener in Delphi, die eine entsprechende Inschrift auf dem Stylobat trug.[25] Der große Apollontempel auf Delos gehört in den Kontext der Siege in den Perserkriegen. Das Olympieion in Akragas, der Athenatempel in Syrakus und der große Tempel von Himera dürften alle drei auf den Sieg von 480 über die Karthager bei Himera zurückgehen. Natürlich wurde Kriegsbeute auch innerhalb der Städte selbst für Bauprojekte verwandt, wie in Athen zum Beispiel für die kimonische Südmauer der Akropolis oder als Beitrag zur Finanzierung der Propyläen.[26]

Einzelherrscher traten als Euergeten schon früh auf. Nach Plinius d. Ä.[27] waren bereits die Säulen des archaischen Artemisions von Ephesos einzeln gestiftet worden von verschiedenen Königen, unter anderen von dem Lyderkönig Kroisos (‚Krösus‘). Für die Fertigstellung des spätklassischen Nachfolgebaus bot Alexander der Große der Stadt Mittel an, die diese erstaunlicherweise ablehnte.[28] Das nicht weit entfernte Priene nahm ein ähnliches Angebot Alexanders für die Fertigstellung des Athenatempels hingegen an.[29] Die meisten der hellenistischen Könige, die sich im Gefolge des Alexanderfeldzuges etablieren konnten, folgten Alexanders Vorbild ‚königlich‘ ausgestatteter Hilfen für die Städte – die davon, vor allem wegen der Konkurrenz der Herrscher, erheblich profitierten – und für die großen Heiligtümer, wobei die allgemeine Propagandawirkung sicher im Vordergrund stand.

[23] IG I^3 402.
[24] HGiÜ 284.
[25] Datiert auf 480–70; zur Inschrift Hellmann 2003, 28.
[26] IG I^3 465.
[27] Plin. n. h. 36, 95.
[28] Strab. geogr. 14, 1, 22.
[29] Inschriften: Hiller von Gaertringen 1906, Nr. 156.

Dort zeugen auch komplette Bauten von diesem Interesse, wie etwa im Kabirenheiligtum auf Samothrake in der Nordägäis das Propylon und das Arsinoeion, Bauten von höchster Qualität, die die in Ägypten herrschenden Ptolemaier stifteten. Gewissermaßen den Höhepunkt dieser Tendenz setzte die Familie Alexanders sich selbst, denn sie ließen innerhalb des Sakralbezirk des Heiligtums von Olympia einen Rundtempel erbauen, in dem keine Götterbilder, sondern die Statuen der Familienmitglieder standen. Aber auch Stiftungen jenseits von direkten politischen Interessen sind bekannt. So finanzierte und organisierte Antiochos IV. den Weiterbau – oder eher Neubau – des ursprünglich peisistratischen Olympieions in Athen, bot aber auch Lebadeia, einem böotischen Landstädtchen, das nie zu seinem Herrschaftsbereich gehören konnte, Mittel für den Weiterbau des dortigen Zeustempels an. Ein hinsichtlich der Baufinanzierung besonders interessanter Fall ist die Stiftung einer großen Stoa in Milet durch Antiochos I., denn die Räume in dieser Stoa wurden als Läden vermietet (‚Kaufhaus‘). Die Mieteinnahmen wiederum sollten auf Dauer den Weiterbau des riesigen Apollontempels von Didyma sicherstellen, von dessen Finanzierungsproblemen oben schon die Rede war.[30]

Wohlhabende Privatpersonen als Euergeten von Bauwerken traten vereinzelt bereits früh auf. Schon Themistokles, der politische Führer Athens in den Perserkriegen, stiftete einen, sicher kleineren, Tempel in seinem Stadtbezirk der Artemis Aristobulé (der ‚besten Rat gebenden Artemis‘), womit er sicher auf die von ihm selbst initiierte, erfolgreiche Flottenpolitik hinweisen wollte, was ihm jedoch öffentlichen Ärger einbrachte.[31] Aus Athen sind – sicherlich nicht große – Heiligtümer bekannt, die von Vereinigungen ausländischer Kaufleute finanziert wurden, so für Isis von ägyptischen, für Aphrodite von zypriotischen Händlern. Auf Delos gab es in hellenistischer Zeit einen Baukomplex der Poseidoniasten von Berytos (Beirut). Das große Gästehaus in Olympia war die Stiftung eines Leonidas aus Naxos (dessen Name zweimal auf dem Gebälk genannt war),[32] und auch der heute noch erhaltene ‚Turm der Winde‘ in Athen war die private Stiftung des Andronikos von Kyrrhos aus dem 1. Jahrhundert.[33] Weitaus häufiger jedoch waren naturgemäß private Stiftungen geringeren Umfangs. Manche von ihnen lassen die schon angesprochene Finanznot der Städte deutlich erkennen, wenn etwa die Stadt Athen in ihrem Ehrenbeschluss für den Stoiker Zenon von Kition darauf verweist, dass er zur Reparatur eines öffentlichen Bades beigetragen hat;[34] dasselbe wird auch in einer Rede des Isaeus erwähnt,[35] und man könnte dem Dutzende weitere Beispiele an die Seite stellen.[36] Wie ebenfalls bereits angedeutet, nehmen diese Stiftungen im Hellenismus stark zu. Eine besondere Rolle spielen dabei reich gewordene Funktionäre der hellenistischen Herrscher, die in ihren Heimatstädten als Honoratioren und andernorts Euergeten agieren, wobei die Stiftungen auf die Herrscher zurückverweisen: So stiftet ein Privatmann 165/64 Kapitelle und ein Portal zu Ehren der Ptolemaier, bei denen er offenbar seinen Reichtum erworben hatte.[37]

[30] Ehrenbeschluss für Antiochos von ca. 299 = Hellmann 2003, No. 27.
[31] Plut. Them. 22, 2
[32] Mallwitz 1972; Coulton 1977, 18; Svenson-Evers 1996.
[33] Vitr. 1.6.4–5.
[34] Diog. Laert. 7, 12
[35] Is. de Dicaeogenis hered. 28
[36] Material dazu bei Coulton 1977, 18.
[37] Hellmann 2003, vgl. S. 63f., Nr. 33.

Die Stiftungen durch Einzelpersonen entwickelten im Laufe der Zeit eigene, relativ feste Formen.[38] Der Stifter wurde von der empfangenden Stadt oder dem Heiligtum mit dem Titel Euergetes (‚Wohltäter') oder Proxenos mit Niederlassungsrecht (‚Gastfreund') geehrt. Die entsprechenden Beschlüsse der Gremien wurden in Form von Inschriften veröffentlicht. Bei bedeutenden Spenden konnte auch eine Ehrenstatue dekretiert werden, oder dem Stifter das Recht zugesprochen werden, eine solche auf eigene Kosten an prominenter Stelle aufzustellen.

2.2.6 Kreditfinanzierungen, Subskriptionen und Umlagen

Bekannt sind schließlich eine Reihe von Finanzierungsinstrumenten, die – gemessen an der Zeitstellung – teilweise sehr modern wirken. So gab es bereits schon früh das organisierte Einwerben von Spenden. Schon das archaische Heiligtum von Delphi betrieb im großen Stil ‚fund raising' durch eine Delegation, die nicht nur durch Griechenstädte reiste, sondern selbst in Ägypten vorstellig wurde, wo sie von den dort ansässigen Griechen 20 Minen (= $\frac{1}{3}$ Talent) erhielt und vom Pharao Amasis tausend Talente Alaunsalz.[39] In hellenistischer Zeit wurden die Formen, private Mittel aktiv einzuwerben, noch weiter entwickelt. So wurden für den Bau der Stadtmauer in Oropos zu Ende des 3. Jahrhunderts die städtischen Beamten ermächtigt, Kredite bei städtischen und auswärtigen Gläubigern aufzunehmen. Wegen des ausdrücklich formulierten Ziels niedriger Zinssätze wurden die Anleihen gleichsam mit ‚Bonus'-Leistungen ausgestattet: Annonciert wurden offizielle Ehrungen durch die Stadt und das Niederlassungsrecht in Oropos. Jedoch nur, wenn Anleihen von mehr als einem Talent zu einem Zinssatz von weniger als 10% gezeichnet wurden. Für niedrigere Kredite, wiederum bis zu einem Mindestbetrag, waren lediglich Ehreninschriften vorgesehen. Ein weiteres Finanzierungsinstrument waren Subskriptionen – öffentlich dokumentierte Geldleistungen ohne Rückzahlung –, wiederum verbunden mit je nach Zeichnungshöhe gestaffelten Ehrungen.[40] Dieses Instrument wurde auch für andere städtische Projekte verwendet.

Soweit erkennbar, wurde von einem älteren Finanzierungsinstrument für öffentliche Aufgaben, der Leiturgie, bei Bauprojekten kein Gebrauch gemacht. Als Leiturgien bezeichnete man die zwangsweise Bereitstellung einer öffentlichen Leistung durch eine reiche Privatperson. Leiturgien sind vor allem, aber nicht nur, aus Athen für Choraufführungen und die Ausstattung von Kriegsschiffen bekannt.[41] Zu trennen sind diese Leiturgien, die einer Teilkonfiskation des Vermögens gleichkommen konnte, von Umlagefinanzierungen durch die Gesamtheit der Bürgerschaft, wie die Ablieferungspflicht für Schmuck in Ephesos nach dem Brand des Artemisions[42]. Solche Vermögensabgaben dürfen nur in Ausnahmesituationen angeordnet worden sein.

2.2.7 Unentgeldliche Arbeit

Frondienste der Bevölkerung bei Bauprojekten sind lediglich für die sog. Ältere Tyrannis bekannt. So ließ etwa Aristodemos, der Tyrann von Cumae (bei Neapel) am Ende des 6. Jahrhunderts ein Wassergraben rings um das Territorium der Stadt anlegen, wobei jeder Bürger

[38] Veyne, Laermann und Brittnacher 1988; Bringmann und von Steuben 1995.
[39] Hdt. 2, 180.
[40] Vgl. zu Anleihen und Subskriptionen Migeotte 1984 und Migeotte 1992.
[41] RE XII Sp 1871–79 (ND 1994) s. v. Leiturgie (J. Oehler).
[42] Strab. 14,1,22; siehe Svenson-Evers 1996 = Aristot. oec. 2. 2, 19.

verpflichtet war, ein bestimmtes Quantum Erde auszuheben. Plutarch gibt an,[43] dass der Graben nicht aus fortifikatorischen, sondern aus politischen Gründen angelegt worden sei. Durch den Bau sollte es den Bürgern an Zeit und Kraft fehlen für einen Aufstand gegen den Herrscher. Nahezu dieselbe Interpretation gibt Aristoteles für den Bau des Tempels des olympischen Zeus in Athen durch die Peisistratiden und für die Errichtung der „samischen Monumente"[44] durch Polykrates. Die Bauprojekte wären unternommen worden, „damit die, die in täglicher Arbeit stehen, keinen Anschlag unternehmen".[45] Zudem würden die Projekte zur Verarmung der Bevölkerung beitragen, was ebenfalls der Sicherheit des Tyrannen zugute käme. Nach Aristoteles hätte dieses Motiv schon dem Bau der Pyramiden in Ägypten zugrunde gelegen. Ähnliche Deutungen finden sich bereits bei Platon.[46]

Berichte über Kriegsgefangene, die zur Mitarbeit an Bauprojekten herangezogen wurden, gibt es aus Sizilien. So wurden die athenischen Kriegsgefangenen nach der Niederlage gegen Syrakus dort zu Steinbrucharbeiten herangezogen. Auch beim Bau des riesigen Olympieions von Akragas nach dem Sieg der Griechen bei Himera von 480 soll der Tyrann Theron punische Gefangene eingesetzt haben. Dies wurde gleichsam als Siegeszeichen am Bau selbst dargestellt. Die riesigen Stützfiguren unterhalb des Gebälks (‚Telamones') sollen die Kriegsgefangenen darstellen.[47]. Im Mutterland wurde von Kriegsgefangenen aus Lesbos der Graben um die Stadtmauer von Samos angelegt.[48]

Sklavenarbeit spielt hingegen eine erstaunlich geringe Rolle. Inschriftlich bekannt ist die Steinmetzarbeit der Tempelsklaven in Didyma, die dort neben den Kleinunternehmern tätig waren. Solche Unternehmer beschäftigten allerdings ihrerseits neben Freien auch Sklaven, deren Arbeitsleistung in den Urkunden zum Erechtheion allerdings genauso abgerechnet wurde wie die der Freien. Die Sklavenarbeit war für den Bauherrn demnach keineswegs unentgeldlich. Freiwillige, unentgeltlich geleistete Arbeit der Bevölkerung kam wohl nur in Ausnahmesituationen vor, wie etwa beim Bau der themistokleischen Stadtmauer in Athen nach der Zerstörung durch die Perser von 479, und ebenso in Syrakus bei der Stadtmauererweiterung durch Dionysios. Fron- und Zwangsarbeit dürfte im Übrigen auch schon deshalb auf den Baustellen keine große Rolle gespielt haben, weil der überwiegende Teil der Arbeiten ausgebildete Fachkräfte erforderte, wie beispielsweise die Erechtheion-Abrechungen zeigen, in denen nur sehr wenige ‚Hilfskräfte' ausgewiesen werden.

2.2.8 Projektmanagement

Ein nur periodisch tagendes Gremium mit umfassender Zuständigkeit wie der Rat einer Stadt oder eines Heiligtums konnte naturgemäß nicht selbst ein Bauprojekt leiten, bei dem ständige Präsenz erforderlich war. Demgemäß wurden die Projekte immer delegiert an einen Repräsentanten des Bauherrn, der zwischen diesem und den Ausführenden vermittelte. Zwei Formen dafür lassen sich unterscheiden. Die erste, weil historisch ältere Form ist die Übergabe des Projekts zur Durchführung an eine einzelne Person mit umfassenden Kompetenzen. Die zweite Form ist die Delegation des Projektes an eine Behörde. Was sich hingegen nir-

[43] Plut. mor. 262B.
[44] Gemeint sein dürfte wohl vor allem der Bau des großen Ringhallentempels im Heraion unweit der Stadt Samos (der sog. „zweite Dipteros").
[45] Aristot. pol. 1313 b 20.
[46] Plat. pol. 567a.
[47] CAH IV^2 777.
[48] Hdt. 3, 39.

gendwo belegen lässt, sind zwei aus anderen Epochen und Kulturen als Standard bekannte Organisationsformen, nämlich die Übergabe der Bauleitung an den entwerfenden Architekten[49] oder eine Bauhütte. Es ist zudem kein Architekt nachweisbar, der als Inhaber eines Bauunternehmens ein komplettes Bauprojekt übernommen hätte.[50] Charakteristisch ist für das Bauwesen vielmehr, dass die Oberleitung stets – in Gremien mindestens mehrheitlich – bei Personen lag, die Bauen nicht als Beruf betrieben.

Das archaische System der personalen Gesamtverantwortung

Die Projektleitung durch eine einzelne Person (oder Familie) findet man ausschließlich in archaischer Zeit. Die konkreten Nachrichten darüber sind mehr als spärlich und lassen kaum mehr als die Grundform der Organisation erkennen: Ein sonst unbekannter Agathokles wurde in Syrakus als Epistat mit dem Bau eines Athenatempels beauftragt,[51] die Amphiktyonie von Delphi übergab den (spätarchaischen) Neubau des Apollontempels der Familie der Alkmaioniden,[52] und in Akragas auf Sizilien leiteten die späteren Tyrannen Phalaris und Theron Bauprojekte im Namen der Stadt.[53] Soweit bekannt, waren alle genannten ‚Projektleiter' Angehörige des Adels, und damit keinesfalls Unternehmer, da kommerzielle Erwerbsarbeit für den griechischen Adel ebenso tabu war wie für den römischen. Nach den übertragenen Geldmitteln (im Fall des Phalaris 200 Talente, d. h. ca. 5000 kg Silber; in Delphi sogar 300 Talente) und anderen Nachrichten zu urteilen, wurde die Bauleitung jeweils für das gesamte Projekt übertragen. Die kurzen Berichte über die beiden Tyrannen zeigen, dass sie über die übergebenen Geldmittel frei verfügen konnten. Etwas anders lag der Fall bei den Alkmäoniden, denn zwischen ihnen und der delphischen Amphiktyonie müssen konkretere Vereinbarung über den Bau bestanden haben, da berichtet wird, dass die Familie die Front in Marmor ausführen ließ, obwohl preiswerteres Material abgesprochen worden war. Auch in diesem Falle war die Gesamtverantwortung offenbar sehr weit gefasst, da sie (positive) Änderungen der Absprache zuließ. Vor allem das Beispiel der Alkmäoniden, die Eigenmittel zuschossen, könnte darauf hinweisen, dass die Übertragung der Gesamtverantwortung zugleich bedeutete, dass die ‚Projektleiter' die erfolgreiche Durchführung des Projektes persönlich garantierten. In diesem Punkt wäre die archaische Form der Projektleitung durch Einzelpersonen ähnlich den angesprochenen Leiturgien aus späterer Zeit, denn bei den Leiturgien wurden ebenfalls einer Einzelperson staatliche Finanzmittel zur Erbringung einer öffentlichen Aufgabe übertragen, wobei die betreffenden Personen die Erbringung der Leistung persönlich zu garantieren hatten, also im Bedarfsfall zusätzliche eigene Mittel zuzuschließen hatten. Der Unterschied wäre dann nur der, dass die Leiter der Bauprojekte die Aufgaben freiwillig,

[49] Das gilt auch – soweit die spärlichen Quellen hier Auskunft geben – für die anschließend angesprochenen Bauprojekte der archaischen Zeit. Denkbar ist allerdings, dass ein Alleinherrscher das gesamte Vorhaben an einen von ihm bestimmten Architekten übergeben hat.

[50] Ein kleiner Bauunternehmer mit zwei Mitarbeitern namens Philokles, der in den Abrechnungen für das Erechtheion als Architekt bezeichnet wird, war sicher nicht der entwerfende und bauleitende Architekt des Projektes, siehe Svenson-Evers 1996, s. v. Philokles.

[51] Diod. 8. 11 (Oldfather 1993, 395 Anm. 3) gibt Athen als Ort der Geschichte an, weist aber selber daraufhin, dass die a. O. erwähnten Geomoroi gar nicht für Athen, sondern nur für Samos und Syrakus bezeugt sind. Gut bekannt waren vor allem die Geomoroi von Syrakus (ein Rat, in dem die Gründerfamilien der Stadt vertreten waren), daher die – hier bevorzugte – Lokalisierung des Berichts in Syrakus; im selben Sinne RE Suppl. I (1903) Sp. 23 s.v. Agathokles (Niese), wo eine Datierung um 700 angenommen wird.

[52] Hdt. 5. 62

[53] Polyain. strat. 5.1.1; 6.5.1.

vielleicht sogar auf eigene Initiative hin übernahmen. Bei den Leiturgien war die Unterfinanzierung der Regelfall.

Die hier angenommene Verpflichtung zum Nachschießen privater Mittel dürfte einige Eckpunkte der archaischen Organisationsformen erklären. Erstens wäre dadurch verständlich, warum die Projektleiter stets reiche Adelige waren und keine kommerziellen Unternehmer, denn nur der Adel konnte sich leisten, erforderlichenfalls Eigenmittel zuzuschießen, die einen Unternehmer nicht hatte oder die ihn ruiniert hätten. Das sicherte zugleich die Exklusivität der Aufgabe, also Prestige für den Leiter, und machte die Aufgabe damit für den Adel würdig. Das Prestige-Motiv wiederum erklärt, weshalb die Bauleitung nicht, wie später, jährlich wechselte, denn nur wenn der Bau als Ganzer einer Person zugeschrieben werden konnte, war der Prestigewert entsprechend hoch, und damit attraktiv für Mitglieder führender Kreise. Es würde schließlich erklären, warum aus keinem dieser Projekte Abrechnungsurkunden, wie sie später üblich wurden, bekannt sind, denn wenn die Projekte ohnehin unterfinanziert waren, war eine Finanzkontrolle durch den Bauherrn überflüssig oder sogar kontraproduktiv, weil sie die persönliche Integrität des adeligen Bauleiters in Zweifel gezogen hätte. Die beschriebene Form der Bauleitung entspräche damit allgemein den Strukturen einer Adelsgesellschaft, die bürokratische Strukturen kaum kannte, und in der personale Beziehungen und Wertesysteme dominierten. Der Normalfall dürfte gewesen sein, dass der vom Adel gebildete Rat einfach eines seiner Mitglieder mit der Gesamtverantwortung beauftragte.

Die überlieferten Nachrichten zeigen jedoch auch die problematische Seite dieser Verfahrensweise. Der erwähnte Agathokles veruntreute die ihm übertragenen Mittel für den Bau seines Privathauses, was zu einem Prozess gegen die Familie führte, denn er selbst wurde – so der Bericht – von der Göttin wegen der Veruntreuung ihres Eigentums mit einem Blitz erschlagen. Die genannten Adeligen aus Akragas verwendeten das Geld des Rates gar, um damit Söldner anzuwerben und der Stadt eine Tyrannis aufzuzwingen.[54] Die demokratisch verfassten Stadtstaaten der klassischen Zeit haben jedenfalls aus solchen Fehlentwicklungen ihre Konsequenzen gezogen und niemals auf Dauer ähnlich umfassende Kompetenzen und Machtmittel an Einzelpersonen vergeben.

Die Baubehörden der klassischen und hellenistischen Zeit

Bauleitung durch Einzelpersonen kam zwar in Einzelfällen auch später noch vor,[55] in der Regel wurden jedoch die Bauprojekte von Behörden oder Kommissionen mit mehreren Mitgliedern geleitet. Die wesentlich wichtigere Änderung war aber, dass die Bauleiter nunmehr Wahlbeamte auf Zeit mit Rechenschaftspflicht waren. Welche Behörde konkret mit einem Bauprojekt beauftragt wurde, hing von der Verwaltungsorganisation der jeweiligen Polis, der Art der Projektes, und vor allem von dessen Umfang ab. Kleinere Bauaufgaben wurden oft an allgemeine Behörden überwiesen, die auch andere Funktionen wahrnahmen. Im einfachsten Fall waren die Prytanen zuständig, die man in etwa als ständig tagenden Unterausschuss des Stadtrates beschreiben kann, der für alle kurzfristig anfallenden Entschei-

[54] Die beiden bei Polyainos a. O. geschilderten Episoden klingen zu ähnlich, um nicht der ‚Tyrannen-Topik' verdächtig zu sein, d. h. dem üblich gewordenen Schema zu entsprechen, auf das immer dann zurückgegriffen wurde, wenn der jeweilige Autor wenig Detailangaben zur Verfügung hatte. Aber das Muster selbst wird – wenn auch nicht unbedingt in den hier angesprochenen Fällen – doch auf historische Ereignisse zurückgehen. Siehe dazu etwa Finley 1993, 70f.

[55] So wird der Tempelbau in Didyma in hellenistischer Zeit von einem Epistaten geleitet.

dungen zuständig war,[56] oder auch in Heiligtümern wie in Eleusis[57] oder auf Delos[58] die Vorsteher, die Bauprojekte zusätzlich zu ihren sonstigen Aufgaben betreuten.[59] Speziell für die Vergabe öffentlicher Aufträge zuständig waren Gremien wie die Egdoteres in Tegea, Sparta oder Epidauros,[60] die zur Vergabe der Aufträge auch in umliegende Städte reisten,[61] und die Poleten in Athen. Sie wurden jeweils auf Basis von Beschlüssen des Rates oder der Volksversammlung tätig.[62]

Bekannt sind jedoch vor allem die ständigen Behörden, die ausschließlich mit der Leitung von Bauprojekten betraut waren. Hierher rechnen vor allem die Teichopoioi, eine in verschiedenen Städten nachweisbare, ständige Kommission für die Stadtmauern.[63] Ähnliche Behörden sind die für die Straßen in Athen zuständigen Hodopoioi, die durch Los bestimmt wurden;[64] sowie die sog. Ausrüster der Heiligtümer, die für laufende Reparaturen an Tempeln einen festen Etat zur Verfügung hatten,[65] und die Behörde für den Bau von Kriegsschiffen (Trieropoioi). Für den Schiffbau wurde ein Architekt genannter Schiffbaumeister vom Volk direkt gewählt.[66] Ein vergleichbares Amt für den Hochbau gab es jedoch offenbar nicht. Aus den Heiligtümern sind ebenfalls ständige Ausschüsse für bauliche Fragen bekannt.[67] Für das Asklepiosheiligtum von Epidauros kennt man einen ganzjährig beschäftigten Architekten.

2.2.9 Baukommissionen

Soweit erkennbar, wurden etwa ab der Mitte des 5. Jahrhunderts große Bauprojekte aus dem Aufgabenbereich der ständigen Behörden ausgegliedert und von eigens eingesetzten, projektbezogenen Kommissionen geleitet.[68] Zur Illustration des grundlegenden Verfahrens sei zunächst eine entsprechende Inschrift aus Athen, das sog. Nikedekret IG I^3 35, in leicht gekürzter Form zitiert:

> „[(Die Phyle) Leontis hatte die Prytanie inne. Beschlossen haben der Rat und da]s [Vol]k, [… war Epistates, Gl]aukos stellte den Antrag: [Für die Athena

[56] Vgl. etwa den Beschluss über die Reinigung der Brunnen in Athen von 440/32 = IG I^3 49 = HGiÜ 84.
[57] Zu den Epistaten des Heiligtums von Eleusis, die gleichzeitig als Baubehörde fungierten, siehe Maier 1959–1961, I, 98.
[58] Die Hieropoioi im freien Delos nach 315 leiteten das Heiligtum und verwalteten ständig Baumaßnahmen, s. Wittenburg 1978, 89 mit Lit ebd. Anm. 2.
[59] SEG X 24 dekretierte, dass die Epistaten des Heiligtums von Eleusis, die die Kasse des Heiligtums verwalteten, Bauaufgaben in der Weise wahrnehmen sollten wie die Athener Kommissionen für Tempel und Standbild auf der Akropolis (gemeint sind die entsprechenden Kommissionen für den Parthenon); cf. Wittenburg 1978, 40ff.
[60] Siehe RE s. v. Egdoteres.
[61] Für Epidauros vgl. etwa IG IV^2 103 Z. 2; dazu Burford 1969, 103f.; für Tegea IG V 2, 6. Den Egdoteres von Epidauros wurden Reisespesen nach Korinth, Argos, Megara und Ägina erstattet. In den Inschriften ist auch von Herolden die Rede, die offenbar Ausschreibungen verkündeten.
[62] Nikedekret IG I^3, 35 und 45; s. DNP s. v. Poleten; RE XXI 1361 (Lenschau). In Athen sind bei der Restaurierung der ‚Langen Mauern' (von Athen zum Piräus-Hafen) an der Auftragsvergabe neben den zehn Poleten und den städtischen Finanzbeauftragten zwei Architekten beteiligt; die Architekten sind ständige Mitglieder, deshalb von Volk gewählt; IG II^2 463, s. Maier 1959–1961, I, 58.
[63] Ausführlich zu den Teichopoioi Maier 1959–1961, 61; Hellmann 2003, 32.
[64] Aristot. Ath. Pol. 54.1.
[65] Aristot. Ath. Pol. 50.1.
[66] Aristot. Ath.Pol. 46.1.
[67] Nach Coulton 1977, 21 Anm. 31 z. B. die Naopoioi in Delphi und die Hieropoioi auf Delos3.
[68] Allgemein zu Baukommissionen s. Wittenburg 1978.

> Ni]ke soll man eine Priesterin, welche d[urch das Los] aus sämtlich[en] Athenerinnen [bestimmt wird, einsetz]en und das Heiligtum mit einer Tür ausstatten in der Weise, wie Kallikrates in seinem Entwurf es festlegt; den Auftrag vergeben sollen die Poletai in der Prytanie der (Phyle) Leontis. […] Einen Tempel soll man bauen in der Weise, wie Kallikrates in seinem Entwurf festlegt, sowie einen Altar aus Marmor. vacat. Hestiaios stellte den Antrag: Drei Männer soll man wählen aus dem Rat; diese sollen, wenn sie gemeinsam mit Kallikrat[es] den Entwurf ausgearbeitet haben, in[formieren den Ra]t, in welcher Weise die Auftr[agsvergabe erfolgen soll…].“

Die stark ergänzten Reste der ersten Zeilen sind das sog. Formular, die den Text als Volksbeschluss (*psephisma*) ausweisen. Ergänzbar ist es vor allem deshalb, weil es sich um weitgehend standardisierte Formulierungen handelt. Die Angabe der Prytanie datiert den Monat, da die Prytanen nur 35 Tage amtierten. Die Jahresdatierung durch Angabe des Namens des jährlich bestimmten Oberbeamten (*archon eponymos*) fehlt. Die Inschrift wird wegen der Buchstabenformen (dreigestrichenes Sigma) auf ca. 450 datiert. Der Beschluss durch das Volk und den Rat bedeutet, dass verfassungsgemäß der Beschluss der Volksversammlung vom Rat vorberaten worden war. Dessen *probuleuma* im ersten Abschnitt der Inschrift wird ergänzt von dem angenommenen Zusatzantrag des Hestiaios.

Inhaltlich sah der Beschluss vor: die Zuweisung einer eigenen Priesterin an das bereits bestehende Heiligtum der Athena Nike (südlich vom Eingang zur Akropolis), den Verschluss des offenbar bereits ummauerten Heiligtums (*temenos*) durch eine Tür, und den Bau von Altar und Tempel. Der entwerfende Architekt Kallikrates – er ist als Architekt auch aus anderen Quellen bekannt – war offenbar vom Rat vorher ausgewählt worden, und wurde von der Versammlung bestätigt. Die Bauleistungen sollten von der oben schon erwähnten Behörde für die Vergabe öffentlicher Aufträge, den Poleten, vergeben werden.

Erst durch den Zusatzantrag wurde eine spezielle Kommission aus drei Ratsmitgliedern eingesetzt. Ihre Aufgabe war die Vorbereitung der Auftragsvergabe, d. h. ein Leistungsverzeichnis zu erstellen, das als Basis für die Ausschreibung und Vergabe der Werkverträge an verschiedene Unternehmer dienen konnte. Ein Generalunternehmer war offensichtlich nicht vorgesehen, denn sonst wäre keine vorbereitende Kommission erforderlich gewesen, sondern die Volkversammlung hätte direkt den Generalunternehmervertrag ausschreiben und vergeben können. Solche Generalunternehmer sind aus Athen in klassischer Zeit auch in keinem Fall bekannt geworden, vielmehr wurden stets Verträge für einzelne Bauleistungen abgeschlossen.

Um nun das Leistungsverzeichnis zu erstellen, war ein Bauentwurf erforderlich, aus dem das Leistungsverzeichnis abgeleitet werden konnte. Hier liegt der Grund, warum der Architekt Kallikrates zur Zusammenarbeit mit den drei Ratsmitgliedern bestimmt wurde. Kallikrates war also der entwerfende Architekt. Ob er formelles Mitglied der Kommission war, und damit stimmberechtigt, geht aus der Urkunde nicht eindeutig hervor.

Es sind hier folglich zwei alternative Organisationsmodelle benannt, wobei das Probuleuma für das ältere Modell der Arbeitsteilung zwischen Architekt und ständiger Ausschreibungsbehörde steht, der Zusatzantrag hingegen für die Kooperation von Architekt und Ratsmitgliedern in einer Kommission speziell für dieses Projekt.

Aus der zeitgleichen Arbeit der Parthenon-Kommission (aktiv ab 449) ist bekannt, dass die Kommissionen die Vertragstexte nicht nur formulierte, sondern – nach Bestätigung durch

die Volksversammlung, wie im Nike-Dekret vorgesehen – auch die Prüfung und Abrechnung der Vertragsleistungen vornahm. Das wiederum bedeutete, dass die Kommission während der gesamten Projektdauer aktiv war, und die Gelder für den Bau verwaltete, wie für die Parthenon-Kommission ebenfalls belegt ist.

Für die These, dass diese Übertragung der Bauverwaltungsaufgaben von der allgemeinen und ständigen Behörde hin zu speziellen Baukommissionen in dieser Zeit erfolgte, spricht auch eine Inschrift aus dem Heiligtum von Eleusis,[69] die die Behörden des Heiligtums anwies, die Arbeitsweise der Parthenon-Kommission zu übernehmen. Letztere war also wohl neu und wurde zum Paradeigma, zum Vorbild für die Organisation auch anderer Vorhaben. Im folgenden sei nun die Arbeitsweise solcher Baukommissionen zusammenfassend dargestellt.

Baukommissionen trugen unterschiedliche Amtsbezeichnungen.[70] Teils wurden sie einfach allgemein als Epistatai (‚Aufseher')[71] oder Epimeleten (‚Verwalter')[72] des jeweiligen Projekts bezeichnet, teils bezieht sich die Bezeichnung auf die Funktion (in Delphi, Lebadeia, Athen etwa Naopoioi = ‚Tempelbauer', analog gebildet zu den schon erwähnten Teichopoioi = ‚Mauerbauer'). Vereinzelt trugen die Beamten auch direkt den Namen des zu errichtenden Baus wie die Thymelepoioi in Epidauros. Thymelé ist die dortige Bezeichnung für einen Rundbau[73] (allgemein: Tholos), wodurch schon im Namen klargestellt war, welchem Bau die Kommission vorstand.[74] Die Bestellung der Kommissionen erfolgt meist gemeinsam mit dem Baubeschluss durch die obersten Gremien der Städte und Heiligtümer. Ihnen als Bauherrn waren die Kommissionen rechenschaftspflichtig bzw. entsprechenden Unterausschüssen, beispielsweise den Athen und andernorts Logistai genannten Rechnungsprüfern[75]). Meist enthielt der Baubeschluss zugleich die Festlegung der Anzahl der Mitglieder (meist fünf, gelegentlich auch nur drei[76]), die direkt gewählt wurden.

Die Wahl der Kommissionsmitglieder erfolgte in Athen in der Volksversammlung auf Vorschlag, ähnlich wie die der Schiffbau-Kommissionen, und generell der kriegswichtigen Ämter.[77] Baukommissionsmitglieder wurden also nicht durch Losverfahren berufen wie etwa die erwähnten Poleten, die Beamten der einfachen Verwaltung generell[78] und die Mitglie-

[69] SEG X 24, vgl. Svenson-Evers 1996, 243.
[70] Dazu ausführlich Wittenburg 1978, 74.
[71] Epistatai in Athen: Erechtheion-Kommission (u. a. IG I^2 372)
[72] Letztere Bezeichnung ersetzt z. B. auf Delos in der Zeit nach 314 den vorher verwendeten Terminus Naopoioi, s. Hellmann 2003, 44.
[73] Burford 1969, 66f.
[74] Die in Inschriften ebenfalls verwendete Bezeichnung Hieropoioi bezieht sich in der Regel auf den Vorstand eines Heiligtums, dem die zentrale Kasse unterstand, z. B. für Rhamnous IG I^3 248. In solchen Fällen wurde das Bauprojekt offenbar von den Hieropoioi neben ihren normalen Aufgaben zusätzlich verwaltet; Hieropoioi kann aber auch ‚untere Kultbeamte' bezeichnen.
[75] Diese Prüfung wird für Baukommissionen explizit erwähnt im Zusammenhang von Demosthenes' Aufgaben bei der Restaurierung der Athener Stadtmauer nach der Schlacht bei Chaironea 338; cf. Aeschin. Ctes. 14. Sanktionen konnten mindestens im 4. Jahrhundert jedoch weder die Logistai selbst noch der Rat festsetzen, sondern nur bei den Gerichten beantragen. Die Initiative für eine Klage gegen die Verwendung der Gelder konnte auch von Personen ohne Amt ausgehen; cf. Arist. Ath. Pol. 46.2.
[76] Fünf Mitglieder hatte etwa die Kommission für die Großen Propyläen, vgl IG I^2 366 und Wittenburg 1978, 29f. Die Zahl scheint später üblich geworden zu sein, denn auch die Kommission, die 264 oder kurz danach lediglich einen Grabbau für Zenon von Kition errichten sollte (vollständiger Volksbeschluss bei Diog. Laert. 7.10.10ff.) hatte fünf Mitglieder. Nur drei Mitglieder hatte hingegen die Erechtheion-Kommission; s. IG I^2 372.
[77] Aristot. Ath.Pol. 43.1; 46.1.
[78] Aristot. Ath.Pol. 43.1.

der vieler anderer, auch bedeutender Ämter bis hin zu den neun Archonten (‚Oberbeamte'). Spezielle Beschränkungen sind kaum bekannt. Fachlich einschlägige Qualifikationen wurde, wie bei der Besetzung anderer Ämter auch, nicht zwingend verlangt.[79] Wahrscheinlich galten aber die jeweils üblichen Auswahlkriterien für Beamtenpositionen jeder Art. Gefordert wurde das Bürgerrecht[80], Schuldenfreiheit gegenüber dem Staat[81] und ein Mindestalter. Letzteres geht indirekt auch aus dem Nike-Dekret hervor, wo die Kommissionsmitglieder Ratsmitglieder sein mussten, die wiederum mindestens 30 Jahre alt zu sein hatten. Dieselbe Altersgrenze galt etwa in Tanagra.[82] Möglicherweise konnte unter bestimmten Bedingungen die Wahl nicht abgelehnt werden.[83]

Die Amtsperiode blieb in den Beschlüssen meist ungenannt, weil sie den allgemeinen Regeln für die Ausübung von Ämtern entsprach. Ämter wurden als Jahresämter vergeben.[84] Vereinzelt war die Amtszeit auch kürzer, wie etwa die des Sekretärs einer Kommissionen in Epidauros mit nur sechs Monaten.[85] Die Amtsperiode war also stets wesentlich kürzer als die Bauzeit selbst mittelgroßer Projekte. Da Verlängerung bzw. Wiederwahl nur in Ausnahmefällen vorkam,[86] bestand für kein Mitglied die Möglichkeit, wie in archaischer Zeit ein Bauprojekt vollständig zu leiten oder zu kontrollieren. Honorierung ist in einigen Fällen bekannt. Sie liegt jeweils auf dem Niveau der Handwerkerlöhne, eher sogar darunter. Die Epistaten einer Kommission in Eleusis erhielten vier Obolen täglich,[87] der Architekt der Erechtheion-Kommission erhielt eine Drachme, der zweite Sekretär fünf Obolen.[88] Zum Vergleich: Der Handwerkerlohn betrug in dieser Zeit etwa eine Drachme pro Arbeitstag; zwei Obolen täglich betrug die Invaliden-Unterstützung in Athen im 4. Jahrhundert.[89] Aus der Bezahlung darf aber gleichwohl nicht auf ein geringes Prestige der Amtsinhaber geschlossen werden, denn sie orientierte sich einfach an der üblichen Honorierung öffentlicher Ämter. Mehr als eine Drachme pro Tag bekamen selbst die Inhaber höchster Positionen nicht,[90] weil das Honorar eher als eine Aufwandsentschädigung denn als ein Gehalt verstanden wurde.

Die interne Struktur der Kommissionen kennt nur zwei besondere Positionen: den Architekten und Grammateus (‚Schreiber/Sekretär'). Die Tatsache, dass nie ein Vorsitzender einer Kommission ausgewiesen wird, und zudem, dass die bekannten Kommissionen stets eine ungerade Zahl von Mitgliedern hatten, deutet daraufhin, dass bei unterschiedlichen Mei-

[79] Kahrstedt 1969, 23; Burford 1969, 127f.
[80] Vgl. Aristot. Ath. Pol. 55 für die Archonten.
[81] Das wurde ausdrücklich von den Richtern verlangt.
[82] Müller-Wiener 1988.
[83] In einem Zusatzantrag zu einem nicht erhaltenen Dekret aus Eleusis, dessen Datierung nicht ganz gesichert ist (um 450), wurde festgelegt, dass die Gewählten die Wahl nicht ablehnen konnten. Die Bestimmung kann aber nicht allgemein gegolten haben, denn sonst hätte der Zusatzantrag gar nicht erst gestellt werden müssen. Derselbe Zusatz legte fest, dass die Kommission den Sekretär aus dem Kreis der Mitglieder selbst bestimmen sollte. SEG X 24; s. dazu Wittenburg 1978, 43ff. sowie Kahrstedt 1969.
[84] Das wird durch erhaltene Rechenschaftsberichte vielfach bestätigt. Belege etwa für den Bau der Propyläen auf der Athener Akropolis bei Wittenburg 1978, 29f.
[85] Burford 1969.
[86] Bekannt vor allem von den letzten Jahren der Parthenon-Kommission, und dort offenbar dadurch bedingt, dass der Bau nach zehn Jahren nahezu fertiggestellt war, die Kommission in den Folgejahren also nur noch wenig Arbeiten abzurechnen hatte; Belege bei Wittenburg 1978, 7.
[87] SEG X 24, Z. 8f.
[88] IG I^2 374, Z. 110f. 258f.
[89] Vgl. Lys. or. 24.
[90] Aristot. Ath.Pol. 62.2.

nungen in den Kommissionen abgestimmt wurde, also niemand eine Leitungskompetenz hatte.

Der Kern der Aufgabenstellung war die sachgemäße Verwendung der bereitgestellten Gelder. Das zeigen bereits die älteren Rechenschaftsberichte. Sie nennen die Summe der übernommenen oder neu vereinnahmten Geldmittel, führen die Ausgaben auf (Leistung, Leistungsnehmer, Betrag), sowie die am Ende der Amtsperiode verbliebenen Mittel. Im einzelnen erwähnt wurden der Ankauf von Baumaterialien, die Abrechnung von Werkaufträgen oder die Bezahlung der Handwerker im Tageslohn, sowie die Schlichtung diesbezüglicher Streitfälle. Für letztere konnten gegebenenfalls auch Gerichte herangezogen werden. Mit diesen in den Inschriften greifbaren, eher verwaltungstechnischen Aufgaben und Kompetenzen dürfte die Bedeutung der Kommissionen jedoch noch nicht in jedem Falle angemessen bestimmt sein. Wäre die Arbeit etwa der Parthenon-Kommission auf die bloße Kassenverwaltung beschränkt gewesen, hätte sich wohl kaum jemand wie Perikles – der seinerzeit führende Politiker Athens – in eben diese Kommission hineinwählen lassen.[91] Naheliegt, dass die Kommissionen bei großen Projekten ein regelrechtes ‚Projektmanagement' dargestellt haben, das erheblichen Einfluss auf die Ausgestaltung des Bauentwurfs hatte.

Über ihre Tätigkeit hatten die Kommissionen Rechenschaftsberichte abzufassen, die als Inschriften veröffentlicht wurden, also auf Stein und ohne Möglichkeit zur nachträglichen Korrektur bzw. Manipulation. Die Berichtsperioden waren teilweise auch kürzer als die Amtsperioden, wie aus Epidauros bekannt ist. Die dortigen Monatsberichte erklären sich durch den monatlichen Wechsel des Schriftführers (*katalogos*) der Kommission. Man muss in diesem Zusammenhang damit rechnen, dass auch an anderen Orten die Berichtsperioden kürzer waren, denn die inschriftlich erhaltenen Angaben können durch Dokumentationen auf Wachstafeln, die sich nicht erhalten haben, ergänzt worden sein. Solche Dokumente wurden in staatlichen Archiven aufbewahrt, wie in Athen im Metroon, dem Tempel der Göttermutter auf der Agora. Dafür sprechen jedenfalls Aufzeichnungen aus Epidauros, Delos und Delphi, wo Beträge bis zu einer halben Drachme einzeln aufgeführt wurden.[92] Solche Angaben könnten in Athen auf den erwähnten Wachstafeln aufgeführt worden sein.

Der offensichtliche Zweck der berichtspflichtigen Kommissionen, die Verhinderung von Unterschlagungen, scheint nicht in jedem Falle durch die neuen Organisationsformen erreicht worden zu sein. Immerhin ein prominenter solcher Fall ist literarisch überliefert für eine Kommission, die man auch aus originalen Inschriften kennt. Für die Schaffung der Gold-Elfenbein-Statue der Athena im Parthenon durch Phidias gab es eine eigene Kommission, deren Mitglied Perikles war. Der Prozess gegen Phidias wegen Unterschlagung von Elfenbein ist schon in der Antike als politischer Angriff auf Perikles verstanden worden, jedoch lassen die fragmentarisierten Quellen keine Auskunft darüber zu, ob allein Phidias als Unternehmer, oder ob die Baukommission selbst auf Unterschlagung angeklagt worden ist.[93] Wahrscheinlich war nur Phidias formell angeklagt, indirekt jedoch (und vor allem) Perikles, denn Phidias gehörte zu Perikles' persönlichem Freundeskreis, und es darf als sicher gelten, dass sich Perikles für die Vergabe des Auftrags an Phidias eingesetzt hatte.

[91] Strab. 9. 1. 12

[92] Vgl. z. B. Hellmann 2003, Nr. 23, 25.

[93] Die Quellen und einige neuere Literatur dazu sind zusammengestellt bei Wittenburg 1978, 48–50.

2.2.10 Die Syngraphé als Arbeitsgrundlage der Baukommissionen

In dem oben erwähnten Nikedekret war vorgesehen, dass der Tempel nach dem Plan des Architekten Kallikrates erbaut werden sollte. Der in der Urkunde für diesen Bauplan verwendete griechische Begriff ist Syngraphé. Die umfangreichste Syngraphé, die erhalten ist, beschreibt den von Philon von Eleusis entwickelten Plan für die zwischen 347 und 329 errichtete Skeuothek, das Arsenals im Piräus-Hafen, in dem die Ausrüstung für ca. vierhundert Kriegsschiffe aufbewahrt wurde (Takelage, Ruder usw.).[94]

Die Inschrift enthält eine Art Bauplan in Form eines Textes, der bis heute Grundlage für verschiedene Rekonstruktionsvorschläge für die Skeuothek gewesen ist. Jenseits der damit verbundenen Probleme stellt sich im hier diskutierten Kontext vor allem die Frage, warum dieser Text in die Volksversammlung eingebracht und dort auch beschlossen worden ist. Heute würde selbst bei Großprojekten kein Parlament über Blaupausen diskutieren. Die naheliegende Vorstellung, in der direkten Demokratie des athenischen Staates hätte sich die Volksversammlung bis ins Detail mit ihren Bauprojekten befasst, ist bei genauerer Betrachtung kaum tragfähig. Wenn die Volksversammlung sich wirklich mit dem Entwurf als solchem hätte auseinandersetzen wollen, hätte zumindest die Grundrissdisposition in dem Antrag vollständig angegeben sein müssen. Das ist aber nicht der Fall, denn trotz des beachtlichen Umfangs des Textes fehlen dort entwurfsbestimmende Angaben, wie etwa das Joch der beiden inneren Stützenstellungen[95].

Umgekehrt sind dort aber wiederum Angaben enthalten, die soweit ins Detail gehen, dass man sich nicht vorstellen kann, dass darüber eine Aussprache in diesem Rahmen hätte stattfinden sollen, wie beispielsweise die Abmessungen der Platten der obersten Schicht des Fundaments, oder die Anzahl der Fundamentplatten unter den Stützen. Beurteilen konnten solche konstruktiven Einzelheiten ohnehin allenfalls Baufachleute, sicherlich jedoch nicht die Mitglieder der Volksversammlung. Nach meinem Verständnis findet sich der Schlüssel für die Antwort auf die Frage, warum solche Projektbeschreibungen trotzdem der Versammlung vorgelegt wurden, in dem schon zitierten Baubeschluss für den Niketempel, bzw. genauer gesagt dem Zusatzantrag des Hestiaios: Er beantragte die Einsetzung einer Drei-Männer-Kommission für die Vergabe der Bauleistungen.[96] Für die Arbeit dieser Kommission, d. h. im Wesentlichen für die Formulierung und Vergabe der einzelnen Aufträge, war die Syngraphé die Arbeitsgrundlage, denn aus der Syngraphé konnte die Kommission die Leistungsbeschreibung der zu vergebenden Werkverträge wörtlich übernehmen. Tatsächlich ist die Syngraphé eine einfache Aneinanderreihung der Leistungsbeschreibung der zu vergebenden Werkverträge. Das zeigt unter anderem der Vergleich mit den Formulierungen der hier später noch zitierten Prostoon-Inschrift.[97] Die Syngraphé enthielt also *de facto* Angaben, aus denen die Mitglieder der Volksversammlung Anzahl und Umfang der Verträge abschätzen konnte. Es dürfte der Volksversammlung mithin in der Hauptsache um die

[94] IG II^2 1668. Eine vollständige Übersetzung der Inschrift bei Bundgaard 1957. Die inzwischen ergrabenen Teile des Arsenals sind publiziert bei Steinhauer 1996, der auch die ältere Literatur zur Rekonstruktion des Baus allein auf Basis der Inschrift angibt.

[95] Angegeben sind lediglich die Abstände der Stützenstellungen von den Außenwänden und die Breite des mittleren Durchgangs.

[96] Das heißt, diese Aufträge wurden nicht der ständigen Behörde zur Vergabe öffentlicher Aufträge, den Poleten, zugewiesen, die für die Durchführung der anderen Beschlüsse des Dekrets zuständig waren.

[97] Zur Prostoon-Inschrift s. unten S. 184.

Kontrolle über die Vergabe öffentlicher Bauaufträge gegangen sein, die sich aus dem Baubeschluss ergaben, nicht aber um Entwurfsfragen.

Aus der Inschrift lassen sich darüber hinaus wichtige Schlussfolgerungen für das Bauwesen dieser Zeit in Athen ziehen. Erstens beweist sie, dass es weder Bauhütten noch Generalunternehmer in Athen gab, denn andernfalls wäre es überflüssig gewesen, eine eigene Kommission zur Vergabe von Werkverträgen einzurichten. Das belegen im übrigen auch die diversen, fragmentarisch bekannten Rechenschaftsberichte der Athener Baukommissionen, die die Vergabe und Abrechnung solcher Werkverträge dokumentieren. Die Errichtung Bauten wurde demnach stets aufgegliedert in eine Vielzahl von Werkaufträgen, die an eine ähnlich große Zahl von kleineren Unternehmern vergeben wurden (siehe Abschnitt 2.7.2) Zweitens beweist die Inschrift, dass vor Baubeginn eine detaillierte Planung des zu errichtenden Gebäudes vorgelegen haben muss, denn nur auf dieser Basis konnte die Kommission die einzelnen Verträgsleistungen ausschreiben und als Werkverträge vergeben. Worüber die Inschrift hingegen nichts aussagt, ist die Art und Weise, wie griechische Architekten ihre Entwürfe entwickelten. Wie immer das geschah (dazu ausführlich im folgenden Abschnitt), die Inschrift zeigt nur, dass die planenden Architekten wegen des Ausschreibungsverfahrens ihre ausgearbeiteten Entwürfe in Textform präsentieren mussten, damit die Volksversammlung die Arbeiten genehmigen und zur Ausschreibung an Baukommissionen überweisen konnten.

2.3 Planung und Bauentwurf

Angesichts der immensen Bedeutung der griechischen Architektur für die europäische Baugeschichte ist nachvollziehbar, warum die Frage nach den griechischen Entwurfsverfahren von der Forschung schon sehr früh gestellt, und seither kontinuierlich diskutiert worden ist. Die Rekonstruktion des Entwurfs galt und gilt als der eigentliche Schlüssel zum Verständnis der geistigen Leistung, die den Bauten zugrunde liegt. Schon in der Antike selbst wurden die perikleischen Bauten auf der Athener Akropolis für mehr als bloßes Handwerk angesehen.[98] Gerade das Entwerfen als eine genuin geistige Tätigkeit spielte auch für die antike Bewertung der Arbeit der Architekten, und damit für ihren sozialen Status, eine wesentliche Rolle.[99]

Die hohe Bewertung der planerischen Leistung ist allerdings für den heutigen Betrachter der antiken Ruinen keineswegs evident, und zwar paradoxerweise um so weniger, je mehr dieser Bauten er besucht: Wer etwa die Ruinen der acht dorischen Ringhallentempel von Agrigent auf Sizilien gesehen hat, dem dürfte sich, trotz der ohne weiteres erkennbaren Unterschiede in den Details, durchaus der Eindruck vermitteln, ‚immer dasselbe' gesehen zu haben, nämlich umlaufende Stufenbauten, Säulen ohne Basis mit scharf kannelierten Graten und Wulstkapitellen, Gebälke mit Triglyphenfriesen, Gesimse mit Nagelplatten usw. Angesichts der offensichtlich strikten Verbindlichkeit des Formenapparats und Ähnlichkeit der Grundrisse wird gar nicht erkennbar, worin die besondere planerische Leistung der Architekten gelegen haben soll. Selbst die Fachleute sprechen bezüglich der Architekturordnungen – der dorischen und ionischen Ordnung – vom sog. ‚Kanon', also von etwas, das sich

[98] Plut. Per. 13. 1.

[99] Vgl. dazu unten den Abschnitt 2.7.1 zum sozialen Status der Architekten.

aufgrund verbindlicher Regeln stets wiederholt.[100] Der unbefangene Betrachter dürfte auch kaum vom individuellen Gestaltungswillen der Architekten überzeugt werden, wenn er beispielsweise erfährt, dass ungefähr zweihundertfünfzig Jahre nach Beginn des griechischen Monumentalbaus in Stein jemand gewagt hat, eine Säule ionischer Ordnung mit einem Gebälk dorischer Ordnung zu kombinieren.[101]

Die Auflösung dieses vermeintlichen Widerspruchs besteht vor allem darin zu erkennen, dass die Architekturordnungen den Architekten Baumuster und Typenarsenale keineswegs so klar definiert vorgaben, dass deren Umsetzung eine Frage allein der Handwerkstechnik war. Zwar gewährleistete der Kanon auf der einen Seite im Bereich Gestaltung der Bauglieder Formen, deren ästhetische Qualität bis heute unbestritten ist. Auf der anderen Seite schuf er aber zugleich Probleme, da die Ordnungen in bestimmtem Sinne nicht widerspruchsfrei waren. Griechische Architekten hatten sich mit spezifischen Systemzwängen auseinanderzusetzen, die sie als Kollektiv selbst geschaffen hatten. Folglich hatten sie sich mit Problemen zu beschäftigen, die es in den Architekturen anderer Epochen schlicht nicht gab. Es ist eines der Hauptanliegen dieses Beitrags, diese spezifischen Probleme der griechischen Architektur zu verdeutlichen. Oder etwas schlichter und allgemeiner gesagt: Es soll etwas von dem deutlich werden, worüber die Architekten überhaupt nachgedacht haben, obwohl sie scheinbar doch ‚immer dasselbe' gebaut haben.

Die wichtigste Quelle für die Analyse antiker Entwurfsverfahren sind die Bauten selbst. Schriftquellen dazu gab es zwar in der griechischen Antike nicht wenige, denn Architekten haben sowohl ihre Werke kommentiert sowie systematische Fragen in Texten behandelt. Allerdings sind alle diese Schriften verloren. Von ihrer Existenz wissen wir nur durch die Bücher des römischen Architekten Vitruv, und einige kursorische Hinweise in der Literatur.[102] Die Entwürfe, die Vitruv selbst präsentiert, gehören stilgeschichtlich zum späten Hellenismus, erklären also gerade nicht, wie die herausragenden Bauten der archaischen und klassischen Zeit entworfen worden sind. Die inschriftlichen Quellen tragen nur sehr begrenzt zur Analyse der Entwurfsverfahren bei, da sie stets nur das Resultat des Entwurfsprozesses widerspiegeln (etwa in Form von Stücklisten oder Abrechnungen), nie aber die Methoden des Entwerfens selbst. Eine besondere Stellung in diesem Kontext haben hingegen die Bauzeichnungen, die sich in Form von Ritzzeichnungen auf einigen wenigen Baugliedern oder Wänden erhalten haben. Auf sie wird im letzten Abschnitt dieses Beitrags eingegangen.

Eine weiteres Methodenproblem der Rekonstruktion des Entwurfsvorgangs aus den Bauten selbst hängt mit den antiken Maßsystemen zusammen. Schon H. Riemann hatte die Forderung aufgestellt, dass ein vollständig rekonstruierter antiker Bauentwurf auch in antiken Maßeinheiten darstellbar sein müsse. Das Grundproblem dabei ist, dass die Griechen – die anders als die Römer nie zu einer staatlichen Einheit gefunden haben – unterschiedliche Maßeinheiten verwendeten, wie schon durch Herodot sicher bezeugt ist.[103] Die sog. metrologischen Reliefs wären prinzipiell eine authentische Quelle für die verschiedenen Längenmaße, haben aber aufgrund verschiedener Deutungsprobleme keine Klarheit erbracht.[104]

[100] Der Begriff ‚Kanon', obwohl dem Griechischen entnommen, ist er kein antiker Terminus zur Bezeichnung der Architekturordnungen. Das Wort meint im Bauwesen ursprünglich eine Messlatte oder ein Richtscheit, mit dem die Geradheit von Flächen geprüft wurde.

[101] Zuerst an einem Bankettsaal im Zeusheiligtum von Labraunda im antiken Karien, einem nicht traditionell griechischen Siedlungsgebiet. Labraunda liegt in der Nähe der heutigen Stadt Milas in der Südwesttürkei.

[102] Einige Überlegungen zu den verlorenen Schriftquellen stehen in Abschnitt 2.8.3 dieses Beitrags.

[103] Hdt. 1.60; 1.178; 2.149; 2.168.

[104] Vgl. dazu Jones 2000.

Das mit Abstand umfangreichste, wenn auch ebenfalls nicht eindeutig interpretierbare Material für die Bestimung der Längenmaße sind die Bauten.[105] Allgemein akzeptierte Fußmaße sind der attisch-ionische Fuß von ca. 29,6 cm, der dorisch-pheidonische Fuß von ca. 32,6 cm, jeweils entsprechend 16 Daktyloi (‚Zoll'). Hinzukommt die samische Elle (= 1 $\frac{1}{2}$ Fuß) mit 52,1–3 cm. Direkte Quellen zu den verwendeten Maßen gibt es nur wenige.

Haufig tritt nun aber der Fall auf, dass zwei metrisch gemessene Maße zwar in klarer Proportion zueinander stehen, jedoch nicht in antiken Maßeinheiten formulierbar sind: Die 16 Daktyloi eines Fußes lassen beispielsweise ein Teilung in fünf gleiche Teile nicht ohne Rest bzw. Brüche mit großen Nennern zu. Die Frage nach der verwendeten Maßeinheit hat zu einer Vielzahl von Publikationen und Vorschlägen geführt, die ausgesprochen wenig konsensfähige Ergebnisse gebracht haben. Es mag hier genügen darauf hinzuweisen, dass beispielsweise für den jüngeren Aphaiatempel auf Ägina bisher nicht weniger als sieben verschiedene Fußmaße vorgeschlagen worden sind.[106] Bekannte Forscher haben sich mittlerweile dezidiert kritisch zur metrologischen Debatte geäußert.[107] Im folgenden wird nicht weiter auf diese Diskussionen eingegangen werden, zumal es durchaus praktikable Möglichkeiten gab, mit dem Problem stark gebrochener Werte in sehr einfacher Weise umzugehen, wie im Schlussabschnitt dieses Beitrags gezeigt werden soll.

2.3.1 Die Architekturordnungen und ihre Verwendung

Das Bild der griechischen Architektur wird geprägt von der dorischen und der ionischen Ordnung. Gelegentlich ist zudem von der korinthischen Ordnung die Rede, jedoch ist der Begriff insofern irreführend, als es keine eigenständige korinthische Ordnung gegeben hat, sondern nur einen besonderen Kapitelltypus, der mit den sonstigen Elementen der ionischen Ordnung kombiniert wurde. Es gab zudem noch weitere Kapitelltypen, die – lokal und zeitlich eng begrenzt – ebenfalls für Stützenstellungen verwendet worden sind.[108]

Eine ionische Ordnung ist auf Abb. 2.1 dargestellt. Den Fuß der Säule bildete die auf eine quadratischen Standplatte (Plinthe) gestellte Rundbasis, deren kanonische attische Form aus der Folge von Wulst – Kehle – Wulst gebildet wurde. In archaischer Zeit wurden in den ostgriechischen Siedlungsgebieten alternativ auch Basen samischen und ephesischen Typs verwendet, wobei letztere in der Spätklassik wieder aufgegriffen wurde.[109]

Der Schaft der Säule hatte bei kanonischer Ausbildung 24 Kanneluren, die durch Stege von einander abgegrenzt wurden. Die beiden verbundenen Voluten des Kapitells ruhten auf einem ionischen Kyma (‚Eierstab'). Den oberen Abschluss des Kapitells bildete eine dünne Platte. Der Architrav, der die Säulen verband, war an der Front durch drei nach oben vorkragende Faszien (Leisten) gegliedert und wurde von einem schmalen Kyma bekrönt. Über

[105] Die jüngste Arbeit, die systematisch aus den an Bauten gemessenen Maßen die antiken Fußmaße zu rekonstruieren versucht, ist Pakkanen 2013.

[106] Bankel 1993, 119f. und Abb. 66.

[107] Vgl. etwa Schwandner in: DAI Architekturreferat 1984, 24; oder auch Wesenberg 1995, 199ff.

[108] Erwähnen muss man hier das äolische Kapitell, das in nur wenigen erhaltenen Exemplaren an der türkischen Westküste gefunden wurde, und dessen Laufzeit sich auf das 6. Jahrhundert beschränkt, sowie verschiedene Formen des Palmblattkapitells, die wohl auf ägyptische Vorbilder zurückgehen, und fast ausschließlich für Innenräume und an kleineren Bauten in hellenistischer Zeit verwendet wurden.

[109] Der Rückgriff auf den ephesischen Basistyp geht wohl auf den Einfluss des Architekten Pytheos zurück, den die antike Überlieferung als Baumeister des Athenatempels von Priene und des Mausoleums von Halikarnass nennt. Das Mausoleum galt als eines der sieben Weltwunder der Antike. Die Quellen zu Pytheos sind zusammengestellt bei Svenson-Evers 1996, s. v. Pytheos.

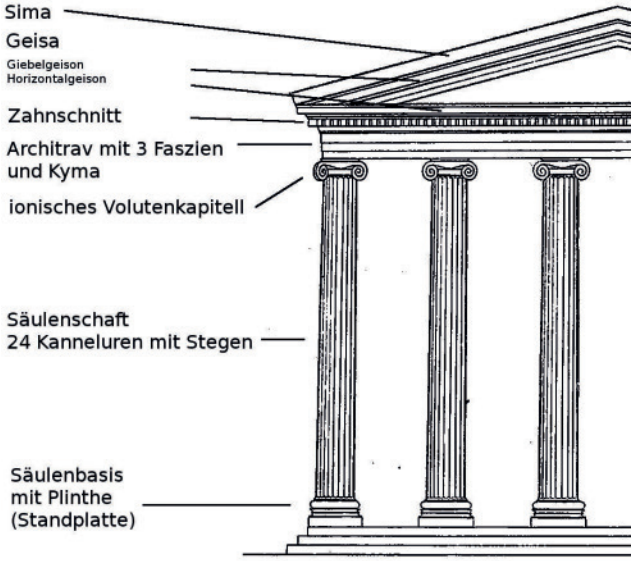

Abb. 2.1: Ionische Ordnung (Wiegand und Schrader 1904, Abb. 67, modifiziert).

dem Architrav folgte entweder direkt ein Zahnschnitt (wie auf der Abbildung), oder aber es wurde dazwischen ein Fries eingeschoben. Letzterer konnte reliefiert sein oder glatt belassen bleiben (‚Blankfries'). Darüber folgte das Geison, d. h. ein Traufgesims. Die Sima, die den Dachrand bildete, gehörte nicht mehr zu den spezifischen Baugliedern der Ordnung.

Alle Elemente der dorischen Ordnung (Abb. 2.2) unterschieden sich von denen der ionischen Ordnung. Eine Basis gab es in der dorischen Ordnung nicht, der Säulenschaft ruhte unmittelbar auf dem Stylobat. Die kanonischen zwanzig Kanneluren liefen in spitzen Graten direkt gegeneinander, also ohne trennenden Steg wie im Ionischen, und waren zudem deutlich weniger tief als dort. Dorische Säulenschäfte waren darüber hinaus stets weniger schlank als ionische Schäfte. Das dorische Kapitell bestand aus dem Hypothrachelion, d. h. dem oberen Auslauf der Kanneluren, der von Anuli (kleine Leisten) abgeschlossen wurde, darüber dem Echinus, ursprünglich einem Wulst, der in klassischer Zeit tendenziell auf einen Kegelstumpf reduziert wurde, und dem abschließenden Abakus, einer quadratischen Platte ohne Ornament. Die Formen des Gebälks wurden bestimmt durch den Triglyphenfries. Er bestand aus einer alternierenden Reihe von Triglyphen und Metopen, wobei bis in das 4. Jahrhundert jeweils zwei Triglyphen und zwei Metopen einem Joch entsprachen, später auch drei oder – vor allem bei Kleinarchitekturen – noch mehr. Die Form der Triglyphen war bestimmt durch die drei vertikalen Glyphen (Kerben), im Zentrum zwei und an den Ecken jeweils ein Halbglyph. Die Glyphen waren im Schnitt meist leicht stumpfwinklig, später auch rechtwinklig. Bekrönt wurden die Triglyphen, ebenso wie die Metopen, von einer einfachen Faszie (Leiste). Die Metopen waren meist einfache Platten, konnten aber auch mit Reliefs versehen werden. Der Architrav hatte ebenfalls eine durchgehende obere Leiste,

und dazu, nur im Bereich der Triglyphen, eine Regula, d. h. eine weitere, etwas niedrigere Leiste, an der sechs Guttae (konische Tropfen) angearbeitet waren. Das Geison, d. h. das umlaufende Gesims, war durch Mutuli (Nagelplatten) gegliedert, die ebenfalls den Rhythmus des Frieses wiederholten. Die Mutuli waren üblicherweise mit drei Reihen zu je sechs Guttae verziert. Die vertieften Teile des Gesims zwischen den Mutuli werden als Viae bezeichnet. Der Wechsel von Mutuli und Viae erfolgte so, dass jedem Triglyphen ein Mutulus entsprach, jeder Metope ein Mutulus und zwei Viae. Im Gegensatz zum Horizontalgeison war die Unterseite der Giebelgeisa nicht ornamentiert, sondern als einfache Traufnase ausgebildet. Die Stirn der Geisa war in der Regel mit einem schmalen Kyma bekrönt. Die Sima über dem Gesims war – wie im Ionischen – kein Teil der Ordnung.

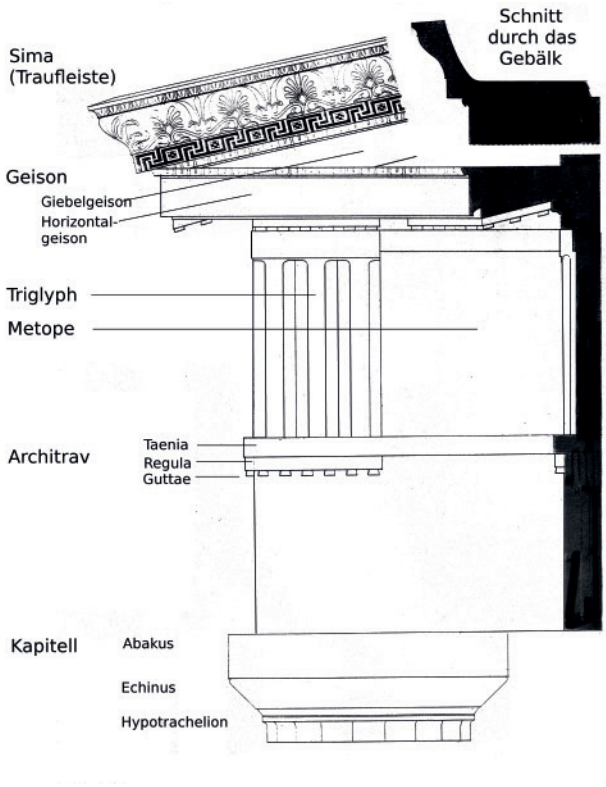

Abb. 2.2: Dorische Ordnung (Adler und Curtius 1892, Tf. 26, modifiziert).

Zu den Ordnungen gehörten neben den beschriebenen Formen der Bauglieder von Stützenstellungen auch bestimmte Formen der Ausbildung von freistehenden Mauerzungen. Sie wurden jeweils seitlich durch vorspringende Leisten verstärkt, im Ionischen mit gleicher Tiefe, im Dorischen asymmetrisch, wobei die schmalere Leiste der Außenseite der Mauerzunge zugeordnet war. Durch diese verstärkenden Leisten lief die Mauer in eine Art von Pfeiler aus, der als Ante bezeichnet wird. Bekrönt wurde die Ante in beiden Ordnungen wie eine Säule von einem je eigenen Kapitelltypus, der der rechteckigen Form des Antenpfeilers

entsprach. Im Sockelbereich von Wänden und als oberer Wandabschluss wurden oft profilierte Leisten verwendet, sog. Kymatien, wobei ionische und dorische allerdings relativ frei eingesetzt wurden, häufig kombiniert mit dem sog. lesbischen Kyma (einer Art Blattwelle).[110]

Der strukturelle Unterschied zwischen den beiden Ordnungen im Bereich der Stützenstellungen besteht darin, dass im Dorischen die Gebälkformen durch ihre horizontale Gliederung einen Rhythmus haben, der auf die Säulenstellung Bezug nimmt. Daraus ergaben sich für den Bauentwurf spezifische Anforderungen und Probleme, die in der ionischen Ordnung mit ihrer ungegliederten, bandförmigen Ornamentik nicht auftraten (s. u.). Als System betrachtet, hat die dorische Ordnung daher eine höhere Komplexität, und war für entwerfenden Architekten entsprechend die anspruchsvollere Aufgabe. Umgekehrt war die Ausbildung der Formen der Bauteile im Ionischen differenzierter, und forderte entsprechend mehr Können auf Seiten der Steinmetzen und mehr Arbeitsaufwand.

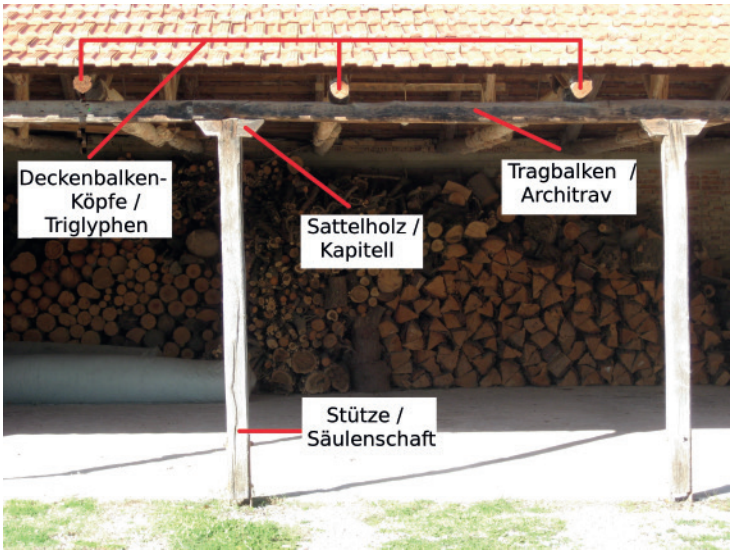

Abb. 2.3: Moderne Stützenstellung aus Holz mit Angabe der entsprechenden Termini der antiken griechischen Architekturordnungen (W. Osthues).

Die Ausbildung der elementaren Formen beider Ordnungen lässt sich historisch nicht mehr nachvollziehen, denn sie sind auch an den ältesten der erhaltenen Resten von Steinbauten bereits gültig ausgebildet. Sicher ist nur, dass es sich nicht um Übernahmen aus älteren Kulturen des östlichen Mittelmeers handelt, mit denen die Griechen in Verbindung standen. Um die Ursprünge in der älteren griechischen Architektur, deren Bauteile aus Bruchstein, Lehm und Holz gefertigt waren, ist jedoch eine Kontroverse in der Forschung entstanden, die sich vor allem an der Frage entzündet hat, ob speziell die dorische Architektur die zuvor bereits ausgebildeten Formen der hölzernen Stützenstellungen wiederholt (sog. Petrifizierung) oder nicht. Die grundsätzlich möglichen Entsprechungen lassen sich selbst an heutigen

[110] Die Formen sind zusammengestellt bei Shoe 1936 und Shoe 1952; zur Terminologie Wesenberg 1972.

Stützenstellungen aus Holz aufzeigen (Abb. 2.3). Die Befürworter dieser Annahme können sich auf antike Quellen berufen. So spricht Vitruv ausdrücklich von einer Nachahmung älterer Formen des Fachwerkbaus in der dorischen Steinarchitektur.[111] Pausanias überliefert, dass das Heraion im Heiligtum von Olympia (errichtet um 600) ursprünglich eine Ringhalle aus Holz gehabt habe. Eine der originalen Holzsäulen im Opisthodom (dem rückwärtigen Kultraum) hat er im 2. Jh. n. Chr. noch selbst gesehen.[112] Zudem kennt man solche Formenübernahmen aus der Holz- in die Steinarchitektur aus der (nicht griechischen) lykischen Grabarchitektur.[113] Gegner der Annahme verweisen u. a. darauf, dass die dorischen Gebälkformen in der vorliegenden Form aus technischen Gründen kein Abbild einer älteren Holzarchitektur sein können. So ist es beispielsweise nicht möglich, dass die umlaufenden Triglyphen die Stirnseiten der Deckenbalken einer Holzarchitektur abbilden: Am dorischen Fries liegen die Triglyphen von Fronten und Flanken in einer Ebene, wohingegen bei einer Holzdecke die Längs- und Querbalken übereinander liegen müssen. Auch wird die konische Form der Guttae angeführt, die keine Holznägel gewesen sein könnten, da ihre Basis nach unten weist, was bedeuten würde, dass sie bei Trocknen des Holzes herausfallen würden.[114] Zudem sind alternative Erklärungen vor allem für die Herkunft der Form der Triglyphen vorgelegt worden.[115] Den technischen Einwänden lässt sich allerdings begegnen, wenn man annimmt, dass es sich bei den dorischen Architekturformen um eine stilisierte Übernahme der älteren Holztechnik handelt, die technische Zwänge des Fachwerks nicht exakt widerspiegeln musste. In der Steinarchitektur waren alle der Holzarchitektur eventuell nachgebildeten Formen ohne konstruktive Funktion, konnten folglich beliebig angeordnet werden. Zu einer Entscheidung in der bis heute kontrovers geführten Debatte wird es vermutlich nur dann kommen, wenn ein Fund erhaltener Teile früharchaischer Holzgebälke eine neue Faktenbasis schaffen würde.

Was sich hingegen auf Basis einer Vielzahl empirischer Befunde beobachten lässt, ist die weitere Entwicklung der Ordnungen. Dazu zählt in erster Linie die schon angesprochene Beschränkung der Freiräume bei der Ausgestaltung der Formen in klassischer Zeit. Das ist allerdings nicht mit einer Standardisierung gleichzusetzen, denn trotz der strikten Ähnlichkeit der Bauteile ist es in Griechenland nie zu einer Serienfertigung von Bauteilen ohne Bezug auf ein konkretes Projekt gekommen.[116] In die klassische Periode fällt jedoch zugleich die einzige fundamentale Innovation des Formenapparats der Ordnungen: das korinthische Kapitell. Erstmals nachweisbar ist es als Innenraumkapitell am etwa 430 begonnenen

[111] Vitr. 4. 2. 2.

[112] Paus. 5. 16. 1. Die Holzsäulen sind erst nach und nach, in einem Jahrhunderte andauernden Zeitraum, durch Steinsäulen ersetzt worden. Diese ergänzten Steinsäulen hatten die Form der jeweiligen Epoche, in der der Austausch stattfand, so dass die Reste der heute noch erhaltenen Säulen eine Art ‚Museum' (G. Gruben) für den Stilwandel innerhalb der dorischen Säulenformen darstellen. Das Holzgebälk der Heraion ist niemals gegen Steinbalken ausgetauscht worden.

[113] Lykien liegt etwa im Zentrum der Südküste der heutigen Türkei.

[114] Siehe zur technischen Argumentation gegen die Übernahme aus der Holzarchitektur Kienast 2002, mit weiteren Literaturangaben.

[115] Kyrieleis 2008; Jones 2002.

[116] Standardisierung und deren Vorteile waren durchaus bekannt. Wichtigstes Beispiel dafür sind die Dachziegel aus Ton, für die es einheitliche Abmessungen gab. Zumindest bei repräsentativen Bauten sind die Ziegel jedoch meistens, die Traufziegel am Dachrand immer individuelle Entwürfe.

Apollontempel von Bassae.[117] Da ausgesprochen aufwändig in der Herstellung, und daher zweifellos entsprechend teuer war, wurde es nur sehr selten an Ringhallen verbaut.[118]

In hellenistischer Zeit verloren die Ordnungen, in allerdings begrenztem Umfang, an Verbindlichkeit. Die Vermischung der Elemente beider Ordnungen innerhalb von Säulenstellungen tritt allerdings nie an Ringhallentempeln auf, die vielleicht durch ihre sakrale Bedeutung stärker als andere Gebäudetypen den kanonischen Ordnungen verpflichtet waren. Vereinfachungen von Formen sind jedoch auch dort zu beobachten.[119] Die wichtigste fassbare Entwicklung innerhalb der Ordnungen betraf jedoch nicht die Grundform der Bauglieder, sondern ihre Proportionen. Die Formen der ältesten Säulenstellungen waren stets massiv, um nicht zu sagen, wuchtig ausgebildet,[120] was vielleicht mit der mangelnden Erfahrung hinsichtlich der Belastbarkeit des Steinmaterials zu Beginn des Monumentalbaus zusammenhängt. Umgekehrt findet man am Ende der Entwicklung, im Hellenismus, schlanke Säulen und leichte Gebälke, mit denen man sicherlich die tatsächliche Belastungsgrenze von Stütze-Gebälk-Systemen in Stein erreicht hatte. Beide geschilderten grundlegenden Tendenzen, die lange Zeit zunehmende Verbindlichkeit der Ordnungen und die immer gestreckteren Proportionen, gelten jedoch nicht absolut, so dass Datierungen nicht immer darauf gegründet werden können. Das illustriert das Beispiel des kleinen Tempels von Kardaki, der von einem der erfahrensten Forscher zunächst spätarchaisch datiert wurde, sich später jedoch als Werk eines hellenistischen Architekten erwiesen hat.[121]

Dass zwei so restringierende Architekturordnungen ihre dominierende Stellung fast ein halbes Jahrtausend lang behaupten konnten, erklärt sich paradoxerweise durch ihre Flexibilität: Ihre technische Struktur als Stütze-Gebälk-Systeme war für fast alle Bauaufgaben und Gebäudetypen der Griechen verwendbar. Da die Formen der Bauglieder, obwohl ursprünglich dem Bereich der Sakralarchitektur zugeordnet, keinen direkten Bezug zum Kultus hatten, konnte man gleichsam mit Selbstverständlichkeit auf sie zurückgreifen, als man begann, auch öffentliche Bauten monumental auszugestalten. Die Profanisierung der ‚Würdeformen' (W. Hoepfner) gestattete es den hellenistischen Monarchen und Einzelherrschern, sie an ihren Palästen (die es zuvor nicht gab) zu verwenden, und dadurch angeregt fanden die Ordnungen schließlich Eingang in die Sphäre der luxuriösen privaten Peristylhäuser. Selbst in die ‚Unterwelt' drangen die Ordnungen ein, denn ebenfalls aus hellenistischer Zeit finden sich vor allem in Makedonien in größerer Zahl unterirdische Grabanlagen, deren Fronten wie Tempelfronten gestaltet waren.[122] Aufs Ganze gesehenm definierten die Architekturordnungen ein Gebäude nicht als sakral, sondern als griechisch.

---

[117] Umfassende Darstellung des Tempels bei Cooper und Madigan 1992.

[118] So z. B. am Olympieion in Athen, am Zeustempel von Magnesia und in Diocaesareia; sowie am Mausoleum von Belevi; vgl. Bauer 1973.

[119] Etwa das Geison des Asklepiostempels im Heiligtum des Gottes in Messene; Sioumpara 2011.

[120] Besonders eindrucksvolle Beispiele dafür sind im Mutterland die Frontsäulenstellung des älteren Tempels der Aphaia auf Ägina und im Westen der alte Apollontempel von Syrakus.

[121] Zu dem Tempel im Park von Montrepos auf Korfu vgl. W. B. Dinsmoor 1973. Dinsmoor selbst hatte zunächst die Frühdatierung vorgeschlagen.

[122] Überblick bei Fedak 1990.

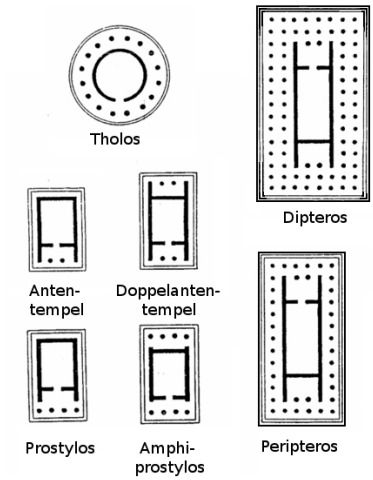

Abb. 2.4: Grundrissformen griechischer Tempeltypen (W. Osthues).

Das technische Potential der Ordnungen als Stütze-Gebälk-Systeme wird daran deutlich, dass alle in der Epoche neuen Gebäudetypen ohne fundamentale technische Neuerungen auskommen konnten. Die Ordnungen bildeten geradezu eine Art von Baukasten, in dem alles zu finden war, was man brauchte. Wenn man etwa die Propyläen, die große Toranlage am Eingang zur Athener Akropolis genau betrachtet, wird man dort praktisch kein einziges Bauteil finden, dass nicht auch – mit anderer Dimensionierung – am Parthenon vorkommt. Im selben Sinne ließe sich aus den Baugliedern eines Ringhallentempels eine Risalit-Stoa, eine Säulenhalle mit monumentalem Eingang, zusammensetzen. Eine Tholos, d. h. ein Rundtempel, unterscheidet sich im Querschnitt in keiner Weise von einem Peripteros.[123] Teilweise sind die Gebäudetypen direkte Kombinationen von Grundrissen unterschiedlicher Gebäudetypen. Ein Peripteros, seiner Ringhalle entkleidet, ergibt einen Anten- oder Doppelantentempel (Abb. 2.4). Eine Ringhalle, nach innen gewendet, ergibt ein Peristyl (einen Säulenhof), wie man ihn in kleinerer Form von den Säulenhöfen luxuriöser Privathäuser kennt und in größeren Dimensionen von den Agorai, den öffentlichen Platzanlagen im Zentrum von Städten. Was hier nur zur hypothetischen Veranschaulichung der universellen Verwendbarkeit der Bauglieder der Architekturordnungen angeführt worden ist, war in der Antike übrigens durchaus eine reale Option, denn bedingt durch den Verzicht auf Bindemittel wie Mörtel im griechischen Werksteinbau[124] konnten Bauten abgetragen und an anderer Stelle neu errichtet werden.[125] Häufig wurden Hallenbauten abgetragen und deren Bauglieder an anderen Gebäuden weiterverwendet.[126] Auch die Römer haben nach

[123] Der wesentliche technische Unterschied ist der am Rundbau erforderliche, radiale Fugenschnitt der Krepisplatten, Wandquader und Gebälkteile.
[124] Vgl. zur Bautechnik den entsprechenden Abschnitt 2.6.
[125] In Fällen, wo Tempelbauten niedergelegt und wieder aufgebaut worden sind, spricht man von sog. Wandertempeln. Beispiele dafür bei Alcock 1993, 193.
[126] Die sog. Echohalle im Heiligtum von Olympia, und das benachbarte Gymnasion bestehen beide fast vollständig aus sog. Spolien, also Baugliedern anderer Gebäude.

der vollständigen Eroberung Griechenlands wiederholt Säulenstellungen abgetragen und in ihrer Hauptstadt an öffentlichen Plätzen oder in Privathäusern wiederverwendet.[127]

Die Beschränkung der griechischen Bautechnik auf Stütze-Gebälk-Systeme hat die Entwicklungsmöglichkeiten der griechischen Architektur allerdings gleichwohl auch beschränkt. Das gilt vor allem für die maximale lichte Breite von Räumen, die ohne Innenstützen kaum zwölf Meter überschritten hat. Man braucht in diesem Zusammenhang nur darauf zu verweisen, welche enormen neuen Möglichkeiten des Bauens den Römern der Einsatz von gemauerten oder gegossenen Gewölben erschlossen hat.[128] Interessanterweise ist die Grenze, die die Verwendung von Stütze-Gebälk-Systemen den griechischen Architekten gesetzt hat, keineswegs absolut in dem Sinne, dass Wölbtechniken den Griechen nicht bekannt gewesen wären. Keilsteintechnik für Bogen und Gewölbe sind nachweislich spätestens ab der Mitte des 4. Jahrhunderts in Griechenland beherrscht und angewandt worden. Nur sind sie fast nie im Bereich des repräsentativen Bauens verwendet worden,[129] sondern im Wesentlichen nur bei Nutzbauten wie Toranlagen und bei unterirdischen Grabanlagen. Der Grund, warum sich die griechischen Architekten die mit diesen Techniken verbundenen neuen Möglichkeiten nicht erschlossen haben, ist folglich kein Problem des konstruktiven Wissens, sondern liegt eher darin, dass die hergebrachten Bautradition als integraler Teil der griechischen Identität verstanden wurden.

2.3.2 Die Probleme des Grundrissentwurfs der Ringhallentempel

Die beiden Architekturordnungen bestanden im Kern aus zwei Komponenten: dem seit dem Neolithikum bekannten Konstruktionsprinzip von Stütze und Gebälk, und einem genuin griechischen Arsenal von Formen, die das Aussehen von Stütze und Gebälk bestimmten. Wie kompliziert, und teilweise fast verworren die Diskussion um die griechischen Entwurfsverfahren im Einzelnen auch immer sein mag, so hat sie doch eines zweifelsfrei gezeigt: Die griechischen Architekten haben aus diesen Architekturordnungen Systeme entwickelt, innerhalb derer die Dimensionierungen nahezu aller Bauglieder in Abhängigkeitsbeziehungen zu einander stehen. Die Entwurfsdiskussion versucht im Kern nichts anderes, als diese Abhängigkeitsbeziehungen an den Ergebnissen der Bauaufnahmen, also der modernen Vermessung der Bauten, nachzuvollziehen. Ein Entwurf oder eine bestimmte Methode des Entwerfens gilt dann als gesichert, wenn angegeben werden kann, wie der Architekt das System interpretiert hat, d. h. ausgehend von welchen primären Größen er die weiteren Größen durch welche Formen der Ableitung bestimmt hat, und wie er dabei mit bestimmten, innerhalb der Ordnungen gegebenen Systemzwängen umgegangen ist.

Die Diskussion um den griechischen Bauentwurf konzentriert sich sehr weitgehend auf den Typus des Ringhallentempels, und dort wiederum vor allem auf den dorischen Peripteros.[130] Das hängt damit zusammen, dass kein anderer Gebäudetypus in allen Epochen

[127] Ein bekanntes Beispiel dafür sind Säulen vom Olympieion in Athen, die Sulla nach der Eroberung der Stadt abbauen und auf dem Kapitol wieder aufstellen ließ. Auch das bekannte Wrack von Mahdia transportierte Bauglieder, die nachweislich bereits verbaut worden waren.

[128] Vgl. dazu ausführlicher den Abschnitt über Bautechnik im Beitrag zur römischen Architektur im vorliegenden Band.

[129] Zu den wenigen Ausnahmen gehört der Torbogen, der den nordöstlichen Zugang zur Agora von Priene bildet.

[130] Zu den ganz wenigen Arbeiten zum griechischen Bauentwurf, die einen anderen Gebäudetypus behandeln, siehe Riemann 1961 für den Antentempel und Koenigs 1979 für dorische Stoen. Zu Stoen allgemein auch Coulton 1976,

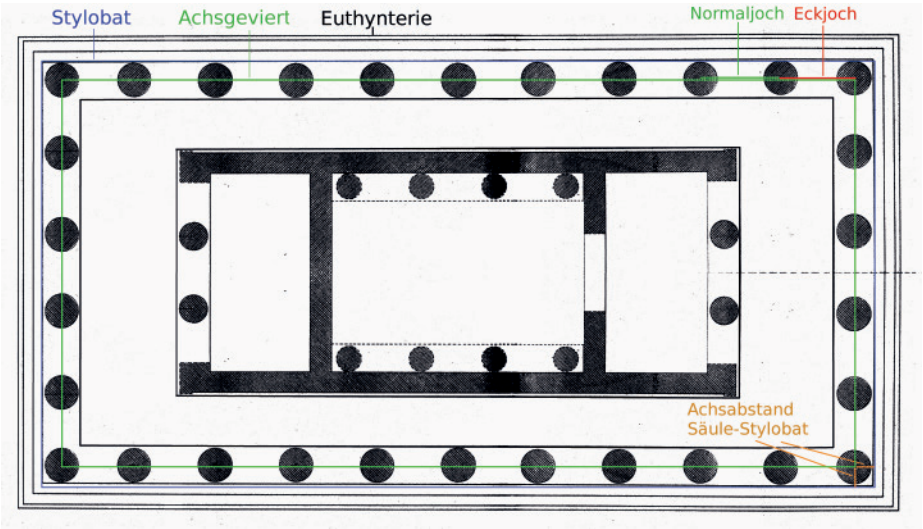

Abb. 2.5: Grundriss eines dorischen Peripteraltempels (Adler und Curtius 1892, Tf. 24, ergänzt und modifiziert).

gleichermaßen und in hinreichend großer Zahl gebaut worden ist, was Voraussetzung dafür ist, die Entwicklung der Entwurfsverfahren vergleichend analysieren zu können.

Die Grundrisse fast aller Peripteraltempel kann man als eine Kombination von Rechtecken beschreiben, die ineinander verschachtelt sind. Für die Ringhalle sind das die folgenden (Abb. 2.5): die Euthynterie als Oberkante des Fundaments, die Unterstufe und die mittlere Stufe,[131] der Stylobat bzw. die Oberstufe, auf der die Säulen stehen, und das Achsgeviert als (gedachte) Verbindung der Mittelpunkte der Ecksäulen. Die genannten Rechtecke haben bei vielen archaischen und bei fast allen klassischen und späteren Peripteroi umlaufend absolut gleiche Abstände. So sind an Fronten und Flanken die Auftritte der Stufen gleich tief, die Säulen stehen jeweils gleich weit entfernt von der Stylobatkante usw. (siehe Abb. 2.5, dort angegeben für den Abstand Ecksäule-Stylobatkante).[132] Diese identischen Abstände bedeuten nun aber, dass trotz des identischen Mittelpunkts die Proportionen der Rechtecke *nicht exakt* gleich sein können. Die Proportionen aller Rechtecke wären nur dann dieselben, wenn Länge und Breite jeweils um einen anteilig oder proportional gleichen, nicht aber um einen absolut gleichen Betrag vergrößert oder verkleinert worden wären. Die äußeren Rechtecke sind daher stets etwas gedrungener proportioniert als die inneren. Dieser Sachverhalt

wo auch Entwurfsfragen diskutiert sind. Einen Überblick über die ionischen Tempel mit Diskussion der Fragen zum Bauentwurf gibt Knell 1988.

[131] Vor allem in den westlichen Siedlungsgebieten der Griechen gab es auch Ringhallentempel mit vier oder mehr Stufen.

[132] Es gibt Bauten, an denen das nicht der Fall ist. In der Regel ist das ein Hinweis darauf, dass der Architekt bei der Kombination der Rechtecke keine stark gebrochenen Proportionen oder Maße akzeptieren wollte, die sich zwangsläufig ergeben, wenn – wie üblich – die Rechtecke um einen absolut gleichen Betrag vergrößert oder verkleinert werden, wie oben im Text erläutert.

hatte erhebliche Konsequenzen für den Entwurf einer Ringhalle mit umlaufend einheitlicher Säulenstellung.

Es ist heute weitgehend unumstritten, dass der Ausgangspunkt der Entwürfe früher Ringhallentempel die Festlegung der Maße für Länge und Breite des Stufenbaus war, und zwar so, dass Länge und Breite in einem ganzzahligen proportionalen Verhältnis zu einander standen. Diese Vorgehensweise lag gewissermaßen in der Natur der Sache selbst. Der Architekt musste bei Baubeginn als erste konkrete Entwurfsentscheidung Länge und Breite des Stufenbaus angeben, damit die entsprechend bemessenen Fundamente gelegt werden konnten. Länge und Breite des Stufenbaus dabei in ein proportionales Verhältnis zu bringen, ergab sich aus dem Gebäudetypus. Jede umlaufende Säulenstellung hat eo ipso ein ganzzahliges proportionales Verhältnis von Fronten zu Flanken durch die jeweilige Anzahl der Säulen: Bei x Säulen an der Front und y Säulen an den Flanken folglich $x : y$. Damit die vorgesehene Zahl von Säulen an Fronten und Flanken später auf dem Stufenbau Platz finden konnten, lag es daher nahe, den Stufenbau entsprechend wie $x : y$ zu proportionieren. Also etwa: Stylobatlänge zu -breite wie $3 : 8$ für einen Peripteros mit $6 : 16$ Säulen ($3 : 8 \leftrightarrow 6 : 16$). Dass das Stylobatrechteck zum Ausgangspunkt des Entwurfs gemacht wurde und keines der anderen, oben genannten Rechtecke, lag einfach daran, dass frühe Peripteroi oft ohnehin nur zwei Stufen hatten. Der Grundgedanke einer solchen Vorgehensweise lässt sich demnach als Anwendung einer Formel beschreiben: ‚Stylobatproportion = Säulenverhältnis'. Angewandt ist diese Formel unstreitig an einigen der frühesten Bauten, wie am Heraion von Olympia (um 600), am Apollontempel von Korinth (um 550/40), und etwas später noch am Athenatempel von Assos (um 530).[133] Das Ergebnis der Anwendung der Formel ‚Säulenverhältnis = Stylobatproportion' war allerdings keineswegs eine vollkommen regelmäßige Säulenstellung. Die Säulen an den Flanken mussten nämlich deutlich enger gestellt werden als an den Fronten. Wie erklärt sich nun diese sogenannte Jochdifferenzierung? Verhindert wurden bei dem angesprochenen Verfahren umlaufend einheitliche Säulenabstände zunächst dadurch, dass vom gewissermaßen vom falschen Rechteck ausgegangen wurde. Für einheitliche Säulenabstände hätte man nicht den Stylobat, sondern das Achsgeviert (siehe Abb. 2.5) zum Ausgangspunkt der Planung machen müssen. Zweitens hätte man die Seiten des Achsgevierts nicht durch die Anzahl der Säulen, sondern die Anzahl der Joche (Abstand von Mittelpunkt zu Mittelpunkt zweier benachbarter Säulen) teilen müssen. Im obigen Rechenbeispiel mit geplanten $6 * 15$ Säulen hätte man die Achsweiten also durch 5 bzw. 14 Joche teilen müssen. Erklärend dafür darf man wohl annehmen, dass die frühen Baumeister deshalb nicht mit Achsgevierten und Jochen – wie oben für den Entwurf einer regelmäßigen Säulenstellung gefordert – kalkuliert hatten, weil ein solches Vorgehen ein grundlegend anderes Verständnis von der Anlage der Ringhalle erfordert hätte. Achsgeviert und Joch sind abstrakte planerische Größen, reine Abstandsmaße, keine realen Objekte wie Säulen und Stylobatkanten. Das Kalkulieren mit Planungsgrößen statt realen Objekten ist eine Abstraktion, zu der die frühen Baumeister sicher noch nicht vorgedrungen waren.

[133] Die Formel ‚Säulenverhältnis = Stylobatproportion' als älteste Form des Entwerfens von Ringhallen wird heute meist nach den Untersuchungen von Jim Coulton (1974b) als ‚early mainland rule' angesprochen. Sie war zuvor aber bereits von H. Riemann in seiner Dissertation von 1934 identifiziert worden. Coulton kannte die Arbeit von Riemann offensichtlich noch nicht, als er sein Buch über die griechischen Architekten veröffentlichte. – Der ‚altertümliche' Entwurf des Athenatempels von Assos wird meist damit erklärt, dass Assos in der Nähe der ionischen Siedlungsgebiete liegt (an der Westküste der heutigen Türkei), wo man in archaischer Zeit mit dorischer Architektur noch wenig Erfahrung hatte.

Man kann nun keineswegs unterstellen, dass die frühen Baumeister diese Jochdifferenzierung überhaupt als Fehler ihrer Entwürfe angesehen hätten. Das wurde allerdings in der Folgezeit offensichtlich so gesehen, denn bei jüngeren Bauten der archaischen Zeit ist die Jochdifferenzierung stets erkennbar reduziert, und bei den klassischen Ringhallentempeln vollkommen beseitigt. Als Entwurfsziel wird daher die Reduktion der Jochdifferenzierung von nahezu allen Forschern anerkannt. Über die Methoden, mit denen die Architekten geeignetere Stylobatproportionen bestimmten, besteht jedoch keine Einigkeit. Die Diskussion zeigt vielmehr grundsätzliche Auffassungsunterschiede hinsichtlich der Art des antiken Entwerfens. Die oben angeführte Vorgehensweise für die Bestimmung des Stylobatverhältnisses (‚Stylobatproportion = Säulenverhältnis') ist eine Formel, bei der die Stylobatlänge zu kurz gerät, so dass dort die Säulen gedrängter stehen als an der Front. Einige Forscher nehmen nun an, dass die Architekten das Prinzip, die Stylobatproportion aus dem Säulenverhältnis anhand einer Formel abzuleiten, niemals aufgegeben, sondern lediglich optimiert hätten. Das Ziel der Optimierung wäre also eine Variante der Formel, die längere Flanken ergibt, so dass auf den Langseiten genügend Raum ist, um die Säulen in annähernd gleichem Abstand aufzustellen wie an den Fronten. Konkret bedeutet das folgendes für das obige Rechenbeispiel mit $6 * 16$ Säulen: Die obige Formel ergibt $6 : 16$ bzw. $3 : 8$ bzw. $1 : 2,66$. Für ein einheitliches Joch wäre eine gestrecktere Proportion von etwa $1 : 2,88$ erforderlich gewesen.[134] Diese gestrecktere Proportion ließ sich annähernd durch eine einfache Modifikation der alten Formel ermitteln. Der Grundgedanke dabei war einfach folgender: Wenn bei der alten Formel die Langseite zu kurz geriet, die Säulen dort entsprechend zu dicht stehen würden, dann ließ man dort eine Säule weg, wodurch die verbleibenden Joche größer ausfielen, und damit den Frontjochen ähnlicher waren. Die alte Formel konnte so beibehalten werden, nur dass mit einer Säule mehr gerechnet wurde, als an den Langseiten errichtet wurden. Das bedeutet für das Beispiel mit $6 * 16$ Säulen eine Stylobatproportion wie $6 : 16(+1) = 6 : 17 = 1 : 2,83$. Damit lag man schon nahe am Sollwert von $1 : 2,88$ für eine Säulenstellung ohne Jochdifferenzierung. J. J. Coulton hat für einige westgriechische Bauten eben diese Vorgehensweise als Planungsregel rekonstruiert (‚Sicilian rule'[135]). Wichtig ist, dass die neue Formel im Grundmuster der alten blieb. Sie zeigt kein tieferes Verständnis des Systems selbst an, sondern stellt eine einfache, erfahrungsbasierte Modifikation dar, die ihren Zweck voraussehbar erfüllt.[136]

Nach Coulton wurde in nacharchaischer Zeit mit noch weiter optimierten Formeln entworfen. Ihm zufolge ging man dabei allerdings nicht mehr vom Säulenverhältnis, sondern vom Joch und Jochverhältnis aus, berechnete daraus aber wiederum formelhaft die adäquaten Stylobatmaße. Das Joch an den Anfang des Entwurfs zu stellen, hat einen ganz einfachen Grund. Wenn man ein einheitliches Jochmaß an Fronten und Flanken erreichen wollte anstelle der Jochdifferenzierung, dann war der einfachste Weg, diese einheitliche Normal-

[134] Diese Proportion ergibt sich, wenn man mit $5 * 15$ Einheitsjochen rechnet, und zu dem sich ergebenden Achsgeviert einem Abstand Ecksäulen – Mittelpunkt zu Stylobatkante von drei Zehnteln des Jochs für beide Achsmaße hinzurechnet. Die hier angenommenen drei Zehntel sind ein realisitischer Wert, der konkret vor allem von der Größe des unteren Säulendurchmessers abhängt.

[135] Coulton 1974b, 71ff.

[136] D. Mertens, der eine umfassende Monographie der westgriechischen Tempelbauten vorgelegt hat (1984), sind die Proportionen selbstverständlich nicht entgangen, doch hält er sie – aus Gründen, die zu erläutern hier den Rahmen sprengen würde – nicht wie Coulton für entwurfsleitend, und erkennt sie auch nicht als Ergebnis einer Regelanwendung an. Entsprechend erscheinen sie bei ihm auch anders, z. B. als $3 : 7$ statt $6 : 14$, so dass der Zusammenhang zur Säulenstellung mit $6 * 13$ Säulen weniger evident ist.

joch zu Anfang des Entwerfens endgültig festzulegen. Das bedeutete allerdings, dass die Maße für den passend bemessenen Stufenbau aus dem Joch abgeleitet werden mussten, also Fronten und Flanken nicht mehr, wie vorher üblich, die zuerst festzulegenden Größen des Entwurfs bleiben konnten. Konkret würde das folgendermaßen berechnet werden (‚later mainland rule'): Festlegung des Jochs für Fronten und Flanken auf einen gemeinsames Maß (das sog. Normaljoch); anschließend Berechnung der Stylobatmaße durch Multiplikation des Normaljochs mit der Anzahl der Joche für Fronten bzw. Flanken plus einen Faktor x. Also in obigem Rechenbeispiel: bei $6 * 16$ Säulen bzw. $5 * 15$ Jochen Stylobatmaße wie $5, x : 15, x$. Dabei ist x stets ein Bruchteil des Jochs. Coulton hat dafür verschiedene Werte vorgeschlagen, z. B. $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ oder auch $\frac{3}{10}$. Es sind darüber hinaus noch weitere Varianten vorgeschlagen worden, die formelhaft aus dem Säulenverhältnis abgeleitete Rechtecke zum Ausgangspunkt des Entwurfs machen, z. B. ‚Euthynterie-Proportion = Säulenverhältnis'.[137]

Zu der formelhaften Ableitung der Stylobatproportionen bzw. -maße gehört bei Coulton noch ein zweiter grundlegender Aspekt des griechischen Entwerfens, der direkt mit dem Konzept der Formeln zusammenhängt: Wenn nämlich geeignete Abmessungen des Stufenbaus allein anhand einer Formel (und ggfs. des Jochmaßes) zuverlässig berechnet werden konnten, dann konnte auf Basis dieser wenigen Daten bereits mit der Errichtung des Stufenbaus begonnen werden, bevor noch weitere Teile des Baus durchgeplant worden wären. Coulton hat diese These vom ‚incomplete preliminary planning', angeregt durch die Arbeit von Bundgaard (1957) über den attischen Architekten Mnesikles entwickelt. Belegt sieht er seine Interpretation vor allem durch an vielen Bauten zu beobachtende Unregelmäßigkeiten bzw. ad-hoc Lösungen, die bei vollständiger Ausführungsplanung vor Baubeginn erkannt, und durch entsprechende Planänderungen überflüssig gemacht worden wären. Coultons Auffassungen sind von vielen Forschern akzeptiert worden.

Eine vollkommen andere Sicht der Entwicklung ist vor allem unter deutschen Bauforschern vorherrschend. Die Grundpositionen dieser Sichtweise sind bereits 1934 von Hans Riemann in seiner Dissertation formuliert worden. Sie unterscheiden sich von den Auffassungen Coultons vor allem in zwei wesentlichen Annahmen. Erstens wird davon ausgegangen, dass bei Baubeginn zumindest in allen Hauptdimensionen individuell ausgearbeitete Bauentwürfe vorgelegen hätten. Zweitens wird der Übergang zur klassischen Epoche grundsätzlich anders interpretiert, denn die Architekten hätten aus den Erfahrungen mit den älteren Entwurfsverfahren radikale Konsequenzen gezogen: Statt weiter anhand von Formeln nach Stylobatproportionen und -maßen zu suchen, die im Ergebnis doch nie ein exakt einheitliches Normaljoch zuließen, stellte man – wie auch Coulton annimmt – das Normaljoch an den Anfang des Entwurfs und berechnete daraus die entsprechenden Stylobatmaße. Auf diese Weise konnte, wie schon angegeben, das Normaljoch gar nicht verfehlt werden.[138] Der Preis dafür war allerdings, dass die nunmehr als abgeleitete Größe bestimmten Stylobatmaße kein einfach proportioniertes Rechteck mehr ergaben. Bei solchen Entwurfsanalysen werden die Stylobatmaße der Bauten mit Normaljoch daher nicht mehr, wie bei den archaischen Bauten, als Schlüssel zur Dechiffrierung des Entwurfs angesehen, sondern als „gleichgültig

[137] Hephaisteion in Athen, Poseidontempel Sounion, Großer Apollontempel auf Delos, Metroon in Olympia. Es ist zweifelhaft, ob diese Proportion tatsächlich ein konstituierendes Element des jeweiligen Bauentwurfs gewesen ist, denn – abgesehen vom Tempel G in Selinus – gehören die betreffenden Bauten alle zu den klassischen Bauten mit Einheitsjoch, und dürften daher nach Ansicht der meisten Forscher vom Joch her konzipiert worden sein.

[138] Für Riemann war das Normaljoch seinerseits eine abgeleitete Größe, die einem Drittel der Breite der Cella – d. h. der Kulträume innerhalb der Ringhalle – entsprach. Diese Annahme wird nur selten akzeptiert.

und abgeleitet".[139] So hat beispielsweise H. Bankel (1993), der umfassend den Entwurf des jüngeren Aphaiatempels auf Ägina rekonstruiert und in antiken Maßeinheiten dargestellt hat. die geplanten Stylobatmaße 46 Fuß 14 Daktyloi zu 97 Fuß 9 Daktyloi rekonstruiert – Werte, die erkennbar niemals den Ausgangspunkt eines Entwurfsprozesses gebildet haben können. Relativ schnell und konsequent hat sich der Übergang zum auf dem Joch gegründeten Entwurf im Mutterland vollzogen. Nur in den westgriechischen Gebieten haben nach den Untersuchungen von D. Mertens die Architekten auch in klassischer Zeit noch gleichsam den Spagat versucht zwischen Normaljoch und klar proportioniertem Stylobat.[140]

An sich hätte sich bei den vom einheitlichen Joch ausgehenden Entwürfen immer mindestens ein einfach proportioniertes Rechteck ergeben, zwar nicht beim Stylobat, wohl aber beim Achsgeviert, denn Länge und Breite des Achsgevierts sind in diesem Fall ja stets Vierfache des Jochs als gemeinsamem Grundmaß. Im obigen Rechenbeispiel der Ringhalle mit $6 * 16$ Säulen würden sich $5 * 15$ Joche ergeben, mithin ein Achsgeviert von $1 : 3 (= 5 : 15)$. Bei ionischen Ringhallen mit Normaljoch ist das auch der Fall. Da an dorischen Ringhallen die Eckjoche – aus Gründen, auf die noch zurückzukommen sein wird – meist um einen bestimmten Betrag verengt bzw. ‚kontrahiert' wurden, ging auch die Proportion des Achsgevierts bei dorischen Ringhallen wieder verloren. H. Riemann hat daher angenommen, dass die klassischen Bauten des Mutterlands stets in zwei Planphasen entworfen wurden: zunächst ohne Eckkontraktion, mit proportioniertem Achsgeviert, und anschließend umgearbeitet auf eine Version mit Eckkontraktion, und entsprechend ohne proportionertes Achsgeviert. Es ist allerdings evident, dass man die von Riemann angenommene erste Planphase mit proportioniertem Achsgeviert an einem erhaltenen Bau niemals nachweisen kann, da sie nicht ausgeführt wurde.

Man kann den klassisch-mutterländischen, vom Joch ausgehenden Entwurf als Paradigmenwechsel gegenüber dem archaischen, vom Stylobat ausgehenden Entwurf verstehen. Während die ältere Form des Entwerfens vom Stufenbau, gewissermaßen vom Ganzen, ausgeht, wird im jüngeren Verfahren ein einzelnes Element, eben das Joch, zum Ausgangspunkt gemacht. Oder anders gesagt: der ältere Entwurf verläuft von außen nach innen, der jüngere umgekehrt von innen nach außen. Vor allem aber ist das jüngere Verfahren in dem oben schon angesprochenen Sinn eine Abstraktion, denn hier folgt der Entwurfsprozess nicht mehr dem Bauprozess – also gleichsam der Reihenfolge der Fragen, die die Handwerker im Verlauf des Bauprozesses an den Architekten stellten, zuerst nach den Fundamentmaßen, dann den Stufenmaßen, dann der Säulenposition usw. – sondern der Entwurfsprozess sieht den Bau als ein Gesamtsystem, das von seinem zentralen Element her konstruiert werden muss.

Ein noch weiter gehender Schritt in die prinzipiell gleiche Richtung ist der Entwurf auf Basis eines Moduls. Der Abstraktionsgrad ist bei dieser Form des Entwerfens noch höher, denn während beim Joch-Entwurf ein zentrales Strukturelement des Baus, die Kombina-

[139] Gruben 1986, 41.

[140] Möglichkeiten dazu gab es, doch führt die Unvereinbarkeit beider Entwurfsziele im Ergebnis dazu, dass sich immer Zonen am Bau identifizieren lassen, in denen sich die notwendigen Anpassungen gleichsam zusammendrängen – wo also sozusagen der Preis für den Kompromiss entrichtet wird. Ein Ansatzpunkt in diesem Sinne war, die kontrahierten Eckjoche als eine Art Regulativ zu nutzen: Wenn sich aus dem Rechteck des Stylobats bereits ein annähernd einheitliches Joch ergibt, kann man die restliche Angleichung für das einheitliche Normaljoch dadurch erreichen, dass man das Maß des Frontjochs für das Flankenjoch (oder umgekehrt) einfach übernimmt. Dabei werden die Eckjoche der modifizierten Säulenreihe zwangsläufig gestaucht oder gedehnt. Sie bilden bei solchen Entwürfen dann eine Restgröße, die sich aus der Dehnung der Normaljoche auf ein einheitliches Maß ergibt. Die Eckjoche sind dadurch, im Gegensatz zum Normaljoch, an Fronten und Flanken ungleich.

tion zweier Säulen in einem fixierten Abstand, zum Ausgangspunkt der weiteren Planung gemacht wird, ist beim modularen Entwurf der Ausgangspunkt kein Architekturelement, sondern das Maß selber, eben der Modulus, der Ausgangspunkt. Er dient als universelle Einheit, mit der alle realen Bauglieder durch Teilung oder Multiplikation dimensioniert werden. Prägnante Beispiele für Grundrisse, die auf einem streng modular aufgebauten System basieren, sind Grundrisse, die ein dem Modul entsprechendes Raster zeigen. Zu ihnen gehört der spätklassische Athenatempel von Priene, und der hellenistische Artemistempel von Magnesia am Mäander. Beide sind ionischer Ordnung. Die Namen ihrer Architekten sind bekannt. Der Athenatempel ist ein Werk von Pytheos, der Artemistempel von Hermogenes. Von beiden Architekten ist zudem bekannt, dass sie Schriften publiziert haben.

Das modulare Entwurfsverfahren ist eines von zwei Entwurfsverfahren, die man auch jenseits der Bauten selbst belegen kann, denn es wird von Vitruv für seinen dorischen Tempelentwurf verwendet. Rein römisch ist das Konzept sicher nicht, denn Vitruv nennt neben dem römischen *modulus* auch den entsprechenden griechischen Terminus Embater,[141] der schon bei Philon von Byzanz im Zusammenhang mit dem Geschützbau belegt ist.[142] Vitruv gewinnt den Modulus durch ganzzahlige Teilung der Front- bzw. Stylobatbreite. Sein dorischer Tempel ist jedoch, nachdem Vitruv seine Bücher veröffentlicht hatte, nirgendwo nachweisbar gebaut worden, so dass in der Forschung sich die Frage stellt, ob ältere Bauten auf Basis des Modulus entworfen worden sind. Während viele Forscher darin eine jüngere Methode erkennen wollten, die allenfalls in hellenistischer Zeit von Bedeutung sei, hat A. Mallwitz schon den Zeustempel von Olympia als Produkt eines modularen Entwurfsschemas interpretiert.[143] M. W. Jones (2001) hat versucht, den modularen Entwurf als ein in klassischer Zeit allgemein verwendetes Konzept nachzuweisen. Einen besonders kleinen Modulus von nur 10,53 cm, der auch nicht – wie meist angenommen wird – der Größe eines bestimmten Bauteils entspricht, hat J. Pakkanen am Zeustempel in Stratos aufzuzeigen versucht.[144] Die Diskussion über die Moduli dieser Größenordnung überschneidet sich allerdings mit der alten Forderung nach Darstellung aller metrisch gemessenen Größen eines Baus in einem einzigen antiken Fußmaß. Kann man ein solches Fußmaß identifizieren, also alle Maße in einfachen Brüchen und Vielfachen des Fußmaßes darstellen, dann ist der Fuß identisch mit dem Modulus. So gesehen, wären dann alle Bauten, bei denen sich ein Fußmaß nachweisen läßt, modular entworfen worden.

2.3.3 Die Integration von Grund- und Aufriss

Die Einführung des Normaljochs gab den Grundrissen eine einheitliche Struktur insofern, als die Säulenabstände an Fronten und Flanken nicht mehr differierten. In der ionischen Architektur war die Entwicklung der Ordnung zu einem strukturierten System der Elemente damit im Grundsatz abgeschlossen. Man ersieht das an den schon erwähnten ionischen Grundrissen, die ein vollständig und einheitlich strukturiertes Raster bilden. Für die dorische Architektur war das anders, wovon hier noch die Rede sein wird.

Grundsätzlich gab es für beide Ordnungen keinen Grund, den einmal beschrittenen Weg der Systematisierung auf die Grundrissebene zu beschränken, und in der Tat hatte man

[141] Vitr. 1.2.4; 4.3.3.
[142] Zu Philon von Byzanz ausführlicher im Abschnitt 2.8.2 über Architekturtexte am Ende dieses Beitrags.
[143] Mallwitz 1972, 230–33 mit Abb. 187.
[144] Pakkanen 2013, 86–91.

schon weit vor der Einführung des Normaljochs damit begonnen, die Entwürfe von Grund- und Aufriss zu integrieren. Das Mittel dazu war die Dimensionierung der Bauglieder. Ein zweifellos sehr altes Instrument, mit dem sich eine strukturierte Dimensionierung der Maße von Grund- und Aufriss – also die Verzahnung beider Planungsebenen – bewerkstelligen ließ, war die Verwendung von Proportionen. Sie lassen sich häufig an der Gesamtstruktur oder an zentralen Elementen der Strukturen nachweisen, etwa indem die Breite einer Säulenstellung in einfachem proportionalen Verhältnis zur Höhe der Säulenstellung steht. Für solche Beziehungen gibt es viele Varianten. Eine der häufiger zu findenden ist das Verhältnis von Joch zu Säulenhöhe, nicht selten 4 : 9 (bzw. $2^2 : 3^2$). Auch bei der Säule selbst wird nicht selten der untere Durchmesser (gewissermaßen der Grundriss der Säule) im Verhältnis zur Höhe angegeben, wie auch von Vitruv. In jedem Fall wurden auf diese Weise Grund- und Aufriss durch die Verwendung gemeinsamer Grundmaße miteinander verbunden.

Proportionen waren zudem ein praktikables Instrument, um Entwurfsideen darzustellen und unter Fachleuten zu kommunizieren. Die Säulenstellungen vieler Bauten unterschieden sich ohnehin im Wesentlichen durch ihre Proportionen, und nur in sehr viel geringerem Maße durch Details bei der jeweiligen Ausbildung der Formen, die durch die Architekturordnungen zunehmend strikter vorgegeben waren. Folglich dürften Architekten eine recht genaue Vorstellung davon gehabt haben, welche Proportionen an den Bauten ihrer Zeit und welche an den älteren gewählt worden waren. Da sie die Bauten ständig vor Augen hatten, konnten sie sich sehr leicht ein Bild davon machen, welche Auswirkungen etwa die Änderung des Verhältnisses zwischen Säulenhöhe und Gebälkhöhe auf das Erscheinungsbild einer Fassade haben würde. Aus den gleichen Gründen verwendet heute noch die Bauforschung sehr häufig Proportionen als Instrument für den Vergleich von Bauentwürfen oder zur Identifikation von Bautraditionen, und nicht zuletzt als Mittel für die Datierung, da die Proportionierungen sich meist den Epochen zuordnen lassen. Man darf schließlich auch ziemlich sicher sein, dass die Proportionierung der einzelnen Bauglieder einen wesentlichen Teil der verlorenen Schriften griechischer Architekten ausgemacht haben, denn Vitruv bezeichnet viele von ihnen pauschal als Schriften über ‚ionische/dorische Symmetrien'. Symmetrien im antiken Sinne des Wortes sind nichts anderes als Proportionen.[145]

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass diese die Gesamtmaße bestimmenden Proportionen verkettet werden konnten mit den Dimensionierungen weiterer Bauglieder. So konnte die aus dem Joch abgeleitete Gesamthöhe des Gebälks durch weitere proportionale Festlegungen auch zur Binnengliederung des Gebälks herangezogen werden (Verhältnis der Höhen von Architrav, Fries und Geison). Nach dem Muster solcher Proportionsketten ist Vitruvs ionischer Tempelentwurf strukturiert.[146] Die Verwendung von Proportionsketten führt bereits bei wenigen Schritten häufig zu Brüchen mit sehr großen Nennern. Einige Autoren haben daraus gefolgert, dass griechische Architekten fortgeschrittene Kenntnisse der Bruchrechnung gehabt haben müssten. Im letzten Kapitel dieses Beitrags wird darauf näher eingegangen. Dort findet sich auch eine Beispielrechnung.

[145] Weiteres über die Architekturschriften in den Abschnitten 2.8.2–2.8.6 dieses Beitrags.

[146] Vitruv benennt – nebenbei bemerkt – diese Proportionsketten nicht ausdrücklich, sondern fordert bei seinen allgemeinen Aussagen stets das modulare Entwerfen. Dieser Forderung entspricht er allerdings nicht bei seinem ionischen, sondern nur bei seinem dorischen Tempelentwurf. Er hat demnach offenbar nicht bemerkt, dass die sich aus den Proportionsketten ergebenden Werte für den ionischen Tempel fast nie kompatibel sind mit dem von ihm benannten Modul. Diese fundamentale Inkonsistenz zwischen seinen theoretischen Forderungen und einem seiner zwei Musterentwürfe zeigt deutlicher als vieles andere, wie begrenzt Vitruvs Verständnis der Strukturen der griechischen Architekturordnungen war.

Eine andere Form, Grund- und Aufrissentwurf miteinander zu verzahnen, war der schon angesprochene modulare Entwurf. Bei dieser Vorgehensweise ist die Integration von Grund- und Aufriss keine eigenständige Entwurfsentscheidung, sondern bereits in der Entwurfsmethodik verankert, denn wenn alle Entwurfsgrößen durch Teile oder Vielfache des Modulus dimensioniert werden, dann sind die Grund- und Aufrissmaße per se proportional mit einander verbunden. Man kann hier also nicht nur über den Grundriss, sondern auch über den Aufriss ein Raster legen, das aus dem Modul gebildet ist.

In der dorischen Architektur waren die Beziehungen zwischen Grund- und Aufriss wesentlich komplexer, denn dort gab es, anders als in der ionischen Architektur, strukturelle Bezüge zwischen Grund- und Aufriss jenseits der reinen Dimensionierung der Bauglieder. Diese Bezüge ergaben sich daraus, dass in der dorischen Ordnung zwei Gruppen von Baugliedern existierten, die diskrete Einheiten darstellten: die Säulenstellung mit ihrem Wechsel von Säule und Säulenzwischenraum (Interkolumnium), die den Grundriss bestimmt, und den Triglyphenfries des Gebälks mit seinem Wechsel von Triglyphen und Metopen, der zum Aufriss gehört. Bezüge zwischen diesen beiden Gliederungen waren schon weit vor der Einführung des Normaljochs etabliert worden. In der kanonischen Form des sog. Zwei-Triglyphen-Systems war der Triglyphenfries des Gebälks mit der Säulenstellung durch einen gemeinsamen Rhythmus synchronisiert, indem jeder Säule und jedem Interkolumnium jeweils ein Triglyph zugeordnet ist, also immer ein Triglyph über jeder Säule und ein weiterer zwischen den Säulen.

Auch wenn diese Zuordnung von Säulen und Triglyphen dem modernen Betrachter selbstverständlich erscheint, so war sie es doch nicht: Die Abstimmung der Position beider Elemente war ein eigener, bewusst vorgenommener Schritt, der weder von der dorischen Ordnung als ein System, noch historisch aus der älteren Holzarchitektur hervorging. Das veranschaulicht bereits das oben gezeigte Bild einer modernen Stützenstellung aus Holz (Abb. 2.3), denn dort ist die Lage die Deckenbalken keineswegs auf die Position der Stützen abgestimmt. In der Antike war es zunächst auch nicht anders, denn die Triglyphen waren anfangs tatsächlich relativ willkürlich, ohne Bezug auf die Säulenstellung auf dem Gebälk verteilt. Das zeigt noch der älteste der großen sizilischen Tempelbauten, der Apollontempel von Syrakus (1. V. des 6. Jhs.). Dort gab es nicht zwei Triglyphen pro Joch, sondern weniger, so dass eine Zuordnung nicht möglich war. Die Etablierung des kanonischen Zwei-Triglyphen-Systems ging im Übrigen schon früh einher mit einer Regel für die eine einheitliche Proportionierung der Frieselemente: An vielen Bauten beträgt die Breite der Triglyphen zwei Zehntel des Jochs, die Breite der Metopen drei Zehntel, so dass sich Triglyphen- zur Metopenbreite wie 2 : 3 zueinander verhalten, bzw. das Joch zur Triglyphenbreite wie 5 : 1.[147]

Hier zeigt sich nun aber die Eigendynamik der gewissermaßen nur erst begonnen Systematisierung: Solange die Joche an den Fronten breiter waren als an den Flanken, mussten auch die Triglyphen bzw. Metopen an Fronten und Flanken unterschiedlich breit ausfallen. Genauer gesagt, entweder waren die Triglyphen breiter, oder die Metopen, und dann war die 2 : 3 Proportion nicht realisierbar. Oder aber die Proportion wurde bewahrt, dann waren weder die Triglyphen- noch die Metopenbreiten einheitlich. Das war auch deutlich sichtbar, weil hier ein weiterer Zusammenhang wirkt: Architrav und Fries mussten aus konstruktiven Gründen gleich hoch sein, wie umlaufende Quaderschichten. Das Verhältnis von Höhe zu Breite der Triglyphen bzw. der Metopen musste daher unterschiedlich ausfallen: Bei umlau-

[147] Vgl. dazu Osthues 2005, Tabelle im Anhang.

fend gleicher Frieshöhe waren über den kürzeren Jochen Triglyphen und Metopen jeweils schlanker als über den längeren Jochen. Diese Differenzen reproduzierten sich schließlich in den vom Fries abhängigen Gliederungen: Analog zu den unterschiedlichen Breiten von Triglyphen und Metopen an Fronten und Flanken mussten auch am Geison die Mutuli und Viae unterschiedlich bemessen werden, und ebenso die von der Triglyphenbreite abhängigen Regulae, und selbst die Zwischenräume zwischen den Tropfen der Regulae mussten unterschiedlich bemessen werden. Macht man sich alle diese Maß- und Proportionsunterschiede im Gebälk bewusst, die sich aus der Verschiedenheit der Joche an Fronten und Flanken ergaben, wird nachvollziehbar, woher der Impetus kam, nach Entwurfsverfahren zu suchen, die ein einheitliches Joch an allen Seiten ermöglichten. Die Systematisierung der Grundrisse im Sinne des Normaljochs war vermutlich sogar angestoßen durch die vielen Maß- und Proportionsunterschiede im Gebälk bzw. im Aufriss. In der ionischen Ordnung gab es keine vergleichbaren Abhängigkeiten zwischen Joch und Gebälkgliederung, weil ionische Gebälke nur kontinuierliche, nicht rhythmisierte Ornamentformen hatten (Faszien und Kymatien), die wie ein elastisches Band auf beliebige Jochmaße hin gedehnt oder gestaucht werden konnten.

Das Eckproblem

Die Integration von Grund- und Aufriss war zwar ein fundamentaler Schritt auf dem Weg, die alte Stütze-Gebälk-Konstruktionsweise zu einem streng strukturierten System fortzuentwickeln, in dem Bauteile gleichen Typs auch einheitlich dimensioniert werden konnten. Die Entwicklung der dorischen Ordnung zu einem in diesem Sinne vollständig kohärenten System kollidierte jedoch an einem bestimmten Punkt mit den alten Regeln der Ordnung und den konstruktiven Anforderungen der Steinbauweise, nämlich an der Ecke. Dort traf der Anspruch auf vollständige Strukturierung auf eine nicht zu überwindende Grenze. Die alte Ordnung aus einer Zeit, der Systemdenken in der Architektur zweifellos noch fremd war, ließ sich nicht ohne Rest in ein vollkommen widerspruchsfreies System transformieren.

Der Eckkonflikt war ein Symmetrieproblem in dem Sinne, dass das Eckjoch und das Normaljoch niemals völlig identisch sein konnten. Entweder für das Joch, oder für die Triglyphen- oder die Metopenbreite konnte das jeweilige Normalmaß nicht übernommen werden.[148] Der Konflikt entstand durch die Unvereinbarkeit zweier Prinzipien, nämlich erstens dem Grundsatz, dass die Architrave stets breiter waren als die Triglyphen, und zweitens dem in der griechischen Architektur stets beachteten Grundsatz, dass ein dorischer Fries immer mit einem Triglyphen beginnen und enden sollte. Die Breite der Architrave war konstruktiv bestimmt, da sie das übrige Gebälk und große Teile der Dachlast tragen mussten. In der Regel hatten die Architrave eine Breite von etwa vier Zehnteln des Jochs, das sie überdecken. Die Breite der Triglyphen war hingegen rein formal festgelegt. Sie entsprach fast immer etwa zwei Zehnteln des Jochs, was sich wiederum aus der oben angesprochenen 2 : 3 Proportion von Triglyphen- zu Metopenbreite ergibt.[149] Diese Differenz führte nun dazu, dass der Triglyph an der Ecke des Gebälks nicht – wie der Architrav unter ihm und die übrigen Triglyphen über den Säulen – in der Achse der Säule

[148] Zum folgenden ausführlich Osthues 2005, mit umfangreichen Angaben zur einschlägigen Literatur.

[149] Bei Triglyphen- zu Metopenbreite wie 2 : 3 und jeweils 2 Triglyphen und 2 Metopen pro Joch ergeben sich insgesamt 6 Zehntel des Jochs für die beiden Metopen und 4 Zehntel für die beiden Triglyphen, also 2 Zehntel des Jochs für jeden Triglyphen.

bzw. des Architravs platziert werden konnte, sondern nach außen versetzt werden musste (siehe Abb. 2.6). Der Konflikt ist ein klassisches Dilemma: Hätte man den Triglyphen über der Ecksäule in die Achse der Säule verschoben, hätte außen an den Triglyphen noch das Fragment einer Metope angefügt werden müssen, damit Fries und Architrav gleich lang gewesen wären. Ein solches Metopenfragment wurde jedoch niemals toleriert. Platzierte man den Triglyphen jedoch an der Ecke, ergab sich, wie auf der Abbildung dargestellt, ein Achsversatz zwischen Triglyphen- und Säulenachse.

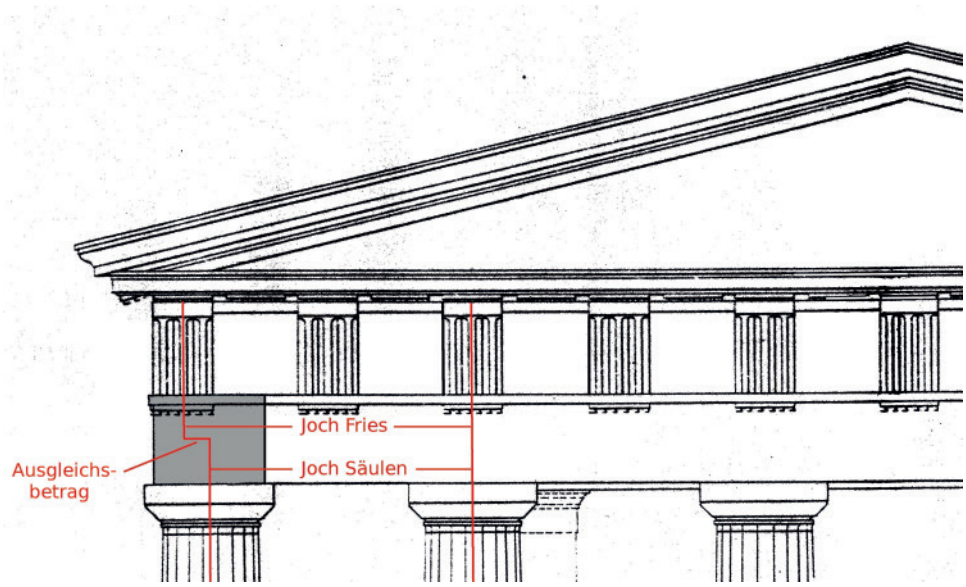

Abb. 2.6: Dorischer Eckkonflikt (Adler und Curtius 1892, Tf. 24, modifizierter Ausschnitt).

Dieser Achsversatz bedeutete, dass an der Ecke der Säulenstellung der Achsabstand der letzten beiden Säulen stets kleiner sein musste als der Achsabstand der Triglyphen über diesen beiden Säulen. Wenn die Achsabstände bzw. Säulenjoche alle gleich groß waren, so waren die Achsabstände der Triglyphen über dem Eckjoch größer als normal. Oder umgekehrt, wenn die Abstände der Triglyphen durchgehend einheitlich waren, dann waren die Achsabstände zwischen den Ecksäulen kleiner als normal (sog. Eckkontraktion). Natürlich war auch eine Kombination dieser beiden grundlegenden Vorgehensweisen möglich, d. h. eine Kombination aus Eckkontraktion und Dehnung der Achsabstände der Triglyphen über dem Eckjoch (Abb. 2.7).

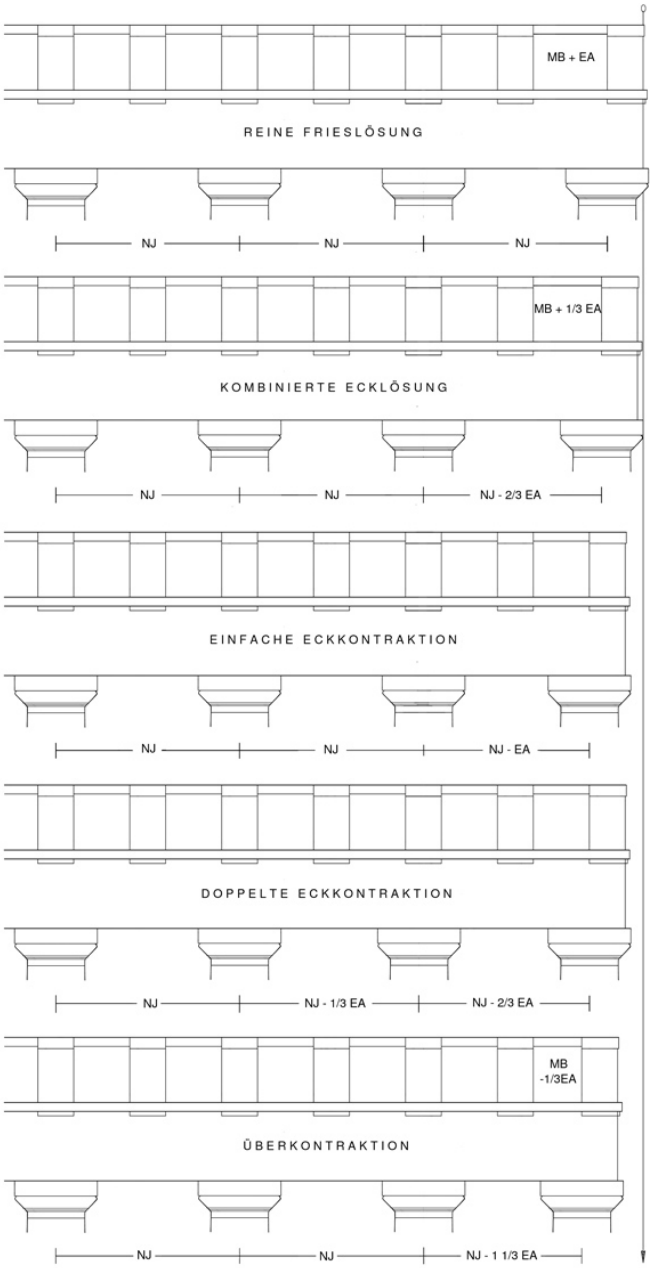

Abb. 2.7: Übersicht über die Lösungen des dorischen Eckkonflikts (Osthues 2005).

Nahezu alle denkbaren Varianten, den Eckausgleich in der Säulenstellung und bzw. oder im Fries abzutragen, sind im Laufe der Zeit realisiert worden. Ihnen allen gemeinsam war allerdings, dass sie immer nur verschiedene Gestaltungen des Eckausgleichs darstellten, denn eine Lösung im Wortsinne, bei der an der Ecke der Säulenstellung überhaupt keine Unregelmäßigkeiten aufgetreten, war unter den oben angegebenen Bedingungen nicht möglich.[150]

Der Eckkonflikt ist war ein Entwurfsproblem, das, wie die Geschichte seiner Lösungen zeigt, die griechischen Architekten in erheblichem Umfang beschäftigt hat. So hat es über einhundert Jahre gedauert, bis die letzte der entwickelten Lösungen, die einfache Eckkontraktion, realisiert worden war.[151] Auch danach wurde die Thematik offenbar weiter verhandelt, was daraus hervorgeht, dass keine der verschiedenen Lösungen sich jemals vollständig durchgesetzt hat. Einen ‚Schluss der Debatte' hat es also nie gegeben, obwohl er sozusagen beantragt wurde: Renommierte Architekten der späten Klassik und des Hellenismus wie Pytheos und Hermogenes sollen von ihren Kollegen gefordert haben, die dorische Ordnung wegen des nicht lösbaren Symmetrieproblems an der Ecke vollständig aufzugeben.[152] Belegt wird die ungebrochene Relevanz des Problems schließlich dadurch, dass noch Vitruv, fast ein halbes Jahrtausend nach Beginn der dorischen Monumentalarchitektur, eine Lösung präsentiert hat, die mindestens insofern neu war, als sie an keinem einzigen Bau griechischer Architekten nachweisbar ist. Diese Lösung, auf die er erkennbar stolz war, bestand allerdings einfach darin, dass er unter dem Namen *semimetopia* die oben angesprochenen Metopenfragmente an den Ecken zuließ, die griechische Tradition stets tabuisiert hatte.[153]

Systematisch gesehen, war das Eckproblem kein ursprüngliches Problem der dorischen Ordnung selbst. Es war ein Problem, das sich erst aus dem immer weiter gesteigerten Anspruch auf Systematisierung ergab. Hätte man nämlich, wie noch am Apollontempel in Syrakus, darauf verzichtet, den Triglyphenfries mit der Säulenstellung zu koordinieren, hätte es das Eckproblem niemals gegeben: in diesem Fall konnte man sogar alle Joche einheitlich bemessen, und die Abstände der Triglyphen ebenso, nur hätten beide Gliederungen dann eben keinen Bezug aufeinander. Ein Entwurf wie der des Apollontempels hatte kein spezifisches Problem an der Ecke. Man könnte eher sagen, dass die Säulenstellung aufgrund der mangelnden Koordination ihrer Bauglieder als Ganzes ein Problem war. Erst die Systemanspruch definierte die Ecke als spezifische Problemzone.

Konsequenzen für den Bauentwurf

Eine der oben erwähnten Lösungen für den Eckkonflikt, die sog. einfache Eckkontraktion, hat besondere Bedeutung sowohl für das antike Entwerfen selbst als auch für die oben schon skizzierte moderne Diskussion dieser Verfahren. Bei der einfachen Eckkontraktion wurde

[150] Man kann jedoch einen unbekannten archaischen Architekten auf Sizilien nachweisen, der offensichtlich um einer wirklichen Lösung des Konfliktes willen die genannten konstruktiven und formalen Regeln der Baukunst durchbrochen hat: Der Architekt des sog. Tempels F auf der Akropolis von Selinunt (um 530) hat die Architrave des Ringhalle des Tempels extrem schlank dimensioniert, obwohl das die Bruchgefahr deutlich erhöht haben muss, und zugleich die Triglyphen unkanonisch breit, so dass Architrav- und Triglyphenbreite annähernd gleich waren, und folglich der Konflikt auf diese Weise marginalisiert war; vgl. Osthues 2005, 61ff.

[151] Sicher nachweisbar am Zeustempel in Olympia, begonnen 472.

[152] Vitr. 4.3. 1. Pytheos und Hermogenes galten als ‚Stararchitekten' ihrer jeweiligen Epoche. Vitruv nennt zudem den sonst nicht bekannten Architekten Arkesios.

[153] Vitr. 4. 3. 5. Strenggenommen handelt es sich nicht um ‚Halbmetopen', sondern um Fragmente von etwa einem Drittel der normalen Metopenbreite.

der Triglyphenfries vollständig aus normal bemessenen Triglyphen und Metopen gebildet. Der Ausgleichsbetrag wurde allein durch die Kontraktion des Eckjochs realisiert. Das Eckjoch musste dafür gegenüber dem Normaljoch exakt um den Betrag verkürzt werden, der sich aus der Differenz von Architrav- und Triglyphenbreite ergab. Wäre dieser Betrag verfehlt worden, hätte der Fehler im Triglyphenfries durch verlängerte oder verkürzte Metopen bzw. Triglyphen über dem Eckjoch ausgeglichen werden müssen. Der Fries wäre damit nicht mehr völlig regelmäßig gewesen.

Prinzipiell hatten die Architekten zwei Möglichkeiten, das Maß für die Verkürzung des Eckjochs zu bestimmen. Sie konnten dieses Maß anhand einer Formel berechnen, und zwar derselben Formel, die Richard Koldewey in seinem großen Werk über die westgriechischen Tempelbauten formuliert hat: {AB – TB} : 2. Das heißt, das Eckjoch musste um die halbe Differenz von Architrav- und Triglyphenbreite gegenüber dem Normaljoch verkürzt werden.[154] Dass diese Formel in der Antike bekannt war, ist zwar nicht zu beweisen, aber keinesfalls unwahrscheinlich. Sie könnte in den leider vollständig verlorenen Schriften griechischer Architekten über ‚Symmetrien dorischer Tempel' enthalten gewesen sein. Die Lektüre solcher Architekturschriften für die Ausbildung zum Architekten wird bereits von Xenophon in einem seiner sokratischen Dialoge[155] mit Selbstverständlichkeit erwähnt, so dass man die Rezeption der Schriften in der Architektenausbildung spätestens für das letzte Drittel des 5. Jahrhunderts annehmen darf. Die andere Möglichkeit wäre gewesen, den regelmäßigen Triglyphenfries zum Ausgangspunkt des Entwurfs zu machen, denn man hätte, ausgehend vom Fries, schrittweise Normal- und Eckjoch, die Abmessungen des entsprechenden Stylobates usw. bis hin zu Länge und Breite der Fundamentoberkante ableitend berechnen können. Diese Vorgehensweise bedeutet, dass der Entwurfsvorgang von oben nach unten, also umgekehrt zum Bauvorgang erfolgt. Welche der beiden Methoden die Architekten gewählt haben, wissen wir nicht. Klar ist aber auf jeden Fall, dass schon im Anfangsstadium des Planungsprozesses die Gebälkmaße (Architrav- und Triglyphenbreite) festgelegt worden sein müssen, weil ohne diese Maße weder das Eckjoch hätte berechnet werden können, noch die aus dem Eck- und Normaljoch abzuleitenden Maße für Länge und Breite der Säulenstellung, noch die daraus wiederum zu berechnenden Maße für die erforderliche Stylobatlänge und -breite sowie die Maße der übrigen Teile des Stufenbaus. Dass das der Fall war, lässt sich in einigen Fällen sogar an den Bauten selbst beweisen. Das Metroon im Heiligtum von Olympia ist ein solcher Bau.[156] Dem Joch entsprechen dort jeweils zwei Stylobatplatten. Auch alle anderen Platten des Stufenbaus unter dem Stylobat, sowie selbst die Fundamentplatten, wiederholen dieses Maß. Allein die Platten unter den Eckjochen sind durchgängig genau um das Maß kürzer, das sich aus dem Eckausgleich ergab. Das bedeutet, dass der Architekt schon beim Einbringen der untersten Platten des Fundamentes genau kalkuliert hatte, um wie viel die Eckjoche kontrahiert werden mussten, damit im Triglyphenfries keine Unregelmäßigkeiten auftraten.

Hieraus ergibt sich eine eindeutige Schlussfolgerung für die oben referierte Diskussion um die griechische Entwurfspraxis. Für Bauten mit einfacher Eckkontraktion sind die beiden Annahmen von Coulton[157] und anderen nicht haltbar. Man kann nicht von ‚incomplete preliminary planning' sprechen, wenn bei der Verlegung der untersten Fundamentplatten die

[154] Koldewey und Puchstein 1899, 198.
[155] Xen. mem. 4. 2. 10.
[156] Osthues, *Die Architektur des olympischen Metroons*, in Vorb.
[157] Coulton 1974b und Coulton 1985. Der 1985 erschienene Beitrag hat eine erweiterte Datenbasis.

Gebälkmaße bereits nachweisbar fixiert worden waren. Ebensowenig können die Stylobatproportionen nach Faustregeln (‚rules of thumb') festgelegt worden sein, die keinen Bezug zum Gebälk hatten. Denn selbst wenn ein qua Formel festgelegter Stylobat annähernd für die einfache Eckkontraktion geeignet gewesen wäre, so blieb es doch von drei weiteren Faktoren abhängig, ob der Fries tatsächlich regelmäßig ausfallen konnte oder nicht: dem Achsabstand der Säulen von der Stylobatkante,[158] der Architrav- und der Triglyphenbreite. Dass diese drei Faktoren mehr oder minder zufällig, ohne entsprechende Vorausplanung in genau passendem Verhältnis zu einander gestanden hätten, ist kaum vorstellbar.

Umgekehrt ist es – mit Coulton – durchaus plausibel anzunehmen, dass an Bauten, bei denen die Eckkontraktion zwar vorhanden war, aber nicht genau dem Ausgleichsbetrag entsprach, so dass weitere Anpassungen im Gebälk notwendig wurden, die Größe der Eckjoche aus der Anwendung von Grundrissformeln resultierte. Das ließ sich praktisch auch leicht realisieren, denn wenn der Baufortschritt den Fries erreicht hatte, konnte dort einfach ausgemessen werden, um wie viel länger oder kürzer als das Normalmaß die Triglyphen und Metopen über dem Eckjoch sein mussten.

2.3.4 Architekturordnungen und Bauentwurf: Architektur als ‚System'

Die Entwurfsdiskussion geht, wenn auch meist implizit, fast immer davon aus, dass die griechischen Bauentwürfe mehr oder weniger systematisch entwickelt worden sind. Das heißt konkret, dass Entwurfsgrößen nicht einfach in Fuß und Daktylos fixiert wurden, sondern dass die Maße in einem inneren, durch Proportionen vermittelten Zusammenhang stehen. Es ist offensichtlich, dass diese Art des systematischen Entwerfens auf irgendeinen Weise mit den Architekturordnungen zusammenhängt. Wie dieser Zusammenhang genau beschaffen war, wird selten angesprochen, so dass hier abschließend einige Überlegungen dazu vorgetragen werden sollen.

Die griechischen Architekturordnungen waren zunächst nichts weiter als ein einfaches, nahezu universelles bautechnisches Grundmuster (Stütze – Gebälk), verbunden mit den spezifisch griechischen Formen für Kapitell, Architrav, Geison usw. Die Herausbildung dieser Formen in der frühen Holzarchitektur ist nahezu nicht mehr zu verfolgen. Was man aber nachzeichnen kann, ist die schrittweise Transformation der alten Ordnungen in Systeme, mit stabilen Ordnungsprinzipien, einer großen Zahl von Abhängigkeiten und systemspezifischen Problemstellungen. Diese Transformation setzte voraus, dass die Ordnungen, wenn sie auch ursprünglich keine Systeme waren, so doch gewissermaßen systemfähig waren. Grundmuster wie etwa der Antentempel oder auch der Peripteraltempel gab es bereits in hocharchaischer Zeit, nur wurden sie dort noch mehr oder weniger mit freier Hand abgesteckt,[159] später jedoch konstruiert nach Maß und Zahl, und mit hohem Anspruch an Exaktheit. Einen ansatzweise ähnlichen Prozess hat es auch in der Vasenmalerei gegeben. Deren Ornamentformen wurden ebenfalls zunächst mit freier Hand aufgemalt, doch waren viele dieser Formen im Grundsatz geometrisch (Halbkreise, Spiralen, Mäander usw.), so dass schon in protogeometrischer Zeit die zuvor aufgemalten Formen mit dem Zirkel in den Ton aufgerissen werden konnten. Genauso sind die Voluten des ionischen Kapitells, geometrisch gesehen Spiralen, in der frühesten Zeit noch freihändig ausgearbeitet worden, später jedoch mit dem Zirkel konstruiert worden. Die bei weitem wichtigste Voraussetzung, die die Transformation der

[158] Von ihm hängt, bei gegebenen Maßen für den Stylobat und das Normaljoch, ab, wie groß das Eckjoch ausfällt.
[159] Zu den Bauten aus dieser Zeit vgl. Petronotis 1972.

alten Ordnungen in Systeme möglich gemacht hat, lag aber wohl in der Bautechnik. Das zeigt die Gegenüberstellung mit anderen elementaren Techniken des frühen Bauens: Mauern aus Lehmziegeln waren, strukturell gesehen, ein Kontinuum ohne innere Gliederung, das entsprechend wie ein Band beliebig verlängert oder verkürzt werden konnte. Stützenstellung wie in den griechischen Ordnungen bestanden dagegen aus diskreten Einheiten, die immer eine – regelmäßige oder unregelmäßige – Gliederung hatten, und auch nur um mindestens eine Einheit verlängert oder verkürzt werden konnten. Nur solche gegliederten, rhythmisierten Strukturen, nicht aber bandartige Strukturen wie Mauern konnten bei fortgeschrittener Systematisierung überhaupt zu Problemen wie Jochdifferenzierung oder Eckkonflikt führen. Und noch ein zweiter Aspekt der Stützenstellungen hat in diesem Zusammenhang grundlegende Bedeutung: Stützenstellungen, über Eck angeordnet, tragen das Prinzip des Entwerfens in Proportionen immer schon in sich. Allein das bloße Abzählen der Stützen an Fronten und Flanken zur Benennung ihrer jeweiligen Längen führt direkt zum Planen bzw. Entwerfen in ganzzahligen Verhältnissen.

Aber auch wenn diese elementaren Strukturen der frühen Holzarchitektur gleichsam eine geeignete objektive Basis für die späteren Entwurfssysteme darstellten, so handelt es sich bei der folgenden Entwicklung doch keineswegs um irgendeine Form von Eigendynamik eines Systems. Der entscheidende Impuls für alles weitere war der subjektive Gestaltungsanspruch der griechischen Architekten. Das illustriert schon die Tatsache, dass auch in vielen anderen Epochen und Regionen ebenfalls mit Stütze und Gebälk gebaut wurde, ohne dass daraus vergleichbare Systeme entwickelt worden sind. Die Systematisierung der alten griechischen Ordnungen war ein längerer Prozess. Das entsprechende Interesse der Architekten ist bereits frühzeitig erkennbar, wenn auch zunächst in der schlichten Form, gewissermaßen „Ordnung im Säulenwald“ (G. Gruben) zu schaffen. Zu den ersten solchen Eingriffen zählt die Verpflichtung auf strikte Uniformität funktional gleichartiger Bauglieder. Sie ist offenbar erst in der Steinarchitektur durchgesetzt worden, denn an einigen alten Bauten wie etwa die sog. Basilica in Paestum und auf Korfu fehlt diese Uniformität noch. Dort hatten beispielsweise die Kapitelle noch keine strikt einheitliche Form. Auch die angesprochene Synchronisation von Triglyphenfries und Säulenstellung ist ein ein bewusst vorgenommener, strukturierender Eingriff in eine ältere, noch ungeordnete Bauweise. Dass viele der Architekten der archaischen Zeit bereits ein dezidiertes Interesse an geordneten Strukturen hatten, zeigt sich nicht zuletzt daran, dass für beide Maßnahmen erkennbar ein Preis bezahlt werden musste und bezahlt worden ist. Im Fall der Vereinheitlichung der Formen verlor das einzelne Bauglied seinen individuellen Wert, und wahrscheinlich auch die Steinmetzen die Möglichkeit, ihr individuelles Können zu zeigen. Im Fall des Triglyphenfrieses war der Preis der Ordnung der Eckkonflikt, der schon beim allerersten Steinbau mit Achsbindung der Triglyphen bemerkt worden sein muss, weil über den Eckjochen Friesblöcke mit Normalmaß zu kurz gewesen sein müssen.

Die zweifellos anspruchsvollste Aufgabe bei der Transformation des alten, gleichsam freihändigen Umgangs mit den Ordnungen in eine klar strukturierte Bauplanung war der scheinbar schlichte Anspruch, auch die Jochmaße an Fronten und Flanken zu vereinheitlichen. Uniforme Jochmaße waren viel schwieriger zu realisieren als uniforme Kapitellprofile. Im Kontext dieser selbst gestellten Aufgabe wird auch aus dem Architekten des alten Typs, dessen Stellung dadurch bestimmt ist, dass er handwerklich und technisch qualifizierter ist als die übrigen Steinmetzen, der Architekt im modernen Sinne, dessen primäre Aufgabe das Entwerfen des Bauplans ist. Die geschilderten Schritte auf dem Weg zur Eliminierung

der Jochdifferenzierung geben hier einige aufschlussreiche Einblicke. Der erste Schritt in diese Richtung, also die westgriechische Methode, eine der für die Stylobatproportion kalkulierten Säulen der Langseite wegzulassen, war noch reiner Pragmatismus, sozusagen ein handwerklicher Kunstgriff, der kein theoretisches Konzept voraussetzt. Ähnlich wie in einem Brettspiel entnahm man der Grundrissfigur einen Spielstein und passte die Postion der übrigen ein wenig an, und schon war die Figur im Sinne der Regelmäßigkeit deutlich optimiert.

Die später gefundenen Lösungen sind aber schon Ergebnisse einer Analyse der Ringhalle als Struktur, denn sie implizieren eine doppelte Abstraktionsleistung, wie zuvor schon gezeigt wurde: Zum einen war bei diesen Lösungen nicht die Anzahl der Baukörper, d. h. die Anzahl der Säulen, sondern das Verhältnis ihres Abstands voneinander, also das Joch als reines Maß der Ausgangspunkt entsprechender Entwurfsverfahren. Zum anderen emanzipierte sich beim vom Joch ausgehenden Entwerfen der Entwurfsprozess endgültig vom Bauprozess. Der Entwurfsprozess hatte sein eigenes Muster, das keine bloße Vorwegnahme der am Bau notwendigen Schritte mehr war, denn das einheitliche Normaljoch ließen sich nur realisieren, wenn bei der Planung das Joch – oder für den einheitlichen Triglyphenfries das Gebälk – zum Ausgangspunkt gemacht wurde, während das Bauen stets und immer mit dem Legen der Fundamente für den Stufenbau begann. Das modulare Entwerfen war letztlich nur eine weiter getriebene, gleichsam noch abstraktere Variante dieser Verfahren, denn dort wurde gar nicht mehr von einer zentralen Baugruppe wie dem Joch oder dem Gebälk ausgegangen, sondern von einem reinen Maßsystem, einem dem Modul entsprechenden Raster, in das die Grund- und Aufrisse wie in Millimeterpapier eingezeichnet werden konnten. Bei allen diese Verfahren ergab sich zudem zwangsläufig eine wesentlich größere Planungstiefe als notwendig war, solange man mit den älteren Formeln gearbeitet hatte, bei denen eine Jochdifferenzierung akzeptiert werden musste.

Für diese Entwicklung lassen sich keine äußeren Anstöße jenseits des Interesses der Architekten an systematischer Strukturierung angeben. An Stabilität hatte es selbst den Bauten mit vergleichsweise großer Jochdifferenzierung nie gemangelt: Immerhin stehen noch heute Joche der Apollontempel von Korinth und Syrakus aufrecht. Auch die Anbindung des Triglyphenfrieses an die Säulenstellung war in konstruktiver Hinsicht bedeutungslos, denn der Triglyphenfries war als reines Ornament im Sinne der Standsicherheit bedeutungslos. Effektive ästhetische Vorteile wird man ebenfalls kaum geltend machen können. Selbst wenn man den Griechen eine besondere Sensibilität für Proportionen zubilligt (die gelegentlich geradezu mythisch überhöht wird), so war es doch unmöglich für den Betrachter, den Unterschied zwischen einem klassischen Bau mit Normaljoch und einem spätarchaischen Bau mit einer Jochdifferenzierung von vielleicht zwei oder drei Prozent optisch wahrzunehmen. Ökonomische Vorteile des Einheitsjochs durch die identische Bemaßung aller Bauteile des Gebälks waren ebenfalls kaum ein treibendes Motiv, denn eine standardisierte Produktion von Baugliedern wie in Rom hat es in Griechenland (jenseits von Dachziegeln) nie gegeben, und für einen Steinmetz, der einen Natursteinblock zurichtete, ergab sich keine nennenswerte Einsparung an Arbeit, wenn der Block wenige Zentimeter länger oder kürzer sein sollte.

Es bleibt daher die Frage, woher der Impuls zur Strukturierung der Entwürfe seine außerordentliche Intensität, und vor allem seine Dauerhaftigkeit bezog. Man könnte den Anspruch auf strikte Systematik des Entwerfens mit der im Werksteinbau geforderten Präzision in Verbindung bringen, d. h. die Übertragung eines baukonstruktiven Prinzips auf das Entwerfen. Im Werksteinbau ohne Einsatz von ausgleichenden Bindemitteln wie Mörtel war ein

exakter Fugenschluss bei manchen Baugruppen zwingend, beispielsweise bei den Lagerfugen von Säulentrommeln, denn bei einem Schaft mit zehn Horizontalfugen zwischen den Trommeln würde die Stabilität der Säule spürbar beeinträchtigt, wenn sich das Lagerspiel von unpräzise gearbeitete Fugen addiert – die Säule würde wackeln. Man kann in diesem Sinne fragen, ob die Präzision in der Schichtung der Säulentrommeln nicht darauf geführt haben sollte, mit der gleichen Präzision auch den Abstand zwischen den Säulen festzulegen. Das ist auch gemacht worden.[160] Man findet zudem Belege für eine technisch kaum noch begründbare Präzision an Baugruppen, die kaum Stabilitätsprobleme aufwerfen.[161] Eine Fetischisierung von Präzision lässt sich aber trotz solcher Beispiele keineswegs generell unterstellen. Viele Bauten zeigen vielmehr umgekehrt, dass die Baumeister und Handwerker sehr genau wussten, wo Exaktheit aus technischen Gründen gefragt war, und wo nicht. So zeigen die Abakusbreiten dorischer Kapitelle selbst am Parthenon Unterschiede, die im Bereich von Lagerfugen unmöglich hätten toleriert werden können. Einen Weg, der direkt von bautechnisch geforderter Präzision zur strikten Systematisierung von Bauentwürfen führen würde, gibt es demnach nicht. Strapaziert man den Gedanken etwas weniger, bleibt es gleichwohl plausibel anzunehmen, dass zumindest die Baumeister der archaischen Zeit einen Begriff von Qualität entwickelt hatten, der auch beim Entwerfen einen ‚sauberen Fugenschluss' verlangte.

Spätestens für die Zeit ab dem 5. Jahrhundert kann man zeigen, dass der vielleicht aus dem ambitionierten Handwerk stammende Anspruch, Größenverhältnisse durch Proportionen in ein klar strukturierten Zusammenhang zu bringen, auch jenseits der Architektur vielfach formuliert worden ist. In allgemeiner Form waren Maß und Zahl als Gesetz des Kosmos schon eine frühe theoretische Grundposition der Pythagoreer. Aufgegriffen wurde dieser Gedanke in der Folge auch von Philosophen wie Platon, der daher der Mathematik eine sehr hohe Stellung in seiner Philosophie einräumte, da mathematische Objekte und mathematisch strukturierte Beziehungen seiner Vorstellung von ‚Ideen' als Grundstrukturen des Seienden sehr nahe kamen. Aus dem selben Grund schätzte Platon Architektur mehr als andere Handwerke, weil in ihr Maß, Zahl und Exaktheit eine erhebliche Rolle spielten.

Konkreter mit der Entwicklung der Architektur verbinden lassen sich ästhetische Theorien mit explizitem Bezug zur Praxis, die Proportionen ins Zentrum der künstlerischen Arbeit gestellt haben, wie etwa der berühmte – wenn auch im Einzelnen kaum bekannte – Kanon des Polyklet, der Aussagen über das harmonische Verhältnis der Größe der Elemente des menschlichen Körpers zueinander enthalten hat.[162] Überzeugungskraft dürfte das Konzept, ästhetisch überzeugende Lösungen durch strikt proportionale Verhältnisse der jeweiligen Elementen zu ermöglichen, aber vor allem durch den Bezug zur Musik gewonnen haben.

[160] So sind für die Bestimmung der Position der Säulen des Zeustempels von Olympia auf dem Stylobat in die Standplatten Löcher gebohrt und mit Blei ausgegossen worden. In das Blei wurden Achsenkreuze eingerissen, deren Mittelpunkt mit einem Körnerschlag markiert wurde. Das ist im Prinzip dasselbe Vorgehen wie noch heute im Maschinenbau, wenn Bleche an einer exakt ausgemessenen Stelle durchbohrt werden müssen. Am Zeustempel wurde in den Körnerpunkt offenbar der Zirkel eingestochen, mit dem der Standkreis der Säulen auf die Standplatten aufgerissen wurde.

[161] Vgl. als Beispiel dazu die Anweisungen für die Kontrolle des Fugenschlusses der Pflasterplatten des Pteron am Tempel von Lebadeia in der Inschrift IG VII 3073.

[162] Polyklet war ein Bildhauer des 5. Jahrhunderts, der eine – bis auf wenige Fragmente – verlorene Schrift über die ‚richtigen' bzw. schönen Proportionen des menschlichen Körpers publiziert hat. Der Begriff ‚Kanon' spiegelt dieses Verständnis wider, denn er bezeichnet eine (proportionsbasierte) Regel. Wahrscheinlich haben allerdings schon die älteren Bildhauer der Archaik in der Praxis mit Proportionsregeln für den menschlichen Körper gearbeitet. Dieser Ansatz war möglicherweise aus Ägypten übernommen worden.

Hier war der Zusammenhang von definierten Intervallen und Harmonie klar erkennbar, denn nur, wenn die Länge gleichgespannter Saiten in bestimmten proportionalen Verhältnissen verkürzt oder verlängert werden, klingen zwei gleichzeitig erzeugte Töne harmonisch. Dass Bezüge zwischen der Musik und der Architektur gesehen wurden, zeigt explizit der Begriff der Eurhythmia, der – zweifelsfrei aus der Musik stammend – bekanntlich noch bei Vitruv das Leitbild ist für ‚richtige' Bestimmung der Proportionen zwischen den Baugliedern und in ihrem Verhältnis zum Ganzen.[163] Weit weniger bekannt ist, dass der Begriff auch weit früher schon in der griechischen Literatur mit Bezug auf die durch Proportionen vermittelte Harmonie in der Architektur nachweisbar ist.[164]

Übersehen sollte man bei dem Bezug auf solche Theorien allerdings nicht, dass es dafür noch ein zweites Motiv gab. Das Entwerfen wird durch diese Bezugnahmen von einer ursprünglich zum Handwerklichen gehörenden Tätigkeit zu einer angewandten Wissenschaft. Dieser Anspruch ist lange vor Vitruv nachweisbar von griechischen Architekten erhoben worden, bis hin zu der fast absurden Forderung des Pytheos, der Architekt müsse in den einschlägigen Wissenschaften noch mehr Kompetenz haben als die jeweiligen Fachwissenschaftler selbst. Wissenschaft als Grundlage ihrer Arbeit, und damit einen entsprechenden sozialen Status, konnten die Architekten nur im Bereich des Entwerfens für sich reklamieren, denn die Arbeit auf der Baustelle war und blieb ja Handwerk. Sie waren damit auch durchaus erfolgreich, wie entsprechende Äußerungen prominenter Autoren der klassischen Zeit belegen, die stets auf die Anwendung von Mathematik und Geometrie sowie auf die ‚intellektuelle' Arbeit des Entwerfens abstellen.[165]

2.3.5 Bauzeichnungen

Hinsichtlich der Bedeutung von Zeichnungen bei der Arbeit der griechischen Architekten muss zunächst die Funktion der Zeichnungen unterschieden werden. Zeichnungen können das Medium sein, in dem sich die eigentliche Entwurfsarbeit vollzieht, wenn beispielsweise die bestimmenden Proportionen von Grund- und Aufrissen durch Zirkelschläge, Dreieckskonstruktionen, Rechteckkonstruktionen (‚goldener Schnitt') oder ähnlich erfolgt. Bei bestimmten Entwurfsaufgaben hat das Zeichnen gegenüber der rechnerischen Ableitung von Größen den Vorteil, wesentlich einfacher und auch schneller zum Ziel zu führen. So lässt sich die Höhe im gleichseitigen Dreieck durch eine einfache Lotlinie darstellen, wohingegen die Berechnung ihrer Länge den Umgang mit der Kubikwurzel erfordert. Dasselbe gilt – mindestens bei nicht ausgesprochen günstig gewählten Ausgangsmaßen – für die Bestimmung der Länge der Diagonale des Quadrats, bei der immerhin die Auflösung der Quadratwurzel im (lange bekannten) Satz des Pythagoras erforderlich wird. Auch Vitruv, der vom Architekten fortgeschrittene Kenntnisse der Mathematik verlangt und das Proportionieren in ganzzahligen Verhältnissen zur Grundlage seiner modularen Entwürfe macht, scheut sich keineswegs, selbst bei einer relativ einfachen Aufgabe wie der Flächenverdoppelung des Quadrats eine geometrische Bestimmung zu bevorzugen, mit der schlichten Begründung, dass die gesuchte Seitenlänge eben nicht ganzzahlig darstellbar sei.[166]

[163] Vitr. 1. 2. 3.
[164] Philo. Mech., Paraskeuastika 87, 32.
[165] Vgl. zum Prestige der Architektenarbeit die Belege im Abschnitt über den sozialen Status der Architekten weiter unten in diesem Beitrag, sowie den Schlussabschnitt über das Verhältnis von Architektur und Wissenschaft.
[166] Vitr. 9. praef. 4f. Die geometrische Lösung der Flächenverdoppelung bereits bei Platon (Plat. Men. 82b).

Eine weitere Funktion der Zeichnungen ist die Darstellung der Ergebnisse der Entwurfsarbeit gegenüber den ausführenden Handwerkern und den Bauherren. Präsentationszeichnungen waren in der Antike sicherlich bekannt. Vitruv kennt sie, als perspektivische Darstellung, unter dem griechischen Begriff Scaenographia.[167] Da er keinen entsprechenden lateinischen Terminus angibt, wird man davon ausgehen können, das spätestens im Hellenismus solche Zeichnungen angefertigt worden sein müssen. Dafür spricht auch, dass der Begriff im Sinne von gemalten Bühnenbildern in den griechischen Quellen nachweisbar ist. Im Sinne einer Architekturzeichnung ist er allerdings nicht belegt, so dass nicht angegeben werden kann, ab wann griechische Architekten anhand solcher Zeichnungen ihre Entwurfsideen dargestellt haben. Zweidimensionale (Ritz-) Zeichnungen waren in der Architektur seit je her üblich. Es mag hier genügen daraufhinzuweisen, dass die Ausarbeitung von geometrisch strukturierten Baugliedern wie Geisa oder Triglpyhen aus einem Steinquader praktisch gar nicht möglich ist, ohne die entsprechenden Formen des Bauteils zuerst auf die Seiten des Quaders aufzureißen.

Vor diesem Hintergrund, sowie der prominenten Stellung der Geometrie innerhalb der griechischen Wissenschaften, und schließlich der geradezu ins Auge springenden Geometrie der Formen der griechischen Architektur, ist es kaum überraschend, dass vor allem die frühe Forschung mit Selbstverständlichkeit davon ausgegangen ist, dass die griechischen Architekten ihre Bauten mit Stift, Lineal und Zirkel entworfen haben. Nach Aufmaß angefertigte Grund- und Aufrissdarstellungen antiker Ruinen wurden daher von vielen Forschern nach geometrischen Konstruktionslinien abgesucht, die aufzeigen sollten, welche Grundsätze und welche Schrittfolgen die Entwürfe widerspiegeln.[168]

Aber schon der hier mehrfach zitierte Hans Riemann, und nach ihm viele der Architekten, die selbst an Aufnahmen antiker Bauten gearbeitet haben, haben zeichnerische Entwurfsverfahren für die archaische und klassische Zeit mit verschiedenen Einwänden bestritten. So wird darauf verwiesen, dass für das Zeichnen von Plänen, deren Maßstab ausreichend groß war, um Details präzise abgreifen zu können, kein geeigneter Zeichengrund verfügbar war. Antike Papyrosblätter von Büchern hatten eine Breite von nur ca. 45 cm, und wurden bei Buchrollen zwar aneinander geklebt, jedoch ist über große Formate nichts bekannt. Zudem werden weder in Inschriften noch in literarischen Quellen jemals entsprechende Baupläne erwähnt. Hinzukommt, dass für die Visualisierung von Entwurfsideen in Grundrissplänen oder Fassadenaufrissen in den beiden frühen Epochen kaum Bedarf bestanden haben dürfte, da angesichts der Typengebundenheit und der strukturellen Ähnlichkeit der Bauten leicht vorstellbar war, welchen Effekt Änderungen der Proportionen haben würden.[169] Akzeptiert werden von diesen Autoren, auch für die früheren Epochen, allein Werkrisse für die Konstruktion von Architekturdetails (dazu ausführlich unten).

Die Annahme, dass die Vitruv unter dem griechischen Begriff Ichnographia bekannten Grundrisszeichnungen erst sehr spät Verwendung gefunden hätten, ist nur bedingt haltbar, denn es gibt deutliche Hinweise darauf in – von der Bauforschung kaum beachteten – Quellen, die älter sind als Vitruv. So erwähnt der Ingenieur und Mathematiker Philon von Byzanz in seinem Buch über die Verteidigungsanlagen von Städten unterschiedliche Formen der Anlage von Türmen und Stadtmauern, für die er auf Zeichnungen verweist. Diese σχήματα, die

[167] Vitr. 1. 2. 2.

[168] Zu geometrischen Entwurfsanalysen vgl. etwa Theuer 1918; Wolfer-Sulzer 1939; Wedepohl 1967; Hertwig 1968; Petronotis 1972.

[169] Riemann 1934, 1ff.; Bundgaard 1957, Anm. 217; Mertens 1984, 184; Coulton 1977, 53.

in den erhaltenen Codices leider nicht mehr vorhanden sind, waren aller Wahrscheinlichkeit nach Grundrissdarstellungen, da Philon die Turmformen und die Position der Maueranschlüsse darstellen wollte.[170] Vitruv kennt ebenfalls den griechischen Begriff σχήματα, und übersetzt ihn mit lat. *forma*, was bei ihm und anderen römischen Autoren im Kontext des Bauwesens stets Grundrisse bezeichnet[171] (Das bekannteste Beispiel für die Verwendung des Begriffs ist die *forma urbis* für den teilweise erhaltenen Stadtplan Roms). Im Sinne von ‚Schemazeichnung' wird der griechische Begriff auch schon sehr viel früher von den sog. Taktikern bei der Darstellung von Truppenformationen auf dem Schlachtfeld, also gleichsam dem Grundriss der Schlachtreihen, gebraucht.[172] Es spricht m. E. also viel dafür, dass Architekten solche vermutlich unmaßstäblichen Skizzen beim Entwerfen von solchen Bauten verwendet haben, deren Grundriss-Disposition nicht ähnlich stark typisiert war wie die der Tempel, also etwa für Rathäuser, Gymnasia oder Palästren, die allerdings in der Tat erst in hellenistischer Zeit häufiger gebaut wurden.

Es gibt jedoch auch ältere Bauten, deren Grundrisse kaum anders als geometrisch ausgearbeitet worden sein können, nämlich die Rundtempel. Für die spätklassische Tholos in Delphi hat W. Hoepfner (2000) eine Rekonstruktion des Entwurfsvorgangs vorgelegt. Es ist kaum vorstellbar, dass der Architekt die sehr exakt ausgeführte Positionierung der Säulen bzw. ihrer Abstände rechnerisch bestimmt haben sollte, also durch Teilung des entsprechenden Grundrisskreises durch die Anzahl der Joche. Dies zumal die Zahl π in dieser Zeit (vor Archimedes) noch nicht hinreichend exakt berechnet worden war. Viel wahrscheinlicher ist, dass der Architekt anhand eines Pentagramms (Fünfeck) und anschließender Winkelhalbierung die Aufstandspunkte der zwanzig Säulen bestimmt hatte. Der oben angesprochene Einwand hinsichtlich der Größe des Zeichnungsträgers dürfte hier kaum gelten: Der fertige Stufenbau selbst dürfte der Zeichengrund gewesen sein, auf den die Konstruktion durch Ritzlinien aufgetragen wurde. Auch die genaue Form der Architrave von Rundbauten in Form eines Kreissegments, die die Säulen verbinden, dürfte durch einen mit dem Zirkel ausgeführten Riss bestimmt worden sein, oder direkt vom Grundkreis der Säulen auf der Krepis abgenommen worden sein. Der namentlich bekannte Architekt der Tholos in der Marmaria bei Delphi, Theodoros von Phokaia, hat über den Bau eine Schrift publiziert.[173] Man darf wohl vermuten, dass er darin die Geometrie des Baus und deren Konstruktion dargelegt hat, wobei die oben angesprochenen σχήματα sicher die geeignete Form waren, die Konstruktion des Grundrisses zu erläutern. Gleiche oder ähnliche geometrische Verfahren der Formfindung dürften an der ebenfalls spätklassischen sog. Thymele des jüngeren Polyklet im Heiligtum von Epidauros und am frühhellenistischen Philippeion in Olympia zur Anwendung gekommen sein.[174]

Fasst man das bisher Angeführte zusammen, so wird man zwar keinen Grund haben zu bezweifeln, dass für den Bau der kanonischen Tempelformen in der Tat kein Anlass bestand, Bauzeichnungen anzufertigen. Bauzeichnungen als Instrument des Entwerfens, auch von Grundrissen, wird man deshalb aber gleichwohl nicht für die vorhellenistische Zeit pauschal ausschließen dürfen, und zwar weder in Form der wohl unmaßstäblichen σχήματα, die der grundlegenden Formfindung dienten, als auch für die maßstäbliche Grundrissdarstel-

[170] Philo. Mech., Paraskeuastika 86, 20.
[171] Vitr. 1. 6. 12.
[172] Xen. Anab. 1. 10. 10.
[173] Vitr. 7. praef. 12.
[174] Siehe zu den Rundtempeln Seiler 1986.

lung bei der Errichtung des Oberbaus von Rundbauten, die wahrscheinlich anhand einer per Handskizze entwickelten Schrittfolge auf der Plattform aufgerissen wurden. Im Fall der Tholoi ist kaum etwas anderes vorstellbar, als dass sowohl die Grundrissentwicklung wie die Darstellung bzw. Auftragung des Grundrisses auf dem Stufenbau mit geometrischen Mitteln erfolgte. Da die Tholos eine bereits in archaischer Zeit – wenn auch selten – verwendete Grundrissform war, ist ein genuin geometrisches Entwerfen auch für die frühen Phasen der griechischen Architektur anzunehmen.

Eine wesentlich verbesserte Grundlage für das Verständnis der Bedeutung von Zeichnungen in der griechischen Architektur haben die Beobachtungen von Werkrissen gebracht, die Lothar Haselberger 1979 am hellenistischen Apollontempel im Heiligtum von Didyma bei Milet entdeckt hat.[175] Die Zeichnungen befinden sich auf den Sockelwänden des Adyton genannten Innenhofs des Tempels, die eine Art Konstruktionsbüro und Planarchiv von über 200 qm Fläche ausmachen. Sie wurden mit Stichel, Zirkel und Lineal auf die zuvor mit Rötel bestrichenen Wände aufgerissen, so dass die Risse den Marmor der Wände in Form von weißen Linien freilegten. Änderungen und Korrekturen waren durch Überstreichen vorhandener Ritzlinien mit Rötel problemlos möglich. Erhalten haben sich die Zeichnungen nur deshalb, weil der Bau niemals vollendet worden ist, so dass das Glätten der Wände, das die Zeichnungen zerstört hätte, unterblieb. Die frühesten von ihnen stammen aus der Mitte des 3. Jahrhunderts, die jüngsten aus der römischen Kaiserzeit.

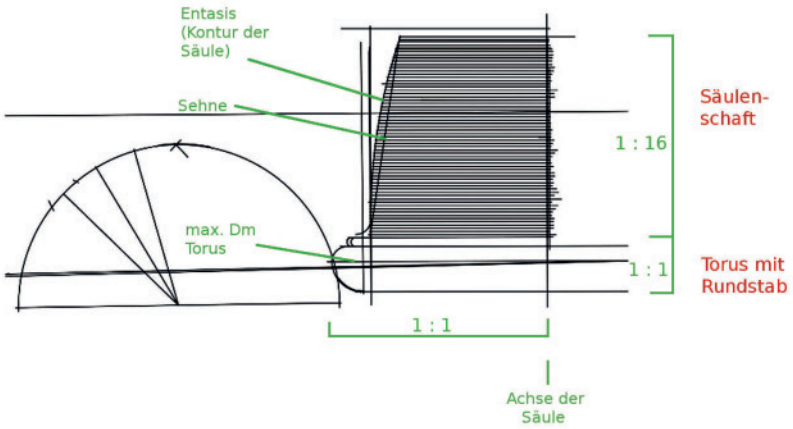

Abb. 2.8: Konstruktionszeichnung eines Säulenschaftes mit angearbeitetem Torus auf einer Wand des Adytons am hellenistischen Apollontempel in Didyma (Haselberger 1980, modifiziert).

Unter den erhaltenen Werkrissen findet sich ausschließlich Aufriss- und Schnittzeichnungen. Für die Darstellung eines Grundrisses bestand vermutlich auch kein Bedarf mehr, da die Zeichnungen ja erst aufgebracht wurden, als die Hofwände und der Stufenbau bereits teilweise fertiggestellt worden waren. Für die Forschung von besonderem Interesse ist die Schnittzeichnung eines Säulenschaftes mit angearbeitetem Torus (Abb. 2.8). Dargestellt ist

[175] Haselberger 1980; 1983; 1991. Über die Entdeckung hat seinerzeit selbst die Zeitschrift *Der Spiegel* vom 8.4.1985 berichtet.

nur der linke Teil des – rotationssymmetrischen – Schaftes, d. h. der Kontur und die Achse. Der Riss hat zwei verschiedene Maßstäbe: In der Horizontalen sind Schaft und Torus in natürlichem Maßstab gezeichnet, in der Vertikalen der Schaft im Maßstab 1 : 16, so dass in dieser Ebene ein Daktylos der Zeichnung einem Fuß am ausgeführten Werkstück entspricht. Die sechzig parallelen Linien im Abstand von einem Daktylos entsprechen folglich einer Schaftlänge von 60 Fuß oder ca. 18 m. Ohne diesen reduzierten Maßstab wäre der Schaft auf der wesentlich niedrigeren Wand gar nicht darstellbar gewesen.

Die Länge jeder dieser parallelen Linien, gemessen zwischen der Konturlinie und der Achse, gibt so den (halben) Durchmesser des Schaftes auf der Höhe an, die diese jeweilige Linie bezeichnet. Der Radius des Unterlagers der untersten Säulentrommel entspricht also der Länge der untersten Linie zwischen Achse und Kontur, der Radius des Oberlagers der obersten Trommel der Länge der obersten Linie usw. Bei der Ausarbeitung der Endform des Schaftes ergab sich damit für jeden Fuß Höhe der zugehörige Sollwert für den Radius des Schaftes.

Der Werkriss diente nicht allein als Maßvorgabe für die Steinmetzen, die die Maße mit dem Stechzirkel an dem Riss abgreifen konnten, sondern diente zugleich der Konstruktion der Entasis. Die Entasis[176] – wörtlich: ‚Anspannung‘, etwa in der Art eines Muskels – bezeichnet die leichte Schwellung des Schaftes gegenüber der stereometrischen Grundform. Letztere ist ein Kegelstumpf, der im Riss durch die Sehne angegeben ist. Der Zirkelschlag direkt daneben definiert den Umfang der Schwellung, die im Maximum 4,6 cm beträgt. Hier liegt der zweite Vorteil des in der Höhe reduzierten Maßstabs. Wollte man nämlich dieselbe, extrem schwach ausgeprägte Entasiskurve in natürlichem Maßstab zeichnen, hätte der Einstichpunkt für den Zirkelschlag sehr viel weiter rechts liegen müssen – selbst die Wand dieses riesigen Tempels hätte dafür als Zeichnungsträger bei weitem nicht ausgereicht. Die wie beschrieben definierte Schwellung ergibt keinen flaschenförmigen Schaft, wie bei römischen Säulen häufig, sondern die griechische Schaftform, bei der trotz der Schwellung das Unterlager den maximalen Durchmesser des Schaftes aufweist.

Die Zeichnung des Torus (Wulst) unter dem Schaft ist ebenfalls zugleich Maßvorgabe und Konstruktion. Sein äußeres Profil war zunächst durch zwei Viertelkreise angegeben, deren Einstichpunkte auf der horizontalen Linie liegen, die die Lage des maximalen Durchmessers des Torus angibt. Der untere Viertelkreis ist jedoch ein zweites Mal gezeichnet worden, wobei der neue Einstichpunkt unterhalb der horizontalen Linie lag, wodurch die Kurve unten stärker einzieht als beim ersten Einstichpunkt. Ähnliche Überarbeitungen einer zuvor entwickelten Grundform lassen sich auch an einem zweiten Riss nachweisen, auf dem Gebälk und Giebel des Naïskos dargestellt sind, eines kleinen tempelförmigen Baus innerhalb des Adyton. Dieser Riss gibt allerdings, anders als der Schaftriss, nicht die tatsächlich ausgeführte Form wider, denn der Naïskos, von dem sich Werkstücke erhalten haben, war deutlich weniger breit als auf dem Riss. Die Zeichnung ist, gerade weil sie verworfen worden ist, definitiv ein Teil des Entwurfsprozesses gewesen.

Entwurfszeichnungen sind inzwischen auch an anderen Bauten aus hellenistischer Zeit in Kleinasien[177] nachgewiesen worden, und im griechischen Mutterland ebenfalls.[178] Angesichts der komplexen Darstellungstechnik des didymäischen Säulenschaftes mit zwei Maß-

[176] Haselberger und Seybold 1991. Siehe auch den Beitrag von Antonio Becchi über die Gestalt der Säule im Band III.

[177] Am Bühnengebäude des Theaters von Aphrodisias; Hueber 1998.

[178] Auf den Orthostaten des Asklepiostempels in Messene; Sioumpara 2011.

stäben in einer Zeichnung ist an sich schon evident, dass die geometrische Konstruktion von Formen von Baugliedern älter sein muss als der Bau in Didyma. Der früheste der wenigen älteren Werkrisse gehört sogar zu einem der ältesten griechischen Monumentalbauten, dem hocharchaischen ersten Tempel der Aphaia auf Ägina (um 570). Auf der Unterseite einer Toichobatplatte (Standplatte für den Mauersockel) fand sich eine Ritzzeichnung, auf der eine Kreislinie mit Achsenkreuz durch Zirkelschläge in sechs gleichlange Segmente unterteilt worden ist.[179] Die genaue Funktion der Zeichnung ist unklar. Sie diente jedenfalls in der zuerst vorgesehenen Verwendung[180] nicht zum Anreißen der Position einer Fußtrommel auf einer Stylobatplatte, denn der aufgerissene Kreis hat nicht den Durchmesser der Fußtrommeln der Säulen des Tempels.

Vor dem Hintergrund der hier zuletzt beschriebenen Werkrisse ist davon auszugehen, dass zeichnerische Formen des Entwerfens vor allem bei der Konstruktion von Detailformen schon sehr früh eine erhebliche Rolle gespielt haben – wahrscheinlich eine weit größere als in der Grundrissentwicklung.

2.3.6 Paradeigma und Anagraphé

Neben den Bauten selbst und den Werkrissen geben auch die Inschriften Hinweise auf die Arbeitsweise der griechischen Architekten. Zwei Termini spielen hier eine besondere Rolle.

Paradeigma, ‚Beispiel', bedeutet zweierlei: zum einen ein einzelnes Exemplar einer Menge gleichartiger Objekte, zum anderen das Vorbild oder Muster für eine Menge entsprechender Objekte. Die letztgenannte Bedeutung ist sicher die, die in den Bauinschriften gemeint ist. Die ältere Deutung der Inschriften sah in Paradeigmata Modelle der Bauten in stark reduziertem Maßstab, die der Abstimmung zwischen Bauherrn und Architekten gedient hätten.[181] Mindestens in einem Fall ist ein solcher Kontext in den Textquellen auch belegt, nämlich im Bericht über die Fertigstellung des spätarchaischen Apollontempels in Delphi. Herodot bezieht sich an dieser schon oben angeführten Stelle auf eine Vereinbarung zwischen dem Vorstand des Heiligtums und der Familie der Alkmäoniden aus Athen. Die Familie hatte ihre Zusage, die Fertigstellung des Tempels zu finanzieren, nicht nur erfüllt, sondern mehr als das, denn sie ließ die Tempelfront in Marmor statt vereinbarungsgemäß in Kalkstein errichten.[182] Unklar ist aber, was genau hier von Herodot mit Paradeigma bezeichnet wurde. Manche Autoren denken an ein Modell der Tempelfront, andere lediglich an eine Materialprobe.

Im allgemeinen wird die Interpretation von Paradeigma im Sinne eines Modells von ganzen Gebäuden heute abgelehnt.[183] Geltend gemacht wird vor allem, dass Modelle für die grundsätzliche Abstimmung mit dem Bauherrn angesichts der Typengebundenheit der griechischen Architektur kaum erforderlich gewesen sein können. Als Instrument für die Darstellung eines Entwurfs für die Handwerker auf der Baustelle wären Modelle ungeeignet gewesen, denn die Maßstabsreduktion hätte es kaum ermöglicht, die Größen und Formdetails von einzelnen Baugliedern am Modell abzugreifen.

[179] Schwandner 1985b.
[180] Die Platte war als Toichobatplatte mit der Zeichnung nach unten verlegt, so dass sie sicher keine Funktion in dem Kontext hatte, in dem sie endgültig verbaut worden ist.
[181] So Benndorf 1902 und Schlikker 1941.
[182] Hdt. 5. 62.
[183] Vgl. etwa Mertens 1984, 183 Anm. 648f. oder Coulton 1977, 56f.

Sehr viel plausibler ist die Deutung von Paradeigma als Musterexemplar für die Anfertigung von Bauteilen mit komplexer Form, die für ein Gebäude in Serien hergestellt werden mussten. Einige dieser Bauteile sind auf andere Weise, also durch Beschreibung oder zweidimensionale Zeichnung, gar nicht vollständig darstellbar. Das gilt vor allem für das korinthische Kapitell. In einem Fall hat sich ein solches Musterstück wahrscheinlich erhalten. Im Heiligtum von Epidauros wurde ein korinthisches Kapitell gefunden, das mit Sicherheit niemals am Bau versetzt worden ist, obwohl es völlig fehlerfrei und bis auf wenige Bossenreste vollständig ausgearbeitet worden ist. Das Kapitell gehört zu dem Thymele genannten Rundtempel, als dessen Architekt der jüngere Polyklet angesehen wird. Man nimmt an, dass es – als Eigentum des Gottes, wie der Tempel selbst auch – nach Abschuss der Arbeiten im Heiligtum vergraben wurde (weswegen es bis heute perfekt erhalten geblieben ist).[184] Interessant ist das Kapitell zudem deshalb, weil es zeigt, dass im Fall der Thymele der Architekt tatsächlich auch ein hochqualifizierter Steinmetz oder Bildhauer war, also noch in der Handwerkstradition stand und nicht ausschließlich als planender Architekt arbeitete.

Weiterhin gibt es inschriftliche Hinweise auch auf ionische Musterkapitelle. Eine dieser Inschriften stammt aus der Zeit, als Athen noch die Kontrolle über das Apollonheiligtum auf Delos hatte. Sie besagt, dass ein Unternehmer ein Kapitell in Athen zu übernehmen und nach Delos zu transportieren hatte (für das sog. Stiermonument?).[185] Möglicherweise handelt es sich auch hier um das Musterstück des Architekten, der nicht selbst auf Delos vor Ort war.

Neben Kapitellen, die nicht rotationssymmetrische Formen hatten wie das dorische Kapitell (hier genügte zur Ausarbeitung eine Schablone mit dem Kapitellprofil), haben auch für alle Elemente der plastischen Bauornamentik sicher Modelle bereitgestellt sein müssen, etwa für die Simen (Traufrinnen) mit Wasserspeiern in Form von Löwenköpfen und die Akrotere, d. h. die floralen oder figürlichen Schmuckelemente an den Ecken und Firsten der Dächer.

Auch einfachere Formen wurden durch Paradeigmata definiert. Eindeutig ist der Hinweis auf die Aufbewahrung eines Musterstücks für die Dachziegel der Skeuothek, des im letzten Kapitel schon erwähnten Arsenals im Hafen von Piräus.[186] Möglicherweise wurden die Ziegel nicht in unmittelbarer Nähe zur Baustelle hergestellt. Gut vorstellbar ist auch, dass dieser Prototyp aufbewahrt wurde, damit später nach seinen Vorbild eventuell benötigte Reparaturstücke angefertigt werden konnten. Das Stück war jedenfalls so wichtig, dass sein Aufbewahrungsort in der Inschrift festgehalten wurde.

Paradeigmata gab es zudem auch für die Verbindungselemente. Inschriftlich nachweisbar ist das Musterstück eines Dübels für die Vorhalle des Telesterions von Eleusis.[187] Die Dübel zur Verbindung der Säulentrommeln wurden nicht aus Holz, sondern aus Bronze hergestellt, deren Zusammensetzung (elf Teile Kupfer auf einen Teil Zinn) im Auftrag spezifiziert war. Auch waren die Abmessungen nicht einheitlich. Die Dübel für die unteren Trommeln mit relativ größerem Durchmesser sollten größer sein als die für die oberen Trommeln unter dem Kapitell.

Aus Holz waren hingegen die Kisten, die in der Skeuothek für die Aufbewahrung der Schiffsausrüstung dienten, für die es ebenfalls ein Paradeigma des Architekten gab.[188] Auch aus Holz war eine beiderseits weiß gestrichene Platte (Pinax), die in den Inschriften aus

[184] Das Kapitell ist im Museum des Heiligtums von Epidauros ausgestellt.
[185] IG II^2 1678, Z. 11; vgl. ID 1-104 A, Z. 10f.
[186] IG II^2 1627.2. 1b Z. 300.
[187] IG II^2 1675, Z. 23.
[188] IG II^2 1668, Z. 87.

Delos erwähnt wird.[189] Man könnte hier an die Verwendung als Zeichengrund – in der Art eines mittelalterlichen Rissbodens – denken. Die Funktion der Platte ist jedoch vollkommen unklar. Sicher ist nur, dass sie in Verbindung mit der Restaurierung eines Propylons mit Türen aus Holz gebraucht wurde.

Weit weniger eindeutig interpretierbar in den Inschriften als der Terminus Paradeigma ist der der Anagraphé. Das Grundproblem ist, dass das zugehörige griechische Verb sowohl ‚aufschreiben' bedeuten kann, wie etwa das Einmeißeln einer Inschrift in einen Stein, wie auch ‚auf etwas aufzeichnen', also die graphische Darstellung eines Objekts. Zweifelsfrei ist, dass Anagraphé in den Bauinschriften stets auf Anweisungen des Architekten an die Handwerker bezogen ist.

Das prägnanteste Beispiel ist die sog. ‚Prostoon'-Inschrift.[190] In ihr werden Aufträge vor allem für die verschiedenen Typen von Werksteinen aufgelistet (Stufenblöcke, Stylobatplatten, Metopen, Triglyphen, Geisa u. a.), jeweils getrennt in Aufträge für das Brechen der Steine, den Transport vom Steinbruch zum Heiligtum sowie für Ausarbeitung und Versatz der Bauglieder. Der Auftrag etwa für die Ausarbeitung und den Versatz der dorischen Geisa (Kraggesimse) lautet folgendermaßen:

> „To make 47 Doric [Pentelic[191]] geisa according to the specification to be provided by the architect [πρὸς τὸν ἀναγραφέα ὅν ἂν δῶι ὁ αρχιτέκτων], length 6', breadth $3\frac{3}{4}$', thickness $1\frac{1}{4}$', including two corner geisa, and hoist them up an join them so that they fit closely everywhere, without damage – width of joint-fillets $\frac{1}{4}$' – and connect them with clamps and dowels in molten lead, and level off the upper face of the course."[192]

Die Formulierung πρὸς τὸν ἀναγραφέα ὅν ἂν δῶι ὁ αρχιτέκτων wurde in der Inschrift nicht weniger als elf Mal verwendet.[193] Sie kommt in ähnlicher Form häufig in Bauinschriften vor.[194] Was sie inhaltlich bezeichnet, ist im Grundsatz klar, denn die explizit gegebenen Maßangaben definieren lediglich einen rechteckigen Quader von $6 * 3\frac{3}{4} * \frac{1}{4}$ Fuß, nicht aber ein dorisches Geison. Entsprechend muss die Anagraphé die zusätzlich notwendigen, die Form bestimmenden Angaben zur Ausladung der Hängeplatte, zur Neigung der Oberseite und der Nagelplatten (Mutuli), Höhe der Tropfen (Guttae), Traufnase (Scotia) usw. enthalten haben. Unklar bleibt aber, in welcher Form diese Informationen nachgereicht werden sollten. Bundgaard, der sich ausführlich mit der Deutung des Begriffs Anagraphé beschäftigt hat, kam zu keinem eindeutigen Ergebnis,[195] und schiebt entsprechend in die oben zitierte Übersetzung in Klammern als Alternative ein: „[…] according to the specifications (possibly: the diagram) to be provided by the architect." Anders Maier, der den Begriff in einer

[189] IG XI 2.1, 161 A, Z.75; s. dazu Coulton 1977, 72.
[190] IG II/III^2 1666.
[191] Einfügung d. V. für das von Bundgaard 1957 – wohl versehentlich – nicht übersetzte Wort Πεντελη[ι]κα in Zeile 55 der Inschrift.
[192] IG II/III^2 1666, Z. 54–61; Übers. Bundgaard.
[193] Deshalb ist auch die teilweise Ergänzung der Formulierung an dieser Stelle als gesichert anzusehen.
[194] Die zitierte Formulierung aus der Prostoon-Inschrift auch in IG II/III^2 1685, A, fr. 3, Z. 6; hingegen in IG II/III^2 1678 A, fr. b, 4: [… κατὰ τοὺς ἀναγρ]αρέας, τὰ δὲ ἄλλα κατὰ - -, also: einiges gemäß Anagraphé, das andere nach anderen (Angaben); in IG II/III^2 1685 B Fr. 5, Z. 6 [… καὶ τοὺς ἀν]αγραφέας im Gegensatz zu mündlichen Anweisungen (des Architekten) wie ebd. Z. 5: [ὅπω]ς ἀν φράζει ὁ [ἀρχιτέκτων…]; vgl. auch IG II/III^2 1670, Z. 22: [κ]αὶ τοὺς ἀναγραφέας ο[ὓς ἂν λάβει…] (= die der ausführende Handwerker/Unternehmer bekommt).
[195] Bundgaard 1957, 113–116.

Mauerbau-Inschrift von 337/6 mit „Aufrisse“ bzw. „Baurisse“ übersetzt, und zwar gerade mit Referenz auf die Prostoon-Inschrift.[196] Am wahrscheinlichsten ist m. E., dass ein Werkriss gemeint ist, der das Profil des Geisons darstellte, und von dem die Steinmetzen die einzelnen Maße mit dem Stechzirkel abgreifen konnten. Ein solches Profil brauchte jeder Steinmetz für die Weiterarbeit, nachdem die Seitenflächen des Quaders ausgearbeitet worden waren. Noch heute wird in jeder monographischen Darstellung eines griechischen Baus für das Geison eine Profilzeichnung oder Seitenansicht gegeben, weil eine rein verbale Darstellung äußerst umständlich wäre. Nicht dem Profil entnehmen können hätte der Steinmetz nur die Spezifikationen für die Breite von Mutuli und Viae. Sie hätten zwar in einer separaten Untersicht des Geisons dargestellt werden können, doch dürfte das kaum notwendig gewesen sein, denn die betreffenden Maße ließen sich leicht an den Triglyphen und Metopen abnehmen.[197] Ein Modell kann der Begriff wegen seiner Wortbedeutung hier zweifellos nicht gemeint haben.

Für die hellenistische Zeit lässt sich belegen, dass Anagraphé nicht allein einen Werkriss bezeichnete, also eine Darstellung einer Form für den ausführenden Steinmetz, sondern auch eine Konstruktionszeichnung, die der Formfindung durch den Architekten diente. Der Werkriss für den Säulenschaft mit Entasis aus Didyma, wie im voraufgehenden Abschnitt beschrieben, wäre in diesem Sinne eine Anagraphé. Nachweisbar ist diese Bedeutung bei Philon von Byzanz. Er beschreibt in seinen Belopoika zwei verschiedene Methoden, bestimmte Größen für ein Peritret – ein Wurfgeschütz – durch geometrische Konstruktion zu finden. Erstere[198] schreibt vor, zunächst einen Winkel zu konstruieren war mit Hilfe eines beliebig bemessenen Kreises. Dieser Winkel soll dann übertragen werden auf die Anagraphé – μετενέγκας οὖν ἐπί τὸν ἀναγρφέα τὴν ἐκ τοῦ κύκλου γωνίαν –, und daraus wird durch weitere Konstruktionsschritte Länge, Höhe und Breite des Geschützes bestimmt. Von Bedeutung im hier behandelten Kontext ist lediglich, dass bei Philon Anagraphé zweifelsfrei eine zeichnerische Konstruktion meint. Da Philon angibt, beim Bau des Geschützes die Maße aus der Zeichnung abzugreifen, muss es sich um eine Konstruktionszeichnung in natürlichem Maßstab handeln. Das entspricht genau der oben für das Geison der Prostoon-Inschrift vorgelegten Interpretation. Damit scheint die Abgrenzung von Bedeutung und Funktion von Paradeigma und Anagraphé klar: Paradeigma bezeichnete ein voll ausgearbeitetes Musterstück, Anagraphé einen Werkriss. Paradeigma war, wo notwendig, die dreidimensionale Darstellung eines Werkstücks, Anagraphé, wo hinreichend, die zweidimensionale Darstellung eines Profils oder Schnitts des Werkstücks.

2.4 Materialien

2.4.1 Holz

Architekturglieder aus Holz haben sich nahezu nirgendwo erhaltenen. Zu den seltenen Ausnahmen gehören einige Verdübelungen an Säulentrommeln des Erechtheion und des Parthenon. Hinweise auf Holzart, Herkunft und Preis geben einige der Inschriften und vereinzelte Angaben in den Quellen, vor allem bei Theophrast (ca. 370–287) im fünften Buch seiner

[196] IG II/III^2 244, Z. 54; 106. Maier 1959–1961, I 45. 46. Maier bezieht sich zudem auf Lattermann 1908, 40f.

[197] Mutulusbreite gleich Triglyphenbreite; Breite beider Viae gleich Metopenbreite minus Triglyphenbreite. Auch an den Architraven ließen sich die betreffenden Maße abgreifen, an der Breite der Regulae bzw. der Zwischenräume zwischen den Regulae.

[198] Philo. Mech., Belopoika 52, 30–47

Naturgeschichte der Gewächse.[199] Über die Art der Verwendung als Dach- und Deckenkonstruktion lassen Baureste Rückschlüsse zu, wenn die Anschlussstellen (Balkennester usw.) erhalten sind. Für die Frühzeit lassen einige der Hausmodelle Hinweise zur Holzkonstruktion zu. Bildliche Darstellungen geben hingegen kaum Aufschlüsse.[200]

Im Steinbau hatte Holz als Baustoff eine quantitativ wie strukturell hohe Bedeutung. Verwendet wurde es in der Regel in etwa derselben Weise wie noch im Steinbau der frühen Neuzeit, nämlich für die Ausstattung der Bauten mit Türen, Fenstern und Treppen, und vor allem für Decken und Dachstühle. Nur wenn ein Bau hohe Ansprüche demonstrieren sollte, wurde das standardmäßig verwendete Holz durch Stein substituiert. Vor allem Tür- und Fensterlaibungen wurden in Stein gefertigt, seltener Kassettendecken. Am Tempel von Sangri auf Naxos – einem technischen Kabinettstück – ist sogar das Dach (Dachbalken und Dachhaut) vollständig aus Marmor gefertigt.

Noch höher war die Bedeutung des Holzes im Lehmziegelbau, also vor allem bei Wohnhäusern, und in der Frühzeit auch bei öffentlichen und sakralen Bauten. Es diente hier zusätzlich zur Aussteifung von Mauern (wie auch an Stadtmauern) und Wänden, und zum Schutz von Mauerzungen (Anten). Zudem waren an Lehmziegelbauten auch Stützen und Gebälke regelmäßig in Holz ausgeführt.

Des Weiteren wurde Holz auf den Baustellen für Werkzeuge[201] und Meßzeuge sowie für Maschinen (Gerüste, seltener Kräne) benötigt. Auch brauchte man Holz für das Brennen der Dachziegel und das Schmelzen des Bleis für den Verguss von Eisenklammern. Holzkohle – selten reine Kohle[202] – war beim Schmieden der Beschläge, Dübel, Klammern und Werkzeuge erforderlich.

Kaum bekannt sind hingegen reine Holzkonstruktionen.[203] Sie werden aber bei Brücken vielfach üblich gewesen sein.[204] Ansonsten lassen sich nur einige nur für temporäre Nutzung errichtete Bauten belegen, deren Holz also wiederverwendet werden konnte, wie das ältere Dionysos-Theater am Südabhang der Athener Akropolis.[205] Die Gründe für das weitgehende Fehlen reiner Holzkonstruktionen liegen kaum in klimatisch bedingter hoher Brandgefahr – Lehmziegelbauten waren kaum weniger gefährdet –, sondern in den hohen Kosten für hochwertiges Bauholz. Nicht sicher bekannt sind zudem freitragende Holzkonstruktionen ganzer Gebäude (wie Fachwerkhäuser), obwohl die erforderlichen Kenntnisse und Techniken aus dem Schiffbau, und vor allem aus dem Gerüstbau bekannt gewesen sein müssen, denn mit Hilfe der Gerüste und Winden wurden Bauglieder von über 10 to Gewicht versetzt (s. Abb. 2. 15). Nicht nachweisbar verwendet wurde Holz für Fundamentierungen, denn man kennt keine Pfahlgründungen in sumpfigem Gelände, obwohl auf solchem Untergrund einige der größten Tempelbauten errichtet worden sind (Heratempel auf Samos, Artemision in Ephesos, jeweils mit Vorgängerbauten).

[199] Vgl. auch Vitr. 2. 9–10.

[200] Meiggs 1982; Müller-Wiener 1988, 53–56; Martin 1965, 2–46; Orlandos 1966, I, 21–29; Blümner 2004, II; Hodge 1960; Mulliez 1983; Ulrich 2008.

[201] Stiele häufig aus EscheMartin 1965, 40.

[202] Theophr. lap. 16

[203] Selbst im waldreichen Norden (Makedonien, Thrakien), wo sie noch am ehesten zu erwarten wären, sind reine Holzbauten bisher nicht nachgewiesen. Bezeichnend in dieser Hinsicht ist vielleicht, dass Vitruv sich dort, wo er auf Vollholz-Bauten zu sprechen kommt (2.1.4), auf so vergleichsweise fernliegende Gebiete wie die nördliche Schwarzmeerküste bezieht.

[204] Theophr. h. plant. 5. 4, 6, wo aber angedeutet ist, dass es sich um eine sehr alte Konstruktion handelt.

[205] Aus Holz dürfte nur das freistehende Bühnenhaus gewesen sein, für den Zuschauerraum nutzte man den Südabhang des Felsens. Temporär errichtete Theaterbauten: z. B. IG XI 158 A.

Holzarten und ihre Verwendung

Theophrasts Aussage, dass am Bau außer den sehr weichen nahezu alle vorkommenden Holzarten verarbeitet wurden,[206] hat schon die ältere Forschung bestätigt, die die Verwendung von nicht weniger als 25 Arten in den Quellen nachweisen konnte.[207] Diese Vielfalt dürfte vor allem zwei Gründe haben. Zum einen wird man aus Kostengründen soweit wie möglich Holz aus den jeweils umliegenden Wäldern verwendet haben, welche Arten auch immer dort vorherrschten. Zum anderen ergaben sich aber vor allem bei weiträumigen, anspruchsvollen Bauten Anforderungen an die Qualitäten und Dimensionen der Balken, denen nur mit bestimmten, meist importierten Holzarten entsprochen werden konnte.

Anforderungen hinsichtlich der Biege- und Druckfestigkeit stellten vor allem die Tragwerke der Dächer, die die Last der Ziegel und einer eventuell darunter liegenden Lehmschicht zu tragen hatten. Bei den Deckenbalken erforderte die freie Länge entsprechende Dimensionierungen. Die Beschränkung der freien Spannweiten der Decken auf kaum über 12 m dürfte darauf zurückzuführen sein. Bei Decken, auf die Estrich aufgebracht werden sollte (mehrgeschossige Stoen), durfte das Holz nicht zu sehr auf Temperaturschwankungen reagieren, um Rissbildungen im Estrich zu vermeiden. Insbesondere bei den großen Tempeltüren (Höhe bis über 10 m) war das Alterungsverhalten (Verzug) und die Resistenz gegen Fäulnis bei Feuchtigkeit bei der Auswahl, neben ästhetischen Aspekten wie Maserung, zu berücksichtigen. Dasselbe galt für Hölzer, die für Steinverbindungen als Dübel und Schwalbenschwanz-Klammern eingesetzt wurden.[208]

Das Fachwissen, das sich die Zimmerleute – sicher auch im Austausch mit den Schiffbauern – über die Eigenschaften der lieferbaren Hölzer erworben hatten, muss erheblich gewesen sein, und galt offenbar als so zuverlässig, dass sich wissenschaftliche Autoren wie Theophrast bei der Diskussion technischer Eigenschaften der Holzsorten vielfach darauf bezogen. Theophrast bezeichnet als das am besten nutzbare Holz die Weißtanne (*Abies alba*) und die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*),[209] was vielleicht als verallgemeinernde Aussage für die an größeren Bauten tragend verwendeten Hölzer angesehen werden kann. Einen Einblick in die Breite der funktionsspezifischen Verwendung der Hölzer gibt die folgende Zusammenstellung einiger belegbarer Verwendungen[210]:

[206] Theophr. h. plant 5. 7, 4.
[207] Blümner 2004, II 311.
[208] Für Klammern wurde vielfach Eisen oder Bronze verwendet, aber selbst am Parthenon oder am Erechtheion waren die Dübel, die die Säulentrommeln verbanden, aus Holz.
[209] Theophr. 5. 6, 4.
[210] Martin 1965, 22–29; Orlandos 1966, I 21–29; Blümner 2004, II 245–297 gibt einen umfassenden Überblick über die bekannten Hölzer und deren Verwendung in allen Gewerken, speziell zum Holz im Bauwesen 311–316; eine weitere Tabelle (nicht nur Bauholz) bei Ulrich 2008, 449. Vgl. auch Meiggs 1982, Kap. 7 und die Appendices zu den einschlägigen Inschriften.

Baugruppe	Holzart	Ort/Bau
Säulen	Eichenholz	Heraion, Olympia
Stützten	Eichenholz	salle hypostyle, Délos
Dachstühle	Pinie	Klaros, Delos
	Tanne	Epidauros, Delphi, Delos[1]
	Zeder	Ephesos, Artemision
	Zypresse	Parthenon, Delphi (alkmaionidischer Apollontempel)
Decken	Tanne	Delphi, Eleusis
	Buchsbaum	Erechtheion
	Ulme	Delos, Apollontempel
	Zeder	Delos, Apollontempel
	Zypresse	Epidauros, Asklepiostempel
	Eiche	salle hypostyle, Delos
Fenster	makedonischem Nadelholz	Eleusis
Empolia (erh.)	Zypresse	Erechtheion
Empolia (erh.)	Zypresse	Parthenon
Empolia (erh.)	Olivenholz(?)	Apollontempel auf Delos

Tabelle 2.1: Holzarten und ihre Verwendung.
[1]Balken von 18 Ellen (ca. 9 m) Länge [Pfette?], IG XI 2, 203 B, Z. 101.

Herkunft, Einschlag, Verarbeitung

Die wichtigsten Liefergebiete für Bauhölzer im Mutterland waren Arkadien für Eiche, Euböa für Nußbaum, das Olymp-Gebirge für Buchsbaum, Makedonien für Nadelhölzer[211] (speziell Schiffbau), Kreta für Zypressen[212]. Aus Kleinasien wurde Holz importiert vor allem aus dem Ida-Gebirge, den griechischen Schwarzmeerstädten Sinope und Amisos sowie aus Olympos an der Südküste. Trotz des enormen Aufwandes für den Transport wurden für bestimmte Zwecke Hölzer auch aus nicht-griechischen Gebieten bezogen. Neben Anatolien ist hier vor allem das Zedernholz aus Syrien (Libanon) und Zypern zu nennen.

Über den Einschlag ist hinsichtlich der Werkzeuge und der Transporttechniken innerhalb der Waldgebiete wenig bekannt. Sehr wahrscheinlich wurde mit Äxten gefällt und die Stämme mit Ochsen zunächst bis zu Verladeplätzen geschleift, die an Wegen oder Flüssen lagen.[213] Die Kenntnisse, die der ‚Qualitätssicherung' dienten, sollen sogar in Fachschriften niedergelegt worden sein.[214] Geschlagen werden sollten Bäume mittleren Alters, der Einschlag in den trockneren Jahreszeiten durchgeführt werden. Laubholz, dessen Rinde am Ort entfernt werden sollte, um das Holz sterben und trocknen zu lassen, sollten im Frühjahr vor dem Ausschlagen der Blätter geschlagen werden, Eiche hingegen im Spätherbst oder Winter, was der Verrottung und dem Befall durch Holzwürmer entgegenwirken sollte. Einfluss auf

[211]Makedonisches Holz in Delphi und auf Delos, ev. Epidauros: Belege bei Borza 1987, 40 Anm. 36.
[212]Plin. n.h. 16, 141f.
[213]Meiggs 1982, 330ff.
[214]Theophr. 5. 1, 1–5; Ulrich 2008, 448.

die Qualität sollten auch die Mondphasen gehabt haben: bei zunehmendem Mond geschlagenes Holz sollte härter sein und weniger stark verrotten. Verladen und verhandelt wurden in der Regel wohl Stämme, die Verarbeitung zu Balken und Brettern erfolgte, soweit aus den Quellen erkennbar, entweder beim lokalen Händler oder vor Ort auf der Baustelle.[215]

Holztechnik

Holz, das besonders gegen Verzug gesichert werden sollte, wurde vor der Verwendung zunächst über längere Zeit – teilweise über Jahre[216] – abgelagert. Auf der Baustelle wurde das Holz den Spezifikationen entsprechend zugeschnitten und bearbeitet. Die Balken des nicht einsehbaren Dachs (offene Dachstühle waren extrem selten) wurden wahrscheinlich nur grob, mit dem Querbeil (Dechsel) in rechteckige Form gebracht, wie die Balkennester an den Blöcken belegen, in denen die Balken gelagert wurden. Bretter wurden gesägt.[217]

Die Art der Holzverbindungen lässt sich nur selten direkt nachweisen,[218] doch dürften Verzapfungen und Verdübelungen (auch für die Anbringung von Zierleisten belegt[219]), wie sie in Rom häufiger nachgewiesen sind[220] und wie man sie noch heute aus dem Fachwerkbau kennt, Standard gewesen sein. Am Vorhandensein der erforderlichen Kenntnisse besteht ohnehin wegen der Ähnlichkeiten der Technik mit dem Schiffbau kein Zweifel.[221] Wo die Belastung relativ gering war, also vor allem bei der Applikation von Zierleisten, etwa bei kassettierten Decken, wurde Klebstoff verwendet.[222]

Die Verwendung von Nägeln scheint hingegen keine übliche Form der Verbindung gewesen zu sein, denn andernfalls hätte Philon in seinem Traktat es für Dachlatten nicht ausdrücklich vorgeschrieben.[223] Dagegen spricht auch, dass man bei Dächern, die man in Sturzlage ausgegraben hat, kaum Nägel gefunden hat. Verkleidungen von Dachrändern aus Terrakotta (‚westgriechische Dächer') wurden jedoch, wie die Nagellöcher in ihnen anzeigen, angenagelt. Schrauben – wiewohl im Prinzip bekannt durch die Pressen – wurden sicher nicht verwendet.

Zur Verarbeitung zählen schließlich auch die Konservierungstechniken, die das Holz vor Fäulnis und Schädlingen schützen sollten. Bekannt ist, dass die Bemalung (Enkaustik), wenn auch in erster Linie als Ornamentierung gesehen, als Schutzschicht diente, ebenso wie – bei nicht einsehbaren Baugliedern – die aus dem Schiffbau bekannte Beschichtung mit Pech.[224] Theophrast berichtet, dass das Holz der Drehzapfen von Türen mit Kuhmist bestrichen wurde, um ein langsames, verzugfreies Austrocknen zu gewährleisten.[225] Wie

[215] Ankauf von zugesägten Brettern: z. B. IG I^2 1672 (Eleusis), Z. 146f., 151–153, 156. Vgl. Meiggs 1982, 434f. Zusägen vor Ort z. B. IG I^3 475, 54, 290 (Erechtheion); 476, Z 33, 38f. (Sägen durch spezielle Arbeiter im Tageslohn).

[216] Theophrast erwähnt, dass das Zypressenholz für Decken und Türen am jüngeren Artemision von Ephesos vier Generationen abgelagert worden war, h. plant. 5. 4, 2.

[217] Siehe vorhergehende Anmerkung zum Erechtheion.

[218] Beispiele für das Verdübeln, Verzapfen und Verklammern von Holzbauteilen bei Orlandos 1966, I, S. 46.

[219] Wittenburg 1978, 66.

[220] Ulrich 2008, 452.

[221] Die Verklammerung von Brettern untereinander durch sogenannte Schwalbenschwanz-Klammern – bei Steinbauten sind Holzklammern häufiger nachgewiesen – könnte m. E. aus dem Zimmermannshandwerk stammen.

[222] Wittenburg 1978, 66; Ankauf Klebstoff in Eleusis: IG II^2 1672, 161.

[223] Poll. X 188.

[224] Martin 1965, 20.

[225] Theophr. h. plant 5. 5, 6.

dauerhaft Holzkonstruktionen gewesen sein konnten, illustriert die originale, hölzerne Innensäule des Heraion, die Pausanias noch gesehen hat: Sie muss über 600 Jahre alt gewesen sein.

Transportkosten, Preise und politische Bedeutung des Holzexportes

Hochwertiges Holz war wegen der bezogen auf das Siedlungsgebiet geringen Waldestände, und die damit einhergehenden weiten Handelswege, sehr teuer.[226] Konkrete Preisangaben sind allerdings nur selten möglich, weil nur wenige Urkunden Preise, Holzart und Abmessungen verzeichnen. Die höchsten Preise erzielte das aus der Levante importierte Zedernholz. Wie sich aus einer Abrechnungsurkunde aus dem Heiligtum von Eleusis ergibt, entsprach im 4. Jahrhundert der Preis für ein einzelnes Brett von ca. $356 * 11 * 5,5$ cm nicht weniger als 23 Tageslöhnen eines qualifizierten Arbeiters.[227] Dieser Preis war der Lieferpreis vor Ort, enthielt also bereits die Transportkosten. Ulmenholz hatte gemäß derselben Urkunde immerhin noch ein Viertel des Wertes von Zedernholz[228], und war damit, auf das Volumen bezogen, immer noch deutlich teurer als hochwertiger Stein.[229] Vermutlich deshalb wurden Häuser auch ohne die Türen und Fenster verkauft.[230] Handelte es sich hingegen um geringwertige Hölzer, übertrafen häufig die Transportkosten die Materialkosten.[231]

Die Preise für hochwertige Hölzer hatte eine politische Komponente, da auf den Export hochwertiger Hölzer Ausfuhrzölle erhoben wurden (bekannt als Monopol des Königs in Makedonien), und vor allem, weil für den Schiffbau geeignetes Holz eine strategische Ressource war. Holzexportlizenzen wurden sogar wiederholt als Instrument der politischen Bestechung eingesetzt.[232]

2.4.2 Stein

Gesteinsarten

Praktisch alle in Griechenland vorkommenden Gesteine, mit denen sich bauen lässt, sind auch für Bauten verwendet worden. In der Holz-Lehmziegel-Architektur der geometrischen und früharchaischen Zeit wurden lediglich im Fundamentbereich Lese- und Feldsteine verbaut, und entsprechend finden sich unterschiedliche Gesteine in denselben Mauern. Erst mit dem Beginn des Monumentalbaus in Stein am Ende des 7. Jahrhunderts, bei dem Steinqualitäten nicht mehr beliebig verwendet werden konnten, setzt die gezielte Verwendung von Gesteinsarten ein, und damit auch die systematische Gewinnung dieser Gesteine in großem Umfang in Steinbrüchen.

Über Gesteine und ihre Eigenschaften existierte in der griechischen Antike eine Fachliteratur. Schon die ionischen Naturphilosophen hatten sich mit Gesteinen beschäftigt. Von den antiken ‚Steinbüchern' erhalten ist eine Schrift von Theophrast.

---

[226] Tabellarische Übersicht bei Martin 1965, 32f.
[227] IG II^2 1672, Z. 146; cf Meiggs 1982, 437. Es handelt sich um drei Bretter vom formal 12' * 6'' * 3'' (nicht wie bei Meiggs irrtümlich angegeben 12' * 4" * 2"), die zusammen 70 Drachmen kosteten.
[228] Meiggs 1982, 437.
[229] Orlandos 1966.
[230] Hoepfner und Schwandner 1994.
[231] ID III 5, 36, Z. 15f. (Delphi, Holz aus Sikyon); IG II^2 1672, Z. 124f.; vgl. Martin 1965, 32 Anm. 6.
[232] Borza 1987, 32–52.

Die für den Monumentalbau wichtigsten Gesteinsarten sind verschiedene Sedimentgesteine, vor allem die harten, grauen Kalksteine und verschiedene Kalksandsteine sowie der Marmor. Der in den Quellen häufig genannte ‚Poros' ist geologisch nicht eindeutig bestimmbar, sondern bezeichnete verschiedene Kalksteine, Muschelkalke und Tuffe. Magmatische Gesteine wie Granite, Basalte und Andesite wurden vergleichsweise selten verwendet, und häufig nur in nicht oder kaum sichtbaren Bereichen wie Fundamenten.

Gesteine, die anfällig für Erosion waren, wurden auf den Außenflächen mit einem – meist sehr feinen und dünn aufgebrachten – Kalkputz überzogen, in den Marmormehl eingerührt sein konnte. Solche Putze waren zudem erforderlich, um bestimmte Bauteile mit Farbe zu überziehen.

Die Verwendung der Gesteinsarten richtete sich zwar prinzipiell nach deren natürlichen Eigenschaften, ist jedoch nicht im engen Sinne funktional differenziert. So findet man nur sehr selten Bauten, an denen die statisch kritischen Tragbalken über den Säulen aus anderem Material gefertigt sind als die darüber liegenden Teile des Gebälks (Fries und Gesims), die allein auf Druck belastet werden. Wenn innerhalb des Oberbaus verschiedene Gesteine verwendet wurden, dann meist wegen der Farbigkeit, etwa für Fußböden, oder weil nur bestimmte Gesteine – vor allem Marmor – geeignet waren für bildhauerischen Bauschmuck (Ornamente und Bildreliefs).

Steingewinnung

Steinbrüche wurden schon in mykenischer Zeit betrieben, das erforderliche technische Wissen war also lange vor der hier behandelten Epoche bekannt. Zur Gewinnung von Baumaterial wurden Steinbrüche in nachmykenischer Zeit aber erst seit dem Beginn des Monumentalbaus genutzt, also ab dem späten 7. Jahrhundert.

Normalerweise wurde das Gestein oberirdisch abgebaut. Es gab jedoch auch unterirdische Vorkommen, die abgebaut wurden, wie etwa in Syrakus oder Ephesos. Wurde ein unterirdischer Steinbruch aufgelassen, wurden die Schächte gelegentlich als Nekropole weitergenutzt (Syrakus, Akrai[233]). Steinbrüche waren in der Regel öffentliches Eigentum, dass meist parzellenweise an Unternehmer verpachtet wurde (so bekannt aus Korinth). Abgebaut wurde auf Bestellung anhand entsprechender Listen, so dass die erforderlichen Abmessungen des Steins gemäß seiner späteren Funktion schon beim Brechen des Steins maßgeblich waren. Öfter wurden Vorkommen an verschiedenen Stellen gleichzeitig ausgebeutet, um unterschiedliche Qualitäten abbauen zu können (Ephesos, Thasos-Aliki, Ägina). Wegen der Belieferung von Baustellen durch mehrere Steinbrüche oder durch verschiedene Pächter wurden auf den Blöcken häufig Abrechnungsmarken eingeschlagen, die bei der endgültigen Glättung der Sichtflächen der Blöcke nach dem Versatz am Bau abgearbeitet wurden.

Im Steinbruch wurden zunächst die obersten, erodierten Schichten entfernt, deren Material für das Bauen ungeeignet war. Der eigentliche Abbau erfolgte durch Zerspanen und Absprengen.[234] Dabei wurde die Schichtung des Gesteins im Steinbruch auf die spätere Einbaulage der Blöcke am Bau bezogen, so dass die horizontalen Schichten im Gestein auch am Bau horizontal erscheinen. Das bedeutete praktisch, dass Wandquader gleichsam liegend, Säulentrommeln hingegen stehend aus dem anstehenden Gestein herausgebrochen

[233] Akrai: Not. Scavi 24, 1970, 438ff.; Syrakus: Not. Scavi 25, 1971, 575ff.
[234] Müller-Wiener 1988, Abb. 12b und c.

wurden.[235] Der Gedanke, der dahinter stand, war offensichtlich der, dass vertikal verlaufende Gesteinsschichten in den Baugliedern unter Druck wie Sollbruchstellen gewirkt hätten. In Kauf nehmen musste man zur Vermeidung dieses Problems, dass bei vertikalen Baugliedern wie Säulentrommeln oder Türgewänden sehr tiefe Schrotgräben angelegt werden mussten. Daher kennt man auch Architrave, bei denen die Schichtung am Bau nicht in derselben Ebene liegt wie im Steinbruch, d. h. die Architrave wurden genauso wie Platten aus dem anstehenden Gestein herausgesprengt, und am Bau gleichsam um 90° gekippt.

Für das Brechen der Blöcke wurden zusätzlich zur Oberfläche zunächst ein bis drei Seiten des Steins freigelegt, indem Schrotgräben (bis ca. 60 cm Breite) mit der Hacke oder mit Hammer und Meißel angelegt wurden. Wo möglich, wurden die Schrotgräben dort angelegt, wo härtere und weichere Schichten im Gestein aufeinandertrafen. Zum Absprengen des Unterlagers und der eventuell noch nicht freigelegten Seitenflächen wurden Keile aus Holz oder Metall zum Spalten des Steins verwendet. Holzkeile wurden nach dem Einsetzen in passgenaue Ausarbeitungen gewässert, so dass sie durch das Aufquellen den Stein absprengten. Metallkeile wurden in Reihe eingetrieben, wobei der für das eigentliche Absprengen entscheidende Schlag auf die Keile von allen Arbeitern exakt gleichzeitig ausgeführt werden musste.[236] Nicht immer wurde allein die Unterseite abgesprengt, es konnten gleichzeitig auch Seitenflächen abgesprengt werden, was handwerklich anspruchsvoller war, aber effektiver war.

Die abgesprengten Blöcke wurden in der Regel bereits im Steinbruch auf annähernd ihre endgültige Form abgearbeitet. Auf diese Weise war die endgültige Form von einem dünnen Werkzoll eingehüllt, d. h. in Bosse belassen. Das diente dem Schutz der späteren Sicht- und Lagerflächen beim Abtransport aus dem Steinbruch. Die Ausarbeitung der annähernd endgültigen Form bereits im Steinbruch hatte weitere Vorteile. Zum einen war das bruchfeuchte Material leichter, und damit schneller zu bearbeiten. Zum anderen konnte dadurch das Transportgewicht reduziert werden. Der Werkzoll konnte so gering ausfallen, dass an den Trommeln für eine Säule die vorgesehene Entasis bereits im Steinbruch erkennbar war, wie in einem sizilischen Steinbruch (Selinus, Cave di Cusa) beobachtet worden ist, aus dem einige Bauglieder nicht mehr ausgeliefert worden sind. Insofern verwundert es nicht, dass in Steinbrüchen Arbeiter beschäftigt waren, die auch am geplanten Bau selbst tätig waren,[237] wohingegen die Arbeit in Steinbrüchen im allgemeinen als körperlich belastend, aber unqualifiziert galt, weswegen man dort gelegentlich Kriegsgefangene einsetzte.

Der Steinsplitt, der beim Anlegen der Schrotgräben anfiel, wurde meist beim Steinbruch gelagert. Große Mengen von solchem Splitt sind heute ein Merkmal, anhand dessen aufgelassene Steinbrüche identifiziert werden können. Um Fundamentgräben von Neubauten aufzufüllen, war der Splitt aus den Steinbrüchen nicht erforderlich, da beim Abarbeiten des Werkzolls auf dem Bauplatz genügend Splitt anfiel. Bei geeignetem Material – Kalkstein oder Marmor – konnte der Splitt auch zum Kalkbrennen verwendet werden.

[235] Siehe für Selinunt Durm u. a. 1905, Abb. 62.
[236] Nach Müller-Wiener (1988) wurden größere Steine durch aufgequollene Holzkeile, kleinere durch eingeschlagene Eisenkeile abgesprengt.
[237] Nachweise bei Müller-Wiener 1988, 44 Anm. 6.

2.4.3 Lehm, Ton und weitere Materialien

Neben Holz und Stein wurde noch eine große Anzahl weiterer Materialien benötigt, vor allem Lehm, Ton, gebrannter Kalk, Eisen, Bronze, Hanf, Farbpigmente usw. Ihnen allen ist gemeinsam, dass die Erschließung der Rohstoffe und die Entwicklung der Techniken ihrer Verarbeitung – im Gegensatz zum Bauen mit Werksteinen – in eine Zeit weit vor der hier betrachteten Periode fallen. Daher wird im folgenden nur summarisch auf diese Materialien eingegangen.

Das unter den angesprochenen Materialien für das Bauwesen quantitativ mit Abstand wichtigste war Lehm. In Form von luftgetrockneten Ziegeln oder als Stampflehm war Lehm das Standard-Baumaterial für Wohn- und Nutzbauten.[238] Auch Stadtmauern wurden in klassischer Zeit, und auch später noch, aus Lehmziegeln gebaut (Plataiai, Mantineia). Obwohl preiswert und leicht zu verarbeiten, in diesem Sinne also ‚billig', wurden auch nach dem Aufkommen der Werksteintechnik vereinzelt noch Sakralbauten oder anspruchsvolle öffentliche Gebäude mit Lehmziegelwänden errichtet. Zu ersteren gehört der Despoinatempel in Lykosura, zu letzteren das Pompeion in Athen, das Katagogeion in Kassope, das Gymnasion und die Palästra in Olympia und viele andere.

Über die Technik des Lehmziegelbaus lassen sich jedoch nur sehr wenig präzise Aussagen machen, da praktisch keine Baureste erhalten sind, falls die Lehmmauern nicht bei einem Feuer (‚sekundär') gebrannt, und so erhalten geblieben sind. Lehm hat als Baumaterial verschiedene vorteilhafte Eigenschaften. Leicht zugängliche Vorkommen gab es außer in felsigen Gebieten fast überall. Lehm wirkt stark feuchtigkeitsregulierend, denn Lehm resorbiert die Luftfeuchtigkeit sehr schnell, und gibt bei Trockenheit die aufgenommene Feuchtigkeit auch sehr schnell wieder ab. Zudem wirkt Lehm, vor allem, wenn er mit pflanzlichen Stoffen gemagert wird, als effizienter Dämmstoff. Schließlich ist Lehm bei Zerstörungen in einfachster Weise wiederverwendbar. Eine eingestürzte Mauer etwa lässt sich problemlos wieder aufbauen, wenn der Lehm gewässert und wieder in Formen verstrichen worden ist. Nachteil des Lehms ist, dass er bei Schlagregen oder konstanter Bodenfeuchtigkeit zerfließt, so dass entsprechende Schutzmaßnahmen wie Sockelzonen aus Stein und große Dachüberstände erforderlich sind. Das Bestreichen der Wandaußenflächen mit Kalkmilch oder Kalkputz bietet ebenfalls wirksamen Schutz. Alle genannten Maßnahmen haben die Griechen praktiziert. Insbesondere die Steinsockel von Lehmziegelbauten haben sich häufig erhalten. Bei Wohn- oder Nutzbauten sind diese Sockel zumeist aus Bruch- oder Lesestein zusammengefügt. Bei sakralen oder öffentlichen Bauten wie den oben angeführten Gebäuden wurden die Sockelzonen der Lehmziegelwände aus großen, sorgfältig bearbeiteten und in dichtem Fugenschluss versetzten Steinplatten (Orthostaten) errichtet, also in Werksteintechnik.

Für die Mauern selbst wurde der Lehm zunächst mit Wasser angemacht und aufbereitet. Sog. fetter Lehm mit hohem Tongehalt wurde mit Sand gemagert, damit beim Trocken, bei dem die Ziegel wegen der Abgabe des Wassers schrumpfen, möglichst wenig Risse auftraten. Demselben Zweck diente auch die Beimengung von pflanzlichen Stoffen, vor allem Stroh, das zudem, wie angesprochen, die Dämmeigenschaften verbessert. Der aufbereitete Lehm wurde anschließend mit Hilfe von Holzrahmen geformt und an der Luft zur Vermeidung von Rissen langsam, also wohl eher im Schatten und nicht im Hochsommer, getrocknet. Verlegt wurden die Ziegel in ähnlichen Mustern wie später die Backsteine. Die Fugen wurden mit

[238] Über Ziegel ausführlich Martin 1965, 46–64; über Formziegel Lauter 1986, 53ff. zu Wohn- und Nutzbauten mit Lehm und Formziegeln s. Hoepfner und Schwandner 1994.

wässrigem Lehm verstrichen. Nicht zu klären ist, in welchem Umfang die Griechen die als Pisé bekannte Bauweise praktizierten, bei der der sog. Stampflehm schichtweise zwischen Bretterschalen eingebracht und durch Stampfen verdichtet wird. In der Regel verbleibt von einer Lehmziegel- oder Stampflehmmauer nach Auflassen des Gebäudes nur eine formlose Lehmschicht auf Höhe des Steinsockels. Die wenigen durch Brand erhaltenen Reste von Mauern aus Lehm waren aus Lehmziegeln errichtet, so dass man zumindest vermuten kann, dass Pisé seltener war als Lehmziegel. Zudem waren die für Pisé erforderlichen Schalbretter sicher teurer als die relativ kleinen Holzformen der Lehmziegel.

Gebrannter Ton, oder meist eher stark tonhaltiger Lehm, der in speziellen Öfen gebrannt wurde, ist in der griechischen Architektur vor allem für Dachziegel verwendet worden. Hinzukommen am Dach die Traufrinnen (Simen), kleine Palmetten über deren Fugen (Antefixe) und Schmuckapplikationen an Ecken und Firsten (Akrotere, teils floral, teils figürlich), sowie an westgriechischen Dächern Verkleidungsplatten für die vorkragenden Teile des Gebälks, die ursprünglich die Holzgebälke gegen Feuchtigkeit schützten.

Fast keine Rolle spielen in der griechischen Architektur hingegen gebrannte Ziegel bzw. Backstein. In seiner üblichen Form und als primäres Baumaterial kommt er in Griechenland erst in der römischen Kaiserzeit auf. Vereinzelt findet man jedoch im Hellenismus gebrannte Ziegel in spezieller Funktion (Formziegel), etwa zum Aufmauern von Säulenschäften. Die Techniken waren folglich durchaus bekannt. Ähnliches gilt für den gebrannten Kalk, der in der Kaiserzeit, mit Sand vermischt zu Mörtel, als Bindemittel von Backstein und Naturstein benutzt wurde. In der hier betrachteten Epoche wurde Brandkalk, vermischt mit feinem Sand oder Marmormehl, nur verwendet, um an Bauten aus porösem Steinmaterial die Außenseiten von Wänden, Säulen und Gebälken zu verputzen. In einigen wenigen Ausnahmefällen hat man auch Kalkmörtel gefunden, mit dem Fugenklaffungen nachträglich verschlossen worden sind.

Die Dachziegel aus gebranntem Ton gelten als griechische Erfindung des frühen 7. Jahrhunderts.[239] Im alten Orient und im pharaonischen Ägypten sind sie nicht nachweisbar, und auch des Klimas wegen wenig wahrscheinlich. Im mykenischen Griechenland gab es allerdings bereits Dachziegel. Ob es eine Entwicklungslinie von dort nach Korinth, dem Ort der ersten Werkstätten für griechische Dachziegel, gibt, ist bisher unklar. Dachziegel aus den dazwischen liegenden ‚dunklen Jahrhunderten' und der geometrischen Zeit sind m. W. bisher nicht gefunden worden.

Die Herstellungstechnik für die verschiedenen Elemente der Dachhaut war auch vor der Einführung des Dachziegels lange bekannt, denn sie war dieselbe wie für die Gefäßkeramik. Auch gab es bereits lange vorher hinreichende Erfahrungen mit dem Brand großer Bauteile, wie die älteren Großgefäße belegen, die zur Aufbewahrung von Getreide und Öl in den Boden eingelassen wurden (sog. Pithoi). Dachziegel wurden aus grob gemagertem Ton hergestellt. Ziegel für besonders aufwändige Bauten wurden vor dem Brand zusätzlich durch Tauchen mit einer dünnen Schicht fein geschlämmten Tons überzogen. Für die Formgebung wurden schon in spätarchaischer Zeit Modeln verwendet, die einheitlichere Ziegelserien ermöglichten als bei den älteren, handgestrichenen Ziegeln.

Die meisten griechischen Dächer haben jeweils zwei Hauptformen von Ziegeln: einen Flachziegel, der den größten Teil der Eindeckung bildet, und einen Deckziegel, der die Fugen zwischen den Flachziegeln überdeckt. Hinzukommen kommen noch besondere Formen für

[239] Heiden 1985, 195; zur Forschungsgeschichte der Dachziegel Hueber 1998; neuerer Überblick bei Hellmann 2002, 298–326.

den First und den Dachrand. Man unterscheidet nach der Grundform der Ziegel zwei Haupttypen von Dächern. Beim korinthischen Dach sind die Flachziegel gerade Platten mit leicht aufgewölbten seitlichen Rändern. Die Deckziegel über den Fugen sind im Querschnitt dreieckig in der Art eines Giebels. Beim lakonischen Dach sind die Flachziegel leicht konkav, die Deckziegel stark konvex geformt. Bei Dächern mit gekrümmten Flachziegeln wurden die Ziegel im Lehmbett verlegt, das auf die Holzschalung über dem Tragwerk aufgebracht wurde.[240] Bei korinthischen Dächern mit geraden Flachziegeln, die durch Falze untereinander und mit den Deckziegeln verbunden waren, hätte das Lehmbett und die Schalung entfallen können, so dass eine einfache Lattung ausgereicht hätte wie bei modernen Ziegeldächern.

Ziegelformate und -formen wurden häufig speziell für die jeweiligen Bauten hergestellt, und waren somit Teil des Bauentwurfs. Der Bedarf an großen Mengen von Dachziegel hat aber gleichwohl – anders als im Werksteinbau – auch zur Standardisierung der Maße und Formen geführt. Zur Kontrolle der Form und Abmessungen, der sog. ‚tile standards‘, gab es Prüfplatten aus Stein, ähnlich Messtischen für Hohl- und Längenmaße. Die Ziegel konnten dort durch Einlegen mit den Vorgaben abgeglichen werden.[241]

Eisen und Bronze wurde nicht nur zur Herstellung von Werkzeugen, sondern auch am Bau selbst verwendet, um Werksteine horizontal mit Klammern und vertikal mit Dübeln zu verbinden (zu den Formen s. Abschnitt 2.6 zu Bautechniken). Die schon im Zusammenhang mit den Paradeigmata angesprochenen Bronzedübel, die für die Vorhalle des Telesterion von Eleusis hergestellt wurden, bestanden aus elf Teilen Kupfer auf einen Teil Zinn, wie aus der zugehörigen Inschrift hervorgeht. Eisen für Dübel und Klammern war stets Schmiedeeisen mit geringem Karbongehalt, das sehr korrosionsbeständig ist. Gleichwohl wurden Dübel und Klammern zum Schutz vor Korrosion nach dem Einlegen in entsprechend ausgearbeitete Bettungen im Stein mit Blei vergossen, das nach dem Abkühlen wegen der Schrumpfung durch Schläge mit einem stumpfen Meißel in die Bettung gepresst wurde. Bronze bzw. Eisen wurde auch für die Türscharniere, Schlösser und sonstige Beschläge gebraucht. Ein Einzelfall hinsichtlich der Verwendung von Eisen am Bau dürfte der „Chalkioikos“ (‚Eisen-Haus’) genannte Tempel der Athena in Sparta gewesen sein, wahrscheinlich ein Lehmziegelbau, der mit Blechen verkleidet war.[242] Herstellung und Verarbeitungstechnik von Bronze und Eisen wurden bereits in der Zeit vor dem Beginn des 6. Jahrhunderts beherrscht. Die sehr weit entwickelten Kenntnisse dürften vor allem aus der Waffentechnik stammen.

Weitere Materialien, die im Bauwesen verwendet wurden, waren Farbstoffe. Farbig abgesetzt wurden bestimmte Komponenten der Gebälkornamentik. So wurden bei Bauten dorischer Ordnung die Triglyphen meist blau, die Architravtänien rot angestrichen. Man kann das mehr als nur in Resten heute noch an den makedonischen Kammergräbern in Verghina sehen. Bemalt wurden zudem plastisch ausgearbeitete Ornamentbänder (Kymatien), die gelegentlich auch nur auf Profile aufgemalt wurden. In der dabei angewandten Technik wurden die Farbpigmente durch Bienenwachs, eventuell versetzt mit Öl, gebunden. Aufgetragen wurden die Farben heiß, entweder nach Erhitzen über Kohlebecken, oder mit heißen Spachteln. Daher wird diese Technik als Enkaustik bezeichnet, was im Griechischen wörtlich ‚Eingebranntes‘ bezeichnet. Viele der Farbstoffe wurden importiert, z. B. aus Ägypten

[240] Die Lehmbettung wird erwähnt in der sog. Arsenal-Inschrift IG II^2 1668 und in der Inschrift über die Ausbesserung der ‚Langen Mauern‘ von Athen zum Piräus IG II^2 463; vgl. dazu auch die Angaben bei Martin 1965, 48 Anm. 4–6.

[241] Eine solche Prüfplatte ist abgebildet bei Martin 1965, Abb. 23.

[242] Svenson-Evers 1996, s. v. Gitiades.

oder dem Sudan. Die Enkaustik war keine spezifisch für das Bauwesen entwickelte Technik, sondern wurde allgemein bei der Wand- und Tafelmalerei eingesetzt.

Zu nennen wäre schließlich noch eine Vielzahl anderer Materialien, zu denen beispielsweise Hanf für Seile, Weidenruten für Körbe – die Griechen kannten für den Transport von Sand, Erde usw. keine Schubkarren – und einige andere gehören. Fensterglas war nicht bekannt, obwohl Glas in hellenistischer Zeit als Material für kleinere Gefäße nicht selten ist.

2.5 Logistik

Vor allem der Bau von öffentlichen und sakralen Bauten in Griechenland erforderte im Bereich der Logistik[243] einen erheblichen Aufwand und leistungsfähige technische Lösungen. Der Grund dafür liegt primär in der Bautechnik: Anders als beim Bauen mit luftgetrockneten oder gebrannten Ziegeln, wo vergleichsweise kleine, oft auch standardisierte Formate verwendet wurden, waren die in der Werksteintechnik bevorzugten Formate auf die Gesamtgröße des jeweiligen Gebäudes abgestimmt. Selbst bei Bauten von nicht übermäßiger Größe konnten auf diese Weise normale Wandquader, von denen Hunderte gebraucht wurden, ohne weiteres 500 kg wiegen. Bauglieder wie Architrave und Türstürze, bei denen die Formate nicht frei gewählt werden konnten, sondern auf die zu überspannenden Stützen abgestimmt sein mussten, erreichen an mittelgroßen Tempelbauten häufig Gewichte zwischen 5 und 10 to. In Ausnahmefällen wurden auch noch weit schwerere Bauglieder verwendet. Insbesondere in archaischer Zeit scheinen die Griechen bestrebt gewesen zu sein, die Grenzen des Machbaren bewusst ausmessen zu wollen. Das lässt sich schon daran ablesen, dass vielfach komplette Säulenschäfte aus einem einzigen Steinblock ausgearbeitet wurden, obwohl die wesentlich weniger aufwändige Bauweise, bei der die Säulenschäfte aus einzelnen Trommeln zusammengesetzt wurden, längst bekannt war. Zu den schwersten Baugliedern, die in archaischer Zeit versetzt wurden, gehören etwa die rund 20 to schweren Türgewände des um 530 errichteten Apollontempels auf Naxos.[244] Der Architrav über dem Mitteljoch des Artemisions von Ephesos wog ca. 40 to.[245] Die 14 m hohen Türgewände des hellenistischen Apollontempels von Didyma aus Marmor kommen sogar auf ein Gewicht von 70 to, was das Maximalgewicht darstellt, dessen Transport aus dem griechischen Bauwesen bekannt ist.[246]

Weiter verkompliziert und gesteigert wurden die Ansprüche an die Logistik häufig durch die Lage der Bauplätze und der Steinbrüche. Selbstverständlich wurde bei Heiligtümern, die auf einem Stadtberg (Akropolis) oder in einem Berghang gelegen waren, die anstehenden Gesteine – falls geeignet – zum Bauen genutzt, womit sehr viel Arbeit eingespart werden konnte, da das Steinmaterial für das Einebnen von Bergkuppen oder die Anlage von Terrassen direkt weiterverarbeitet werden konnte. War hingegen kein geeignetes Steinmaterial am Bauplatz vorhanden, oder sollte in Marmor gebaut werden, mussten nicht nur

[243] Eine zusammenhängende Darstellung der mit der Logistik des griechischen Bauwesens verbundenen Fragen ist bisher nicht publiziert worden. Eingehender behandelt werden Fragen der Logistik bei Martin 1965; Müller-Wiener 1988; Orlandos 1966; technische Analysen im Sinne der Mechanik finden sich bei Cotterell und Kamminga 1990. Eine beispielhafte und brilliant illustrierte Darstellung für den Transport vom Steinbruch bis zur Baustelle gibt Korres 1995.

[244] Gruben 1986, 347.

[245] Müller-Wiener 1988, 80.

[246] Gruben 1986, 410.

weitere Transportwege bewältigt werden, sondern auch starke Steigungen. Die Blöcke mussten also zunächst aus den oft in den Bergen gelegenen Steinbrüchen abgelassen, abtransportiert, und anschließend gegebenenfalls auf eine Akropolis hinaufgebracht werden. So wurde der Marmor für die perikleischen Bauten in Athen in dem Pentelikon genannten Berghang gebrochen, in die attische Ebene gebracht, und anschließend den Akropolis-Abhang hinauftransportiert (ca. 14 km). Die Steinbrüche, die für das Didymaion bei Milet genutzt wurden, lagen im rund 20 km entfernten Latmosgebirge (wo heute noch einige unfertige Bauglieder am Ort liegen). Steinmaterial für das Apollonheiligtum von Delphi wurden per Schiff in den Hafen Kirrha am Golf von Korinth gebracht. Der Weg vom Hafen zum Heiligtum ist ca. 18 km lang, der Höhenunterschied beträgt etwa 650 m.

2.5.1 Steintransport

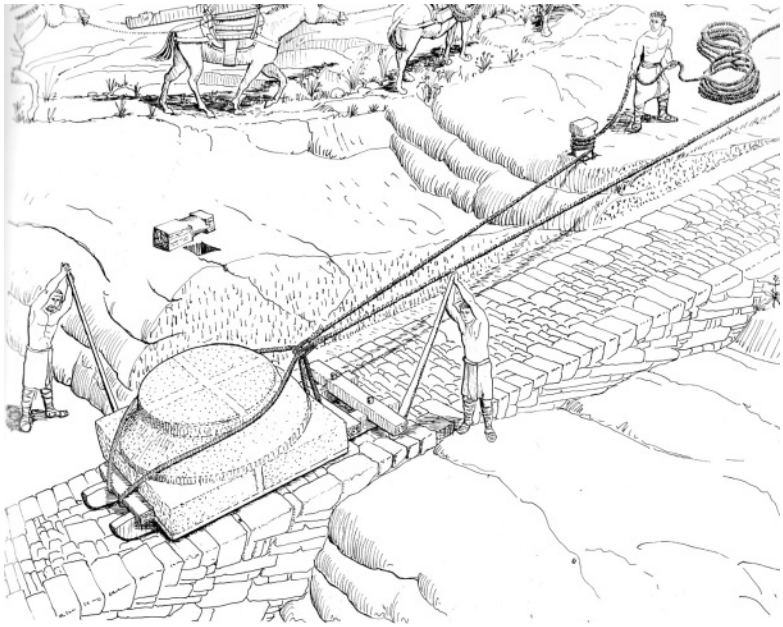

Abb. 2.9: Ablassen eines Kapitells aus dem Steinbruch mit einem Schlitten über eine Rampe (Korres und Vierneisel 1992, Nr. 13).

Für das Ablassen der Blöcke aus hochgelegenen Steinbrüchen waren Wagen häufig ungeeignet, weil sie wegen des Gewichts der Ladung auf relativ steilen Rampen nicht ausreichend hätten gebremst werden können. Man verwendete daher Schlitten, die durch die im Vergleich zu Wagenrädern weit höhere Friktion der Kufen wesentlich besser für Gefällestrecken geeignet waren. In manchen Steinbrüchen haben sich die Riefen erhalten, die bei der Verwendung von Schlitten durch den Abrieb der Kufen entstanden sind. Zusätzlich gebremst wurden die Schlitten durch Seile, die über Widerlager liefen (Abb. 2.9).

Bei Straßentransporten wurden gelegentlich von Pferden gezogene Wagen benutzt. Eine antike Quelle erwähnt einen von vier Pferden gezogenen Wagen für Kyrene im heutigen Lybien[247]. Das dürfte allerdings eher die Ausnahme gewesen sein, die sich vielleicht durch die relative Schnelligkeit von Pferden im Vergleich zu anderen Zugtieren erklärt. Weit häufiger wurden Maultiere eingesetzt. Erwähnt werden sie in der bei Plutarch überlieferte Anekdote, derzufolge das ‚fleißigste' Maultier beim Steintransport für den Bau des Parthenon nach Abschluss der Arbeiten auf einen Volksbeschluß hin freigelassen wurde. Da es jedoch von selbst in die Stadt zurückkehrte, wurde ihm lebenslanges Futter auf Staatskosten bewilligt.[248] Beim Transport schwerster Bauglieder kamen als Zugtiere ausschließlich Ochsen in Frage, denn sie können – bedingt durch die Möglichkeit zur Anschirrung am Widerrist – eine Last von bis zu 150% ihres eigenen Körpergewichtes ziehen, sind allerdings auch mit einer Geschwindigkeit von nur 2 km/h auch die langsamsten unter den Zugtieren[249]. Authentische Informationen zum Transport mit Ochsenkarren enthält eine Inschrift, die die Kosten des Steintransportes von den Brüchen im Pentelikon zum Heiligtum von Eleusis verzeichnet. Der Wagen, der mit einer Säulentrommel beladen war, wurde von neunzehn Joch Ochsen gezogen. Für den ca. 35 km langen Weg brauchte der Transport drei Tage, einschließlich des Rückweges, denn die Trommel wurde wieder – aufgrund eines Bestell- oder Materialfehlers? – zum Steinbruch zurückgebracht. Die Transportkosten waren, nebenbei bemerkt, höher als die für die Kannelierung einer kompletten Säule.[250] Einen noch erheblich aufwändigeren Transport erwähnt Diodor für Sizilien, der von einem von einhundert Joch Ochsen gezogenen Wagen berichtet.[251] Denkbar ist das durchaus, wenn man die oben erwähnten Maximalgewichte von Baugliedern bedenkt, setzt aber auch voraus, dass die betreffende Straße kaum Kurven gehabt haben kann.

Über die Technik der schweren Wagen ist so gut wie nichts bekannt. Auch gibt es keine entsprechenden Reliefdarstellungen. Konkret lässt sich nur angeben, dass Diodor in der angesprochenen Passage ausdrücklich erwähnt, dass der Wagen vier Räder gehabt hat. Normalerweise würde man aus technischen Gründen erwarten, dass ein solcher Wagen eine gelenkte Vorderachse gehabt haben müsste, doch ist aus römischer Zeit bekannt, dass auch vierräderige Wagen ohne Lenkung, mit dicht hintereinander angeordneten Rädern, gebaut worden sind. Die Wagen müssen Scheibenräder gehabt haben, denn Speichenräder sind, wenn man die entsprechenden Achslasten bedenkt, kaum vorstellbar.

Praktisch keine detaillierten Informationen finden sich in den Quellen über die Schiffstransporte. Entsprechend ist auch nicht bekannt, welche Schiffstypen eingesetzt wurden, bzw. ob es – wie in römischer Zeit[252] – spezielle Steintransporter gegeben hat. Einige Inschriften erwähnten lediglich das Entladen von Steintransportern in den Häfen, die für Transporte in die Heiligtümer von Epidauros und Delphi genutzt wurden.[253] Auf jeden Fall hat es auch Ferntransporte von Steinmaterial per Schiff gegeben, d. h. es wurden nicht ausschließlich Flöße eingesetzt, denn schon in archaischer Zeit wurde etwa von der Ägäisinsel Paros in großem Umfang Marmor exportiert. So bestehen zum Beispiel die Dachziegel (!) des Zeustempels von Olympia aus parischem Marmor. Der ältere Plinius erwähnt, dass bei

[247] Aen. Tact. 16,14.
[248] Plut. Cato mai. 5.3.1
[249] Landels 1980, 214ff. Raepsaet 2008.
[250] IG II^2 1673.
[251] Diod. 4,80,5f.
[252] Vgl. im Beitrag zum römischen Bauwesen im vorliegenden Band den Abschnitt über Logistik.
[253] Für Epidauros z. B. IG IV^2 103 A Z. 30.

Bau des Palastes des Königs Mausolos in Halikarnass (Bodrum) prokonnesischer Marmor verbaut wurde, der folglich vom Marmarameer bis an die türkische Westküste verschifft worden sein muss.[254] Schiffstransporte müssen erheblich kostengünstiger gewesen sein als Landtransporte, zumal sie auch keine ausgebauten Straßen und belastbaren Brücken voraussetzten. Die notwendigen Hafenanlagen waren ohnehin vorhanden, da die Griechen wo immer möglich Schiffe für den Transport von Gütern und Menschen einsetzten.

2.5.2 Bewegen schwerer Bauglieder

Nicht alle Bauglieder können auf Wagen verladen worden sein, wie sich schon daraus ergibt, dass die oben erwähnten Maximalgewichte einzelner Bauglieder die Zuladung selbst moderner Lastkraftwagen übersteigen würden. Bekannt sind mehrere Transporttechniken für Bauteile, die nicht auf Wagen oder Schlitten verladen werden konnten. Eine sehr alte solche Technik, die aus dem Alten Orient durch bildliche Darstellungen bekannt ist,[255] ist das Bewegen schwerster Lasten mit Rollhölzern, die quer zur Transportrichtung in dichter Folge hintereinander gelegt wurden. Um den zu bewegenden Block auf die Hölzer zu heben, dürften einfache Stemmeisen genügt haben, die an der Seite der Transportrichtung angesetzt wurden, um die Hölzer unterzulegen. Beim Ziehen der Blöcke mit Seilen bzw. Schieben von der Rückseite kommt das jeweils hinterste Holz frei, das dann von Helfern nach vorne gebracht wird, und durch die weitere Vorwärtsbewegung unter den Block gerät. Notwendig für diese Form des Bewegens schwerer Lasten ist vor allem ein sehr fester Untergrund, da ein Einsacken der Hölzer in den Boden ein weiteres Bewegen der Last verhindert. Denkbar ist, dass aus diesem Grund starke Bretter als Laufbahn für die Rollhölzer verlegt wurden, die ähnlich wie die Rollen jeweils von hinten nach vorne umgesetzt wurden. Mit dieser Methode kann selbst ein einzelner Mann mit einfachsten Mitteln – Rundhölzern und Stemmeisen – einen Stein von 0,5 to über kurze Strecken bewegen.[256] Rollhölzer werden mehrfach in Inschriften erwähnt, z. B. für das Bewegen von Steinen im Hafen des Heiligtums von Epidauros.[257] Rundhölzer als Transportmittel werden auch von Philon von Byzanz im Zusammenhang der Belagerung von Städten für das Anschieben der sog. Schildkröten an eine Stadtmauer erwähnt. Die Schildkröte diente als Schutzdach für die Angreifer, die mit einem Rammbock versuchten, Mauern einzudrücken.[258]

Andere Techniken, überschwere Bauglieder zu bewegen, waren erheblich aufwändiger, zugleich aber auch effizienter als das sehr zeitaufwändige Verschieben von Blöcken über Rollhölzer. Beschrieben sind solche Verfahrensweisen bei Vitruv.[259]

Eine Methode war, Säulentrommeln oder -schäfte zu bewegen, indem sie von einem Holzrahmen eingefaßt wurden, an den die Zugtiere angeschirrt wurden. Die Trommel oder der Schaft selbst wurde dabei bewegt wie eine Walze (Prinzipskizze dazu Abb. 2.10). Das hatte gegenüber dem Wagentransport den Vorteil, dass die Fläche, mit der die Säulentrommel auf dem Boden auflag, wesentlich größer war als die von Rädern, wodurch das Problem umgangen wurde, dass die Räder bei weichem Untergrund und hoher Transportlast in den Boden einsackten.

[254] Plin. n. h. 36.47.
[255] Vgl. dazu ausführlicher und mit Abbildungen den Beitrag von Uwe Sievertsen über den Alten Orient im Band I.
[256] Eigene Erfahrung des Autors.
[257] IG IV^2 103 A Z. 47f. und 63f.
[258] Philo. Mech. VII/VIII 99, 34f.
[259] Vitr. 10. 2, 11–14. Der Architekt Chersiphron (s. u.) wird auch vom älteren Plinius erwähnt.

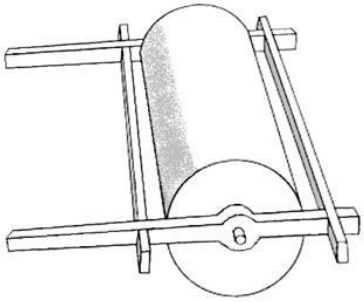

Abb. 2.10: Vorrichtung zum Transport von Säulenschäften.

Vitruvs Beschreibung gibt technisch genau das Problem solcher Konstruktionen und auch die Lösung an: Der Schwachpunkt ist die Verbindung zwischen dem Rahmen und der Säulentrommel, die die rotierende Trommel mit dem horizontal liegenden Rahmen herstellen muss. Dazu wurden zunächst Rundeisen im Zentrum der Lagerflächen in die Trommel eingesetzt und verbleit. Diese Rundeisen griffen nicht direkt in den Holzrahmen ein (den sie dabei praktisch sofort zerstört hätten), sondern in eiserne Ringe, die in die Hölzer der Schmalseiten des Rahmens eingelassen waren. Technisch gesehen handelt es sich also bei den Rundeisen um kurze Wellen, die in Gleitlagern liefen.

Mit dieser Methode ließen sich allerdings nur zylindrische Bauglieder – Säulenschäfte und Trommeln – bewegen, die sich rollen lassen. Für schwere quaderförmige Bauglieder wie Architrave ist bei Vitruv eine andere Technik beschrieben. Dabei dient der Quader selbst, etwa ein Steinbalken, als Achse, der von Rädern umbaut wird, durch die der Quader durchbindet (Abb. 2.11). Zur Anschirrung wurden die Quader dann wieder mit einem Holzrahmen eingefasst (auf der Abbildung nicht dargestellt), wie eben für die Säulentrommeln beschrieben. Richard Koldewey, von dem die Rekonstruktionszeichnung stammt, hat Architrave mit den für die Konstruktion notwendigen Einlassungen am Tempel F in Selinunt beobachtet.[260]

Die angesprochenen Beschreibungen von Vitruv sind von besonderem Interesse, weil sie nicht nur technisch genau sind, sondern zudem die Namen der Architekten angeben, die diese Methoden entwickelt haben, und den Bau, bei dem sie erstmals eingesetzt wurden. Chersiphron, der die Konstruktion für das Ziehen von Säulenschäften entwickelt hat, war der erste Architekt des Artemisions von Ephesos. Metagenes, der die Vorrichtung für das Rollen von Architraven konstruiert hat, war sein Sohn und Nachfolger in der Bauleitung am Artemision. Offensichtlich haben die beiden die von ihnen entwickelten Methoden in einer Schrift veröffentlicht, denn sonst wäre es nicht zu erklären, woher Vitruv die technischen Details und Maßangaben zu den Rahmenkonstruktionen und der Lagerung hatte. Es handelt sich also bei der Vitruv-Passage um ein Exzerpt einer frühen griechischen Architekturschrift bzw. einer entsprechenden Mittelquelle.[261] Der einzig unklare Punkt in diesem Zusammenhang ist, an welchem Artemision die beiden Architekten gearbeitet haben, denn der archaische Bau aus der Mitte des 6. Jahrhunderts ist durch einen Brand zerstört worden und in hellenistischer Zeit durch einen Neubau ersetzt worden. Die ältere Forschung hat die

[260] Koldewey und Puchstein 1899, 120 mit Abb. 98.

[261] Zu den griechischen Architekturschriften ausführlicher am Schluss dieses Beitrags.

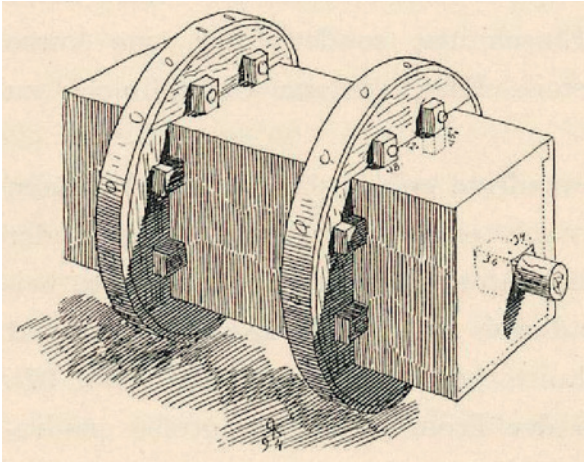

Abb. 2.11: Vorrichtung zum Rollen von Quadern (Koldewey und Puchstein 1899, Abb. 98).

beiden Architekten dem archaischen Bau zugeschrieben, in jüngerer Zeit sind sie jedoch mit dem Neubau in Verbindung gebracht worden.[262] Entsprechend lässt sich die Erfindung dieser Methoden nicht sicher datieren. Soweit bekannt, scheint es sich bei ihnen – anders als beim Transport mit Rollhölzern – um genuin griechische Innovationen zu handeln.

2.5.3 Hebetechniken

Zu den erstaunlichen Aspekten der frühen griechischen Architektur gehört die Tatsache, dass bereits an den allerersten großen Bauten, die vollständig aus Stein errichtet worden sind, wie beispielsweise an der um 570 datierten sog. H-Architektur auf der Athener Akropolis, Bauglieder mit einem Gewicht von von mehreren Tonnen versetzt worden sind.[263] Erstaunlich ist das vor allem deshalb, weil an dem nur wenig älteren Heraion in Olympia die Säulen noch aus Holz hergestellt worden waren. Solche Holzsäulen konnten ohne Kran oder Gerüst aufgerichtet werden. Das ist daran zu erkennen, dass auf den Standplatten der Säulen sichelförmige Einarbeitungen gefunden worden sind, die als Widerlager beim Aufrichten der Stämme mit Zugseilen gedient haben.[264] Welche Technik, so fragt sich, stand den Athener Handwerkern zur Verfügung, die es ihnen ermöglichte, gleich am Beginn des Vollsteinbaus solche Lasten zu heben, und wo stammt sie her, wenn nicht aus dem älteren Holzbau?

Eine mögliche Antwort hat der oben schon erwähnte Architekt des ephesischen Artemisions, Chersiphron, gegeben. Er ließ zur Platzierung der Architrave auf den Kapitellen Rampen errichten, über die die Steinbalken hochgezogen wurden. Um sie exakt in Position zu bringen, ließ er die Interkolumnien zwischen den Säulen mit Sandsäcken füllen. Durch selektives Entleeren der Säcke wurden die Architrave genau in ihre endgültige Lage ma-

[262] Zu dieser Diskussion ausführlich Svenson-Evers 1996, 67–99.

[263] Zu Hebetechniken Coulton 1974a; Wilson 2008, 342–45 sowie die einschlägigen Kapitel bei Martin 1965 und bei Müller-Wiener 1988.

[264] Ähnliche Einarbeitungen sind auch beim archaischen Vorgängerbau des Tempels der Athena Alea in Tegea gefunden worden, der ebenfalls Holzsäulen gehabt haben muss.

növriert. Diese Technik ist offensichtlich aus Ägypten übernommen worden. Sie erfordert allerdings einen immensen Aufwand für die Anlage der Rampen und sehr viel Arbeitskraft beim Hochziehen der Blöcke. Die Griechen haben daher eine andere Technik erfunden, den mit Flaschenzügen bestückten Kran. Üblicherweise wird diese Erfindung an das Ende des 6. Jahrhunderts gesetzt, da ab ca. 515 der Einsatz des Wolfes und der Hebezange (s. u.) nachweisbar ist, die zur Befestigung von Seilen an den zu hebenden Bauteilen dienten.[265]

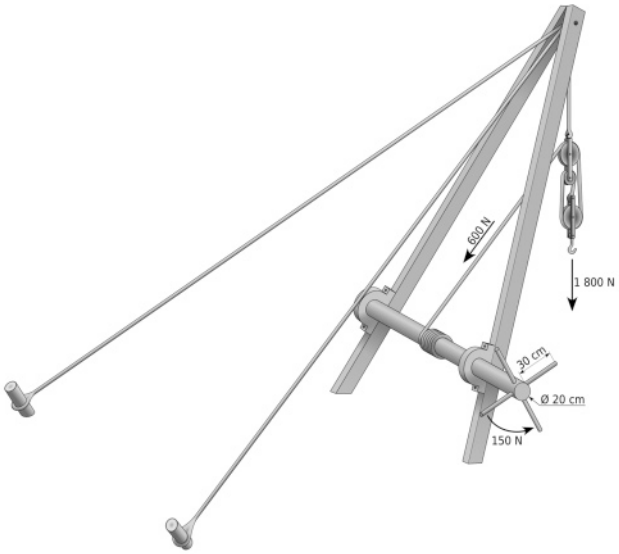

Abb. 2.12: Kran, Typ Trispastos (Wikipedia, Eric Gaba, modifiziert nach Dienel und Meighörner 1997, 12f.).

Kräne, die mit Flaschenzügen bestückt waren, sind aus den älteren Mittelmeerkulturen nicht bekannt. Insofern dürfte es sich um eine griechische Erfindung handeln. Dem würde entsprechen, dass Vitruv für die Kräne keine lateinischen, sondern nur griechische Begriffe nennt. Ob die ersten Kräne allerdings alle mit Flaschenzügen ausgerüstet waren, kann man bezweifeln. Gesichert ist der Gebrauch von Flaschenzügen durch Inschriften und Erwähnungen in den Quellen für das 4. Jahrhundert. In diese Zeit fällt auch die erste theoretische Darstellung des Flaschenzuges.[266] Denkbar ist m. E., dass die Kräne zunächst mit einfachen Umlenkrollen ausgerüstet waren, wobei die Seile von einer (oder mehreren) Haspeln mit langen Speichen gezogen wurden. Alternativ könnten auch jeweils zwei Kräne für den Versatz eines einzelnen schweren Werkstücks eingesetzt worden sein. Ein Antrieb durch Tretmühlen ist erst für die römische Kaiserzeit nachweisbar.

[265] So bei Coulton 1974a, 7. Ihm folgt Wilson 2008, 342. Gegen diesen zeitlichen Ansatz spricht m. E., dass es Hunderte von Architraven gibt, an denen sich weder Wolfs- noch Zangenlöcher finden, und die trotzdem sicherlich nicht alle mit Hilfen von Rampen in Position gezogen worden sein dürften.

[266] Arist. mech. 851b19; 853a32–853b13.

Die Technik der griechischen Kräne ist nur schlecht rekonstruierbar, da die entsprechenden Schriftquellen aus der Kaiserzeit stammen, und keine bildliche Darstellung erhalten ist. Vitruv[267] beschreibt drei Typen:

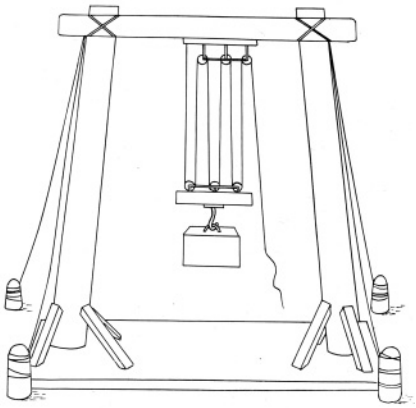

Abb. 2.13: Kran, Typ Dikolos (Nix und Schmidt 1900, Abb. 45).

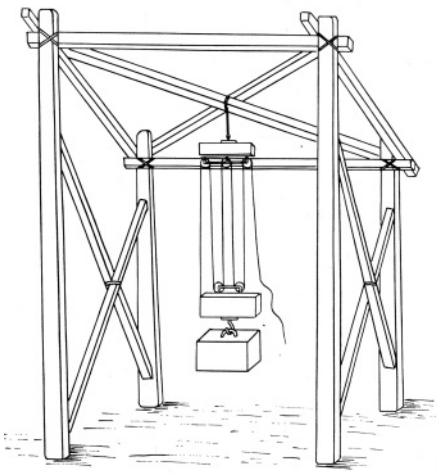

Abb. 2.14: Kran, Typ Tetrakolos (Nix und Schmidt 1900, Abb. 50).

Der Trispastos und das Pentapaston sind identische Konstruktionen, die sich nur durch die Zahl der Umlenkrollen des Flaschenzuges (drei bzw. fünf) unterscheiden. Der Ausleger besteht jeweils aus zwei an der Spitze verbundenen Holzbalken, die ein umgekehrtes V bilden (Abb. 2.12). Ihre geneigte Position wird durch im Boden verankerte Spannseile fixiert.

[267] Vitr. 10. 2, 1–10.

Die Winde ist als Querstrebe zu den V-Trägern angeordnet, und wird durch Speichen per Hand gedreht. Mit einem Kran dieses Typs lassen sich Lasten durch Betätigen der Winde nur in vertikaler Richtung bewegen, was ideal ist etwa für das Beladen eines Wagens, nicht aber für die am Bau erforderlichen Bewegungen. Ein vor den Säulen liegender Architrav muss beim Aufsetzen auf die Kapitelle zusätzlich horizontal, also quer zur Basis des Krans, bewegt werden. Zwei Möglichkeiten sind in dieser Hinsicht denkbar. Zum einen könnte die Horizontalbewegung dadurch erfolgt sein, dass die Spannseile, die die V-Träger halten, entsprechend abgelassen wurden, was allerdings sehr genau kontrolliert erfolgen müsste. Die andere Möglichkeit besteht darin, dass bei entsprechend großer Höhe die Last mit relativ wenig Kraft in gewissem Umfang seitlich bewegt werden kann (je besser, desto weiter die Spitze des Krans von der am Seil hängenden Last entfernt ist).

Vitruv spricht diesen Punkt bei der dritten Konstruktion, die er erwähnt, dem Polypaston, auch selbst an. Es handelt sich um einen einzelnen Holzmast, der schwenkbar am Boden verankert wird. Dieser Typ funktioniert ähnlich wie der Ladebaum eines Schiffes. Durch Straffen und Ablassen der Spannseile, die ihn zugleich fixieren, kann der Baum sowohl vor und zurück wie auch seitlich (kreissegmentförmig) geschwenkt werden. Vitruv betont, dass der Umgang mit diesem Typ von den bedienenden Arbeitern Erfahrung verlangt. Für schwerste Lasten war diese Konstruktion sicher nicht geeignet.

Zwei weitere Konstruktionen werden in einer Inschrift aus hellenistischer Zeit erwähnt. Die Inschrift gehört zu den Rechenschaftsberichten für den Bau des jüngeren Apollontempels in Didyma.[268] Aus ihr ergibt sich, dass am Didymaion zunächst ein Dikolos (‚Zweibein‘) eingesetzt wurde (Abb. 2.13). Das ist eine π-förmige Balkenkonstruktion, die in Querrichtung durch Seile fixiert wird. Dieser Kran war zu schwach für das Versetzen des Sturzes für die monumentale Eingangstür des Tempels. Daher wurde, wie die Inschrift berichtet, ein zweiter Kran mit vier Stützen hergestellt (Tetrakolos, ‚Vierbein‘; Abb. 2.14), der aufgrund seiner Konstruktion wesentlich standsicherer war, und dessen Stützen zweifellos auch erheblicher stärker dimensioniert waren als die des Dikolos. Die Inschrift ist die einzige Belegstelle, in der Konstruktion, Funktion und Datierung für den Einsatz eines Krans an einem bestimmten Bau gesichert ist. Der Dikolos und der Tetrakolos sind bei Heron von Alexandria thematisiert.[269]

Es spricht viel dafür, dass nicht immer Bauglieder mit Hilfe eines Krans versetzt worden sind. Für das Aufrichten von Säulen wäre in technischer Hinsicht eine Einrüstung der Peristase wesentlich zweckmäßiger gewesen, da mit Hilfe einer Laufkatze auf der Oberseite des Gerüstes die Trommeln und Kapitelle nicht nur gehoben, sondern auch seitlich in ihre endgültige Position versetzt werden konnten. Manolis Korres hat das zeichnerisch dargestellt (Abb. 2.15). Belegen lässt sich eine solche Vorgehensweise allerdings nicht, da wir über Baugerüste nahezu nichts wissen, wenn man davon absieht, dass in den Bauabrechnungen Kosten für Holz aufgeführt sind.

Wesentlich besser dokumentierbar ist die Aufhängung der Bauglieder an den Hebeseilen (Abb. 2.16). Allen Formen der Aufhängung ist zunächst gemein, dass der Aufhängungspunkt immer im Schwerpunkt des Werkstücks liegen musste, oder aber symmetrisch um den Schwerpunkt als Zentrum. Im Grundsatz lassen sich vier Formen der Aufhängung unterscheiden. Zunächst die – arbeitsaufwändigen – Seilkanäle, die stets in Flächen eingetieft wurden, die nach der Fertigstellung nicht mehr sichtbar waren (auf Abb. 2.16 Nr. 1–5).

[268] Rehm 1958, Nr. 32, Z. 9–12.

[269] Heron, s. *Mechanicorum Fragmenta* III 2, p. 294. Vgl. Drachmann 1956, 658–662.

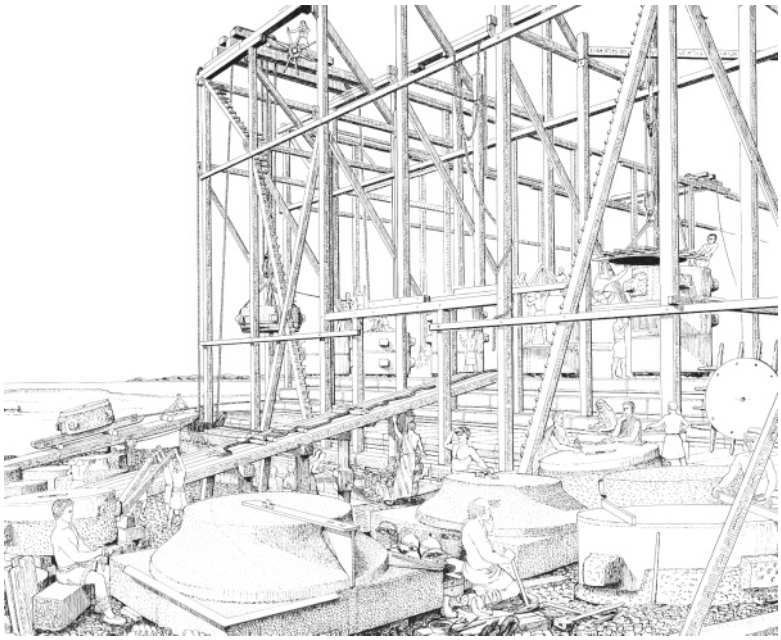

Abb. 2.15: Baugerüst Vorparthenon (Korres und Vierneisel 1992, Nr. 19).

Sodann wurden Werkstücke über Hebebossen[270] in Seilschlaufen aufgehängt (Nr. 6 und 7 für Säulentrommeln und Wandquader). Diese Bossen wurden nach Versatz der Bauglieder abgearbeitet, so dass sie heute in der Regel nur an unfertigen Werkstücken noch sichtbar sind. Die Verwendung von Steinzangen ist an den charakteristisch ausgebildeten Einarbeitungen für die Spitzen der Zangen erkennbar (Nr. 10). Schließlich wurde, vor allem für den Versatz von Schlusssteinen, häufig der dreiteilige Wolf benutzt (Nr. 9). Seine Nutzung ist ebenfalls an den typischen Einlassungen mit nach innen aufgeweiteten Schmalseiten erkennbar, in denen die drei Elemente des Wolfs verkeilt wurden. Häufig war in der griechischen Architektur auch nur eine dieser Schmalseiten abgeschrägt, was für das Verkeilen in hartem Gestein ausreicht. Ein Wolf aus griechischer Zeit ist m. W. bisher noch nicht gefunden worden, doch besteht aufgrund der charakteristisch ausgeformten Einarbeitungen am Einsatz des Wolfs kein Zweifel.

[270] Nicht alle Bossen, die man beobachten kann, sind Hebebossen. Es gibt auch Werkstücke, wie beispielsweise Stufenplatten, an denen Bossen nur an einer Seite vorhanden waren. Da nicht symmetrisch vorhanden, können diese Bossen nicht zum Heben gedient haben. Sie wurden als Ansatzpunkte für Stemmeisen genutzt, um die später sichtbaren Flächen beim Anstemmen nicht zu beschädigen.

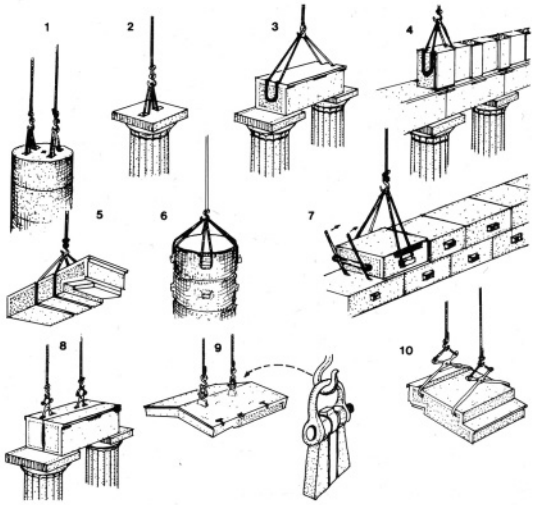

Abb. 2.16: Vorrichtungen zum Befestigen von Hebeseilen (Orlandos 1966, Abb. 119).

2.6 Bautechniken und Ingenieurbau

2.6.1 Werkzeuge und Messzeuge

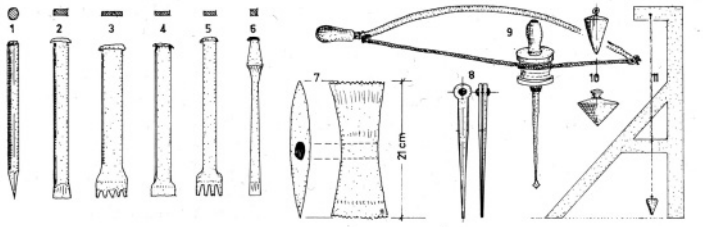

Abb. 2.17: Steinmetz-Werkzeuge (Müller-Wiener 1988, Abb. 20b).

Im Bereich der Steinbearbeitung verwendeten die Griechen ein keineswegs besonders umfangreiches Arsenal von Werkzeugen.[271] Dazu gehörten verschiedene Hacken und Beile (auch mit gezahnter Schneide) für die erste, grobe Ausarbeitung der Formen, sowie Hämmer und ein Satz Meissel für die Herstellung und Endbearbeitung von Flächen und Ornamentformen. Meißel, deren Spitzen bzw. Schneiden gehärtet wurden (wie Waffenklingen)[272], gab es je nach Einsatzzweck und Härte des zu bearbeitenden Steinmaterials in unterschiedlichen Formen: grobe und feine Spitzmeißel, Zahneisen mit Schneidbreiten von meist drei bis vier

[271] Am ausführlichsten immer noch Martin 1965, 179–189.
[272] Ulrich 2008, 447.

Zentimetern, sowie Flachmeißel mit ähnlichen Klingenbreiten, die in dieser Reihenfolge für die Herstellung von glatten Flächen eingesetzt wurden. Zum Teil waren die Zahneisen allerdings auch so fein, dass eine Überarbeitung mit dem Flachmeißel oder einem Scharriereisen nicht erforderlich war. Sollte eine Oberfläche poliert werden, nahm man dazu Poliersteine mit hohem Anteil an Quarzsand. Weiter benutzen die Steinmetzen zum Anreißen der auszuarbeitenden Form am Werkstück Reißnadeln und Zirkel, sowie Bohrer[273], die von einem Bogen (‚Bohrgeige') angetrieben wurden (Abb. 2.17).

Formen und Typen dieser Werkzeuge hätte man noch im frühen zwanzigsten Jahrhundert in jedem Steinmetzbetrieb finden können. Sie sind auch nicht erst von den Griechen entwickelt worden, denn fast alle Typen lassen sich schon in mykenischer Zeit nachweisen.[274] Das vielleicht einzige Werkzeug aus diesem Spektrum, das möglicherweise in archaischer Zeit neu aufkam, war das Zahneisen. Die ältere Forschung hat die Einführung in die Mitte des 6. Jahrhunderts datiert, doch ist inzwischen gezeigt worden, dass es zu Beginn des Jahrhunderts – also zu der Zeit, in der der monumentale Steinbau seinen Anfang nahm – bereits in Gebrauch war. Man könnte in diesem Zusammenhang vielleicht noch die Steinsäge anführen. Sie hatte nur bei sehr weichen Gesteinen gezahnte Sägeblätter. Beim Sägen härterer Materialien wurde ein ungezahntes Blatt mit Quarzsand und Wasser eingesetzt (ebenso beim Bohren). Von großer Bedeutung war die Steinsäge in der hier betrachteten Zeit nicht, sondern erst gegen Ende des Hellenismus, und vor allem in der römischen Kaiserzeit, denn nur die Säge ermöglichte, mit vertretbarem Aufwand dünne Steinplatten herzustellen, die in den genannten späten Epochen vor allem für Wandinkrustationen gebraucht wurden. Im Übrigen ist die Steinsäge wahrscheinlich[275] auch schon in mykenischer Zeit eingesetzt worden.

Die Tatsache, dass alle oder fast alle Werkzeuge auch in früherer Zeit schon entwickelt worden waren, zeigt, dass die bis heute beeindruckende Präzision der Steinbearbeitung vieler griechischer Bauten nicht an Innovationen im Bereich der Arbeitsmittel gebunden war, sondern mit dem Anspruch und dem Können der griechischen Handwerker zu verbinden ist. Das gilt, nebenbei bemerkt, in gleicher Weise für die Bildhauer, wobei die Grenzen hier ohnehin fließend sind, bedenkt man, welche immensen Anforderungen etwa die Herstellung eines korinthischen Kapitells an einen Steinmetz stellte.

Ähnliches wie für die Steinwerkzeuge gilt sehr wahrscheinlich für die Holzwerkzeuge.[276] Die Unsicherheit besteht hier darin, dass von diesen Werkzeugen noch sehr viel weniger gefunden wurden, weil viele von ihnen aus Holz gefertigt waren. Die Werkzeuge, die auf bildlichen Darstellungen erkennbar sind, entsprechen den aus diversen Epochen bekannten Formen: Hammer, Beil, Säge, Bohrer, Werkzeuge in der Art des Stecheisens, auch Feilen. Möglicherweise eine griechische Erfindung, allerdings im Bauwesen weniger von Bedeutung, ist der Hobel.[277]

---

[273] Bereits erwähnt bei Hom. Od. 9, 384–86.

[274] Funde griechischer Werkzeuge sind, gemessen an ihrer anzunehmenden Verbreitung, relativ selten. Das hängt sicherlich damit zusammen, dass das Eisen, aus dem sie hergestellt waren, bei Funden meist bis zu völligen Unkenntlichkeit korrodiert ist – Werkzeuge aus Bronze (etwa aus mykenischer Zeit) lassen sich viel häufiger in guten Erhaltungszustand finden. Bildliche Darstellungen auf Reliefs, wie man sie in großer Zahl von römischen Grabstelen kennt, fehlen weitestgehend für Griechenland. Dafür gibt es in der Vasenmalerei häufiger Darstellungen von Handwerkern bei der Arbeit in ihren Werkstädten. Dort sind auch Werkzeuge dargestellt.

[275] Vgl. dazu die Diskussion bei Schwandner 1991, 216ff.

[276] Ulrich 2008, 444–447; Hodge 1960, 96f.

[277] Ulrich 2008, 446 mit weiterer Literatur.

Vor hoher Bedeutung hinsichtlich der Arbeitsqualität und Präzision sind die Meßzeuge und andere Instrumente zur Kontrolle von Flächen, Winkeln usw.[278] Ein bei einem Schiffswrack vor der israelischen Küste aufgetauchter Winkel aus Holz mit seitlicher Standfläche hat praktisch dieselbe Form, in der solche Winkel noch heute hergestellt werden. Dieser Typus von Winkel war im pharaonischen Ägypten schon im 14. Jh. v. Chr. bekannt. Ebenfalls dort gefunden wurde wurde ein Längenmaß aus Holz, das vermutlich für zwei verschiedene Fußmaße benutzt werden konnte. [279] Meßinstrumenten sind ansonsten vor allem aus Inschriften bekannt. Das einfachste war ein Richtscheit (in den Inschriften meist διαβήτη), mit dem gerade Linien auf den Werkstücken angerissen wurden, und entsprechende Kontrollen vorgenommen werden konnten. Für die Prüfung von Stylobatplatten wird in einer Inschrift auch ein entsprechendes Prüflineal aus Stein erwähnt, was vielleicht benutzt wurde, weil bei Stein kein Verzug durch Hitze oder Feuchtigkeit zu befürchten war.[280] Vielleicht ähnlich unseren Meterstäben benutzte man einen ἄκαινα genannten Stab von zehn Fuß (ca. 3 m, je nach verwendetem Fußmaß)[281].

Zur Kontrolle der Horizontalität wurde eine Bleilot- oder Setzwaage im Form eines A verwendet, an deren Spitze mit einer Schnur ein Lot aufgehängt war, das mit einem Eichstrich auf der Querhaste übereinstimmen musste.[282] Die Setzwaage konnte zugleich als Winkelmaß dienen (wie das in Abb. 2.17, Nr. 11 dargestellte Exemplar). Ihre Form ist von vielen Grabreliefs römischer Bauhandwerker bekannt.

Lote (οταφύλη), schon bei Homer erwähnt[283], hatten die auch heute noch häufig verwendete Form eines an der Basis aufgehängten Kegels. Um Vorsprünge umgehen zu können, gab es hölzerne Abstandhalter, mit denen das Lot in einem definierten Maß vor einer Wand abgelassen werden konnte. Auch dieses Instrument ist bereits im pharaonischen Ägypten nachweisbar. Vor allem zur Kontrolle des Fugenschlusses wurden Flächen mit Rötel eingerieben (s. u. unter Versatztechniken).

2.6.2 Maschinen und Gerüste

Bedauerlicherweise ist unsere Kenntnis der Maschinen, mit den im Krieg Mauern zerstört wurden, wesentlich umfangreicher als die der Maschinen, mit denen Gebäude errichtet wurden. Ähnlich den oben schon besprochenen Kränen[284] könnten Rammen konstruiert, falls man bei Gründungen in weichem oder sumpfigen Untergrund Holzpfähle in den Boden trieb, auf die dann die Steinfundamente aufgesetzt wurden. Man zog mit Winde und Flaschenzug ein Gewicht (aus Stein?) hoch, das nach Lösen der Winde – vielleicht über einer Führung – auf den jeweiligen Pfahl auftraf. Vitruv erwähnt solche Rammen, ohne sie näher zu beschreiben[285].

Drehscheiben zur Bearbeitung von Baugliedern sind nachgewiesen worden anhand von Bearbeitungsspuren auf Säulenbasen in Kyrene und auf Samos. Ihr Einsatz ist zur Herstellung rotationssymmetrischer Säulenbasen ist schon relativ früh belegt, doch sind sie erstaun-

[278] Einige Angaben auch zu den im Bauwesen verwendeten Instrumenten bei Lewis 2001.
[279] Stieglitz 2006.
[280] IG II/III^2, 1678.
[281] LSJ s. v. ἄκαινα.
[282] Wegen der antiken A-Form wird noch heute im Neugriechischen die Wasserwaage als αλφάδι bezeichnet.
[283] Hom. IL 2, 765.
[284] s. o. unter Logistik.
[285] Vitr. 3. 4. 2.

lich selten eingesetzt worden. Über die Konstruktion dieser Maschinen ist nichts weiter bekannt.[286] Ihre Verwendung dürfte angeregt gewesen sein von der weit älteren Nutzung der Töpferscheibe.

Ein Bagger, der beim Vertiefen eines Hafenbeckens zum Einsatz kam, wird von Philon von Byzanz (um 200) in seinem Buch über die Verteidigung der Städte im Belagerungsfall erwähnt.[287] Hinweise auf die Konstruktion des Baggers enthält die Textpassage nicht.

Baugerüste (ἴκρια, s. oben Abb. 2.15) werden in einer Reihe von Inschriften erwähnt.[288] Da keine bildlichen Darstellungen bekannt sind, lässt sich die Bauweise nicht näher bestimmen. Als sicher darf aber immerhin gelten, dass es sich nicht um sog. fliegende bzw. hängende Gerüste gehandelt haben kann, die in Aussparungen der Wände eingesetzt wurden, also nicht auf dem Boden aufgestellt waren, denn die Bauten zeigen nie entsprechende Aussparungen.

Zu den bekannten Maschinen zählen schließlich die oben (Abschnitt 2.5.3) schon angesprochen Flaschenzüge. Sie waren offenbar sehr teuer, denn aus Abrechnungsinschriften geht mehrfach hervor, dass sie ausgeliehen wurden.[289] Sie gehörten demnach nicht zum Werkzeuginventar der Handwerker, die die in den Abrechnungsinschriften dokumentierten Arbeiten auf Basis von Werkverträgen ausführten. Einen Teil eines griechischen Flaschenzuges ist in Kenchreai, dem Hafen von Korinth, unter Wasser gefunden worden.[290] Der erhaltene Block des Zuges hat zwei parallel angeordnete Rollen, weswegen man annehmen kann, dass der Flaschenzug für schwere Lasten eingesetzt worden ist. Er stammt allerdings erst aus späterer Zeit, wohl dem 4. oder 5. Jahrhundert n. Chr.

2.6.3 Fundamentierungen

Die bei weitem häufigste Form der Fundamentierung[291] von Werksteinbauten waren Streifenfundamente, die dem Grundriss des zu errichtenden Gebäudes entsprechen. Daneben finden sich vereinzelt Rostfundamente, für Säulenstellungen auch Einzel- bzw. Punktfundamente. Bei einfachen Holz-Lehmziegel-Bauten verwendete man häufig Bruchsteine im Lehmbett, etwa bei Wohnhäusern.

Wo immer möglich, wurde für Fundamente die Erde bis zum anstehenden Felsen ausgeschachtet. Das konnte, wie Abrechnungsinschriften belegen, vertraglich zwischen Bauherrn und Auftragnehmern festgelegt sein.[292] Um ein ebenes Bett für die unterste Lage der Fundamentplatten zu schaffen, wurde der Felsen in der Regel geglättet. Bei abfallendem Felsprofil wurden Abtreppungen beobachtet, die den Arbeitsaufwand beim Abarbeiten des Felsengrundes reduzierten (Apollontempel von Korinth). Alternativ wurde zum Einebnen vereinzelt auch eine Ausgleichsschicht aus Sand in die Fundamentgräben eingebracht, was möglicherweise als Erdbebenschutz gedacht war, wie an der sog. Basilica in Paestum.[293] Bei Bauten auf Felskuppen oder auf künstlich in einem Berghang angelegten Terrassen wurde

[286] Hellner 2009.
[287] Diels und Schramm 1920 = Philo. Mech. 100, 55.
[288] Etwa in IG I^2 94.28; IG I^2 4. 39; s. Wittenburg 1978, 69f.
[289] Abrechnung eines geliehenen Flaschenzuges zum Einsatz im Demeterheiligtum von Eleusis IG II^2 1672, Z. 235.
[290] Shaw 1967.
[291] Martin 1965, 308–322; Cooper 2008, 230–234; Müller-Wiener 1988, 61–64.
[292] Für Eleusis IG II^2 1682, 1666 und 1668; auf Delos ID 507, vgl. auch Vitr. 1. 5.
[293] Mertens 1993, 5–7.

nicht fundamentiert, sondern lediglich eingeebnet, so dass die Euthynterie – die übliche Ausgleichsschicht zwischen Fundament und Oberbau – direkt auf dem geglätteten Felsen verlegt wurde.

Wo der anstehende Felsen nicht erreicht werden konnte, wurde der Boden in unterschiedlich tiefem Maße ausgeschachtet. Eine Regel, die etwa eine Fundamenttiefe proportional zum aufgehenden Mauerwerk festgelegt hätte, lässt sich nicht erkennen. Nicht selten, aber keineswegs immer, wurde unter solchen Bedingungen unter dem Quaderfundament noch eine Bruchsteinschüttung eingebracht. Die einzige Regel, die stets eingehalten wurde, war, dass Fundamentzüge stets breiter sein mussten als das aufgehende Mauerwerk, was im Sinne der Standsicherheit zweckmäßig war, da auf diese Weise der Druck des aufgehenden Mauerwerks auf eine größere Fläche abgeleitet werden konnte. Unterschiede gab es in der Tiefe der Fundamentierungen. Bei manchen Bauten liegen alle Fundamentsohlen auf dem gleichen Niveau, bei anderen ist die Tiefe abhängig vom Oberbau, d. h. die Fundamente der äußeren Säulenstellungen reichten etwa eine Steinlage tiefer als die des Kernbaus.

Quader- oder Plattenfundamente wurden in der Regel in der gleichen Technik errichtet wie Werksteinmauern. Man verwendete für die Fundamente häufig – vor allem natürlich bei Bauten aus Marmor – geringerwertiges Steinmaterial als beim Oberbau. Nicht selten finden sich in Fundamenten auch Spolien, d. h. Bauglieder von Vorgängerbauten oder aufgelassenen Gebäuden aus der Nähe, in Einzelfällen auch bei der Herstellung irreparabel beschädigter Bauglieder.

Die Steine wurden an vier bzw. fünf Seiten geglättet, um einen sauberen Fugenschluss zu gewährleisten. Nur die nach außen weisenden Schmalseiten, die keinen Fugenschluss zu anstoßenden Platten hatten, blieben unbearbeitet. Die Stoßfugen hatten meist auch Anathyrosen, die Lagerfugen lagen in ganzer Fläche auf. Verbindungen durch Dübel und Klammern wurden bei vielen Fundamenten eingespart, oder nur an den statisch besonders belasteten Ecken eingesetzt. In Einzelfällen zeigt die selektive Verwendung von Klammern auch an, dass den Baumeistern bewusst war, welche Bereiche des Baugrunds weniger tragfähig waren als andere, wie etwa am Metroon in Olympia. Von einer genauen Vorstellung der unterschiedlich starken Belastung der Fundamente durch den Oberbau zeugen Gleitfugen innerhalb von Fundamenten. Solche Fugen, bei denen Teile der Fundamentzüge bewusst nicht untereinander verzahnt sind, sollten verhindern, dass durch an einzelnen Punkten auftretende Spitzenbelastungen komplette Fundamentzüge deformiert wurden. Solche punktuellen Belastungen konnten etwa im Bereich der Türlaibungen auftreten, die die Last des Sturzes und des darüberliegenden Mauerabschnitts an nur zwei Punkten in den Untergrund ableiteten. Durch die Gleitfuge sinkt im gegebenen Fall nur der Fundamentblock unter dem Türsturz ab, nicht aber die Fundamente der anschließenden Mauern. Diese – seltene – Verfahrensweise findet sich schon in archaischer Zeit am jüngeren Ringhallentempel der Hera auf Samos.

Rostfundamente wie am großen Altar von Pergamon sind selten. Sie waren bei den meisten Bauten konstruktiv wie ökonomisch wenig sinnvoll, da die Belastung des Untergrunds durch das jeweilige Gebäude sehr selektiv war. Häufig kann man niedrige Rostfundamente allerdings unter Pflasterungen von Ring- und Vorhallen oder Cellen finden, die verlegt wurden, um ein Absinken der Pflasterplatten zu verhindern.

Einzel- oder Punktfundamente finden sich nur selten für Säulen von äußeren Säulenstellungen, wie beispielsweise am Olympieion in Athen oder am Artemistempel in Sardeis. Häufiger sind sie bei inneren Stützenstellungen in vergleichsweise großen Räumen wie dem Telesterion von Eleusis oder der sog. salle hypostyle auf Delos. Noch ungewöhnlicher sind

massiv durchgeschichtete Steinfundamente. Im Fall der Tholos im Heiligtum von Delphi zeugt ein solches Fundament vom tiefen Misstrauen des Architekten in die Druckfestigkeit des Baugrunds.

Die offensichtliche Kenntnis der Bedeutung des Untergrundes für die Standsicherheit ihrer Bauten hat die griechischen Architekten nicht davon abgehalten, auf erkennbar problematischem Untergrund auch große Gebäude zu errichten. Das Motiv dafür, solche Bedingungen als Herausforderung anzusehen, der mit entsprechender Technik zu begegnen war, lag zumeist in der sakralen Bedeutung der Bauplatzes: die ambitioniertesten Bauprojekte zumindest der archaischen und klassischen Zeit waren die Tempelbauten in Heiligtümern, deren Lage aus religiösen Gründen nicht verändert werden konnte, selbst wenn sie denkbar schlechten Baugrund boten. Das gilt insbesondere für das Artemisheiligtum in Ephesos und das Heraion auf Samos, in denen der Grundwasserspiegel sehr hoch lag und der Boden entsprechend sumpfig war. Der Bau des monumentalen Artemistempels in Ephesos ist ein in dieser Hinsicht berühmt gewordener Fall, über den noch mehr als sechshundert Jahre später der ältere Plinius folgendes berichet: Die Ephesier zogen aufgrund der Problematik zunächst einen Experten, Theodoros aus Samos, herbei, da man im Heraion von Samos mit einer ähnlichen Problemlage konfrontiert war. Theodoros wird in den Quellen als ein Künstler und Techniker von umfassender Kompetenz beschrieben. Er soll als Architekt und Bildhauer tätig gewesen sein, galt als Erfinder des Bronze(hohl)gusses und der Drehscheibe.[294] Theodoros soll geraten haben, in die Fundamentgräben zunächst eine Schicht aus Holzkohle einzubringen, die mit Schaffellen abgedeckt werden sollte, was offenbar als Grundwassersperre gedacht war. Plinius zufolge wurde der sumpfige Untergrund nicht nur als Nachteil angesehen, denn er soll als Erdbebenschutz gegolten haben.[295] Die Annahme, dass Holzkohle Grundwasser absorbiert oder sperrt, findet sich noch bei Vitruv, der bei Pfahlgründungen rät, die Zwischenräume mit Holzkohle zu füllen.[296] An den Fundamenten des Artemision gibt ein früher Forscher an, eine solche Holzkohleschicht, oben und unten eingefasst von einer Lage Kalkmörtel (‚putty‘) beobachtet zu haben.[297] Gefunden wurden Holzkohleschichten in Fundamentgräben in Olbia und am sog. Bau D auf Samos,[298] nicht jedoch an den großen Ringhallentempeln im Heraion von Samos. Inwieweit solche Holzkohlelagen tatsächlich positive Effekte bei hoch anstehendem Grundwasser haben, ist unklar.

2.6.4 Mauern aus Stein: Typen, Versatz- und Verbindungstechniken

Mauern aus Stein[299] wurden in sehr unterschiedlicher Technik errichtet. Gemeinsam sind den verschiedenen Typen nur einige wenige Merkmale, und zwar der Verzicht auf kalkhaltige Bindemittel (Mörtel), sowie die – statisch vorteilhafte – Verjüngung, wobei die Differenz zwischen der Breite auf Fundamentniveau und der Breite der Mauerkrone bei Quadermauern deutlich geringer ist als bei den übrigen Typen.

[294] Die Quellen zu Theodoros sind zusammengestellt und besprochen bei Svenson-Evers 1996, 7–49.
[295] Plini. n. h 36-95-97. Vgl. auch Diog. Laert. 2. 103.
[296] Vitr. 3. 4. 2.
[297] Ausführlicher dazu Cooper 2008, 231f.
[298] Müller-Wiener 1988, 64.
[299] Martin 1965, 307ff. Orlandos 1966, II, 122ff.; Wrede 1933; Winter 1971; Müller-Wiener 1988, 64ff.

Mauerwerkstypen eignen sich kaum für Datierungen, denn alle grundlegenden Typen lassen sich in nahezu allen hier betrachteten Epochen finden. Antike Beschreibungen der Bautechnik gibt es nur von römischen Autoren.[300]

2.6.5 Bruchsteinmauern

Abb. 2.18: Bruchstein-Mauerwerk (Müller-Wiener 1988, Abb. 30).

Die Bruchsteinmauer (Abb. 2.18) war die älteste und am einfachsten herzustellende Form der Mauer, da dieser Typ praktisch keine qualifizierte Arbeit erforderte. In der Regel bestehen diese Mauern aus dem jeweils lokal anstehendem Gestein, dass entweder unbearbeitet blieb oder sehr grob zugehauen wurde. Aufgebaut waren diese Mauern aus zwei aufgeschichteten Schalen aus größeren Steinen, deren Zwischenraum mit Split und kleineren Steinbrocken, oft im Lehmbett, verfüllt wurde. Bei Terrassen- oder Stützmauern konnte die hangseitige Schale entfallen. Freistehende Mauern dieser Art waren oft etwa 60 bis 80 cm breit, so dass der Zwischenraum der Schalen nur sehr schmal war, anders als bei stärkeren Mauern größerer Höhe wie Stadtmauern. Die Qualität solcher Mauern hing einerseits davon ab, wie sorgfältig die Zwischenräume zwischen den großen Steinen der Schalen ausgefüllt wurden, und andererseits von der Verlegung der Bindersteine, die, in annähernd regelmäßigen Abständen verlegt, die Schalen miteinander verbanden. Aus Gründen der Stabilität wurden die Ecken der Mauern meist sorgfältiger gearbeitet, indem ausschließlich größere Blöcke mit relativ dichtem Fugenschluss dort einen stabilen Verband bildeten.

2.6.6 Polygonalmauern

Als Polygonalmauern (Abb. 2.19) bezeichnet man ein ganzes Spektrum von ebenfalls zweischaligen, im Detail aber sehr unterschiedlich gearbeiteten Mauern, deren Gemeinsamkeit darin besteht, dass zwar zwischen den Blöcken der Außenschalen Fugenschluss besteht, die Fugen selbst aber kein regelmäßiges Gitter aus horizontalen und vertikalen Linien bilden wie beim Quaderbau. Sind überdurchschnittlich große Steine für die Außenschalen verwendet worden, spricht man von Zyklopenmauern. Eine exakte Trennung zwischen Bruchstein-

[300] Plin. n. h. 36, 71f.; Vitr. 2. 8. 5-7.

Abb. 2.19: Polygonale Stützmauer der Terrasse des Apollontempels in Delphi (E. Sioumpara).

und Polygonalmauerwerk ist nicht möglich, die Übergänge sind fließend, zumal selbst innerhalb von Mauern der Fugenschluss sehr unterschiedlich ausfallen kann. Vermutlich gilt dieser Übergang auch für die Entstehung: Polygonalmauerwerk ist letztlich ein Bruchsteinmauerwerk mit dichtem Fugenschluss.

Das Polygonalmauerwerk hatte zwei grundlegende Vorteile. Verglichen mit dem Bruchsteinmauerwerk war es, bedingt durch den Fugenschluss, deutlich stabiler. Gegenüber dem Quaderbau hatte es den Vorteil, dass deutlich weniger Abschlag, und damit Steinmetzarbeit anfiel, wenn aus dem herbeigeschafften Material jeweils Steine herausgesucht wurden, deren Form annähernd dem Fugenverlauf der bereits versetzten Blöcke entsprach.

Die Außenflächen der Blöcke wurden in unterschiedlicher Weise bearbeitet. Teilweise wurden sie nahezu roh belassen, teils wurde ein Saumstreifen an den Fugen ausgearbeitet, das Zentrum jedoch roh belassen, oder aber die Front der Mauer wurde mit dem Spitzmeißel in eine Ebene gebracht, aber ohne die Fläche mit dem Zahneisen oder einem Flachmeißel vollständig zu glätten. Verwendet wurde Polygonalmauerwerk vor allem an Stadt-, Terrassen- oder Stützmauern (Abb. 2. 19), bei Gebäuden hingegen meist nur im Bereich der Sockelzone der aufgehenden Wände bzw. als Sockel für Lehmziegelmauern. Gerade bei aufwändig gearbeitetem Polygonalmauerwerk lässt sich deutlich erkennen, dass die Form nicht allein von rein technischen Gesichtspunkten bestimmt wurde, sondern dass das Erscheinungsbild bei der Wahl der Technik eine Rolle gespielt haben muss. Insofern kann man in diesem Kontext durchaus von Mauerwerksstilen sprechen.

Der Übergang zum Werksteinbau mit rechteckigen Quadern ist wiederum fließend. Jüngere Polygonalmauern haben oft Fugen, die in langen Linien durchlaufen, z. B. beim sog. lesbischen Mauerwerk, bei dem die Fugen tendenziell konzentrische Kreise bilden.[301] Auch

[301] Benannt nach Aristot. Eth. Nicom. 1137 b 30. Zur Mauerwerk s. Scranton 1941, 25ff.

gab es Quadermauerwerk, bei dem nur die Lagerfugen horizontale Linien bildeten, die Stoßfugen hingegen aus der Vertikalen geneigt waren.

2.6.7 Quadermauern

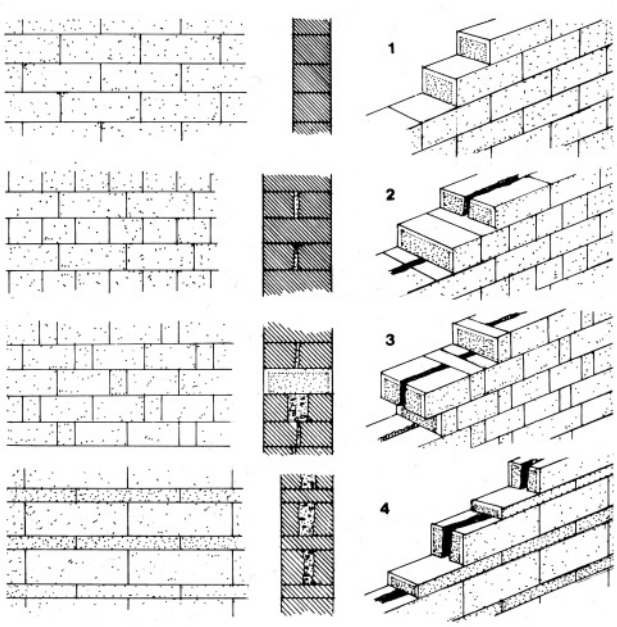

Abb. 2.20: Mauerformen (nach Orlandos 1966, 182).

Das Quadermauerwerk aus allseitig bearbeiteten Werksteinen existierte in einer großen Zahl von Varianten. Gemeinsam ist ihnen, dass die Werksteine so verlegt wurden, dass die Horizontalfugen jeder Schicht eine durchgehende, waagerechte Linie bildeten, und die Vertikalfugen regelmäßig wechselten.

Je nach Stärke bestanden die Mauern in jeder Schicht aus einer oder mehreren Reihen von Quadern. Bei nur einer Reihe (Abb. 2.20, Nr. 1) waren die Schichthöhen in der Regel identisch, was als isodomes Mauerwerk bezeichnet wird. Bei mehr als einer Reihe pro Schicht wechselte die Verlegungsrichtung der Quader: Die sogenannten Läufer lagen parallel, die Bindersteine quer zur Achse der Wand. Der Wechsel zwischen beiden konnte innerhalb einer Schicht erfolgen (Abb. 2.20, Nr. 3), oder es wechselten Läufer und Binderschichten (Abb. 2.20, Nr. 2). Eine weitere Variante ergab sich bei der Verwendung von langrechteckigen, plattenförmigen Steinen, die als Läufer liegend und als Binder stehend verlegt wurden (Abb. 2.20, Nr. 4). Auf diese Weise ergab sich zwangsläufig ein Wechsel von höheren und flacheren Lagen, der als pseudoisodom bezeichnet wird. Wie auf der Abbildung dargestellt, schlossen häufiger die Läufer mit ihren Innenseiten nicht aneinander an. Entsprechende Hohlräume wurden, anders als bei den zuvor beschriebenen Mauerwerkstypen, meist nicht verfüllt. Bei allen diesen Systemen wurde die Sockelschicht der Mauer dadurch

hervorgehoben, dass dort eine Reihe von Quadern verbaut wurde, deren Höhe dem Zwei- bis Dreifachen der normalen Wandquader entsprach. Diese sogenannte Orthostatenschicht dürfte aus den steinernen Sockelzonen der Lehmziegelmauern in den Quaderbau übernommen worden sein. Auch bei den Lehmziegelmauern anspruchsvoller Gebäude wurde, wie schon erwähnt, eine solche Orthostatenschicht aus Stein verlegt (Heraion von Olympia).

Wie auf der Schemazeichnung angedeutet, wurden so gut wie nie alle sechs Seiten der Quader glattflächig bearbeitet. Üblich war vielmehr, die Stoßfugen an den Schmalseiten der Quader, und bei Läufern die Innenseiten, bis auf einen Randstreifen einzutiefen (sog. Anathyrosen, s. Abb. 2.21). Nur dieser glatte Randstreifen bildete die Kontaktfläche zum benachbarten Stein. Das hatte den Vorteil, dass für dicht schließende Fugen die Bearbeitung wesentlich weniger aufwändig war, weil nicht die komplette Stoßfuge präzise und winkelgerecht geglättet werden musste. Anathyrosen an den horizontalen Lagerfugen waren selten.

Die Endbearbeitung der Quaderflächen erfolgte vor dem Versetzen nur teilweise. Angeliefert wurden die Steine auf der Baustelle, wie oben im Zusammenhang mit den Arbeiten im Steinbruch beschrieben, in der Regel in Bosse, bzw. mit einem Werkzoll auf den Außenseiten. Vor dem Versetzen wurde der Werkzoll nur an den unteren Lagerflächen abgearbeitet und an den Stoßfugen die Anathyrosen abgearbeitet. Erst nachdem alle Steine einer Reihe verlegt waren, wurden die Oberseiten über die ganze Reihe hinweg einheitlich geglättet. Die Außenseiten wurden erst nach der Fertigstellung der kompletten Wand in einem Zug glatt gearbeitet.

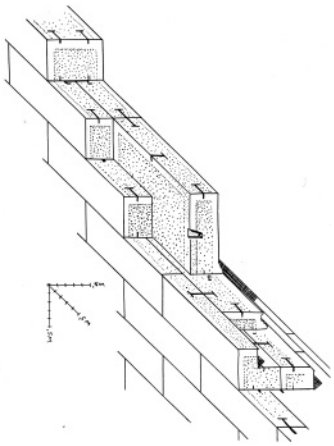

Abb. 2.21: Mauerquader mit Anathyrosen und Bettungen für Doppel-T-Klammern (Caskey u. a. 1927, Abb. 31).

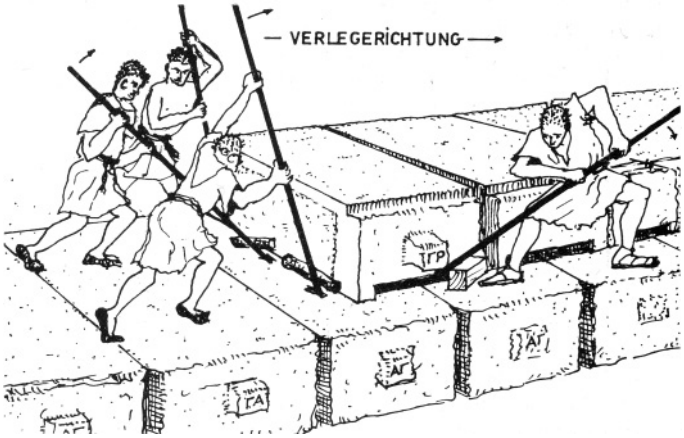

Abb. 2.22: Versatz von Krepisblöcken mit Stemmeisen (Müller-Wiener 1988, Abb. 38).

In ihre endgültige Position versetzt wurden die Steine nach dem Aufsetzen auf die Mauer mithilfe von Stemmeisen, für die als Widerlager kurze Nuten in die Oberseiten der darunter liegenden Quader eingeschlagen wurden (Abb. 2.22). Da diese Nuten immer vor der endgültigen Position der Schmalseite eines Quaders liegen müssen, lässt sich durch sie oft die Verlegungsrichtung der Quader rekonstruieren.

Das Verschieben der Quader in ihre endgültige Position mit Stemmeisen hatte zur Folge, dass man die ersten bzw. letzten Steine einer Reihe nie als letzte versetzen konnte, da in diesem Fall das Stemmeisen nirgendwo mehr hätte angesetzt werden können. Deshalb wurde der jeweils erste und letzte Stein einer Reihe am Anfang der Verlegung der Reihe in Position gebracht. Daraus ergab sich wiederum das Problem, dass der letzte Stein der Reihe, der Schlussstein, von oben in die Reihe abgesenkt werden musste, also nicht mit dem Stemmeisen bewegt werden konnte. Das Einfügen des Schlusssteins wurde erheblich erleichtert, wenn dieser Stein am Seil eines Krans befestigt werden konnte. Die bereits oben im Abschnitt zur Baustellenlogistik gezeigten Aufhängungsformen (Seilschlaufen, Wolf) erleichterten das Absenken des Schlusssteins ganz erheblich, weswegen häufig nur der Schlussstein Wolfslöcher oder Seilkanäle hatte. Bekannt waren aber auch Methoden, Schlusssteine ohne Kran einzufügen: Dazu wurde die Lücke, in die der Schlussstein einzufügen war, zunächst mit mehreren Lagen Kanthölzern ausgefüllt, und der Schlussstein darauf geschoben. Anschließend wurde der Schlussstein mit Stemmeisen leicht angehoben, wobei die Eisen in kleine Nuten in den Stoßfugen des Schlusssteins eingriffen. Nach dem Anheben wurde die oberste Lage der Kanthölzer entfernt, und der Stein abgesenkt. Anschließend wurde der Stein wieder mit den Eisen leicht angehoben, die in etwas höher liegende Stemmlöcher eingriffen, und die nächste Lage der Kanthölzer entfernt, und so fort. Man erkennt dieses Verfahren an den Stemmlöchern in den Stoßfugen des Schlusssteins, die in dichten Abständen übereinander eingetieft sind, z. B. am Fries des Zeustempels von Nemea.

Der Verband der Quader konnte durch Verklammerung zwischen den Blöcken derselben Reihe und durch Verdübelung der Blöcke mit denen der nächstunteren Schicht gesichert werden, was primär als Schutz gegen Verrutschen der Quader im Fall von Erdbeben gedacht gewesen sein dürfte. Klammern und Dübel wurden in sehr unterschiedlichem Umfang ver-

baut. Es gibt Bauten mit sehr wenigen solchen Sicherungen (meist an den eher gefährdeten Ecken) und solche, wo durchgängig jeder Stein gesichert wurde.

Für das Einsetzen wurden zunächst jeweils Bettungen ausgearbeitet, in die die Dübel und Klammern eingelegt wurden. Anschließend wurden sie als Korrosionsschutz von oben mit Blei vergossen, das nach dem Abkühlen durch Schläge mit dem Meißel auf die Oberfläche des Bleis zusätzlich in die Bettung gepresst wurde. Vor allem in hellenistischer Zeit wurden für das Einbringen des Bleis zusätzlich Gusskanäle in die Steine eingearbeitet.

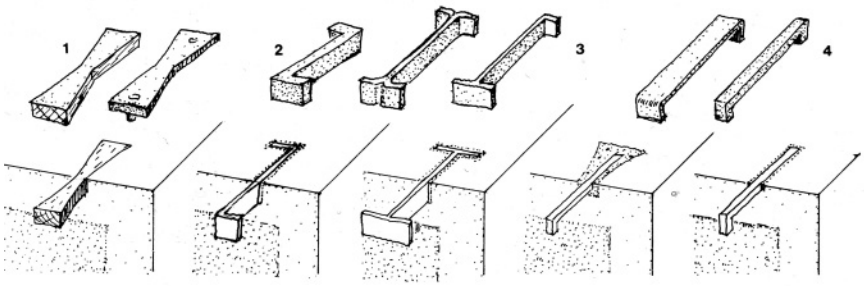

Abb. 2.23: Verschiedene Klammerformen: 1. Schwalbenschwanzklammer – 2. Z-Klammer – ohne Nr:. Doppel-T-Klammer – 3. Hakenklammer – 4. U-Klammer (Müller-Wiener 1988, Abb. 40).

Klammern und Dübel wurden aus Hartholz, Bronze und Eisen hergestellt. Vor allem die Klammern hatten sehr unterschiedliche Formen (Abb. 2.23). Von den gebräuchlichsten Klammerformen ist die in der Herstellung aufwändige Doppel-T-Form die ältere, die ab etwa dem 4. Jahrhundert zunehmend durch die einfach aus Flacheisen zu biegende U-Klammer ersetzt wurde, ohne dass erstere vollkommen verdrängt worden wäre.

2.6.8 Säulen und Gebälke

Die konstruktiven Merkmale und Details von Säulenstellungen illustrieren auf der einen Seite sehr anschaulich die zunehmend bessere Beherrschung der konstruktiven Anforderungen einer Stützenstellung. Auf der anderen Seite zeigt die Entwicklung aber auch, dass es in bautechnischen Fragen bei der Bewertung alternativer technischer Lösungen Auffassungsunterschiede zwischen den Architekten gab. Diese Unterschiede sind kaum regionalen Architekturtraditionen zuzuordnen, vielmehr folgen sie – wenn auch nur in etwa – dem Zeitverlauf. Das zeigt, nicht zuletzt, eine offenbar gut funktionierende Kommunikation zwischen den Architekten des weit auseinander gezogenen griechischen Siedlungsgebietes.

Die Säulenschäfte waren bei einigen archaischen Tempeln trotz ihrer enormen Größe Monolithe.[302] Bei Schaftlängen von bis zu acht Metern war das zweifellos mit enormen technischen Schwierigkeiten verbunden, angefangen bei der Suche nach geeigneten Blöcken ohne Stich im Steinbruch über den Transport zur Baustelle bis hin zur Aufrichtung der

[302] Korinth, Apollontempel; Syrakus, Apollontempel und andere. Einer der letzten Bauten, an dem – nicht alle – Schäfte aus einem einzigen Stein gearbeitet waren, ist der spätarchaische Aphaiatempel auf Ägina.

Schäfte. Man hat zu Beginn des 6. Jahrhunderts monolithe Schäfte sicher noch in Analogie zu den früharchaischen Säulen verwendet, die aus Baumstämmen hergestellt wurden. In späterer Zeit, als aus Säulentrommeln zusammengesetzte Schäfte bereits verbreitet waren, mag den monolithen Schäften von einigen Architekten eine größere Stabilität zugeschrieben worden sein. Vielleicht hatten solche Schäfte auch einen höheren Prestigewert wegen der genannten technischen Schwierigkeiten bei Bruch, Transport und Aufrichtung.

Säulenschäfte wurden ab dem beginnenden 5. Jahrhundert ausschließlich aus Trommeln zusammengesetzt. Ihre Zahl wechselt wegen der stets unterschiedlichen Höhe der Trommeln so gut wie immer auch innerhalb derselben Säulenstellung. Die Lagerfugen der Trommeln lagen also nicht bei allen Säulen auf demselben Niveau. Vermutlich hing die Höhe im Wesentlichen von der Stärke der hochwertigen Gesteinsschichten in den Steinbrüchen ab.

Die Vereinfachung beim Brechen und beim Transport durch die Verwendung von Trommeln stellte allerdings auf anderer Ebene neue Anforderungen: Nur wenn die Lagerflächen der Trommeln perfekt einander angepasst waren, konnte der Schaft in sich stabil sein. Umgekehrt hätten sich Ungleichmäßigkeiten der Lagerflächen (Kippspiel) addiert, und auf diese Weise die Schäfte anfällig für Schwankungen gemacht, was wiederum die Standsicherheit der gesamten Säulenstellung beeinträchtigt hätte. Um die Lagerflächen einander exakt anzupassen, verwendeten die Baumeister Rötel als Touchierfarbe. Wurden die Trommeln leicht gegeneinander verdreht, verwischte die Farbe dort, wo sie aufeinander auflagen, bzw. dort nicht, wo die Flächen keinen Kontakt hatten.[303] Aus praktischen Gründen ist anzunehmen, dass das probeweise Aufsetzen der Trommeln jeweils paarweise auf dem Bauplatz erfolgte, so dass die Trommeln beim Versatz am Bau nicht wieder abgenommen werden mussten.

Eine alternative Arbeitsweise hat Manolis Korres für den Bau der Parthenonsäulen aufgrund eines Fundstücks rekonstruiert (Abb. 2.24). Das Bruchstück war offensichtlich das Fragment einer Richtplatte, mit der sämtliche Lagerfugen kontrolliert werden konnten, ohne dass jeweils zwei Trommeln probeweise aufeinandergesetzt werden mussten. Dadurch konnte zweifellos in erheblichem Umfang Arbeitszeit eingespart werden.[304]

Ein technisches Detail, das offensichtlich Auffassungsunterschiede in Technikfragen erkennbar werden lässt, ist die Verdübelung der Trommeln. Dabei zeigt sich eine ähnliche Tendenz wie bei der Verdübelung der Wandquader. Bis etwa zum Anfang des 4. Jahrhunderts wurde die Säule aus Basis (falls vorgesehen), Schaft und Kapitell als Einheit verstanden, indem alle Teile untereinander verdübelt wurden, und zwar mit einem zentralen Runddübel, so dass die Trommeln sich bei Erdstößen gegeneinander verdrehen konnten. Zugleich blieb die Säule aber innerhalb der Säulenstellung insofern eine Art autonomer Einheit, als sie weder mit ihrer Standplatte (dem Stylobat), noch mit dem Gebälk durch Dübel verbunden wurde. Diese Auffassung änderte sich im Verlaufe des 4. Jahrhunderts. Die Trommeln wurden nunmehr häufiger auch mit außermittigen Dübeln verbunden, so dass ein Verdrehen gegeneinander nicht mehr möglich war. Zudem wurde die Säule durch Dübel auch mit dem Stylobat, auf dem sie stand, und dem Gebälk über ihr verbunden. Offensichtlich war für die betreffenden Architekten das Ziel, eine maximale, starre Verbindung zwischen allen Gliedern der

[303] Bei der Wiederaufstellung einer Säule des Zeustempels in Olympia vor wenigen Jahren wurde genauso verfahren. Als Touchierfarbe wurde dabei Kreide verwendet.

[304] Die Bauzeit des Parthenon von neun Jahren gilt, gemessen an der Größe des Gebäudes, als ungewöhnlich kurz. Sie kann auch kaum durch den massenhaften Einsatz von Arbeitskräften erklärt werden, da auf der Baustelle fast ausschließlich Arbeiten für hochqualifizierte Handwerker anfielen.

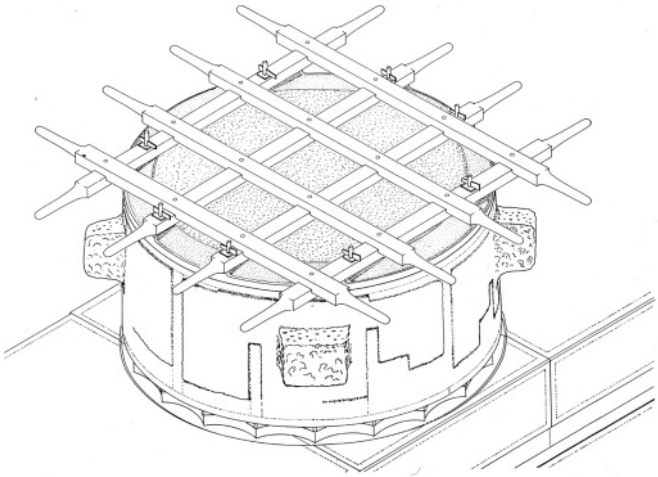

Abb. 2.24: Richtplatte (Korres und Vierneisel 1992, Abb. 15).

Säulenstellung zu erreichen. Ähnliches kann man im Bereich des Wandaufbaus beobachten. Im 6. und 5. Jahrhundert wurden häufig nur die Wandquader einer Reihe untereinander mit Klammern verbunden, so dass sich die Reihen bei Erdstößen gegeneinander verschieben konnten. In späterer Zeit sind die Reihen auch vertikal, durch Dübel, untereinander fixiert. Welche Argumente oder Beobachtungen zu dieser neuen Sichtweise geführt haben, ist nicht bekannt. Welche Alternative von der Standsicherheit her gesehen die bessere war, lässt sich empirisch nicht zeigen. Von beiden Varianten stehen noch heute Exemplare aufrecht.[305] Zu beobachten ist zudem eine Tendenz dieser Zeit, auch die Lagerflächen der Trommeln mit Anathyrosen zu versehen, was lange Zeit unüblich war.

Die Endbearbeitung der Sichtflächen der Säulenschäfte, d. h. die Ausarbeitung der Kanneluren, erfolgte, wie bei den Mauern auch, erst nachdem alle Bauglieder der Säulenstellung versetzt worden waren. Als Referenz wurden lediglich unten an der Fußtrommel und oben am Kapitellhals auf wenigen Zentimetern die Anfangs- und Endpunkte der Kanneluren vor dem Versatz ausgearbeitet.

Auch die Gebälke zeigen wachsende Kenntnisse der Baukonstruktion. Schon früh hat man etwa darauf geachtet, dass die Schichtungen im Gestein bei Architraven vertikal zur Einbaulage verbaut wurden, während bei allen anderen Baugliedern die Gesteinsschichten ebenso horizontal liegen wie im Steinbruch selbst. Die meisten Forscher nehmen an, dass dadurch eine höhere Belastbarkeit des Gesteins bei Durchbiegungen durch die Auflast erreicht wird. Es gibt allerdings auch die oben schon im Zusammenhang mit den Arbeiten im Steinbruch vertretene Auffassung, dass die, bezogen auf die Schichtung, vertikale Einbau-

[305] Einen großen Einfluss auf die Stabilität einer Säulenstellung hat zudem das Gebälk, da es die gegenseitige Stabilisierung der Säulen bewirkt. Deshalb sind viele der heute noch aufrecht stehenden, nicht modern rekonstruierten Säulen sind durch Architrave verbunden. Zu den ältesten Beispielen dafür zählen die erhaltenen Joche am Apollontempel von Korinth und am Apollontempel von Syrakus.

lage bei Architraven durch die entsprechende Arbeitsersparnis im Steinbruch zu erklären ist.[306]

Frühe Bauten zeigen noch eine deutliche Unsicherheit hinsichtlich der Beurteilung der Tragfähigkeit der Architrave. Die Steinbalken der frühen Bauten sind, wie der Vergleich mit späteren Bauten veranschaulicht, erheblich überdimensioniert. Die Gebälke wirken daher schwer, um nicht zu sagen plump. Bei der Bemessung der späteren Architrave mit deutlich reduzierten Dimensionen zeigt sich zudem eine der wenigen Dimensionierungsregeln im Bereich der Konstruktion von Säulenstellungen. Die Breite der Architrave beträgt in nacharchaischer Zeit fast konstant zwei Fünftel der Länge des Jochs, das der Architrav überspannt.[307] Im Hellenismus wird dann zunehmend eine Tendenz beobachtbar, die Gebälke insgesamt immer stärker zu reduzieren, so dass sie optisch ‚leichter' wirken. Bei kleineren Bauten sind Architekten daher, um der Bruchgefahr zu entgehen, dazu übergegangen, die Architrave und den Fries darüber aus einem einzigen Stein auszuarbeiten, so dass nicht nur der Architrav, sondern auch der Fries zum Tragbalken wird – anders, als es die Gebälkornamentik suggeriert, die klassischerweise immer eine Illustration der tragenden und lastenden Bauglieder bietet.

Ein Problem beim Versatz der Architrave war, dass sie exakt horizontal auf die Kapitelloberseiten abgelassen werden mussten. Ein auch nur leichtes Verkanten hätte unmittelbar zu Abplatzungen an den zuerst aufsetzenden Kanten von Architraven bzw. an den Oberkanten der Kapitelle geführt. Um diesem Problem zu begegnen, gingen die Baumeister dazu über, auf den Oberseiten der Kapitelle beim Glätten ein Fläche im Zentrum mit leicht erhöhtem Niveau zu belassen. Da diese sog. Scamilli nicht bis an die Außenkanten der Architrave heranreichten, belastete eine minimale Neigung der Architrave beim Aufsetzen die Kanten der Kapitelle nicht.

Die technische Entwicklung der Säulenstellungen zeigt somit, weitaus stärker als die der Architekturformen, einen Zugewinn an Kenntnissen auf Seiten der Architekten, ohne dass das konstruktive Paradigma der griechischen Architektur, das Stütze-Gebälk-System, aufgegeben worden wäre. Fundamental andere Ansätze, wie die Keilsteintechnik, haben die Architekten – obwohl sie sie kannten – niemals in die Sphäre der Sakralarchitektur eingeführt.

2.6.9 Ingenieur-Bau

Straßenbau

Aussagen zu den griechischen Überlandstraßen sind nur in engen Grenzen möglich. Bekannt ist häufig nur aus literarischen Quellen, welche Städte durch Straßen verbunden waren. Archäolgische Untersuchungen zum Straßenbau sind bis heute eher selten.

Die ältere Forschung ging mit Bezug auf entsprechende Nachrichten in den Quellen davon aus, dass die Mehrheit der antiken griechischen Straßen Pfade waren, die nur für Fußgänger, Reiter und Packtiere geeignet gewesen seien, nicht jedoch für den Verkehr mit Wagen, da größere Steigungen häufiger durch in den Felsen geschlagene Stufen überwunden wurden.[308] Doch schon anhand der Quellen lässt sich erschließen, dass es spätestens im frühen 6. Jahrhundert große, für den Wagenverkehr geeignete Überlandstraßen gegeben haben

[306] Siehe oben Seite 192.
[307] Osthues 2005, Tabelle im Anhang.
[308] Forbes 1993, 140–45, insb. 141.

muss. Als beispielsweise Xerxes 479 mit seinem Heer von mehr als einer Million Menschen von den Dardanellen über Nordgriechenland und entlang der Westküste der Ägäis nach Attika zog, führte das Heer einen Tross mit sich, dessen Wagen von Ochsen gezogen wurden. Vermutlich aus Zeitgründen ließ er einige Brücken anlegen, wo bisher offenbar Furten oder Fähren genutzt worden waren (etwa über den Strymon, s. unten). Erschließen lassen sich aus den Quellen auch einige für schwere Fuhrwerke geeignete Landstraßen zwischen Steinbrüchen und den großen Bauplätzen. Aus Abrechnungsinschriften geht hervor, dass in Attika Wagen mit einer Nutzlast von mindestens zehn Tonnen, Steinmaterial von den Marmorbrüchen des Pentelikon nach Athen und nach Eleusis transportierten. Bekannt ist zudem auch, dass Städte Beauftragte oder Kommissionen ernannten, deren Aufgabe die Instandhaltung von Straßen im Umland war, was auf Baumaßnahmen in allerdings nicht näher bekanntem Umfang hinweist.

Von den meisten dieser Überlandstraßen kennt man allerdings weder den genauen Verlauf der Trassen noch den Aufbau von Fundamentierung und Belag, da entsprechende archäologische Befunde fehlen. Etwas besser ist die Forschungslage bei einer speziellen Gattung von Straßen, den sogenannten ‚heiligen' Straßen, die Städte mit ihren außerstädtischen Heiligtümern verbanden. Allerdings wird man bei der Verallgemeinerung der Befunde zurückhaltend verfahren müssen, denn diese Straßen wurden als Prozessionswege genutzt, und könnten daher besser ausgebaut und instandgehalten worden sein als reine Verkehrsstraßen. Vergleichsweise gut erforscht ist die heilige Straße zwischen der kleinasiatischen Küstenmetropole Milet und dem Heiligtum von Didyma.[309] Die Trassenführung dieser rund 20 km langen, schon im 6. Jahrhundert nachweisbaren Straße ist recht genau bekannt. Ihre Breite betrug etwa 6–7 m, womit sie deutlich breiter war als für normalen Wagenverkehr erforderlich. (Straßen, bei denen sich Fuhrwerke ohne Ausweichen passieren konnten, waren zweifellos extrem selten[310]). Sondagen haben 16 Schichten identifiziert, die vier verschiedenen Bauphasen bzw. Erneuerungen zugeordnet werden können, deren letzte in traianische Zeit fällt. Die drei älteren Phasen haben einen Belag aus aufgeschüttetem und planiertem Material, das von Randsteinen eingefasst war, nur die letzte einen Pflasterung. Abschnittweise wurde zur Herstellung der Oberfläche auch der anstehende Fels abgearbeitet und geglättet.

Eine spezielle Konstruktion war der in der Antike Diolkos genannte Verbindungsweg beim Isthmos von Korinth.[311] Der Diolkos war eine gepflasterte ‚Straße', die den Saronischen mit dem Korinthischen Golf verband. Angelegt wurde er spätestens im 5. Jahrhundert und mindestens bis ins 1. Jahrhundert genutzt. Auf ihm wurden, wie mehrere Quellen belegen, Schiffe transportiert, so dass sie auf Weg von der Adria in die Ägäis das wegen häufiger Stürme als gefährlich geltende Umfahren von Kap Malea vermeiden konnten. Der moderne, erst 1893 vollendete Durchstich durch den Isthmos hat einen Teil des alten Diolkos zerstört. Die Länge der in ihrem Verlauf daher nicht exakt bekannten Strecke muss zwischen 6 und 8,5 km betragen haben, bei einer zu überwindenden Höhe von mindestens 75 m. Die Transporttechnik, mit der die Schiffe bewegt wurden, ist nicht sicher bekannt. Die Rillen in der Pflasterung der Straße werden teils als eine Art von Schienen gedeutet (Abstand ca. 1,6 m), teils aber auch als einfache Folge der Abnutzung durch den Transport mit schweren Wagen

[309] Überblick über die Forschungsergebnisse und weitere Literatur bei Tuchelt 1991, insb. 38f.

[310] Pausanias weist ausdrücklich darauf hin, dass die seit ältester Zeit wichtige Verbindungsstrasse zwischen Megara und Korinth, die den Landweg auf die Peloponnes darstellte, durch den Kaiser Hadrian auf die doppelte Wagenbreite ausgebaut wurde; Paus. 1.44.6

[311] Werner 1997, mit der älteren Literatur.

oder Schlitten. Dafür, dass die Rillen eigens ausgearbeitet worden sind, spricht, dass sie in Teilen fehlen, was kaum verständlich wäre, wenn sie durch Abnutzung entstanden wären.

Brückenbau

Der Brückenbau in Stein[312] wurde bereits im spätbronzezeitlichen Griechenland beherrscht. Mykenische Brücken wurden in ‚kyklopischer' Technik aus sehr großen, grob behauenen Steinblöcken errichtet – manche von ihnen in der östlichen Peloponnes stehen noch heute – und überspannten kleinere Flussläufe mit einem unechten Gewölbe.[313] Ähnlich lang, aber in anderer Technik ausgeführt, sind die wenigen erhaltenen Brücken aus der hier behandelten Epoche.

Noch fast vollständig erhalten ist die kleine, ins 5. Jahrhundert datierte Steinbrücke über den Erasinos, die den Zugang zum Artemis-Heiligtum von Brauron an der Südostküste Attikas ermöglicht. Ihre Konstruktion besteht aus fünf niedrigen, im Abstand von weniger als einem Meter gesetzten ‚Brückenpfeilern', die jeweils von einer Reihe langrechteckiger Steinplatten überspannt werden (Oberfläche ca. 8 ∗ 9 m). Technisch gesehen handelt es sich um eine Balkenbrücke.

Ebenfalls den Zugang zu einem Heiligtum eröffnet das von Ptolemaios II. im frühen 3. Jahrhundert im Kabirenheiligtum von Samothrake gestiftete monumentale Propylon, dessen Unterbau einen Bach in Keilsteintechnik überbrückt. Inschriftlich belegt ist eine dritte Steinbrücke (oder ein mit Steinen befestigter Damm), die im Demeter-Heiligtum von Eleusis den Priesterinnen den Zugang durch die umgebenden Salzwasser-Auen erleichtern sollte.[314]

Ein Hinweis auf eine Brücke weit größerer Dimensionen findet sich bei älteren Plinius,[315] der von einer tausend Fuß (knapp 300 m) langen Brücke im südlichen Epirus berichtet.[316] Technische Angaben fehlen, auch bleibt unklar, ob die Brücke zu den Straßenbauprojekten der römischen Kaiserzeit zu rechnen ist.[317] Plinius' milder Spott, sie werde bewundert von „den Leuten, die all das, was in ihrem Land liegt, bewundern", deutet aber an, dass die griechischen Brückenkonstruktionen den Leistungen der Römer auf diesem Gebiet nicht vergleichbar waren. Dieses Urteil erscheint insofern plausibel, als die Griechen, wo immer möglich, Schiffsverkehr und Schiffstransport bevorzugten. Das Know-how für größere Brückenkonstruktionen muss aber gleichwohl auch vorher schon vorhanden gewesen sein. Über den Strymon, einen der großen Flüsse Nordgriechenlands, führte bereits im späten fünften Jahrhundert eine Brücke. Über ihre Konstruktion ist leider nichts Genaueres bekannt.[318] Technisch anspruchsvoll muss der Bau der Brücke gewesen sein, die bei der

[312] Zusammenfassende Untersuchungen zum Brückenbau sind bisher nicht vorgelegt worden.
[313] Vgl. Simson und Hagel 2006, Kap. 2.
[314] Eleusis, IG I^3 79.
[315] Plin. n.h. 4.1.4.
[316] Dem Wortlaut des Textes zufolge überbrückte sie den Archeron, doch ergibt sich aus dem Kontext eindeutig, dass der Arachthos gemeint sein muss, da Plinius angibt, dass der Fluss in den ambrakischen Golf mündet, was für den Archathos, nicht aber für den weiter nördlich fließenden Archeron zutrifft.
[317] Es ist möglich, dass die von Plinius erwähnte Brücke ein Vorgängerbau der heute noch vorhandenen osmanischen Steinbrücke bei Arta war (die allerdings nur etwa 130m lang ist). Arta, das antike Ambrakia, hatte der König Pyrrhos von Epirus 295 zu seiner Hauptstadt gemacht und befestigen lassen. Es ist daher denkbar, dass Pyrrhos auch eine Brücke über den Arachthos schlagen ließ.
[318] Erwähnt bei Thuk. 4.103.5; 4.108.1 im Zusammenhang mit der Einnahme von Amphipolis durch den spartanischen Heerführer Brasidas im Jahr 424. Da die Gegend wegen ihres Schiffbauholzes strategische Bedeutung hatte, liegt es nahe, eine Holzbrücke anzunehmen.

Stadt Chalkis die Euripos genannte Meerenge zwischen der Insel Euboia und dem böotischen Festland überspannte[319]. Der Euripos ist an seiner engsten Stelle ca. 40 m breit, was Strabons Angabe zur Länge (2 Plethren = 200 Fuß = ca. 60 m) plausibel erscheinen lässt. In dieser Meerenge treten mehrmals täglich wechselnde Gezeitenströmungen auf, was eine entsprechend stabile Pfleilerkonstruktion auch ohne unter Wasser abbindenden Mörtel[320] erfordert haben muss, da eine freitragende Holzkonstruktion dieser Spannweite unwahrscheinlich ist. Sicher ist, dass die Brücke spätestens aus dem 4. Jahrhundert stammt, da sie nach Strabon schon Ephoros von Kyme (ca. 400–330) erwähnt. Die Konstruktion wurde zur Zeit von Alexanders Asienfeldzug mit zwei Türmen gesichert und in die Befestigungsanlagen einbezogen, die die Stadt Chalkis auf der Festlandsseite errichtete.

Beachtenswert sind in diesem Kontext die Leistungen griechischer Ingenieure beim Bau temporärer Brücken, auf die es in den Quellen einige Hinweise gibt. Als der Perserkönig Dareios um 512 seinen Feldzug gegen die Skythen im nördlichen Schwarzmeergebiet unternahm, überquerte sein von Asien kommendes Heer den Bosporus auf einer Schiffsbrücke – also einer Pontonbrücke – von vier Stadien Länge (ca. 720 m), die unter Leitung von Mandrokles aus Samos angelegt worden war. Trotz der Strömungen in der Meerenge, gegen die die Brücke durch Taue von Land aus gesichert gewesen sein dürfte, konnte das Heer von 700.000 Mann mitsamt dem Tross ohne Verluste nach Europa überführt werden. Ebenfalls von den Griechen in seinem Heer wurde eine weitere Brücke über die untere Donau angelegt.[321] Wie sehr dieser Brückenbau als ‚königliche' technische Großtat verstanden werden sollte, zeigen nicht nur die dokumentierenden Inschriften, die Dareios beiderseits der Meerenge aufstellen ließ, sondern vor allem die Tatsache, dass sein Nachfolger Xerxes, statt das bewährte Konzept zu wiederholen, für seinen Griechenlandfeldzug bei den Dardanellen zwei Brücken von fast doppelter Länge anlegen ließ.[322]

Hafenbau

Die Verbindung der griechischen Poleis untereinander war vielfach nur über das Meer möglich. Die vielen vom 8. bis zum 6. Jahrhundert gegründeten Koloniestädte im Schwarzmeergebiet, an der kleinasiatischen und nordafrikanischen Küste sowie in Unteritalien und auf Sizilien konnten die Verbindung mit dem Mutterland ohnehin nur auf dem Seeweg aufrechterhalten, und ohne den Fernhandel hätten die wenigsten von ihnen überleben können. Entsprechend war überall dort, wo der natürliche Küstenverlauf keine optimalen Bedingungen bot, die künstliche Anlage von Häfen von existentieller Bedeutung für die Städte. Hinzukommt die große Bedeutung der Seekriegsführung. Fast alle politisch dominierenden Poleis unterhielten ab dem späten 6. Jahrhundert größere Flotten von speziellen Kampfschiffen, die meist in gesonderten Kriegshäfen konzentriert waren. Der nach der antiken Historiographie erste griechische Herrscher, der die ‚Seeherrschaft' (in der Ägäis) errang, der Tyrann Polykrates von Samos, ist zugleich der erste namentlich bekannte Initiator eines großen Hafenbauprojektes, zu dem eine ca. 360 m lange Mole gehörte.[323]

[319] Strab. 9.2.2; 9.2.8; 10.1.8.
[320] Solcher Mörtel wurde erst von den Römern verwendet, vgl. den entsprechenden Abschnitt im Beitrag über das römische Bauwissen im vorliegenden Band.
[321] Hdt. 4.83–89; 137.41.
[322] Sie wurden zunächst von einem Sturm zerstört, ihre – phönizischen und ägyptischen – Baumeister hingerichtet. Danach wurde die Brücke aber erfolgreich repariert (Hdt. 7.34–36 mit detaillierter Beschreibung der Konstruktion).
[323] Hdt 3. 60. 3.

Das Know-how der Architekten und Ingenieure über den Bau von Seehäfen ist spätestens in hellenistischer Zeit schriftlich vorgelegt worden. Diese Texte sind jedoch restlos verloren.[324] Einige Hinweise zu Häfen finden sich in den Quellen, etwa bei dem Geographen Strabon. Bildliche Darstellungen fehlen ebenfalls. Archäologische Forschungen zum Thema sind erst in jüngster Zeit – in Kontext der ‚nautical archaeology' – häufiger vorgelegt worden.[325]

Die Anforderungen an die Anlage von Seehäfen waren zumindest im Grundsatz etwa dieselben wie in der Neuzeit. Die Häfen sollten die anlegenden und ankernden Schiffe vor Beschädigungen durch größere Wellen schützen, ihre Zufahrt(en) sollten so angelegt sein, dass auch bei den je vorherrschenden starken Winden ein Schiff in den Hafen einlaufen konnte, das Verlanden des Hafenbeckens durch sedimentierende Flussmündungen oder grundnahe Meeresströmungen sollte möglichst ausgeschlossen sein, und sie sollten im Kriegsfall gut zu verteidigen sein.

Die Hafenanlagen zeigen häufig eine kluge Nutzung der jeweiligen natürlichen Bedingungen. Im Fall der Stadt Knidos an der kleinasiatischen Westküste verband man im 4. Jahrhundert zunächst die Stadt mit der vorgelagerten kleinen Insel durch einen Damm, der zugleich als Brücke die Insel für den Verkehr mit Wagen erschloss. Die Einfahrten in den durch den Damm geteilten Sund zwischen Insel und Festland wurden durch zwei Paare von Molen weitgehend verschlossen, so dass sich zwei Häfen – ein Handelshafen im Südosten und ein kleinerer Kriegshafen im Nordwesten – ergaben.[326] Der Verbindungsdamm zur Insel, heute verlandet, und die Reste der beiden Molen des Südost-Hafens sind heute noch im Satellitenbild gut zu erkennen.[327]

Kenntnisse der Strömungsverhältnisse im ufernahen Bereich und des Meeresbodens zeigt bereits ein Wellenbrecher aus dem 7. oder frühen 6. Jahrhundert in Eretria auf Euboia. Die über 600 m lange Anlage, die bis in eine Tiefe von 20 m reicht, ist bis an ein Riff herangeführt und drängt eine materialführende Strömung im Meer vom Hafen ab.[328] Nicht immer waren solche Anlagen jedoch erfolgreich. Strabon[329] berichtet von einem Molenbau in Ephesos in hellenistischer Zeit, der die Hafeneinfahrt verkleinerte. Das Material, das der in den Hafen mündende Kaystos mit sich führte und zuvor vom Meer mindestens zum Teil wieder abtransportiert wurde, sedimentierte nunmehr dauerhaft innerhalb des Hafenbeckens. Der ohnehin natürliche Prozess der Verlandung der Flussmündung wurde dadurch so stark forciert, dass schwere Lastschiffe in den Hafen nicht einlaufen konnten, was das Ziel des Molenbaus gewesen war. Dem Problem der Verlandung versuchte man andernorts durch weitere Maßnahmen zu begegnen, etwa durch Durchlässe in den Molen, durch Anlage von zwei Einfahrten, oder wohl auch einfach durch regelmäßiges Ausbaggern von Fahrrinnen. Neueren Forschungen zufolge gab es im Nordhafen von Mytilene auf Lesbos sogar unter

[324] Sicher den Hafenbau behandelt hat Philon von Byzanz im dritten Buch seiner Mechanik (‚Limenopoika', um 200). Ob die zehn Bücher ‚peri limenon' (‚über Häfen', etwa 280–60) des ptolemaischen Admirals Timosthenes aus Rhodos auch die Technik des Hafenbaus behandelten, ist unbekannt; sicher waren sie zum praktischen Gebrauch für die Kapitäne bestimmt, unter anderem durch die dort gegebenen Entfernungsangaben. Der Abschnitt über Hafenbau bei Vitruv (5. 12) bezieht sich auf die erst von den Römern verwendeten Techniken.

[325] Überblick über den aktuellen Forschungsstand bei Blackman 2008; umfassende Untersuchung zum Hafenbereich des Apollonheiligtums und des späteren Freihafens auf Delos, in: Duchêne und Fraisse 2001.

[326] Strab. 14.2.5.

[327] Die südwestliche der Molen reicht noch heute über die Wasseroberfläche, die südöstliche nicht.

[328] Walker 2004, 100.

[329] Strab. 14.1.24.

Wasser verlaufende, gemauerte Kanäle, die den Abtransport von angeschwemmtem Material bewirken sollten.[330]

Molen, Kaimauern und Wellenbrecher wurden in Naturstein errichtet. Unter Wasser abbindenden Gussmörtel kannten erst die Römer; die Verwendung von Holzstämmen zur Uferbefestigung oder für Buhnen ist bisher nicht nachweisbar. Für Molen und Wellenbrecher wurden große Bruchsteine aufgeschüttet, so dass sich ein geböschtes Profil ergab, dass die Anlage gegen Unterspülung durch starke Wellen schützte. Kaimauern und die Innenseiten von Molen, an denen Schiffe anlegen sollten, wurden in Quaderwerk erbaut, wobei in Blei verlegte Klammern wie beim Bau an Land verwendet wurden. Wo möglich, wurde auch anstehender Felsen entsprechend abgearbeitet. Auf Molen wurden teilweise Pflasterungen in Wagenbreite angelegt und Verteidigungsmauern und Türme errichtet (so bei den Häfen von Syrakus, der Stadt Rhodos und anderen). Hafeneinfahrten wurden im Kriegsfall mit Sperrketten verschlossen, wie in Milet nach Angabe von Philon von Byzanz. Zudem wurden auch Molen auf einer gewissen Strecke parallel zur Einfahrt angelegt, so dass einlaufende Schiffe von ihnen aus beschossen werden konnten.

2.7 Bauleute und Bauprozess

2.7.1 Architekten

Obwohl es vergleichsweise viel Quellenmaterial gibt – man kennt beispielsweise über hundert Architekten namentlich – ist eine umfassende Untersuchung zum Beruf des Architekten bisher noch nicht vorgelegt worden.[331] Intensiver geführte Diskussionen gibt es in der Forschung vor allem um die Frage, ob die Architekten überhaupt als (planende) Architekten im modernen Sinne anzusprechen sind oder als leitende Handwerker (master craftsmen), sowie, damit zusammenhängend, um die Frage, welchen sozialen Status die Architekten hatten.

Sicher nachweisbar ist der Begriff Architekt erst im fünften Jahrhundert.[332] Er ist zweifellos älter und verweist auf seine Herkunft aus der Periode, in der Holz (und Lehm) die primären Baumaterialien waren, denn wörtlich bezeichnet Architekt den Meister der Tektones, d. h. der Zimmerleute. Für die hier betrachteten Jahrhunderte kommt als Problem hinzu, dass das Aufgabenspektrum der Architekten erheblich breiter gefasst war als in späteren Epochen, ohne dass entsprechend differenzierte Berufsbezeichnungen verwendet worden wären.

Aufgabenspektrum des Architekten

Geht man zunächst rein von der antiken Terminologie aus, dann findet man ein sehr breites Aufgabenspektrum der Architekten. Natürlich ist damit nicht gesagt, dass alle diese Aufgaben von einem griechischen Architekten verlangt und ausgeübt wurden.

Zu den Aufgaben, die später nicht mehr im ‚Berufsbild' des Architekten eingeschlossen waren, gehört etwa der Schiffbau. Schon im 4. Jahrhundert etwa gab es in Athen das öffentliche, besoldete und durch Wahl in der Volksversammlung besetzte Amt eines Leiters der Werften, der als ‚Schiffsarchitekt' bezeichnet wurde (χειροτονεῖ δ' ἀρχιτέκτονας ὁ δῆμος

[330] Blackman 2008, 662f.

[331] Inhaltlich am breitesten angelegt ist Coulton 1977. Die Testimonien zu den Baumeistern der archaischen und klassischen Zeit hat Svenson-Evers 1996 gesammelt; vgl. dazu auch Eiteljorg 1973, sowie Müller 1989 und – allgemeiner für die Handwerksberufe in Griechenland und Rom – Burford 1972.

[332] Hdt. 3.60; 4.87. Nicht ganz sicher ist die Erwähnung in einem Theaterstück von Aischylos.

ἐπὶ τὰς ναῦς). Auch in späterer Zeit tauchen noch ähnliche Formulierungen auf, obwohl man annehmen muss, dass der Kriegsschiffbau in diesen Perioden – weil weit fortgeschritten – bereits professionalisiert war. Weitergehende Informationen zur Arbeit der Schiffbauer fehlen in den Quellen nahezu vollständig.[333]

Ein zweiter Aufgabenbereich, den man heute dem Ingenieurwesen zurechnen würde, war der Maschinenbau. Noch Vitruv behandelt in seinen zehn Büchern *De architectura* etwa den Bau von Uhren.[334] Der bei weitem wichtigste Teil des Maschinenbaus war aber seit dem frühen Hellenismus sicher der Bau von Kriegsmaschinen. Philon von Byzanz, dessen Buch über den Geschützbau aus der Zeit um die Wende zum 2. Jahrhundert erhalten ist, bezeichnet den Konstrukteur der Steinewerfer und Pfeilgeschütze als ‚Architekt'. Auch Polybios, der ebenfalls im 2. Jahrhundert schreibt, spricht im Zusammenhang der berühmt gewordenen Kriegsmaschinen, die Archimedes für die Verteidigung seiner Heimatstadt Syrakus gegen die belagernden Römer entwarf, von der Tätigkeit des Mathematikers als Architekt.[335] Aus dem Kriegsmaschinenbau ergibt sich zugleich der Grund dafür, weshalb der Konstrukteur als Architekt bezeichnet wurde, denn die Kriegsmaschinen wurden wesentlich aus Holz hergestellt, und entsprechend war der Ingenieur hier tatsächlich, wörtlich genommen, der Leiter der Schreiner.

Sozialer Status

Die Frage, welchen sozialen Status die Architekten hatten, wird in der Forschung seit langem diskutiert und unterschiedlich beantwortet. Hintergrund für die Unsicherheiten in der Beurteilung der sozialen Stellung des Architekten ist der sogenannte Banausia-Komplex, die Verachtung der Handarbeit bzw. der Handwerker. Der Ausgangspunkt für die moderne Diskussion war ein Vortrag von Jacob Burckhardt, in dem er die für das damalige Publikum provozierende These aufstellte, dass die von der Neuzeit hochgeschätzten griechischen Künstler in ihrer Zeit als Handarbeiter, das heißt als ‚Banausen' angesehen wurden.[336] Diese Einschätzung wird von Teilen der Forschung bis heute für die Architekten übernommen.[337]

Versucht man eine differenzierte Antwort, dann ist zunächst feststellbar, dass in archaischer Zeit eine pauschale Verachtung der Handarbeit nicht bestanden haben kann, auch nicht in adeligen Kreisen. Das wird bereits bei Homer deutlich. Odysseus, der König von Ithaka, wird als ein außergewöhnlich geschickter Handwerker dargestellt, der das Bett in seinem Palast selbst gezimmert hat. Als er ein Floß baut, um die Insel der Ogygia und die Nymphe Kalypso zu verlassen, wird relativ ausführlich dargelegt, wie Odysseus bei der Wahl der Hölzer vorgeht, bei der Bearbeitung mit Axt und Beil sowie beim Zusammenfügen der Stämme mit Dübel und Klammern. Auch das Pferd, das erst den Sieg über Troja bringt, ist ein Werk des Zimmermannshandwerks, gebaut von Epeios, der kein ‚niedriger Handwerker' ist, denn er nimmt an den Leichenspielen für Patroklos teil. Sogar die Göttin Athena selbst

[333] Athen: Aristot. Ath. Pol. 46.1.5; Inschrift auf einer Statuenbasis aus Paphos auf Zypern, Rehm 1958, Nr. 27 (= OGIS 39); Diod. 4. 41. 3. 3.
[334] Vitr. 1. 3 und Buch 10.
[335] Polyb. 8. 7. 2.
[336] Der Vortrag wurde zuerst abgedruckt in: *Allgemeine Schweizer Zeitung*, 259–261 vom 1.–3. November 1883; s. Burckhardt 2003, 397–405.
[337] So etwa von Chr. Höcker in DNP s. v. Architekt; Müller-Wiener 1988, 19; *contra*: Philipp 1968; siehe auch Lauter 1974.

ist am Bau des Pferdes beteiligt[338], d. h. nicht nur die Menschen, auch die Götter zeichnet es aus, hervorragende Qualität von Handarbeit zu schaffen. Die Tatsache, dass in den homerischen Epen die Helden selbst handwerklich arbeiten, besagt für sich genommen allerdings noch nicht, dass professionelle Handwerker, die mit dem Handwerk ihren Lebensunterhalt verdienten, eine geachtete Position hatten.

Es ist dem ungeachtet aber kaum zu bezweifeln, dass es in klassischer Zeit in aristokratischen Kreisen und unter ‚Intellektuellen' eine ausgesprochene Geringschätzung, wenn nicht Verachtung körperlicher Erwerbsarbeit gab. Sie galt als Tätigkeit, die auf die Dauer den Körper wie den Geist deformiert. Hinweise auf handwerkliche Tätigkeit von Adeligen gibt es aus dieser Zeit nicht mehr, auch nicht auf adelige ‚Dilettanten'. Erstmals nachweisbar ist diese Geringschätzung der Handarbeit bei Herodot, der den Begriff der Banausia verwendet[339] und konstatiert, dass die Geringschätzung bei den Ägyptern und vielen anderen Völkern verbreitet, und von den Griechen übernommen worden sei. Am stärksten ausgeprägt sei sie bei den Spartanern, am wenigsten bei den Korinthern.[340] Unzweideutig belegen lässt sich Geringschätzung der Handarbeit bei vielen Autoren der klassischen Zeit: bei Xenophon, Platon, Aristoteles und anderen.[341] Die Frage ist nun aber, ob hierunter auch der Architekt fiel. Das ist nicht nur eine Frage der Bewertung, sondern auch nach der Entwicklung des Berufs selbst, denn in dem Moment, wo der Architekt nicht mehr als bester der Handwerker auf der Baustelle arbeitete, sondern sich ausschließlich auf die Bauplanung und die Bauleitung konzentrierte, war er ja im Wortsinne kein Handwerker mehr.

Es gibt in den Quellen in der Tat einige deutliche Hinweise, dass spätestens ab dem 4. Jahrhundert Entwurf und Bauleitung den größten Teil der Arbeit der Architekten ausgemacht hat, und zudem darauf, dass diese Ablösung der Tätigkeit des Architekten von der praktischen auch wahrgenommen wurde. So gibt es eine Passage in Platons *Staat*[342], wo der Architekt explizit von den Handwerkern abgegrenzt wird. Zum einen wird seine Leitungsfunktion betont, d. h. er ist kein Arbeiter, sondern ‚herrscht' über die Arbeiter. Zum anderen wird herausgestellt, dass der Architekt die Arbeiter nur anleiten kann, weil seine Anweisungen auf qualifiziertem Wissen basieren. Diesen Aspekt hat Platon an anderer Stelle präzisiert.[343] Architektur galt aus seiner Sicht als Anwendung von wissenschaftlichem Wissen aus den Bereichen der Arithmetik und Geometrie, und auch die geforderte Exaktheit der Ausführung rückt die Architektur in die Nähe der ‚exakten' Wissenschaften (Episteme). Vor allem dadurch grenzt sich für ihn die Tätigkeit des Architekten von anderen produktiven Tätigkeiten ab, bei denen primär Erfahrung, Übung und körperliche Geschicklichkeit gefordert sind. Diese Argumente dienen an den angeführten Stellen allerdings primär der differenzierten Klassifikation des praktischen Wissens aus Sicht des Erkenntnistheoretikers. Dort, wo Platon hingegen direkt auf den sozialen Status des Architekten zu sprechen kommt, wird deutlich, dass trotz aller Wertschätzung ihrer Leistungen die Architekten keineswegs zu den höchsten Kreisen der Gesellschaft Athens gerechnet wurden. So gesteht der adelige Gesprächspartner im *Gorgias* zwar zu, dass von dem Können eines Architekten, der

[338] Hom. Il. th 492, lambda 523.
[339] Hdt. 2. 165.
[340] Hdt. 2. 167. Die Stellung Korinths beruhte vor allem auf Handwerk und Handel.
[341] Vgl. dazu die Quellenangaben bei Burford 1972, 129 Anm. 334; zur Verachtung der Handarbeit bei den Stoikern Plut. Mor. 1034 b7; c1.
[342] Plat. pol. 259e-260a.
[343] Plat. Phil. 55d – 56a.

Verteidigungsanlagen plant, das Wohl einer ganzen Stadt abhängen könne, würde ihm aber trotzdem nicht seine Tochter zur Frau geben.[344]

Auch Aristoteles sah im Architekten nicht mehr den Ersten der Handwerker auf der Baustelle, sondern den Planer, dessen geistige Arbeitsleistung für den jeweiligen Bau von entscheidender Bedeutung war, obwohl er an der praktischen Ausführung gar keinen Anteil hatte.[345] Die Planung als Kernaufgabe des Architekten erklärt für Aristoteles auch den Gebrauch des Begriffs Architekt im metaphorischen Sinn als ‚geistigen Urheber' einer Handlung oder als Strategen einer koordinierten Aktion.[346] Prägnant im Sinne der Wertschätzung der Leistung des planenden bzw. entwerfenden Architekten sind auch weitere Aussagen in den Quellen, wie etwa eine Textstelle bei Diodor, in der der Anteil des Architekten höher bewertet wird als des Bauherrn, dessen Finanzmittel die Errichtung eines Baus erst ermöglicht.[347]

Alle hier angeführten Belege geben immer nur die Bewertung des Architektenberufs durch Wissenschaftler und Schriftsteller wider, und sind nicht repräsentativ für die allgemein in der Gesellschaft verbreitete Sichtweise. Dennoch spricht viel für die Annahme, dass die Konzentration auf die Bereiche Entwurf und Bauleitung dazu geführt hatte, dass die Tätigkeit der Architekten nicht mehr als Banausia angesehen wurde, also nicht mehr zu den handwerklichen Arbeiten mit geringem Berufsprestige gezählt wurde.

2.7.2 Bauunternehmen und Bauhütten

Explizite Informationen zu den griechischen Bauunternehmen finden sich fast ausschließlich in den architekturbezogenen Inschriften. Systematisch ausgewertet worden ist das epigraphische Material bisher allerdings nur in Teilen.[348] Informationen und Interpretationen zum Thema finden sich jedoch in fast allen Beiträgen, die sich mit diesen Inschriften beschäftigen, sei es in Untersuchungen über verwandte Themen wie die Arbeit der Baukommissionen oder in Gesamtdarstellungen der Architekturinschriften einer Polis oder eines Heiligtums.[349] Aussagen über die antiken Bauunternehmen finden sich jedoch nicht nur bei den Epigraphikern und Historikern, auch einige Bauforscher haben aus ihren Untersuchungen an den Bauten Rückschlüsse gezogen auf die Organisation der Arbeit auf den Baustellen. Grundlegend für einige dieser Interpretationen ist die Vorstellung, dass die anspruchsvollen Sakralbauprojekte von ‚Bauhütten' errichtet wurden. Schon mit der Wahl des Begriffs werden Analogien zwischen der Organisation des griechischen Tempelbaus und dem mittelalterlichen Kirchenbau hergestellt, die allerdings sicher nicht zu eng – etwa im Sinne des Zunftwesens – verstanden werden sollen. Es geht zunächst nur um die grundlegende Vorstel-

[344] Plat. Gorg. 512b. Der Architekt wird an der angegebenen Stelle als ‚Ingenieur' bezeichnet (Mechanopoios). Die Trennung zwischen Architekt und Ingenieur war aber noch im 2. Jahrhundert nicht fest etabliert. Vgl. dazu unten.

[345] Aristot. Magna Moralia 1198a32–1198b. Die Zuschreibung des Werks an Aristoteles ist umstritten; die Stelle gibt jedoch zweifelsfrei Aristoteles' Auffassung in dieser Frage wider, da sich Aristoteles auch an anderer Stelle im selben Sinne geäußert hat (vgl. etwa die in der folgenden Anmerkung genannte Passage aus seiner *Politik*).

[346] Aristot. pol 1325b23.

[347] Diod. 1. 64. 12.

[348] Der einzige Aufsatz, der unmittelbar den Bauleuten gewidmet ist, ist der Aufsatz von Randall 1953 über die Handwerker des Erechtheion. Vergleichsweise ausführlich ist noch der Abschnitt über die Unternehmer in Epidauros in Burford 1969, 45–158.

[349] Die entsprechenden Arbeiten sind hier meist schon genannt worden. Für Delos: Davis 1937, (Verträge aus Delos); Akropolis, klassische Zeit: Wittenburg 1978; speziell Erechtheion: Randall 1953; Maier 1959–1961; Überblick über die Art der Dokumente: Scranton 1960; Burford 1971, Zweck der antiken Dokumentation.

lung, die Tempelbauten seien von einer Gruppe qualifizierter Handwerker errichtet worden, an deren Spitze ein Architekt stand, der den Entwurf vorgab, die Bauleitung innehatte und dem Bauherrn gegenüber verantwortlich war.

Hansgeorg Bankel beispielsweise geht ohne weitere Diskussion davon aus, dass am Anfang des Projekts (dem von ihm vorgelegten jüngeren Tempel der Aphaia auf Ägina) die „Vergabe des Auftrags an eine Bauhütte" gestanden habe. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist für Bankel in diesem Zusammenhang das Steinmaterial. Erfahrung in der Verarbeitung dieses Steinmaterials sei ein wesentliches Kriterium für die Auswahl der Bauhütte gewesen. Weil am Aphaiatempel neben dem einheimischen Kalkstein auch Inselmarmor, und zwar auf zwei räumlich getrennten Werkplätzen, verarbeitet wurde, sei auch die Kooperation zweier Hütten denkbar. Eine äginetische Hütte hätte in dem lokalen Kalkstein gearbeitet, während der Inselmarmor von einer kykladischen Hütte verarbeitet worden sei. In der Bauhütte vermutet Bankel eine temporäre Einheit, die vom Architekten projektbezogen zusammengestellt und geleitet worden sei[350], weswegen Bankel hinsichtlich der Nachweisbarkeit der Hütte(n) an anderen Orten skeptisch bleibt.

Zu anderen Ergebnissen kommt Dieter Mertens auf Basis seiner Analysen von Entwürfen klassischer westgriechischer Tempelbauten. Mertens sieht in den strukturellen Ähnlichkeiten zwischen den Tempeln der Juno Lacinia, der Concordia und der Dioskuren in Agrigent den Ausdruck „planerischer Traditionen" von Bauhütten, denen durch die Entwurfsanalysen ein Œuvre zugeschrieben werden kann. Detaillierte Untersuchungen der Bauten ermöglichen so das „Kennenlernen einer lokalen Bauhütte" . Trifft die Zuweisung der drei agrigentinischen Bauten an dieselbe Bauhütte zu, ergibt sich darüberhinaus, dass diese Hütte keine nur temporäre oder projektbezogene Einheit gewesen sein kann, sondern über mehrere Generationen bestanden haben muss (Dioskurentempel errichtet um 480, Concordiatempel um 425).[351] Bauhütten sind für Mertens daher diejenigen Einheiten, die ein spezifisches Bauwissens entwickeln, realisieren und tradieren, im Einzelfall ergänzt um das ‚individuelle Genie' eines Architekten, der vor allem ihr konzeptionelles Know-how weiterentwickelt.

Fragt man nun, was sich dem epigraphischen Material über die Arbeitsweise und Organisation der ‚Bauhütten' entnehmen lässt, bietet sich zunächst der im ersten Viertel des 4. Jahrhunderts errichtete Asklepiostempel im Heiligtum von Epidauros als Beispiel an, denn die Steinmetzarbeiten – die Kernkompetenz einer Bauhütte – sind für diesen Bau vergleichsweise gut dokumentiert. In der zusammenfassenden Abrechnungsinschrift der Baukommission[352] sind dafür folgende Verträge genannt:

[350] Bankel 1993, 144f.

[351] Mertens 1984, 179, vgl. 178, 185, 192.

[352] Text: IG IV2 Nr. 102; engl. Ü.: Burford 1969, 212ff. Zur Diskussion der Bauinschriften aus Epidauros vgl. Burford 1969 und zuletzt Gounaropoulou 1983. Die Inschrift enthält nicht die Verträge selbst, sondern eine Übersicht über die Verträge mit Angabe des Unternehmers, der Bürgen, der Leistung und der Kosten. Die Zeilen 18 und 19 der Inschrift, die wegen ihrer Position weitere Verträge über die Arbeiten in Stein enthalten haben müssen, sind nicht mehr lesbar.

Vertragsgegenstand	Vertragsnehmer	Werklohn
Ringhalle:		
Fundamente	Mnasikles	2400 dr (einschl. Material + Transport)
Krepis + Stylobat	Antimachos	869 dr
Säulen + Gebälk	Sotadas	3068 dr
Giebelsima, Akroterbasen[1]	NN 320 dr	
Fundamentierung	Lysikrates	843 dr (einschl. Material + Transport)
Ringhalle:		
Platten versetzen	Erechtimos[2]	757 dr
Bossen abarbeiten / Schleifen Krepis	Chairis	64 dr
Ringhallenpflaster	Gorgias	821 dr (einschl. Sekos-Wände außen)
Kannelieren Säulen	Marsyas	1336 dr (einschl. Cella Säulen)
Gebälk	??	(230 oder 300+ dr ?)[3]
Rampe	Mnasillos (?)	4320 dr einschl. Material[4]
Kernbau:		
Fundamente	Antimachos	1485 dr (einschl. Material + Transport)
Wände	NN aus Argos	3200 + dr
Fundamentierung		
Pflasterung wie oben RH		
Lysikrates[5]		
Platten versetzen wie oben RH Erechtimos		
Bossen abarbeiten / Schleifen:		
Wände innen (Cella)	Kleandridas	550 dr
Wände innen (Pronaos)	Thimasitheos	265 dr
Wände außen	Gorgias	(s. oben Auftrag Ringhalle)
Kannelierung Säulen	Marsyas	(s. oben Auftrag Ringhalle)
Pflasterung Kernbau	Kallis	150 dr
Stuckierungen	Philargos	615 dr

Tabelle 2.2: Asklepiostempel in Epidauros, Arbeiten in Stein auf dem Bauplatz (ohne Bauplastik).
[1]Nur die Sima war aus pentelischem Marmor gearbeitet, weswegen sie offenbar nicht in den Auftrag an Sotadas eingeschlossen war. In dem Vertrag ist zwar ausdrücklich nur von der Giebelsima, nicht aber von der Traufsima mit den Löwenköpfen die Rede, dennoch schloß der Vertrag wahrscheinlich die Traufsima mit ein. Dies nicht nur, weil kein separater Vertrag für die Traufsima genannt wird, sondern auch, weil der Vertrag die Antefixe einschließt, die nur an der Traufe vorkommen. [2]Ich nehme an, dass Erechtimos die Pflasterung von Peristase und Kernbau übernommen hat, weil in der betreffenden Zeile 51 Naos steht, was in der Inschrift den gesamten Tempel meint (vgl. Z. 46. zum Dach), während der Kernbau (genauer: die Cella) als Sekos bezeichnet wird. [3]Es ist nicht zu erkennen, wer die Oberflächen des Gebälks bearbeitet hat. Da die schon erwähnten beiden nahezu unleserlichen Verträge fast unmittelbar vor dem Auftrag für die enkaustische Bemalung des Gebälks stehen, die die Endbearbeitung der Flächen des Gebälks voraussetzt, unterstelle ich, dass einer dieser beiden Verträge die Entbearbeitung des Gebälks bestimmte. Dem würden auch die noch erkennbaren Leistungspreise dieser Verträge entsprechen (230 bzw. 300 (?) dr). [4]Dass Mnasillos die Rampe gebaut hat, geht nicht aus seinem Vertrag hervor, sondern dass er das Brechen und Anliefern des Steinmaterials für die Rampe (und für die Pflasterung) übernommen hatte. Der Preis ist jedoch mit 4320 dr so außerordentlich hoch, dass hier angenommen wird, dass in den Vertrag das Versetzen und Endbearbeiten der Steine der Rampe eingeschlossen war. [5]Ich nehme hier an, dass der Auftrag an Lysikrates die Fundamentierung für die Pflasterung von Ringhalle und Kernbau betraf, analog zu dem Vertrag mit Erechtimos über die Pflasterung selbst (vgl. die Anm. dazu oben).

Die Arbeiten in Stein sind demnach von der Baukommission in sechzehn Aufträge aufgeteilt worden und an mindestens dreizehn verschiedene Unternehmer – zum Teil wohl auch selbständige Handwerker – vergeben worden, von denen lediglich einem einzigen zwei Aufträge übertragen wurden (Antimachos). Ein ähnliches differenziertes Bild ergibt sich auch für andere am Bau beteiligte Gewerke.[353]

Die Unternehmer bildeten keine Arbeitsgemeinschaft, sondern blieben rechtlich selbständig, wie sich auch daran zeigt, dass jeder von ihnen für seinen Vertrag eigene Bürgen zu stellen hatte. Es gab folglich keine Gesamtverantwortung für den Bau gegenüber dem Bauherrn, wie im Übrigen auch die Regressforderungen bestätigen, die stets an einzelne Unternehmer gerichtet waren.[354] Die Unternehmer können auch nicht als temporäre oder projektbezogene Einheit angesehen werden, denn keiner von ihnen war von Anfang bis Ende an dem Projekt tätig. Viele von ihnen dürften sich sogar kaum je begegnet sein, da fast[355] alle weniger als ein Jahr im Heiligtum arbeiteten, wie aus der Jahresgliederung der Abrechnungen hervorgeht. Eine einheitliche, lokale Handwerkstradition schließlich ist auch nicht

[353]Die Metallarbeiten für den Asklepiostempel wurden von zwölf verschiedenen Vertragspartnern geliefert, Burford 1969, 156.

[354]Bekannt sind Strafen für schlechte Arbeitsqualität nicht für den Asklepiostempel, wohl aber für die einige Jahrzehnte jüngere Tholos in Epidauros; vgl. Burford 1969, 106f.

[355]Mit Ausnahme wiederum von Antimachos, der in den ersten beiden Jahren vor Ort – und in einem Steinbruch – arbeitete.

anzunehmen, da die Unternehmer aus mindestens drei verschiedenen Poleis kamen (neben Epidauros aus Argos und Korinth[356]).

Es macht folglich schon unter diesen Aspekten keinen Sinn, den Asklepiostempel als Werk einer ‚Bauhütte' anzusprechen, womit sich weitergehende Fragen nach Herkunft, Traditionen, Werken dieser Bauhütte gar nicht erst stellen. Hinzukommt aber noch ein weiterer Aspekt. Selbst wenn man die organisatorische, finanzielle und rechtliche Selbständigkeit der verschiedenen Bauunternehmer vernachlässigen würde und sie als temporäre Einheit verstehen wollte, könnte man man Tempel dennoch nicht als Werk dieser ‚Bauhütte' verstehen, denn dafür fehlt ihr der entscheidende Mann: der Architekt. Die Handwerker und der Architekt bilden keine Einheit, deren Arbeit vom Architekten geleitet und verantwortet wird. Das zeigt sich auf formaler wie organisatorischer Ebene gleichermaßen.

Es ist also nicht ein Architekt, der „Steinmetzen und Bildhauer (…) um sich scharte"[357], vielmehr schreibt die Kommission Werkaufträge aus und vergibt sie an die Unternehmer, die der Kommission gegenüber haften. Es ist durch die Abrechnung von Reisespesen bekannt, dass Mitglieder der Kommission zur Auftragsvergabe teilweise in andere Städte reisten. Steinmetzen und Bildhauer werden auf Werkvertragsbasis von der Kommission ausgewählt, die auch den Architekten im Zeitlohn anstellt oder zum besoldeten Mitglied wählt.

Durch die Inschrift ist bekannt, dass der bauleitende Architekt, Theodotos, von der Baukommission ein Jahresgehalt bezog. Er arbeitete also nicht auf Werkvertragsbasis und war kein Unternehmer mit eigenen Mitarbeitern. Ob er selbst Mitglied der Kommission war oder deren Angestellter, oder eventuell auch ständiger Architekt des Heiligtums[358], ist aus der Inschrift nicht zu ersehen, und ebensowenig, ob Theodotos den Tempel selbst entworfen hat. Das ist aber immerhin wahrscheinlich, denn Theodotos ist die einzige bekannte Person, die während der gesamten Bauzeit an der Durchführung des Projekt beteiligt war.

Ohne feste Verbindung zwischen den ausführenden Handwerkern und dem entwerfenden Architekten ist die Suche nach für die Bauhütte charakteristischen Entwurfs- und Handwerkstraditionen gegenstandslos. Entsprechende Fragen könnten mithin nur getrennt gestellt werden in dem Sinne, dass einerseits die Architekturtradition zu bestimmen wäre, der der Entwurf des Asklepiostempels zuzuordnen wäre, und andererseits nach handwerklichen Besonderheiten gefragt werden könnte, die auf die Beteiligung eines der Unternehmer an einem anderen Bau hinweisen würden.

Die Tatsache, dass der Asklepiostempel von der Kommission zweifelsfrei nicht an eine Bauhütte vergeben wurde, sondern in einzeln vergebene Bauabschnitte zerlegt wurde, könnte man damit zu erklären versuchen, dass in der Nordost-Peloponnes zu wenig große Projekte ausgeschrieben wurden, die eine große Bauhütte dauerhaft hätten auslasten können. Umgekehrt wäre mit Mertens vorstellbar, dass sizilische Poleis wie Argigent oder Selinus, die für ihre ‚Bauwut' berühmt geworden sind, möglicherweise sogar mehrere Bauhütten gleichzeitig hätten auslasten können. Das lässt sich auch nicht widerlegen, da aus Sizilien aussagefähige Urkunden zum Bauwesen fehlen. Was sich aber belegen lässt, ist, dass an anderen Orten, wo die Bauaktivitäten zweifelsfrei große Bauhütten ermöglicht hätten, gleichwohl keine wie auch immer organisierten großen Bauunternehmen existiert haben. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist Attika in der Zeit von etwa der Mitte des 5. bis zum Ende des

[356] Nur zu Anfang der Inschrift ist die Herkunft der Unternehmer genannt.
[357] Bankel 1993, 145.
[358] Dagegen spricht, dass Theodotos sicher nicht der Architekt des nächsten großen Projektes im Heiligtum – der Tholos – war, für die in den Quellen Polyklet von Argos genannt wird (zu ihm s. Svenson-Evers 1996, 415ff.).

4. Jahrhunderts, denn hier wurden eine ganze Reihe von Großprojekten durchgeführt. Aber alle oben im Zusammenhang mit der Bauverwaltung bereits angesprochenen attischen Dokumente zum Niketempel, zum Erechtheion, zur Skeuothek und zum Prostoon der Vorhalle des Telesterions von Eleusis,[359] und noch zahlreiche weitere etwa aus Delos, die hier nicht behandelt worden sind, zeigen einheitlich die gleiche Organisationsstruktur der Projekte wie in Epidauros: Der Bauherr wird durch eine Kommission oder Behörde vertreten, die auf Basis des Bauentwurfs die erforderlichen Arbeiten in eine große Zahl von auszuschreibenden Werkaufträgen zerlegt und vergibt. Nirgendwo wird eine von einem Architekten geleitete Bauhütte oder ein Generalunternehmer erwähnt. Der einzige Bau, für den sich die Existenz einer Bauhütte zumindest diskutieren lässt, ist der hellenistische Apollontempel von Didyma bei Milet, weswegen auf dessen Bauorganisation hier nachfolgend noch kurz eingegangen werden soll.

Der Bau[360] wäre an sich für eine Bauhütte prädestiniert gewesen, denn seine riesigen Dimensionen hätten eine Bauhütte über Generationen auslasten können. Damit hätte auch bereits bei Baubeginn gerechnet werden können, denn mit einer Stylobatlänge von 109,34 m und 120 ionischen Säulen, die rund 20 m hoch waren, gehörte der Bau zu den größten griechischen Tempelbauprojekten, von denen die wenigsten jemals vollendet worden sind. Tatsächlich ist auch – mit großen Unterbrechungen – mehr als vierhundert Jahre auf der Baustelle gearbeitet worden, ohne dass der Tempel jemals fertig geworden ist.[361]

Über die Bauarbeiten berichten einige in umfangreichen Teilen erhaltene Abrechnungsinschriften der Baukommission, die aus dem 3. und 2. Jh. stammen.[362]. Sie zeigen zunächst, dass auf der Baustelle Tempelsklaven tätig waren. Sie werden meist als ‚Kinder des Gottes‘ bzw. ‚heilige Kinder‘[363], oder später auch einfach als τοῦ θεοῦ σωμάτων (‚Leib(eigene) des Gottes‘)[364] bezeichnet. Ein Teil von ihnen waren qualifizierte Bauhandwerker, die in Marmor arbeiteten (Leukoourgoi). Andere waren Steinbrucharbeiter, Maultiertreiber beim Steintransport oder Hilfskräfte. Sie waren offenbar in mindestens zwei Hauptgruppen eingeteilt, für die verschiedene Leiter namentlich genannt werden. Die größte dieser Gruppen, die man in den Inschriften ausmachen kann, hatte 15 Arbeiter. Insgesamt könnten etwa 30–40 Tempelsklaven am Bau gearbeitet haben. Die Arbeitsleistung der Tempelsklaven wurde jährlich von der Baukommission dokumentiert und veröffentlicht. Sie wurden den Dokumenten zufolge hauptsächlich, aber keineswegs ausschließlich, beim Bau des Apollontempels eingesetzt.

Eine der zu größeren Teilen erhaltenen Urkunden, die die Arbeiten für das Jahr 219/8 dokumentiert,[365] zeigt allerdings eine doppelte Struktur der Organisation. Der eine Teil der verzeichneten Arbeiten wurde von Tempelsklaven erbracht, der andere Teil von mindestens zwölf Unternehmern, von denen wenigstens einer eine vergleichsweise große Kolonne von vierzehn Handwerkern beschäftigte. Die Aufteilung der Arbeiten spiegelt die vollkommen verschiedene Rechtsstellung der Arbeiter in keiner Weise wider, im Gegenteil: Sie arbeiteten teilweise Seite an Seite, wie daraus hervorgeht, dass innerhalb derselben Reihe großer

[359] Zum Niketempel und zum Erechtheion oben ab S. 144; zur Skeuothek ab S. 149; zum Prostoon S. 184.
[360] Für die Architektur immer noch grundlegend ist Knackfuß 1941.
[361] Begonnen wohl noch vor 300, Bauaktivitäten bis zur Zeit des Kaisers Hadrian im 2. Jahrhundert n. Chr.
[362] Das inschriftliche Material ist zusammenfassend dargestellt und interpretiert bei Voigtländer 1975.
[363] Z. B. Rehm 1958, 34 (datiert 180/79).
[364] McCabe 112.
[365] Rehm 1958, Nr. 25, Seite A.

Wandquader die einzelnen Blöcke abwechselnd von den Sklaven und den Arbeitern der Unternehmer versetzt wurden.[366]

Möglicherweise galt diese doppelte Struktur auch für die Architekten. Unter den überlieferten Namen findet sich neben dem Milesier Daphnis und dem berühmten Paionios von Ephesos auch ein Demetrios, der von Vitruv als Tempelsklave bezeichnet wird, allerdings nicht sicher dem hellenistischen Neubau (über dem zerstörten archaischen Vorgängerbau) zugeordnet werden kann.[367]

Am Didymaion gab es folglich eine Bauhütte in dem Sinne, dass es mit den Tempelsklaven eine fest dem Bau zugeordnete Gruppe von zumindest teilweise qualifizierten Handwerkern gab, die wahrscheinlich von einem Architekten, der ebenfalls Tempelsklave war, geleitet wurde. Die Situation am Didymaion ist allerdings insofern singulär unter den Bauprojekten, über die sich Informationen erhalten haben, als nur hier die Tempelsklaven an den Bauarbeiten einen nennenswerten Anteil hatten, wohingegen in anderen Heiligtümern (z. B. Delphi) zwar auch vereinzelt Sklaven belegt sind, allerdings nirgendwo in dieser Funktion und Anzahl. Ansonsten entspricht die sog. Bauhütte jedoch ziemlich genau der oben für andere Projekte beschriebenen Struktur, bei der eine öffentliche Baukommission jährlich in begrenztem Umfang Aufträge an private Bauunternehmen vergibt. Diese Unternehmen scheinen, den Urkunden nach zu urteilen, auch die Hauptlast der Arbeiten übernommen zu haben, denn von den im erhaltenen Teil der zitierten Urkunde dokumentierten Arbeitsaufträgen entfallen neun auf die Sklaven, aber dreiundzwanzig auf die Unternehmer. Auch in Didyma kann folglich nicht von einer Bauhütte gesprochen werden im Sinne der mittelalterlichen Bauhütten etwa der bekannten Parler, die Architekten waren, die Planung erstellten und komplette Rohbauten mit ihrer eigenen Hütte errichteten.

2.8 Arten des Wissens und Wissensentwicklung

2.8.1 Wissensformen und Tradierung

Über die griechische Architektur gab es in der Antike eine offenbar umfangreiche Fachliteratur.[368] Vitruv überliefert eine Liste von dreizehn griechischen Architekten, die Schriften publiziert haben,[369] sowie eine zweite Liste, bei der jedoch fraglich ist, ob die genannten

[366] Ebd. Zeile 4f.
[367] Vitruv (7. praef. 16) weiß von dem archaischen Vorgängerbau nichts und ordnet alle ihm bekannten Namen von am Didymaion tätigen Architekten demselben Bau zu, was sicher nicht zutrifft. Im allgemeinen rechnet die Forschung Demetrios dem hellenistischen Neubau zu. Vgl. dazu ausführlicher Svenson-Evers 1996 s. v. Demetrios.
[368] Philipp 1968, 42ff.; Gros 1973, 173ff.; Wesenberg 1984b; Mertens 1984, 183; Schlikker 1940.
[369] Vitr. 7. praef. 12.

Autoren Architekten waren oder nicht.[370] Die von Vitruv erwähnten Texte sind vollständig verloren.[371]

Neben der Fachliteratur gab es ‚populäre' Texte, die ganz oder überwiegend Architektur behandelten, aber nicht von Architekten geschrieben wurden. Auch hiervon ist nur wenig überliefert. Schließlich gibt es kursorische Angaben zu Bauten bei verschiedenen Schriftstellern. Im hier behandelten Kontext von Bedeutung sind vor allem einige Passagen aus der *naturalis historiae* von Plinius d. Ä.

2.8.2 Architekturschriften

Auf Basis dieses Materials Aussagen über den Inhalt der Architekturschriften, ihre Bedeutung bei der Tradierung von Architekturwissen und ihre Adressaten zu machen, ist entsprechend problematisch.

Was über diese Schriften bekannt ist, beruht zum überwiegenden Teil auf Angaben bei Vitruv. Ob Vitruv Zugriff auf jede der Schriften der von ihm angeführten Autoren hatte, kann man bezweifeln,[372] nicht aber generell, denn er erklärt ausdrücklich, aus Werken anderer geschöpft zu haben.[373] Es gibt nur einen weitgehend erhaltenen Text, der jedoch nur bedingt dem Genre zuzurechnen ist, nämlich die in Exzerpten erhaltenen Bücher VII und VIII der ‚Mechanik' des Ingenieurs und Mathematikers Philon von Byzanz. Zur Überlieferung gehört schließlich, dass Architekturschriften auch von Schriftstellern herangezogen sein könnten, die primär über andere Sujets schrieben, dort aber teils detaillierte architekturrelevante Angaben machen. So könnten beispielsweise die Maßangaben bei Plinius d. Ä. zum Mausoleum von Halikarnass direkt der Schrift entnommen sein, die Pytheos und Satyros über den Bau veröffentlicht haben. Jedenfalls waren in der römischen Kaiserzeit griechische Architekturschriften noch verfügbar, wie ein Zitat bei Pollux (s. u.) beweist.

---

[370] Die zweite Liste (Vitruv 7. praef. 14) folgt auf die erste, getrennt nur durch einen Absatz über die Bildhauer, die den Skulpturenschmuck des in der Liste erwähnten Mausoleums von Halikarnass geschaffen haben. Fensterbusch versteht in seiner Übersetzung entsprechend die zweite Liste als Fortsetzung der ersten, und ergänzt in diesem Sinne den Wortlaut des Textes (*minus nobiles* = „… weniger berühmte [Architekten])". Zweifel an dieser Deutung ergeben sich jedoch aus mehreren Gründen. Einige der Namen, die Vitruv nennt, sind als Namen von Malern, Bildhauern und Bronzegießern nachgewiesen, keiner jedoch sicher als Name eines sonst bekannten Architekten. Allenfalls der Leonidas der Liste könnte der Architekt des sog. Leonidaions in Olympia sein, wenn Leonidas tatsächlich der Architekt des Baus war und nicht sein Bauherr (Svenson-Evers 1996, 380ff.), bzw. wenn nicht der im 4. Jahrhundert lebende Maler Leonidas von Vitruv gemeint ist. Zudem erwähnt Vitruv – anders als in der ersten Liste – keine Kommentare zu Bauwerken, sondern spricht von Schriften über ‚Symmetrien' (= Proportionslehren), was insbesondere für Bildhauer plausibel wäre, die im Gefolge von Polyklets berühmten Kanon der menschlichen Proportionen eigene Beiträge zu diesem Thema veröffentlichten.

[371] Erhaltene authentische Texte griechischer Architekten sind allein die inschriftlich erhaltenen ‚Bauanweisungen' und vertraglichen Leistungsbeschreibungen, von denen bereits die Rede war, die jedoch nicht als Fachliteratur angesprochen werden können, weil sie praktischen Funktionen im Bauprozess dienten und nicht der Dokumentation von Wissen.

[372] Vitruv sagt 7 praef. 12 etwa, Theodoros (von Samos) habe ein Buch über den dorischen Heratempel auf Samos geschrieben (*aede Iunonis, quae est Sami dorica*), obwohl die beiden infrage kommenden Dipteroi ionischer Ordnung sind. Es ist kaum vorstellbar, dass Vitruv ein solch fundamentaler Fehler hätte unterlaufen können, wenn er den Text des Theodoros selbst gelesen hätte (oder den Tempel mit eigenen Augen gesehen hätte). – Da die Handschriften in diesem Punkt nicht variieren, ist die falsche Angabe kaum den Kopisten anzulasten.

[373] Vitr. 7. praef. 1ff.

2.8.3 Die verlorenen Schriften

Anders als in späteren Epochen sind die griechischen Bücher über Architektur, soweit bekannt, ausschließlich von praktisch tätigen, häufig prominenten Architekten geschrieben worden: Vitruv nennt in seiner ersten Liste auch die Bauwerke der publizierenden Architekten.[374] Vor allem durch die Nennung der Bauten der Architekten ergeben sich Anhaltspunkte für die Datierung der Schriften. Aus ihnen folgt, dass schon in spätarchaischer Zeit in Ionien Texte über Architektur geschrieben worden sind: Chersiphron und sein Sohn Metagenes waren die Architekten des älteren Artemisions in Ephesos, mit dessen Errichtung um 550[375] begonnen wurde. Wenn Chersiphron eine derart bedeutende (und teure) Kommission übertragen wurde, kann er zu dieser Zeit kein unerfahrener, also kein ganz junger Mann mehr gewesen sein, und dies umso weniger, wenn er zu diesem Zeitpunkt bereits einen Sohn hatte, der auf der Baustelle mitarbeiten konnte, wie Vitruv berichtet.[376] Demnach könnte er seinen Text kaum später als im letzten Viertel des sechsten Jahrhunderts geschrieben haben. Möglicherweise älter noch könnte Theodoros von Samos gewesen sein, je nachdem, ob er der Architekt des ersten oder zweiten Dipteros im Herain von Samos war (Baubeginn des älteren Doppelringhallentempels um 560, des jüngeren um 530)[377], was in der Forschung umstritten ist[378].

Die Publikationstätigkeit der Architekten setzt damit nur etwa zwei Generationen nach den Anfängen der monumentalen Steinarchitektur in Griechenland ein. Seit dieser Zeit dienten demnach Texte zu Kommunikation von Bauwissen – was zugleich voraussetzt, dass zumindest die bedeutenderen Architekten bereits in dieser Phase lesen und schreiben konnten.

Inhalt

Vitruv verwendet zur Charakterisierung der Schriften zwei Begriffe, die Rückschlüsse auf den Inhalt zulassen. Zum einen spricht er von *commentarii*[379], womit offenbar monographische Arbeiten über von den Autoren selbst entworfene und ausgeführte Bauten gemeint sind. Zum anderen spricht er davon, dass Autoren *de symmetriis* (*doricorum/corinthiis*[380]) geschrieben haben, was offensichtlich systematische Darstellungen der genannten Architekturordnungen meint, in denen vor allem die Proportionierungen der Bauglieder thematisiert worden sein dürften, da die grundlegenden Formen der Bauglieder der Ordnungen kaum

[374] Vitr. 7 praef. 12. Nur für den – ansonsten nicht bekannten – Seilenos gibt Vitruv kein Bauwerk an. Satyros, der gemeinsam mit Pytheos über das Mausoleum von Halikarnass schrieb, ist nur als Bildhauer bekannt, so dass unklar bleibt, ob er auch als Architekt tätig war. Vorstellbar wäre, dass Satyros in der Schrift ausschließlich über das Skulpturenprogramm des Baus, bzw. seinen eigenen Beitrag dazu, geschrieben hat.

[375] Gruben 1986, 385.

[376] Vitr. 7 praef. 16.

[377] Zur Problematik der Zuschreibung vgl. Svenson-Evers 1996, 7–49.

[378] Der Frühdatierung würde die Nachricht bei Diog. Laert. 2. 103 entsprechen, dass bei der Fundamentierung des ephesischen Tempels im sumpfigen Untergrund des Artemis-Heiligtums Theodoros beratend hinzugezogen wurde, was chronologisch und technisch Sinn macht: Da der erste samische Dipteros früher begonnen worden ist als das Artemision, und gleichfalls in sumpfigem Gelände errichtet worden war, wäre es naheliegend, Theodoros hinzuzuziehen als einen Architekten, der die in Ephesos bestehende Problematik auf Samos bereits erfolgreich bewältigt hatte. Die Pointe wäre dann allerdings, dass Theodoros gewissermaßen zu Unrecht als Experte für schwierige Fundamentierungen gegolten hätte, denn neueren Forschungen zufolge ist der erste Dipteros nach wenigen Jahrzehnten eingestürzt, und zwar eben aufgrund mangelnder Fundamentierung.

[379] Vitr. 1.1.12.

[380] Vitr. 7. praef. 12.

verändert worden sind. Diese Schriften behandelten demnach Gestaltungsfragen, also die Proportionierungen der Bauglieder innerhalb der tradierten Architekturordnungen. Es ist gut vorstellbar, dass seine eigenen Abschnitte über die Proportionierung der Außenordnungen des dorischen und des ionischen Tempels in der Tradition dieser systematischen Schriften über Symmetrien verfasst worden sind.

Die bereits erwähnte Schrift von Chersiphron und Metagenes, den Architekten des älteren Artemisions in Ephesos, gehört offenbar zu den *commentarii*. Vitruv berichtet von zwei von den beiden Architekten angewandte Verfahren für den Transport schwerer Bauglieder in sumpfigem Gelände, in dem wegen des Einsackens der Räder der Einsatz von Ochsenkarren nicht möglich war. Chersiphron transportierte, wie schon im Abschnitt über die Logistik erwähnt, die Säulentrommeln[381], indem er sie mit einem horizontalen Hilfsrahmen einfasste, der durch Gleitlager mit den rollenden Trommeln verbunden war, so dass beides zusammen eine Art Walze ergab, an die die Ochsen angeschirrt wurden (s. Abb. 2.10). Die Konstruktion von Rahmen und Lager beschreibt Vitruv folgendermaßen:

> „Er fügte vier vierzöllige Holzbalken, davon zwei Querhölzer so lang wie die Säulenschäfte, zusammen und verkämmte sie miteinander. In die Enden der Säulenschäfte führte er mit Bleiverguß starke Eisenzapfen wie Spindeln ein. In das Holzgerüst fügt er eiserne Ringe ein, die die Eisenzapfen umschließen sollten. Ebenso verband er die Enden mit hölzernen Backenstücken. Die Eisenzapfen aber, in die Ringe eingelassen, bewegten sich ganz frei.“[382]

Sodann beschreibt Vitruv das von Metagenes angewandte Verfahren für den Transport der Architrave. Da sie wegen ihrer rechteckigen Form nicht gerollt werden konnten, umfasste er sie mit Rädern, so dass ein Architrav die Räder wie eine Achse verband. Das Ganze wurde dann wieder von einem drehbar gelagerten Hilfsrahmen eingefasst, der von den Ochsen gezogen wurde (vgl. Abb. 2.11).

Plinius gibt weitere Informationen zur Arbeitsweise des Chersiphron, die sich nicht mit den Angaben bei Vitruv überschneiden.[383] Plinius berichtet zunächst, dass der Tempel in dem sumpfigen Gelände aus Gründen der Erdbebensicherheit errichtet worden sei. Der Gefahr einer Setzung der Fundamente sei man damit begegnet, dass in die Fundamentgräben zunächst gestampfte Kohle und Wollvliese eingebracht worden seien. Zum Versatz der Architrave auf den Säulen, deren Höhe er mit 60 Fuß (ca. 18,80 m) angibt, seien Rampen aus mit Sand gefüllten Binsenkörben errichtet worden. Die Ausrichtung der Architrave auf den Kapitellen und das Aufsetzen habe man gesteuert, indem man aus den unteren Körben den Sand abgelassen habe. Plinius gibt überdies Länge und Breite des Tempels (in ganzen Fuß) an und die Anzahl der Säulen.

Die hier angeführten Textpassagen beider römischen Autoren enthalten zu einem erheblichen Teil Informationen über den Bauprozess, die am fertiggestellten Bau niemals nachträglich hätten gewonnen werden können. Insbesondere die technischen Detailinformationen zu Chersiphrons Hilfsrahmen (Balkenmaße, Konstruktion und Materialien der Lager) sind als Fiktion kaum vorstellbar. Sie müssen demnach von einem Augenzeugen stammen, und können (nach mehr als 500 Jahren) nur noch bekannt gewesen sein, wenn sie in einem Text

[381] Vitruv spricht von *scapos columnarum*.
[382] Vitrr 10. 2. 11, Übers. Fensterbusch.
[383] Plin. n. h. 36, 96f.

niedergelegt worden sind. Offen bleibt nur, ob die originale Schrift tatsächlich in römischer Zeit noch verfügbar war, oder ob Teile ihres Inhalts durch eine (oder mehrere) Mittelquellen exzerptweise überliefert worden sind.

Dass mindestens ein Teil der älteren Architekturschriften selbst in späterer Zeit noch im Original vorhanden war, beweist das einzige wörtliche Zitat, dass aus einer dieser Schriften heute noch erhalten ist. Pollux, ein griechischer Grammatiker des 2. Jahrhunderts n. Chr. aus Naukratis im Nildelta, zitiert in seinem Onomastikon (ein Lexikon) das zu seiner Zeit offenbar nicht mehr geläufige Wort κυνδάλους (Nagel) mit folgenden Worten:[384]

> ἐν γοῦν τῇ τοῦ νεὼ ποιήσε, ἣν ἢ Φίλων ἢ Θεόδωρο(?)συνέθηκ, γέγραπτα κυνδάλους δὲ ἐχέτω ζυγὸν ἕκαστο.
>
> Zum Beispiel steht in der Schrift über den Tempelbau, die Philon oder Theodoros verfaßt hat: ‚Nägel soll ein jedes Querholz haben'. (Übers. Svenson-Evers)

Der Kontext des Zitats ist nicht mehr rekonstruierbar – gemeint sein könnte, dass die Dachlatten, auf die die Ziegel aufgelagert wurden, auf den sie tragenden Sparren vernagelt werden sollten. Als Autor infrage kommen drei Architekten, von denen Vitruv Schriften nennt: Philon von Eleusis, der Architekt des Arsenals im Piräus, Theodoros von Phokaia, der Architekt der jüngeren Tholos in Delphi, und Theodoros von Samos.

Die obigen Exzerpte und das Zitat implizieren zunächst, dass in den monographischen *commentarii* offenbar nicht nur Entwurfsfragen, sondern auch bautechnische Fragen behandelt wurden. Anlass dazu war bei Chersiphron und Metagenes vermutlich, für technische Probleme offenbar in der jeweiligen Epoche nicht übliche, aber effektive Lösungen darzustellen. Die Behandlung bautechnischer Fragen liegt gerade bei diesen beiden Architekten ohnehin nahe, denn das Artemision zählt zu den ältesten Großbauten in Ionien (begonnen um 550), wurde also in einer Zeit errichtet, als mit dem Steinbau in monumentalen Dimensionen noch vergleichsweise wenig Erfahrungen vorlagen. Im Fall des Versatzes der Architrave mittels Rampe und Sand dürfte es sich um den Transfer von bautechnischem Know-how aus Ägypten handeln, denn dort war das Versetzen von schweren Blöcken mit Rampen und das gesteuerte Ablassen von schweren Bauglieder mit abfließendem Sand (Grabverschlüsse) seit Jahrhunderten gängige Praxis.

Das Pollux-Zitat hingegen deutet daraufhin, dass in den Schriften auch kontroverse technische Positionen verhandelt wurden, denn das Vernageln der Querhölzer hätte der Autor sicher nicht eigens herausgestrichen, wenn es gängige Praxis gewesen wäre, und von der Präsentation einer originellen technischen Lösung kann hier sicherlich nicht die Rede sein. Wichtig ist zudem, dass das Zitat zweifelsfrei belegt, dass tatsächlich im 2. Jh. n. Chr. alte griechische Architekturschriften noch greifbar waren, denn es darf angesichts des trivialen technischen Inhalts, des bereits veralteten Vokabulars und Pollux philologischen Ansprüchen als ausgeschlossen gelten, dass Pollux die Stelle einer Mittelquelle entnommen haben könnte.

Nutzen – Zweck – Motive

Was war nun der Zweck dieser Schriften, wozu sollten sie dienen? Die Frage ist fast gleichbedeutend mit der Frage danach, welche Leser die schreibenden Architekten vor Augen hat-

[384] Pollux 10, 188, 2–4. Auf dieses Zitat hat H. Svenson-Evers aufmerksam gemacht.

ten. Würde man sie näher bestimmen können, ergäbe sich zugleich auch eine Antwort auf die Frage nach den Motiven, die die Architekten zum Publizieren animierten. Das Material, das man im Zusammenhang dieser Fragen verwenden kann, ist sehr wenig, aber immerhin finden sich einige verstreute Hinweise.

Geht man zunächst einfach vom Inhalt der Schriften aus, also von der Darstellung von bautechnischem Wissen und gestalterischen Auffassungen und Verfahren, dann wären die Adressaten der Texte diejenigen, die solches Wissen benötigten, also die praktisch tätigen Architekten und diejenigen, die den Beruf erlernen wollten. So nahe dieser Gedanke auch liegt, belegen lässt er sich nur durch eine einzige Quelle:

In einem in den Memorabilia des Xenophon[385] geschilderten Dialog trifft Sokrates auf den jungen Adeligen Euthydemos, der bekannt dafür ist, viele Schriften zu kaufen. Sokrates fragt nun, ob sich Euthydemos mit den Schriften auf eine bestimmte Tätigkeit vorbereiten wolle; dabei nennt er verschiedene Berufe, neben dem des Arztes, Mathematikers und Astronomen auch den des Architekten.

Gegen die Deutung, dass mit den Schriften, die ein angehender Architekt zu studieren hatte, Architekturschriften gemeint sind, ließe sich zwar einwenden, dass an der Stelle nicht explizit von den Schriften der Architekten die Rede ist, sondern allgemeiner von Schriften ‚anerkannt kompetenter Autoren', und dass Sokrates' Aussage, ein Architekt müsse ein Mann sein, der über ‚sehr viel Wissen' (γνομονικός) verfüge, sicherlich auch auf angrenzende Wissensgebiete wie Geometrie bezogen werden kann. Doch wäre es wohl überzogen, ausgerechnet die fachlich einschlägigen Texte der Architekten aus diesem Kontext ganz ausgrenzen zu wollen. Die Frage des Sokrates belegt eher, dass spätestens an der Wende zum 4. Jahrhundert von einem ambitionierten Architekten das Studium der Architekturschriften, und wohl auch anderer wissenschaftlicher Texte, erwartet werden konnte. Das dürfte für die ganze hier behandelte Epoche gegolten haben, denn Vitruvs Aussage, dass ein Architekt, der auf höchstem Niveau arbeiten wolle, zwingend Kenntnis der Fachliteratur haben müsse,[386] kann nicht ausschließlich auf römische Verhältnisse bezogen sein, da nach Vitruvs eigenem Zeugnis zu seiner Zeit eine genuin römische Fachliteratur noch gar nicht existierte.

Der Leserkreis, den die Architekten mit ihren Texten erreichten, war aber sicher nicht auf die angehenden Architekten – und, so darf man wohl ergänzen, die bereits praktisch tätigen Architekten – beschränkt, wie sich zunächst wiederum an der zitierten Passage zeigen lässt. Euthydemos will nämlich keinen der angesprochenen Berufe erlernen, sondern Politiker werden. Dass er zu diesem Zweck auch Texte von Architekten liest, ist im vorliegenden historischen Kontext ohne weiteres plausibel, denn es ist gut belegt, dass die athenische Volksversammlung die großen Bauprojekte behandelte, diskutierte und beschloss, sowie die Mitglieder der entsprechenden Baukommissionen bestimmte. Insofern ist nachvollziehbar, dass sich der potentielle Leserkreis der Architekturschriften nicht allein auf die praktisch tätigen Architekten beschränkte, sondern in die Schicht der in den Institutionen aktiven Bürger hineinreichte. Diese Annahme bestätigt auch Philons siebtes Buch. Zwar enthält es sehr viel Lehrstoff für einen angehenden ‚Bauingenieur', doch ist es gleichwohl nicht ausschließlich ein Handbuch für einen Techniker, sondern auch für militärische Leiter einer belagerten Stadt geschrieben, wie die sehr umfangreichen Passagen zeigen, die nicht auf Befestigungsanlagen oder Militärtechnik bezogen sind. Philon hatte demnach neben den Ingenieuren, für die er wohl hauptsächlich schrieb, auch den Typus des auch technisch fachkompetenten Be-

[385] Xen. mem. 4. 2, 8–11. Vgl. dazu Coulton 1977.
[386] Vitr. 6. praef. 4.

amten, Politikers oder Militärs als Leser vor Augen, wie ihn in Rom Frontinus repräsentiert, der als politischer Leiter der Behörde für die Wasserversorgung sogar selber ein Lehrbuch über Wassertechnik veröffentlicht hat.

Es gibt einen Anhaltspunkt, wo die Motive der Architekten zu suchen sein könnten, um deretwillen sie Schriften veröffentlichten, die nicht ausschließlich an Fachkollegen gerichtet waren. Es lässt sich zeigen, dass Architekten ein Interesse daran hatten, ein selbst entworfenes Bauwerk auch auf Dauer mit dem eigenen Namen zu verbinden. Dieses Interesse manifestierte sich vereinzelt in der Weise, dass Architekten ihre Bauten durch Inschriften ‚signierten' , wie beispielsweise schon für den frühesten Steintempel Siziliens bezeugt ist, den Apollontempel von Syrakus[387], sowie für das Leonidaion in Olympia[388], oder auch den Pharos von Alexandria.[389] Demselben Zweck könnten auch die den Entwurf und die Technik erläuternde Schriften gedient haben. Für das andere naheliegende Motiv, dass die Architekten, die aus der Schicht der Handwerker hervorgingen, die intellektuelle Seite ihrer Arbeit von den sozial höher stehenden Schichten der Poleis anerkannt wissen wollten, also eine Neubewertung ihres Status erreichen wollten (und wahrscheinlich auch erreicht haben, wie oben schon beschrieben), lassen sich kaum direkte Belege anführen. Wenn allerdings Pytheos vom Architekten fordert, er müsse in allen Wissenschaften noch qualifizierter sein als die jeweiligen Fachwissenschaftler,[390] hat er damit sicherlich für die Architekten auch das soziale Prestige eingefordert, dass Wissenschaftlern allgemein zugebilligt wurde.

2.8.4 Philon von Byzanz

Philon von Byzanz veröffentlichte wohl gegen Ende des 3. oder Anfang des 2. Jahrhunderts eine *Mechanik* in neun Büchern (μηχανικὴ σύνταξις). Zwei der Bücher behandelten Architekturthemen, das verlorene dritte Buch über den Hafenbau und das in umfangreichen Exzerpten (wohl wörtlich abgeschriebenen Auszügen) erhaltene siebte Buch über die Vorbereitungen einer Stadt auf mögliche Belagerungen (παραοκευαοτικά).[391] Zu den erhaltenen Büchern gehört weiter das vierte über den Geschützbau und das fünfte über die Pneumatik (nur arabisch/lateinisch). Verloren sind die Einleitung und die Bücher über Hebelwirkungen, Theaterautomaten und über Kriegslisten.

Philon war im Sinne der sich – allerdings erst später verfestigenden – griechischen Terminologie μηχανοποιός (‚Maschinenbauer', Ingenieur). Zu seiner Zeit waren die Bezeichnungen Architekt/ Ingenieur hingegen noch nicht klar getrennt, denn er selbst bezeichnet zwar im 7. und 8. Buch den Leiter des Befestigungsbaus stets als μηχανοποιός und nie als Architekten, doch bezeichnet er umgekehrt bei Geschützbau den Konstrukteur mehrfach als Architekten[392] und nie als μηχανοποιός, also als Ingenieur. Ob Philon selbst jemals praktisch als Bauleiter von Festungswerken tätig war, ist nicht bekannt.

[387] Guarducci 1949, 7ff.

[388] Ob Leonidas von Naxos den Bau nicht nur finanziert, sondern auch selbst entworfen hat, ist allerdings strittig; vgl. Svenson-Evers 1996 s. v.

[389] Der Architekt des Baus, Sostratos von Knidos, erhielt die ungewöhnliche Ehre, seinen eigenen Namen in der Bauinschrift des königlichen Projekts nennen zu dürfen.

[390] Vitr. 1.1.12.

[391] Der Text der Exzerpte und eine deutsche Übersetzung bei Diels und Schramm 1920. Die Exzerpte lassen nicht sicher erkennen, wie sich die überlieferten Abschnitte auf die ursprünglichen Bücher verteilten, jedoch dürften die zu Anfang der Exzerpte erhaltenen Passagen über die Anlage von Stadtmauern dem siebten Buch (Paraskeuastiká, ‚Vorbereitungen zur Städteverteidigung') entnommen sein.

[392] Vgl z. B. Phil. Mech. belopoika 59.37.

Der Gegenstand des 7. Buches παραοκευαοτικά sind die ‚Einrichtungen', die für die Verteidigung einer belagerten Stadt von ihm für erforderlich gehalten wurden. Sie umfassen das gesamte Spektrum der zu treffenden Maßnahmen, von der Bewaffnung der Bürger auf Staatskosten über die Behandlung der Verletzten unter den (mit kommentarloser Selbstverständlichkeit vorausgesetzten) Söldnertruppen bis hin zu den Techniken der Kommunikation der Eingeschlossenen mit einem heranrückenden Entsatzheer. Was unter solchen Vorbereitungen bauliche Maßnahmen betrifft, wird teilweise detailreich dargestellt, wie etwa die Vorbereitung der in der Nähe der Stadtmauern liegenden Privathäuser auf einen Straßenkampf mit eindringenden Feinden, oder auch die Anlage von Getreidespeichern, die so beschaffen sein müssen, dass die zu konservierenden Vorräte auch bei lang andauernder Belagerung nicht verfaulen. Innerhalb dieses sehr breiten Themenspektrums ins Zentrum gestellt sind die militärtechnischen Fragen der Verteidigung. Hintergrund ist erkennbar der enorme Fortschritt der Belagerungs- und Geschütztechnik im frühen Hellenismus, für den die Belagerung von Rhodos 305/4 durch Demetrios Poliorketes, die sich phasenweise zu einer Art Ingenieurwettstreit entwickelt hatte, zum Paradigma geworden war. Philon bezieht sich auch ausdrücklich auf seine persönliche Kenntnis der rhodischen Militäringenieure und ihrer Verteidigungsanlagen, und auf seine Kompetenz im Geschützwesen (die in seinem 4. Buch *Belopoika* erkennbar ist). Dementsprechend nimmt die Errichtung von Vorwerken und Stadtmauern breiten Raum ein, die dem Beschuss durch Torsionsgeschütze ebenso standhalten können wie Versuchen der Unterminierung oder Beschädigungen durch geschützt vorgebrachte Rammen. Auch die Befestigungen werden mit Geschützen bestückt, die Schussweite und der -winkel bestimmen die Anlage der Türme in den Mauern. Das 7. Buch vermittelt in erheblichem Umfang bautechnisches Wissen für den Festungsbau. Das 8. Buch *Poliorketika* ist die genaue Umkehrung der Perspektive des 7. Buches, ein Brevier für den Leiter einer Belagerungsarmee, und behandelt daher nahezu keine architekturrelevanten Themen.

Als Beispiel für die Architekturdarstellung in diesem Text ist im folgenden die Beschreibung eines Getreidespeichers zitiert.[393] Der Speicherbau ist der einzige Gebäudetypus jenseits der Stadtmauern, der von Philon ausführlich beschrieben wird.

> „Sobald die Grundmauern des zu erbauenden Gebäudes errichtet sind, soll in halber Dicke und gleicher Höhe ein Halbkreis hergestellt werden. Und von diesem ab soll man mit Zwischenräumen von je 3 Ellen (1,32 m) auf beiden Wänden Gewölbebogen aus Quadern aufbauen. Ihre Dicke soll 2 Ellen (0,88,7) betragen: wenn zwei Steine auf die Grundmauern gesetzt sind, so sollen die Bögen eine Elle dick (0,4425) ausgeführt werden. Nach der Breite sollen sie 2ellig (0,88,35) gemacht werden. Dieses Gewölbe soll aus behauenen oder möglichst großen Bruchsteinen zusammengefügt sein, um die Belastung (des Schüttbodens) tragen zu können. Sind dann die Bogen geschlossen, sind die Umfassungsmauern auf den Grundmauern gerade aufzubauen, der Zwischenraum zwischen den Bogen mit Ziegeln auszufüllen, so dass das Bauwerk in gleicher Höhe der Bogen viereckig wird. Sodann lege man auf die Zwischenräume der Gewölbebogen stärkste Balken und darüber Rohr und verschmiere es bestens (als Schüttboden). Und wenn man in dieser Decke einen Schüttboden erbauen will, so errichte man darüber ein Ziegeldach aus Balken und aufgelegten Sparren und verschmiere es bestens. Will man aber nicht so bauen, so mache man den

[393] Philo. Mech., *Paraskeuastika* 87.33ff.

> Bau zusammenhängend als Gewölbe, und man wird nicht Längsbalken nötig haben."

Auch wenn nicht jede Formulierung am Anfang der Textpassage eindeutig interpretierbar ist, so lässt sich über die Konstruktion doch folgendes sicher sagen: Es handelt sich um einen Schüttboden, d. h. um ein Gebäude, bei dem Getreide in einem Raum aufgespeichert wird, dessen Boden deutlich über der ebenen Erde liegt. Der Grund dafür ist, dass das Getreide auf diese Weise nicht in Kontakt mit der Bodenfeuchte kommt, was zu Fäulnis führen würde. Die Aufgabe für den Architekten ist daher, eine massive Unterkonstruktion für den Boden des Lagerraums zu schaffen, denn ein einfacher Bretterboden auf Balken würde das Gewicht nicht tragen können, da Getreide ein zu hohes spezifisches Gewicht hat (ca. 750 kg pro qm). Philon nennt für die Substruktionen des Lagerraums zwei alternative Konstruktionen: ein Tonnengewölbe in der Längsachse des Baus, oder entsprechend in Abständen gestaffelte Bogen. Bei letzterer Variante müssen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Bogen mit einer Balkenlage überdeckt werden, damit der Lagerraum einen geschlossenen Boden hat. Die Variante mit dem Tonnengewölbe hat den Vorteil, dass für den Boden des Lagerraums nur die Zwickel zwischen den Außenwänden und der Tonne verfüllt werden müssen, um einen ebenen Boden auch ohne keine schweren Balken herzustellen (wie bei den Kellergewölben vieler Häuser des 19. Jhs.).

Philon gibt sehr wenig Details an. Die für die Stabilität der Konstruktion entscheidenden Daten gibt er in absoluten Maßen an, und zwar in Ellen, nicht in Fuß wie bei modernen Entwurfsanalysen. Die angegebenen Maße sind aber sofort als einfache Proportionen erkennbar: Fundamentebreite zu Außenwandbreite zu Gewölbestärke wie 2 : 1 : 1; Breite der Bogen zu Abstand der Bogen wie 2 : 3. Für die Konstruktion der Bogen führt er zwei alternative Bauweisen (Quader und Bruchstein) an.

Die Textpassage gibt folglich Anweisungen für einen bereits fachlich qualifizierten Baumeister. Sie hat also nicht den Charakter eines elementaren Lehrbuchestextes. Interessant ist, dass Philon keine Schemazeichnung beigefügt hat, wie er sie an anderen Stellen durchaus verwendet, etwa für Grundrisse von Türmen und Mauern von Stadtbefestigungen. Sie sind allerdings nur durch die Erwähnung im Text bekannt, denn sie fehlen in den Handschriften (wie in den Vitruv-Handschriften). Bemerkenswert ist des Weiteren, mit welcher Selbstverständlichkeit er die Gewölbekonstruktion behandelt, denn er gibt an dieser Stelle keinen Hinweis auf Konstruktion und Handhabung des erforderlichen Lehrgerüstes.

Von Interesse ist im Zusammenhang mit den verlorenen Architekturschriften noch eine weitere Passage aus dem Abschnitt über Getreidespeicher:

> „Damit der Bau in schönem Formverhältnis, symmetrisch in der Höhe zur Länge werde, nimm, wenn auch die Fundamente beliebig groß zugrunde gelegt sind, die Höhe der Bogen von den Fundamenten ab so groß, wie ich Dir angab. Wenn Du aber zum Türsturz weder einen Monolith noch einen Holzbalken wählst, damit er nicht angezündet werden könne, so mache den Eingang so groß wie Du willst, und fülle (ihn) mit Ziegeln aus. Dann lege von oben gehauene, abgeschrägte Steine teils links, teils rechts darauf, sodann mache mit einem oben breiten, unten schmalen Steine, den Du wie einen Keil einfügst, den Abschluss in der Mitte. Ist dies fertig, so nimm die in dem Durchgang eingesetzten Ziegel wieder heraus, denn es wird fest bleiben. Auch beim Festungsbau bewährt sich dies, wenn man die Tore anstatt mit Gewölben auf diese Art bauen will."

Philon beschreibt im letzten Teil dieser Passage ein Kragsteingewölbe mit Schlussstein als Alternative zum Türsturz aus einem Stein- oder Holzbalken. Erstaunlich daran ist, dass er hier viel genauer ist als bei der oben angesprochenen Gewölbekonstruktion, obwohl das Kragsteingewölbe konstruktiv einfacher, und baugeschichtlich auch älter ist als der Keilsteinbogen. Hier geht er zudem auch auf das erforderliche Lehrgerüst ein, für das er keine Holzkonstruktion vorschlägt, die auch viel komplizierter wäre, sondern einfach ein Verfüllen der zu überdeckenden Öffnung mit Lehmziegeln. (Gebrannte Ziegel bzw. Backsteine waren zu Philons Zeit mit Sicherheit noch nicht in Gebrauch). Auch der Anfang der Textpassage enthält wichtige Hinweise, denn er bringt, fast zweihundert Jahre vor Vitruv, die Begriffe Symmetrie und Eurhythmia in direkte Verbindung, zitiert also die Vorstellung, dass die Schönheit eines Gebäudes durch Entwerfen in Proportionen bewirkt werden könne. Der Satz ist der m. W. der einzige – und von der Forschung bisher kaum beachtete – explizite Beleg in den griechischen Quellen für dieses Grundkonzept der Architektur. Zudem ist der Terminus Eurhythmia, der aus dem Bereich der Dichtung und der Musik stammt, ein Beleg dafür, dass griechische Architekten ihre Entwürfe in diesem übergreifenden Kontext sahen, und nicht nur im Kontext reiner Geometrie.

2.8.5 Populäre Literatur

In der Antike gab es offenbar auch eine ‚populäre' Literatur über Architektur, deren Autoren nicht selbst Architekten waren, beim Schreiben ihrer Texte aber möglicherweise auf Schriften von Architekten zurückgriffen.

Zu dieser Gattung dürfte etwa die – verlorene – Schrift eines Demokrit aus Ephesos über den weltberühmten Artemistempel der Stadt gehört haben, die bei Diogenes Laertios und bei Athenaios erwähnt wird.[394] Um eine monographische Architekturschrift wird es sich schon deshalb nicht gehandelt haben, weil in ihr Diogenes zufolge auch die Stadt Ephesos und die Insel Samothrake behandelt wurden. Dagegen spricht zudem der Passus, den Athenaios aus dem ersten der beiden Bücher Demokrits über den Tempel wörtlich zitiert, denn in ihm sind Fragen des ‚Kleiderluxus' angesprochen, die in einer Architekturmonographie kaum Platz gefunden hätten. Man kann demnach annehmen, dass Demokrit für ein breiteres Publikum schrieb, das er auch mit Anekdoten oder Exkursen unterhalten wollte. Allerdings könnte Demokrit in den beiden Büchern über die Architektur des Tempels auf genuine Architekturschriften zurückgegriffen haben, zumal, wie schon erwähnt wurde, die Architekten des (älteren) Artemisions Bücher über ihren Bau veröffentlicht hatten. Denkbar wäre daher, dass Bücher wie das des Demetrios als sog. Mittelquelle fungiert haben könnten, der später Vitruv und Plinius d. Ä. ihre Informationen zum Bau des Artemisions entnommen haben, falls ihnen die originalen Architekturschriften nicht mehr zugänglich waren. Doch ist das in diesem Fall eher unwahrscheinlich (s. u.).

Populäre Literatur über Architektur waren auch die sogenannten ‚Weltwunder'-Kataloge, da zu den Weltwundern neben Werken der bildenden Künste hauptsächlich Bauwerke gezählt wurden wie die Stadtmauer von Babylon und die ‚hängenden Gärten' der Semiramis, die Pyramiden in Memphis, das Mausoleum von Halikarnass, der Pharos

[394] Diog. Laert. 9. 49 spricht von der Schrift des Demokrit über den Tempel in Ephesos, die Stadt und über Samothrake. Athenaios (deipn. 12. 525 C), bezeichnet Demokrit als Ephesier, und zitiert aus den „zwei Büchern" über den Tempel. Da der Tempel an beiden Stellen nicht näher bezeichnet wird, kann es sich nur um ‚den' Tempel von Ephesos, also das weltberühmte Artemision, handeln.

(Leuchtturm) von Alexandria und das Artemision von Ephesos.[395] Solche Kataloge, die spätestens ab dem 2. Jahrhundert publiziert worden sind, entwickelten sich fast zu einem literarischen Topos, der noch im Mittelalter und der frühen Neuzeit aufgegriffen wurde.

Diese Schriften sollten der ‚paideia' ihrer Leser dienen. Dieser Begriff meint einerseits Bildung: Dem Leser sollte eine Anschauung von den bedeutendsten kulturellen Leistungen vermittelt werden, die persönlich aufzusuchen ihm nicht möglich war. In dem umfangreichsten der erhaltenen Texte, der in den Handschriften mit ‚Philon von Byzanz über die Sieben Weltwunder' überschrieben ist, wird dieses Ziel einleitend wortreich formuliert. Dieser „Philon von Byzanz" ist zweifelsfrei nicht identisch mit dem oben zitierten Ingenieur und Mathematiker Philon. ‚Paideia' lässt sich in diesen Kontexten aber auch im engeren Sinne als Erziehung verstehen: Es handelt sich um listenartige Texte für den Gebrauch in Schulen. In den sog. Laterculi Alexandrini beispielsweise, einem Papyros aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., findet sich eine Weltwunder-Liste ohne Kommentar neben Aufzählungen der längsten Flüsse, höchsten Berge, größten Inseln und anderen Stoffsammlungen.[396]

Die oben angesprochene Möglichkeit, dass Autoren populärer Schriften Kenntnisse der Architekturschriften hatten, ist im Fall der zitierten Schrift über die Weltwunder etwas leichter zu beantworten als im Fall des Demokrit. Der Autor der ‚Weltwunder'-Schrift schrieb zwar über zwei Bauten, von denen bekannt ist, dass über sie Schriften der Architekten existiert haben: das Mausoleum von Halikarnass und (wie Demokrit) über das Artemision von Ephesos. Überliefert ist von der Schrift des Ps. Philon nur der erste Abschnitt über das Artemision. Dieser vermittelt allerdings nicht den Eindruck, dass der Autor Architekturschriften studiert hatte. So schreibt er über die Probleme der Fundamentierung:

> „Der Künstler nämlich lockerte das darunter liegende Erdreich und führte so die Ausschachtungen in unermeßliche Tiefen hinab; dort setzte er dann das Fundament aus behauenem Stein, wobei er ganze Steinbrüche in den Bergen für das unter der Erde Verborgene seiner Werke aufbrauchte."[397]

2.8.6 Architektur und Wissenschaft

Sucht man in den überlieferten Schriftquellen nach einer Antwort auf die Frage, wie die Griechen das Verhältnis von Architektur und Wissenschaft gesehen haben, so findet man, wenn auch fragmentarische, aber doch scheinbar eindeutige Antworten. Der griechische Geograph Strabon (63 v. Chr.–ca. 28 n. Chr.) sagt etwa, dass die Mathematiker die Architektur als Teilgebiet der Mathematik betrachteten.[398] Sein römischer Zeitgenosse Vitruv weist in dieselbe Richtung, wenn er sagt, dass die besten Architekten Mathematiker würden.[399] Selbst Platon, der sich als einer der ersten kritisch-unterscheidend mit dem Wissenschaftsbegriff auseinandergesetzt hat, und dabei viele ‚wissenschaftliche Disziplinen' seiner Zeit verwarf, war durchaus bereit, der Architektur mindestens eine gewisse Nähe zur Wissenschaft zuzubilligen.[400] Diese und ähnliche Quellen konvergieren vor allem in der Grundaussage, dass enge

[395] Die Belegstellen sind zusammengetragen und übersetzt von Brodersen 1992.
[396] Diels 1904.
[397] VI 2, Übers. Brodersen 1992b.
[398] Strab. 1.3.11.
[399] Vitr. 1. 1. 17.
[400] Plat. Phil. 55d–56c. Vgl. dazu auch oben den Abschnitt über den sozialen Status der Architekten.

Bezüge zwischen Mathematik und Architektur bestanden. Das Problem ist nur, dass sie nirgendwo konkretisiert werden, so dass auf dieser Basis keine Aussage darüber möglich ist, in welchen Bereichen, in welchem Umfang und auf welchem Niveau Architekten auf Mathematik in ihrer Arbeit zurückgriffen.

Überraschend ist vor diesem Hintergrund, dass man bei den griechischen Mathematikern selbst, soweit erhalten, keine Bezugnahme auf die Architektur findet. Euklid beispielsweise gibt bekanntlich in seinen berühmten Elementen keinen Hinweis auf die praktische Anwendung der Geometrie. Das ist aber keineswegs Ausdruck einer bewusst eingehaltenen Distanz zur praktischen Anwendung, wie häufiger angenommen wird, denn in seiner Optik gibt er durchaus Anwendungsfälle, nur handelt es sich eben dort nicht um Architektur, sondern um Landvermessung als Anwendungsgebiet.[401] Apollonios von Perge erwähnt in seinem Buch über die Kegelschnitte ebenfalls mit keinem Wort die Architektur. Auch in dem berühmten ‚Geometerkatalog' bei Proclus finden sich keine entsprechenden Belege, denn keiner der von ihm genannten bedeutenden Forscher im Feld der Geometrie hat als Architekt begonnen oder ließe sich irgendwie mit dem Bauwesen verbinden.

Wenn man die wissenschaftlichen Fähigkeiten der Architekten dennoch näher bestimmen will, bietet sich als Ansatzpunkt das Entwerfen auf Basis proportionaler Ableitungen an, das viele Forscher annehmen, und wovon im Entwurfskapitel oben ausführlich die Rede war. Diese Art des Entwerfens hat häufig die Form von Proportionsketten, deren allgemeine Form ist, dass aus der Größe $\boldsymbol{A}$ durch die Proportion x die Größe $\boldsymbol{B}$ bestimmt wird, aus $\boldsymbol{B}$ wiederum durch die Proportion y die Größe $\boldsymbol{C}$ usw. Solche Proportionsketten führen im allgemeinen sehr schnell zu Brüchen mit sehr großen Nennern, und damit zu sehr komplexen Zahlenwerten, die nur schwer innerhalb von antiken Maßsystemen darstellbar sind.

Man kann die angesprochene Komplexität an antikem Quellenmaterial selbst demonstrieren. Vitruv gibt nämlich die Binnengliederung des Gebälks seines ionischen Tempels in Form einer Proportionskette an, ebenso die Berechnung der Maße für den Zahnschnitt des Gebälks. Bei der Architravgliederung definiert Vitruv zunächst die Höhe des oberen Abschlussprofils als ein Siebtel der Gesamthöhe des Architravs. Der übrige Teil der Höhe soll in zwölf gleiche Teile geteilt werden, wovon wiederum fünf auf die Höhe der obersten Faszie (Leiste) des Architravs, vier auf die mittlere und drei auf die untere entfallen sollen.[402] Legt man nun eine Gesamthöhe des Architravs von zwei Moduli oder zwei Fuß (ca. 60 cm) einer Beispielrechnung zugrunde – was extrem vereinfacht ist, da bei Vitruv die Architravhöhe selbst bereits eine abgeleitete, und daher komplexe Größe ist – so ergeben sich folgende Dezimalwerte des Fußes bzw. des Modulus für die einzelnen Gliederungen.

[401] Eukl. opt. 63 Prop. 19–22.
[402] Vitr. 3. 5. 10.

Gliederung der Architravhöhe (AH) bei Gesamthöhe 2 Fuß		
Höhe des Abschussprofils:	$AH * \frac{1}{7}$	= 0,2857 Fuß
Gesamthöhe der drei Faszien:	$AH * \frac{6}{7}$	= 1,7142 Fuß
Höhe der oberen Fazie:	$AH * \frac{6}{7} * \frac{5}{12}$	= 0,7142 Fuß
Höhe der mittleren Fazie:	$AH * \frac{6}{7} * \frac{4}{12}$	= 0,5712 Fuß
Höhe der unteren Fazie:	$AH * \frac{6}{7} * \frac{3}{12}$	= 0,4258 Fuß

Es ist evident, dass solche Werte nicht glatt darstellbar waren in einem Fußmaß, das in sechzehn Daktyloi unterteilt ist. Zum selben Ergebnis kommt man im Übrigen schon, wenn man bekannte Proportionen für das Verhältnis von Breite zu Höhe der Triglyphen wie 5 : 8 in einem antiken Fußmaß angeben will, da die sechzehn Daktyloi des Fußes sich nicht ohne Rest durch fünf teilen lassen. J. J. Coulton hat aus dieser Problematik, die sich stets ergibt, wenn Werte sukzessive durch Proportionen von einander abgeleitet werden, ebenso wie D. Mertens und H. Knell, zwei Schlussfolgerungen gezogen: Erstens wird angenommen, dass die griechischen Architekten im Umgang mit Bruchrechnung vertraut waren, und dass zweitens die sich bei exakter Rechnung ergebenden, stark gebrochenen Werte gerundet worden wären auf Maße, die auf der Baustelle realisierbar waren.[403]

Ich möchte hier zunächst eine alternative Deutung dafür vorschlagen, wie die Architekten die aus den Proportionsketten resultierenden Maße gehandhabt haben, die wesentlich einfacher und direkter ist als das Rechnen mit komplexen Brüchen, und die zudem die angenommene Rundung rechnerisch bestimmter Werte überflüssig macht. Nach meiner Auffassung wurden die proportionale Ableitung vieler Strecken jenseits der Hauptmaße der Grundrisse überhaupt nicht berechnet, und auch nicht in Fuß und Daktylen angegeben, sondern durch Ritzzeichnungen mit Lineal und Zirkel graphisch bzw. geometrisch bestimmt. Die so gefundenen Größen wurden anschließend von den ausführenden Handwerkern mit dem Stechzirkel direkt von dem entsprechenden Riss abgegriffen und bei der Ausarbeitung der Werkstücke verwendet. Für die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise ist es völlig gleichgültig, ob die zu ermittelnden Strecken bei rechnerischer Bestimmung und Darstellung in Fuß und Daktyloi einfache oder komplexe Werte ergeben würden. Außerdem war sie mit Sicherheit in der Antike bekannt, denn sie folgt genau der Methode, die Euklid in seinen Elementen bei der 9. Proposition des 6. Buches über Proportionen (sic!) verwendet, um eine beliebige gegebene Strecke um ein Drittel zu verkürzen:

Die zu teilende Strecke – also etwa die Architravhöhe bei Vitruv, die in sieben gleiche Teile zerlegt werden soll – wird zunächst als Strecke AB aufgetragen (Abb. 2.25), und anschließend mit gleicher oder größerer Länge die Strecke AC, die AB in beliebigem Winkel bei A schneidet. Danach wird auf AC mit dem Zirkel sieben Mal die gleiche, beliebig lange Teilstrecke abgetragen, wodurch sich die Punkte d bis j ergeben (Bild 1 auf der Abb. 2.25). Dann wird mit dem Lineal eine Gerade gezeichnet, die j mit C verbindet (Bild 2). Diese neue Strecke wird anschließend parallel verschoben, so dass die zusätzlichen Parallelen jeweils d bis i schneiden (Bild 3). Diese Parallelen teilen die Ausgangsgerade AB in sieben

[403] Vgl. Coulton 1977, 67–68; Mertens 1984, 50; vgl. die teilweise sehr stark gebrochenen Werte für das ionische Gebälk bei Knell und Wesenberg 1984, 108 Tab. 6.

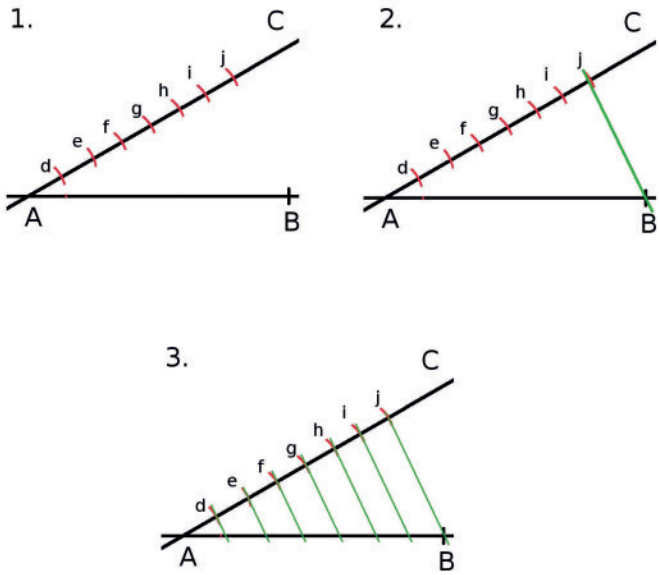

Abb. 2.25: Teilung einer Strecke in gleich lange Abschnitte, entsprechend Euklid, Elemente, Buch VI, Proposition 9 (W. Osthues).

gleich lange Abschnitte, die mit dem Stechzirkel aus der Zeichnung abgegriffen und auf das Werkstück übertragen werden können.

Auf diese Weise lässt sich die sukzessive Teilung von Vitruvs Architravhöhe in Siebtel und Zwölftel mit einer am Bau ausreichenden Präzision ohne weiteres vornehmen. Das Verfahren lässt sich auch auf größere Stecken anwenden, als die Länge der Schenkel eines Zirkels zulässt. Man brauchte dazu nur die Ausgangsstrecke mit einem einfachen Faktor zu reduzieren, so dass man beispielsweise statt neun nur drei Fuß aufträgt, und anschließend die mit dem Stechzirkel abgegriffenen Ergebniswerte auf dem Werkstück dreimal abträgt. Solche maßstäblichen Reduktionen sind an dem Säulenriss von Didyma, wie oben beschrieben, sicher nachgewiesen worden.

Die vorgeschlagene Methode entspricht dem Muster, das auch Vitruv verwendet, um komplexe Rechnungen zu vermeiden: Wo die rechnerische Bestimmung von abgeleiteten Größen nicht mit einfachen Zahlenwerten möglich ist, verwendet er geometrische anstelle von rechnerischen Verfahren.[404] Darüber hinaus vermeidet die hier vorgeschlagene Methode ein Problem, dass bei modernen Entwurfsrekonstruktionen auftritt, die unterstellen,

[404] Sein Beispiel ist die Flächenverdoppelung eines Quadrats mit zehn Fuß Seitenlänge, also einer Fläche von hundert Quadratfuß auf zweihundert Quadratfuß. Vitruv (9. praef. 4) sagt hier ganz schlicht, dass eine rechnerische Lösung nicht möglich sei, weil als Seitenlänge des zu suchenden Quadrats 14 Fuß zu wenig, 15 Fuß zu viel seien. Die Bestimmung der gesuchten Seitenlänge anhand des Satzes des Pythagoras zieht er – der sonst die Wissenschaftlichkeit der Architektur stets betont – offenbar wegen der dort auftretenden Quadratwurzel nicht einmal in

das ausnahmslos alle Größen rechnerisch bestimmt worden wären. Das Problem tritt dann auf, wenn zwischen den metrisch am Bau gemessenen Maßen klare Proportionsbeziehungen feststellbar sind, diese sich aber nicht – wie von vielen Forschern verlangt – im jeweils vorgeschlagenen Fußmaß darstellen lassen. Oft wird in solchen Fällen die Verwendung eines zweiten Fußmaßes am Bau oder die Verwendung eines Modulus zusätzlich zum sonst benutzten attischen, dorischen oder sonstigen Fuß unterstellt. Solche oft kompliziert wirkenden Annahmen können entfallen, wenn man wie hier davon ausgeht, dass die grundlegende Vorstellung vieler Rekonstruktionen falsch ist, alle Maße wären auf der Baustelle stets in Fuß und Daktylos – wie heute in Metern und Zentimetern – angegeben worden. Diese Vorstellung ist m. E. eine anachronistische Annahme, die vor allem im Werksteinbau wenig Sinn macht, da dort ohnehin jedes Bauteil nur ausgearbeitet werden konnte, wenn auf den zuvor geglätteten Flächen der Blöcke die Form mit Zirkel und Lineal aufgerissen wurde. Akzeptiert man die hier vorgeschlagene Interpretation, dann entfällt die Grundlage für die Annahme, der Umgang mit komplexen Brüchen hätte zur üblichen Ausbildung der griechischen Architekten gehört.

Differenzierter dürften die Kenntnisse im Bereich der Geometrie zu beurteilen sein. Das Spektrum dürfte von der korrekten geometrischen Konstruktion bis hin zu rein pragmatischen Verfahrensweisen gereicht zu haben. Schon in sehr früher Zeit wurden korrekte geometrische Verfahrensweisen angewandt: Hingewiesen sei hier nur auf die Sechsteilung des Kreises auf einer Platte des älteren Aphaiatempels, die oben schon im Abschnitt über Bauzeichnungen erwähnt wurde. Ebenfalls dort erwähnt wurde die Grundrisskonstruktion der Tholos[405] in der Marmaria in Delphi[406], bei der der Architekt Theodoros von Phokaia sehr wahrscheinlich die Position der zwanzig Säulen mit Hilfe eine Pentagramms vorgenommen hat. Man muss in diesem Kontext allerdings auch mit anderen Verfahren rechnen als denen der ‚reinen' Geometrie, deren Sätze beweisbar gültig sind. Eine Rolle in der Praxis auf der Baustelle haben Näherungskonstruktionen gespielt, die ursprünglich vermutlich freihandgezogene Linien ersetzten. Ein gut dokumentierbares Beispiel dafür ist die Spirale. Als gemaltes Ornament findet man sie bereits häufig in der Vasenmalerei der geometrischen Epoche. In der Architektur wurde die Spirale seit frühester Zeit für die Voluten des ionischen Kapitells verwendet. Ein sehr bekanntes frühes Exemplar gehört zur Naxiersäule in Delphi vom Anfang des 6. Jahrhunderts. Mit der Konstruktion einer Spirale scheint sich schon Theodoros von Kyrene im späten 5. Jahrhundert beschäftigt zu haben (sog. ‚Wurzelschnecke' bzw. ‚Spirale des Theodoros'). Eine echte Spiralkonstruktion gelang aber erst zweihundert Jahre später Archimedes, bzw. kurz vor ihm Konon von Samos. Auf den Baustellen scheinen solche Fortschritte der Geometrie jedoch nicht übernommen worden zu sein. Gearbeitet wurde dort vielmehr mit theoretisch kaum befriedigenden Konstruktionen, bei der die Spirale aus Viertelkreisen mit sukzessive größerem Radius zusammengesetzt wurde. Die Ausrollung der Linie wurde dadurch erreicht, dass der Einstechpunkt für den Zirkel nach dem Muster eines Mäanders jeweils bei jedem weiteren Zirkelschlag versetzt wurde. Auch Vitruv verfährt noch so. Das Beispiel der Spirale zeigt also, dass auch dort, wo im engeren Sinne wissenschaftlicher Fortschritt im Bauwesen prinzipiell hätte rezipiert werden können, solche Übernahmen sich nicht von selbst verstanden. Die Architekten verfuhren vielmehr

Betracht. Stattdessen gibt er als Lösung die Zeichnung eines Quadrats über der Diagonalen der originalen Quadrats an.

[405] Seiler 1986.

[406] Hoepfner 2000.

einfach pragmatisch: Wo gewünscht, erreichte man eine deutliche Optimierung der Form einfach dadurch, dass statt Viertel- Achtelkreise gezeichnet wurden (Erechtheion). Näherungskonstruktionen im eigentlichen Sinne, wie sie von Bauhandwerkern späterer Epochen etwa für das Fünfeck verwendet worden sind, sind m. W. nicht bekannt.[407]

Man kann darüber hinaus mit guten Gründen annehmen, dass auf den Baustellen auch noch sehr viel simplere, kaum mehr geometrisch zu nennende Verfahren benutzt worden sind. Darauf lässt jedenfalls die seit frühester Zeit nachweisbare Ausstattung dorischer Säulenschäfte mit zwanzig Kanneluren schließen. Geometrisch möglich wäre es, für die zwanzig Kanneluren zunächst ein Pentagramm zu konstruieren, dessen fünf 72°-Winkel durch zweifache Winkelhalbierung in die geforderten 18°-Winkel aufgeteilt werden könnten – also ähnlich, wie oben für die Tholos in Delphi angenommen. Nun kann man aber mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass die Konstruktion des Pentagramms erst den Pythagoreern gelungen ist, denn sie hätten das Pentagramm wohl kaum als Symbol für ihren Geheimbund verwendet, wenn zu ihrer Zeit bereits jeder Steinmetz dessen Konstruktion beherrscht hätte. Zudem zeigen erhaltene Trommeln überhaupt keine Konstruktionslinien jenseits eines Strahlenbündels, das die jeweils gegenüber liegenden Kannelurgrate verbindet. Schon von daher ist zu vermuten, dass die Bauleute zunächst ein Achsenkreuz aufgerissen haben, und danach die vier Kreissegmente einfach mit dem Stechzirkel in je fünf gleiche Abschnitte unterteilt haben. Eine solche. als ‚try-and-error' anzusprechende Vorgehensweise widerspricht sicher nachhaltig den Annahmen über die geometrischen Fähigkeiten der Architekten, doch kann man dafür Argumente beibringen, die kaum von der Hand zu weisen sind. Am Demetertempel auf Keos sind nämlich Säulenschäfte mit 19 Kanneluren gefunden worden, und am Tempel des Theos Megas von Istros mit 21 Kanneluren. Entsprechend Kreise in 19 bzw. 21 gleiche Segmente aufzuteilen war mit den Mittel der antiken Geometrie definitiv unmöglich.[408] Beide Bauten gehören zur hellenistischen Epoche, was beweist, dass auch in dieser Zeit noch reine Handwerksmethoden ohne jeden Bezug zur wissenschaftlichen Geometrie angewandt worden sind. Die hier behauptete Teilung mit dem Stechzirkel entlang des Viertelkreises erklärt im Übrigen auch, warum auf den Säulentrommeln mit aufgerissenen Strahlenbündeln m. W. nie interpretierbare Konstruktionslinien gefunden worden sind.

Die hier bisher dargestellten Anhaltspunkte lassen insgesamt nicht darauf schließen, dass die Architekten im Bereich Arithmetik oder auch der Geometrie Kenntnisse hatten, die über ein fortgeschrittenes ‚Schulwissen' hinausgehen würden. Diese Einschätzung steht in offenem Widerspruch zu den eingangs zitierten Aussagen von Strabon und Vitruv. Dieser Widerspruch lässt sich allerdings deutlich relativieren, wenn man die antike Terminologie in Rechnung stellt, die Ingenieure ohne weiteres den Architekten zurechnet. Die Aussagen der beiden Autoren lassen sich nämlich recht gut mit dem Quellenmaterial vereinbaren, wenn man annimmt, dass die mathematisch tatsächlich hochqualifizierten ‚Architekten' Ingenieure gewesen sind.

Ein Beispiel dafür ist der hier schon mehrfach angesprochene Philon. Bei der Geschützkonstruktion verwendet er das Kaliber als Modulus, anhand dessen die Dimensionierungen aller leistungsrelevanten Bauteile bestimmt werden. Die modulare Methode hatte er von Ktesibios übernommen, einem etwas älteren alexandrinischen Ingenieur, der offenbar Ver-

[407] Solche Näherungskonstruktion wurden etwa von den spätmittelalterlichen Baumeistern in Deutschland benutzt. Sie sind beschrieben im 1484 gedruckten Buch von Matthäus Roriczer.

[408] Scriba 2010, 215.

suchsreihen durchgeführt hatte, bei der die Maße der leistungsbestimmenden Bauteile systematisch verändert worden waren. Um die optimalen Werte anzuwenden, verwendet Philon Formeln, die fortgeschrittene mathematische Kenntnisse belegen. Als Modulus dient bei den Steine schleudernden Geschützen (Palintonen) das Gewicht des Geschosses. Die offenbar zentrale kritische Größe war der Durchmesser des Sehnenbündels, deren Spannung das Geschoss beschleunigte. Die Formel für die Bestimmung dieses Durchmessers (D) in Abhängigkeit vom Geschossgewicht (M) lautet:

$$D = 1.1\sqrt[3]{100M}$$

Philon verwendet also an zentraler Stelle seiner Schrift die Kubikwurzel. In auffälligem Kontrast dazu steht Vitruv, der, wie oben angesprochen, schon die einfachere Quadratwurzel vermeidet. Philons Qualifikation als Mathematiker und sein Interesse auch an rein theoretischen Fragen ist zudem ausdrücklich belegt, denn er entwickelte einen alternativen Beweis zu Euklid, Elemente 1. 8. Darüber hinaus arbeitete er, ebenfalls theoretisch, im Grenzgebiet zwischen Mathematik und Mechanik, indem er eine mechanische Näherungskonstruktion zur Lösung des ‚delischen Problems' der Würfelverdoppelung entwickelte. Er hatte die Lösung im (verlorenen) 1. Buch seiner Mechanik beschrieben, wie er in der Belopoiika sagt,[409] d. h. er hatte also in dem verlorenen Buch offenbar mathematische Grundlagen der Mechanik behandelt. Ein entsprechendes Grundlagenkapitel fehlt bezeichnenderweise bei dem Architekten Vitruv, der augenscheinlich nicht mehr als einfaches Geometriewissen voraussetzt und verwendet. Eine ähnliche Verbindung von praktischem Maschinenbau und mathematisch-theoretischer Arbeit wie bei Philon kann man für Heron von Alexandria geltend machen, allerdings nicht mehr für den hier behandelten Zeitrahmen (floruit Mitte 1. Jh. n. Chr.).

Das obige Zitat von Strabon lässt sich ohne Zwang mit dieser Deutung vereinbaren. Sein Satz, die Mathematiker rechneten die Architektur zu ihrem Fach, fällt nämlich in einem Kontext, in dem es gar nicht um Architektur in unserem Sinne geht. Eine Interpretation im hier vorgeschlagenen Sinne wird vielmehr durch den Kontext bei Strabon bestätigt, denn er fragt dort, ob die Theorien über die physikalischen Eigenschaften des Meeres von Archimedes oder von Erathostenes zutreffend erfasst worden sind. Archimedes kann nicht als Architekt, wohl aber als Ingenieur angesprochen werden, denn er konstruierte bekanntlich Kriegsmaschinen, die bei der Belagerung von Syrakus durch die Römer eingesetzt worden waren. Erathostenes war weder das eine, noch das andere, sondern Mathematiker, Geograph und Philologe. Auch der Beispielfall, den Strabon für den genannten Theorienstreit heranzieht, der Durchstich des Isthmos von Korinth, gehört zum reinen Ingenieurbau. Gemeint haben dürfte Strabon also letztlich dasselbe: Ingenieure – nicht aber Architekten – sind praktisch arbeitende Mathematiker. Das scheint in der Antike nicht grundlegend anders als heute gewesen zu sein.

[409] Philo. Mech., Belopoika 4, 7 (51,51).

Siglen und abgekürzt zitierte Werke

Byzas	Veröffentlichungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Istanbul. Ege Yayınları, 2005–.
CAH	*The Cambridge Ancient History*, 2. Aufl., 14 Bde., Cambridge: Cambridge University Press (1970 – 2005).
DNP	Hubert Cancik, Helmuth Schneider, Hrsg. (2003). *Der neue Pauly. Enzyklopädie der Antike. Das klassische Altertum und seine Rezeptionsgeschichte*, Stuttgart: J. B. Metzler.
HGiÜ	Brodersen, K., Günther, W., Schmitt, H. H. (1992–1999). *Historische griechische Inschriften in Übersetzung*. 3 Bde., Texte zur Forschung 59/68/71. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
ID	*Inscriptions de Délos*. Paris: de Boccard [u.a.] (1923ff.).
IG	*Inscriptiones Graecae*, Berlin 1879ff. [Sammlung von antiken Inschriften des griechischen Festlands und der Inseln]
LSJ	„Liddell-Scott-Jones“. *A Greek-English lexicon: With a revised supplement. Compiled by Henry George Liddell and Robert Scott. Revised and augmented throughout by Henry Stuart Jones with the assistance of Roderick McKenzie and with the cooperation of many scholars*. 9. Aufl. Oxford: Clarendon Press (1996).
OGIS	Dittenberger, Wilhelm (1903–1905). *Orientis Graeci Inscriptiones Selectae*. 2 Bde. Leipzig. [Nachdruck Olms, Hildesheim 1986].
RE	Pauly, A., Wissowa, G., Kroll, W., Witte, K., Mittelhaus, K. und Ziegler, K., Hrsg., (1894–1980). *Paulys Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft: neue Bearbeitung*. Stuttgart: J. B. Metzler.
SEG	*Supplementum Epigraphicum Graecum*, Leiden (1923ff).
SelectPapyri	Hunt, A. S. et. al. (1932 und 1934). *Select Papyri*, 2 Bde., Cambridge, Mass.; London: Loeb.

Zeitschriften

AA	*Archäologischer Anzeiger*, Deutsches Archäologisches Institut – Zentrale Berlin.
AJA	*American Journal of Archaeology*, Archaeological Institute of America.
AM	*Athenische Mitteilungen*, Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung.
BSA	*The Annual of the British School at Athens*, British School at Athens.
BCH	*Bulletin de correspondance hellénique*, École Française d’Athènes.
JdI	*Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts*, Deutsches Archäologisches Institut – Zentrale Berlin.

Antike Autoren

Antike Autoren und ihre Werke sind nach den international üblichen Abkürzungen zitiert, die nachfolgend aufgelöst sind. Die griechischen Originaltexte und englische Übersetzungen der angeführten Werke liegen – wenn hier nicht anders angegeben – in der Loeb Classical Library vor.

Aen. Tact.	Aineias Taktikos *Poliorketika. Über die Verteidigung belagerter Stellungen*.
Aischin.	Aischines
– Ctes.	*in Ctesiphontum/Gegen Ktesiphon*.
Aristot.	Aristoteles
– Ath. Pol.	*Athenaion Politeia/Der Staat der Athener*
– Eth.Nikom.	*ethica Nikomachea/Nikomachische Ethik*
– oec.	*oeconomica/Hauswirtschaft*
– pol.	*politica/Politik*
– mech.	*mechanica/Mechanik*
	Magna Moralia (Zuschreibung umstritten).
Anakr.	Anakreon *fragmenta*, in: *Greek Lyric* II, Loeb Classical Library, Harvard University Press (1989).
Athen.	Athenaios
– deipn.	*Deipnosophistae/ Das Gastmahl der Gelehrten*.
Diod.	Diodorus Siculus *bibliotheca historica/Universalgeschichte*.
Diog. Laert.	Diogenes Laertios *de clarorum philosophorum vitis/Lebensbeschreibungen der Philosophen*.
Eukl.	Euklid
– elem.	*elementa/Elemente*
– opt.	*Optica/Optik*.
Heron	Heron von Alexandria
– bel.	*Belopoica/Kriegsmaschinen*.
Hdt.	Herodot *Historien*.

Hom.	Homer
– Od.	*Odyssee*
– Il.	*Ilias*.
Is.	Isaeus in *Dicaeogenis hered.*/*Über das Erbe des Dikaiogenes*.
Lys	Lysias *oratores*/*Gerichtsreden*.
Makk.	1 Makkabäer, 2 Makkabäer in: *Dommershausen, Werner (1995). Die Neue Echter Bibel*, 2. Aufl., Lfg. 12, Würzburg: Echter Verlag.
Paus.	Pausanias *Graeciae descriptio*/*Beschreibung Griechenlands*.
Philo Mech.	Philon von Byzanz *belopoica Belopoika*/*Kriegsmaschinen* (Buch IV der *Mechanik*) VII/VIII (Exzerpte aus:) Buch VII *Paraskeuastika* und VIII *Poliorketika* Griechischer Text mit deutscher Übersetzung in Diels und Schramm 1920.
Plat.	Platon
– Gorg.	*Gorgias*
– Men.	*Menon*
– Phil.	*Philebos*
– pol.	*Politeia*/*Der Staat*.
Plin.	Plinius d. Ä.
– n. h.	*naturalis historia*/*Naturgeschichte*.
Plut.	Plutarch
– Them.	*Themistokles*
– Cato mai.	*Cato maior*
– Per.	*Perikles*
– mor.	*Moralia*.
Poll.	Iulius Pollux *onomasticon*/‚Lexikon‘.
Polyain.	Polyaions
– strat.	*strategemata*/*Kriegslisten*
Polyb.	Polybios *historiae*/*Geschichte*.

Strab.	Strabon
– geogr.	*geographia*/*Erdbeschreibung*.
Theophr.	Theophrastos von Eresos
– lap.	*de lapidibus*/*Über die Gesteine*
– h. plant.	*historia plantarum*/*Naturgeschichte der Gewächse*.
Thuk.	Thukydides *historiae*/*Der Peloponnesische Krieg*
Vitr.	Vitruv *De architectura*, lat. Text mit deutscher Übersetzung bei Fensterbusch 1964.
Xen.	Xenophon
– mem.	*Memorabilia*/*Denkwürdigkeiten*.

Bibliographie

Adam, J.-P. (1973). Le temple de Héra II à Paestum. *Revue Archéologique*:219–36.

— (1982). *L'architecture militaire greque*. Paris: Picard.

Adler, F. und E. Curtius, Hrsg. (1892). *Olympia. Die Ergebnisse der von dem Deutschen Reich veranstalteten Ausgrabung. Bd. II. Die Baudenkmäler*. Berlin: Asher.

Alcock, S. E. (1993). *Graecia Capta: The Landscapes of Roman Greece*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Ameling, W. (2006). *Antike Metropolen*. Stuttgart: Theiss.

Andronikos, M. (1984). *The Royal Tombs and the Ancient City*. Athen: Ekdotike Athenon.

Baitinger, H. und Th. Völling (2007). *Werkzeug und Gerät aus Olympia*. Olympische Forschungen Bd. XXXII. Berlin, New York: Walter de Gruyter.

Bankel, H. (1993). *Der spätarchaische Tempel der Aphaia auf Aegina*. Berlin; New York: Walter de Gruyter.

Barletta, B. A. (2001). *The Origins of the Greek Architectural Orders*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bauer, H. (1973). *Korinthische Kapitelle des 4. und 3. Jhs. v. Chr.* Athenische Mitteilungen 3. Beiheft. Mainz: Philipp von Zabern.

Benndorf, O. (1902). Antike Baumodelle. *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Instituts* 56:175ff.

Berger, E., Hrsg. (1984). *Parthenon-Kongress Basel. Referate und Berichte*. Mainz: Philipp von Zabern.

Bingöl, O. (1980). *Das ionische Normalkapitell in hellenistischer und römischer Zeit in Kleinasien*. Tübingen: Wasmuth.

Blackman, D. J. (2008). Sea Transport, Part 2: Harbors. In: *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford: Oxford University Press, 638–672.

Blümner, H. (2004). *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*. 2. Nachdruck. Hildesheim, Zürich, New York: Georg Olms Verlag. [Leipzig: Teubner 1875].

Bommelaer, J.-F. (1997). *Marmaria: Le sanctuaire d'Athéna à Delphes*. Sites et monuments 16. Paris: E. de Boccard.

Bommelaer, J.-F. und D. Laroche. *Guide de Delphes: Le Site*. Sites et monuments 7. Paris: E. de Boccard.

Borza, E. M. (1987). Timber and Politics in the Ancient World: Macedon and the Greeks. *Proceedings of the American Philosophical Society* 131:32–52.

Bringmann, K. und H. von Steuben, Hrsg. (1995). *Schenkungen hellenistischer Herrscher an griechische Städte und Heilgtümer, Teil I. Zeugnisse und Kommentare*. Berlin: Akademie Verlag.

Brodersen, K. (1992). *Reiseführer zu den Sieben Weltwundern. Philon von Byzanz und andere antike Texte*. Frankfurt a. M., Leipzig: Insel Verlag.

Brodersen, K. und W. Günther (1992). *Historische griechische Inschriften in Ubersetzung: Die archaische und klassische Zeit*. Bd. I. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

— (1999). *Historische griechische Inschriften in Übersetzung: Der griechische Osten und Rom (250–1 v. Chr.)* Bd. III. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Brodersen, K., G. Wolfgang und H. H. Schmitt (1996). *Historische griechische Inschriften in Übersetzung: Spätklassik und früher Hellenismus (400–250 v. Chr.)* Bd. II. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Brödner, E. (1993). *Wohnen in der Antike*. 2. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Bundgaard, J. A. (1957). *Mnesicles: A Greek Architect at Work*. Diss. Kopenhagen.
Burckhardt, J. (2003). *Vorträge, 1870–1892*. München; Basel: C.H. Beck; Schwabe.
Burford, A. (1969). *The Greek Temple Builders at Epidauros. A Social and Economic Study of Building in the Asklepian Sanctuary, during the Fourth and Early Third Centuries BC*. Toronto: University of Toronto Press.
— (1971). The Purpose of Inscribed Building Accounts. In: *Collectif Acta of the Fifth International Congress of Greek and Latin Epigraphy*. Oxford: Blackwell.
— (1972). *Craftsmen in Greek and Roman Society*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
Burkert, W. (1963). A Note on Aeschylus, Choephori. *Classical Quarterly* 13:177.
Burmeister, E. *Antike griechische und römische Theater*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Busching, A. (2013). *Das Dach des archaischen Panionion. Dachstuhl und DachhautB*. Forschungen in der Mykale 3.2, Asia Minor Studien 70. Bonn: Habelt.
Caskey, L. D., H. N. Fowler, J. M. Paton und P. S. Gorham (1927). *The Erechtheum. Measured, Drawn and Restored by Gorham Phillips Stevens*. Hrsg. von J. M. Paton. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
Cook, R. M. und R. V. Nicholls (1998). *Old Smyrna Excarvations*. BSA Suppl. 30. London: British School at Athens.
Cooper, F. A. (2008). Greek Engineering and Construction. In: *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Hrsg. von P. Oleson. Oxford: Oxford University Press, 225–255.
Cooper, F. A. und B. C. Madigan (1992). *The Temple of Apollo Bassitas: In Four Volumes*. Princeton, New Jersey: American School of Classical Studies at Athens.
Cotterell, B. und J. Kamminga (1990). *Mechanics of Pre-industrial Technology: An Introduction to the Mechanics of Ancient and Traditional Material Culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
Coulton, J. J. (1974a). Lifting in Early Greek Architecture. *Journal of Hellenic Studies* 94:1–19.
— (1974b). Towards Understanding Doric Design: The Stylobate and Intercolumniations. *BSA* 69:61–86.
— (1976). *The Architectural Development of the Greek Stoa*. Oxford Monographs on Classical Archaeology. Oxford: Clarendon Press.
— (1977). *Ancient Greek Architects at Work: Problems of Structure and Design*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
— (1983). Greek Architects and the Transmission of Design. In: *Architecture et société: De l'archaïsme grec à la fin de la République Romaine. Actes du colloque international*. Paris, Rome: CNRS und École Française de Rome, 453–68.
— (1985). Incomplete Preliminary Planning in Greek Architecture. Some New Evidence. In: *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques: Actes du Colloque de Strasbourg, 26–28 janvier 1984*. Hrsg. von P. Hellström und Th. Thieme. Traveaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce Antique 8, 103–121.
DAI Architekturreferat, Hrsg. (1984). *Bauplanung und Bautheorie der Antike: Bericht über ein Kolloquium, veranstaltet vom Architekturreferat des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI) vom 16.11. bis 18.11.1983*. Diskussionen zur archäologischen Bauforschung 4. Berlin: Wasmuth.
Davies, J. K. (1985). *Das klassische Griechenland und die Demokratie*. dtv-Geschichte der Antike 2. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
Davis, P. A. (1937). The Delian Building Contracts. *BCH* 61:109–135.
Dekoulakou-Sideris, I. (1990). A Metrological Relief from Salamis. *AJA* 94:445–51.
Diels, H. (1904). *Laterculi alexandrini aus einem Papyrus ptolemäischer Zeit, von Hrn. H. Diels*. Berlin: G. Reimer.
Diels, H. und E. Schramm, Hrsg. (1920). *Exzerpte aus Philons Mechanik B. VIII und VIII (Vulgo fünftes Buch). Griechisch und deutsch.* Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften 12. Berlin: Verlag der Akademie der Wissenschaften.
Dienel, H.-L. und W. Meighörner (1997). *Der Tretradkran*. 2. Aufl. München: Deutsches Museum.
Dinsmoor, W. B. (1950). *The Architecture of Ancient Greece*. 3rd. London: Batsford.
— (1973). The Kardaki Temple Re-examined. *Athenische Mitteilungen* 88:165–174.
Dinsmoor, W. B. und W. B. Jr. Dinsmoor (2004). *The Propylaea to the Athenian Acropolis*. Bd. 2: The Classical Building. Princeton: American School of Classical Studies at Athens.
Dirschedl, U. (2013). *Die griechischen Säulenbasen*. Diss. Universität Regensburg.

Dornisch, K. (1992). *Die griechischen Bogentore: Zur Entstehung und Verbreitung des griechischen Keilsteingewölbes*. Frankfurt a. M., New York: Peter Lang.
Drachmann, A. G. (1956). A Note on Ancient Cranes. In: *A History of Technology*. Hrsg. von C. Singer. Oxford: Clarendon Press, 658–662.
Duchêne, H. und P. Fraisse (2001). *Le paysage portuaire de la Délos antique: Recherches sur les installations maritimes commerciales et urbaines du littoral délien*. fasc. XXXIX. Exploration archéologique de Délos. Paris: E. de Boccard.
Durm, J. W., H. Ende, E. Schmitt und H. Wagner (1905). *Handbuch der Architektur*. 3. Aufl. Band 1. Die Baukunst der Griechen. Stuttgart: A. Bergsträsser.
Eiteljorg, H. (1973). *The Greek Architect of the Fourth-Century BCE. Master Craftsman or Master Builder*. Diss. University of Pennsylvania.
Étienne, R. und P. Varène (2004). *Sanctuaire de Claros, l'architecture: Les propylées et les monuments de la voie sacrée. Fouilles de Louis et Jeanne Robert et Roland Martin 1950–1961*. Paris: ERC.
Fedak, J. (1990). *Monumental Tombs of the Hellenistic Age: A Study of Selected Tombs from the Pre-Classical to the Early Imperial Era*. Toronto: University of Toronto Press.
Fensterbusch, C. (1964). *Vitruv zehn Bücher über Architektur = Vitruvii De architectura libri decem*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Finley, M. I. (1993). *Das antike Sizilien: Von der Vorgeschichte bis zur arabischen Eroberung*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
Forbes, R. J. (1993). *Studies in Ancient Technology*. 3. Aufl. Bd. 2. Leiden: Brill.
Fraisse, P. und C. Llinas (1995). *Documents d'architecture héllenique et hellénistique*. Bd. 36. Délos. Athens: École Française d'Athène.
Frazer, A. (1990). *The Propylon of Ptolemy II*. 10. Samothrake. Princeton: Princeton University Press.
Gehrmann, G. (1982). *Einführung in die Geschichte der Architekturtheorie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Gericke, H. (1996). *Mathematik in Antike und Orient; Mathematik im Abendland*. 4. Wiesbaden: Fourier Verlag.
Gneisz, D. (1990). *Das antike Rathaus: Das griechische Bouleutherion und die frührömische Curia*. Wien: Verband der Wissenschaftlichen Gesellschaften.
Gogos, S. (1992). *Das Theater von Aigeira: ein Beitrag zum antiken Theaterbau*. Wien: ÖAI.
— (2009). *Das antike Theater von Oiniadai*. Wien: Phoibos.
Golvin, J.-C. (2006). *Metropolen der Antike*. 2. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Gounaropoulou, L. (1983). *Die Baurechnungen des Asklepiostempels in Epidauros*. Diss. Universität Wien.
Greco, E. und D. Theodorescu (1983). *Poseidonia-Paestum: L'agoa*. Bd. 42. CEFR. Paris: E. de Boccard.
Greco, E. und M. Torelli (1983). *Storia dell'urbanistica, Il Mondo Greco*. Rom: Laterza.
Gros, P. (1973). Hermodorus et Vitruve. *Mefra* 85:173ff.
Gruben, G. (1986). *Die Tempel der Griechen*. 4. Aufl. München: Hirmer.
— (1997). Naxos und Delos: Studien zur archaischen Architektur der Kykladen. *JdI* 112:261–416.
— (2001). *Griechische Tempel und Heiligtümer*. 5. Aufl. München: Hirmer.
Guarducci, M. (1949). L'iscrizione dell'Apollonion di Siracusa. *Archaeologia Classica* 1:4–10.
Günther, L.-M. (2008). *Griechische Antike*. Tübingen: Francke.
Hahn, R. (2001). *Anaximander and the Architects. The Contribution of Egyptian and Greek Architectural Technologies to the Origins of Greek Philosophy*. SUNY series in ancient Greek philosophy. Albany: State University of New York Press.
Hansen, M. H. (2006). *Polis: An Introduction to the Ancient Greek City-State*. Oxford; New York: Oxford University Press.
Haselberger, L. (1980). Werkzeichnungen am jüngeren Didymeion. *Istanbuler Mitteilungen* 30:191–215.
— (1983). Bericht über die Arbeit am Jüngeren Apollontempel von Didyma. *Istanbuler Mitteilungen* 33:90–124.
— (1991). Aspekte der Bauzeichnungen von Didyma. *Revue Archéologique*:99–113.
— (1997). Architectural Likenesses: Models and Plans of Architecture in Classical Antiquity. *JRA* 10:77–94.
— Hrsg. (1999). *Appearance & Essence: Refinements of Classical Architecture – Curvature: Proceedings of the Second Williams Symposium on Classical Architecture held at the University of Pennsylvania, Philadelphia, April 2–4, 1993*. Philadelphia: University Museum, University of Pennsylvania.
— (2005). Bending the Truth: Curvature and Other Refinements of the Parthenon. In: *The Parthenon: From Antiquity to the Present*. Hrsg. von J. Neils. New York: Cambridge University Press, 101–57.
Haselberger, L. und H. Seybold (1991). Seilkurve oder Ellipse. Zur Herstellung antiker Kurvaturen nach dem Zeugnis der didymeischen Kurvenkonstruktion. *Archäologischer Anzeiger*:165–188.

Heiden, A. (1985). *Korinthische Dachziegel: Zur Entwicklung der korinthischen Dächer*. Diss. FU Berlin 1985.
— (1995). *Die Tondächer von Olympia*. Olympische Forschungen 24. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
Heisel, J. P. (1993). *Antike Bauzeichnungen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Hellmann, M.-C. (1992). *Recherches sur le vocabulaire de l'architecture greque, d'après les inscriptions de Délos*. BEFAR 278. Paris: E. de Boccard.
— (2002). *L'architecture greque, Vol. 1, Les principes de la construction*. Paris: E. de Boccard.
— (2003). *Choix d'inscriptions architecturales grecques*. Lyon; Paris: Maison de l'Orient méditerranée-Jean Pouilloux; Diffusion de Boccard.
— (2006). *L'architecture greque, Vol. 2, Architecture religieuse et funéraire*. Paris: E. de Boccard.
— (2010). *L'architecture greque, Vol. 3, Habitat, urbanisme et fortifications*. Paris: E. de Boccard.
Hellner, N. (2009). *Die Säulenbasen des zweiten Dipteros von Samos: Grundlage für die Rekonstruktion des Tempels in seinen Bauphasen*. Bonn: Deutsches Archäologisches Institut; in Kommission bei R. Habelt.
Hellström, P. und Th. Thieme, Hrsg. (1985). *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques: Actes du Colloque de Strasbourg, 26–28 janvier 1984*. Traveaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce antique 8. Leiden: Brill.
Hennemeyer, A. (2013). *Das Athenaheiligtum von Priene. Die Nebenbauten – Altar, Halle und Propylon – und die bauliche Entwicklung des Heiligtums*. Archäologische Forschungen 27. Wiesbaden: Reichert.
Hertwig, O. (1968). *Über geometrische Gestaltungsgrundlagen von Kultbauten des VI. Jahrhunderts v. Chr. zu Paestum*. München: C.H. Beck.
von Hesberg, H. (1980). *Konsolengeisa des Hellenismus und der frühen Kaiserzeit*. Mainz: Philipp von Zabern.
Hiller von Gaertringen, F. (1906). *Inschriften von Priene*. Berlin: G. Reimer.
Höcker, C. (1993). *Planung und Konzeption der klassischen Ringhallentempel von Agrigent: Überlegungen zur Rekonstruktion von Bauentwürfen des 5. Jhs. v. Chr*. Diss. Frankfurt a. M.
— (2004). *Metzler Lexikon antiker Architektur. Sachen und Begriffe*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Hodge, A. Trevor. (1960). *The Woodwork of Greek Roofs*. Cambridge: Cambridge University Press.
Hoepfner, W., Hrsg. (1997). *Kult und Kultbauten auf der Akropolis. Internationales Symposion vom 7. bis 9. Juli 1995 in Berlin*. Schriften des Seminars für klassische Archäologie. Berlin: Wasmuth.
— (2000). Zur Tholos in Delphi. *AA*:99–107.
— (2002). *Antike Bibliotheken*. Berlin: Wasmuth.
Hoepfner, W. und E.-L. Schwandner, Hrsg. (1990). *Hermogenes und die hochhellenistische Architektur. Internationales Kolloquium Berlin vom 28.–29. Juli 1988*. Mainz: Philipp von Zabern.
— (1994). *Haus und Stadt im klassischen Griechenland, Wohnen in der klassischen Polis*. 2. stark überarb. Aufl. München: Deutscher Kunstverlag.
— Hrsg. (1996). *Säule und Gebälk: Zu Struktur und Wandlungsprozess griechisch-römischer Architektur. Bauforschungskolloquium in Berlin vofm 16. bis 18. Juni 1994*. Diskussionen zur Archäologischen Bauforschung 6. Mainz: Philipp von Zabern.
Hoffmann, A., Hrsg. (1991). *Bautechnik der Antike: Internationales Kolloquium in Berlin vom 15.–17. Februar 1990*. Mainz: Philipp von Zabern.
Hoffmann, M. (1999). *Griechische Bäder*. München: Tuduv.
Howe, T. N. (1985). *The Invention of the Doric Order*. Diss. Ann Arbor.
Hübner, G. (1995). Zur Forschungsgeschichte griechischer Dachziegel aus gebranntem Ton. *Archaiologike Ephemeris* 134:115–161.
Hueber, F. (1998). Werkrisse, Vorzeichnungen und Meßmarken am Bühnengebäude des Theaters von Aphrodisias. *Antike Welt* 29:439–445.
Hunt, A. S. und C. C. Edgar (1932–1934). *Select Papyri*. Loeb Classical Library, Greek authors Bd. 1 und 2. W. Heinemann Limited.
Jeppesen, K. (2000). *The Maussolleion at Halikarnassos: The Quadrangle: The Foundations fo the Maussolleion and its Sepulcral Compartments*. Reports of the Danish Archaeological Expedition to Bodrum, Bd. 4. Jutland Archaeological Society Publications 15. Kopenhagen: Nordisk Forlag.
— (2002). *The Maussolleion at Halikarnassos: The Superstructure*. Reports of the Danish Archaeological Expedition to Bodrum, Bd. 5. Kopenhagen: Nordisk Forlag.
Jones, M. W. (2000). *Principles of Roman architecture*. New Haven, Conn.: Yale University Press.
— (2001). Doric Measure and Architectural Design 2: A Modular Reading of the Classic Temple. *AJA* 105(4): 675–713.
— (2002). Doric Measure and Architectural Design 3: Tripods, Triglyphs, and the Origin of the Doric Frieze. *AJA* 106(3):353–90.

Kahrstedt, U. (1969). *Untersuchungen zur Magistratur in Athen*. Geisteswissenschaftliche Forschungen 10. Aalen: Scientia.

Kalpaxis, T. E. (1986). *Hermiteles: Akzidentelle Unfertigkeit und „Bossenstil" in der griechischen Baukunst*. Mainz: Philipp von Zabern.

Karlsson, L. (1992). *Fortification Towers and Mansonry Techniques in the Hegemony of Syracuse, 405-211 BC*. Skrifter utgivna av Svenska institutet i Rom 40. Stockholm: Svenska Institutet i Rom.

Kienast, H. J. (1995). *Die Wasserleitung des Eupalinos auf Samos*. Samos 19. Bonn: Habelt.

— (2002). Zum dorischen Triglyphenfries. *Athenische Mitteilungen* 117:53–68.

von Kienlin, A., Hrsg. (2011). *Holztragwerke der Antike. Internationale Konferenz 30. März–1. April 2007 in München*. BYZAS 11. Istanbul: Zero Prod. Ltd.

Kirchhoff, W. (1988). *Die Entwicklung des ionischen Volutenkapitells im 6. und 5. Jahrhundert*. Bonn: Habelt.

Kissas, K. (2008). *Archaische Architektur der Athener Akropolis: Dachziegel, Metopen, Geisa, Akroterbasen*. Archäologische Forschungen 24. Wiesbaden: Reichert.

Klein, N. L. (1991). *The Origin of the Doric Order on the Mainland of Greece: Form and Function of the Geison in the Archaic Period*. Diss. Bryn Mawr College.

Knackfuß, H. (1941). *Didyma. Teil 1: Die Baubeschreibung*. Berlin: Gebr. Mann.

Knell, H. (1988). *Architektur der Griechen. Grundzüge*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

— (2008). *Des Kaisers neue Bauten: Hadrians Architektur in Rom, Athen und Tivoli*. Mainz: Philipp von Zabern.

Knell, H. und B. Wesenberg, Hrsg. (1984). *Vitruv-Kolloquium des Deutschen Archäologen-Verbandes e.V.* Schriften des Deutschen Archäologen-Verbandes 8. Darmstadt: Hochschule Darmstadt.

Koenigs, W. (1979). Zum Entwurf dorischer Hallen. *Istanbuler Mitteilungen* 29:209–237.

— (1984). *Die Echohalle*. Olympische Forschungen 14. Berlin: Wasmuth.

Koldewey, R. und O. Puchstein (1899). *Die Griechischen Tempel in Unteritalien und Sicilien*. Berlin: A. Asher & Co.

Korres, M. (1994). Der Plan des Parthenon. *AM* 109:53–120.

— (1995). *Vom Penteli zum Parthenon. Katalog der Ausstellung: Die antiken Steinbrüche und die Geschichte eines halbfertigen dorischen Kapitells des ersten marmornen Parthenon. Stiftung für Griechische Kultur, Berlin, 10. April–12. Mai 1995*. Berlin: Verl.-Haus Melissa.

Korres, M. und K. Vierneisel (1992). *Vom Penteli zum Parthenon: Werdegang eines Kapitells zwischen Steinbruch und Tempel*. München: Glyptothek München.

Krischen, F. (1941). *Antike Rathäuser*. Berlin: Gebr. Mann.

Kruft, H.-W. (2004). *Geschichte der Architekturtheorie*. 5. Aufl. München: C.H. Beck.

Kyrieleis, H. (2008). Der dorische Triglyphenfries und die mykenische Architektur. In: *Original und Kopie. Formen und Konzepte der Nachahmungen in der antiken Kunst. Akten des Kolloquiums in Berlin 17.–19. Februar 2005*. Hrsg. von K. Junker und A. Stähli. Wiesbaden: Reichert, 199–212.

Lambrinodakis, V. (1996). Beobachtungen zur Genese der ionischen Gebälkformen. In: *Säule und Gebälk. Zu Struktur und Wandlungsprozess griechisch-römischer Architektur. Bauforschungskolloquium in Berlin vom 16. bis 18. Juni 1994*. Hrsg. von E.-L. Schwandner. Diskussionen zur Archäologischen Bauforschung 6. Mainz: Philipp von Zabern, 55–60.

Landels, J. G. (1980). *Die Technik in der antiken Welt*. München: C.H. Beck.

Lattermann, H. (1908). *Griechische Bauinschriften*. Diss. Universität Straßburg.

Lauter, H. (1974). *Zur gesellschaftlichen Stellung des bildenden Künstlers in der griechischen Klassik*. Erlanger Forschungen. Reihe A: Geisteswissenschaften. Bd. 23. Erlangen: Universitäts-Bund Erlangen-Nürnberg.

— (1986). *Die Architektur des Hellenismus*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Lawrence, A. W. (1996). *Greek Architecture*. New Haven: Yale University Press.

Lewis, M. J. T. (2001). *Surveying Instruments of Greece and Rome*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lulof, P. S. und E. M. Moormann, Hrsg. (1997). *Deliciae Fictiles II. Proceedings of the 2nd International Conference on Archaic Architectural Terracottas from Italy, held at the Netherlands Institute in Rome 12–13 June 1996*. Scrinium 12. Amsterdam: Thesis Publishers.

Maier, F. G. (1959–1961). *Griechische Mauerbauinschriften*. Vestigia Bd. 1 und 2. Heidelberg: Quelle & Meyer.

Malacrino, C. G. und E. Sorbo (2007). *Architetti, architettura e città*. Mailand: Mondadori.

Mallwitz, A. (1972). *Olympia und seine Bauten*. München: Prestel-Verlag.

Martin, R. (1965). *Manuel d'architecture grecque. Bd. I. Materiaux et techniques*. Paris: A. et J. Picard.

Martini, W. (1984). *Das Gymnasion von Samos*. Samos 16. Bonn: Habelt.

McGowan, E. P. (1997). The Origins of the Athenian Ionic Capital. *Hesperia* 66(2):209–33.

McK. Camp, J. M. II. und C. A. Mauzy (2009). *The Athenian Agora: New Perspectives on an Ancient Site*. Mainz: Philipp von Zabern.

Meiggs, R. (1982). *Trees and Timber in the Ancient Mediterranean World*. Oxford Reprints Series. Oxford: Clarendon Press.
Mertens, D. (1984). *Der Tempel von Segesta und die dorische Tempelbaukunst des griechischen Westens in klassischer Zeit*. Mainz: Philipp von Zabern.
— (1993). *Der alte Heratempel in Paestum und die archaische Baukunst in Unteritalien*. Mainz: Philipp von Zabern.
— (2006). *Städte und Bauten der Westgriechen: Vom der Kolonisationszeit bis zur Krise um 400 vor Christus*. München: Hirmer.
Migeotte, L. (1984). *L'emprunt public dans les cités grecques: recueil des documents et analyse critique*. Québec; Paris: Éditions du Sphinx; Belles Lettres.
— (1992). *Les souscriptions publiques dans les cités grecques*. Genève; Québec: Droz; Éditions du Sphinx.
Miles, M. M. (1989). A Reconstruction of the Temple of Nemesis at Rhamnous. *Hesperia* 58(2):133–249.
Morgan, J. (2010). *The Classical Greek House*. Bristol: Phoenix Press.
Müller, K. (2003). *Hellenistische Architektur auf Paros*. Berlin: Walter de Gruyter.
Müller, W. (1989a). *Architekten in der Welt der Antike*. Zürich, München: Koehler & Amelang.
— (1989b). Rückblick auf das Bauwesen im Alten Ägypten. In: *Architekten in der Welt der Antike*. Leipzig: Koehler & Amelang.
Müller-Wiener, W. (1988). *Griechisches Bauwesen in der Antike*. München: C.H. Beck.
Mulliez, D. (1983). Notes sur le transport du bois. *BCH* 106:107–118.
Murray, O. (1991). *Das frühe Griechenland*. dtv-Geschichte der Antike 1. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
von Naredi-Rainer, P. (1999). *Architektur und Harmonie. Zahl, Mass und Proportion in der abendländischen Baukunst*. 2. Aufl. Köln: DuMont.
Nix, L. und W. Schmidt (1900). *Herons von Alexandria Mechanik und Katoptrik*. Leipzig: Teubner.
Norman, N. J. (1984). The Temple of Athena Alea at Tegea. *AJA* 88(2):169–94.
Oldfather, C. H. (1993). *Diodurus of Sicily*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. [1. Auflage 1939].
Oleson, J. P. (2008). *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford Handbooks. Oxford, New York: Oxford University Press.
Orlandos, A. K. (1966). *Les Matériaux de construction et la technique architecturale des anciens Grecs*. Paris: E. de Boccard.
Osthues, E. W. (2005). Studien zum dorischen Eckkonflikt. *Jahrbuch des deutschen Archäologischen Instituts* 120: 1–154.
Pakkanen, J. (2013). *Classical Greek Architectural Design. A Quantitative Approach*. Papers and Monographs of the Finnish Institute at Athens vol. XVIII. Helsinki: Foundation of the Finnish Institute at Athens.
Petronotis, A. (1972). *Zum Problem der Bauzeichnungen bei den Griechen*. Athen: Dodona.
Philipp, H. (1968). *„Tektonon Daidala", der bildende Künstler und sein Werk im vorplatonischen Schrifttum*. Berlin: B. Hessling.
Raepsaet, G. (2008). Riding, Harnesses and Vehicles. In: *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford: Oxford University Press.
Randall, R. H. (1953). The Erechtheum Workmen. *AJA* 57(3):199–210.
Rathke, A. (2001). *Griechische Kragsteintore: Typologie, Konstruktion und Verbreitung vom 6.-2. Jahrhundert vor Christus*. Internationale Archäologie. Rahden, Westf.: Marie Leidorf.
Rehm, A. (1958). *Didyma, Teil 2: Die Inschriften*. Hrsg. von R. Harder. Mainz; Berlin: Philipp von Zabern; Gebr. Mann.
Reinholdt, C. (2009). *Das Brunnenhaus der Arsinoë in Messene: Nutzarchitektur, Repräsentationsbaukunst und Hydrotechnologie im Rahmen hellenistisch-römischer Wasserversorgung*. Wien: Phoibos.
Riemann, H. (1934). *Zum griechischen Peripteraltempel. Seine Planidee und ihre Entwicklung bis zum Ende des 5. Jahrhunderts*. Diss. Universität Frankfurt.
— (1961). Studien zum dorischen Antentempel. *Bonner Jahrbücher*:183–200.
Robertson, D. S. (1964). *A Handbook of Greek and Roman Architecture*. 2. Aufl. Cambridge: Cambridge University Press.
Rocco, G. (1994). *Guida alla lettura degli ordini architettonici. Bd. 1: Il dorico*. Guide di ricerca storica e restauro 3. Neapel: Liguori.
Roux, G. (1987). *Topographie et architecture: La terrasse d'Attale I.* FdD 2 (11). Paris: E. de Boccard.
Rowland, I. D., T. N. Howe und M. Dewar (1999). *Vitruvius: Ten Books on Architecture*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Rumscheid, F. (1994). *Untersuchungen zur kleinasiatischen Bauornamentik des Hellemismus*. Beiträge zur Erschließung hellenistischer und kaiserzeitlicher Skulptur und Architektur 14. Mainz: Philipp von Zabern.
Sapirstein, P. (2009). How the Corinthians Manufactured Their First Rooftiles. *Hesperia* 78(2):195–229.
Scahill, D. (2009). The Origins of the Conrinthian Capital. In: *Structure, Image, Ornament: Architectural Sculpture in the Greek World. Proceedings of an International Conference Held at the American School of Classical Studies, 27–28 November 2004*. Hrsg. von P. Schulz und R. von den Hoff. Oxford, Oakville, Conn.: Oxbow, 40–53.
Schattner, T. G. (1990). *Griechische Hausmodelle*. AM Beih. 15. Berlin: Gebr. Mann.
Schlikker, F. W. (1940). *Hellenistische Vorstellungen von der Schönheit des Bauwerks nach Vitruv*. Schriften zur Kunst des Altertums. Berlin: Archäologisches Institut des Deutschen Reiches.
— (1941). Der Schaubildentwurf im griechischen Tempelbau. *Archäologischer Anzeiger* 56:748–765.
Schuller, M. (1990). *Der Apollontempel im Delion auf Paros*. Denkmäler antiker Architektur 18,1. Berlin: Walter de Gruyter.
Schuller, W. (2010). *Griechische Geschichte*. München: Oldenbourg.
Schuller, W., W. Hoepfner und E.-L. Schwandner, Hrsg. (1989). *Demokratie und Architektur: Der hippodamische Städtebau und die Entstehung der Demokratie. Konstanzer Symposion vom 17. bis 19. Juli 1987*. Wohnen in der klassischen Polis 2. München: Deutscher Kunstverlag.
Schwandner, E.-L. (1985a). *Der ältere Porostempel der Aphaia auf Ägina*. Denkmäler antiker Architektur 16. Berlin: Walter de Gruyter.
— (1985b). Zu Entwurf, Zeichnung und Massystem des älteren Aphaiatempels von Aegina. In: *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques. Actes du Colloque de Strasbourg 26–28 janvier 1984*. Traveaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce antique 8, 75–85.
— (1991). Der Schnitt im Stein. Beobachtungen zum Gebrauch der Steinsäge in der Antike. In: *Bautechnik der Antike*. Hrsg. von A. Hoffmann. Diskussionen zur archäologischen Bauforschung 5. Mainz: Philipp von Zabern, 216–223.
Schwertheim, E. (2003). *Stadt und Stadtentwicklung in Kleinasien*. Bonn: Habelt.
Scranton, R. L. (1941). *Greek Wallls*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
— (1960). Greek Architectural Inscriptions as Documents. *Harvard Library Bulletin* 14:159–82.
Scriba, C. J. und P. Schreiber (2010). *5000 Jahre Geometrie. Geschichte, Kulturen, Menschen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
Seiler, F. (1986). *Die griechische Tholos: Untersuchungen zur Entwicklung, Typologie und Funktion kunstmässiger Rundbauten*. Mainz: Philipp von Zabern.
Senseney, J. R. (2011). *The Art of Building in the Classical World: Vision, Craftsmanship, and Linear Perspective in Greek and Roman Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.
Shaw, J. W. (1967). A Double-Sheaved Pulley Block from Cenchreae. *Hesperia* 36(36):389–401.
Shoe, L. T. (1936). *Profiles of Greek Mouldings*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
— (1952). *Profiles of Western Greek Mouldings*. Monographs of the American Academy in Rome 14. Rome: American Academy in Rome.
Simson, R. H. und D. K. Hagel (2006). *Mycenaean Fortifications, Highways, Dams and Canals*. Sävedalen: Paul Åström.
Sioumpara, E. P., Hrsg. (2011). *Der Asklepios-Tempel von Messene auf der Peloponnes. Untersuchungen zur hellenistischen Tempelarchitektur*. Athenaia 1. München: Hirmer Verlag.
Spawforth, T. (2006). *The Complete Greek Temples*. New York: Thames & Hudson.
Stanier, R. S. (1953). The Cost of the Parthenon. *Journal of Hellenic Studies* 73:68–76.
Steinhauer, G. (1996). La découverte de l'Arsenal de Philon. In: *Tropis IV. 4th International Symposium on Ship Construction in Antiquity*. Hrsg. von H. Tzalas. Athen, 471–479.
Stieglitz, R. R. (2006). Classical Greek Measures and the Builder's Instruments from the Ma'agan Mikhael Shipwreck. *AJA* 110:195ff.
Svenson-Evers, H. (1996). *Die griechischen Architekten archaischer und klassischer Zeit*. Frankfurt a. M.; New York: Peter Lang.
von Sydow, W. (1984). Die hellenistischen Gebälke in Sizilien. *Römische Mitteilungen* 91:239–358.
Tanke, K. (1989). Deckenkassetten in der griechischen Baukunst. *Antike Welt* 20(4):24–35.
Theuer, M. (1918). *Der griechisch-dorische Peripteraltempel*. Berlin: Wasmuth.
Tölle-Kastenbein, R. (1994). *Das Olympieion in Athen*. Arbeiten zur Archäologie. Köln: Böhlau.
Tomlinson, R. A. (1989). *Greek Architecture*. Bristol: Bristol Classical Press.
Tournikiotis, P., Hrsg. (1994). *The Parthenon and Its Impact in Modern Times*. Athen: Melissa Publishing House.
Tuchelt, K. (1991). Branchidai-Didyma. *Antike Welt* Sonderheft 1991.

Ulrich, R. B. (2008). Woodworking. In: *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford: Oxford University Press, 438–464.

Veyne, P., K. Laermann und H. R. Brittnacher (1988). *Brot und Spiele. Gesellschaftliche Macht und politische Herrschaft in der Antike*. Frankfurt a. M.: Campus.

Voigtländer, W. (1975). *Der jüngste Apollontempel von Didyma: Geschichte seines Baudekors*. Istanbuler Mitteilungen. Beiheft 14. Tübingen: Wasmuth.

Waddell, G. (2002). The Principal Design Methods for Greek Doric Temples and Their Modification for the Parthenon. *Architectural History* 45:1–31.

Walbank, F. W. (1994). *Die hellenistische Welt*. dtv-Geschichte der Antike 3. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Walker, K. G. (2004). *Archaic Eretria: A Political and Social History from the Earliest Times to 490 BC*. London; New York: Routledge.

Walter-Karydi, E. (1998). *The Greek House: The Rise of Noble Houses in Late Classical Times*. Archaeological Society at Athens Library 171. Athen: Archaeological Society at Athens.

Wedepohl, E. (1967). *Eumetria, das Glück der Proportionen. Massgrund und Grundmass in der Baugeschichte. Beiträge zur musischen Geometrie*. Essen: Verlag R. Bacht.

Welwei, K.-W. (2011a). *Athen. Von den Anfängen bis zum Beginn des Hellenismus*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

— (2011b). *Griechische Geschichte: Von den Anfängen bis zum Beginn des Hellenismus*. Paderborn: Schöningh.

Werner, W. (1997). The Largest Ship Trackway in Ancient Times: The Diolkos of the Isthmus of Corinth, Greece, and Early Attempts to Build a Canal. *International Journal of Nautical Archaeology* 26(2):98–119.

Wescoat, B. D. (2012). *The Temple of Athena at Assos*. Oxford monographs on classical archaeology. Oxford; New York: Oxford University Press.

Wesenberg, B. (1972). Kymation und Astragal. In: *Marburger Winckelmann-Programm 1971/72*. Marburg: Universität Marburg, 1–13.

— (1983). Parthenongebälk und Südmetopenproblem. *Jahrbuch des deutschen Archäologischen Instituts*:57–86.

— (1984a). Vitruvs griechischer Tempel. In: *Vitruv-Kolloquium Darmstadt 1982*. Darmstadt: Technische Hochschule, 65–96.

— (1984b). Zu den Schriften der griechischen Architekten. In: *Bauplanung und Bautheorie der Antike. Bericht über ein Kolloquium veranstaltet vom Architekturreferat des Deutschen Archäologischen Institutes (DAI) mit Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk in Berlin vom 16.11. bis 18.11.1983*. Diskussionen zur archäologischen Bauforschung 4. Berlin: Wasmuth, 39–48.

— (1995). Die Metrologie der griechischen Architektur. Probleme interdisziplinärer Forschung. In: *III. Internationaler interdisziplinärer Kongress für Historische Metrologie vom 17. bis. 21 November 1993 in Trier*. Hrsg. von D. Ahrens und R. Rottländer. Ordo et Mensura III. Sankt Katharinen: Scripta Mercaturae, 199ff.

Wiegand, Th. und H. Schrader (1904). *Priene: Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen in den Jahren 1895–1898*. Berlin: G. Reimer.

Wilson, A. I. (2008). Machines in Greek and Roman Technology. In: *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Hrsg. von J. P. Oleson. Oxford: Oxford University Press, 337–366.

Winter, F. E. (1971). *Greek Fortifications*. London: Routledge & Kegan.

— (1978). Tradition and Innovation in Doric Design II: Archaic and Classical Doric East of the Adriatic. *AJA* 82:151–161.

— (1980). Tradition and Innovation in Doric Design III: The Work of Iktinos. *AJA* 84(4):399–416.

Wittenburg, A. (1978). *Griechische Baukommissionen des 5. und 4. Jahrhunderts*. Diss. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Wolf, M. (2003). *Die Häuser von Solunt und die hellenistische Wohnarchitektur*. Sonderschriften 14. Mainz: Philipp von Zabern.

Wolfer-Sulzer, L. (1939). *Das geometrische Prinzip der griechisch-dorischen Tempel*. Winterthur: Vogel.

Wrede, W. (1933). *Attische Mauern*. Athen: Deutsches Archäologisches Institut Athen.

Yegül, F. (1992). *Baths and Bathing in Classical Antiquity*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Young, P. H. (1980). *Building Projects and Archaic Tyrants*. Diss. University of Pennsylvania.

Rom

Kapitel 3
Bauwissen im Antiken Rom
Wilhelm Osthues

3.1 Historische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen der Entwicklung der römischen Architektur

Keine Beschäftigung mit der römischen Architektur kann ein einigermaßen nachvollziehbares Bild ergeben ohne Rekurs auf die römische Geschichte. Rom, in archaischer Zeit eine kleines, von den Etruskern abhängiges Gemeinwesen, hat sich durch seine militärische Expansion praktisch alle Ressourcen erschlossen, über die die Mittelmeerwelt der Antike verfügen konnte – die Materialien, die Arbeitskräfte, die Finanzmittel, und nicht zuletzt das Wissen der besten Architekten seiner Zeit. Ohne diese Expansion wäre die Entwicklung der römischen Architektur, wie sie uns vorliegt, nicht vorstellbar.

Rom hatte aber nicht nur die Machtmittel, die Ressourcen nahezu der gesamten Mittelmeerwelt für sich zu nutzen, es hatte auch die Bereitschaft, kulturelle Leistungen anderer zu adaptieren. Schon Cicero hat offen eingeräumt, dass in weiten Bereichen der Wissenschaft und der Kunst die Griechen den Römern überlegen waren. Ihre Leistungen, etwa im Bereich der Mathematik und Geometrie, seien auf höchstem Niveau und in höchstem Ansehen, „wir dagegen haben uns um diese Kunst nur in soweit gekümmert, als sie beim Messen und Rechnen nützlich ist.“[1] Die dritte Quelle, aus der entscheidende Impulse für die Entwicklung der römischen Architektur hervorgingen, waren die Römer selbst, denn die römische Architektur hat ebenso sehr selbst entwickelt wie übernommen. Niemand hat beispielsweise den Römern gezeigt, welches immense bautechnische Potential die Vulkanasche – der *pulvis puteolanus* – hatte, die gleichsam vor ihrer Haustür lag. Nachdem sie die damit mögliche Herstellung von Beton erlernt hatten, haben sie seine Entwicklungsmöglichkeiten nach und nach ausgereizt, bis hin zu Baukonstruktionen, die im technischen Sinne erst durch die Erfindung des Portlandzements und des Stahlbetons im 19. Jahrhundert übertroffen wurden.

Man kann das alles ablesen an einem der beeindruckendsten Werke der römischen Architektur, dem Pantheon. Die etwa fünfzig Tonnen schweren Säulenschäfte der Vorhalle aus Granodiorit stammen aus Steinbrüchen in der ägyptischen Wüste. Die Formen der Basen, Kapitelle und Architrave der Vorhalle und vieler anderer Bauglieder sind nicht römisch, sondern aus der hellenistischen Architektur übernommen worden. Die Übernahme von Bauformen anderer Kulturen in diesem Umfang, an einem zentralen Bau des Herrscherhauses in der Hauptstadt, wäre in jeder anderen der antiken Hochkulturen vollkommen undenkbar gewesen. Und doch ist die Vorhalle nur der monumentale Eingang zu einem Kuppelsaal, dessen Dimensionen und dessen technische Konstruktion ohne Vorbild in der antiken Welt

[1] Cic. Tusk. 1.5. (O. Gigon) – Antike Autoren und Werke sind im Folgenden nach den international üblichen Abkürzungen zitiert. Eine Liste, in der die hier verwendeten Abkürzungen aufgelöst sind, befindet sich am Ende dieses Beitrags.

sind. Wie das Werk, so der Architekt, könnte man meinen, wenn man bedenkt, dass Apollodor ein in Syrien geborener Grieche war, der die genuin römische Technik des Betonbaus bis an die Grenzen ihrer Möglichkeiten beherrschte.

Um die hiermit nur angedeuteten Hintergründe der römischen Architekturentwicklung darstellen zu können, soll im Folgenden zunächst ein kurzer Abriss der staatlichen Entwicklung und Expansion Roms gegeben werden, in dem die Bezüge zur Architekturentwicklung angesprochen sind.[2]

3.1.1 Gründung der Stadt Rom und Königszeit

Die Gründung Roms und die früheste Phase des römischen Stadtstaates, die man nach der Verfassung die ‚Königszeit' nennt, lässt sich historisch kaum nachzeichnen. Schon die antiken römischen (und nicht-römischen) Historiker trafen hier auf größte Schwierigkeiten, weil die römische Historiographie erst im 2. Jh. v. Chr. einsetzt, also rund ein halbes Jahrtausend nach dem von Varro angegebenen, später kanonisch gewordene Gründungsdatum der Stadt 753 v. Chr. (die Zählung *ab urbe condita*).

Die archäologisch nachweisbar ältesten, früheisenzeitlichen Siedlungsreste der Stadt stammen aus dem 10. und 9. Jh. v. Chr. Sie liegen auf dem Palatin (die *Roma quadrata* der antiken Überlieferung). Bezugspunkt der Ansiedlung war sicher, dass der Tiber in der Nähe der Siedlung wegen der Tiberinsel relativ leicht überquert werden konnte. Wohl bald darauf wurde der Esquilin besiedelt, und in den folgenden Jahrhunderten zunächst der Quirinal, dann das Tal, in dem später das Forum lag. Mit der Besiedelung der Täler in Zusammenhang steht eines der ersten größeren Bauprojekte der Römer, die Anlage des Kanalsystems, mit dem die ursprünglich sumpfigen Flächen zwischen den Hügeln trockengelegt wurden. Die Anlage dieses *Cloaca Maxima* genannten, später vielfach erweiterten Abwassersystems – von dem einige Abschnitte noch heute genutzt werden – wird dem aus Etrurien stammenden, fünften römischen König Tarquinius Priscus (um 600 v. Chr.) zugeschrieben. Nicht nur politisch, auch kulturell waren in dieser Zeit die Etrusker die Hegemonialmacht, von der die Römer vieles übernahmen. Neben den frühen Architekturformen sind dies insbesondere das etruskische Zahlensystem und die Schrift, die ihrerseits aus einem frühen griechischen Alphabet abgeleitet worden ist. Die Vertreibung der letzten Königs, Tarquinius Superbus, der Tradition nach 509 v. Chr., und die Einführung der Republik dürften gleichbedeutend sein mit der Loslösung Roms aus dem etruskischen Herrschaftsgebiet. Der kulturelle Einfluss blieb aber weiterhin wirksam. So war auch der frühe römische Tempel – d. h. der römische Tempel aus der Zeit vor der Überformung durch Einflüsse des Hellenismus in Italien – im wesentlichen ein etruskischer Typus.

3.1.2 Die frühe Republik

Im Gefolge der Vertreibung des letzten römischen Königs bildeten sich die Eckpfeiler der römischen Verfassung aus: An der Spitze des Staates standen seither zwei jährlich gewählte Konsuln, zunächst aus dem Kreis der patrizischen Nobilität. In diese Periode fallen die sog. Ständekämpfe zwischen Patriziern und Plebejern, in denen die Rechte der Plebs schrittweise, aber nachhaltig erweitert wurden durch die Einrichtung des Volkstribunats und die Zulassung

[2] Umfassende Darstellungen zur Geschichte Roms: Scheidel, Morris und Saller 2007; Haase und Temporini 1972ff. Bengtson 1982; Gabucci 2007; Heuss 2007.

von Plebejern zu praktisch allen politischen Ämtern. Später folgte die Anerkennung der Beschlüsse der Volksversammlung durch den Senat (*Lex Hortensia* von 287 v. Chr.).

Abb. 3.1: Expansion Roms in Italien bis zum Beginn des 2. Jhs. v. Chr. (Wikipedia, Javierfv1212).

Außenpolitisch fallen in diese Phase die ersten Kämpfe Roms, die den Rahmen inneritalischer Auseinandersetzungen überschreiten. Am Anfang stand jedoch zunächst der Einfall der Kelten aus dem Norden, die unter ihrem Führer Brennus eine Allianz aus etruskischen und römischen Kontingenten vor der Stadt schlugen, und sie anschließend eroberten und plünderten (ca. 390–387). In den folgenden rund achthundert Jahren wurde die Stadt nie wieder erobert. Der nächste nicht-italische Gegner Roms dieser Zeit war der nordwestgrie-

chische König Pyrrhos, den die süditalische Griechenkolonie Tarent zur Hilfe gerufen hatte. Seine Siege gegen das römische Aufgebot in den Kampagnen zwischen 280 und 275 v. Chr. blieben allerdings ohne strategischen Wert (‚Pyrrhossiege'), zumal der Krieg im Endergebnis den Römern erhebliche Mengen an Beute einbrachte. Verwandt wurde sie unter anderem zur Finanzierung des *Anio Vetus*, der zweiten großen Frischwasserleitung, die in die Stadt führte.

Wesentlich nachhaltiger als diese spektakulären, existenzgefährdenden militärischen Abwehrkämpfe Roms auf gleichsam internationaler Bühne waren die regionalen Offensivaktionen Roms. Auch wenn es sich um eine Vielzahl vergleichsweise begrenzter, und zudem oft langwieriger Kampagnen handelt, so sind es doch gerade diese Initiativen, die auf Dauer Roms Machtbasis substantiell erweitern: Die Kämpfe gegen die Sabiner, Etrusker und vor allem die Samniten (343 bis 282 v. Chr.) brachten Rom die langfristige Kontrolle über Mittelitalien ein (Abb. 3.1). Rom begnügte sich dabei nicht wie Pyrrhos oder die Kelten mit Ruhm und Beute, sondern entwickelte auf Basis dieser Siege ein System von Annexionen, neu gegründeten (Militär-) Kolonien und ungleichen ‚Bündnissen' mit unterworfenen Völkern und Staaten, die der Stadt vor allem eine erhebliche Steigerung ihres militärischen Aufgebots ermöglichten. Rom hat in der Folgezeit davon sehr wirksam Gebrauch gemacht.

3.1.3 Die mittlere Republik

Während die Zeit bis zum Ende der Pyrrhoskriege Rom die fast vollständige Beherrschung Italiens einbrachte, ist die folgende Epoche – die man bis zum Beginn der Bürgerkriege 133 v. Chr. rechnet – die Zeit, in der Rom zum ‚global player' aufstieg und die großen Mächte der Mittelmeerwelt, die Republik Karthago im Westen und die hellenistischen Königreiche im Osten, besiegte. Wiederum brachte es die Gebiete der Besiegten schrittweise, schlussendlich aber auf Dauer unter seine Kontrolle.

Die Kämpfe mit Karthago in den drei punischen Kriegen zwischen 264 und 146 begannen als Auseinandersetzung um das im Osten griechische und im Westen punische Sizilien. Rom setzte am Beginn dieser Periode erstmals eine eigene Kriegsflotte ein. Der zweite Krieg brachte Rom an den Rand einer Niederlage durch Hannibal. Der dritte endete mit der offen angestrebten, und dann auch durchgeführten Zerstörung Karthagos als Staat und Stadt. Das karthagische Stammland wurde zur römischen Provinz, wie schon nach dem zweiten Krieg sein Besitz im westlichen Spanien.

Bereits während des zweiten punischen Kriegs begannen die Auseinandersetzungen mit dem griechischen Osten, und zwar wegen eines Bündnisses zwischen Hannibal und dem makedonischen König Philipp V. Wenige Jahre nach dem Ende des Hannibalkrieges besiegten die Römer 197 v. Chr. das makedonische Aufgebot. Der römische Feldherr Flamininus erklärte im darauf folgenden Jahr bei den isthmischen Spielen nahe Korinth alle Griechen für frei – womit aus römischer Sicht allerdings nur das Ende der makedonischen Hegemonie über eine große Zahl formal freier Poleis gemeint war. Bereits fünfzig Jahre später hatten alle griechischen Groß- und Mittelmächte ihre Autonomie verloren. Die einzig verbliebene hellenistische Großmacht des Ostens, das ptolemäische Ägypten, begab sich mehr oder minder freiwillig unter die Hegemonie Roms, und liefert vor allem große Mengen des dringend benötigten Getreides an Rom.

Rom war nun die führende Macht im Osten wie im Westen. Illustriert wird das durch eine berühmt gewordene Episode: Als im 6. syrischen Krieg 169 v. Chr. der Seleukidenkönig

Antiochos IV. Epiphanes das mit Rom verbündete Ägypten angriff, forderte ihn der römische Gesandte Gaius Popilius Laenas ultimativ zum Rückzug auf. Als Antiochos auf Zeit zu spielen versuchte, zog Laenas mit seinem Stock einen Kreis um den König in den Sand, und bedeutete ihm, sich über Krieg oder Frieden mit den Römern zu entscheiden, bevor er den Kreis verlassen würde. Antiochos, sicherlich eingedenk der katastrophalen Niederlage seines Vater gegen die Römer bei Magnesia 188 v. Chr., zog daraufhin mit seinem Heer ab. Der Krieg war damit beendet, ohne dass Rom seine Militärmacht überhaupt einzusetzen brauchte.

Vor allem die großen Eroberungen Roms im Osten, aber auch schon vorher die Unterwerfung der unteritalischen und sizilischen Griechenstädte, haben die Kultur, und damit nicht zuletzt die Architektur Roms nachhaltig verändert. Rom flossen als Kriegsentschädigung von den Besiegten teilweise enorme Summen zu, die die finanziellen Möglichkeiten der Stadt auch im Bauwesen erheblich erweitern. Vor allem aber hellenisiert sich Rom zumindest in bestimmten Bereichen viel stärker, als die eroberten Gebiete sich romanisierten: Von seinen Feldherrn geraubte Kunstwerke wurden in großer Zahl der Bevölkerung auf den Triumphzügen präsentiert, Bauten wurden abgetragen, deren Bauglieder für öffentliche Gebäude bei der Anlage von privaten Villen wiederverwendet wurden. Nicht nur Kunstwerke, auch Künstler, Philosophen und andere Intellektuelle wurden von den Feldherren mehr oder minder freiwillig in die Stadt gebracht. Generäle finanzierten aus der Beute nicht nur öffentliche Bauten, sondern engagieren auch Architekten aus dem Osten.[3] Teile der römischen Nobilität nahmen – zum Verdruss konservativer Römer wie Cato d. Ä. – aktiv an der Hellenisierung Roms teil. Schon Fabius Pictor, Sohn eines Konsuls, aktiver Offizier und Senator, schrieb die erste bekannte Geschichte Roms auf griechisch. Der Geschichtsschreiber Polybios, als Geisel des Archäerbundes nach Rom gekommen, erhielt Zutritt zum sog. Scipionenkreis um die Brüder, die die Kriege gegen Hannibal und Antiochos den Großen erfolgreich beendet hatten. Selten hat ein militärisch erfolgreicher Staat von den Besiegten soviel übernommen wie Rom.

3.1.4 Späte Republik

Die Zeit ab 133 v. Chr. war im wesentlichen die Zeit der inneren ‚Krise der Republik', die sich zu den großen Bürgerkriegen ausweitete, die nicht auf Rom beschränkt beschränkt blieben, sondern fast den gesamten Mittelmeerraum erfassten. Die Kriege führen zur Aushöhlung des alten Systems, in dem die Nobilität – letztlich etwa dreihundert Familien – die Macht zeitlich begrenzt an ihre Mitglieder vergab, zugunsten der Macht von Einzelpersonen mit militärischem Imperium, deren Macht im Kern auf der Loyalität der von ihnen befehligten Truppen basierte. Sie endeten mit der Errichtung der Monarchie durch Augustus im Gefolge seines Sieges über Marcus Antonius 31 v. Chr. bei Actium.

Die Krise der Republik war insgesamt gesehen, trotz des Niedergangs der politischen Institutionen und der menschlich wie materiell enormen Kosten, keine Phase der Stagnation oder gar des Rückschritts der Architekturentwicklung. Das hat verschiedene Gründe. Auf die Stadt Rom selbst bezogen bedeutete die Konzentration der politischen Macht in der Hand von Einzelpersonen, dass diese weitgehend frei über die nach wie vor beachtlichen finanziellen Ressourcen des Staates verfügen konnten. Ob nun Sulla, Pompeius oder

[3] Beispiele unten S. 387.

Caesar, jeder von ihnen versuchte nicht zuletzt durch Bauten, und teilweise ganze Bauprogramme, öffentlich unter Beweis zu stellen, wie sehr die Stadt von der eigenen Herrschaft profitierte. Pompeius beispielsweise setzte den in früherer Zeit vom Senat aus Gründen der ‚Gefährdung der Sitten' abgelehnten Bau eines permanent bespielbaren Theaters aus Stein durch. Mit Caesar begann der Bau komplexer Ensembles in Rom – die Anlage von architektonisch gestalteten öffentlichen Plätzen im Zentrum der Stadt, die die späteren Kaiserforen vorwegnahmen. Solche als Ensemble geplanten Anlagen kannte man bisher nur aus dem hellenistischen Osten, und dort auch nur in kleinerem Maßstab.

Aus der auf die Heere gestützten Macht von Einzelpersonen resultierte noch ein anderer Impuls für das Bauen, der sich außerhalb Roms niederschlug: Die großen Generäle gelten in ihren Heeren nicht nur als Befehlshaber, sondern auch als persönlich verantwortlich für die Versorgung ihrer Soldaten, deren langjährige Dienstzeit ihnen nicht ermöglichte, sich eine eigene Existenz für die Zeit nach dem Militärdienst aufzubauen. Die Versorgung der Veteranen führte daher zur Anlage neuer Städte auf öffentlichem Land in Italien, die einen ganz anderen Charakter hatten als die frühen Koloniestädte, die primär die Herrschaft Roms in erst kurz zuvor eroberten Territorien sichern sollten.

Ein dritter Impuls ging von der fortschreitenden Provinzialisierung eroberter Gebiete außerhalb Italiens aus. Diese Gebiete waren steuerpflichtig, was in Rom durch die Verpachtung des Steuerrechts an private Gesellschaften (*societates publicanorum*) organisiert wurde. Die daraus zu erzielenden, enormen Gewinne bedeuteten, dass nicht nur die Generäle im Wege der Kriegsbeute von den Provinzen profitierten, sondern auch Angehörige des sog. Ritterstandes (*ordo equester*), da Angehörige der Senatsaristokratie von solchen Geldgeschäften ausgeschlossen blieben. Zu ihren Kreisen gehören auch viele der Großgrundbesitzer, die die versklavten Kriegsgefangenen aufkauften und auf ihren Latifundien einsetzten. Der private Reichtum, der auf diese Weise entstand, wurde nicht zuletzt für die Anlage von Landhäusern genutzt, deren Bau- und Ausstattungsluxus ein bisher unbekanntes Niveau erreichte: Schon Varro erwähnt beispielsweise Villen am Meer, deren Fischteiche durch eigens angelegte Tunnel mit Meerwasser versorgt wurden.

3.1.5 Prinzipat

In der ersten Phase der Kaiserzeit erreichte das Imperium seine größte Ausdehnung mit der Eroberung Britanniens unter Claudius und Daciens (Rumänien) unter Traian. Unter dessen Nachfolger Hadrian begann eine neue Phase, in der die Grenzsicherung zur dominieren Aufgabe des Heeres wurde. Die innenpolitische Lage destabilisierte sich ab dem späten zweiten Jh. n. Chr. Die Legionen bestimmten ab dieser Zeit die Politik des Reiches nahezu vollständig, ablesbar nicht zuletzt an über fünfzig sog. Soldatenkaisern in weniger als achtzig Jahren, die ihre Macht allein auf ihren Einfluss in den Heeren gründeten.

Rom selbst entwickelte sich in den ersten beiden Jahrhunderten unserer Zeitrechnung zu der Großstadt, die die noch erhaltenen Ruinen bezeugen. Schon Augustus ging mit großer Energie nicht nur Neubauprojekte an, sondern auch die gravierenden Infrastrukturprobleme, die das unkontrollierte Wachstum der Hauptstadt während der späten Republik mit sich gebracht hatte. Zum Problem geworden war vor allem das Frischwasserversorgung und das Abwassersystem, sowie auch die fatale Entwicklung der Wohnbebauung, da Brände der durch das Aufsetzen immer höherer Geschosse auf die in Lehmziegelbauweise errichteten

städtischen Mietshäuser kaum unter Kontrolle gebracht werden konnten. Nero versuchte später den großen Brand von 64 n. Chr. zu einer Restrukturierung den Zentrums zu nutzen.

Die Zeit etwa bis zum Ende des zweiten Jhs. n. Chr. ist zugleich die Phase, in der die römische Kultur und Architektur sich in nahezu allen großen Städten des Reichsgebietes durchsetzte. Das Straßensystem und die vollständige Kontrolle der Seewege im Mittelmeer ermöglichte es, je nach Anspruch, Mitteln und Bedarf im gesamten Reich Bauten auf annähernd stadtrömischem Niveau zu errichten. Eine ähnliche Homogenisierung der Architekturentwicklung im gesamten Mittelmeerraum, und teilweise darüber hinaus (Frankreich, England, Süd- und Westdeutschland) hat es nie zuvor, und auch lange danach, nicht gegeben.

Das Prinzipat war zudem die Zeit der großen Innovationen. Das gilt für die Gebäudetypen wie die Bautechnik gleichermaßen. Beides hängt unmittelbar zusammen: Durch die Entwicklung und Beherrschung des Betons und der Wölbtechniken wurde es möglich, Bauten von enormem Volumen und Räume mit von bis dato unbekannten Spannweiten, in vergleichsweise kurzer Zeit zu realisieren. Zudem konnten nun Brücken gebaut werden, von denen einige selbst die Lasten des neuzeitlichen Verkehrs tragen. Auch der Bau von einigermaßen brandsicheren Mietshäusern mit bis zu fünf oder sechs Geschossen gehört in diesen Kontext.

3.1.6 Dominat – die Spätantike

Mit der Ausbildung des Dominats, d. h. mit den gelegentlich als ‚Zwangsstaat' apostrophierten Reichsreformen unter Diocletian (284–305 n. Chr.), reagierte das Imperium vor allem auf den sich immer mehr verstärkenden Druck auf die Reichsgrenzen. Diesem Zweck dienten eine ganze Reihe von Maßnahmen, die im Kern die Hebung des Steueraufkommens und die Begrenzung inflationärer Tendenzen im Gefolge der Krise der Reichsfinanzen bewirken sollten. Hierzu gehörte z. B. durch das reichsweit geltende Höchstpreisedikt Diocletians. Militär- und Zivilsektor des Staatsapparates wurden getrennt, die Leitung des Staates auf zwei Kaiser aufgeteilt, denen zwei präsumptive Nachfolger beigeordnet wurden (‚Caesaren'). Diesen Reformen verdankte etwa Trier seinen Status und Ausbau als Kaiserstadt (*Augusta Treverorum*). Konstantinopel als Kaiserstadt Konstantins revidierte das Teilungskonzept aber bereits wieder, und wurde letztlich zum Zentrum des späteren oströmischen Reiches (Byzanz).

Bedingt vor allem durch die nahezu permanente Überlastung der Wirtschaft durch die immensen Kosten der Grenzverteidigung gegen die beginnende Völkerwanderung, ist in vielen Bereichen der inneren Zerfall des spätantiken Reiches beobachtbar. Das gilt jedoch nicht pauschal für die Architekturentwicklung. Zwar ist der Verfall vieler großer Bauwerke, und auch die nicht mehr ausreichende Instandhaltung der Infrastruktur konstatierbar, doch zeigten die Baumeister dort, wo entsprechende Ressourcen aufgewendet werden konnten, noch immer ihr technisches Können. Dem Verfall der alten Tempelbauten stehen die Neubauten christlicher Kirchen- und kaiserlicher Profanbauten gegenüber, die vor allem die Beherrschung des Bauens von Räumen mit großen Spannweiten in Holz und Stein belegen. Fassbar ist die Krise aber auch bei diesen Projekten, denn für deren Ausstattung plünderte man häufig ältere Bauten. Die Verwendung von Baugliedern älterer Gebäude an Neubauten (Spolien), die mit dem Verlust von handwerklichem Wissen und Können einhergingen, wurde auch nach der Auflösung des römischen Reiches noch jahrhundertelang fortgesetzt.

3.2 Bauverwaltung

3.2.1 Öffentliches Bauen – die Republik

Die Organisation staatlicher Bauvorhaben

Obwohl Rom in republikanischer Zeit sehr umfangreiche Bauprojekte durchgeführt hat – erwähnt sei hier nur das System der Frischwasserleitungen Roms mit einer Gesamtlänge von seinerzeit bereits über 200 Kilometern – und obwohl Rom, Polybios zufolge, für das Bauen mehr Geld ausgab als für alle anderen Bereiche des Staates, hat die Republik niemals eine eigenständige Baubehörde eingerichtet. Ebensowenig gab es öffentliche Baubetriebe. Die Projektleitung war Teil des Aufgabengebietes der regulären Magistraturen,[4] und wurde durch Vergabe von Werkverträgen an private Unternehmer realisiert. Das Vergaberecht waren nicht bauspezifisch, die Vertragsform (*locatio conductio*) dieselbe wie bei vielen privaten Rechtsgeschäften. Grundsätzlich entsprach diese Verfahrensweise im Bauwesen der allgemeinen Struktur des römischen Staatswesens: Rom war – wenn man es so forumlieren darf – ein Prototyp des ‚schlanken Staates'. Öffentliche Aufgaben wurden in einem Umfang an die Privatwirtschaft delegiert, wie ihn heute selbst neoliberale Theoretiker nicht fordern würden. Erinnert sei hier nur an die schon angesprochene Privatisierung des Steuereinzuges, und selbst die Fütterung der kapitolinischen Gänse wurde als Werkvertrag vergeben. Autonome Körperschaften als Träger von Bauprojekten wie Vorstände von Heiligtümern, Priesterschaften u. ä. hatten nicht die Bedeutung wie im griechischsprachigen Osten.

Vor allem während der frühen und mittleren Republik lagen die meisten großen Bauvorhaben, aber auch die Instandhaltung der öffentlichen Gebäude und der Infrastruktur, in der Hand der beiden Zensoren (*censores*). Die Zensur als eigenständige Magistratur höchsten Ranges war bereits im 5. Jh. v. Chr. geschaffen worden.[5] Sie bestand bis zu ihrer Abschaffung 22 v. Chr. durch das Kaiserhaus unter Augustus.[6] Besetzt wurde das Amt wie das Konsulat mit jeweils zwei Amtsinhabern, die in der Regel vorher das Konsulat innegehabt hatten. Eine Wiederwahl der Zensoren war im allgemeinen nicht möglich. Die Amtszeit der Zensoren folgte nicht der üblichen Annuität der Magistraturen, sondern hatte einen eigenen Rhythmus: Gewählt wurden die Zensoren alle fünf Jahre,[7] ihre Amtszeit betrug jedoch nur achtzehn Monate. Danach blieb das Amt vakant. Dieser Rhythmus, der für die Leitung großer Bauvorhaben offensichtlich problematisch sein konnte (s. u.), erklärt sich durch die Kernaufgaben des Amts, die nur periodisch wahrzunehmen waren: der alle fünf Jahre durchzuführende – namensgebende – Census, d. h. die Führung der Bürgerliste, die Vermögensschätzung und die Erhebung der entsprechenden Vermögenssteuer (*tributum*), sowie das jeweils zum Ende einer Amtsperiode durchzuführende *lustrum*, ein Reinigungsopfer der Zensoren für das gesamte Volk. Weiter gehörte zu den Aufgaben der Zensoren die Aufsicht über die Sitten, die auch eine Rolle spielte bei der Festlegung der Liste der Angehörigen des Ritterstandes und der Senatsmitglieder. Angelagert an diese Kernfunktionen waren Aufgaben der Verwaltung von Staatsbesitz, die wie die Baumaßnahmen auf Auktionen öffentlich an Privatunternehmer vergeben wurden, wie beispielsweise Landnutzung,

[4] Strong 1968, 97–103; Pearse 1974, 1–16. Zu den Magistraturen vgl. Robert und Broughton 1951–52.

[5] Für den folgenden Abschnitt zur Tätigkeit der Zensoren ist zu beachten, dass die zur Verfügung stehenden Quellen alle relativ spät sind, d. h. im wesentlichen aus dem späten 1. Jh. v. Chr. oder aus noch späterer Zeit stammen.

[6] Im 1. Jh. n. Chr. haben allerdings einige Kaiser die Zensur selber übernommen, u. a. Claudius und Vespasian.

[7] Diese Zeitspanne, *lustrum* genannt, entsprach einem periodischen Reinigungsritus.

Schürfrechte, Zölle und anderes. Zu den baubezogenen Aufgaben gehörte zudem das entsprechende Aufsichtsrecht, womit insbesondere das illegale Bebauen von öffentlichem Land und das Anzapfen von inner- und außerstädtischen Frischwasserleitungen für den privaten Gebrauch verhindert werden sollte.

Denn Zensoren bekamen, soweit erkennbar, ein Budget per Senatsbeschluss zugewiesen.[8] Die Summen konnten enorm sein: Livius17 berichtet, dass den Zensoren für das Jahr 179 v. Chr. die gesamten *vectigalia* – d. h. alle regulären Einkünfte des Staates mit Ausnahme der Vermögenssteuer – zugewiesen wurden, womit dann unter anderem die *Basilica Aemilia* errichtet wurde.[9] Für das Jahr 169 v. Chr. erhielten sie die Hälfte der Steuern.[10] Zu den wichtigsten nicht-regulären Einnahmen, die der Senat den Zensoren zuweisen konnte, zählte die Kriegsbeute. So wurde das zweite große Aquaedukt, der *Anio Vetus*, aus der Beute des Krieges gegen Pyrrhos finanziert.[11] Auch das dritte, die *Aqua Marcia*, wurde mit Beute bezahlt, die aus den Kriegen gegen den Archäerbund und gegen Karthago stammte. Weitere Finanzquellen waren Strafzahlungen oder Konfiskationen bei römischen Bürgern.[12] Das Zuschießen von Eigenmitteln des Amtsinhabers – wie bei den Ädilen üblich, die für die Ausrichtung von Spielen zuständig waren – spielte bei den Zensoren anscheinend kaum einen Rolle.

In der Verwendung der zugewiesenen Mittel waren die Zensoren relativ frei, doch behielt der Senat sich ein letztinstanzliches Entscheidungrecht vor.[13] Das zeigt sich beispielsweise an einem Senatsbeschluss, der dem Zensor Gaius Cassius Longinus 155 oder 154 v. Chr. den Bau eines permanenten Theaters aus Stein gegenüber dem Palatin – anstelle der üblichen, nur temporär aufgebauten Holzbauten – untersagte.[14] Auch konnte der Senat von den Zensoren ausgefertigte Verträge durch Mehrheitsbeschluss annullieren, und schließlich konnten Zensoren, wie alle anderen Magistrate auch, wegen ihrer Amtsführung nach Ablauf der Amtsperiode belangt werden.

Zu den bekannten frühen Bauprojekten der Zensoren gehört die Errichtung der ersten bekannten Stadtmauer Roms im Jahre 378 v. Chr.[15] und der Bau der *Via Appia* von Rom nach Capua, sowie der *Aqua Appia*, der ältesten der großen Wasserleitungen 312 v. Chr.[16] Der älteste aus den Quellen überhaupt bekannte Bau der Zensoren war die Errichtung ihres Amtslokals, der *villa publica*, auf dem Marsfeld.[17] Hier wurden die Rechnungsbücher geführt und aufbewahrt, und hier arbeiteten die Schreiber und andere Hilfskräfte, die die Zensoren bei ihrer Arbeit unterstützten.[18] Ob darunter Architekten waren, ist nicht bekannt. Die Indizien dafür sind ambivalent (s. u.).

Die Zuweisung der Bauaktivitäten an die Zensoren war mit verschiedenen Problemen verbunden. Unmittelbar evident ist die Diskrepanz zwischen Amtsperiode und Bauzeit bei Großprojekten, die vor allem für die großen Wasserleitungsprojekte belegt ist. Die rein for-

[8] Polyb. 6.13.3.
[9] Liv. 40.46.16.
[10] Liv. 43.16. Zu den Finanzmitteln vgl. Strong 1968, 97f.
[11] Frontin. de aq. 6.
[12] Liv. 35.41.10.
[13] Kunkel und Wittmann 1995, 399.
[14] App. civ. 1.4.28; Velleius 1.15.3.
[15] Liv. 6.32.1.
[16] Frontin. de aq. 5.
[17] Liv. 4.22.7.
[18] Vgl. z. B. Liv. 43.16.13.

mal naheliegende Lösung, einen Bau wegen der zwischenzeitlichen Vakanz unter Leitung des Nachfolgers zu vollenden, ist nur ausnahmsweise nachweisbar für den Bau einer Tiberbrücke.[19] Stattdessen wurde schon früh improvisiert. Beim Bau der *Aqua Appia* gelang es dem Zensor Appius Claudius Caecus nur dadurch, den Bau unter seiner Leitung zu vollenden, dass er gegen die Gepflogenheit am Ende der Amtsperiode einfach nicht zurücktrat – wodurch er, zum großen Verdruss seines Kollegen, allein seinen Namen mit dem berühmten Bauwerk verbinden konnte.[20] Eine andere, gleichsam institutionalisierte Form der Improvisation, auf die auch in anderen Zusammenhängen immer wieder zurückgegriffen wurde, war die Einsetzung von projektbezogenen Kommissionen. Schon der *Anio Vetus* aus dem frühen dritten Jahrhundert wurde unter Leitung einer Kommission vollendet, in der eines der Mitglieder ein ehemaliger Zensor war.[21] Solche Kommissionen, die auch für Neubauprojekte eingesetzt werden konnten, wurden einfach nach der Zahl ihrer Mitglieder benannt und eine Aufgabenbezeichnung angefügt (z. B. *duumviri aedi locandae* = Zwei-Männer-Kommission zur Vergabe und Abrechnung von Aufträgen für den Tempelbau). Eine andere Lösung war, Beamte niederen Ranges, die im normalen Jahresbeamtentum tätig waren, für die Vollendung heranzuziehen. Infrage kamen hierfür vor allem die schon genannten Ädilen, die im Rahmen ihrer Aufsichtsfunktionen in der Stadt[22] auch für die Tempel zuständig waren, so dass sie mit baulichen Maßnahmen ohnehin befasst waren. Neben Fortführungen[23] sind schon relativ früh auch Neubauprojekte überliefert, die die Ädilen selbständig geleitet haben.[24] Ebenso haben Prätoren nach Ende ihrer Amtszeit Bauprojekte fortgeführt.[25] Spätestens mit der sog. Krise der Republik im 1. Jh. v. Chr. löste sich die feste Bindung der Bauleitung an bestimmte Ämter weitgehend auf, so dass nahezu alle höheren Magistraturen Bauprojekte initiierten und durchführten. Gerade die großen Bauprogramme wurden, wie eingangs erwähnt, relativ losgelöst von den Ämtern von den mehr oder minder beherrschenden Einzelpersönlichkeiten der Epoche durchgeführt: Sulla, Pompeius und Caesar bauten in großem Stil und unabhängig davon, welche Ämter sie jeweils gerade innehatten – eine Entwicklung, die die spätere Bindung nahezu aller Großprojekte an das Kaiserhaus bereits einleitete. Bedingt war diese Entwicklung zunächst vor allem durch die ältere Tradition, Befehlshabern in auswärtigen Kriegen, die der Stadt große Mengen an Kriegsbeute eingebracht hatten, de facto ein Verfügungsrecht über Teile der Beute einzuräumen.[26]

Die Probleme des regulären, von den Zensoren geleiteten Bauens beschränkten sich nicht allein auf den Bereich der Organisation. Phasenweise eine erhebliche Rolle spielen Interessenkonflikte. Der naheliegende Gegensatz zwischen staatlichen Repräsentanten, die möglichst wirtschaftlich mit den ihnen zugewiesenen Mitteln umgehen sollten, und den privaten Bauunternehmern, die an möglichst hohen Gewinnmargen interessiert waren, wurde im republikanischen Rom dadurch verschärft, dass zumindest die Unternehmer mit großen Betrieben und großem Vermögen selbst der Oberschicht angehörten. Sie konnten dadurch potentiell Einfluss auf die Entscheidungen der zentralen politischen Institutionen – Senat

[19] Liv. 40,51,4.
[20] Frontin. de aq. 5.
[21] Frontin. de aq. 6.
[22] Ihr Aufgabenbereich ist zusammenfassend beschrieben bei Cic. leg. 3.3.7. Vgl. dazu Kunkel und Wittmann 1995.
[23] Frontin. de aq. 95.
[24] So bauen die kurulischen Ädilen 193 v. Chr. zwei Portiken, beide Aemilia genannt, und einen Handelsmarkt (*Emporium*) am Tiber; im Folgejahr 192 noch eine weitere Säulenhalle; Liv. 35.41.10.
[25] Frontin. de aq. 7.
[26] Shatzman 1972, 177–205.

und Volkstribunat – nehmen, auch wenn sie dem Senat und dem Tribunat nicht selbst angehören konnten.[27] Die Möglichkeiten, eine Opposition gegen die Zensoren zu organisieren, bot sich im übrigen auch dadurch, dass Zensoren, die bei der Vergabe von Verträgen rigoros das staatliche Interesse verfolgten, oft auch beim Census relativ strikt verfuhren, indem sie etwa wegen ihres Lebenswandels Mitglieder aus dem Senat ausschlossen oder Angehörigen des Ritterstandes das staatliche ‚Ritterpferd' strichen. Bei einem solchen Konflikt 184 v. Chr. gelang es den *publicani* [28] unter Führung des Titus Flamininus im Senat die Annullierung sämtlicher Verträge durchzusetzen, die der ältere Cato und sein Amtskollege vergeben hatten. Zu den Projekten, die Cato vergeben hatte, gehörte auch der Bau der nach ihm benannten *Basilica Porcia*, einer Versammlungs- und Gerichtshalle, die das erste belegbare Exemplar dieses Bautyps in Rom war. Zudem sollte Cato eine Strafzahlung von zwei Talenten auferlegt werden. Cato konnte die Annullierung der Verträge nicht verhindern, wohl, dass die *publicani*, die hinter dem Senatsbeschluss standen, die Verträge zu profitableren Konditionen übernehmen konnten: Er verfügte als Zensor, dass nur diejenigen Unternehmer bei der erneuten Auktion bieten durften, die sich bereits an der ersten Auktion beteiligt hatten. Entsprechend wurden die Verträge von den früheren Bietern zu für sie nur unwesentlich günstigeren Konditionen erneut ersteigert.[29]

Zu einem ähnlichen Konflikt kam es 169 v. Chr. in der Amtszeit der Zensoren C. Claudius Pulcher und Ti. Sempronius Gracchus, in der unter anderem die *Basilica Sempronia* am *Forum Romanun* gebaut wurde[30]. Die Zensoren hatten bestimmt, dass alle *publicani*, die an den Ausschreibungen der vorangegangenen Zensur teilgenommen hatten, in ihrer Amtszeit von den Auktionen ausgeschlossen wurden. Was die Zensoren dazu bestimmt hatte, ist nicht bekannt, aber man wird wohl annehmen dürfen, dass der Abschluss von für den Staat ungünstigen, für die Unternehmer ungewöhnlich lukrativen Verträgen der Hintergrund war. Die *publicani* versuchten zunächst, Widerstand im Senat zu organisieren, scheiterten damit jedoch. Daraufhin brachten sie einen Volkstribunen dazu, die Zensoren vor der Volksversammlung anzuklagen. Das Verfahren endete mit einem knappen Freispruch für die Zensoren. Auf die umgekehrte Problematik, d. h. die Möglichkeiten der bauleitenden Beamten, sich ihrerseits zu bereichern oder bestechen zu lassen, wird weiter unten eingegangen werden.

Die Praxis der Vergabe und Abwicklung von Bauprojekten

Dokumente, die die Vergabepraxis der Zensoren unmittelbar dokumentieren, sind nur in geringer Zahl erhalten. Daraus, und aus diversen anderen Quellen lässt sich aber wenigstens im Umriss das Verfahren beschreiben.[31] Das einzige Dokument, das die Vergabepraxis stadtrömischer Beamter in einigen Punkten unmittelbar wiedergibt, ist eine stark fragmentarisierte Inschrift aus dem frühen 1. Jh. v. Chr.[32] Der vergebende Beamte war der Stadtprätor Titus Vibius Temuudinus, dem auch die *cura viarum* oblag. Erkennbar sind in der Inschrift vier Verträge für Reparaturarbeiten an der 117 v. Chr. gebauten Via Caecilia, die vom 35. Mei-

[27] Mitglieder des Senats war als einzige wirtschaftliche Betätigung die Landwirtschaft erlaubt.
[28] Badian 1972. Der Terminus *publicani*, der an sich alle Unternehmer bezeichnet, die staatliche Aufträge übernahmen, bezeichnet in der Literatur häufig speziell die Steuerpächter.
[29] Liv. 39.44.6-8, Plut. Cato mai. 19.
[30] Liv. 43.16.
[31] Kunkel und Wittmann 1995, 446ff.
[32] ILLRP 465, 465a, 466 = ILS 5799; = CIL VI, n. 40904 a.

lenstein der Via Salaria zur Adriaküste führte. Die Baulose waren nach Straßenabschnitten aufgeteilt. Die Beschreibung der Leistungen selbst ist nur insoweit erkennbar, als dass jeweils ein eingestürzter Bogen (*arcus delaps[us]*) repariert werden sollte. Genannt sind sind in der Inschrift die Namen der Unternehmer (*mancupes*) und die zugeschlagenen Preise der Arbeiten. Der höchste noch erkennbare Preis beträgt über 600.000 Sesterzen. (Zur Kaufkraft: der Tagesbedarf für Lebensmittel eines Arbeiters lag bei etwa 4 Sesterzen). Es gibt ein ähnliches, wohl zugehöriges Inschriftenfragment, in dem der Preis pro Schritt vereinbart wurde.[33]

Sehr viel detailreicher und wesentlich besser erhalten als diese Dokumente aus Rom selbst ist eine Bauinschrift aus Puteoli, die sog. Lex Puteolana aus dem Jahr 109 v. Chr.[34] Sie betrifft die Errichtung eines Torbaus in der Umfassungsmauer des Sarapis-Heiligtums. Vergeben wurde der Vertrag von einer Baukommission (*duumviri*) an den freigeborenen Unternehmer C. Blossius, der für seine Arbeit drei Bürgen stellte. Festgelegt waren die Zahlungsmodalitäten: Von der vereinbarten Gesamtsumme von 7500 Sesterzen oder Assen[35] erhielt Blossius die Hälfte bei Baubeginn, die andere Hälfte nach Abnahme (*probatio operis*). Ungewöhnlich ist, jedenfalls für unsere Kenntnis der Vergabepraxis, dass die Abnahme nicht allein von den beiden Mitgliedern der Kommission, sondern von insgesamt zwanzig ehemaligen Magistraten vorgenommen werden sollte.

Einzigartig ist die Inschrift hinsichtlich der Exaktheit der Beschreibung der zu erbringenden Leistung: Sie ist so präzise, dass sie als verschriftlichter Bauentwurf gelten kann. So sind beispielsweise für alle Bauteile aus Holz jeweils die Holzart, die Abmessungen und die Dekoration festgelegt.[36] Für das Dach ist selbst die Anzahl der Ziegelreihen angegeben. Die Inschrift entspricht in dieser Hinsicht einer griechischen Syngraphé,[37] und man kann daher vermuten, dass in Unteritalien die griechische Form der Vergabe von Bauleistungen auch in römisch-republikanischer Zeit noch praktiziert wurde. Ob das auch in Rom selbst üblich war, lässt sich anhand der hier bisher angesprochenen Inschriften jedoch nicht entscheiden.

Aufgrund der präzisen technischen Angaben ist zudem zweifelsfrei, dass mindestens dieser Teil des Vertrages nicht von einem ausschreibenden Beamten, sondern nur von einem Architekten formuliert worden sein kann. Welche Stellung dieser Architekt hatte, bleibt aber unklar. Möglich ist, dass eines der beiden Kommissionsmitglieder selbst Architekt war. Denkbar ist aber auch, dass diese Teile der Inschrift auf ein detailliertes Angebot zurückgehen, das der Unternehmer (und Architekt) Blossius selbst bei der Kommission eingereicht hatte.

Die sicherlich vielschichtigste Quelle, die gleichermaßen die formale Seite wie die möglichen Interessenkonflikte des Vertragsverfahrens anschaulich werden lässt, ist ein Abschnitt aus Ciceros zweiter Gerichtsrede gegen Verres.[38] Auch wenn der Fall sicherlich ex-

[33] CIL I 809.

[34] ILLRP 518 = ILS 5317 (FIRA III 153). Die bis heute ausführlichste Darstellung ist die Dissertation von Wiegand 1894, 661–775.

[35] Die Lesung ist unsicher.

[36] Vgl. Ulrich 2007.

[37] Vgl. zur Syngraphé Abschnitt. 8.2.10 im Beitrag über das griechische Bauwesen.

[38] Cic. Verr. 2.130–153. Zu berücksichtigen ist dabei naturgemäß, dass es sich dabei um eine Anklage handelt, die den Streitfall einseitig aus Sicht des Klägers darstellt. Die Rede ist im übrigen nie vor Gericht gehalten wurde, sondern schriftlich veröffentlicht worden, nachdem Verres zuvor auf Anraten seines Rechtsbeistandes ins Exil nach Massilia (Marseille) gegangen war, womit das Verfahren beendet war.

trem ist, und obwohl der Text einige Interpretationsprobleme aufwirft, soll er im folgenden etwas ausführlicher dargestellt werden:

Der Unternehmer Publius Junius ersteigerte 86 v. Chr. bei den Zensoren einen Vertrag über Arbeiten am Castortempel beim Forum Romanum in Rom. Es handelt sich offenbar um eine Art Wartungs- und Instandhaltungsvertrag, der auch Reparaturen einschloss. Explizit erwähnt werden Reparaturen an der Decke des Tempels, die (Wieder-?)Aufstellung von Statuen und die Restaurierung von Säulen. Einige von ihnen waren offenbar so stark beschädigt, dass sie mit Hilfe eines Krans abgebaut werden mussten, um die Säulentrommeln zu reparieren, erneut zu versetzen und zu stuckieren.[39] Bürge für den Vertrag auf Seiten des Unternehmers war Decimus Junius, wohl ein Angehöriger der Nobilität, der mit seinem Landbesitz haftete.[40]

Etwa fünf Jahre nach Vertragsabschluss, im Jahr 80 v. Chr., starb Publius Junius, und hinterließ einen unmündigen Sohn, der als Erbe auch die Verpflichtungen aus dem Vertrag seines Vaters zu erfüllen hatte. Erst weitere fünf Jahre später, 75 v. Chr., wurde der Vertrag von den Konsuln aufgegriffen,[41] offenbar um den Vorgang abzuschließen und den Wartungsvertrag neu zu vergeben. Da die Konsuln selbst, und auch die zuständigen Prätoren, überlastet waren, verwies der Senat die Abnahme der Leistungen des alten Vertrages und die Neuausschreibung an die Stadtprätoren, von denen Gaius Verres die Sache übernahm. Es kam daraufhin zu dem eigentlichen Anlass für den späteren Rechtsstreit: Verres inspizierte die Arbeiten vor Ort, wobei kein Architekt zugegen war, wohl aber Rabonius, der von Verres favorisierte Kandidat für den Folgeauftrag. Rabonius war zugleich einer der Vormünder für den unmündigen Sohn des verstorbenen Unternehmers. Verres, der selbst keinen Mangel erkennen konnte, wollte auf Anraten eines seiner Gehilfen – der von Cicero mit Verres' eigenen Worten als einer von dessen „Hunden" bezeichnet wird – die Stellung der Säulen mit dem Lot prüfen lassen: Da kaum eine Säule jemals exakt lotrecht sei, würde es kein Problem sein, auf diese Weise Baumängel festzustellen, die Nachbesserungen bzw. Regressforderungen begründen würden, von denen Verres profitieren könnte. Rabonius widersetzte sich dem zunächst mit Verweis darauf, dass eine solche Kontrolle im Vertrag nicht vorgesehen sei. Trotzdem stellte Verres daraufhin Baumängel fest, und versprach Rabonius im Gegenzug, in der Folge ebenfalls von der Sache zu profitieren.

Die Verwandten und weiteren Vormünder des jungen Iunius versuchten nun zunächst, bei Verres zu intervenieren mit Verweis auf die schwierige Situation ihres jungen Mündels. Als Verres sich weigerte, wandten sie sich an dessen Geliebte, von der bekannt war, dass sie auf Verres' Amtsführung erheblichen Einfluss hatte. Nachdem auch dies keinen Erfolg hatte, boten sie Rabonius 200 000 Sesterzen, etwa den fünffachen Auftragswert, um die Sache bei Verres zu bereinigen. Gemeint war mit dem Angebot wahrscheinlich, dass Rabonius geringfügige Nachbesserungen vornehmen und den größeren Teil der Summe als Bestechungsgeld an Verres abführen sollte. Verres lehnte aber wiederum ab und initiierte die Ausschreibung der Mängelbeseitigung, deren Kosten der ursprüngliche Unternehmer bzw. dessen Bürgen als Regress zu tragen haben würden. Verres trug nun mit verschiedenen Maßnahmen dafür

[39] In den englischen Übersetzungen ist diesbezüglich von „whitewashing" (B. O. Foster) die Rede, in deutschen analog von „Tünche" (Gerhard Krüger). Das dürfte sachlich falsch sein. Die Säulen des republikanischen Tempels waren aus Travertin, einem porösen Gestein, das üblicherweise mit einer Stuckschicht überzogen wurde. Sie musste nach Demontage der Trommeln zwangsläufig erneuert werden.

[40] Wahrscheinlich Decimus Junius Brutus, der Vater des Caesarenmörders Decimus Iunius Brutus Albinus. Publius Junius könnte auch ein Freigelassener des älteren Decimus Junius Brutus gewesen sein; vgl. F. Kolb 1995, 475.

[41] Die Zuständigkeit erklärt sich zum Teil dadurch, dass zwischen 86 und 70 v. Chr. keine Zensoren amtierten.

Sorge, dass die Ausschreibung der Arbeiten nicht publik wurde, und der Termin der Auktion von niemandem besucht wurde. Um mögliche Bieter jenseits seines Kandidaten Rabonius zusätzlich an der Abgabe eines Gebotes zu hindern, fixierte er einen kaum einzuhaltenden, engen Termin für die Fertigstellung. Bei der Auktion erschienen jedoch unerwartet die Verwandten des Mündels, um den Auftrag für ihr Mündels zu ersteigern. Das aber hätte bedeutet, dass sie für ihr Mündel einen Auftrag ersteigerten, den ihr Mündel als Regress zugleich selbst bezahlen müsste – also annähernd Nullsummenspiel,[42] bei dem Verres leer ausgegangen wäre. Daraufhin fügte Verres der Ausschreibung einen Passus ein, der alle Unternehmer von der Auktion ausschloss, die an Versteigerungen unter den Zensoren von 86 v. Chr. teilgenommen hatten. Der damit einzig verbleibende Bieter, Verres' Kandidat Rabonius, erhielt den Auftrag nun für 560 000 Sesterzen, obwohl die Nachbesserungsarbeiten bereits bei 80.000 Sesterzen einen äußerst lukrativen Vertrag dargestellt haben würden.

Das Endergebnis ist, dass das Mündel ruiniert war, da es die zugeschlagene Vertragssumme nicht aufbringen konnte, und entsprechend der Bürge des ursprünglichen Vertrages, Decimus Junius, ersatzweise für die volle Summe haften musste. Decimus bekam allerdings in der Folge, nachdem er massiven Druck auf Verres ausgeübt hatte (womit, bleibt unklar) 110.000 Sesterzen von Verres zurück – offenbar Geld, das Rabonius an Verres weitergereicht hatte. Rabonius, der von Verres gedeckt wurde, beendete die Arbeiten erst mit mehreren Jahren Verzug, obwohl in der Neuausschreibung extrem enge Termine gesetzt worden waren.

Der geschilderte Fall enthält fast die gesamte reguläre Verfahrensweise des römischen Vergaberechts, allerdings immer nur im Spiegel von Verres' gegengerichteten Maßnahmen: Eine Ausschreibung musste öffentlich annonciert werden. Die Vergabe selbst fand als Auktion statt (*licitatio*), an der sich jeder beteiligen konnte, der die von der Behörde formulierten Anforderungen an die Bieter erfüllte. Bieter konnten dabei aus rechtlichen Gründen ausgeschlossen werden. Der ausgebotene Vertrag selbst (*lex censoriae*) enthielt eine Leistungsbeschreibung und einen Fertigstellungstermin. Weiter mussten die Bieter Bürgen stellen, vermutlich wegen der üblichen Vorschusszahlungen. Die fertiggestellte Leistung musste von der ausschreibenden Behörde geprüft und abgenommen werden. Die technische Abnahme, *probatio operis*,[43] hatte im Rahmen dessen zu erfolgen, was im Vertragstext vorgesehen war. Wurden bei der Abnahme Mängel festgestellt, war der Unternehmer zur Sachmängelhaftung verpflichtet bzw. regresspflichtig. Die Nachbesserung war ihrerseits ausschreibungspflichtig. Die Kosten der Mängelbeseitigung wurden dem Unternehmer auferlegt, an dessen Arbeit die Mängel festgestellt wurden. Geht man die hier angesprochenen Punkte durch, entspricht das republikanische Vergaberecht den einschlägigen Grundsätzen des modernen Vergaberechts (Wettbewerbsprinzip, Transparenzprinzip, Gleichbehandlungsprinzip). Auch manche andere Parallele zu Rechtsstreitigkeiten im modernen Baubetrieb würde sich ziehen lassen.

Öffentliches Bauen – die Kaiserzeit

Mit dem Ende der Republik und der Errichtung der Monarchie unter Augustus verschwanden die republikanischen Institutionen nicht, jedoch verloren sie weitestgehend ihre Kompetenzen. Der Grund für das mindestens formale Fortbestehen der Institutionen war nicht etwa, dass die römische Nobilität dem Kaiserhaus und seinem umfassenden Machtanspruch zumindest teilweise erfolgreiche Rückzugsgefechte geliefert hätte, sondern das Herrschafts-

[42] Strenggenommen nicht, weil das Mündel seine Selbstkosten ja nicht erstattet bekommen würde.
[43] Pieler 2001, 1479–1495.

konzept des Augustus. Ihm war vollkommen klar, dass die Beseitigung der Königsherrschaft im späten 6. Jh. v. Chr., an deren Stelle die Selbstverwaltung durch zeitlich begrenzte Wahlämter trat, ein Kernelement der politischen Identität der Römer war. Deren praktisch-politische Bedeutung war ja offen zutage getreten in der keineswegs wirkungslosen Propagandakampagne der Opposition gegen seinen Großonkel, die behauptete, Caesar habe sich zum *rex*, zum königlichen Alleinherrscher machen wollen. Augustus deklarierte deshalb sein faktisches Machtmonopol gerade nicht als Abschaffung, sondern als Wiederherstellung der alten republikanischen Staatsform nach der von ihm beendeten Periode der Bürgerkriege (‚*res publica restituta*‘). Das öffentliche Bauen ist eines der Beispiele für diesen Wandel. Zwar wurden auch weiterhin Konsuln, Prätoren und Ädilen gewählt, aber niemand von den Amtsinhabern leitete mehr ein staatliches Bauprojekt in eigenener Verantwortung. Auch die Zensur, die traditionell für das Bauen wichtigste Magistratur, wurde nicht formell abgeschafft, aber sie wurde nicht besetzt, und wenn später doch einmal, dann war fast immer der Kaiser selbst der Amtsinhaber. Für das Bauen hatte die Zensur keine Bedeutung mehr.

Das Kaiserhaus musste sich also für die Leitung seiner seiner Bauprojekte neue Organisationsformen schaffen, zumal da die Bauaktivitäten phasenweise noch weit größeren Umfang hatten als in republikanischer Zeit. Vor allem die Infrastruktur der Stadt war durch die Bürgerkriege teils vernachlässigt, teils zerstört worden. Rom war zugleich unkontrolliert, aber nachhaltig gewachsen. Und schließlich waren imposante Neubauprojekte nicht zuletzt ein legitimierender Nachweis dafür, dass die Stadt von der Herrschaft der Kaiser profitierte. „Ich fand eine Stadt aus Ziegeln vor,[44] und hinterließ eine Stadt aus Marmor“, soll Augustus gesagt haben.[45] Seine Nachfolger haben es nicht dabei belassen, sondern umfangreiche Projekte initiiert, die man als regelrechte Bauprogramme zu rekonstruieren und zu beschreiben versucht hat, und sich teilweise persönlich dabei engagiert. Erwähnt sei hier nur Nero, der mit seinen Architekten Severus und Celer die riesige Anlage der *domus aurea*, des neuen Kaiserpalastes im Zentrum Roms plante, oder Rabirius, der unter Domitian umfassende Pläne zur Um- und Ausgestaltung der Stadt vorgelegt zu haben scheint.

Betrachtet man nun sozusagen die Organisationsentwicklung der kaiserlichen Bauaktivitäten, dann zeigt sich ein Prozess schrittweiser Weiterentwicklung, der nur verständlich wird, wenn man neben den funktionalen Erfordernissen bei der Leitung der Bauprogramme zugleich die oben skizzierten politischen Aspekte in Rechnung stellt. Die am besten aus den Quellen in ihrer Entwicklung rekonstruierbare Baubehörde ist die *cura aquae*, die für die Frischwasser- und Abwassersysteme der Stadt Rom zuständig war.

Die *cura aquae* und andere staatliche Organisationen

Zur Zeit, als Augustus seine Herrschaft befestigt hatte, war die jüngste der vier vorhandenen Frischwasserleitungen, die *Aqua Tepula*, bereits über einhundert Jahre alt, und die noch älteren drei – die *Aqua Appia*, der *Anio Vetus* und die *Marcia* – sanierungsbedürftig. Da aber selbst bei voller Funktionsfähigkeit die Kapazität der vier Aquaedukte als nicht ausreichend für die stark gewachsene Stadt angesehen wurde, stand zudem ein Neubauprojekt an, die 33 v. Chr. gebaute, nach dem Kaiserhaus benannte *Aqua Julia*. Nur zwölf Jahre später wurde noch eine weitere Leitung gebaut, die *Aqua Virgo*. Auch die innerstädtischen Leitungen und die Wasserentnahmestellen mussten dem Wachstum der Stadt entsprechend ausgebaut

[44] Damit waren Bauten aus Lehmziegeln, nicht aus gebrannten Ziegeln, gemeint.
[45] Suet. Aug. 28.3.

werden. Saniert werden musste zudem das Abwassersystem, insbesondere die *Cloaca Maxima*.

Wie bedeutsam die Aufgabe aus Sicht von Augustus war, zeigt sich daran, dass er die Leitung seinem wichtigsten Mitarbeiter übertrug, Marcus Vipsanius Agrippa. Obwohl die Durchführung der erforderlichen Baumaßnahmen Jahre in Anspruch nehmen würde und ihr Leiter einen umfangreichen Mitarbeiterstab brauchen würde, wurde zunächst keine entsprechende Behörde eingerichtet. Vielmehr wurde Agrippa in das traditionell für die Wasserversorgung zuständige Amt eines kurulischen Ädilen gewählt. Schon für sich genommen war diese Wahl ein Kuriosum, denn die Ädilität gehörte zu den unteren Magistraturen, Agrippa war jedoch zuvor bereits Konsul gewesen, was die höchste Position innerhalb der Ämterlaufbahn, des *cursus honorum*, war. In diesem Sinne wurde Agrippa gleichsam degradiert, um der hergebrachten Ordnung der Aufgabenzuweisung an die Magistraturen zu entsprechen. Auch war die Zahl der Mitarbeiter eines Ädilen und deren Finanzierung vollkommen unzureichend für die anstehenden Aufgaben. Selbst in dieser Hinsicht wurde formell keine Veränderung vorgenommen. Die Lösung war, dass Agrippa seinen Stab von immerhin 240 Mitarbeitern – unter ihnen Architekten, Messtechniker und Bauhandwerker, Inspektoren, Aufseher bei den großen Brunnenanlagen usw.[46] – weitgehend aus Sklaven rekrutierte, deren Ankauf und Unterhalt er aus seinem Privatvermögen bis zu seinem Tod bezahlte. Zudem konnte er offenbar einige Fachleute aus den Pioniereinheiten der Legionen des Augustus übernehmen. Zu ihnen gehörte Vitruv. Die Institutionaliserung dieser für den Betrieb des erheblich erweiterten Leitungssystems dauerhaft notwendigen Organisation (*famiglia* oder schlicht *aquarii* genannt) erfolgte einfach dadurch, dass Agrippa seine ‚Privatbehörde' dem Staat testamentarisch vermachte.[47]

Ein Jahr nach seinem Tod 12 v. Chr. wurde die *cura aquae* schließlich doch auf eine gesetzliche Grundlage gestellt, indem der Senat das Amt des *curator aquae* einrichtete und dessen Aufgaben und Rechte bestimmte. Ihm zur Seite gestellt wurden zwei leitende Beamte. Die Besetzung der drei Ämter erfolgte nach dem alten System der Magistraturen, d h. Fachkompetenz war bei der Wahl kein entscheidendes Kriterium, sondern es wurden in anderen Ämtern bewährte Mitglieder der Nobilität periodisch gewählt.[48] Auch für den repräsentativen Auftritt der neuen Magistrate im alten Stil wurde gesorgt, in dem ihnen für Inspektionen außerhalb der Stadt Liktoren, Ausrufer und drei staatliche Diener zugestanden wurden.[49] Die Amtszeit folgte zumindest anfangs nicht dem normalen Muster der Jahresmagistraturen, sondern entsprach eher dem alten Zensorenamt: Wahlen fanden zunächst mehrfach nur alle zehn Jahre statt, die tatsächliche Amtszeit füllte jedoch nicht den gesamten Zeitraum zwischen den Wahlen aus, sie dauerte vielmehr drei Monate pro Jahr. Das System scheint sich jedoch nicht bewährt zu haben, denn die Wahlen erfolgten später in wesentlich kürzeren Abständen.[50] Frontinus beispielsweise, dessen Schrift *de aqueductu* wir die meisten Informationen zur Arbeit der Cura verdanken, amtierte nur ein Jahr.

Ein weiterer substantieller Schritt beim Ausbau der Cura ergab sich im Gefolge des Baus der Aqua Claudia 52 n. Chr. Die Gesamtzahl der *aquarii* wurde annähernd verdreifacht, wobei die 460 zusätzlichen Sklaven aus dem Vermögen des Kaiserhauses finanziert

[46] Frontin. de aq. 117.
[47] Frontin. de aq. 116.
[48] Frontin. de aq. 99; 102; 104; 106; 125; 127.
[49] Frontin. de aq. 100.
[50] Rogers 1982, 171–180.

wurden.[51] Trotz dieser Erweiterung konnte die Behörde nicht alle Arbeiten am Leitungssystem selbst bewältigen. Nicht nur für Neubauten, sondern offenbar auch für größere Reparaturen wurden, wie in den Zeiten der Republik, Werkaufträge an private Unternehmer vergeben.[52]

Das Organisationsmodell der Cura entsprach mithin zumindest insoweit dem Anspruch des Augustus, den Staat mit seinen traditionellen Institutionen erhalten zu haben, als die Durchführung der prestigeträchtigen Aufgabe nach dem republikanischen Muster einem periodisch wechselnden Mitglied der Nobilität übertragen wurde. Der Preis dafür waren die Schwächen des Modells, die Frontinus in *de aquaeductu* klar aufgezeigt hat: Der Mangel an Fachkompetenz und Kontinuität an der Spitze der Behörde begünstigte die Korruption. Höhere Mitarbeiter der *famiglia* tolerierten offenbar häufig gegen Bestechung Manipulationen bei der Privatentnahme von Wasser aus dem öffentlichen System, indem die gekennzeichneten Zuflussrohre gegen solche mit höherem Durchfluss ausgetauscht wurden. Zudem war der Leiter bei der Entscheidung, ob Reparaturen noch mit Eigenmitteln der Cura ausgeführt werden konnten oder an kompetente Privatunternehmer vergeben werden mussten, von den Experten seiner Behörde abhängig, deren Beurteilung durch Bestechung interessierter Unternehmer beeinflusst sein konnte. Eben diese Probleme waren auch der Grund, warum Frontinus seine Schrift angefertigt hat, nämlich um zunächst sich selbst, und später auch seinen Nachfolgern, die Fachkompetenz zu vermitteln, die die Abhängigkeit des Leiters von den Experten in seiner Behörde reduzierte. Aus dem gleichen Grund systematisierte und verbesserte er die Dokumentation der Arbeit der Behörde. Listen mit der Anzahl und Kapazität der Entnahmestellen, eine Karte des Leitungssystems und ein Journal, in dem tagesaktuell die Arbeitsaufträge an die Handwerkergruppen festgehalten wurden, sind auf seine Initiative hin eingeführt worden.[53]

Nach dem Muster der stadtrömischen Cura sind in großen Städten des Imperiums ähnliche Behörden aufgebaut worden.[54] Im Verlauf der Kaiserzeit verstärkte sich die Tendenz, das alte System von Werkverträgen mit privaten Unternehmern, die von Magistraten beauftragt wurden, durch neu gegründete Staatsunternehmen zu ersetzen. Zu nennen ist in diesem Zusammenhang etwa die *ratio marmorum*, die ab dem 2. Jh. n. Chr. für den Import von Marmor und anderen Gesteinen aus verschiedenen Steinbrüchen der Provinzen zuständig war,[55] und vor allem die *opera caesaris*, die zentrale und direkt dem Kaiserhauses unterstellte Organisation zur Durchführung von Bauprojekten.[56] Ihre Einrichtung erfolgte wohl erst gegen Ende des 1. Jh. n. Chr. im Kontext der Bauprogramme Domitians, d. h. zu einer Zeit, als eine zumindest formelle Anbindung des Bauens an die alten republikanischen Magistraturen auch politisch nicht mehr geboten schien. Leider lässt sich die Struktur und Ausstattung

[51] Für den vom Staat, d. h. vom Senat finanzierten Teil der Cura standen 250.000 Sesterzen an Einnahmen aus dem Verkauf von Wasserrechten zur Verfügung, soweit sie nicht unterschlagen wurden. Mit Domitian hat sich selbst ein Kaiser an dieser Kasse bedient; Frontin. de aq. 118.
[52] Frontin. de aq. 119.
[53] Frontin. de aq. 117.
[54] Vgl. dazu die jüngeren Untersuchungen der Reihe „Cura Aquarum in...“, der Kongress-Serie zur Geschichte des Wasserbaus des Leichtweiß-Instituts der Technischen Universität Braunschweig. Erschienen sind Bände zu Ephesos, Sizilien, Jordanien und Israel.
[55] Inschriftlich bekannt durch CIL 6.8631, 301, 8482, 33790; 11.31995. Allerdings ist nicht einmal der Name der Behörde gesichert. Ausführlicher zur *ratio marmorum* hier S. 299.
[56] Vgl. A. Kolb 1993.

der *opera caesaris* nicht beschreiben, da nahezu keine entsprechenden Informationen in den Quellen zu finden sind.

Große Bedeutung nicht nur für die Leitung, sondern auch für die Durchführung von öffentlichen Bauprojekten hatte in der Kaiserzeit zudem das Militär. Technische Kapazitäten hatten die Legionen bereits in republikanischer Zeit durch die Pioniereinheiten, die für den Lagerbau sowie den Bau und die Wartung von Kriegsmaschinen zuständig waren und über entsprechendes Personal – unter anderem eigene Architekten – verfügten. Der bekannteste unter ihnen ist wiederum Vitruv.[57] Mit der Umwandlung der Legionen in ein stehendes Heer unter Augustus war zudem ein Reservoir von Arbeitskräften geschaffen worden, dass die Durchführung großer Infrastrukturprojekte ermöglichte. Der Straßen- und Brückenbau diente neben der Mobilität der Truppen der inneren Erschließung des Reiches. Das Militär hat des weiteren die teilweise Hunderte von Kilometern langen Grenzbefestigungsanlagen (durchweg *limes* genannt) in Deutschland, England, auf dem Balkan und in Lybien selbst gebaut. Auch die Materialgewinnung wurde schließlich im großen Stil durch das Militär organisiert. Mehrere Legionen beuteten in den Provinzen eigene Steinbrüche aus, etwa in Ägypten. Die Ziegelproduktion (Backstein) wurde in großem Maßstab durch Einheiten des Heeres betrieben. Beliefert wurden nicht nur die eigenen Projekte, sondern auch Gemeinden, und wahrscheinlich auch Privatunternehmen. Zumindest teilweise übernahmen die Legionen die Aufgaben staatlicher Bauunternehmen, was sich nicht zuletzt daran zeigt, dass sie ihre Architekten und Handwerker ausbildeten.

Die Tatsache, dass es aus der Kaiserzeit nahezu keine Inschriften gibt, die Bauvorgänge dokumentieren, ist kaum den Zufälligkeiten der Erhaltung zuzuschreiben, sondern dürfte mit der oben skizzierten Entwicklung direkt zusammenhängen. In der Republik waren die bauleitenden Beamten der Öffentlichkeit gegenüber verantwortlich. Entsprechend war es nur folgerichtig, wenn bauleitende Beamte von ihnen abgeschlossenen Verträge durch Inschriften öffentlich dokumentierten.[58] In der Kaiserzeit hingegen waren die bauleitenden Beamten bei Großprojekten in der Regel nicht mehr der Öffentlichkeit, sondern dem Kaiserhaus gegenüber rechenschaftspflichtig, und insofern bestand kein Anlass mehr, Verträge, Zahlungen usw. gegenüber der Öffentlichkeit zu dokumentieren.

3.2.2 Private Bauaufträge

Informationen über die Beziehungen zwischen privaten Bauherrn auf der einen Seite und Architekten, Bauunternehmern und Handwerkern auf der anderen Seite, sind nur sehr wenige überliefert. Hauptquelle ist der älteste erhaltene lateinische Prosatext, das Buch über die Landwirtschaft (*de agri cultura*) des älteren Cato, das um 150 v. Chr. geschrieben worden sein dürfte. Dort findet sich eine Passage mit Hinweisen zur Anlage eines Gutshofes (*villa rustica*), die in der Forschung als ‚catonisches Bauformular' diskutiert worden ist.[59] Hinzukommen aus der juristischen Literatur einige Passagen in den Digesten oder Pandekten, einer 533 n. Chr. herausgegebenen Rechtssammlung, in der Zitate aus den Schriften der großen kaiserzeitlichen Juristen des 2. und 3. Jhs. n. Chr. gesammelt sind. Bei der Darstellung der *locatio conductio*, einer Vertragsform für Miet- Pacht-, Werk- und Dienstverträge,[60] ge-

[57] Zu den Militärarchitekten s. S. 379.
[58] Siehe die oben erwähnten Inschriften zu den Reparaturen an der Via Caecilia.
[59] Cato agr. 14f.
[60] Honsell 2010, §48, 51.

ben die Juristen gelegentlich Beispiele, die auf Bauverträge bezogen sind.[61] Es ist dieselbe Vertragsform, die bereits in republikanischer Zeit von den zuständigen Magistraten für die Vergabe von Werkverträgen verwendet wurde. Die prinzipiell ebenfalls anwendbare ältere Vertragsform der *stipulatio* – eines mündlichen, in der Formulierung exakt festgelegten Leistungsversprechens – dürfte in der Praxis wegen der Komplexität von Bauverträgen schon in der mittleren Republik kaum noch eine Rolle gespielt haben.[62] Im übrigen sind noch einige Passagen aus den – in antiker Zeit bereits veröffentlichten – Briefkorrespondenzen von Cicero und dem jüngeren Plinius einschlägig.

Über die Auswahl von Architekten und Bauunternehmern durch Privatleute ist kaum etwas bekannt. Es gibt lediglich einige Hinweise dazu in den angesprochenen Briefen. Da fast alle Architekten, die Cicero erwähnt, entweder Freigelassene oder Skaven waren,[63] dürfte seine persönliche Beziehung zu dem jeweiligen Patron oder Besitzer eine wesentliche Rolle gespielt haben. Teilweise hatte Cicero auch bereits Erfahrung mit der Arbeitsweise der in den Briefen erwähnten Architekten, so dass seine Einschätzung der Kompetenz und Arbeitsweise ebenfalls ein Kriterium der Auswahl gewesen sein dürfte: „Auf dem Manilianischen Gute [des Atticus] fand ich Diphilus noch schläfriger als sonst, doch war weiter nichts im Rückstand als die Bäder, der Spaziergang [die Wandelhalle] und das Vogelhaus; (…) Endlich wird er doch einmal Bleiwaage[64] und Richtschnur brauchen lernen“[65]). Persönliche Beziehungen waren offenbar auch entscheidend für den Auftrag, den der jüngere Plinius an den sonst nicht bekannten Architekten Mustius brieflich vergeben hat. Plinius bittet ihn in dem Brief, einen eingestürzten kleinen Tempel auf einem seiner Güter zu restaurieren, und Hallenbauten für religiöse Feiern anzulegen. Zudem soll Mustius nach eigenem Ermessen Architekturglieder aus Marmor auswählen und ankaufen.[66] Da Plinius Mustius direkt anschreibt und beauftragt, dürfte Mustius ein freigeborener Römer sein. Wäre er ein Freigelassener oder Sklave gewesen, hätte Plinius – falls er in diesem Fall überhaupt mit ihm korrespondiert hätte – sicherlich eine Absprache mit dessen Patron oder Besitzer erwähnt.

Zu den wenigen Hinweisen auf den Inhalt eines Bauvertrages, der auf Basis rein geschäftlicher Beziehungen zwischen Bauherr und Architekt geschlossen worden sein könnte, gehört das erwähnte catonische Bauformular. Der Architekt, von Cato einfach als als *faber*, also Handwerker bezeichnet, erhält die Gesamtleitung für die Errichtung des Gutshofes, der quasi schlüsselfertig, also einschließlich aller Maurer-, Dachdecker- und Schreinerarbeiten, und mit der von Cato genau spezifizierten technischen Ausstattung mit landwirtschaftlichen Geräten, Gegenstand des Vertrages ist. Der Architekt ist gleichwohl kein Bauunternehmer, sondern eher ein Bauleiter, denn große Teile des Materials und die Bauhilfskräfte stellt der Bauherr, und sogar die erforderlichen Werkzeuge wie Säge und Bleilot. Für zuzukaufendes Material wie die Dachziegel wird der Preis vertraglich festgelegt.

---

[61] Zusammengestellt von Martin 1982.

[62] Sie wurde aber noch in der juristischen Literatur beispielhaft herangezogen. Frage Stipulator: „Versprichst Du, ein mehrstöckiges Wohnhaus an diesem Ort innerhalb von 2 Jahren zu bauen“ – Antwort Promessor: „Ich verspreche“. Dig. 45.1.124.

[63] Mehr zum personenrechtlichen Status unten im Abschnitt über die Architekten.

[64] Auch Setzwaage genannt. Sie bestand aus Holzleisten, die in der Form des Buchstaben „A“ zusammengesetzt waren, an dessen Spitze ein an einer Schnur aufgehängtes Lot befestigt war. Sie diente zum Nivellieren, ähnlich wie die spätere Wasserwaage.

[65] Cic. ad Q. 3.1.

[66] Plin. ep. 9. 39.

Für die bauhandwerklichen Arbeiten, insbesondere die Anlage der Mauern, werden genaue technische Vorgaben gemacht, etwa für den Kalkanteil des Mörtels, die Fundamentierungstiefe, die Wandstärke, die Verputzung usw. Dabei werden beide seinerzeit üblichen Bautechniken gesondert dargestellt, also in Mörtel gesetzter Naturstein und Lehmziegelbau. Abgerechnet wird die Arbeit nach Bauvolumen oder Menge des verbauten Materials, d. h. pro hundert Fuß Mauer oder pro versetztem Ziegel, nicht nach Bauzeit.

Der Text enthält des weiteren einige rein juristische Klauseln. Die bekannteste ist die *bona fide* Klausel, die beide Parteien auf den Grundsatz des ‚billigen Ermessens' verpflichtet.[67] Sie bedeutet, dass beide Parteien im Streitfall bei der nicht explizit erwähnten, aber offensichtlich permanent berücksichtigten Abnahme des Baus das Urteil eines Richter nach billigem Ermessen anerkennen werden. Berücksichtigt werden weiterhin nicht vom Auftragnehmer zu verantwortende Bauschäden, etwa durch Blitzschlag, und erschwerte äußere Bedingungen (Zuschlag bei Bau im Hochsommer ein Viertel der vereinbarten Summe). Auch die Haftung des Bauherrn für Qualitätsmängel der von ihm angelieferten Materialien ist vertraglich geregelt.

Allgemeine juristische Bestimmungen enthalten auch die oben angesprochenen Passagen aus der kaiserzeitlichen Rechtsliteratur zum Vertrag vom Typ *locatio conductio*.[68] Sie geben an, dass der Vertrag konsensuell und formfrei ist, so dass beliebig viele Vereinbarungen in dem Vertrag festgeschrieben werden können. Der Bauherr als *locator* beauftragt den Unternehmer, den *conductor*, mit dem Projekt, für das letzterer einen einklagbaren Anspruch auf Zahlung (*merces, pretium*) erwirbt. Letzterer übernimmt damit zugleich die Haftung für die Ausführung bzw. Baumängel. Darauf bezogen ist beispielsweise in den Digesten bestimmt, dass der Unternehmer auch dann für einen Transportschaden an einer Säule haftet, wenn der Schaden von einer Hilfskraft verschuldet worden ist.[69] Zu erfahren ist dort auch, dass die Haftung im Fall von Bauschäden, sofern sie auf mangelnde Festigkeit des Baugrunds zurückzuführen sind, anders geregelt war als heute: In diesem Falle haftet der Auftraggeber, weil er gleichsam ein Objekt minderer Qualität für das Projekt gestellt hat.[70]

3.3 Planung und Entwurf

3.3.1 Architekt, Bauherr und die Kernkompetenz des Architekten

Will man eine Vorstellung davon gewinnen, wie das Zusammenwirken von Architekt und Bauherrn in römischer Zeit ausgesehen haben könnte, auf welche Weise ein Architekt seine Vorstellungen gegenüber einem potenziellen Klienten darstellte, und welche Qualifikation er dabei geltend machte, dann kann man zunächst auf eine kleine Szenen zurückgreifen, die in den Quellen en passant überliefert ist. Aulus Gellius (2. Jh. n. Chr.) schildert in seinen *noctes Atticae*, wie er seinem offenbar wohlhabenden Freund Cornelius Fronto einen Besuch abstattet, als dieser erkrankt ist. In dessen Haus angekommen, trifft er auf eine Gesellschaft, zu der auch Architekten gehören.[71]

[67] Siehe dazu Schermeier 2000, 63ff. Kunkel und Schermaier 2005, 113.
[68] Honsell 2010, §48, 51.
[69] Gai. D 19, 2, 25, 7.
[70] Lab D 19, 2, 62
[71] Gell. 19.10.

„By his side stood several builders, who had been summoned to construct some new baths and were exhibiting different plans for baths, drawn on little pieces of parchment. When he had selected one plan and specimen of their work, he inquired what the expense would be of completing that entire project. And when the architect had said that it would probably require about three hundred thousand sesterces, one of Fronto's friends said, 'And another fifty thousand, more or less'".

Für moderne Vertreter des Fachs wird sich diese Passage wahrscheinlich kaum überraschend lesen, da es sich auch in der Neuzeit jahrhundertelang quasi von selbst verstanden hat, dass Architekten ihre Ideen in Form von Zeichnungen entwickeln und präsentieren, auch wenn es bei den Zeichnungen auf Pergament, von denen Gellius spricht, sich sicher nur um Handskizzen handelt. Auch Vitruv – die mit Abstand wichtigste Quelle für die Arbeitsweise der römischen Architekten – verlangt vom Architekten, dass er seine Entwürfe zeichnerisch darstellen kann. Vitruv kennt drei Arten von Zeichnungen, die *orthographia*, die *ichnographia* und die *scaenographia*, also Aufriss, Grundriss und perspektivische Ansicht, was der modernen Trias aus Grundriss, Schnitt und Perspektive bereits frappierend nahekommt.[72] Die von Vitruv verwendeten griechischen Termini deuten daraufhin, dass das Entwerfen und Planen von Gebäuden anhand von Zeichnungen unterschiedlicher Typen zunächst von griechischen Architekten entwickelt worden ist. Das ist wahrscheinlich, doch aus den Quellen nicht weiter zu belegen. Vermutlich ist es eine Entwicklung aus der Zeit des Hellenismus, denn für die klassische Zeit gehen fast alle Forscher inzwischen davon aus, dass die Entwürfe mit anderen Methoden erarbeitet wurden.[73]

Der Bauentwurf, der in den Zeichnungen dokumentiert ist, betrifft aus Vitruvs Sicht die Kernkompetenz des Architekten. Er formuliert das mehrfach sehr klar, unter anderem in einer Passage, wo er sagt, dass wenn ein Bauwerk handwerklich gelungen ist, es die Leistung des bauleitenden Handwerkers (des *officinator*) sei, und dass, wenn der Bau prachtvoll ausgestattet ist, dies der Finanzkraft des Bauherrn zuzuschreiben sei. Wenn aber der Bau ‚anmutig' ausfällt, müsse das als *gloria architecti* gelten.[74] Was aber zeichnet in diesem Sinne die Arbeit des Architekten aus, was versetzt ihn, und nur ihn, in die Lage, Entwürfe zu entwickeln, die diesen Ruhm verdienen? Vitruv gibt die Antwort an gleicher Stelle: Nur der Architekt habe die Fähigkeit, noch bevor der Bau in der Realität Gestalt annimmt, sich bereits eine zutreffende und konkrete Vorstellung von dem Gebäude zu machen, so dass er Entwurfsentscheidungen bereits vorab zuverlässig beurteilen kann. Allen anderen billigt Vitruv zwar durchaus auch ein qualifiziertes Urteil über Architektur zu, aber eben erst, wenn sie realisiert worden ist, und das heißt: wenn kaum noch etwas zu ändern ist. Eben deshalb muss der Architekt, wie in der zitierten Passage, seinem Klienten eine Anschauung des vorgeschlagenen Projekts präsentieren, und eben dazu dienen dort die Skizzen, seien es nun Grundrisse oder perspektivische Ansichten.

Nun haben Zeichnungen bei der Arbeit des Architekten unterschiedliche Funktionen. Neben der hier angesprochenen Präsentation von Entwurfsideen dienen sie vor allem der Kommunikation mit den ausführenden Handwerkern in Form von Bauplänen, und sie dienen dem Architekten bei seiner eigenen Arbeit am Entwurf, also der Konzeptionierung und der

[72] Vitr. 1. 2. 2.
[73] Ausführlicher dazu im Beitrag über das griechische Bauwesen im vorliegenden Band, Abschnitt. 2.3.5.
[74] Vitr. 6.8.9.

Formfindung. Betrachtet sei hier nun zunächst einfach, was man über Bauzeichnungen aus römischer Zeit anhand von Funden und Quellen sagen kann.

3.3.2 Römische Architekturzeichnungen und ihre Funktion

Neben der oben zitierten Passage aus den *noctes Atticae* gibt es noch weitere Hinweise in den Schriftquellen auf Architekturzeichnungen. Ähnlich wie dort wird beispielsweise von Sueton angegeben, dass auch Caesar als Bauherr den Bau einer Gladiatorenschule mit seinen Mitarbeitern anhand einer Grundrisszeichnung durchgesprochen hatte.[75] Sueton verwendet dafür den Begriff *forma*, was in diesem Kontext einen gezeichneten Grundriss meint. Der Begriff ist in diesem Sinne vor allem bekannt durch die Fragmente eines auf Marmorplatten gezeichneten Grundrisses der Stadt Rom, der mit *forma urbis* betitelt ist. Ein zeichnerischer Entwurf wird auch in der berühmten Anekdote erwähnt, derzufolge der spätere Kaiser Hadrian Apollor, dem Architekten Traians, einen eigenen Entwurf für einen Tempel der Venus und Roma zur Begutachtung vorlegte.[76] Nach Ausweis der Textpassage kann es sich in diesem Fall nicht, oder nicht ausschließlich, um eine Grundrisszeichnung gehandelt haben, denn Apollodors Beurteilung bezog sich auf den Aufriss, wenn er kritisierte, dass der Tempel nicht hoch genug gelegen sei, und auch die Deckenhöhe zu niedrig sei. Möglicherweise handelte es sich um eine gezeichnete Perspektive, also um eine *scaenographia*.

Bauzeichnungen dienten bereits in der Antike auch zur Dokumentation bereits fertiggestellter Bauten. So ließ Pompeius einen Theaterbau auf Lesbos, der ihm besonders zugesagt hatte, von seinen Mitarbeitern zeichnen.[77] Von Pompeius ist bekannt, dass er das erste Theater aus Stein in Rom in Auftrag gab. Es ist also gut möglich, dass die Zeichnung des lesbischen Theaters bei der Übernahme des für Rom neuen Gebäudetyps eine Rolle gespielt hat. Auch Frontinus berichtet in seinem Werk über die Wasserversorgung der Stadt Rom, dass er Zeichnungen des Leitungssystems anfertigen ließ, in der Entnahmestellen, Wasserkastelle, Grundstückseigentümer, über deren Land die Leitungen geführt waren usw., verzeichnet waren.[78] Es handelte sich folglich um eine Art von behördlichem Planarchiv.

Auch die angesprochene, in Fragmenten erhaltene *forma urbis* war eine Dokumentation eines Baubestandes. Gefunden haben sich zudem einige Fragmente von Reliefs, die offensichtlich Baupläne dauerhaft dokumentieren sollten, also wohl repräsentative Funktion hatten. Der Unterschied zwischen diesen Reliefs und den anzunehmenden Originalen ist insofern von Bedeutung, als sie nicht von Architekten hergestellt wurden. Ein Steinmetz kann die auf dem Plan verwendeten Symbole falsch oder missverständlich wiedergeben, Elemente der Zeichnung übersehen, da er nicht die Ausbildung zum Architekten hat, und da seine Fehler – im Gegensatz zu Fehlern auf einem auszuführenden Bauplan – folgenlos sind. Zu bedenken ist schließlich auch, dass der Steinmetz im Gegensatz zum Architekten nicht die Möglichkeit hat, Fehler durch Rasur zu korrigieren. Aus diesen Gründen ist es auch nicht möglich, auf Basis der Reliefs zuverlässig zu klären, ob die originale Bauzeichnung maßstäblich war, und wenn ja, in welchem Maßstab sie ausgeführt worden ist. Beobachtungen

[75] Suet. Caes. 1.31,1.
[76] Die Geschichte ist in einer mittelalterlichen Quelle enthalten. Der Autor war ein Mönch des 11. Jhs. mit Namen Xiphilinus, der vor allem aus Cassius Dio exzerpierte.
[77] Plut. Pomp. 42. 4. Die Übersetzung bei Heisel 1993, 184, derzufolge Pompeius den Plan selbst gezeichnet haben, halte ich für unzutreffend.
[78] Frontin. de aq. 1.17.

an einigen der Reliefdarstellungen deuten aber darauf hin. Ein vielleicht gängiger Reduktionsmaßstab könnte beispielsweise 1 : 16 betragen haben, also ein Zoll für einen Fuß. Heisel, der das Material zusammengestellt und ausgewertet hat, sieht Maßstäblichkeit als eine Forderung Vitruvs an, was allerdings aus Vitruvs Text nicht eindeutig zu entnehmen ist.[79] Es gibt auch Fragmente, in denen eine Bemaßung beigeschrieben ist, wie auf unmaßstäblichen Skizzen noch heute üblich.

Vor allem die Darstellung des Plans einer von einer Mauer eingefriedeten Grabanlage auf einem in Perugia gefundenen Relief, das in das 1. Jh. datiert wird, ist aufschlussreich für die Techniken römischer Grundrisspläne.[80] Auf dem Relief sind drei Grundrisse gezeichnet: der der eigentlichen Grabanlage, der des zugehörigen Wächterhauses (das Wächterhaus ist in der Beischrift als solches ausgewiesen), und das Obergeschoss des Wächterhauses. Angegebene Details sind Türen- und Fensteröffnungen sowie Treppen. Letztere sind wahrscheinlich auf zwei verschiedene Weisen ausgezeichnet: in der noch heute üblichen Form dichter paralleler Striche, die die Stufen symbolisieren, und wahrscheinlich auch in der Form von spitzen Dreiecken, die nach überzeugender Deutung Heisels Holztreppen, und die Richtung von deren Steigung bezeichnen. Bei der Grabkammer sind auch Ausstattungsdetails eingezeichnet, wie das Postament für den Sarkophag.

3.3.3 Das Entwerfen: Zeichnen oder Rechnen?

Es ist nach dem, was bisher hier kurz dargestellt worden ist, sicher unstreitig, dass römische Architekten ihre Entwürfe in Form von Zeichnungen dargestellt haben. Davon zu trennen ist jedoch die Frage, auf welche Weise der Entwurf selbst entwickelt worden ist. Die scheinbar naheliegende Annahme, dass sie ihre Entwurfsideen ebenfalls anhand von Zeichnungen entwickelt haben, trifft nämlich auf das Problem, dass Vitruv bei seinen am weitesten ausformulierten Entwürfen im dritten und vierten Buch seines Werkes, den Musterentwürfen für den ionischen und dorischen Tempel, gar keine Zeichnungen verwendet. Er entwickelt vielmehr seine Varianten dieser traditionellen Gebäudetypen vollständig anhand von Berechnungen. Vitruv vertritt mit Nachdruck ein Entwurfskonzept, das auf dem Modulus basiert, also einer Grundeinheit, in der alle Entwurfsmaße zu formulieren sind.[81] Durch diese Grundeinheit ist die Kommensurabilität aller Größen des Bauwerks gesichert, die Vitruv im antiken Sinne als Symmetrie bezeichnet. Sie ist für Vitruv die Grundvoraussetzung der ästhetischen Qualität eines Bauwerks, indem sie die Harmonie zwischen den Teilen und dem Ganzen sowie der Teile untereinander gewährleistet.[82]

Bei seinem Entwurf für den dorischen Tempel entspricht sein Vorgehen dieser Forderung, denn er gibt alle Maße auf Basis der Triglyphenbreite als Grundeinheit an. Bei seinem ionischen Tempelentwurf ist das jedoch keineswegs der Fall, sondern er wählt dort ein anderes Verfahren. Die (relativen) Bemessungen der Bauglieder erfolgt hier auf Basis von

[79] Zur Maßstäblichkeit Heisel 1993, 205f. Die von ihm angeführte Vitruvstelle (1.2.2) ist in diesem Punkt aber gerade nicht eindeutig auf Zeichnungen bezogen. Nach meinem Verständnis geht es Vitruv hier, sozusagen im Gegenteil, darum, dass die Dimensionierungen eines Gebäude durch Rechnung, und gerade nicht durch Zeichnung bestimmt werden sollte, und zwar durch proportionale Ableitung von sekundären Größen aus den Hauptmaßen. Dieser Punkt ist für Vitruv essentiell, denn nur durch rechnerische Bestimmung der Größen lässt sich die Kommensurabilität der Maße erreichen, die die ‚Symmetrie' sichert, die für Vitruv der Schlüssen für harmonisch gestaltete Entwürfe ist.
[80] Heisel 1993, 188–191, Abb. R3.
[81] Modulus, griechisch Embater, Vitr. 1.2.4; 4.3.3.
[82] Vitr. ebenda.

Proportionsketten, d. h. ausgehend von dem Maß eines Bauglieds wird vermittelt durch eine Proportion, die er jeweils angibt, das Maß eines weiteren abgeleitet, und daraus wiederum durch eine weitere Proportion das Maß eines dritten, und so fort.[83] Vitruv übersieht dabei allerdings, dass diese Proportionsketten zu Werten führen, die nicht mehr in ganzzahligen Werten oder einfachen Brüchen des Modulus darstellbar sind, wie er es in den methodischen Abschnitten seines ersten Buches gefordert hatte.

Für die römischen Architekten lassen sich beide Methoden sicher belegen. Das Entwerfen anhand von proportionalen Berechnungen ist nicht nur im Werk von Vitruv nachweisbar, sondern auch anhand von Aufmaßen vielen Gebäude und Bauteile. Mark Wilson Jones kommt in seiner umfassenden Untersuchung zur Entwurfspraxis der römischen Architekten unter anderem zu dem Ergebnis, dass bestimmte Proportionen sich sogar als Standardkonstruktionen etabliert hätten. Die Hauptmaße vieler Gebäude sind demzufolge in einfachen Multiplen von fünf, zehn oder zwölf Fuß festgelegt worden.[84] Das entspricht Vitruvs Forderung nach Kommensurabilität der Entwurfsgrößen, und belegt überdies Vitruvs Entwerfen anhand eines Modulus durch Beobachtungen an realen Gebäuden. Ein anderes Beispiel unter den Ergebnissen von Wilson Jones ist die Beobachtung, dass die Verjüngung einer großen Zahl von Säulenschäften dem Verhältnis von fünf zu sechs für den oberen und den unteren Durchmesser entspricht. Schwer zu beurteilen sind hingegen bestimmte proportionale Größen, da sie sich näherungsweise sowohl geometrisch wie rechnerisch darstellen lassen, wie das Verhältnis von sieben zu fünf, was sowohl der Quadratwurzel wie der Diagonalen im gezeichneten Quadrat entspricht, oder sieben zu vier als Näherungswert für eine Kubikwurzel.

Eindeutig zeichnerisch konstruiert, nicht nur dargestellt, sind hingegen viele Formen von Baugliedern. Zum Teil müssen die geometrischen Konstruktionsformen hier geradezu als alternativlos gelten. So ist die Konstruktion der Voluten des ionischen Kapitells, die Spiralen darstellen, in Rom wie in früheren Epochen stets mit Zirkelschlägen – bei versetzten Einstichpunkten – ausgeführt worden. Auch die römische Variante der Entasis (‚Schwellung‘) von Säulenschäften wurde geometrisch bestimmt wurde. Leider ist das entsprechende Verfahren, dass Vitruv in einer seinem Werk beigefügten Zeichnung dargestellt hatte, ebenso verloren gegangen wie auch alle übrigen Zeichnungen von ihm. Geometrisch konstruiert wurden aber nicht nur Detailformen. In den vergangenen Jahren ist eine Ritzzeichnung des gesamten Giebels des Pantheon in Rom entdeckt worden. Dieser Werkriss in natürlichem Maßstab (1 : 1) hatte sicherlich zwei Funktionen im Bauprozess. Zum einen wurde hier die Form vollständig entwickelt – was an Korrekturen zu erkennen ist – so dass der Werkriss als Entwurfsarbeit und als Aufrissdarstellung gelten kann, für die man sonst keine Belege aus römischer Zeit hat. Zum anderen ließen sich an diesem Werkriss direkt die Schablonen abnehmen, die die Steinmetzen für das Zurichten der einzelnen Blöcke und die Ausarbeitung der vorgesehenen Profile notwendig brauchten.

Was man hingegen für die Entwurfsarbeit nicht belegen kann, sind die perspektivischen Darstellungen, die Vitruv fordert. Um sich eine Vorstellung davon machen zu können, wie solche Zeichnungen ausgesehen haben könnten, wird meist auf die illusionistischen Architekturdarstellungen in den Malereien des sog. zweiten pompejanischen Stils verwiesen, die sich etwa in Boscoreale eindrucksvoll erhalten haben. Es gibt jedoch auch einen Hinweis

[83] Diese eindeutig aus der griechischen Architekturtradition stammende Vorgehensweise ist im Detail im Beitrag über die griechische Architektur in diesem Band, Abschnitt 8.8.6 beschrieben.
[84] Jones 2000a, 79 mit Fn. 24.

in den Quellen dafür, dass perspektivische Zeichnungen durchaus auch bei der Erarbeitung von Entwürfen eine Funktion gehabt haben können. In einem Fragment, das Geminos zugeschrieben wird – einem Autor, der vor allem bekannt geworden ist durch seine Darstellung der Astronomie – ist eindeutig davon die Rede, dass solche Zeichnungen bei der Planung hoher Gebäude (und von Kolossalstatuen) verwendet wurden, um dem Architekten die Möglichkeit zu geben, perspektivische Verkürzungen aus der Sicht eines vor dem Gebäude stehenden Betrachters auszugleichen durch Veränderungen der Proportionen der oberen Teile der Fassaden.[85]

Es gab auch Mischformen zwischen rechnerischer und geometrischer Konstruktion. Ein einfaches Beispiel dafür ist das schon angesprochene ionische Kapitell. Während nämlich die spiralförmigen Voluten stets mit Zirkelschlägen konstruiert wurden, gab es für die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente des Kapitells proportionale, also rechnerisch bestimmte Regeln, etwa im Verhältnis von Volutenhöhe zu Gesamthöhe oder von Gesamthöhe zur Breite des Abacus (der Deckplatte des Kapitells). Strenggenommen waren alle vollständig ausgearbeiteten Bauentwürfe Mischformen von zeichnerischem und rechnerischem Entwerfen, denn selbst wenn die Hauptmaße strikt rechnerisch entwickelt worden waren, gab es doch immer auch eine Vielzahl an Detailformen, die gar nicht anders als zeichnerisch entwickelt und dargestellt werden konnten. Das gilt nicht nur für fast die gesamte Bauornamentik, sondern auch für die Form wesentlicher Bauglieder wie etwa der Säulenschäfte, deren Entasiskurve – die Schwellung des Schafts in der Mitte, durch die sich die Flaschenform der Schäfte ergab – nur graphisch festgelegt werden konnte.[86] Es lässt sich auch im Werk von Vitruv unmittelbar zeigen, dass er Mischformen zulässt, bei denen rechnerische und geometrische Methoden kombiniert wurden. Solche Beispiele zeigen im übrigen, dass Vitruv trotz seiner zweifellos vorhandenen Neigung zur Akademisierung der Arbeit des Architekten praxisgerechtes Arbeiten nie vollkommen aus dem Auge verloren hat. Illustrieren lässt sich das sehr anschaulich an seinem Beispiel, wie man vorzugehen hat, wenn eine quadratische Fläche von zehn Fuß Seitenlänge von hundert auf zweihundert Quadratfuß verdoppelt werden soll. Eine Vergrößerung auf vierzehn Fuß wäre, wie er zur Veranschaulichung des Problems anführt, zu wenig, eine auf fünfzehn zu viel (was 196 bzw. 225 Quadratfuß ergeben würde). Es wäre natürlich möglich, die erforderliche Seitenlänge exakt zu berechnen, indem man anhand des Satzes des Pythagoras die Länge der Diagonale berechnet, wobei eine Quadratwurzel auftritt. Vitruv hält in diesem Fall eine Berechnung aber ausdrücklich für zu kompliziert und favorisiert stattdessen eine einfache geometrische Lösung: Die Diagonale wird mit dem Zirkel abgegriffen, und mit der in den Zirkel genommenen Strecke als Seitenlängen das vergrößerte Quadrats gezeichnet. Vitruv verfährt hier also nach der Methode, die im Mittelalter als *ad quadratum* gängige Praxis wurde.[87]

3.3.4 Vitruv und das wissenschaftliche Entwerfen

Für Vitruv steht außer Zweifel, dass die Arbeit eines ambitionierten Architekten nur auf wissenschaftlicher Basis möglich ist. Sowohl die Standsicherheit wie die ästhetische Qualität

[85] Der Geminus zugeschriebene Text findet sich angehängt an die Schrift des byzantinischen Autors Damianos über die antike Optik; s. Schöne 1897.

[86] Zur Konstruktion der Entasis in der frühneuzeitlichen Architektur vgl. den entsprechenden Beitrag von A. Becchi in dieser Publikation. Eine authentische graphische Konstruktion einer griechischen Entasis zeigt die Abb. 2.8. im Beitrag über die griechische Architektur.

[87] Vitr. 9. praef. 4f.

eines Entwurfs beruhen für Vitruv auf der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnis. Zwar distanziert er sich als erfahrener Praktiker von dem geradezu hypertrophen Anspruch des spätklassischen Architekten Pytheos, der das Mausoleum von Halikarnass, eines der ‚Sieben Weltwunder', entworfen hatte, denn dieser hatte gefordert, dass der Architekt in wissenschaftlichen Disziplinen den jeweiligen Fachwissenschaftlern überlegen sein müsse.[88] Wissenschaftliche Grundkenntnisse scheinen jedoch auch Vitruv unabdingbar für die Arbeit des Architekten. Er selber versucht auch, diesen Anspruch einzulösen, indem er bei vielen von ihm behandelten Themenbereichen auf wissenschaftliche Erkenntnisse Bezug nimmt. Unter anderem bedingt und gleichsam belegt durch diese Bezugnahmen, gilt ihm auch die Architektur selbst als Wissenschaft: *nostra scientia*[89].

Zu den wissenschaftlichen Disziplinen, auf die die Architektur Bezug nehmen soll, gehören sozusagen als Kerngebiete die Geometrie und die Arithmetik. Sie sind für ihn offenbar so selbstverständlich, dass er in seinem Lehrbuch auf diese Disziplinen für sich genommen nicht weiter eingeht. Eine andere Erklärung dafür wäre allerdings auch möglich. Denn wenn man sein Buch unter dieser Frage durchsieht, findet man kaum Anwendungen beider Gebiete, die über elementare Kenntnisse hinausgehen. So vermeidet er, wie eben erwähnt, Berechnungen auf Basis der Quadratwurzel, und auch anspruchsvollere geometrische Konstruktionen finden sich in seinem Werk kaum.

Des weiteren bezieht sich Vitruv extensiv auf die Naturphilosophie, und zwar auf die Vier-Elemente-Lehre, die auf die ionischen Naturphilosophen zurückgeht, und maßgeblich von Empedokles weiterentwickelt worden war. Sie war später von den Stoikern weitergeführt worden, deren Lehren in Rom zu seiner Zeit viele Anhänger hatte. Sie dient ihm vor allem als Bezugsrahmen, innerhalb dessen die von ihm oft kenntnisreich dargelegten Eigenschaften der verschiedenen Baumaterialien erklärt werden können. Allerdings ist diese Bezugnahme rein rezeptiv, d. h. alles, was er für die praktische Tätigkeit des Architekten lehrt, ist aus der Erfahrung heraus begründet, und wird lediglich mit naturphilosophischen Erklärungen ergänzt. Schlussfolgerungen, die primär aus den Thesen der Naturphilosophie abgeleitet wären, findet man bei ihm nicht. Erstaunlich ist allerdings in manchen Passagen das Verhältnis zwischen diesen beiden Komponenten der Darstellung. So findet man etwa zu dem für die praktische Arbeit der römischen Baumeister überaus wichtigen Thema Puzzolanerde erstaunlich wenige Informationen über deren Abbau, Arten, Verarbeitung usw., dafür aber einen langatmigen Erklärungsversuch über deren Eigenschaften im Sinne der Elementelehre.[90]

Eine weitere Disziplin der antiken Wissenschaften, die der Architekt nach Vitruv in Grundzügen kennen muss, ist die Musiktheorie (des Aristoxenos). Sie soll dem Architekten helfen, beim Theaterbau die Wirkungen des Schalls zu kalkulieren, und auch die behaupteten Möglichkeiten zu seiner Verstärkung.[91]

Die wissenschaftliche Disziplin, die wohl die größte Bedeutung für Vitruvs Werk hat, ist die Optik, denn anders als die zuvor genannten Wissenschaften haben einige Thesen der Optik relevante Folgen für seine Entwurfslehre. Der Grundgedanke dabei ist, dass das Bild

[88] Vitr. 1.1.12.

[89] Vitr. 1. praef. 3.

[90] Sozusagen Vitruvs Grundbekenntnis zur Naturphilosophie in 2.2; die Behandlung der Puzzolana in 2.6. Auch bei der Darstellung der Eigenschaften der verschiedenen Bauhölzer wird von ihm auf die Vier-Elemente-Lehre häufig Bezug genommen.

[91] Vgl. Vitr. 5.4f. – Die von ihm vorgeschlagenen Schallbecken als Verstärker sind weder theoretisch plausibel noch durch Funde nachweisbar.

von einem Bauwerk im Auge des Betrachters das Bauwerk nicht authentisch, sondern reduziert wiedergibt, und zwar um so mehr, je weiter die Bauglieder vom Betrachterstandpunkt entfernt sind. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass der Architekt bei der Dimensionierung von Bauteilen und der Bemessung von Winkeln diese Verzerrungen so einkalkulieren müsse, dass sich für den Betrachter das 'richtige' Bild ergibt. „Also muss die optische Täuschung durch Berechnung künstlich ausgeglichen werden."[92] Dieses Prinzip, die Architektur kalkulierbaren Wahrnehmungsfehlern anzupassen, geht zweifellos auf die ältere griechische Tradition der 'optical refinements' zurück.[93] Allerdings decken sich Vitruvs Konzepte nur zum Teil mit dem, was an griechischen Bauten im Sinne solcher Maßnahmen beobachtet worden ist. Dazu gehört z. B. die Kurvatur.

Sozusagen der Störfaktor, dem Vitruv durch entsprechende Maßnahmen begegnen will, ist die Luft. Vitruv nimmt hiermit auf die physikalische, nicht die geometrische Optik Bezug. Die bekannte Kontroverse, ob bei der Wahrnehmung das Auge Sehstrahlen auf das Objekt richtet, oder ob vom Objekt Bilder ausgehen, die auf das Auge treffen, berührt Vitruv zwar, lässt die Frage aber offen.[94] In jedem Falle ist es für ihn die Dichte der Luft, d. h. ihre kleinsten stofflichen Elemente, die den Blick hindern, vor allem vom Betrachter entfernte Größen als solche zu erkennen, da der Blick diese Elemente der Luft durchdringen muss. Konkret ist es dem Betrachter insbesondere nicht möglich, die Proportionen von nahen und fernen Baugliedern (i. e. Bauglieder auf Betrachterniveau und in großer Höhe) genau zu erkennen. Damit verliert aber die modular geregelte Proportion ihre Wirksamkeit. Folglich müssen etwa zum Gebälk gehörende Bauglieder je nach Höhenlage stets etwa größer bemessen werden, als vom rein proportionalen Verhältnis her vorgesehen.[95] Im selben Sinne müsse auch die Verjüngung von Säulen je nach Höhe von der grundlegenden Proportion abweichen. Ein ähnlicher Gedanke liegt seiner Vorstellung von der Wahrnehung von Objekten in geschlossenen Räumen zugrunde. So sollen in Vorhallen die hinteren Säulen etwas schlanker ausgeführt werden als die vorderen, um optisch gleich stark zu wirken wie die davor stehenden Säulen, weil der Blick in die Tiefe in geschlossenen Räumen durch mehr wahrgenommenen Punkte sozusagen Umwege mache.[96]. Es gibt noch eine Reihe weiterer von Vitruv geforderter Korrekturmaßnahmen, die ähnlich begründet sind, beispielsweise die Änderung von Winkeln, so dass Bauglieder in großer Höhe nicht lotrecht, sondern mit ihren Außenflächen leicht zum Betrachter hin geneigt ausgeführt werden müssen.[97]

Nahezu alle hier angesprochenen Formen optischer Korrekturen haben sich bei der Analyse von Bauten nicht identifizieren lassen. Man könnte daraus folgern, dass Vitruv einer kleinen Gruppe gleichsam esoterischer und theoriefixierter Architekten angehörte, deren Bezugnahmen und Thesen kaum verbreitet waren. Das trifft jedoch so nicht zu, denn es gibt Hinweise, das zumindest die Theorien der Optik auch von weniger bekannten Architekten rezipiert worden sind, die folglich auch über eine entsprechende Ausbildung verfügten. Das zeigt eine Textstelle, die sich in der Korrespondenz Ciceros findet. Cicero berichtet darin, wie er für seinen Freund Atticus eines von dessen Landgütern besucht hat, um ihm über

[92] Vitr. 3.3.11.
[93] Zu den Refinements vgl. die Beiträge im von L. Haselberger organisierten Symposion zu diesem Thema, in Haselberger 1999.
[94] Vitr. 6.2
[95] Vitr. 3.5.9.
[96] Vitr. 4.4.2f.
[97] Vitr. 3.5.11 (Winkel); 3.5.9 (Architravhöhe); 3.3.11 (Verstärkung der Ecksäulen).

den Fortgang der dortigen Bauarbeiten zu berichten, die vom Architekten Cyrus geleitet werden.[98]

> When you find fault with the narrow windows, let me tell you that you are criticising the *Cyropaedeia*. For when I made the same remark, Cyrus used to answer that the views of the gardens through broad lights were not so pleasant. For let *a* be the eye, *bg* the object seen, *d* and *e* the rays ... you see the rest. For if sight resulted from the impact of images, the images would be in great difficulties with a narrow entrance: but, as it is, that „effusion" of rays gets on quite nicely. If you have any other fault to find you won't get off without an answer, unless it is something that can be put right without expense.

Die Passage zeigt zunächst, dass Cyrus, ein offenbar in Rom erfolgreicher Architekt wohl griechischer Abstammung,[99] ganz offensichtlich über eine wissenschaftliche Vorbildung verfügt. In der Diskussion nimmt er erkennbar wie Vitruv Bezug auf die große Kontroverse der griechischen physikalischen Optik, die Cicero selber ebenfalls kennt. Zugleich spricht er auch die sog. geometrische Optik an, wie wir sie aus einer frühen Schrift von Euklid kennen. Cicero relativiert allerdings ironisch die wissenschaftliche Qualifikation des Architekten durch sein Wortspiel mit dem Namen des Architekten Cyrus und der Cyropaedeia, einer Schrift Xenophons über die Bildung des jüngeren Kyros, der vergeblich versucht hatte, sich zum König der Perser zu erheben. Erst der Schlusssatz jedoch erklärt den eigentlichen Hintergrund für Cyrus' Bezug auf die Wissenschaft. Augenscheinlich war zwischen dem Bauherrn Atticus und dem Architekten Cyrus ein Festpreis vereinbart worden. Jede nachträgliche Korrektur der bereits ausgeführten Arbeiten wäre mithin zulasten von Cyrus' Profit aus dem Vertrag gegangen, und eben deshalb sucht er Cicero als gebildetem Vertreter des Bauherrn wissenschaftlich zu beweisen, dass eine nachträgliche Verbreiterung des Fensters (was wohl einen neuen Fenstersturz erfordert hätte) nur von Nachteil sei. Die Wissenschaft hat in dieser Szene tatsächlich eine Funktion – allerdings nicht als Entwurfsgrundlage, sondern als Instrument, mit dem der Architekt seine professionellen Interessen durchzusetzen versucht. Das gilt in gewissem Sinne auch für Vitruv, der mit der Darstellung seiner Disziplin für einen durchaus weiter gedachten Leserkreis

3.4 Logistik

Um die Stadt Rom zur größten Metropole der antiken Welt auszubauen, war aus mehreren Gründen eine entwickelte Logistik notwendig. Der Ausbau der immer stärker wachsenden Stadt erforderte enorme Mengen an Baumaterial. Damit die Bauzeiten, vor allem der kaiserlichen Bauprogramme, möglichst kurz gehalten werden konnten und keine Stillstände auf den Baustellen eintraten, musste die Materialanlieferung effizient koordiniert werden. Der Bau des riesigen Komplexes der Diocletiansthermen dauerte kaum länger als in Athen der Bau des Parthenon, also eines einzigen Tempels, nämlich zehn Jahre. Schließlich verlängerten sich die Transportwege immer weiter, und zwar nicht nur, weil das Umland der Stadt nicht allein die geforderten Mengen liefern konnte, sondern auch, weil die gestiegenen Ansprüche an Gestaltung und Prestigewert der Bauten nur zu bedienen waren, wenn

[98] Cic. Att. 2.3.

[99] Zu Cyrus ausführlich Anderson 1997, 32–34. Cyrus dürfte entweder ein Freigelassener oder ein freigeborener Fremder (ohne römisches Bürgerrecht) gewesen sein.

aus nahezu dem gesamten Mittelmeergebiet Baustoffe in die Hauptstadt geliefert wurden. In Einzelfällen wurden dabei die technischen Möglichkeiten bis an die Grenze des in der Antike Möglichen ausgereizt: So wurden Obelisken mit einem Gewicht von bis zu 500 Tonnen erfolgreich von Oberägypten nach Rom geschafft.

An Bedeutung verloren hat die Logistik erst in spätantiker Zeit, allerdings nicht, weil nicht mehr in großem Maßstab gebaut wurde, sondern weil bei Neubauten in immer größerem Umfang bereits vorhandenes Material aufgelassener Bauten zweitverwendet wurde. Das gilt für einfache Ziegelsteine ebenso wie dekorativ gestaltete Bauteile aus Marmor. Für letztere steht beispielhaft der Konstantinsbogen, der zu großen Teilen aus Bauteilen anderer Gebäude (Spolien) errichtet wurde.

Baumaterial ist normalerweise ein Massengut, das die Römer – ebenso wie spätere Epochen – wo immer möglich auf Wasserwegen transportierten. Das gilt selbst für vergleichsweise kurze Strecken. So wurde ein großer Teil der in Ostia angelandeten Güter über den Tiber sowie eigens angelegte Kanäle in die Stadt gebracht. Landtransport war nicht nur technisch aufwendiger, sondern entsprechend auch deutlich teurer, etwa im Verhältnis eins zu vier.[100] Das Fernstraßensystem dürfte daher für den Transport von Baumaterial eine vergleichsweise geringe Rolle gespielt haben. Anderes gilt für die innerstädtischen Straßen, da das Baumaterial ja in der Regel nicht auf dem Wasserweg bis zum Bauplatz transportiert werden konnte. Im Fall Roms war dieser Teil der Transportwege nicht unkritisch, da Rom, anders als die Metropolen des Ostens wie Antiochia oder Alexandria, keine systematisch angelegte Stadt mit breiten Haupt- und Erschließungsstraßen war, sondern eine gewachsene Stadt mit entsprechend engen Straßen.

Trotz der in einigen Bereichen sehr intensiven Forschungen sind die technische wie die organisatorische Seite der römischen Logistik und die entsprechende Infrastruktur heute nicht mehr vollständig erkennbar. Doch ist das Bild der älteren Forschung, die insbesondere die Leistungsfähigkeit des römischen Landtransports bezweifelt hatte,[101] mittlerweile zweifelsfrei revidiert worden.

3.4.1 Transporte auf dem Wasser

Über die alltäglichen, und sicher ältesten Formen des Transports von Baumaterial auf dem Wasserweg, geben die Quellen kaum Aufschluss. Wenn wir Berichte haben, dann über einzelne, spektakuläre Transporte wie die von Obelisken. Sicher ist, dass Holz, wo immer möglich, aus Kostengründen nicht auf Schiffe verladen wurde, sondern mit Flößen über die Flüsse in die Städte gebracht wurde. Vitruv erwähnt diese Praxis beiläufig, als er berichtet, dass das von ihm aus Gründen des Brandschutzes favorisierte Lärchenholz in Rom nicht verwendet wurde, weil es – da nicht schwimmend – nicht mit Flößen herbeigeschafft werden konnte, sondern auf Schiffe verladen oder auf Tannenholzflößen transportiert werden musste.[102] Kähne wurden eingesetzt, als die Produktion von gebrannten Ziegeln ab dem Beginn des Prinzipats in großem Stil betrieben wurde, da die Ziegel am Ort der Tonvorkommen

[100] Vgl. unten S. 292ff.

[101] Zu nennen ist hier vor allem die These von Noëttes 1931, derzufolge die Antike keine effiziente Anschirrung der Zugtiere gekannt habe, was die Transportleistung, und damit die gesamte Wirtschaftsentwicklung der Antike nachhaltig behindert habe.

[102] Vitr. 2.9.14. Frisch geschlagenes Lärchenholz hat ein Raumgewicht von 900 bis 1000 kg/cbm. Weitgehend ausgetrocknet, liegt das Gewicht deutlich niedriger, so dass es sicher schwimmt.

gebrannt wurden.[103] Über das Meer verschifft wurden vor allem Marmor und andere wertvolle Gesteine. Welchen Umfang und welche Bedeutung der Steinimport hatte, wird daran deutlich, dass die Römer für den Marmortransport spezielle Schiffstypen konstruierten, wie aus der Erwähnung als *naves lapidariae* bei Plinius d. Ä. bekannt ist.[104] Leider ist unter der großen Zahl bisher bekannt gewordener römischer Schiffswracks kein solches Spezialschiff gefunden worden, sondern nur normale Handelsschifftypen, die unter anderem auch Baumaterial transportierten. Im übrigen wurden auch für andere Typen von Fracht wie Getreide und Wein eigene Schiffstypen entworfen,[105] was nicht nur die Bedeutung dieser Güter für den Fernhandel bezeugt, sondern vor allem, dass die Römer die Leistungsfähigkeit ihrer Handelsflotte zu optimieren suchten, während von früheren Kulturen besondere Konstruktionstypen jenseits des Standard-Handelsschiffs nur für den Seekrieg und für Prestigeprojekte bekannt sind.[106] Der Höhepunkt römischer Schiffbautechnik im Kontext des Bauwesens waren die Transporter, mit denen die angesprochenen Obelisken aus Ägypten nach Rom gebracht wurden. Sie zählten allerdings nicht zu den *naves lapidariae*, sondern waren individuelle Konstruktionen, die eigens für eine einzige Fahrt entworfen und gebaut wurden. Auf sie wird weiter unten im Zusammenhang mit den Schwer- und Spezialtransporten eingegangen werden.

3.4.2 Häfen und Stapelplätze

Solange die Bevölkerung Roms noch nicht die Dimensionen der Kaiserzeit erreicht hatte, die Stadt folglich ihren Bedarf an Nahrungsmitteln wie auch an Baumaterial weitgehend aus dem Hinterland decken konnte, waren ausgebaute Hafenanlagen zur Abwicklung von umfangreichen Seetransporten nicht erforderlich. Ostia, der an der Tibermündung gelegene, etwa 30 km von Rom entfernte Seehafen, nach Ennius die älteste Kolonie Roms, war entsprechend lange Zeit hauptsächlich Flottenstützpunkt und Militärlager. Für den Umschlag von Baumaterial in großem Umfang wäre Ostia auch kaum geeignet gewesen, denn es gab keinen Hafen im eigentlichen Sinne, sondern nur eine Schiffslände an der Flussmündung.[107]

In der Stadt selbst gab es bis in spätrepublikanische Zeit nur einen Flusshafen für den Umschlag sämtlicher Arten von Gütern, das Emporium vor der Porta Trigemina, zwischen dem linken Tiberufer und dem Aventin, wo die Landstraße nach Ostia begann. Dort lag auch der einzige Bereich der Stadt, der sich schon früh mit der Bauwirtschaft verbinden lässt, nämlich – bezeichnenderweise – das Holzhändlerviertel, in dem schon zu Anfang des 2. Jh. v. Chr. auf Staatskosten ein Hallenbau errichtet wurde. Ob es sich um eine Markt- oder Lagerhalle handelte, lässt sich nicht mehr sagen.[108]

Diese Situation änderte sich nachhaltig, als die Stadt etwa ab Mitte des 1. Jhs. v. Chr. massiv expandierte, was einerseits einen erheblich gesteigerten Bedarf an importierten Nah-

[103] Vgl. Abschnitt 3.5.6 über die Produktion gebrannter Ziegel.
[104] Plin. n.h. 36.1.
[105] Drexhage, Konen und Ruffing 2002.
[106] Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist etwa das durch die Beschreibung bei Athenaios bekannte, spektakuläre Großprojekt Hierons II. von Syrakus. Das mit extremem Luxus ausgestattete Schiff sollte unter anderem auch als Getreidefrachter dienen, absolvierte aber nur wenige Fahrten.
[107] Zur Geschichte Ostias s. Calza und Nash 1959; Meiggs 1973.
[108] Die *porticus inter lignarios* wurde 192 erbaut, Liv. 35.41.10. Das Viertel der Schreiner und Holzhändler dürfte demnach noch älter sein.

rungmitteln bedeutete, der nur über den Seeweg abzuwickeln war,[109] und natürlich den Bedarf an Baumaterial anwachsen ließ. Hinzukam, dass der Umfang und die Ansprüche an öffentliche Bauten deutlich stiegen. Caesar war der erste führende Politiker, der nicht nur einen einzelnen Bau, sondern einen ganzen Baukomplex anlegen ließ. Für den Bau des *Forum Julium* ließ er ganze Straßenzüge aufkaufen, und organisierte für die Errichtung den Import von Marmor in Mengen, die nur über den Fernhandel zu beziehen waren.

Die Bewältigung der entsprechenden Transportvolumia war an eine Reihe von Voraussetzungen gebunden. Man brauchte einen Seehafen, dessen Einfahrt auch bei ungünstigen Winden kontinuierlich angelaufen werden konnte und in dem die Schiffe vor Sturm geschützt waren. Zudem musste das Hafenbecken die für große Schiffe erforderlichen Tiefe haben, und schließlich brauchte man Kaianlagen von erheblicher Länge, um eine große Anzahl von Schiffen gleichzeitig entladen zu können. Da der Umschlag der Güter von den Seeschiffen auf die Flusskähne für den Transport in die Stadt nicht ‚just in time' erfolgen konnte, war zudem die Anlage von Stapelplätzen und der Bau von Lagerhallen notwendig.

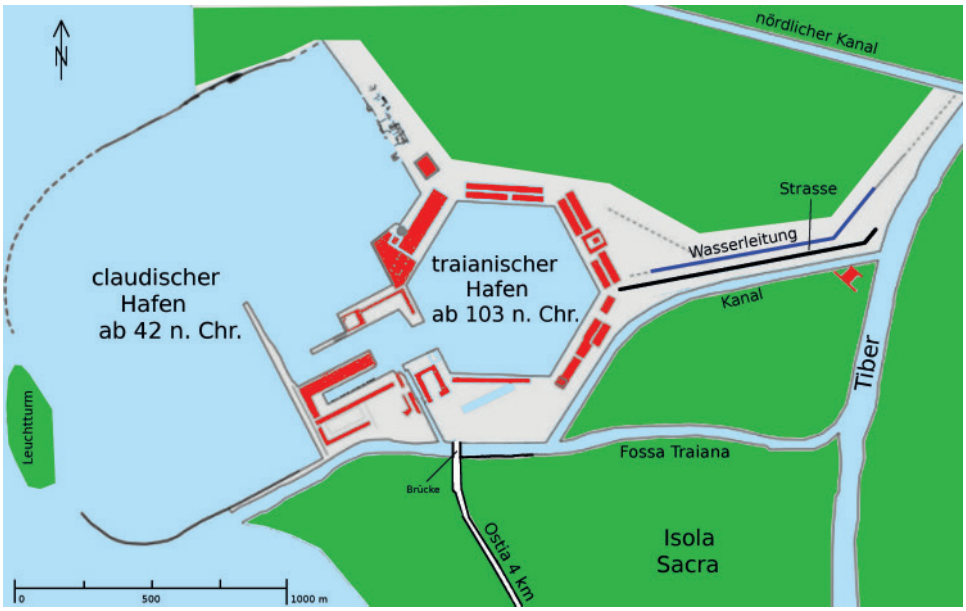

Abb. 3.2: Portus. Unter Claudius und Traian gebaute Hafenanlagen (W. Osthues).

Der Bau einer solchen Infrastruktur hat sich über lange Zeit hingezogen. Erhebliche Erweiterungen der Hafenkapazitäten wurden noch im 2. Jh. vorgenommen. Mit der Anlage eigener Hafenabschnitte für den Umschlag von Baumaterial wurde aber bereits vor der Zeitenwende begonnen, und zwar zunächst in Rom selbst. Unter Augustus, dessen Bauaktivitäten die seines Großonkels Caesar noch bei weitem übertrafen, wurde im Bereich des

[109] Schon im 2. Jh. v. Chr. hatte Rom Getreide aus dem ptolemäischen Ägypten bezogen. Diese Lieferungen gehörten aber noch nicht zur normalen Versorgung der Stadt, sondern waren eine politische Geste der um ein Bündnis mit Rom bemühten Ptolemäerkönige.

des Marsfeldes, beim späteren *Pons Aelius*, nahe der heutigen Via Marmorata, ein Hafenabschnitt mit Stapelplätzen und Werkstätten nur für die Lagerung und Verarbeitung von Marmor angelegt[110] Die Initiative dazu darf man wohl seinem leitenden Planer Agrippa zuschreiben. Der Ausbau Ostias zu einem echten Seehafen im oben erwähnten Sinne wurde hingegen erst vergleichsweise spät angegangen. Anstoss für diesen ersten großen Ausbau war allerdings weder der Bedarf des Bauwesens, noch die Kriegsflotte, die ohnehin nicht in Ostia stationiert war, sondern die schon angesprochenen Probleme mit der Nahrungsmittelversorgung, die aufgrund des Bevölkerungswachstums nur noch durch Fernhandel abgedeckt werden konnte. Unter Claudius wurde nördlich von Ostia im zweiten Viertel des 1. Jhs. ein riesiges neues Hafenbecken angelegt mit weit hinausreichenden Molen, einem großen Leuchtturm, langen Kaianlagen, Werften und Speicherplätzen (Abb. 3.2). Dieser neue, eigentlich erste Hafen Roms wurde in einfach *Portus* genannt. Das in großen Dimensionen konzipierte Projekt scheiterte jedoch mittelfristig, da das Problem der Verlandung des Hafens durch das von der Strömung angeschwemmte Material nicht gelöst werden konnte. Deshalb musste unter Traian ein weiterer Hafen mit einem neuen Becken gebaut werden. Das heute südlich des Flughafens Fiumicino trotz der Verlandung immer noch erkennbare hexagonalen Hafenbecken wurde 113 n. Chr. vollendet.[111] Der Hafen wurde mit einem zusätzlichen Kanal, der *fossa trainana*, mit dem Tiber verbunden. Bemerkenswert an der jüngeren Anlage ist die hexagonale Form. Sie diente offensichtlich dem Zweck, auf einer relativ begrenzten Grundfläche, damit der Aushub für das Hafenbecken vergleichsweise gering gehalten werden konnte, gleichwohl möglichst lange Kaimauern zu realisieren. (Die Lösung dieser Aufgabe ist, nebenbei bemerkt, im Grundsatz die gleiche, die auch am Terminalgebäude des Berliner Flughafens Tegel realisiert worden ist, das ebenfalls einen hexagonalen Grundriss hat.) Traians Projekt bei Ostia, und auch die auf seine Initiative hin erfolgte Neuanlage des Hafens bei Civitavecchia, hat die Forschung direkt mit seinen Bauprogrammen in Verbindung gebracht.[112] In jedem Falle dürften die erstaunlich kurzen Bauzeiten der großen Bauprogramme Traians, und auch die seines Nachfolgers Hadrian, zu einem nicht geringen Teil durch die systematischen Verbesserung der Transportinfrastruktur ermöglicht worden sein.

3.4.3 Landtransport

Da Baumaterialn wegen der Kosten wo immer möglich auf dem Wasser transportiert wurde, dürfte der Ferntransport von Materialien auf dem Landweg nur eine geringe Rolle gespielt haben. Entsprechend hatte auch das – spätestens in der Kaiserzeit hervorragend ausgebaute – Fernstraßennetz für das Bauwesen kaum große Bedeutung.[113] Erinnert sei in diesem Zusammenhang nur an die schon zitierte Bemerkung Vitruvs, Lärchenholz sei nur in den Städten der Adria, nicht aber in Rom verfügbar, weil nur diese von den Einschlaggebieten südlich der Alpen auf dem Wasserweg erreichbar seien. Den Landtransport, obwohl etwa über die schon 220 v. Chr. erbaute Via Flaminia technisch sicherlich machbar, erwähnt Vitruv nicht einmal als Möglichkeit.

[110] Sear 1983, 84.
[111] Keay u. a. 2005.
[112] Zu den Hafenbauprojekten und Hafenerweiterungen unter Traian zählen neben der Neuanlage des Portus-Hafens und dem Hafenbau in Centumcellae (Civitavecchia) auch die Anlagen bei Terracina; vgl. Seelentag 2008, 5.
[113] Zum Fernstraßennetz vgl. unten Abschnitt 3.7.1.

Vollkommen vermeidbar war der Landtransport der Materialien natürlich nicht, da das Material ja immer zumindest vom Hafen zur Baustelle gebracht werden musste. Die wenigen Hinweise in den Quellen dazu gelten den Problemen des innerstädtischen Transports. Juvenal erwähnt offenbar nicht seltene Unfälle der mit Marmor beladenen Wagen innerhalb der Stadt Roms, etwa durch Achsbruch, bei denen Passanten durch das Herabstürzen der Ladung getötet wurden, und auch Schäden beim Transport ganzer Tannen- und Pinienstämme.[114] Hier zeigen sich die eingangs erwähnten Probleme Roms als gewachsener Stadt, der breite Hauptverkehrsadern fehlten. Auch erwähnt er, dass wegen der Dichte des Verkehrs in den engen Gassen der Stadt Baumaterialien nachts transportiert wurden, so dass wegen des Lärms und des Geschreis der Fuhrleute die Bewohner nicht zum Schlafen kämen[115] – sicherlich eine satirische Übertreibung, aber wohl kaum ohne realen Hintergrund. Aufschlussreich in diesem Kontext ist auch der Hinweis beim älteren Plinius,[116] dass als Marcus Scaurus Marmorsäulen von 38 Fuß Höhe (ca. 11,5m) zur Aufstellung in seinem Privathaus anliefern ließ, der Unternehmer, der den Auftrag für die Instandhaltung der Abwasserkanäle übernommen hatte, Gewährleistung verlangte für mögliche Schäden an den unter den Straßen verlaufenden Kanälen.

Gleichwohl war der Transport auch schwerer Lasten mit von Ochsen oder Maultieren gezogenen Wagen kein grundsätzliches Problem. Hinweise auf die verwendeten Typen von Wagen geben einige bildliche Darstellungen. Hinzukommen in jüngerer Zeit Funde von an Wagen verwendeten Bauteilen aus Eisen, die zeigen, dass die römischen Stellmacher auch fortgeschrittene Techniken beherrschten.[117] Zwar gelten nicht die Römer, sondern die Kelten als führend im antiken Wagenbau, doch ist anhand verschiedener technischer Termini gezeigt worden, dass die Römer wesentliche Neuentwicklungen von den Kelten übernommen haben.[118]

Leichte bis mittelschwere Wagen, die von Pferden oder Maultieren gezogen wurden, waren aus Esche hergestellt, schwere Wagen mit Ochsengespannen als Zugtieren wurden aus Eiche gefertigt.[119] Bildliche Darstellungen zeigen fast immer eine Bespannung mit zwei Zugtieren und offene Wagen mit ein oder zwei Achsen.[120]

Die Römer verbauten relativ große Räder, die auf unebenem oder weichem Boden einen geringeren Rollwiderstand haben als kleinere Räder.[121] Scheibenräder, die verglichen mit Speichenrädern ein relativ hohes Gewicht haben und kaum elastisch sind, findet man vereinzelt auf bildlichen Darstellungen.[122] Meist sind auf den bildlichen Darstellungen Wagen mit den schon seit dem 2. Jahrtausend aus Mesopotamien bekannten Speichenrädern erkennbar, und zwar vom später kanonischen Typus mit zur Nabe zentrierten Speichen. Der griechische Typus des Strebenrads wurde anscheinend nicht verwendet.

---

[114] Iuv. 3.252-4.
[115] Iuv. 3,236f.
[116] Plin. n.h. 36.24.
[117] Burmeister und Fansa 2004; Langdon 1986; Weber 1986.
[118] Schönfelder 2000; zum keltischen Wagenbau Karl 2003.
[119] Langdon a. a. O.
[120] Die Anschirrung für nur ein Zugtier war natürlich auch bekannt, wie einige in der hier angeführten Literatur abgebildete Wandmalereien und Reliefdarstellungen belegen.
[121] Cotterell und Kamminga 1990, 198–216.
[122] Etwa auf einer Wanddekoraktion in der Villa Regina in Bosco Reale, wo ein fest mit der Achse verbundenes Scheibenrad dargestellt ist (DNP6, 1101).

Ein Fundkomplex aus Neupotz im Rheinland, der auf 278 n. Chr. datiert wird, hat einige sehr fortgeschrittene Konstruktionsdetails von Achsen und Naben römischer Wagen gezeigt: Es gab Räder, bei denen die Felgen aus einem einzigen Stück Holz gebogen waren, teilweise mit umlaufendem Eisenbeschlag. Auch die Achsen hatten Führungsbuchsen aus Eisen. Die Radnaben wurden gedrechselt, aber mit Eisenringen verstärkt, die nicht aufgenagelt, sondern aufgepresst wurden. Für die Lagerung der Nabe auf der Achse wurden ebenfalls eiserne Buchsen verwendet, d. h. es wurden Gleitlager verbaut, die mit Fett geschmiert wurden.[123]

Einachsige Wagen brauchten per se keine Lenkung. Auch zweiachsige Wagen hatten häufig keine Lenkung, obwohl dadurch der Verschleiß an Rädern und Achsen höher war als bei Wagen mit gelenkter Vorderachse. Die Lenkung der Vorderachse (auf einem Drehschemel oder mit einem Bolzen) war aber bekannt. Auf dem Relief eines Transportwagens für Weinfässer aus Langres etwa liegt der Wagenkasten erheblich höher als die Achsen, was konstruktiv nur Sinn macht, wenn die vordere Achse schwenkbar war. Nachweisbar ist die – in der Forschung lange umstrittene – Lenkung der Vorderachse an dem aufgrund von Befunden rekonstruierten Kölner Reisewagen. Ebenfalls nachgewiesen ist dort die Federung des Wagenkastens. Bremsen könnten auf einigen Abbildungen darstellt sein, doch sind sie nicht zweifelsfrei erkennbar.

Konstruktiv nicht gelöst von den römischen Stellmachern ist das Problem, dass Speichenräder, bei denen die Speichen alle in einer Ebene liegen, nur sehr wenig quer zur Fahrtrichtung wirkende Kräfte aufnehmen können.[124] Das Prinzip, die Speichen leicht konisch anzuordnen, indem sie auf der Nabe versetzt zu einander befestigt werden (wie bei einem Fahrrad), ist jedenfalls für die römische Antike nicht zu belegen. Berechnungen haben allerdings ergeben, dass die Wagen mit Speichenrädern ein Gesamtgewicht von drei Tonnen hätten haben können, was deutlich über dem liegt, was ein Pferdegespann ziehen kann (ca. 1 to). Mehr als zwei Zugpferde waren selten.[125] Noch im Codex Theodosianus war das Maximalgewicht der Ladung für Wagen des *cursus publicus* (der staatlichen ‚Transportorganisation') auf knapp fünfhundert Kilogramm beschränkt.[126]

Da im Bauwesen aber erheblich höhere Lasten transportiert worden sind, muss man mit noch anderen Wagentypen und Bespannungen rechnen. Bei Lasten bis etwa zehn Tonnen dürften die Römer Wagen mit Scheibenrädern verwendet haben, die von zehn oder noch mehr Ochsenpaaren gezogen wurden, wie es aus Griechenland inschriftlich bekannt ist,[127] Schwertransporte mit Ochsenkarren waren noch zu Beginn des 20. Jhs. in den Steinbrüchen von Carrara übliche Praxis.

Nochmals höhere Lasten, wie beispielsweise Bauglieder übergrößer Säulenstellungen, Obelisken, Kolossalstatuen usw., können nicht mit Wagen transportiert worden sein. Möglich waren solche Transporte nur mit Rollen, die – anders als Räder – eine nicht nur punktuelle Aufstandsfläche hatten. Sie mussten jeweils beim Ziehen der Last von hinten nach vorne umgesetzt werden, was den Transport, verglichen mit der Nutzung von Wagen, deutlich langsamer macht. Diese Verfahrensweise war schon im alten Orient bekannt. Schlitten können wegen der großen Auflagefläche der Kufen zwar ebenfalls sehr hohe Lasten bewältigen, durften wegen des enormen Reibwiderstands aber nur dort eingesetzt worden sein, wo

[123] Das Abschmieren der Radnaben ist schon beim älteren Cato erwähnt.
[124] Cotterell und Kamminga 1990, 204.
[125] DNP 6,1999, 1100, sv Landtransport, cf. Colum. 7.2.1.
[126] DNP 6, 1104.
[127] Vgl. den Beitrag über das griechische Bauwesen im vorliegenden Band Abschnitt 2.5.1.

der Transportweg durchgehend abschüssig war. Sie werden daher vor allem in Steinbrüchen genutzt worden sein, wo bei steilen Wegen die von der Friktion bewirkte Bremswirkung des beladenen Schlittens das Abseilen erleichterte, wie es für die Steinbrüche im Pentelikon bei Athen gesichert ist.[128]

3.4.4 Organisation: Die *ratio marmorum*

Über viele Aspekte der organisatorische Seite der Logistik geben die Quellen kaum Aufschluss. So ist über die privatwirtschaftlichen Transportunternehmen fast nichts bekannt. Einigermaßen deutlich nachzeichnen lässt sich nur die ab der frühen Kaiserzeit aufgebaute staatliche Behörde, deren Aufgabe die Beschaffung und Lieferung von Marmor war: die *ratio marmorum*. Grundlegende Untersuchungen zur Arbeitsweise dieser Behörde hat John Ward-Perkins vorgelegt.[129] Dadurch angestoßen, sind eine ganze Reihe von weiteren Forschungen erschienen, die die Ergebnisse von Ward-Perkins erweitert, aber nur in wenigen Aspekten modifiziert haben, so dass hier auf die Kernaussagen seiner Studien mit einigen Ergänzungen zurückgegriffen werden kann.[130]

Die *ratio marmorum* war eine zentrale kaiserliche Beschaffungsstelle für Marmor, die wohl 17 n. Chr. unter Tiberius eingerichtet wurde. Sie hat das ältere System verdrängt, bei dem Privatunternehmer entweder eigene Brüche betrieben oder staatliche Brüche auf Zeit pachteten. Ob dabei Privatbesitz verstaatlicht wurde, oder aber nur die Vergabe von Pachtverträgen für schon vorher in Staatsbesitz befindlichen Steinbrüche beendet wurde, lässt sich nicht mehr zweifelsfrei erkennen.[131] Sicher ist, dass auch staatliche Steinbrüche außerhalb Italiens in die zentrale Verwaltung eingegliedert wurden, wie etwa die immer schon staatlichen Steinbrüche des ptolemäischen Ägypten, das auch als Vorbild der zentral gesteuerten Bewirtschaftung der Steinbrüche gedient haben könnte.[132]

Primäres Ziel der Einrichtung der Behörde war sehr wahrscheinlich, die kontinuierliche Belieferung der kaiserlichen Bauprojekte mit Marmor sicherzustellen. Daraus lässt sich folgern, dass es bei der älteren Organisationsform mit Aufträgen an Privatunternehmer und einzelnen, direkt staatlich organisierten Beschaffungsaufträgen zu Friktionen für den Baufortschritt in Rom gekommen sein dürfte. Die spätere Organisationsentwicklung ist im einzelnen nicht völlig rekonstruierbar. Sicher ist, dass es mehrere Reformen der Behörde unter den Flaviern[133] und unter Hadrian gegeben hat,[134] die wahrscheinlich einer weiteren Zentralisierung gedient haben, was wiederum bedeuten würde, dass die *ratio* unter Tiberius noch kein voll ausgebildetes Monopol auf den Marmorhandel im Mittelmeer hatte. Denkbar in diesem Sinne ist, dass die außeritalischen Steinbrüche zunächst zunächst unter der Leitung der jeweiligen Provinzgouverneure verblieben waren.[135] Auch die erst späte Belieferung

[128] Vgl. den Beitrag über das griechische Bauwesen im vorliegenden Band Abschnitt 2.5.2.
[129] B. Ward-Perkins und Dodge 1992.
[130] Zum aktuellen Stand der Diskussion zusammengefasst Anderson 1997, 171ff. Vgl. auch Bernard 2010.
[131] Die als Beleg hierfür in der Forschung häufiger angeführte Passage bei Suetonius (Tib. 49.2.) belegt die Verstaatlichung von Steinbrüchen nicht, denn dort ist nur angegeben, dass Tiberius Gemeinden und Privatleuten die Schürfreche für Erze (das *ius metallorum*) entzog.
[132] Pensabene und Arthur 1985; so auch Fant 1999.
[133] Pensabene 1997.
[134] Unter Hadrian soll die ratio nach dem Vorbild der Militärorganisation reformiert worden sein, vgl. die Epitome de Caesaribus s.v. Hadrian; s. auch Anderson 1997, Anm. 157.
[135] Eich 2005, 336.

von Privatleuten durch die *ratio* zeigt, dass die Monopolisierung zuvor nicht wirklich umfassend durchgesetzt worden war, so dass es selbst in der hohen Kaiserzeit doch noch einen privatwirtschaftlichen Handel mit Marmor gegeben haben muss.

Die Behörde hatte einen Beamten mit Dienstsitz in Rom als Leiter, der spätestens unter Hadrian den Titel eines *procurator marmorum* trug. Ihm war ein Stab zugeordnet mit Schreibern und Hilfskräften. Die Leiter der einzelnen Steinbrüche waren ihm unterstellt, bei staatlichen Brüchen ebenfalls Beamte, bei Brüchen im Besitz der Legionen Centurionen. Diese regionalen Leiter haben Aufträge mindestens phasenweise auch in eigener Regie abgewickelt.

Die Behörde war keine reine Verwaltungsorganisation, sondern verfügte auch über technisches Personal. Diese Fachkräfte vor Ort, die mit den Eigenschaften des im jeweiligen Steinbruch abgebauten Materials vertraut waren, sind teilweise auch projektbezogen an Baustellen der Besteller abgeordnet worden. Die von den Severern wegen ihrer Herkunft besonders geförderte Stadt Leptis Magna beispielsweise bezog für den Ausbau der öffentlichen Bauten sowohl das Steinmaterial wie auch die Fachkräfte aus Steinbrüchen in Attika und der Prokonnesos. Dadurch arbeitete die Behörde teilweise nicht nur als Koordinationsstelle, sondern – modern ausgedrückt – als eine Art Systemanbieter.

Ein wichtiger Aspekt der *ratio marmorum* ist, dass sie maßgeblich an der Rationalisierung der Marmorversorgung durch Standardisierung beteiligt war.[136] Dadurch konnte die Kommunikation reduziert und die Abarbeitung individueller Bestellmaße vermieden werden. Der Effekt war, dass einerseits die Produktion auf Vorrat ermöglicht wurde (Vorräte wurden auch auf Stapelplätzen, etwa in Ostia, gelagert), und zudem die Lieferzeiten nachhaltig verkürzt werden konnten. Standardisierte Bauglieder, meist schon in den Steinbrüchen vorgefertigt, waren in verschiedenen Größenklassen lieferbar.

3.5 Materialwissen

3.5.1 Holz

Auch wenn die erhaltenen Reste der römischen Bauten nur wenig Spuren der Verwendung von Holz zeigen, so ist dennoch zweifelsfrei, dass Holz eine sehr wichtige Rolle im römischen Bauwesen gespielt hat.[137]

Zwar waren reine Holzkonstruktionen sicher zu allen Zeiten recht selten, doch zählen dazu einige Bauten, die zeigen, dass die Römer den Holzbau auch in großem Maßstab beherrschten. Ein Beispiel dafür waren die Theaterbauten, die Tausende von Zuschauern aufnehmen konnten (Abb. 3.19). Sie wurden in der Zeit der Republik aus politischen Gründen aus Holz errichtet, als temporäre Bauten, da der Senat keine dauerhaften Stätten der bloßen Unterhaltung des Volks tolerierte. Erst 55 v. Chr. setzte Pompeius den Bau des ersten Theaters in Rom aus Stein durch. Auch später noch wurden Theaterbauten in Holz errichtet, bis man schließlich – nach mehreren Katastrophen durch Einsturz und Brand mit einer großen

[136] Meiggs 1982.
[137] Ulrich 2007; Meiggs 1982; Adam und Mathews 1994, 87–101; Andrews 1973, 127–138.

Zahl von Toten[138] – von dieser Bauweise endgültig abging zugunsten von Betonkonstruktionen.

Dauerhaft große Bedeutung hatte Holz hingegen beim Bau von Brücken.[139] Zentrales Material der Baukonstruktion war Holz des weiteren beim Fachwerkbau, einer Skelettbauweise, bei der fast alle tragenden Elemente oberhalb der Fundamente aus Holz hergestellt wurden. Auf diese Bautechnik, die vor allem im stadtrömischen Wohnungsbau bis zum Beginn der Kaiserzeit dominant war, wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

Auch wenn Holz bei den anderen Bautechniken nicht als primärer Baustoff diente, so konnte doch kaum ein Bau, und sicher keine Baustelle, ohne Holz auskommen. Holz war der übliche Werkstoff für die meisten Decken und Dachstühle, da es preiswerter war als die Konstruktion von Gewölben, und wurde beim Innenausbau der Rohbauten für Treppen, Türen, Fensterläden, Balkone und Galerien verwendet. In Sonderfällen, beim Bauen auf nicht hinreichend belastbarem Baugrund, diente Holz zudem der Fundamentierung, indem in den Baugrund Holzpfähle eingerammt wurden, auf denen die Stein- oder Betonfundamente aufsetzen. Auf der Baustelle schließlich waren die Werkzeuge und Maschinen, die Wagen, Kräne, Leitern und Baugerüste größtenteils aus Holz gefertigt.

Die Versorgung mit Bauholz war für Rom kein grundlegendes Problem, da Italien in der Antike über große Wälder verfügte, wie etwa der Grieche Dion von Halikarnass feststellte, nachdem er 29 v. Chr. von der kleinasiatischen Küste nach Rom gekommen war.[140] Der Import von Holz aus Gebieten außerhalb Italiens war daher für das Bauwesen kaum erforderlich, und entsprechend erwähnt Vitruv in seinen Abschnitten über das Bauholz von den Importhölzern allein die Zeder.[141]

Bewaldet waren vor allem die bergigen Regionen der italischen Halbinsel, da die Ebenen landwirtschaftlich genutzt wurden, was auch für das römische Umland galt. Für die Nutzholzgewinnung bestanden hier jedoch Einschränkungen, da einige der Wälder den Göttern geweiht, und damit dem Holzeinschlag entzogen waren.[142] Zudem waren bereits in augusteischer Zeit einige Waldgebiete, die hochwertige Qualitäten liefern konnten, und zugleich verkehrsgünstig auf dem Wasserweg erreichbar waren, durch übermäßigen Einschlag für das stadtrömische Bauwesen nicht mehr lieferfähig, wie das ehemals für sein Schiffbauholz berühmte Pisa.[143] Die Versorgung mit Bauholz war daher letztlich ein Kompromiss zwischen den zu fordernden Eigenschaften des Holzes und den (Transport-) Kosten. Entsprechend beklagt Vitruv, wie schon erwähnt, dass das schwer entflammbare Lärchenholz vom südlichen Alpenrand zwar geeignet wäre, das Probleme der Brände in Rom zu reduzieren, jedoch aus Kostengründen kaum verwendet wurde, weil der Transport über den Po nur für die Städte der Adriaküste infrage kam.[144]

---

[138] Eine der bekanntesten Katastrophen ereignete sich 27 n. Chr. in Fidenae (Fidena) bei Rom kurz nach der Fertigstellung des für Gladiatorenkämpfe in Holz errichteten Amphitheaters. Ursache war anscheinend die mangelnde Festigkeit des Baugrunds, in Verbindung mit Qualitätsmängeln bei der Zimmermannsarbeit. Nach Tacitus (ann. 4. 62f.) kamen bei dem Einsturz 50.000 Menschen ums Leben. Sueton (Suet. Tib. 40) spricht von 20 000 Toten. Tacitus schreibt den Einsturz nicht der Holzkonstruktion an sich zu, sondern der extrem billigen Bauausführung, die dem Besitzer – einem Freigelassenen namens Atilius – umso größeren Profit bringen sollte.

[139] Dazu ausführlich hier S. 361.

[140] Dion Hal. 1.37.4.

[141] Vitr. 2.9f. Als Herkunftsländer der Zeder nennt er Kreta, Syrien (d. h. den heutigen Libanon) und ‚Africa‘, womit das heutige Algerien und Marokko gemeint sind.

[142] Ulrich 2007, 263–269.

[143] Strab. 5.2.5.

[144] Vitr. 2.9.16. Verwendet wurde Lärchenholz in Rom für Brücken.

Da Holz in der Antike ein in sehr vielen Bereichen genutzter Werkstoff war, gab es über die Eigenschaften der verschiedenen Holzarten eine umfangreiche Literatur. Der ältere Plinius hatte in seiner *naturalis histora* dem Thema nicht weniger als sechs Bücher gewidmet,[145] und konnte dabei auf die ebenfalls umfassenden, etwa vierhundert Jahre älteren Arbeiten des griechischen Autors Theophrast zurückgreifen.[146] Speziell die Eignung der Holzarten im Bauwesen behandelt Vitruv in seinen schon angesprochenen Abschnitten über das Bauholz,[147] und nennt dort auch die entsprechenden Kriterien: Festigkeit (also Druck-, Zug- und Biegefestigkeit), Verzug und Rissbildung durch Trocknung, Dauerhaftigkeit im Sinne geringer Gefährdung durch Fäulnis und Schädlingsbefall sowie Entflammbarkeit. Qualitätsunterschiede durch die Bearbeitung werden von ihm ebenfalls kurz angesprochen. So plädiert er wegen der reduzierten Feuchtigkeit des Holzes für einen Einschlag im Herbst, also während der Ruhephase im Wachstum der Bäume (‚Saftruhe'), und schlägt zur Trocknung anstelle der üblichen Lagerung ein spezielles Vorgehen beim Einschlag vor: die Stämme sollen zunächst nur zur Hälfte durchgesägt werden, damit anschließend Feuchtigkeit, und auch die Harze aus dem Mark, entweichen könnten. Ob dieses Vorgehen tatsächlich praktiziert wurde, oder ob es sich um eine eher akademische ‚armchair invention' handelt, lässt sich allerdings nicht beurteilen.

Was Vitruv nicht gibt, obwohl er es vom Architekten fordert, ist eine Verwendungsliste der unterschiedlichen Holzarten je nach Funktion am Bau.[148] Einzige Ausnahme ist die Empfehlung, für Pfähle als Fundamentbasis in sumpfigem Untergrund Erlenholz zu verwenden, da es auch in feuchter Umgebung kaum Fäulnisbildung zeigt. Wegen der stärkeren Sonneneinstrahlung, die zu geringerer Feuchtigkeit führen soll, favorisiert er die Tannen von den Westabhängen des Apenin (die ‚Untermeertanne').[149] Archäologische Befunde können hinsichtlich der Verwendung der Holzarten nur sehr punktuell Auskunft geben, da sich Holz am Bau nur in Ausnahmefällen erhalten hat. In Rom wurden, wo lange Stämme gebraucht wurden (etwa bei Decken und Dachstühlen), hauptsächlich Tannen verwendet. Eichenholz aus Latium und Etrurien wurde ebenfalls häufig genutzt, unter anderem für Dachschindeln anstelle von Dachziegeln.[150] Für den Innenausbau mit Türen und Fenstern konnten auch weichere Holzarten verarbeitet werden.

3.5.2 Fachwerk: Holz, Lehm und Stein

Ein schwieriges, und in der Forschung selten behandeltes, aber aus mehreren Gründen relevantes Thema ist der Fachwerkbau, d. h. das Errichten eines Gebäudes, bei dem auf einem Steinsockel ein tragendes Skelett aus Holzbalken aufgebaut wird, dessen ‚Fächer' mit nicht tragenden Materialien – meist auf Lehmbasis – ausgefüllt werden. Baugeschichtlich ist das Thema relevant, denn auf Basis der Fachwerktechnik hat die römischen Architektur einen Gebäudetypus entwickelt, der bis heute erhebliche Bedeutung hat: das mehrgeschossige Wohnhaus mit Mietwohnungen.

Das mehrgeschossige Mietshaus mit Fachwerk in Verbindung zu bringen, ist keineswegs evident. Die erhaltenen Reste von mehrgeschossigen Mietshäusern stehen hauptsäch-

[145] Plin. n.h. 12ff.
[146] Theophr. hist. plant.; caus. plant.
[147] Vitr. 2.9f.
[148] Vitr. 2.9.5.
[149] Vitr. 2.10.1-2.
[150] Plin. n.h. 16.36.

lich in Ostia und sind aus Gussbeton errichtet, der mit gebrannten Ziegeln oder kleinen Tuffsteinen verblendet wurde (*opus caementitium*, s. dazu weiter unten). Dagegen steht zudem die berühmte Aussage des Augustus, eine 'Stadt aus Ziegeln' vorgefunden zu haben (und eine 'Stadt aus Marmor' hinterlassen zu haben).[151] Zwar nicht anhand von Bauresten, wohl aber anhand von Quellenbelegen lässt sich jedoch plausibel machen, dass es bereits in vorausgusteischer Zeit in Rom mehrgeschossige Mietshäuser gegeben hat, die nicht in Ziegel- bzw. Beton-, sondern in Fachwerktechnik errichtet worden sind.

Die Existenz mehrgeschossiger, sogar sehr hoher Wohnhäuser in Rom ist schon für die relativ frühe Zeit eindeutig bezeugt. Strabon gibt beispielsweise an, dass unter Augustus die Höhe der Wohnhäuser gesetzlich auf siebzig Fuß (ca. 21m) begrenzt wurde.[152] Unter Traian, also mehr als hundert Jahre später, wurde die maximale legale Bauhöhe noch weiter reduziert, und zwar auf sechzig Fuß.[153] Es gab demnach also schon in augusteischer Zeit, und wahrscheinlich auch schon deutlich früher, Wohnhäuser mit über zwanzig Metern Höhe, denn andernfalls hätte die erlassene Beschränkung der Bauhöhe auf siebzig Fuß keinen Sinn gehabt. Zu den genannten Gebäudehöhen passt im übrigen auch eine Passage von Martial, in der ein Mietshausbewohner erwähnt wird, der über zweihundert Stufen hinaufsteigen musste, um seine Wohnung zu erreichen.[154]

Die Konstruktion dieser mehrgeschossisgen Wohnhäuser war allerdings offensichtlich problematisch. Strabon berichtet an gleicher Stelle ausdrücklich von der Einsturzgefahr, und sogar vom absichtlich herbeigeführten Einsturz, um den Besitzern Baugrund für Neubauten zu verschaffen. Bestätigt wird die Aussage Strabons in gewissem Sinne von Cicero, der brieflich seinem Freund Atticus mitteilt, zwei seiner Läden seinen eingestürzt, so dass neben den Mietern sogar die Mäuse das Gebäude verlassen hätten – er gedenke, den Schaden durch Neubau in Gewinn zu verwandeln.[155] Ähnlich früh wird schon von dem Triumvir Crassus (t 53 v. Chr.) berichtet, dass er in großem Umfang abgebrannte und eingestürzte Häuser aufkaufte und am Ort mit eigenen Leuten Neubauten errichtete.[156] Problematisch waren diese großen Wohnbauten zudem noch in anderer Hinsicht. So sind Brände, die ganze Straßenzüge erfassen konnten, durch die Quellen ausdrücklich bezeugt,[157] etwa beim älteren Plinius, der erwähnt, dass in Rom Häuser ‚spontan' oder wegen Brand vollständig einstürzten.[158]

Die Frage ist demnach, in welcher Bautechnik in Rom schon in spätrepublikanischer Zeit über zwanzig Meter hohe Wohnhäuser erbaut wurden, die in offenbar hohem Maße einsturz- und brandgefährdet waren. Die ‚Stadt aus Ziegeln', von der Augustus gesprochen hatte, gibt hier einen Hinweis, der allerdings leicht missverstanden werden kann. So übersetzt R. Till das von Sueton verwendete Wort *latericiam* mit „Backstein",[159], was gebrannte Ziegel bezeichnet, und auch J. C. Rolfe[160] schreibt an der entsprechenden Stelle „brick", was ebenfalls gebrannte Ziegel bezeichnet. Augustus konnte aber gar keine Stadt aus gebrann-

[151] Suet. Aug. 28.3. Vgl. Cass. Dio 56.30.3–4.
[152] Strab. 5.3.7.
[153] Epit. de Caes. 13, 13.
[154] Martial 7, 20, 20.
[155] Cic. Att. 14.9.
[156] Plut. Crass. 2
[157] Entsprechendes Quellenmaterial ist zusammengestellt bei Bottke 1999, Kap. 5.4.
[158] Plin. n.h. 36.24. Er erwähnt diese Tatsache übrigens im Zusammenhang seiner Ansicht, dass Rom die bedeutendsten Bauleistungen der Geschichte geschaffen habe.
[159] Till 1937, 92.
[160] Rolfe 1914.

ten Ziegeln vorgefunden haben. Reines – also durchgeschichtetes – Backsteinmauerwerk, wie es noch heute gängig ist beim Bau von Einfamilienhäusern, wurde in Rom in der Antike ohnehin kaum verwendet, sondern allenfalls im Osten, und dort auch nur selten (s. u. unter Mauertechnik). Gemeint war von Augustus bzw. Sueton aber auch nicht das mit gebrannten Ziegeln verblendete Gussmörtelmauerwerk, wie man es von den Wohnhäusern aus Ostia kennt, denn die Produktion von gebrannten Mauerziegeln in großem Umfang setzte erst in nachaugusteischer Zeit ein. Ihre Verwendung blieb überdies zunächst auf öffentliche Bauten beschränkt. Das von Sueton benutzte *latericiam* bezeichnet vielmehr luftgetrocknete Lehmziegel, nicht aber Backstein bzw. gebrannte Ziegel. Ausschließlich im Sinne von ‚Lehmziegel' benutzt das Wort im übrigen auch Vitruv.[161]

Augustus meinte in seinem Bericht also zweifellos nicht Backsteine, sondern Lehmziegel. Allein aus Lehmziegeln können die Bauten von der in den Quellen genannten Höhe aber auch nicht errichtet worden sein: Man hätte dazu enorme Wandstärken für die Untergeschosse vorsehen müssen, die in Rom – schon wegen der Nutzung des begrenzten Baugrunds – nicht in Frage kamen. Das ist explizit bezeugt, denn Vitruv erwähnt ein Gesetz zur Begrenzung der Wandstärken von Kommunmauern auf $1\frac{1}{2}$ Fuß, das mehrgeschossige Bauten in Lehmziegeltechnik faktisch verbot, denn bei einer solchen Wandstärke hätte man in Lehmziegeltechnik allenfalls Häuser mit zwei Geschossen bauen können.[162]

Es bleibt m. E. nur, dass die frühen Hochhäuser mindestens zu großen Teilen, d. h. über einem Sockelgeschoss aus Stein, in Fachwerktechnik errichtet worden sind: Fachwerk lässt bei relativ geringen Wandstärken vergleichsweise große Bauhöhen zu, ist bei solchen Höhen und mangelhafter Ausführung stark einsturzgefährdet, und zudem hochgradig brandgefährdet, entspricht damit also den Aussagen in den Quellen über die mehrgeschossigen Mietshäuser. Da Fachwerk mit Lehmstroh oder Lehmziegeln ausgefacht wurde, und von außen auch mit Lehm verputzt wurde, war der Lehm, und nicht die tragende Holzkonstruktion, bestimmend für den optischen Eindruck solcher Häuser, so dass auch der Satz des Augustus über die ‚Stadt aus (Lehm-) Ziegeln' mit der hier vorgeschlagenen Deutung vereinbar sein dürfte. Ebenfalls damit vereinbar wäre im übrigen die Tatsache, dass Rom nach Livius schon früh einen speziellen, mehrfach ausgebauten Holzhafen besaß (die *portus inter lignarios*). Strabon bringt in der oben angeführten Textpassage die Kapazität des Holzhafens ausdrücklich in Zusammenhang mit der Bautätigkeit. Ein Beleg für die Annahme lässt sich schließlich in Vitruvs Verdikt über das Fachwerk sehen („Fachwerk, wünschte ich, wäre nie erfunden").[163] Vitruv hätte sich kaum so geäußert, wenn Fachwerk für Rom bedeutungslos gewesen wäre. Wie sah nun römisches Fachwerk aus?[164] Stadtrömische Befunde gibt es dazu nicht, aber – erstaunlicherweise[165] – aber einige Befunde aus Herculaneum, sowie vereinzelt aus Pompeji. Das sog. ‚house-of-the-opus-craticium' in Herculaneum[166] (Abb. 3.3), ein Haus mit drei oder vier Wohnungen, zeigt in etwa die angesprochene Mischbauweise mit hohem Fachwerkanteil: Die Säulen sind aus gebrannten Ziegeln hergestellt, ein Teil des Untergeschosses aus gemauertem Naturstein (erkennbar in der unteren Bildmitte), das Obergeschoss im wesentlichen aus Fachwerk. Das heute sichtbare Fachwerk, dessen

[161] Vgl. Vitr. 2.8.16.
[162] Vitr. 2.8.16-18.
[163] Vitr. 2.8.18.
[164] Adam und Mathews 1994, 122–4.
[165] Erstaunlich insofern, als Herculaneum am Fuße des Vesuv buchstäblich auf Puzzolanerde gegründet war, womit hoch belastbares, betonähnliches caementitium Mauerwerk kostengünstig hätte verwendet werden können.
[166] Connolly und Dodge 1998, 138.

Fassade ursprünglich verputzt gewesen sein dürfte,[167] hat im Aufbau Ähnlichkeiten mit der mittelalterlichem oder neuzeitlichen Bauweise: es setzt an auf einem starken horizontalen Balken (dem Rahmenholz), in das vertikale Ständer eingezapft sind (Dm 8–12 cm), die mit etwas schwächer dimensionierten Riegeln (6–8 cm) verbunden sind. In etwa so wird es auch von Vitruv beschrieben, der für reine Fachwerkkonstruktionen zudem fordert, die Schwelle, also den untersten horizontalen Balken über dem Steinsockel, vom Fußboden abzusetzen, damit der Balken nicht durch Bodenfeuchtigkeit fault.

Abb. 3.3: sog. ‚house of the opus craticium', Herculaneum (Wikipedia, Y. Kuznetsova).

Bei dem hier angesprochenen Gebäude wurde kein Lehm für die Ausfachung benutzt. Es gibt jedoch einen Anhaltspunkt dafür, dass das dennoch in Rom üblich war. Der von Vitruv verwendete Terminus (*cratitii* [*parietes*]) bezeichnet nämlich im Wortsinne nicht das Holzskelett, sondern Flechtwerk. Damit gemeint ist sehr wahrscheinlich das mit Lehm beworfene Flechtwerk, das man zur Ausfachung von Fachwerkbauten noch bis weit in die Neuzeit hinein häufig benutzt hat. Alternativ hätte man die rechteckigen Fächer auch mit Lehmziegeln verfüllen können, was ebenfalls eine über Jahrhunderte übliche Praxis war.

[167] Der Verputz ist im Inneren Hauses auch erhalten. Vitruv spricht ihn 2.8. 20 mit Selbstverständlichkeit an, und erwähnt dabei das Problem der Risse im Putz durch das Arbeiten des Holzes.

Zwischen abgebildeten Haus aus Herculaneum und dem Fachwerk, wie man es aus späterer Zeit kennt, gibt es jedoch einen konstruktiv wesentlichen Unterschied. Wie auf dem Bild gut zu erkennen, fehlen diagonale Aussteifungen zwischen den Fächern. Auch Vitruv erwähnt nur Ständer und Riegel, jedoch keine schräg einzufügenden Streben. Ohne solche Streben ist eine Fachwerkkonstruktion jedoch gegen Verformungen in der Diagonale nicht gesichert: der Bau wird windschief. Die entsprechenden Kräfte wirken naturgemäß umso stärker, je höher das Gebäude ist.

War also eine mangelnde Beherrschung der Fachwerktechnik die Ursache der Einstürze der frühen römischen Mietshäuser? Bei der Konstruktion wie in Herculaneum sicher nicht, denn dort nimmt die Ausfachung diagonal wirkende Kräfte auf, da die Ausfachung aus Stein und Mörtel – anders als Lehm – in sich formstabil ist. Zudem sind diagonale Verstrebungen zumindest aus späterer Zeit gut bekannt durch Reliefdarstellungen, etwa an der Donaubrücke auf der Traianssäule. Auch die Lehrgerüste für den Bogen- und Gewölbebau können nicht ohne solche Aussteifungen ausgekommen sein. Das gleiche gilt für die in Holz errichteten Theaterbauten. Schließlich gibt es zumindest ein Beispiel aus Pompeji, wo sogar trotz einer Ausfachung in Stein diagonale Streben eingezogen worden sind.[168] Nicht die Technik an sich, sondern Mängel in der Bauausführung und Vernachlässigung der Instandhaltung (Verwendung zu weicher oder faulender Holzarten), sicherlich begründet in hohen Profiterwartungen der Eigentümer, dürften für den Einsturz vieler dieser Häuser in Rom ursächlich gewesen sein.

Wenn die hier dargelegte Argumentation zutrifft, dann war die in nachaugusteischer Zeit einsetzende Massenproduktion von Backstein nicht die bautechnische Voraussetzung für den mehrgeschossigen Wohnhausbau, wie man ihn heute v. a. aus Ostia kennt. Es war vielmehr umgekehrt: Der Gebäudetypus war zuvor bereits stark verbreitet, und konnte wegen der Notwendigkeit, auf begrenzter Fläche immer mehr Wohnraum zu schaffen zu müssen, auch nicht aufgegeben werden. Der Typus des mehrgeschossigen Mietshauses trug vielmehr seinerseits erheblich zum ‚Siegeszug' des gebrannten Ziegels bei, weil der Ziegel eine Lösung versprach für das gravierendste Probleme der älteren Bauweise der Mietshäuser, das Verfaulen des Holzes und die Brandgefahr.[169] Es gab in der Antike keine andere Stadt, bei der sich das Problem in dieser Schärfe stellte, denn nirgendwo wurde in den angesprochenen, großstädtisch anmutenden Dimensionen in die Höhe gebaut. Daher ist es auch sicher kein Zufall, dass es Rom war, wo der zunächst nur als Formstein für spezielle Funktionen hergestellte gebrannte Ziegel (etwa für Säulen) zum Standard-Baumaterial in einfacher Quaderform wurde. Der Backstein ist damit ein Beispiel dafür, dass nicht die einfache, sondern die komplexe Form eines Bauglieds am Anfang der Entwicklung steht.

3.5.3 Lehm: Luftgetrocknete Ziegel und Stampflehm

Ebenso wie das Fachwerk wird auch das Bauen allein mit Lehmziegeln in den Arbeiten zur römischen Bautechnik meist nur sehr knapp abgehandelt. Das entspricht ganz sicher nicht der Bedeutung, die diese Bauweise in republikanischer Zeit, und durchaus auch danach noch hatte. Das Problem für die Forschung ist das Fehlen aussagefähiger Befunde: Lehmziegel

[168] Adam und Mathews 1994, Abb. 284.

[169] Das Bauen in Fachwerktechnik wurde in Rom sicher nie ganz aufgegeben, denn beispielsweise für das nachträgliche Einfügen von Trennwänden, die schon aus statischen Gründen kein hohes Gewicht haben durften, waren die leichten und dünnen Fachwerkwände gut geeignet.

erhalten sich nicht, wenn ein Gebäude aufgelassen wird bzw. das vor Regen schützende Dach zerstört ist. Nur sehr selten, wenn ein Lehmziegelbau durch Brand zerstört worden ist, finden sich noch einzelne Ziegel, weil das Feuer die Lehmziegel dabei ‚sekundär' gebrannt, und damit haltbar gemacht hat. Viele Ruinen liefern aber immerhin einen Hinweis auf die Verbreitung der Bauweise, denn wenn eine Grabung niedrige Mauersockel aufdeckt, die horizontal abgeglichen sind, waren die aufgesetzten Mauern in vielen, wenn nicht den meisten Fällen aus Lehmziegeln, Stampflehm oder Fachwerk mit Lehmausfachung hergestellt. Bedingt durch das Fehlen weitergehender archäologischer Funde sind antike Schriften die Hauptquelle zum römischen Bauen mit Lehm. Herangezogen werden zudem oft Vergleiche mit der Vorgehensweise in den Gebieten vor allem östlich und südlich des Mittelmeeres, wo heute noch im ländlichen Raum mit Lehmziegeln oder Stampflehm gebaut wird.[170]

Die Römer haben das Bauen mit Lehmziegeln (den oben angesprochenen*lateres*) nicht erfunden – es ist praktisch so alt wie das Bauen selbst.[171] Vieles haben die Römer von anderen Kulturen übernommen. In einigen Details haben sie die Bauweise ihren eigenen Bedürfnissen angepasst, und auch weiterentwickelt. Die Bedeutung des Bauens mit Lehmziegeln für die Römer zeigt sich schon daran, dass sich bei Vitruv ein eigenes Kapitel über das Bauen mit Lehmziegeln findet,[172] jedoch keines über gebrannte Ziegel (die er aber sehr wohl kannte und schätze).

Ausgangsmaterial für die Herstellung der Ziegel ist Lehm. Lehm ist eine Mischung aus Sand, Ton und Schluff. Vitruv favorisiert neben sandigem Lehm solchen mit hohem Anteil von Ton, als eher glattes, festes, aber nicht zu schweres Material.[173] Dieses Ausgangsmaterial wurde aufbereitet, indem es mit Zuschlagstoffen wie Sand oder vegetabilem Material (Stroh u. ä.[174]) gemagert wurde. Das know-how dabei bestand vor allem in der Bemessung der Zuschlagstoffe, da zu ‚fetter' bzw. zu schwach gemagerter Lehm schlecht durchtrocknet, und dabei zudem deutlich schrumpft und Risse bildet. Zu stark mit Sand gemagerter Lehm ergibt hingegen wenig druckfeste Ziegel, die unter Last zerbröckeln.

Für die Verarbeitung des Materials am Bau kamen zwei Techniken infrage: als Stampflehm, der heute oft Pisé genannt wird, oder als in Rahmen gestrichene Lehmziegel. Beide setzen auf der Baustelle einen Steinsockel voraus (jedenfalls im europäischen Klima), da Lehm bei dauerhafter Bodenfeuchtigkeit seine Form verliert, so dass Mauern ohne Steinsockel absacken würden. Beim Pisé wird der Lehm auf der Sockelmauer schichtweise in stabile Holzschalen eingebracht, und dort durch Stampfen verdichtet, wobei Wasser austritt. Diese Bauweise ist sicherlich in den südöstlichen Provinzen des Reiches praktiziert worden, jedoch archäologisch kaum nachweisbar und bei Vitruv nicht behandelt. Die andere Methode[175] ist das Streichen der Ziegel in Holzrahmen, was eo ipso zur Standardisierung der Ziegelmaße führt, zudem die Herstellung von Formziegeln ermöglicht. Die normalen Ziegel hatten im römischen Bauwesen ein standardisiertes Maß von $1 * 1\frac{1}{2}$ Fuß.[176] Die Ziegel wurden auf der Baustelle mit nassem Lehm bestrichen versetzt, und anschließend außen meist mit einem Kalkputz überzogen, der sie auf Außenwänden gegen Schlagregen schützte und innen eine Dekoration der Wände ermöglichte.

[170] Adam und Mathews 1994, 59–62.
[171] Vgl. dazu den Artikel über das Bauen im Neolithikum von D. Kurapkat im Band I.
[172] Vitr. 2.3.
[173] Vitr. 2.3.1.
[174] Stroh erhöht die Wärmedämmung des Ziegel, was von Vitruv jedoch nicht erwähnt wird.
[175] Vgl. dazu Vitr. 2.8.16–18.
[176] Vitr. 2.3.2.

Um die angesprochenen Probleme der Trocknung zu vermeiden, fordert Vitruv die Herstellung im Frühjahr oder Herbst, und erwähnt die Folgen des Trocknens bei zu starker Hitze: Im Sommer hergestellte Ziegel trocknen äußerlich stark ab, wodurch die Trocknung im Inneren behindert wird. In der Folge schrumpfen die Ziegel auch nach dem Versatz langsam weiter, wenn die Restfeuchte im Inneren entweicht. Dadurch ergeben sich Schäden am Verputz: Wenn die Ziegel auch nach dem Versatz weiter schrumpfen, der schnell durchhärtende Kalkputz aber nicht, löst sich der Putz von der Wand oder bildet Risse.

Interessant bei Vitruvs Behandlung der Lehmziegelmauern ist, dass er hier offenbar eine zeitgenössische, kontroverse Diskussion der Bauweise aufnimmt, und dabei differenziert und detailreich auf die Einwände gegen das Bauen mit Lehmziegeln eingeht. Der erste Punkt dabei ist der mangelnde Prestigewert der Lehmziegelarchitektur. Vitruv verweist hier in einem langen Abschnitt darauf, dass – vor allem Osten – sowohl bedeutende Sakralbauten wie auch Paläste von Königen aus Lehmziegeln errichtet worden sind.[177] Der 'Wert' wird von ihm zudem auch konkret, also pekuniär, diskutiert. Man erfährt dabei, dass von römischen Gutachtern die Abschreibung von Steinmauerwerk auf achtzig Jahre berechnet wurde, d. h. beim Ermitteln des Zeitwertes ein Achtzigstel pro Jahr von Neuwert abgezogen wurde. Lehmziegelmauern hingegen wurden mit dem Neuwert angesetzt, wenn sie lotrecht standen, wegen ihrer im Grundsatz unbegrenzten Haltbarkeit.[178] Schließlich nimmt er indirekt ein bautechnisches Argument auf. Er rät nämlich, die Mauerkronen von Lehmziegelmauern mit gebrannten Ziegeln in einer Höhe von $1\frac{1}{2}$ Fuß aufzumauern, und zwar so, dass sich ein vorkragendes Gesims ergibt.[179] Dadurch ist die Oberkante der Lehmziegelmauer auch dann geschützt, wenn einzelne Dachziegel fehlen, und zudem die Außenseite der Mauer in gewissem Umfang gegen Schlagregen. Zugleich ergibt sich so ein stabiles und trockenes Lager für die Dachsparren in der Form eines Ringankers. Ob die von Vitruv beschriebene Lösung häufig angewendet wurde, lässt sich mangels Befunden allerdings nicht angeben.

Argumente, wie sie Vitruv anführt, sowie die relative Erbebensicherheit, auf die der ältere Plinius hinweist,[180] und die sich noch weiter ergänzen ließen,[181] haben auch nach dem Beginn der massenhaften Produktion von Ziegelsteinen ihre Gültigkeit für Bauherren von Landgütern und Häusern in Landstädten auf Dauer behalten. Das Lehmziegel-Mauerwerk eignete sich jedoch nicht für Monumentalbauten, wie sie Rom vor allem in der Kaiserzeit entwickelt hat.

---

[177] Er führt hier (2.8.8ff.) unter anderem den Palast des Königs Mausolos an, der für sich auch das berühmte Mausoleum – eines der sieben Weltwunder – errichten ließ. Ein Beispiel für einen klassischen Tempel, bei dem die Cellawände über einem Orthostatensockel aus Lehmziegeln erbaut worden sind, wäre der Tempel der Despoina in Lykossoura.

[178] Vitr. 2.8.8. Stillschweigend vorausgesetzt dürfte dabei sein, dass die Mauerkronen gesichert waren (dazu im folgenden) und die Außenflächen gegen Schlagregen durch Putz geschützt bzw.regelmäßig außen mit Lehm neu bestrichen wurden.

[179] Vitr. 2.8.18. – Eine Bauweise, die man noch heute an Backsteinbauten des 19. oder 20. Jahrhunderts beobachten kann, bei denen über der eigentlichen Ziegelwand ein solches Gesims, ebenfalls aus Ziegeln, vorkragend aufgemauert ist.

[180] Plin. n.h. 2.84.(82).

[181] Stichworte, teilweise auch von Vitruv gestreift, wären hier: Schnelligkeit der Bauausführung, einfache Wiederverwendbarkeit des Materials, Wärmedämmung in Winter und Hitzeschutz im Sommer.

3.5.4 Naturstein

Die Römer nutzten an ihren Bauten eine enorm große Zahl unterschiedlicher Gesteinsarten. Es fällt schwer, eine andere Epoche zu nennen, die ihren Baumeistern ein ähnlich breites Spektrum von Gesteinen zur Verfügung stellen konnte. Die Verwendung der Gesteinsarten illustriert ganz unterschiedliche Aspekte des römischen Bauwesens. Primär offenbart sich das genaue Wissen der Baumeister um die technischen Eigenschaften der hauptsächlich eingesetzten Gesteine, die sie entsprechend ihrer Funktion am Bau differenziert verwendeten, und auch, wodurch die Baumeister diese Kenntnisse gewonnen hatten. An der Nutzung der Gesteine lässt sich aber noch mehr ablesen, nämlich einiges über die Verzahnung der Entwicklung des Bauwesens mit der Gesamtentwicklung des römischen Staates. Das immer weiter wachsende Spektrum von verfügbaren Gesteinen ist eng gebunden an die Expansion des römischen Staates, die den Baumeistern den roten ägyptischen Granit, den Prophyr und die Buntmarmore der gesamten Mittelmeerwelt erschloss. Dazu gehört auch die Organisation der nötigen Transportkapazitäten. Nicht zuletzt reflektiert die Verwendung der Gesteine die finanziellen Möglichkeiten, den Geschmack und den Repräsentationsanspruch der finanziell potenten Bauherren.

Jenseits der farbigen Marmore und Granite, wegen derer spätere Epochen die römischen Monumente jahrhundertelang geplündert haben, brauchten aber auch die Römer primär Gesteine, die von ihren Eigenschaften her für das Bauwesen geeignet waren und in ausreichender Menge kostengünstig beschafft werden konnten. In diesem Sinne bildeten sieben verschiedene vulkanische Tuffgesteine und der Travertin im Wortsinne die Basis der Architektur Roms.

Die Tuffgesteine, die die Römer im Bauwesen zunächst verwendeten, waren naheliegenderweise die Steine, die sie auf dem Gebiet der Stadt selbst brechen konnten. Dazu gehört der Cappellacio, der am Quirinal und am Fuß des capitolinischen Hügels anstand: leicht zu bearbeiten, aber nicht sehr fest. Bereits im 5. Jh. v. Chr. endet der Abbau, denn im Zuge der frühen Expansion erhielten die Baumeister Zugriff auf Steinbrüche in Südetrurien bei Veji und in Fidenae. Dieser ‚roter Tuff', den auch Vitruv anspricht[182]), kam beim Bau der Servianischen Mauer zum Einsatz, und wurde bis gegen Ende des Jahrhunderts genutzt. Kurz vor dieser Zeit beginnt die Verwendung des Peperino, lateinisch *lapis Albanus* aus der Gegend von Alba Longa (heute Castell Gandolfo), und wohl etwas später des Sperone, lateinisch *lapis Gabinus*, der bei Gabii an der Via Praenestina gebrochen wurde. Die letzterwähnten beiden Gesteine wurden bis weit in die Kaiserzeit in Rom verbaut.

Vitruv gibt in seinem kurzen Kapitel über die Gesteine[183] einige erhellende Einblicke in das Wissen der Baumeister seiner Zeit, das bei der Auswahl des Steinmaterials zum Tragen kam. Tuffe sind zwar im allgemeinen leicht zu bearbeiten, daher kostengünstiger als andere Gesteine, haben aber den Nachteil, dass sie nur in Grenzen druckstabil sind, weswegen Vitruv seine Gruppierungen danach vornimmt, welche von ihnen als noch vergleichsweise hart gelten können, und welche nicht. Ein weiterer kritischer Punkt der Tuffe ist ihre mangelnde Frost- und Witterungsbeständigkeit sowie ihre geringe Widerstandsfähigkeit gegen Salzwasser, was sie für Hafenbauten ungeeignet machte. In dieser Hinsicht präsentiert sich Vitruv als erfahrener Praktiker, der technische Eigenschaften und Kosten gleichermaßen im Blick hat: er empfiehlt, Tuffe zunächst zwei Jahre (also Winter) zu lagern, und die Blöcke

[182] Vitr. 2.7.1.
[183] Vitr. 2.7.

für den Oberbau zu verwenden, die in dieser Zeit keine Abplatzungen oder Risse entwickeln. Der Schutt soll für den Bau von Fundamenten benutzt werden. Des weiteren empfiehlt er, Tuffgesteine grundsätzlich nur im Kern von Mauern zu verbauen, nicht jedoch für die der Witterung ausgesetzten Außenschalen. Vitruv belegt eine Einschätzungen, indem er deren Quellen offenbart: Er nennt – genauso wie auch im Abschnitt über die Mauerwerkstechniken[184] – jeweils ältere Bauten, an denen sich das Verwitterungsverhalten der unterschiedlichen Materialien studieren lässt. Es handelt sich also um ein Wissen, dass erfahrungsbasiert ist und belegt werden kann, und das er anschließend, im Sinne seines Anspruchs auf Verwissenschaftlichung des Bauens[185], mit der Vier-Elemente-Lehre zu erklären sucht. Noch ein weiterer Aspekt der Materialauswahl wird von Vitruv benannt, der sich auf die Verwendung der Gesteine unter den speziellen Bedingungen der Stadt Rom bezieht: die Feuerfestigkeit. Sie war sicher ein wesentlicher Grund, warum vor allem der Peperino und der Sperone nach Rom transportiert wurden. Ihre Verwendung an den Brandschutzmauern für die Kaiserforen belegt dies deutlich. Das Augustusforum ist vor allem wegen solcher Mauern beim großen Brand von 64 n. Chr. von Beschädigungen verschont geblieben.

Da sich unter den Tuffgesteinen keine wirklich harte Variante finden ließ, brauchten die Architekten zumindest ein anderes Gestein, das sie für hochbelastete Bereiche verwenden konnten. Der Stein ihrer Wahl war der Travertin, der nach seinen Vorkommen bei Tivoli als *lapis Tiburtinus* bezeichnet wurde. Travertin ist ein Kalkstein, genauer: ein Süßwasserkalk, der chemisch aus fast ausschließlich aus Kalziumkarbonat ($CaCO_3$) besteht, und daher auch als Ausgangsstoff für die Herstellung von Brand- bzw. Löschkalk geeignet war. Dass die Römer ihn ab etwa dem Beginn des letzten Jahrhunderts vor der Zeitenwende hauptsächlich wegen seiner Härte einsetzten, zeigt seine Verwendung an der Milvischen Brücke, und später vor allem an der Fassade des Kolosseums. Travertin wurde bis in die Spätantike kontinuierlich in Rom als besonders druckfestes Material eingesetzt, obwohl seine relativ geringe Widerstandskraft gegen Feuer bekannt war, was wiederum zeigt, dass auch in Rom zu Zeiten seiner höchsten Finanzkraft wirtschaftliche Aspekte beim Bauen eine Rolle spielten.

3.5.5 Marmor

Marmor galt in der östlichen Mittelmeerwelt ab dem 6. Jh. v. Chr. als das edelste unter den Baumaterialien. Nach Rom kam der Marmor erst relativ spät, entweder in der zweiten Hälfte des 2. Jhs. oder am Beginn des 1. Jhs. v. Chr. Die Überlieferung ist in dieser Frage widersprüchlich. Die Variante, die besonders auf Textpassagen beim älteren Plinius beruht, nimmt die Spätdatierung an. Ihr zufolge soll als erster der Rhetor Lucius Licinius Crassus (t 91 v. Chr.) sechs Säulen aus hymettischem Marmor von zwölf Fuß Höhe in seinem Privathaus auf dem Palatin aufgestellt haben.[186] Später soll Mamurra, bei Caesar als *praefectus fabrum* zuständig für Militärtechnik, ebenfalls Säulen aus Marmor in seinem Haus verbaut haben.[187] Erstmals öffentlich aufgestellt wurden Marmorsäulen von Sulla auf dem Capitol, die von der Ausraubung des Olympieion in Athen stammten.[188] Im Gegensatz dazu steht die

[184] Vitr. 2.8.
[185] Vgl. dazu Kap. 3.9.2.
[186] Plin. n.h. 36.3 (3.) bzw. 37.1. Der Hymettos ist ein Berg in Attica, in dem bereits im 6. Jh. v. Chr. Marmor gebrochen wurde.
[187] Plin. n.h. 36.7 (mit bezug auf Nepos). Mamurra war auch für einen – temporären – Theaterbau zuständig, nach dessen Niederlegung er die Säulen in sein Privathaus geschafft haben könnte.
[188] Plin. n.h. 36.5 (6.)

Überlieferung, dass bereits Q. Caecilius Metellus nach seinem Sieg über die Makedonen 146 v. Chr. den Bau der *porticus Metelli* beim Circus Flaminius in Auftrag gab. Innerhalb der Porticus wurde der Tempel des Jupiter Stator errichtet, der nach Vitruv der erste Marmortempel Roms war. Der zuständige Architekt soll, wiederum Vitruv zufolge, der zyprische Grieche Hermodoros gewesen sein.

Beide Überlieferungen stimmten in einem wichtigen Punkt überein: am Anfang stand nicht der Import von rohen Marmorblöcken, sondern von fertig bearbeiteten Baugliedern. Daraus kann man folgern, dass Rom keine Handwerker hatte, die das Wissen und die Erfahrung hatten, um mit dem sehr harten – und teuren – Material arbeiten zu können. Das würde auch erklären, warum Q. Metellus einen griechischen Architekten für sein Tempelbauprojekt engagierte. Ab Mitte des 1. Jhs. kann dieses Problem aber schon nicht mehr bestanden haben, denn in dieser Zeit wurde zunächst apuanischer, und später auch weißer Marmor importiert.[189] Kurz darauf setzten dann schon vereinzelt Importe von Buntmarmoren ein, die die Römer vermutlich in der ptolemäischen Hauptstadt Alexandria an der Nilmündung kennengelernt hatten.[190] Plinius berichtet jedenfalls, dass der erste im Rom verbaute Block aus Buntmarmor eine (Tür-?) Schwelle aus gelben, numidischem Marmor war, und dass bald darauf auch schwarzer Marmor aus Melos oder Chios importiert wurde.[191] In großem Umfang wurde Marmor spätestens unter Augustus durch Agrippa nach Rom importiert und an öffentlichen Gebäuden für Säulen, Gebälke und Wandverkleidungen verwendet.

Die Römer haben sich in der Folge fast alle bekannten Marmorvorkommen der Mittelmeerwelt angeeignet. Es handelt sich um ca. einhundert Abbaustätten in Norditalien, Spanien, Südfrankreich, Griechenland, der Westtürkei, Ägypten, Africa (Tunesien/Algerien).[192] Seinen Höhepunkt erreichte der Marmor-Import im 2. Jh. n. Chr. mit dem Aufkommen des sog. Marmorstils. Aus Plinius‘ Sicht hatte die Begeistung der Römer für exotischen Marmor nicht mehr tolerierbare Dimensionen angenommen, so dass er ein Verbot des Imports befürwortete.[193]

Die wichtigsten Brüche für weißen Marmor waren die neuentdeckten Vorkommen bei Luna (Carrara), da die Steinbrüche nahe am Meer lagen und die dortigen Winde den Seetransport begünstigten, wie Strabon hervorhebt.[194] Große Mengen wurden aber auch aus den Brüchen im Gebiet der Ägäis bezogen, aus Attica (Pentelikon, Hymettos), aus dem Marmarameer (prokonnesischer Marmor), von der kleinasiatischen Westküste (Ephesos, Aphrodisias) und von den Inseln Thasos und Paros.[195]

Die wichtigsten Bundmarmorarten waren (mit den modernen Namen):

- pavonazzetto aus Docimium in Phrygien (NW-Türkei), weiß-gelb mit rosa Einsprengseln;
- giallo antico aus Smitthus in Numidien (Chemtou in südl. Tunesien), meist gelb;
- cipollino aus Karystos auf Euböa; dunkel, auch grün;
- rosso antico vom Cap Tainaros (südliche Peloponnes), blutrot;
- fior di pesco aus Chalkis in Böotien (Mittelgriechenland), rot, weiß, violett;

[189] Plin. n.h. 36.48.
[190] Anderson 1997, 168.
[191] Plin. n.h. 36.49; vgl. 10 (7).
[192] Pensabene 1998.
[193] Plin. n.h. 36.1.
[194] Strab. 5.2.5.
[195] Anderson 1997, 169 .

- portasanta aus Chios, Pasteltöne, grau, rosa;
- verde antico aus Thessalien, dunkelgrün.

Hinzukamen im Laufe der Zeit als weitere hochwertige Importgesteine Prophyr aus Sparta (Croceae, ‚Laconian',dunkelgrün) und vom Mons Prophyrites (Gebel Dokhan, Ägypten, rot mit weißen Einsprengseln). Außerdem granitähnliche Gesteine aus Syene bei Assuan, rosa mit weißen Einsprengseln, und ein ähnlicher Granodiorit vom Mons Claudianus, dem heutigen Gebel Fatireh in Ägypten.

3.5.6 Gebrannte Ziegel

Gebrannte Ziegel (Backsteine) sind eines der bekanntesten Baumaterialien der römischen Antike.[196] Als primäres Baumaterial verwendet wurden sie, wie oben schon im Zusammenhang mit dem Fachwerk erwähnt, erst relativ spät, etwa ab dem Ende der Republik, und verstärkt ab der Regierungszeit des Tiberius. Das ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass sowohl die erforderlichen Materialien wie die Techniken für die Ziegelproduktion immer schon vorhanden waren, und zudem, wenn man die ebenfalls oben schon angesprochenen Probleme mit Bränden innerhalb der Stadt Rom berücksichtigt.

Zur Ziegelherstellung[197] brauchte man nur wenige Materialien, die in Italien fast überall reichlich zur Verfügung standen, und damit kostengünstig waren: einen stärker tonhaltigen Lehm,[198] Brennmaterial wie Holz, und Sand zur Magerung. Die Brenntechnik war seit langem bekannt, denn ein Brennofen zur Herstellung von Backstein unterscheidet sich nicht grundlegend von einem Töpferofen oder einem Brennofen für Dachziegel.

Solche Öfen erreichten die erforderlichen Brenntemperaturen von etwa 600 bis 1000°, die für die Herstellung von hochwertigen – festen und frostsicheren – Ziegeln erforderlich waren. Die in nahezu allen Teilen des Imperiums gefundenen Brennöfen sind in etwa ähnlich aufgebaut wie der oben abgebildete Ofen aus Syrien: Den unteren Teil bildete die Feuerkammer, die in der Regel in den Boden eingetieft wurde, was die seitliche Abgabe von Wärme reduzierte. Die Kammer hatte ein verschließbares Feuerungsloch, das durch einen davor liegenden, horizontalen Schacht für die Beschickung mit Brennmaterial zugänglich war. Den oberen Abschluss der Feuerkammer bildete ein Boden mit großen Bohrungen, durch die die Brenngase in den Brennraum mit den Ziegeln eindringen konnten. Je nach Größe wurde der Boden mit Pfeilern oder Bögen abgestützt. Der Brennraum selbst, in dem das Brenngut aufgeschichtet wurde, war ein nach oben offenes Gewölbe, durch das die Rauchgase abziehen konnten. Es wurde ebenfalls aus Lehm oder luftgetrockneten Ziegeln hergestellt, die beim Betrieb des Ofens zwangsläufig sekundär gebrannt wurden. Der Zug des Ofens, von dem die erreichte Brenntemperatur wesentlich abhing, wurde durch zusätzliche Luftkanäle, und vor allem durch die Abdeckung der oberen Öffnung mit Ziegeln reguliert, wobei diese obersten Ziegellagen wegen des Abfalls der Temperatur nur minderwertige Qualität aufwiesen. Die Anlage der Öffnungen und die Regulierung der Luftzufuhr sowie der ausströmenden Rauchgase, von der die erreichbare Brenntemperatur und die Verteilung der Hitze in der Brennkammer abhingen, gehörte zum eigentlich know-how der Ziegelbrenner.

[196] Brandl, E Federhofer und Dolata 2010; Bloch 1968; Tapio 1975; Anderson 1997, 151ff.
[197] E. Federhofer 2007.
[198] Lehm enthält immer einen Anteil Ton. Ist dieser Anteil relativ gering, haben die Backsteine eine geringere Festigkeit.

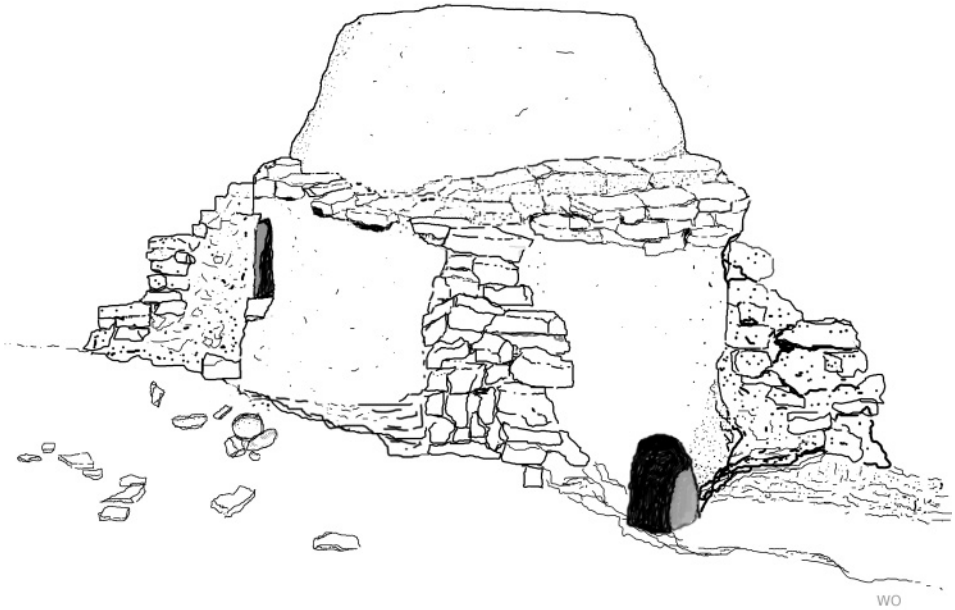

Abb. 3.4: Syrischer Töpferofen vom Typus der antiken römischen Ziegelöfen (W. Osthues).

Beheizt wurden die Öfen, wo verfügbar, mit Holz, jedoch kamen auch andere vegetabile Brennstoffe wie Heu, Nussschalen, Pinienzapfen und ähnliches zum Einsatz. Die Brenndauer hing von der Konstruktion des Ofens, der Qualität des Brennmaterials und der Umgebungstemperatur ab. Genaue Angaben lassen sich nicht machen. Zieht man Vergleiche heran aus Ländern, in denen heute noch ähnliche Öfen betrieben werden, so wird man von einer Brenndauer von fünf bis dreißig Stunden ausgehen können. Wegen der ungünstigen Witterungsbedingungen wurden die Öfen in Europa nicht im Winter betrieben.

Für die Beschickung wurden die Ziegel zunächst genauso wie Lehmziegel in Formen gestrichen, so dass neben den unterschiedlichen Standardabmessungen auch spezielle Formziegel hergestellt werden konnten, wie man sie von Hypokausten oder Ziegelsäulen kennt. Einziger Unterschied zur Herstellung von Lehmziegeln war, dass zur Magerung der zu brennenden Ziegel keine vegetabilen Stoffe eingesetzt werden konnten, da diese im Ofen verbrennen würden. Die Formziegel wurden zunächst an der Luft getrocknet, und anschließend in der Brennkammer auf Lücke geschichtet, damit die Rauchgase sie gleichmäßig umfließen konnten. Für die Entnahme des Brenngutes wurde die Brennkammer nach dem Brand geöffnet. Vor einem erneuten Brand mussten häufig Risse in der Ummauerung der Kammer durch Ausstreichen mit Lehm ausgebessert werden.

Zum Betrieb der Brennöfen liegen mittlerweile einige experimentalarchäologische Untersuchungen mit rekonstruierten Öfen vor. Ein erst vor kurzem durchgeführter Versuch mit einem nachgebauten Ofen durch Archäologen und Techniker des Landschaftsverbands

Westfalen-Lippe im Ziegelmuseum Lage hat ergeben,[199] dass sich Temperaturen in der Brennkammer von zwischen 450° bei der oberen Öffnung und 800° über dem Boden der Feuerkammer erreichen lassen. Der gemessene Höchstwert lag bei rund 1000°. Die erstgenannte Temperatur dürfte das Minimum für am Bau verwendbare Ziegel darstellen, da bei schwächerem Brand die Ziegel nicht die erforderliche Druckfestigkeit erreichen. Die Qualität der hergestellten Ziegel war, wie sich aus der genannten Spanne der Temperaturen im Brennraum ergibt, nicht homogen. Sie reichte von Schwachbrand bis hin zu Klinker, der den härtesten heute hergestellten Qualitäten entspricht. Daher ist anzunehmen, das die Charge nach dem Brand in Qualitätsklassen sortiert wurde. Berechnet wurde auf Basis der Versuchsergebnisse, dass mit dem Ofen pro Saison etwa 240 Tonnen Ziegel hergestellt werden konnten, wovon rund ein Drittel heutigem Qualitätsstandard entsprechen würde.

Die Herstellung und Verwendung gebrannter Ziegel beginnt im 2. Jh. v. Chr., und zwar nicht in Rom selbst, sondern in den noch freien griechischen Gebieten im Süden der italischen Halbinsel. Backsteine waren dort zunächst kein primäres Baumaterial, sondern sie wurden als Formziegel für spezielle Baugruppen verwendet. Bekannt sind etwa die Formziegel, die für den Bau der kannelierten und nach Versatz stuckierten Säulen der Basilica von Pompeji verwendet wurden.[200] Die Produktion einfacher Ziegelsteine beginnt ebenfalls im Süden. Als hauptsächliches Material für die Außenschalen von Wänden treten sie aber erst in Rom auf. Ziegel wurden in späterer Zeit offenbar auch ‚gebraucht' gehandelt. Bekannt ist das bereits aus den Vesuvstädten nach dem ersten großen Vulkanausbruch im Jahr 64.[201]

Für die Forschungen zur Organisation der römischen Ziegeleien gibt die römische Praxis des Stempelns der Ziegel wichtige Informationen. Die Stempel aus Holz, gelegentlich auch aus Metall, wurden vor dem Brand in die an der Luft vorgetrockneten Ziegel gedrückt. Sie sind umfassend dokumentiert[202] und erforscht, so dass man heute davon ausgeht, dass nahezu alle in größerem Umfang tätigen Betriebe der römischen Antike – also alle Anlagen, die nicht nur für den Eigenbedarf des Besitzers produzierten – bekannt sind.

Die Informationen, die den Stempeln entnommen werden können, haben unterschiedlichen Umfang. Frühe Ziegelstempel geben lediglich einen Namen an, wahrscheinlich den Namen des Besitzers, auf dessen Grund die Tongruben lagen. Die meisten Informationen enthalten Stempel aus dem frühen 2. Jh. Neben dem Besitzer der Tonvorkommen wird der (leitende) Ziegelbrenner genannt, wobei jedoch nicht eindeutig zu klären ist, ob es sich um einen Unternehmer bzw. Pächter handelte oder um einen Sklaven bzw. Freigelassenen des Landbesitzers. Alternativ wurde, wenn die Ziegelei zum Heer gehörte, der Name der betreffenden Legion angegeben. Ziegelstempel verzeichnen im 2. Jh. zudem häufig eine Datierung durch die Angabe der regierenden Konsuln, so dass sie für die Forschung ein wichtiges Hilfsmittel zur Datierung von Bauten aus dieser Zeit darstellen. Bei Großprojekten ist auf den Stempeln vereinzelt auch der Name des Baus bezeichnet, für den die Ziegel hergestellt wurden.

Aus solchen Angaben ergibt sich, dass im mittelitalischen Gebiet, das insbesondere Rom mit Ziegeln belieferte, die Ziegelindustrie privatwirtschaftlich organisiert war. Sie ist

[199] Mittleilung des LWL http:// www.lwl.org/ pressemitteilungen/ mitteilung.php? urlID=24843. Vgl. auch http://www.archaeologie-online.de/magazin/nachrichten/roemischer-ziegelbrand-brachte-hohe-leistung-und-gute-qualitaet-17670/.

[200] Die Basilica wurde um 120 v. Chr. errichtet. Ohr und Rasch 1991.

[201] Adam und Mathews 1994, 65.

[202] Sie werden gesammelt im Band XV.1 des CIL.

die am besten dokumentierte Industrie Roms. In den Provinzen, vor allem in Gallien, Germanien und Africa, dominierten hingegen die Legionen die Ziegelproduktion. Die Legionen bauten ihren Marktanteil im 3. Jh. immer weiter aus, so dass sie in dieser Zeit nahezu eine Monopolstellung bei der Ziegelproduktion erreicht hatten.

Anhand der Ziegelstempel läßt sich, beginnend schon im 2. Jh., ein Rückgang der Produktion nachweisen. Die Stempel illustrieren überdies auch einen der Gründe für diesen Rückgang. Im dritten und vierten Jahrhundert findet man nämlich zunehmend in Neubauten Ziegel, die, wie die Stempel beweisen, weit älter sind als die Bauten selbst. Das gilt im 4. Jh. sogar für öffentliche Bauprojekte. Mit anderen Worten: Es gab ein Recycling von Ziegeln, und zwar in einem so großen Umfang, dass die Neuproduktion massiv eingeschränkt wurde – eines der vielen Zeichen für die krisenhafte Entwicklung des Imperiums. Die Ziegelproduktion endet im Westen mit dem Untergang des römischen Imperiums. Im Osten wurde sie fortgeführt bis zum Untergang des byzantinischen Reiches.

3.5.7 Bautechniken mit Bindemitteln – die Verwendung von Mörtel und Beton

Die römische Architektur unterscheidet sich in bautechnischer Hinsicht von den älteren Architekturen der Mittelmeerwelt vor allem dadurch, dass sie als erste das bautechnische Potential von auf Kalk basierenden Bindemitteln in großem Umfang einsetze und, im Verlauf von mehreren Jahrhunderten, bis an seine Grenzen entwickelte. Was von einigen Forschern als ‚roman architektural revolution' bezeichnet wird[203] – die Verwendung von Bogen, Gewölben und Kuppeln in großen Dimensionen bei Basiliken, Thermen, Theatern, aber auch bei Brücken, Wasserleitungen und Hafenanlagen – wäre ohne den Einsatz der äußerst druckstabilen, dauerhaften und teilweise wasserdichten Mörtelarten nicht vorstellbar. In diesem Sinne wird gelegentlich auch einfach, wenn auch leicht verkürzend, von der ‚concrete revolution' gesprochen.

Eine besondere Rolle spielt der Mörtel auch bei den einfachen Mauern. Römische Ziegelmauern beispielsweise, die äußerlich nahezu genauso aussehen wie Ziegelmauern der Neuzeit (Abb. 3.13), haben meist eine andere Struktur: Die Ziegel sind in der Regel nicht wie später durchgeschichtet, sondern die Mauern bestehen in der Regel aus zwei Schalen, die einen Gusskern aus Bruchstein und Mörtel enthalten. Entsprechend ist die Funktion der Ziegel im Sinne der Statik eine andere als bei neuzeitlichen Ziegelmauern: Die Ziegel dienen in Rom nur der Verblendung sowie als Schalung für das Einbringen der Gussmasse, die die eigentlich tragende Komponente dieser Mauern darstellt.[204] Eine ebenfalls bedeutende Rolle spielte der römische Mörtel dadurch, dass er als hydraulischer Mörtel auch unter Wasser abbindet. Dadurch war es möglich, vor allem Brückenpfeiler und Hafenmolen in Guss- oder Mauertechnik zu errichten.

Auf Basis des römischen Mörtels ergaben sich schließlich nicht nur neue bautechnische Möglichkeiten, sondern auch bedeutende Vorteile in anderer Hinsicht. Durch die Verwendung von Guss- und Ziegelmauerwerk emanzipierte sich der römische Baubetrieb zu einem erheblichen Teil von der Abhängigkeit von fachlich qualifizierten Handwerkern. Zwar blieb in allen Abschnitten des Bauprozesses, angefangen vom Kalkbrand bis hin zum Versatz der Steine am Bauwerk, know-how erforderlich, doch konnte der römische Baubetrieb, jeden-

[203] J. B. Ward-Perkins 1981; Ball 2003; Lechtman und Hobbs 1986.

[204] Das gilt allerdings nicht für alle Formen von römischem Mauerwerk. Mehr dazu unten im Abschnitt über die Mauern.

falls wenn man ihn mit der griechischen Werksteintechnik vergleicht, mit weitaus weniger qualifizierten Handwerkern auskommen, weil ein Großteil der insgesamt notwendigen Arbeiten, wie etwa das Mischen, Einbringen und Stampfen der Gussmasse, von ungelernten Hilfskräften übernommen werden konnte. Hierin dürfte einer der wesentlichen Gründe dafür liegen, dass römische Großprojekte nahezu immer fertiggestellt worden sind, während in Griechenland eine nennenswerte Zahl gerade der ambitioniertesten Projekte niemals vollendet wurden.[205]

Die Forschung hat die konstitutive Bedeutung der Bindemittel für die Entwicklung der römischen Architektur seit langem erkannt. Aber erst durch neuere chemische und bautechnische Analyseverfahren in den letzten rund dreißig Jahren ist eine differenzierte Untersuchung der von den Römern verwendeten Materialmischungen und ihrer Eigenschaften möglich geworden. Den praktischen Anstoß für viele dieser Untersuchungen gaben Probleme bei der Sicherung und Restaurierung der erhaltenen Monumente. Insbesondere ältere Restaurierungen, bei denen Materialien aus dem modernen Baubetrieb verwendet wurden, haben zu teilweise schwerwiegenden Schädigungen der antiken Bausubstanz geführt, die auf die Inkompatibilität der modernen mit den antiken Materialien zurückzuführen sind. Das gilt vor allem für die Verwendung von Portlandzement und die Verwendung der heute sehr hart gebrannten und kaum diffusionsoffenen Ziegel. Daher stehen am Beginn praktisch aller umfangreichen Restaurierungen, die gegenwärtig durchgeführt werden, die Analysen der am antiken Gebäude verwendeten Baustoffe. Die Ergebnisse der Materialanalysen insbesondere zu römischen Mörteln und Beton, die inzwischen in sehr große Zahl vorliegen, ausführlich darzustellen, würde den hier gegebenen Rahmen bei weitem überschreiten. Die folgenden Abschnitte haben daher nur das Ziel, die Entwicklungen der römischen Bautechnik in diesem Bereich in etwa zu umreißen.

Mörtel wurde von den Römern einheitlich *mortarium* genannt. Dahinter verbergen sich jedoch nach Herstellung, Eigenschaften und Verwendung unterschiedliche Materialien, die die besten der römischen Baumeister auf Basis offenbar genauer Kenntnisse nach Funktion differenziert einsetzten. Das wird deutlich, wenn man die heute üblichen Mörtelgruppen den antiken Materialien gegenüberstellt. Heutige Mauermörtel besteht im Grundsatz aus einem Bindemittel auf Kalkbasis, der sog. Gesteinskörnung (in der Regel Sand), Wasser und ggfs. speziellen Zuschlagstoffen. Grundsätzlich unterscheidet man, primär nach der Druckfestigkeit, folgende Mörtelarten:

1. Reiner Kalkmörtel. Er besteht aus gelöschtem Kalk, Sand und Wasser. Reiner Kalkmörtel härtet an der Luft aus, indem er Kohlendioxid aus der Luft aufnimmt (daher auch Luftkalk genannt). Reiner Kalkmörtel kann entsprechend nicht unter Wasser aushärten. Der Abbindevorgang – die Karbonatisierung durch das Kohlendioxid aus der Luft – dauert sehr lange, und kann vollständig erst nach Jahren abgeschlossen sein. Kalkmörtel ist vergleichsweise wenig druckfest (ca. 1N/mm²), und ist daher heute nur zugelassen für Gebäude mit maximal zwei Stockwerken. Da der Mörtel gut feuchtigkeitsregulierend ist, wird er meist für Innenputze verwendet.

[205] Prominente Beispiele dafür sind etwa der zweite Dipteros im Heiligtum von Samos, der hellenistische Tempel von Dydima bei Milet, das Olympieion in Athen, und in Selinunt der sog. Tempel G. Bei den meisten dieser Bauten haben sicher auch andere Ursachen für die Bauunterbrechungen eine Rolle gespielt. Es bleibt aber bezeichnend, dass selbst die Initiativen des Kaisers Hadrian nicht zur Vollendung der genannten Tempel in Athen und Didyma ausgereicht haben.

2. Kalkzementmörtel und hydraulische Mörtel. Kalkzementmörtel besteht, wie der Name sagt, aus Kalkmörtel, dem Zement beigemischt wird. Kalkzementmörtel gehören zu den hydraulischen Mörteln. Zu ihnen gehören weiter Mörtel ohne Zementanteil, die aus ‚natürlichem hydraulischem Kalk' hergestellt werden (NHL, auch Wasserkalk genannt). Sie werden entweder aus Mergelkalk oder Muschelkalk gebrannt, oder dadurch, dass auf der Baustelle reiner Kalkmörtel mit Zusätzen wie Trass gemischt wird, die aus dem nicht-hydraulischen Kalkmörtel einen hydraulischen Mörtel machen. Bei allen drei Typen ist der Abbindevorgang chemisch komplexer als bei einfachem Kalkmörtel: Zunächst erfolgt die Karbonatisierung wie beim Luftkalk, zusätzlich aber noch eine Erhärtung durch die Verbindung des Kalziums im Kalk mit den sog. Hydraulefaktoren [Kieselsäure (SiO_2), Tonerde (Al_2O_3), Eisenoxid (Fe_2O_3)], die im Zement, im natürlich hydraulischen Kalk und in Zuschlagstoffen wie Trass zusätzlich enthalten sind. Bei dieser Reaktion bilden sich stabile Kristalle, die die Härte des Endprodukts erhöhen und die Wasserundurchlässigkeit bewirken. Die Druckfestigkeit ist deutlich höher als bei reinen Kalkmörteln. Sie liegt je nach Zementanteil bzw. der Menge der in den Zuschlagstoffen enthaltenen Hydraulefaktoren zwischen 2,5 und 5 N/mm^2.
3. Zementmörtel. Er besteht aus Zement, Sand und Wasser. Der bekannte Portlandzement wird aus Kalziumsilicat, Ton, Sand und Eisenerz hergestellt. Zement ist ebenfalls ein hydraulisches Bindemittel. Der prinzipielle Unterschied zum eben angesprochenen hydraulischen Kalkmörtel ist, dass Zementmörtel allein durch die Hydration (wie oben beschrieben) abbindet, also kein Kohlendioxid aus Luft aufnimmt. Zementmörtel erhärtet daher auch unter Wasser, dichtet, und hat mit mindestens 20 N/mm^2 die höchste Druckfestigkeit der hier genannten Mörtel. Zementmörtel, dem grobe Gesteinskörnung (meist Kies) beigefügt wird, wird als Beton bezeichnet. Da Beton, wie auch die beschriebenen Mörtel, kaum Zugkräfte aufnehmen kann, wird Beton häufig bewehrt, in dem Armierungen aus Eisen eingegossen werden.

Die römischen Mörtelarten sind den modernen von ihren Eigenschaften und der Einteilung her gesehen vergleichbar. Der heutige reine Kalkmörtel bzw. Luftkalk ist, chemisch gesehen, nahezu identisch mit seinem antiken Pendant. Ausgangsmaterial für die Herstellung war meist Kalkstein. Vitruv spricht in diesem Zusammenhang einfach von ‚weißem Stein' (*albo saxo*) und Silex.[206] In der Spätantike wurde häufig auch Marmorbruch von aufgelassenen Gebäuden verwendet. Das Material wurde zunächst zerkleinert, und anschließend in einem Ofen gebrannt, dessen Technik in etwa den Brennöfen für Töpferware oder Ziegelsteine entsprach. Die Brenntemperatur lag bei etwa 800°.

Chemisch gesehen, wird durch den Brennvorgang der Kalkstein ($CaCO_3$) entsäuert, indem das Kohlendioxid entweicht. Zurück bleibt pulverförmiger Brandkalk bzw. Kalziumoxid ($CaCO_3 = CaO + CO^2$). Der Brandkalk wurde anschließend in Gruben für mehrere Wochen (oder länger) in der Nähe der Baustelle eingesumpft. Durch dieses sog. Kalklöschen verbindet sich der Brandkalk mit dem Wasser zu Kalziumhydroxid [$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$]. War der Prozess abgeschlossen, wurde der Löschkalk direkt verarbeitet. Geringere Mengen – etwa für das Kälken von Wänden – wurde auch in Amphoren zur Baustelle transportiert. Löschen mit der exakt erforderlichen Wassermenge, so dass der Löschkalk in Pulverform vorliegt (heute als Weißkalkhydrat bezeichnet), ist aus der Antike nicht bekannt. Wenn zur

[206] Vitr. 2.5.1. Silex bezeichnet genaugenommen eine Basaltlava, wurde aber auch als allgemeine Bezeichnung für harten Stein verwendet.

Verarbeitung auf der Baustelle der Löschkalk mit Sand zu Mörtel vermengt und vermauert wird, bindet der Löschkalk wie angesprochen ab durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Umgebungsluft. Damit vollendet sich der sog. technische Kalksteinkreislauf, denn die Verbindung bewirkt, dass aus dem Löschkalk und dem Kohlendioxid sich ein Kunststein bzw. ein künstlicher Kalkstein bildet, der chemisch identisch ist mit dem Ausgangsprodukt, wobei Wasser zurückbleibt: $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$.

An der ablaufenden Reaktion ist der Sand nicht beteiligt, er wird vielmehr von dem Bindemittel eingebunden und sorgt für die Druckstabilität des Mörtels. Für eine Verarbeitung als Gussmasse wie bei Beton ist ein ein solcher Mörtel nicht geeignet, jedenfalls wenn Druckfestigkeit gefordert wird, und zwar aus zwei Gründen: Zum einen ist die Druckfestigkeit des Mörtels, wie schon angesprochen, per se nicht sehr hoch. Zum anderen verhindert bei großen Gussmengen die Aushärtung an den Oberflächen des Mörtels die Karbonatisierung im Inneren wegen des Luftabschlusses. Ein Gebäude wie das Kolosseum mit seinen enormen Massen hätte man mit einem Mörtel dieser Art nicht bauen können. Dasselbe gilt für Wasserbauten, da der Mörtel im Wasser kein Kohlendioxid aufnehmen kann.

Die Römer kannten neben dem Luftkalkmörtel auch härtere, hydraulische Mörtel, die man von den Eigenschaften her mit den modernen hydraulischen Kalkzement- und dem Zementmörteln vergleichen kann. Sie konnten die entsprechenden Bindemittel jedoch nicht direkt herstellen, d. h. durch Brennen von Materialgemischen, die neben dem Kalkstein Substanzen mit Hydraulefaktoren enthalten, wie das heute beim Brennen von natürlichem hydraulischen Kalk und Zement der Fall ist, denn die für Zement erforderlichen Brenntemperaturen von über 1400° waren mit der antiken Brenntechnik nicht zu erreichen. Selbst die für den Bronzeguss eingesetzten Öfen erreichten wenig mehr als die dort notwendigen rund 1200°. Die Römer gingen einen anderen Weg: Sie brannten in einem ersten Schritt immer möglichst reinen Brandkalk, der anschließend gelöscht wurde. In einem zweiten Schritt wurden auf der Baustelle unterschiedliche Zuschlagstoffe hinzugefügt, die dem Mörtel hydraulische Eigenschaften verliehen.

Einen solchen Mörtel, ähnlich dem modernen hydraulischen Kalkmörtel, der durch Karbonisierung und Kristallverbindungen zwischen Kalk und Hydraulefaktoren erhärtet, gewannen die Römer, indem sie dem gelöschten Kalk Ziegelmehl beimischten. Ziegelmehl ist ein künstliches Puzzolan (siehe dazu unten), das durch den Tonanteil der Ziegel ähnliche Stoffe enthält wie der heute beim Brand von Zement zugesetzte Ton. Durch das Mischungsverhältnis konnte dieser hydraulische Mörtel sogar ‚eingestellt' werden, wie bei heutigen hydraulischen Mörteln durch Zugabe von Zement. Vitruv setzt das Mischungsverhältnis relativ hoch an, wenn er ein Drittel Volumenanteil Ziegelmehl empfiehlt.[207] Hergestellt wurde das Ziegelmehl durch Mahlen von Backstein- und Dachziegelschutt. Anschließend wurde das Mahlgut fein gesiebt. Ziegelmehl wurde regelmäßig dann eingesetzt, wenn ein abdichtender Mörtel gefordert war, wie etwa beim Bau von Wasserbecken, Zisternen und Wasserleitungen (Abb. 3.5), aber auch für hochwertige Fußböden (*opus signinum*[208]).

[207] Vitr. 2.5.

[208] In der italienischen Literatur auch *cocchiopesto* genannt, vgl. dazu Marta 1990, 34. Wurde opus signinum für Fußböden verwendet, wurden die Masse, der auch größere Terrakotta-Fragmente beigemischt wurden, anschließend poliert, gefirnisst und poliert mit unterschiedlichen Rezepturen, die Leinöl, Wachs, aber auch Rotwein enthalten konnten. Ausführlich dazu Vassal 2006.

Abb. 3.5: Kaiserzeitliches Wasserbecken in Kameiros auf Rhodos mit Resten von wasserdichtem Putz (W. Osthues).

Auch Außenputzen, die Schlagregen ausgesetzt waren, wurde Ziegelmehl beigemischt, was die Witterungsbeständigkeit des Putzes nachhaltig erhöht. Ziegelmehl wurde zudem sehr häufig beim Mauerbau verwendet, weil das zugesetzte Mehl die Druckfestigkeit des Mörtels, verglichen mit reinem Luftkalk-Mörtel, verbessert. Für diesen Gewinn an Festigkeit nahm man die höheren Kosten offenbar in Kauf, da die Herstellung des Ziegelmehls wesentlich aufwendiger und teurer in der Beschaffung war als Bausand. Mörtel mit Ziegelmehl als Zuschlagstoff erreicht allerdings nicht die Festigkeit von römischem Beton, von dem anschließend die Rede sein wird. Dass man dennoch in vielen Regionen auch bei großen Bauten mit Ziegelmehl statt mit Puzzolana arbeitete, dürfte einfach daran liegen, dass Ziegelmehl praktisch überall im römischen Reich herstellbar war, wohingegen Puzzolanerde gegebenenfalls über große Strecken von den italischen Abbaustätten antransportiert werden musste.

Ein dem Zementmörtel vergleichbarer Baustoff stand den Römern ebenfalls zur Verfügung.[209] Dazu wurde dem Löschkalk anstelle des sonst verwendeten Sandes mit der angesprochenen Puzzolanerde vermischt. Die Puzzolanerde (*pulvis puteolanus*) ist ein je nach Lagerstätte gelb-brauner oder rötlich-brauner Lavasand. Abgebaut wurde sie, wie der Name schon besagt, in großem Umfang in *Puteoli* bei Neapel (heute Pozzuoli), teilweise auch unter Tage. Weitere große Abbaustätten lagen in Latium in den Albanerbergen bei Rom. Vor dem Anmischen der Mörtels wurde die Puzzolanerde, wie das Ziegelmehl, fein gesiebt.

[209] Der sog. Romancement.ist nicht antik, sondern ein Baustoff des späten 18. Jhs,, der als hydraulischer Kalk aus stark tonhaltigem Kalkmergel gebrannt wurde, und etwa ab Mitte des 19. Jhs. von dem neuentwickelten Portlandzement verdrängt wurde.

Abb. 3.6: Sog. ‚Pont del Diable‘, Aquaedukt bei Tarragona, Spanien (Wikipedia, Till F. Teenck).

Die chemische, Reaktion, auf der die Erhärtung des Puzzolanmörtels beruht, ist der des Zementmörtels vergleichbar. Puzzolane enthalten lösliche Kieselsäuren und reaktionsfähige Aluminiumnoxide (die erwähnten Hydraulefaktoren), die sich mit dem Kalziumhydroxid des gelöschten Kalks zu kristallförmigen Calciumsilicathydraten und Calciumaluminathydraten verbinden. Der Unterschied liegt darin, dass beim Zement die im Ausgangsmaterial enthaltenen Kieselsäuren und Aluminiumnoxide erst in eine lösliche, reaktionsfähige Form gebracht werden müssen, um sich mit dem Kalk zu verbinden. Das geschieht durch den Brand im Zementofen bei ca. 1400°. Diese thermische Umformung kann bei der Puzzolanerde entfallen, weil die Hitze im Erdinneren die Umformung bereits vollzogen hat. Salopp gesagt, hatte den Römern der Vulkan bereits einen wesentlichen Teil der Arbeit abgenommen. Puzzolanerde war ohne weitere Aufbereitung am Bau verwendbar.

Praktisch wurde der Unterschied zwischen der Karbonatisierung des Luftkalks und der puzzolanischen Reaktion dadurch evident, dass Puzzolanmörtel auch unter Wasser aushärtet, d. h. unter Luftabschluss bzw. ohne Kohlendioxid aus der Luft. Dadurch unterscheidet sich der Puzzolanmörtel zugleich von den zuvor beschriebenen hydraulischen Mörteln mit Ziegelmehlzuschlag. Letztere müssen, da sie neben der puzzolanischen Reaktion auch durch Karbonatisierung abbinden, erst im Trockenen erhärten, bevor sie wasserdicht werden. Mörtel mit Ziegelmehl-Zuschlag war also nur für im Trockenen errichtete Wasserbauten geeignet. Ein zweiter Unterschied liegt bei der Druckfestigkeit: der Puzzolanmörtel übertrifft den Mörtel mit Ziegelmehl hinsichtlich der Druckfestigkeit ebenso deutlich wie der moderne Zementmörtel die heutigen hydraulischen Mörtel.

Verarbeitet wurde der Puzzolanmörtel in der Regel nicht als Mauermörtel, sondern als Beton, von den Römern *opus caementitium* genannt. Hinsichtlich der Verarbeitung gab es eine Reihe von Unterschieden zwischen modernem Betonbau und dem römischen *opus caementitium*: Während man heute vor dem Gießen Holzverschalungen baut, die nach dem Einfüllen und Abbinden des Beton abgenommen werden, errichteten die Römer zwei Schal-

mauern aus Naturstein oder Ziegeln, in die die Masse eingefüllt wurde. Sie diente nach Fertigstellung als dauerhafte Verblendung, und wurde häufig noch zusätzlich verputzt. Schalmauern und Gussmasse wurden schichtweise bzw. parallel hochgezogen. Holzverschalungen benutzten die Römer in der Regel nur bei Gewölben und bei im Wasser gegründeten Betonkonstruktionen. Auch bei der Gussmasse selbst gibt es Unterschiede: Während heute als Gesteinskörnung Kies mit einer Korngröße von 4–8 cm zugegeben wird, verwendeten die Römer etwa faustgroße Bruchsteine. Diese Steine waren die namensgebenden *caementitia*. Der Begriff meinte in der Antike also nicht das Bindemittel, wie der moderne Begriff ‚Zement' nahelegt, sondern den Zuschlagstoff. Auch die zugegebene Wassermenge ist ungleich. Während heute die Gussmasse wegen des Transports und der Verarbeitung am Ort mit Hilfe von Betonpumpen relativ dünnflüssig ist, war das *opus caementitium* bei der Verarbeitung eher teigig.[210] Zudem wurde die Masse bei den Römern nach dem Einbringen schichtweise durch Stampfen verdichtet. Bei der modernen Betonverarbeitung entfällt dieser Arbeitsschritt. Einige Forscher sehen in diesen beiden Verfahrensweisen – dem relativ geringen Wassergehalt der Gussmasse und dem Verdichten – eine der wesentlichen Ursachen dafür, dass der antike Beton dort, wo er perfekt verarbeitet worden ist, sich als enorm haltbar erwiesen hat. Vereinzelt hat man in jüngster Zeit auf Verfahrensweisen, die denen der Römer ähnlich sind, wieder zurückgegriffen.[211] Des weiteren benutzten die Römer bei Betonkonstruktionen keine innenliegende Armierung wie die heute übliche Bewehrung mit Baustahl zur Erhöhung der Zugfestigkeit. Römische Baukonstruktionen mussten entsprechend so angelegt sein, dass nur geringe oder gar keine Zugspannungen auftraten. Man hat zwar gelegentlich im römischen Beton eingelegte Hölzer gefunden (Anzio, Hafenmolen), doch war die Aufgabe dieser Hölzer beim Bau im Wasser, ein Auseinanderbiegen der Wände der hölzernen Setzkästen so lange zu verhindern, bis der Beton abgebunden hatte. Nach dem Aushärten hatten die Hölzer, anders als der moderne Baustahl, also keine Funktion mehr. Von technischer Bedeutung für die Qualität der Konstruktionen und das zugrundeliegende know-how sind hingegen die im Beton eingestampften *caementitia* : Je nach dem spezifischen Gewicht der als *caementitia* verwendeten Bruchsteine, oder auch durch Einschluss leerer Tongefäße in der Gussmasse, konnte das spezifische Gewicht der Betonmasse gezielt variiert werden. Die effektive Nutzung dieser Möglichkeiten setzt Kenntnisse der Spannungen innerhalb der Konstruktion voraus, denn nur so konnte bestimmt werden, wo im Bauwerk vergleichsweise leichter oder schwerer Beton die Standsicherheit erhöhen konnte. Mehr dazu im Abschnitt über den Gewölbebau.

Ein letzter Aspekt bei der Verarbeitung von Mörteln, der neuerdings in das Blickfeld der Forschung gerückt ist, bezieht sich auf die Qualitätssicherung bei Herstellung und Verarbeitung. Nachweisbare Probleme mit der sinkenden Qualität der verwendeten Materialien sind sicher kaum Kenntnismangel geschuldet, denn sie treten ab dem 3. Jh. auf, also zu einer Zeit, als man die Technik des Betonbaus längst nahezu perfekt zu beherrschen gelernt hatte. Zurückgeführt werden diese Probleme vielmehr auf ökonomische Faktoren, die mit dem allgemeinen Niedergang der römischen Wirtschaft zusammenhängen. So wurde

[210] Daher halte ich die Überlegung von L. Lancaster, die einen Zusammenhang zwischen dem Bau der ersten römischen Aquaedukte und dem Aufkommen des *opus caementitium* sieht, für nicht überzeugend.

[211] Das gilt etwa für den Stillwater Staudamm in Colorado. Die Parallelen beziehen sich auf die Zusammensetzung des Beton. Es wurde neben Portlandzement ca. 70% Flugasche aus Kohlekraftwerken – ein künstliches Puzzolan – anstelle des sonst üblichen Sandes verwendet. Auch die Verarbeitung dieses Betons mit relativ wenig Wasser und zusätzlichem Verdichten ähnelt der römischen Bautechnik. Vgl. Moore 1995.

augenscheinlich statt frisch gebrochenem Kalkstein, der in sich homogen ist, zunehmend unterschiedliches Material von aufgelassenen Bauten ‚recycelt', wodurch die Brenntemperatur im Ofen nicht mehr optimal auf die heterogenen Qualitäten abgestimmt werden konnte. Arbeitskräftemangel und Zeitdruck werden geltend gemacht für die Verwendung von verunreinigter oder nicht sorgfältig gesiebter Puzzolana.[212] Der gleiche Grund wird auch geltend gemacht für unzureichendes Verdichten der einzelnen Betonschichten. Alle diese Faktoren führten zu einer reduzierten technische Qualität vieler Bauwerke der Spätantike.

3.6 Bautechniken

3.6.1 Fundamente und Mauern

Fundamente[213] (aus lat. *fundamentum*) haben die Aufgabe, die Standsicherheit eines Gebäudes zu gewährleisten, um Verformung, Neigung und Risse des aufgehenden Mauerwerks zu verhindern. Die Auslegung von Fundamenten muss der Druckfestigkeit des jeweiligen Bodens und der Belastung durch das Gebäude entsprechen. Sie mussten in großen Teilen des römischen Reiches auch dynamische Kräfte aufnehmen im Fall von Erdbeben. Die Arbeitsweise der römischen Bauleute zeigt fortgeschrittene Kenntnisse und Techniken der Fundamentierung, die sich schon daran ablesen lassen, dass nicht wenige ihrer Bauten bis heute ohne weitere Eingriffe als standsicher gelten dürfen.

In der Regel wurden für die Fundamente Gräben ausgehoben, in die Streifenfundamente eingebracht wurden. Rostfundamente sind sehr selten, und wurden allenfalls für wertvolle Plattenfußböden gebaut. Die Fundamente sind in der Regel Flachgründungen. Tiefgründungen mit eingerammten Holzpfählen wurden nur dort verwendet, wo der Untergrund kaum belastbar war, also in sumpfigem Terrain[214] oder für den Bau von Brückenpfeilern in weichem Untergrund.[215]

Im Idealfall wurde für die Fundamente großer Bauten der Boden bis auf den gewachsenen Felsen aufgegraben. In großen Teilen des Imperiums war das jedoch nicht möglich, so dass der Boden in einer Tiefe ausgeschachtet wurde, die der Belastung durch das aufgehende Mauerwerks angepasst war. Für einfache Gebäude mit ein oder zwei Stockwerken beträgt die Tiefe der Fundamentgräben häufig 50–70 cm, so dass die Fundamentsole frostsicher war. Ein Unterschreiten der Frostgrenze würde bedeuten, dass der gefrierende Boden die Fundamente hochdrücken, und damit Risse verursachen könnte. Bei Betonfundamenten wurde durch die entsprechende Tiefe auch das sog. Auffrieren des Betons verhindert.

Bei der Bestimmung der Fundamenttiefe in Abhängigkeit von der Belastung durch das Mauerwerk arbeiteten die Römer, aus heutiger Sicht gesehen, eher konservativ: Fundamente großer Bauten konnten durchaus acht Meter tief sein.[216] Am Jupitertempel von Balbeek – einem Bau, dessen Dimensionen die Grenzen des Machbaren erreichten, und teilweise auch überschritten – sind Fundamenttiefen von bis zu 17 Metern gemessen worden.[217]

---

[212] Lancaster 2005b, 57f.
[213] Vitr. 3.4; 6.8.
[214] Marcellus-Theater (Rossetto 1995, 99), Circus von Arles (Sintès und Arcelin 1996, 78).
[215] s. Abschnitt 3.7.2 über Brücken.
[216] in Sardeis, Kleinasien: Hanfmann 1983; Maxentius-Basilica in Rom: Calabresi und Fattorini 2005, 77–79; Kolosseum in Rom: Lancaster 2005b, 57–59.
[217] Ragette 1980, 105.

Fundamentmauern wurden so gut wie immer etwas breiter bemessen als die Mauern, die sie tragen sollten, wodurch sich der Druck des Mauerwerks bei der Fundamentsohle auf eine etwas größere Grundfläche verteilt. Entspechend hing relative Breite des Fundaments gegenüber dem Mauerwerk von der Tragfähigkeit des Bodens ab. Fundamentmauern wurden in unterschiedlicher Technik ausgeführt. Für einfache Gebäude wurden die aus dem Lehmziegelbau immer schon bekannten Bruchsteinfundemente verwendet,[218] denn unmittelbar auf einem feuchten Boden aufgesetzt, zersetzen sich luftgetrocknete Lehmziegel sehr schnell. Solche Fundamente entsprechen im Querschnitt einer einfachen, zweischaligen Mauer, d. h. an den Außenseiten der Fundamente sind eher größere Steine aufgeschichtet, die dann die Schalen der aufgehenden Mauern tragen, während im Inneren die Steine geschüttet und wohl durch Stampfen verdichtet wurden. Diese Steinschüttungen waren im einfachsten Fall mit Erdreich vermischt. Bei Gebäuden mit höheren Belastungen sind die Bruchsteine in Mörtel verlegt, also in derselben Technik errichtet wie die Mauern, die sie tragen. Oft ist die Oberkante des Fundaments horizontal abgeglichen, was etwa für aufgesetzte Ziegelmauern zwingend erforderlich ist.

Alternativ zur Schalung durch aufgeschichtete Bruchsteine konnten Betonfundamente auch – genau wie heute – in Holzverschalungen eingebracht werden, die nach dem Aushärten des Betons wieder entfernt wurden (Abb. 3.7), wie etwa bei der Konstantinsbasilika oder am Tempel der Venus auf dem Palatin in Rom. Das Kolosseum hat ein solches Betonfundament in Form eines Rings von etwa 8 m Tiefe.[219]

Unter den belastbarsten Fundamentierungen tritt das Betonfundament die Nachfolge des durchgeschichteten Vollsteinfundaments an, das die Griechen bei ihren ambitioniertesten Projekten vorsahen. Die Römer kannten letzteres, und verwendeten es auch, aber nur selten und hauptsächlich in relativ früher Zeit.[220] Die Vorteile der neuen Verfahrensweise sind offensichtlich, denn die ältere Form war extrem arbeitsaufwendig und verlangte den Einsatz von anteilig vielen qualifizierten Handwerkern, da ein mörtelloses Fundament aus großen Steinquadern, vor allem aber eines aus Platten, nur stabil ist, wenn die Lagerfugen vollflächig aufliegen. Das wiederum bedeutet, dass jede Platte nach dem Brechen (und dem Antransport) von Steinmetzen vor Ort auf der Ober- und Unterseite sorgfältig geglättet werden musste. Nicht auf ganzer Fläche tragende Platten würden unter Last brechen. Bei felsigem Untergrund – unter Belastungsgesichtspunkten an sich ideal – musste zudem für die unterste Plattenschicht der anstehende Felsen selbst erst glatt gearbeitet werden. Beim Betonfundament hingegen entfiel alle diese Bearbeitungsschritte ersatzlos, und vor allem war nahezu keine qualifizierte Handwerkerarbeit erforderlich, sondern nur ein kompetenter Bauleiter. Zudem war ein Betonfundament sehr viel schneller herzustellen.

[218] Vgl. Adam und Mathews 1994, 125.
[219] Lancaster 2005b, 57–59.
[220] Adam und Mathews 1994, 126; Abb. 290.

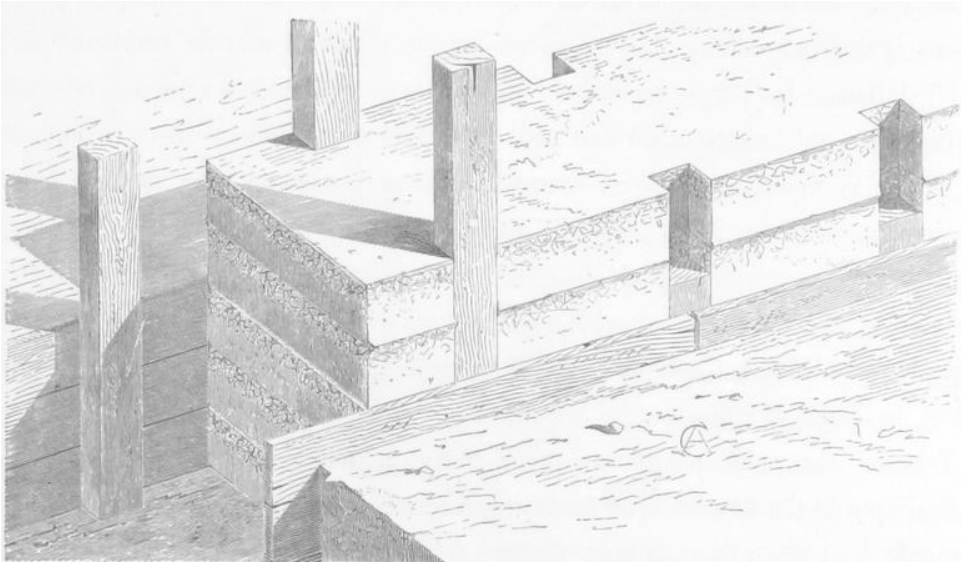

Abb. 3.7: Hölzerne Schalung für ein schichtweise eingebrachtes Betonfundament (Choisy 1873, Bd. I Fig. 2).

Fundamente zeigen einiges über Planungstiefe und Konstruktionswissen. Römische Fundamente haben häufig eine unterschiedliche Tiefe, was belegt, dass den Baumeistern vor Baubeginn klar war, wo am zu errichtenden Gebäude die höchsten Fundamentbelastungen auftreten würden. Das zeigt dann wiederum seinerseits, dass das Gebäude beim Ausheben der Fundamentgräben mindestens in seinen Hauptzügen durchgeplant gewesen sein musste, da bei Streifenfundamenten, die nur wenig breiter waren als die Mauern, die Lage der Mauern praktisch nicht mehr nachträglich geändert werden konnte (ohne neue Fundamentgräben neu zu öffnen oder die vorhandenen Fundamente nachträglich zu verbreitern). Verständnis der Belastungen zeigen gelegentlich auch Neubauten, die an der Stelle älterer Gebäude errichtet wurden: Beispielsweise plazierte man Entlastungsbögen genau dort, wo bereits ältere, ansonsten funktionslose Fundamente lagen, die auf diese Weise weiterbenutzt wurden.[221]

Mauern

Im Grundsatz bestanden, wie schon angesprochen, die tragende Mauern größerer römischer Gebäude meist aus zwei äußeren Mauerschalen und einem Kern aus in Mörtel verlegtem Bruchstein. Je nach der Technik, in der Schalen aufgemauert wurden, unterscheidet die Forschung verschiedene Mauerformen, auf die nachfolgend eingegangen wird.[222] Obwohl diese Formen bei der Darstellung von römischem Mauerwerk in der Literatur dominieren, ist zu berücksichtigen, dass bei weitem nicht alle römischen Mauern in der angesprochenen

[221] Vgl. Lancaster 2008 Abb. 10.1.

[222] Grundlegend bis heute Lugli 1968, 140ff. Sehr ausführliche und reich bebilderte Darstellung der Mauerwerksformen bei Adam und Mathews 1994, 127–150.

Bauweise errichtet worden sind. So praktizierten die Römer etwa auch weiterhin für stark belastete Mauern und Pfeiler die ältere Technik des Bauens mit behauenem Natursteinen, die durchgeschichtet und ohne Mörtel versetzt wurden, also keinen Gusskern haben.[223] Auch das Bauen mit luftgetrockneten Lehmziegeln ist, schon aus ökonomischen Gründen, niemals völlig aufgegeben worden.

Aber auch strukturell gibt es wesentliche Unterschiede zwischen den nachfolgend beschriebenen Mauerwerksformen. So handelt es sich etwa beim *opus reticulatum* immer um zweischaliges Mauerwerk, bei dem allein die Füllung aus Bruchstein und Mörtel die tragende Komponente darstellt. Das liegt einfach daran, dass die kleinen, hinten gespitzten Steine des Retikulats praktisch keine wesentlichen Lasten tragen konnten. Uneinheitlich verhält es sich hingegen beim Ziegelmauerwerk vom Typus des *opus latericium*. Die Ziegel können hier, bei sehr massiven Mauern, ebenfalls nur der Verblendung der tragenden Füllung dienen, doch gibt es im bautechnischen Sinne auch andere Typen. Zu ihnen gehören beispielsweise fast alle Hausmauern von Gebäuden mit nur ein oder zwei Geschossen. Deren Mauern, meist zwischen ca. 40 und 60 cm breit, waren viel zu schmal, als dass der Raum zwischen den Ziegeln einen allein tragenden Gusskern zugelassen hätte. Bei Mauern dieser Art tragen mithin die Ziegelschalen und die Füllung gemeinsam. Das gilt auch bei nicht wenigen Bauten mit weit stärkeren Mauern, etwa der sog. Roten Halle in Pergamon, wo die Qualität des Mörtels einen allein tragenden Gusskern nicht zugelassen hätte. Schließlich gibt es Mauern in *opus latericium*, die gar keinen Gusskern haben, und wo stattdessen die Ziegel durchgeschichtet sind, wenn auch meist nicht im Kreuzfugenverband wie bei neuzeitlichem Ziegelmauerwerk. Ein Beispiel für eine schmale, unregelmäßig durchgeschichtete Mauer zeigt Abb. 3.11. Ein Großbau, bei dem ebenfalls kein Gusskern vorhanden ist, ist die Konstantinsbasilica in Trier.[224] Schließlich gab es nicht selten Mauern, bei denen Bruchsteinfüllung in Mörtel und durchgeschichtete Ziegel schichtweise kombiniert wurden. Man bezeichnet die Lagen, in denen die Ziegel von der einen bis zur anderen Außenseite durch die Mauer durchbinden, als Ziegeldurchschuss.[225]

Schließlich erfordert auch die Terminologie, die sich in der Forschung für die Formen des Mauerwerks etabliert hat, vorab einige Anmerkungen. Vitruv, gleichsam die erste Adresse für antike technische Termini im Bauwesen, kennt den heute für ‚römischen Beton' verwendeten Oberbegriff *opus caementitium* gar nicht. Mauerwerk heißt bei ihm stets *structura*, die einzelnen Arten werden von ihm als *genera* bezeichnet, und nicht mit dem Wort *opus*. Er stellt auch nur zwei Arten von Mauerwerk vor, nämlich das *incertum* und das *reticulatum*.[226] Die Forschung hat für die tatsächlich weit größere Zahl von römischen Mauerwerksformen eine eigene Terminologie geschaffen, die allerdings nicht völlig einheitlich gehandhabt wird.[227] Manche dieser antikisierenden Termini sind, wenigstens wenn man von Vitruv ausgeht, zudem sehr unglücklich gewählt. Mit Backsteinen verblendetes Gussmauerwerk wird heute synonym als *opus latericium* oder *opus testaceum* angesprochen, obwohl

[223] So am Amphitheater von Grand, s. Adam und Mathews 1994, 139. Der Fall ist das auch bei vielen Brücken- und Festungsbauten, s. u.

[224] Lamprecht 1996, 42.

[225] Der Abstand zwischen den durchbindenden Ziegelschichten beträgt häufig rund zwei Meter, s. Adam und Mathews 1994, 126.

[226] Vitr. 2.8.1.

[227] G. Lugli etwa bezeichnet in seiner grundlegenden Arbeit *La tecnica edilizata* als *opus caementitium* nicht jedes Gussmauerwerk bzw. den Gusskern, sondern nur Bruchsteinmauerwerk mit unregelmäßiger, kleinsteiniger Verblendung, vgl. Lugli 1968, 140ff.

bei Vitruv die beiden Wörter klar definierte technische Termini sind, die unterschiedliche Bedeutung haben:[228] *later* bezeichnet bei ihm stets Lehmziegel, die – weil technisch völlig ungeeignet – niemals als Verblendung von Gussmauerwerk hätten verwendet werden können, so dass es ein *opus latericium* im strengen Sinne niemals gegeben hat. Konsistent ist hingegen die antikisierende Bezeichnung *opus testaceum*, was Vitruvs Bezeichnung für Ziegelmauerwerk – *structura testacea* – entsprechen würde.

Vorgestellt werden im folgenden nur die wichtigsten Formen des Mauerwerks. Allgemein kann gesagt werden, dass die regionale Bedeutung teilweise sehr unterschiedlich ist, worauf manche Termini auch explizit hinweisen (z. B. *opus africanum*). Auch kommen nicht alle Formen in allen Provinzen vor. Ähnliches gilt auch für die zeitliche Abfolge, d. h. es gibt keine allgemeingültige Abfolge der Formen, so dass sie nur bedingt Anhaltspunkte für eine Datierung von Gebäuden bieten können.

opus incertum

Abb. 3.8: Opus incertum am Unterbau des Tempels des Jupiter Anxur von Tarracina, heute Terracina (W. Osthues).

Als *incertum* (Abb. 3.8) bezeichnet man ein Mauerwerk, bei dem die Schalen aus unbehauenen oder nur grob an der Außenseite behauenen, unregelmäßig versetzten Natursteinen – in Rom meist Tuff, sonst auch Kalkstein – besteht. Für die Bildung von Ecken war incertum ungeeignet. Sie wurden daher meist aus größeren, behauenen Quadern gebildet, oder – später – auch aus gebrannten Ziegeln. Vitruv erwähnt es als die ältere der beiden von ihm beschriebenen Formen von Mauerwerk. Dem entsprechen die Befunde der Forschung: Bei den ältesten Mauern mit Gusskern ist die Verblendung als *incertum* ausgeführt. Es bleibt vorherrschend bis etwa in die Zeit Sullas, d. h. noch im Anfang des 1. Jhs. v. Chr. Vereinzelt findet man es aber auch noch weit später, auch mit Ziegeldurchschuss.

opus reticulatum

Reticulat ist ein Verblendungsmauerwerk, das zunächst ebenfalls aus relativ kleinen, aber regelmäßig verlegten und bearbeiteten Natursteinen, in Rom meist Tuff, zusammengefügt wurde, wobei die Fugen diagonal durchlaufen, so dass sich eine Struktur wie bei einem

[228] Nachweise zu Vitruvs Begrifflichkeit oben in Abschnitt 3.5.2.

Netz (lat. *rete*) ergibt. Im Gegensatz zur Außenseite sind die in die Gussmasse einbindenden Teile der Steine grob zugespitzt, so dass sich eine relativ großflächige, und damit stabile Einbindung der Steine in die Gussmasse ergibt. Der Nachteil der diagonalen Fugen ist, dass bei Druck auf das Reticulat sich seitlich wirkende Kräfte ergeben, was zur Rissbildung führt, wie schon Vitruv kritisch angemerkt hat.[229] Die Rissbildung wird auch später noch von dem älteren Plinius moniert.[230] Zudem ist es wegen des Seitenschubs für die Bildung von Ecken ungeeignet, die folglich – wie beim Incertum – in anderer Technik errichtet werden mussten.

Abb. 3.9: Opus reticulatum an Unterbau des ‚tempio republicano' in Ostia, Mitte 1. Jh. v. Chr. Links im Bild der Mauerkern aus caementitium (W. Osthues).

Das Reticulat hat sich gegen das Incertum durchgesetzt, allerdings zunächst langsam, beginnend schon ab dem späten 2. Jh. v. Chr., bis es zu Anfang des 2. Viertels des 1. Jhs. v. Chr. vorherrschend wurde. Zur vollen Regelmäßigkeit bildet sich das Gitternetz der Fugen auch erst in dieser Zeit aus, weswegen für die frühen, weniger regelmäßigen Varianten von der Forschung der Terminus *opus quasi reticulatum* geprägt wurde.[231] Nach dem Ende des 2. Jh. n. Chr. ist es kaum noch anzutreffen.

Gut erklären lässt sich, dass das Reticulat sich in praktisch allen Provinzen des Imperiums nachweisen lässt, denn als erste neuentwickelte, genuin römische Form des Mau-

[229] Vitr. 2.8.1 und 5.
[230] Plin. n.h. 36.51.
[231] Anderson 1997, 149.

erwerks konnten Städte und Heiligtümer mit in dieser Technik errichteten Bauten auf ihre *romanitas* verweisen. Dasselbe dürfte auch gelten für die Verwendung am Theater des Pompejus, der das erste – vom Grundtypus her griechische – Theater in Stein in Rom errichten ließ (55 v. Chr.). Weniger leicht zu erklären ist, warum sich das Reticulat trotz seiner, wie angesprochen bei den Römern wohlbekannten, technischen Nachteile durchgesetzt hat. Der ästhetische Reiz dieser Form der Verblendung ist kein völlig überzeugendes Argument, wenn man bedenkt, dass Verblendungen aus Reticulat nicht selten verputzt worden sind, also nicht sichtbar waren.[232] J.-P. Adam hat argumentiert, dass bei Reticulat eine Vorfertigung der Steine jenseits der Baustelle möglich war, während beim Incertum die Maurer erst auf der Baustelle die Steine, passend zur Einbaulage, grob zuhauen mussten.[233] Das Argument relativiert sich allerdings dadurch, dass auch für das Incertum schon im Steinbruch eine annähernd glatte Außenseite hergestellt werden konnte, und vor allem, wenn man bedenkt, dass wegen des Versatzes im Mörtelbett auch beim Incertum keine glatten Stoß- und Lagerfugen der Steine ausgearbeitet werden mussten. Der Verweis auf die *romanitas* dürfte das Motiv gewesen sein, warum in späterer Zeit auf das Reticulat immer wieder für kleinere, weniger belastete Teilflächen bei Mauern in Mischbauweise zurückgegriffen wurde (*opus mixtum*, s. unten).

opus quadratum und opus vittatum

Beide Termini bezeichnen Mauerschalen aus regelmäßig behauenem Natursteinen, die in Reihen mit einheitlicher Schichthöhe und regelmäßigem Fugenwechsel in Mörtel oder auch trocken verlegt wurden. *quadratum* bezieht sich auf die quaderförmige Zurichtung der Steine, *vittatum* (aus lat. *vitta* = Band) auf die einheitliche Schichthöhe. Die Abgrenzung zwischen den beiden Termini ist nicht trennscharf,[234] tendenziell werden große Quader aus Tuffstein häufig als *quadratum* angesprochen, etwas kleinere Formate, oft aus Kalkstein, als *vittatum*. Vor allem die großen Natursteinquader ergeben ein sehr festes Mauerwerk, das entsprechend an Stadtmauern und Türmen, sowie im Ingenieurbau verwendet wurde bei Bogen, Brücken, Molen usw.

Abb. 3.10: Opus quadratum Kalkstein, Flächen gespitzt (W. Osthues).

[232] So am Capitolinum von Terracina (Mitte 1.Jh. v. Chr.), s. Kammerer-Grothaus 1974, 229.
[233] Adam und Mathews 1994, 128.
[234] Vgl. etwa die sehr ähnlichen Definitionen bei Lamprecht 1996, 40 (quadratum) und Lamprecht 1996, 43 (vittatum).

Obwohl *opus quadratum / vittatum* eine scheinbar einfache und gleichsam logische Form des Mauerwerks darstellt, und entsprechend in verschiedenen älteren Kulturen sehr häufig vorkommt, findet man es im römischen Imperium erst ab augusteischer Zeit, und in Rom selbst kaum vor dem 2. Jh. n. Chr. Sehr weit verbreitet war es hingegen in Gallien, wo es bis in die Spätantike (und darüber hinaus) zu finden ist.[235]

opus testaceum (opus latericium)

Gebrannte Ziegel, die bis in augusteische Zeit nur in Form von Dachziegeln üblich waren, wurden im Verlaufe des 1. Jhs. n. Chr. zum Standardmaterial für die Verblendung von *caementitium*. Hergestellt wurden im Grundriss quadratische, vergleichsweise flachen Ziegel in verschiedenen Formaten (Kantenlänge $\frac{2}{3}$, 1 $\frac{1}{2}$ oder 2 Fuß von etwa 29,5 cm). Am Bau wurden sie häufig diagonal gebrochen vermauert, wobei die Basis der dann dreieckigen Form nach außen weist (s. Abb. 3.11) Der äußere Anschein, es handele sich um das gleiche Ziegelmauerwerk mit langrechteckigen Formaten wie in der Neuzeit in Nordeuropa üblich, täuscht daher oft den heutigen Betrachter (Abb. 3.13).

Gebrochen wurden solche Ziegel oft mit einer Säge. Es gab auch Ziegel, in die bereits vor dem Brand eine Sollbruchstelle diagonal eingeritzt war.[236] Der Vorteil dieses Vorgehens war einerseits, dass sich auf diese Weise eine Verzahnung der Ziegelfassade mit dem Gusskern ergab (wie schon beim Reticulat), zudem ein geringerer Materialverbrauch, und schließlich, dass die nach außen verlegte Bruchkante einen guten Haftgrund für das Auftragen des Wandputzes abgab. Es gab aber auch unverputzte Fassaden, bei denen man zu dekorativen Zwecken Ziegel unterschiedlicher Farbe (aufgrund unterschiedlicher Materialqualität und Brenntemperatur) zu Mustern gruppierte.

Der erste große, vollständig in Ziegeln verblendete Bau in Rom waren die unter Tiberius 22–23 n. Chr. angelegten *castra praetoria*, das Lager für die im Rom dauerhaft stationierte Praetorianergarde.[237] Einen enormen Aufschwung nahm die Backsteinarchitektur in Rom selbst nach dem Brand der Stadt zur Zeit Neros 64 n. Chr.[238] Das gilt nicht nur für die vor allem brandgefährdeten Wohnbauten, die heute nur noch in wenigen Resten erhalten sind,[239] sondern auch für große, öffentliche Projekte: An Neros *domus aurea*, den Palästen Domitians, dem Traiansforum, den großen Thermenbauten, und auch bei Innenausbau des Kolosseums war Backstein das dominierende Material für die Verblendung von Beton. Dasselbe lässt sich an den vergleichsweise gut erhaltenen Wohnbauten in Ostia ablesen, die mehrheitlich nach dem Beginn des 2. Jhs. gebaut wurden. Die Bedeutung der Backsteine als Baumaterial blieb bis in die Spätantike erhalten, wie auch eines der letzten ambitionierten Projekte, die Maxentiusbasilika, veranschaulicht (erbaut 307–13).

Auch für das *opus testaceum* gilt, dass die Verbreitung innerhalb des Imperiums sehr unterschiedlich stark war, was direkt mit der Verfügbarkeit der Ausgangsmaterialien (Lehm bzw. Ton, Brennholz) zusammenhängen dürfte. Die größte Bedeutung als Baumaterial hatten die gebrannten Ziegel in Italien. Wichtig waren sie auch in Griechenland (Korinth) und auf

[235] Adam und Mathews 1994, 135f.
[236] So nachgewiesen an den Stabianerthermen, s. Adam und Mathews 1994, 147 Fn. 59.
[237] Suet. Tib. 37.1. Strenggenommen lag das Lager zur Zeit seiner Erbauung außerhalb der Stadt, weil das Gesetz verbot, dass bewaffnete Truppen sich in der Stadt aufhielten.
[238] Zum Brand Tac. ann. 15.42.
[239] Vgl. Abschnitt 3.5.2 über die Holz-Lehmziegel-Bauten vor allem in den Wohnbereichen der Stadt.

Abb. 3.11: Opus testaceum, Aufbau. Leonidaion in Olympia, Restrukturierung aus dem 2. Jh. n. Chr. Äußere Ziegel diagonal gebrochen. Mauerkern nicht mit caementitium Füllung, sondern grobes Ziegelmauerwerk (W. Osthues).

dem Gebiet der heutigen Türkei (Rote Halle in Pergamon, Thermen in Hierapolis), völlig bedeutungslos hingegen in Gallien.

opus mixtum

Dieser neugeprägte Terminus ist ein Sammelname der Forschung für alle Arten von Mauerwerk, bei dem Backstein mit einem der anderen, oben beschriebenen Arten von Mauerwerk schichtweise kombiniert wurde, so dass Schichten aus Ziegel und Naturstein übereinander liegen. Gelegentlich werden die Begriffe auch kombiniert, so dass ein Mauerwerk, das abwechselnd aus in Reihen verlegten Natursteinquadern und Ziegelreihen besteht, als *opus vittatum mixtum* angesprochen wird.

Abb. 3.12: Opus testaceum mixtum in Ostia. Abwechselnde Lagen von kleinen Tuffstein-Quadern und Ziegeln (W. Osthues).

Die Art, wie die verschiedenen Materialien miteinander kombiniert wurden, deckt ein ganzen Spektrum von Varianten ab. Es reicht von Mauerschalen, bei denen die Steine in stets abwechselnden Reihen verlegt sind, also etwa eine Lage Ziegel, eine Lage Tuff- oder Kalksteinquader, wie vor allem in Kampanien nicht selten, bis hin zu Mauerwerk, bei denen die Schichthöhen einen Meter oder mehr betragen, wie häufig bei Stadtmauern. Ist Reticulat Teil des opus mixtum, findet man häufig Felder aus Reticulat, die horizontal und vertikal gerahmt sind, etwa mit *opus testaceum*.

Opus mixtum findet man früh – noch in vorrömischer Zeit – in den Vesuvstädten, und nachfolgend in allen Perioden des Imperiums (und auch danach sehr häufig in byzantinischer Zeit). Die Bauweise verbreitete sich im Laufe der Zeit über praktisch alle Provinzen des römischen Reiches.

Angesichts der erheblichen konstruktiven Unterschiede (Wechsel nur innerhalb der Schalung vs. Ziegeldurchschuss) ist evident, dass es keine einheitliche technische Erklärung für die Verwendung von *opus mixtum* geben kann. Die Variante mit durchbindenden Ziegellagen dürfte sicher angewandt worden sein, um Schalen und Mauern stabil mit einander zu verbinden. Das war vor allem dann wichtig, wenn der Mauerkern aus minderwertigem Beton – oder einer bloßen Bruchsteinfüllung in Kalkmörtel – bestand. Dem entspricht, dass schon Vitruv von Bauschäden an Mauern mit *caementitium*-Kern berichtet. Er empfiehlt daher eine Sicherung des Verbandes von Schalen und Kern durch in die Mauer einbindende Steine der Schalen.[240]

[240] Vitr. 2.8.3ff. Vitruv denkt bei der Sicherung des Verbandes aber nicht an *opus mixtum*, das er – wegen der marginalen Bedeutung von Backstein zu seiner Zeit – auch nirgendwo erwähnt, sondern an Bindersteine wie beim griechischen Emplektron, und an die Verwendung von Eisenklammern.

Abb. 3.13: Opus testaceum, Außenansicht: Casa di Diana, Ostia (W. Osthues).

Andere Erklärungen sind für die nur in die Mauerschalen eingesetzten, nicht durchbindenden Ziegellagen vorgebracht worden. Es könnte sich um Ausgleichsschichten handeln, bei denen jeweils der exakt horizontale Verlauf der Schichten hergestellt bzw. kontrolliert wurde. Teilweise korrespondieren die Löcher für das Einsetzen der Baugerüste auch mit der Oberkante der Ziegellagen, womit die Schichtstärken mit der möglichen Arbeitshöhe auf dem Gerüst in Zusammenhang stünden. Sicherlich haben auch – wie beim Testaceum mit verschiedenfarbigen Ziegeln und beim Reticulat – ästhetische Aspekte eine Rolle gespielt, sofern die Wände nicht verputzt wurden.[241] Beim Bau von Stadtmauern wie der theodosianischen Mauer in Konstantinopel (Istanbul) dürften auch militärtechnische Aspekte eine Rolle gespielt haben. Beim Beschuss von Mauern mit Steinkugeln war das Ziel, ganze Steine aus der Mauerfassade herauszubrechen. Gelang dies, verloren die Steine über den durch Beschuss aufgebrochenen Reihen ihren Halt und brachen leicht nach unten weg. Ziegel, weil weicher, brachen jedoch nicht komplett aus dem Verband, sondern fingen die Wucht des Aufpralls des Geschosses durch Splittern ab. Dadurch verhinderten sie, dass die darüber liegenden Natursteine mehr oder minder von selbst wegbrachen. Es handelt sich damit um dasselbe Prinzip, das man anwandte, wenn in Lehmziegelmauern horizontale Balken eingelegt wurden (kein Fachwerk), die das Nachrutschen von darüberliegendem Lehm der Fassade verhindern sollten.

[241] Vgl. zu den verschiedenen Erklärungsansätzen Adam und Mathews 1994, 143.

3.6.2 Wölbtechniken

Die Römer haben den Bogen, und die daraus abgeleiteten Gewölbeformen, nicht erfunden, aber sie haben in einem Jahrhunderte dauernden Prozess das Prinzip, freie Spannweiten mit auf dem Bogen basierenden Konstruktionen zu überdecken, bis an Grenzen fortentwickelt, die noch viele Jahrhunderte später nicht übertroffen worden sind. Wie groß der Fortschritt in bautechnischer Hinsicht war, wird deutlich, wenn man bedenkt, dass die griechischen Baumeister mit den Stütze-Gebälk-Systemen ihrer Tradition in Stein kaum mehr als sechs, und in Holz etwa zwölf Meter überbrücken konnten,[242] wohingegen das größte römische Betongewölbe – am Pantheon in Rom – eine freie Spannweite von dreiundvierzig Metern hat. Zudem ergibt die baugeschichtliche Bedeutung des *opus caementitium* sich wesentlich erst in Verbindung mit den Wölbtechniken. Schließlich wird auch die Ästhetik gerade der herausragenden römischen Bauten vom Bogen und seinen Ableitungen bestimmt. Diese enorme Steigerung der freien Spannweiten ist oft herausgestellt worden. Dabei ist jedoch zu ergänzen, dass auch die Römer ihre absolut größten freien Spannweiten – etwa 50 m – in Holz überdeckt haben.[243]

Der Bogen

Bei der Überbrückung freier Spannweiten in Stein hat die Wölbtechnik einen grundlegenden konstruktiven Vorteil gegenüber Stütze-Gebälk-Systemen: ein Bogen kann größere Öffnungen überspannen als ein Balken von gleichem Querschnitt.[244] Ein an seinen Enden aufgelagerter Balken biegt sich unter Last (Eigenlast und Auflast) in der Mitte nach unten durch. Diese Verformung zeigt an, dass innerhalb des Balkens Druck- und Zugspannungen auftreten Die obere Hälfte des Balkens wird durch den Druck gestaucht, die untere durch den Zug gedehnt, vgl. Abb. 3.14. Nun kann aber Stein – ebenso wie Beton – zwar hohe Druckspannungen aufnehmen, aber in nur sehr geringem Umfang Zugspannungen. In einem Steinbalken werden sich daher bei starker Belastung an der Unterseite durch übermäßige Dehnung vertikale Risse bilden, die sich bis zum Bruch des Balkens erweitern können. Römischer Tuff kann kann zudem, verglichen mit anderen Gesteinen, sehr wenig Zugspannungen aufnehmen. (Der sehr feste moderne Zement beispielsweise kann rund zehnfach höhere Druck- als Zugspannungen aufnehmen, weswegen zur Erhöhung der Zugfestigkeit heute fast immer Eisenarmierungen in den Beton eingegossen werden.)

---

[242] Vgl. die Angaben der Tabelle S. 39 in: Ulrich 2007. Das Odeion des Agrippa auf der Athener Agora hatte eine Holzdecke mit einer Spannweite von 25,75 m, ist aber der römischen Architektur zuzurechnen.

[243] An der Traiansbrücke über die untere Donau und am Odeion des Herodes Atticus am Südabhang der Athener Akropolis, beide aus dem 2. Jh. n. Chr.

[244] Die folgenden Abschnitte sollen lediglich versuchen, einige grundlegende Zusammenhänge der in Bogen und Gewölben wirkenden Kräfte deutlich werden zu lassen. Exakte Analysen sind ausgesprochen komplex, so dass im Kontext historischer Gebäude nach wie vor Fragen offen sind. Noch 1951 kam eine amerikanische Untersuchung zu dem Ergebnis: „A general survey of the methods in use for the design or analysis of a voussoir arch indicated that these were largely of an empirical nature.“ Pippard und Chitty 1951. Eine für das theoretische Verständnis des Tragverhaltens von Baukonstruktionen wichtige Vorgehensweise ist die Analyse der Stützlinien, die zu den Methoden der graphischen Statik gehört. Eine ausführlichere Darstellung, wie sich Stützlinien römischer Gewölbe bestimmen lassen, findet sich im Appendix 4 von Lancaster 2005a, 255ff. In den letzten Jahren wurden zudem vermehrt neu entwickelte numerische Verfahren zur Analyse historischer Bauten eingesetzt, vor allem die Finite-Elemente-Methode (FEM), sowie Materialuntersuchungen, durch die exaktere Daten zu Materialqualität in Berechnungen und Simulationen einfließen können.

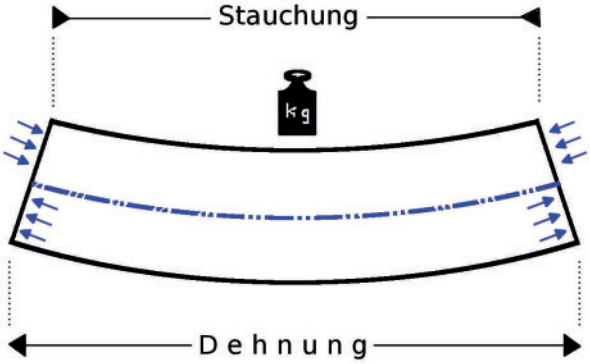

Abb. 3.14: Verformung eines Balkens unter Last (W. Osthues).

Anders als im angesprochenen Biegebalken ergeben sich in einem Keilsteinbogen keine Zugspannungen, sondern ausschließlich Druckspannungen, wenn Form und Dimensionierung des Bogens richtig gewählt sind. In diesem Sinne entspricht der Keilsteinbogen wesentlich besser als der Biegebalken der Belastbarkeit des Steinmaterials.

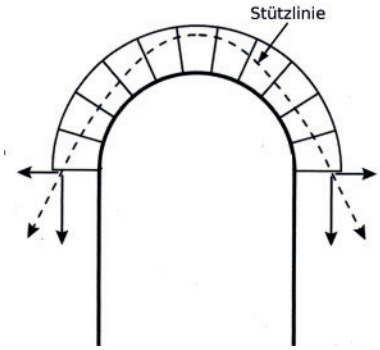

Abb. 3.15: Keilsteinbogen Prinzipskizze mit Stützlinie (Lancaster 2005a Abb. 2, bearbeitet).

Entscheidend dafür ist die radiale Anordnung der Fugen im Keilsteinbogen, die bewirkt, dass die Eigenlast des Bogens oder eine in der Mitte aufgelagerte Last vom Schlussstein ausgehend als seitlich wirkender Druck abgetragen wird, wie die Stützlinie anzeigt (Abb. 3.15). Daraus folgt allerdings, dass die Last bei den Kämpfersteinen – den beiden

untersten Steinen des Bogens – permanent als Schubkraft wirkt, die die Steine tendenziell nach außen drückt. „Ein Bogen schläft nie“, wie ein arabisches Sprichwort sagt.[245] Dieser Schub muss durch die sog. Widerlager kompensiert werden. Ohne Widerlager würde der Bogen horizontal ausweichen, wodurch sich eine Verformung des Bogens im Sinne einer Absenkung des Scheitels und die Öffnung der Fugen ergeben würde, die zum Einsturz des Bogens führen können, vgl. Abb. 3.16. Widerlager können im Fall einer Toröffnungen die angrenzenden Wände sein, bei einer Brücke die Rampen, Strebepfeiler, oder auch weitere, angrenzende Bogen wie bei vielen Brücken, Arkaden oder Substruktionen. An der Außenseite des Kolosseum und anderen Amphitheatern beispielsweise stützen sich alle Bogen gegeneinander ab. Schubkräfte können auch durch gezielten Einsatz von Auflasten vertikal abgeleitet werden (s. u.).

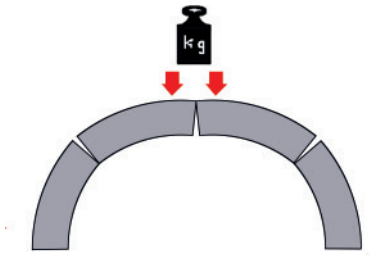

Abb. 3.16: Versagen eines Bogens (W. Osthues).

Formen und Verwendung

Aus dem Bogen lassen sich geometrisch alle Grundformen der Gewölbe ableiten (s. Abb. 3.17):

1. staffelt man Bogen hintereinander, ergibt sich das Tonnengewölbe;
2. verschneidet man im rechten Winkel zwei Tonnen mit gleicher Stichhöhe, erhält man das Kreuzgewölbe (bzw. bei unterschiedlicher Stichhöhe und gleicher Basis Stichkappen);
3. verschneidet man zwei Tonnen über quadratischem Grundriss, ergibt sich das Klostergewölbe;
4. rotiert man den Bogen um seinen Scheitelpunkt, erhält man die Kuppel.

Den sog. scheitrechte Bogen erhält man, wenn man das mittlere Segment eines Keilsteinbogens oben und unten horizontal beschneidet, so dass sich ein Balken aus Steinen mit radialem Fugenschnitt ergibt (Abb. 3.18 unten links).

[245] Zit. nach Fitchen 1986, 72.

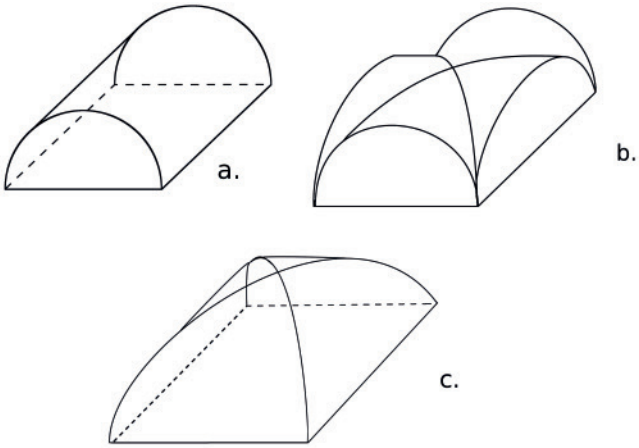

Abb. 3.17: Gewölbeformen: (a) Tonnengewölbe, (b) Kreuzgewölbe, (c) Klostergewölbe (W. Osthues).

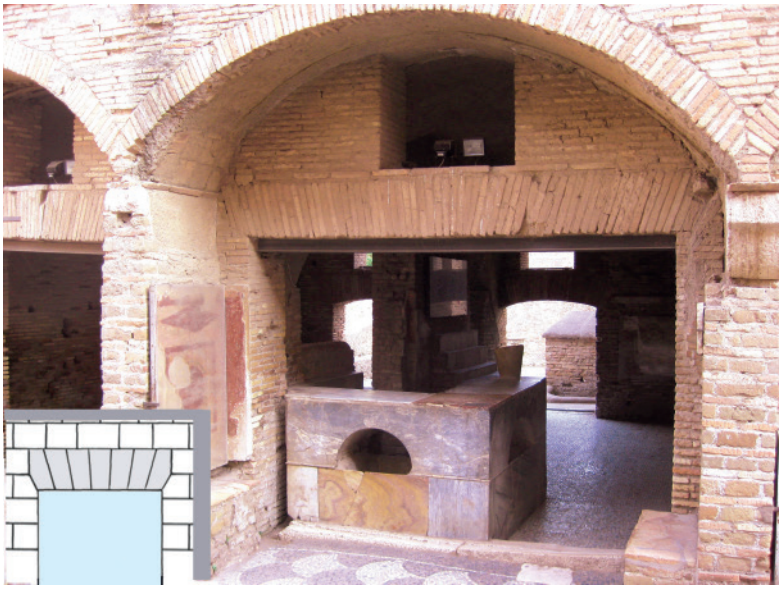

Abb. 3.18: Türsturz als scheitrechter Bogen aus Ziegeln, Radialfugen vermörtelt; Thermopolium. Ostia. Skizze unten links: scheitrechter Bogen aus Natursteinen mit radialem Fugenschnitt, mörtellos. (W. Osthues).

Alle diese Gewölbeformen lassen sich an römischen Bauten nachweisen. Freistehende Bögen[246] findet man bei Türen, Fenstern, Torbauten, Triumpfbögen etc., oft auch in Reihen, die sich gegenseitig stützen, bei Substruktionen, Aquaedukten, Brücken und Amphitheatern. Zu den ersten bekannten Bogen mit großer Spannweite zählt in Rom der 174 v. Chr. erbaute Pons Aemilius (‚Ponte rotto'), dessen sechs Steinpfeiler 142 v. Chr. mit Keilsteinbogen anstelle der ursprünglichen Holzkonstruktion verbunden wurden.

Tonnengewölbe wurden zur Überdeckung von Räumen unterschiedlichster Größe genutzt. Typisch sind sie für die ab augusteischer Zeit errichteten Thermenbauten, da die dort herrschende Feuchtigkeit hölzerne Dachstühle frühzeitig angegriffen hätte.[247] Die großen Basiliken hatten hingegen meist hölzerne Dachstühle. Erst im Zusammenhang mit der Belichtung wurden Basiliken auch mit Wölbkonstruktionen eingedeckt (s. u.). Typisch waren Tonnengewölbe des weiteren für Substruktionen von bebauten Terrassenanlagen, oder auch im Fundament sehr schwerer Bauten wie Amphitheater, da eine Wölbkonstruktion gegenüber einem massiven Fundament sehr viel Material einsparte.

Kreuzgewölbe findet man ab dem 1. Jh. n. Chr. als Deckenkonstruktion an Bauten mit kreuzförmigem Grundriss, später auch – in Reihe – als Eindeckung von Basiliken und Thermen. Die Öffnungen quer zur Raumachse wurden als Fenster genutzt (Lünetten), was bei einem einfachen Tonnengewölbe nicht möglich wäre. Vereinzelt findet man auch die Variante, bei der ein Tonnengewölbe mit Stichkappen kombiniert wurden, bei denen die quer zur Gebäudeachse liegenden Tonnen niedriger sind als die Haupttonne.[248]

Kuppeln wurden meist für die Eindeckung von Sälen mit rundem oder polygonalem Grundriss verwendet, oft bei Thermen, aber auch bei Rundtempeln. Kleine Kuppeln mit bis etwa 8m Spannweite findet man schon in republikanischer Zeit, größere Betonkuppeln ab der frühen Kaiserzeit.[249]

Das Klostergewölbe zur Eindeckung quadratischer Räume gab es – trotz der relativ komplexen Form – schon sehr früh, beispielsweise an dem unter Sulla zwischen 83 und 80 erbauten Staatsarchiv (*Tabularium*).[250] Aus der Spätantike kennt man selbst ovale Räume mit Einwölbung, wie die antiken Baureste von St. Gereon in Köln zeigen.

Scheitrechte Bogen wurden sehr häufig zur Überdeckung von Wandöffnungen anstelle von Holz- oder Steinbalken verwendet. Wegen der hohen Belastung von Tür- oder Fensterstürzen im Untergeschoss von mehrstöckigen Bauten wurden die Lasten über scheitrechten Bögen häufig durch Entlastungsbögen abgefangen, die über dem Sturz in die Wand eingelassen waren (Abb. 3.18. Sie hatten zudem den Vorteil, dass sich gebrochene Tür- und Fensterstürze relativ problemlos nach Bruch auswechseln ließen[251] Bei starken Mauern mit caementitium Kern täuschen die an den Fassaden erkennbaren scheitrechten und Entlastungsbögen allerdings häufig den Betrachter, denn die Entlastungsbögen binden dort nicht

[246] Strenggenommen ist jeder Bogen in der Architektur ein Tonnengewölbe. Im Folgenden werden als Bogen Gewölbe bezeichnet, deren Achse kleiner ist als die Spannweite.

[247] Schon Vitruv empfiehlt für Thermen wegen der Feuchtigkeit Decken *ex structura*, also aus Mauerwerk statt aus Holz, gibt aber alternativ für Balkendecken auch die Konstruktion einer abgehängten Hohldecke aus Ziegeln an, die an Eisenstangen zu befestigen waren, um die Feuchtigkeit vom Gebälk fernzuhalten (Vitr. 5.10.3).

[248] Beispielsweise am Serapeum der Villa Hadriana, s. Rasch 1985, 133. Stichkappen werden erst in der Barockarchitektur zu einer Normalform der Belichtung.

[249] Vgl. die Liste bei Rasch 1985.

[250] Rasch 1985, 127.

[251] Vitr. 6.8.3.

durch die Mauer durch, entlasten also nur den Fassadenaufbau, während die Öffnung im Inneren durch ein gegossenen Betonbogen gesichert ist.[252]

Die Dimensionen der Gewölbe, die als Dacheindeckung dienten, blieben bis zum Ende der Republik relativ bescheiden. Wesentlich größere Spannweiten (bis etwa 20 m) hatten in republikanischer Zeit die in Keilsteintechnik erbauten Brücken. Die Spannweiten der Dachgewölbe nahmen fast sprunghaft zu in augusteischer Zeit, als Gewölbe in caementitium Bauweise ausgeführt werden: 21,5 m am sog. Tempel des Mercur in Baiae, ca. 25 m an den Thermen des Agrippa in Rom; und 38,2 m am sog. Apollontempel am Averner See (Die beiden sog. Tempel sind tatsächlich Thermenbauten gewesen).

3.6.3 Lehrgerüste

Um ein Gewölbe zu errichten, war zunächst der Aufbau eines Lehrgerüstes aus Holz notwendig, da ein Gewölbe erst dann selbsttragend ist, wenn die Konstruktion geschlossen und ggfs. ausgehärtet ist. Es gab zwar auch in der Antike bekannte Techniken, Gewölbe ohne Lehrgerüst zu errichten,[253] doch waren diese Verfahrensweisen für Gewölbe großer Spannweite nicht geeignet.[254] Die statischen Anforderungen an ein Lehrgerüst waren sehr hoch, musste es doch nahezu das volle Gewicht des späteren Gewölbes tragen. Das Gewicht eines Gewölbes war in jedem Falle höher als das Gewicht eines Ziegeldachs, so dass die Lehrgerüste sehr viel höhere Lasten tragen mussten als die z. T. in ähnlicher Technik errichteten Dachstühle aus Holz.

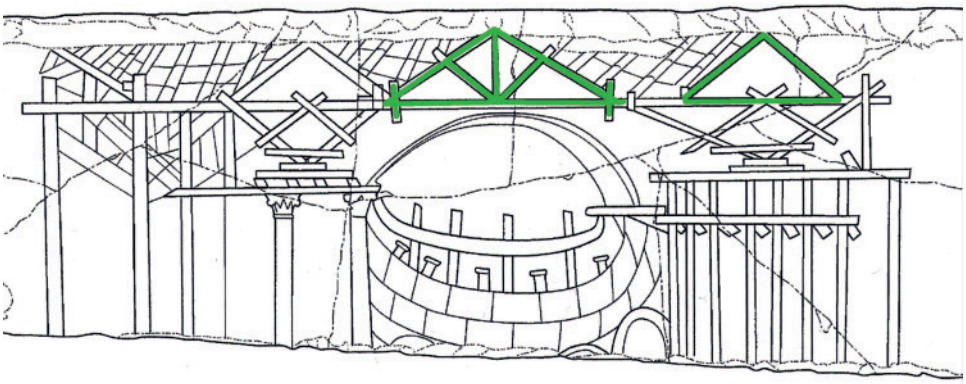

Abb. 3.19: Umgezeichnetes Relief eines Amphitheaters aus Holz, gefunden unter dem Palazzo della Cancelleria in Rom. Rechts im Bild ein einfaches Sparrengebinde, in der Mitte ein ausgesteiftes Hängewerk.

[252] J. B. Ward-Perkins 1988, 107f. die am Pantheon von außen sichtbaren Entlastungsbogen sind hingegen durchbindend.

[253] Im Orient bekannt war das aus Lehmziegeln erbaute, nubische Gewölbe, bei dem die Ziegel mit Seilen und Gewichten fixiert wurden, so dass der zu überdeckende Raum beim Bau leer bleiben konnte. Beispiele aus Ninive und Ktesiphon bei Hart 1965.

[254] Bei einer Maueröffnung – Fenster, Tür oder Tor – konnte man den offenen Raum auch provisorisch, z. B. mit gestapelten Ziegelsteinen ausfüllen, die nach dem Aufmauern und Erhärten des Bogens wieder entnommen wurden, wie es schon bei Philon (2. Jh. v. Chr.) für den Bau eines Kragsteintores beschrieben ist (Philon, Buch 8 Paraskeuastika).

Lehrgerüste als per se temporäre Konstruktionen haben sich naturgemäß nicht erhalten, so dass die Rekonstruktion der Konstruktionsformen ein fast nie vollständig zu lösendes Problem darstellt. So besteht bis heute selbst für die berühmteste Gewölbekonstruktion der Antike, die Kuppel des Pantheon, unter den Forschern immer noch kein Konsens darüber, ob bei der Errichtung der Kuppel ein zentrales, vom Boden bis zum Oculus reichendes Gerüst aufgestellt wurde oder nicht.[255] Immerhin gibt es vereinzelt Anhaltspunkte für die Bestimmung der Konstruktionsmethoden der Lehrgerüste, wie etwa Konsolen oder Balkennester in den Widerlagern (Pfeiler oder Mauern), die zeigen, wo die Balken des Gerüstes sich abgestützt haben.[256] Bei Betondecken gibt dort, wo der Verputz heute abgeblättert ist, häufiger noch Abdrücke, die zum Teil sogar die Fugen der Schalbretter anzeigen. Zudem gibt es einige wenige bildliche Darstellungen, bei denen allerdings zu berücksichtigen ist, dass die jeweiligen Künstler keine gelernten Bauzeichner waren. Vor allem die Proportionen sind in diesen Darstellungen oft erkennbar unrealistisch, doch zeigen einige aufschlussreiche technische Details.

Für die Herstellung der Lehrgerüste war neben geeignetem Holz eine qualifizierte Zimmermannstechnik notwendig, die belastbare Verbindungen der Balken ermöglichte, sowie Konstruktionswissen, um den unter Last auftretenden Kräften an den entsprechenden Stellen durch Stützen und Verstrebungen begegnen zu können. Das Lehrgerüst, genauer gesagt: die Schalung als sein oberer Abschluss, definierte zugleich als eine Art Negativ die Form des Gewölbes. In gewissem Umfang wirkte im Bauprozess beides zusammen, da die Belastungen des Gerüstes nicht in jeder Phase gleichmäßig waren, selbst wenn, wie üblich, das Gewölbe von beiden Seiten ausgehend hochgezogen wurde. Ein etwa zur Hälfte fertiggestelltes Gewölbe aus Keilsteinen oder Ziegeln belastete das Lehrgerüst nur seitlich, so dass das unbelastete Zentrum des Gerüstes tendenziell nach oben auswich, also dort etwas höher war als in unbelastetem Zustand. Moderne Vermessungen mit aktueller Meßtechnik haben häufiger Verformungen nachgewiesen, d. h. Abweichungen von der offensichtlich vorgesehenen Halbkreisform, die auf diese Weise zu erklären sind.

Die einfachste Vorgehensweise bei der Konstruktion eines Lehrgerüstes war das Vollgerüst, das auf dem Boden des Gebäudes gegründet war und bis zum Scheitel des Gewölbes reichte. Vorbilder für die Konstruktion könnten die schon im späten 4. Jh. v. Chr. sehr hohen Belagerungstürme gewesen sein[257] Der Standsicherheit dieser Türme muss ein besonderes Augenmerk der Architekten gegolten haben, denn die Türme waren wegen ihrer Verkleidung Windlasten ausgesetzt und wurden schon in dieser Zeit mit Wurfgeschützen und Katapulten beschossen. Erfahrungen mit turmähnlichen Holzkonstruktionen größerer Höhe dürften die römischen Architekten auch im Wohnungsbau speziell in Rom gemacht haben.[258] Auf dem Boden stehende Lehrgerüste hatten allerdings den Nachteil, dass der Aufwand an Material, Arbeit und Geld vergleichsweise hoch war. Zudem waren sie bei bestimmten Bauaufgaben nicht anwendbar, etwa bei Flussbrücken oder streckenweise auch bei Aquaedukten. Die Römer haben entsprechend auch freitragende Gerüste verwendet, die erst auf dem Niveau der

[255] Die Mehrheit der Forscher nimmt ein solches, zentrales Lehrgerüst an; contra Adam und Mathews 1994, 175f. Taylor 2003, 195–208.

[256] Auf solchen Balkennestern beruhen auch die meisten Rekonstruktionen von hölzernen Dachtragwerken.

[257] Hingewiesen sei hier nur auf die Belagerung von Rhodos 305/4 v. Chr. durch die Truppen des Königs Demetrios. Die Angaben zur Basislänge und zur Höhe des berühmten Belagerungsturmes des Athener Architekten Epimachos schwanken in den Quellen stark (Höhenangaben zwischen ca. 30 und 45m, vgl. Diod. 20.91.2; Plut. Demetr. 21.1; Vitr. 10.16.4).

[258] Zum mehrgeschossigen Wohnbau in Fachwerktechnik vgl. oben Abschnitt 3.5.2.

Gewölbebasis ansetzten und von Mauern oder Pfeilervorsprüngen getragen wurden (Abb. 3.20).

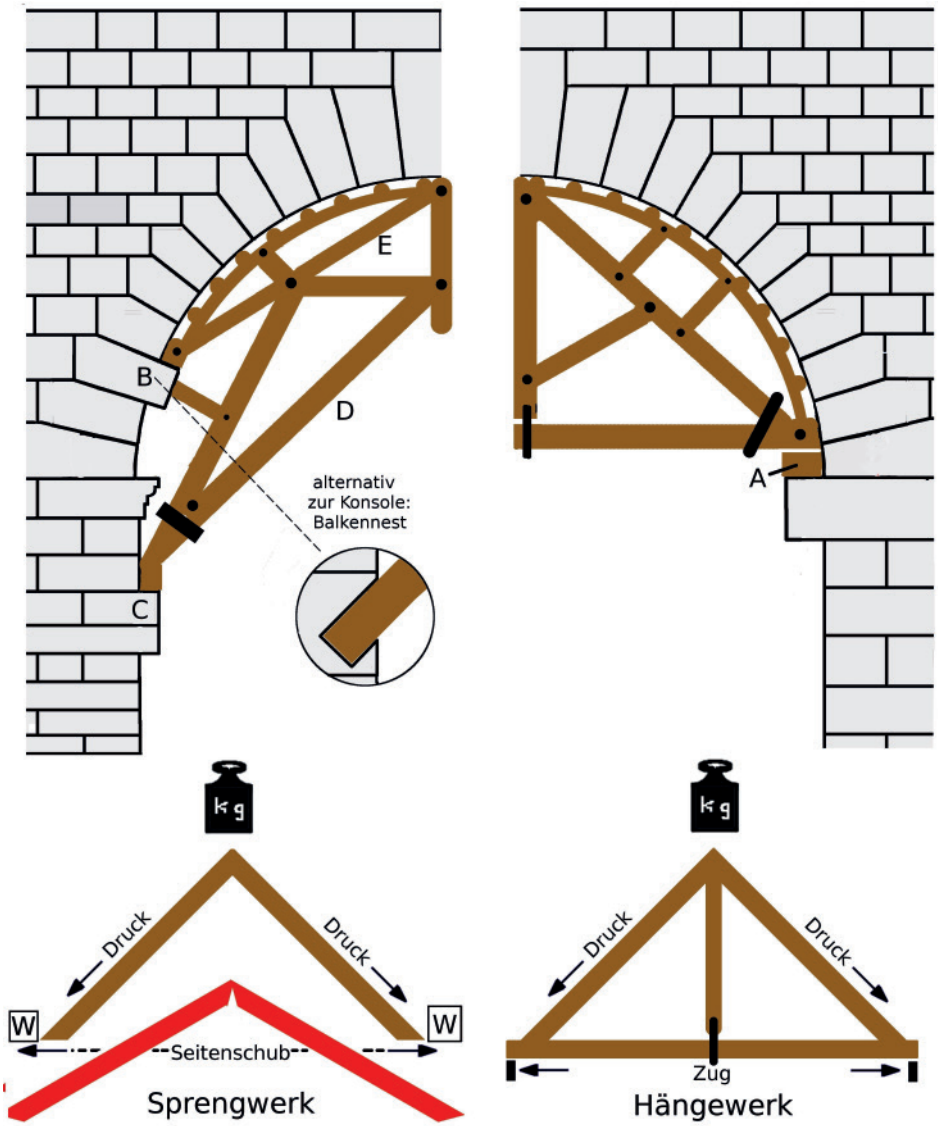

Abb. 3.20: Lehrgerüstformen für Tonnengewölbe und Brückenbögen, schematische Rekonstruktionen.

Die Römer kannten die beiden Hauptformen solcher Tragwerke, das Sprengwerk und das Hängewerk. Ein Sprengwerk besteht im einfachsten Fall nur aus zwei Streben, die diagonal zu einander gestellt sind (Prinzipskizze Abb. 3.20 unten links). Die Last, die die Streben

tragen, führt an der Basis der Konstruktion neben vertikalem Druck zu Seitenschub, den die Widerlager (W) aufnehmen müssen. Im Fall der Überlastung der Widerlager spreizt sich die Konstuktion an der Basis, die Verbindung an der Spitze öffnet sich und sackt nach unten durch (auf dem Schema in rot dargestellt).

Das Hängewerk unterscheidet sich vom Sprengwerk im Grundsatz zunächst dadurch, wie dem Seitenschub der diagonalen Streben begegnet wird (Prinzipskizze Abb. 3.20 unten rechts). Beim Hängewerk sind die beiden diagonalen Streben an ihrem Fuß in einen Bundbalken eingezapft, so dass sie dort nicht nach außen ausweichen können. Der Bundbalken selbst wird im Lastfall gedehnt, d. h. auf Zug belastet, also gleichsam geradegezogen. Da der Bundbalken den Seitenschub der Streben aufnimmt, sind bei dieser Konstruktionsweise Widerlager nicht erforderlich, d. h. die Konstruktion übt keinen Seitenschub auf die Stützen oder Pfeiler aus, die sie tragen. Besteht die Konstruktion nur aus den bisher angesprochenen zwei Diagonalstreben und dem Bundbalken, spricht man im Fall eines Dachtragwerks von einem Sparrengebinde.

Beim eigentlichen Hängewerk kommt als vierte Komponente mindestens ein vertikaler Pfosten hinzu. Dieser Pfosten stützt nicht etwa den First der Konstruktion, und drückt damit auf den Bundbalken, sondern es verhält sich gleichsam umgekehrt: Das Zentrum des Bundbalkens ist an dem Pfosten aufgehängt. Man erkennt das auf Schemazeichnung daran, dass das untere Ende des Pfostens nicht mit dem Bundbalken verzapft ist, sondern über dem Bundbalken schwebt, bzw. durch ein Eisenband als Aufhängung (schwarz) mit ihm verbunden ist. Der Bundbalken ist bei dieser Konstruktion sozusagen doppelt gegen eine Durchbiegung in der Mitte (durch Eigenlast oder Auflast) gesichert, zum einen durch die Aufhängung am First, zum anderen durch die Streben, die ihn durch ihre Spreizung dehnen bzw. geradeziehen.

Das Sparrengebinde erkennt man rechts auf einem Relief, das ein aus Holz errichtetes Amphitheater darstellt (grün auf Abb. 3. 19) Im Zentrum sieht man ein zusammengesetztes Hängewerk. Letzteres hat zusätzlich zwei innere, diagonale Streben, die sich an dem vertikalen Pfosten gegeneinander abstützen, und so die Durchbiegung der beiden Hauptstreben verhindern. Charakteristisch an der Reliefdarstellung sind vor allem die beiden Zangen (kurze, vertikale Balken) an den beiden Enden der Basis des Hängewerks. Sie belegen die Kenntnis der Richtung der Kräfte im Hängewerk, denn sie sichern den kritischen Punkt der Konstruktion. Wenn nämlich die Verbindung zwischen den beiden Hauptstreben und dem Bundbalken an der Basis des Dreiecks sich lösen würde, könnte der Bundbalken den Schub der Streben nicht mehr auffangen, so dass die Streben sich spreizen würden wie oben für das Sprengwerk beschrieben. Zangen, die das verhinderten und die Verzapfung zwischen Streben und Bundbalken sicherten, dürften nicht nur durch Paare von kurzen Holzbalken, wie auf dem Relief wohl gemeint, sondern auch durch Eisen- oder Bronzebänder realisiert worden sein.

Ein Hängewerk als Lehrgerüst ist beispielhaft auf Abb. 3. 20 oben rechts dargestellt. Die Konstruktion hat mehrere Vorteile. Da die Holzkonstruktion wegen des Bundbalkens keinen Seitenschub erzeugt, war sie besonders geeignet bei Gewölben, die in großer Höhe errichet wurden, da die Stabilität entsprechend hoher Wände oder Pfeiler durch Seitenschub besonders gefährdet war (solange außen den Mauern keine Strebepfeiler vorgesetzt waren, um dem Seitenschub zu begegnen). Zudem ließ sich ein solches Gerüst nach Fertigstellung des Gewölbes als Ganzes entnehmen („ausrüsten“), nachdem das Lehrgerüst abgesenkt wurde, indem der Holzbalken, auf dem das Hängewerk aufgelagert war (auf Abb. 3. 20 oben rechts

bei A), herausgeschlagen wurde. Das Gerüst konnte dann bei Bogenbrücken oder Aquaedukten für die Errichtung des nächsten Bogens wiederverwendet werden, oder bei tiefen Bogen seitlich verschoben werden für ein gleichsam schrittweises Zusammenfügen des Bogens aus nebeneinander gestellten, jeweils in sich tragfähigen Bogen. Ein solches Nebeneinanderstellen von einzelnen Bogens kann man für den Pont du Gard annehmen (Abb. 3. 21), denn dort zeigt die Sicht auf die Unterseite des Bogens, dass es sich technisch um drei nebeneinander gestellte Bogen handelt, da die Keilsteine dieser drei Bogen nicht ineinandergreifen, bzw. kein Fugenwechsel vorliegt. (Das verschobene Lehrgerüst war allerdings in diesem Fall ein Sprengwerk, s. u.) Der Nachteil der Hängewerke war, dass sie sicher nur bei Bogen oder Gewölben von begrenzter Spannweite eingesetzt werden konnten, als einfaches Sparrengebinde kaum für Gewölbe von mehr als etwa etwa 7-8 m Spannweite, als Hängewerk mit innerer Aussteifung (wie im Zentrum der Reliefdarstellung) wohl auch nur für Spannweiten von etwa 12 m.[259] Man wird mit dieser Form des Lehrgerüstes immer dann rechnen müssen, wenn die Gewölbe die genannten Dimensionen nicht überschreiten und Konsolen oder Kämpferkapitelle entsprechender Stärke vorhanden sind, aber keine sonstigen Einlassungen für Balken oder weitere Konsolen.

Das polygonale, zusammengesetztes Sprengwerk ist beispielhaft auf Abb. 3. 20 oben links dargestellt. Die beiden diagonalen Streben D und E sind hier auf den Konsolen B und C aufgelagert. Die Strebe E stützt das Zentrum des Bogens direkt, D vermittelt über einen vertikalen Pfosten. Zudem sind einige Hilfsstreben eingezeichnet, die das Gerüst vor allem bei asymmetrischer Belastung sichern, sowie die Schalung abstützen. Ein Lehrgerüst dieses Typs wurde am Pont du Gard eingesetzt, wie man an den entsprechenden Konsolen erkennt, die im oberen Bereich der Pfeiler und in den unteren Abschnitten der Gewölbelaibung eingemauert worden sind. Die obere, zweisteinige Konsole, entsprechend B auf der Zeichung, ist auf dem Photo Abb. 3. 21 erkennbar. Konsolen dieser Art, also unter- und oberhalb des Kämpferkapitells, dienten allein als Widerlager für die Streben. Ihre Vorsprünge wären bei anderen als Nutzbauten sicherlich nach dem Ausrüsten abgearbeitet worden. Eine Alternative zu solchen Konsolen als Widerlager der Streben waren Balkennester, in die der Fuß der Streben eingezapft wurde, wie auf Abb. 3. 20 als Detail dargestellt. Man findet Balkennester dieser Art etwa am 62 v. Chr. erbauten Pons Fabricius in Rom.[260] Eine Sprengwerk ist auch beim Bau der Traiansbrücke über die Donau realisiert worden.[261]

Ein wesentlicher Vorteil solcher Sprengwerke gegenüber den Hängewerken war, dass sie wegen der größeren Zahl der tragenden Streben (auf Abb. 3. 20 zwei statt nur einer, bzw. bei symmetrischer Ergänzung der Zeichnungen vier statt nur zwei) wesentlich höhere Lasten tragen konnten. Zudem war bei den Sprengwerken nicht der relativ lange Bundbalken der Hängewerke erforderlich. Nachteilig war vor allem bei der Auflagerung der Streben in Balkennestern, dass das Gerüst nicht als Ganzes entnommen und versetzt werden konnte,

[259] Bei Dachstühlen, die lediglich die Lattung und die Dachziegel tragen mussten, sind die genannten freien Spannweiten allerdings schon früh deutlich überschritten worden (mit Tragwerken vom Typ der sog. Palladiana? Zur Bedeutung solcher Tragwerke in der Spätantike vgl. Valeriani 2006). Erwähnt sei als Beispiel dafür das *theatrum tectum* in Pompeji, das kurz nach 80 v. Chr. erbaut wurde, nachdem die Stadt von den Römern erobert und durch Sulla zur römischen Kolonie gemacht worden war. Der Bau war vom Typus her einem griechischen Odeion zu vergleichen. Das namensgebende Dach, dessen Konstruktion anhand der Baureste nicht rekonstruierbar ist, hatte eine freie Spannweite von ca. 25 m, was mit einfachen Balken nicht zu überdecken gewesen wäre.

[260] Vgl. Abb. 20 bei Lancaster 2005a.

[261] Zur Traiansbrücke s. unten S. 371.

sondern für eine Wiederverwendung mindestens teilzerlegt werden musste, um die Streben aus den Balkennestern entnehmen zu können.

Da die Römer die zu tragenden Auflasten und die entsprechend erforderlichen Dimensionierungen ihrer Gerüstkonstruktionen nicht durch statische Berechnungen bestimmen konnten, ist es nicht überraschend, dass sich mit der Stabilität der Lehrgerüste die eingangs erwähnten Probleme ergeben haben. Neben mangelnder Stabilität der Lehrgerüste selbst kann auch bei gemauerten oder gegossenen Gewölben das zu frühe Ausrüsten Ursache von Deformationen gewesen sein, oder bei vom Boden aufgeführten Gerüsten eine nicht ausreichend Tragfähigkeit des Untergrundes. In solchen Fällen würde das Gewölbe durchsacken, also im Zentrum einen abgeflachten Kontur annehmen, oder eine nicht spiegelsymmetrische Form. Friedrich Rakob konnte an der Kuppel des Merkurtempels in Baiae solche charakteristischen Deformationen nachweisen, die anzeigen, in welchen Bereichen das Gerüst durch die aufgebrachte Last seine Form verändert hat.[262] Die Untersuchungen von Jürgen Rasch an spätantiken Kuppelbauten haben demgegenüber gezeigt, dass dort keine solchen Deformationen aufgetreten mehr sind, was die fortschreitende Beherrschung der Gerüstkonstruktion und -dimensionierung deutlich macht.[263]

Abb. 3.21: Pont du Gard (Provence), Detail der mittleren Bogenreihe (W. Osthues).

[262] F. Rakob, Römische Kuppelbauten in Baiae, RM 95 (1988).
[263] Rasch 1991.

3.6.4 Gewölbe

Bogen und Gewölbe wurden in drei verschiedenen Techniken errichtet. Die älteste ist die Keilsteintechnik, im 1. Jh. v. Chr. folgte der Betonguss, und an der Wende vom 1. zum 2. Jh. n. Chr. das Aufmauern mit Ziegelsteinen. Bei Keilsteintechnik wurde Naturstein so bearbeitet, dass sich eine exakte Keilform ergab, wodurch die Steine trocken versetzt werden konnten, wie etwa am Kolosseum, am Pont du Gard und an vielen Brücken. (Abb. 3.35; 3. 37) Sollte an der Front ein exakter Fugenschluss mit den an den Bogen anschließenden Blöcken gewährleistet werden, war die Form der Keilsteine fünfeckig (wie auf den Schemata Abb. 3. 20 oben). Häufiger, weil weniger aufwändig, findet man an den Stoßfugen zu den Keilsteinen abgeschrägte, grob zugehauene Steine, die trocken oder in Mörtel versetzt wurden. Nicht immer jedoch wurden bei Bogen aus Naturstein Keilsteine verwendet. Bei gemauerten Bogen wurden nicht selten einfache Quader verwendet, und die Bogenform dadurch realisiert, dass nur die gemörtelten Fugen, nicht die Steine Keilform hatten. Diese Arbeitsweise erforderte einen sehr druckstabilen Mörtel. Die Mörtelfugen fungierten dabei als kleine, keilförmige Kunststeine.

Die Keilsteintechnik wurde in der Mittelmeerwelt und im Orient seit Jahrhunderten angewandt. Ebenso wie die Griechen, bei denen sie etwa seit Mitte des 4. Jhs. v. Chr. auftrat, errichteten die Römer Nutzbauten mit Keilsteingewölben, wie Substruktionen, Tore in Stadtmauern und vor allem Brücken. Ein frühes Beispiel dafür in Rom selbst ist der 62 v. Chr. errichtete, noch heute erhaltene Pons Fabricius. Unter den öffentlichen Bauten in Keilsteintechnik finden sich vor allem Torbauten und Bögen, an denen die mächtigen Keilsteine sicher auch aus ästhetischen Gründen gewählt wurden, wie beispielsweise an der Porta Nigra in Trier.

Das Bauen in Keilsteintechnik war arbeitsintensiv und teuer, zumindest dann, wenn das Steinmaterial an den Fugen für das Versetzen ohne Mörtel zugerichtet wurde, was qualifizierte Arbeitskräfte erforderte. Die Beschränkung auf den Ingenieurbau und hochbelastete Mauern wie die Außenwände von Amphitheatern dürfte aber vor allem technische Gründe haben. Geeignete Natursteine – in Rom Travertin, der härter ist als der lokale Tuff, außerhalb Roms häufig Kalkstein – haben ein hohes spezifisches Gewicht (etwa 2,5–3 Kg/dm^3), so dass der aus den Gewölben resultierende Seitenschub massive Widerlager erforderte. Bei Amphitheatern, wo sich die Bogen gegenseitig abstützen, oder bei Brücken, wo die Rampen ein massives Widerlager bildeten, war der Schub unproblematisch, und ebenso bei Torbauten mit massiven Wänden. Für Decken von Gebäuden mit hochaufragenden Mauern als Widerlager, die sich seitlich nicht abstützten (etwa gegen Strebepfeiler), war die Technik hingegen weniger geeignet.

Betongewölbe

Betongewölbe finden sich in spätrepublikanischer Zeit nur vereinzelt, und mit vergleichsweise geringen Spannweiten. Ein frühes Beispiel dafür ist das kleine Gewölbe (Dm ca. 4,70 m) im *Tabularium*, dem unter Sulla zwischen 83 und 80 v. Chr. errichteten Staatsarchiv. Bemerkenswert ist es insofern, als es sich nicht um eine einfache Tonne, sondern um ein Klostergewölbe über annähernd quadratischem Grundriss handelt, was zeigt, dass schon in dieser Zeit komplexere Wölbformen realisiert wurden. Massive Konstruktionen aus der Mitte des 1. Jh. v. Chr. mit Tonnengewölben aus Beton finden sich an den Substruktionen, die einen Teil der Terrasse für das Heiligtum des Jupiter Anxur in Terracina tragen. Kuppeln

aus spätrepublikanischer Zeit kennt man kaum, und wenn, dann handelt es sich um eher kleinformatige Wölbungen. Umso überraschender sind daher die großen Kuppelsäle zweier Thermen, die in augusteische Zeit datiert werden und nicht in Rom selbst, sondern in Kampanien erbaut wurden. Der sog. ‚Tempel des Mercur' in Baiae,[264] einem römischen Badeort bei Neapel, hat einen Kuppeldurchmesser von 21,55 m. Auf die nachweisbaren Probleme mit dem Lehrgerüst bei der Einwölbung ist oben schon hingewiesen worden. Am Ufer des Averner Sees in den phlegräischen Feldern bei Puteoli liegt der sog. Apollotempel,[265] dessen Kuppelsaal eine Durchmesser von 38,20 m hat, und damit eine Spannweite, die nur noch von der Kuppel des Pantheon übertroffen wurde.

In bautechnischer Hinsicht aufschlussreich ist vor allem die Kuppel des Mercurtempels. Die in den Mörtel eingebettenen Bruchsteine (*caementitia*) sind dort radial in die Mörtelmasse eingebettet. Ihre Anordnung entspricht damit der von Keilsteinen. Das zeigt, dass die Baumeister den Gussbeton noch nicht als quasi-monolithen Kunststein verstanden, sondern als eine Art Keilsteinbogen aus grobem Bruchstein und Mörtel. Erst an späteren Betongewölben wird erkennbar, dass der Beton sozusagen als Bautechnik sui generis begriffen wurde, denn später platzierte man die caementa horizontal statt radial, womit die äußerliche Ähnlichkeit zur Keilsteinbauweise aufgehoben ist.[266]

Die große Betongewölbe der Kaiserzeit sind fast nie reine Gusskonstruktionen. Ein Teil der mit dem Betonguss kombinierten Bautechniken wurde offensichtlich eingesetzt, um die Struktur der Gewölbe an als kritisch wahrgenommenen Abschnitten zu verstärken. Eine Form solcher Verstärkungen war das Einziehen von Bögen bzw. Rippen an als besonders belastet wahrgenommenen Gewölbeabschnitten. Sie wurden auf die Lehrgerüste aufgemauert, bevor der Beton aufgebracht wurde. Dass die Rippen als Verstärkungen verstanden wurden, erkennt man deutlich an einem frühen Beispiel für diese Bauweise, am Tempel des Hercules Victor in Tivoli (Mitte 1. Jh. n. Chr.), denn dort verwendete man den harten – und teuren – Travertin für die Rippen.[267] Bald nach dem Aufkommen der massenhaften Produktion von Ziegelsteinen, etwa ab dem 2. Viertel des 1. Jhs. n. Chr., ging man jedoch, wohl aus Kostengründen, dazu über, die Rippen aus Ziegeln aufzumauern. Allerdings verwendete man beim Bau der Rippen besonders große Ziegelformate, nach ihrer Kantenlänge *bipedales* genannt (= 2 Fuß, quadratisch, ca. 60 cm Kantenlänge, s. Abb. 3.22). Man kann das Aufmauern solcher Rippen als Rückgriff auf die bewährte Keilsteintechnik verstehen, was zeigt, dass die Baumeister bei ihrem Vordringen in die Möglichkeiten der neuartigen Betontechnik sich sehr wohl absicherten.

Etwa am Beginn des 2. Jhs. n. Chr. lässt sich eine Weiterentwicklung der Kombination von Ziegelrippen und Betonguss beobachten, die nicht mehr nur besonders belastete Abschnitte der Gewölbe betrifft, sondern deren gesamte Struktur: Anstelle der *bipedales* überdeckte man nun mit Rippen aus kleineren Ziegelformaten die gesamten Lehrgerüste, die ihrerseits in regelmäßigen Abständen durchschnitten werden von horizontalen Lagen aus den großen *bipedales*, so dass sich eine Lamellenstruktur ergibt, deren Fächer anschließend mit der Gussmasse gefüllt werden (Abb. 3.23). Man findet diese Art der Wölbtechnik beispielsweise am Theater von Ostia. Sie wurde bis zum Untergang des Imperiums beibehalten. Man findet sie spät an an der 306 bis 313 erbauten Maxentiusbasilica in Rom – wie

[264] Rakob 1961, 138f. Datierung „augusteisch" bei 188, Abb. 447.
[265] Maiuri 1938.
[266] Lancaster 2008, 270.
[267] Lancaster 2008, 271.

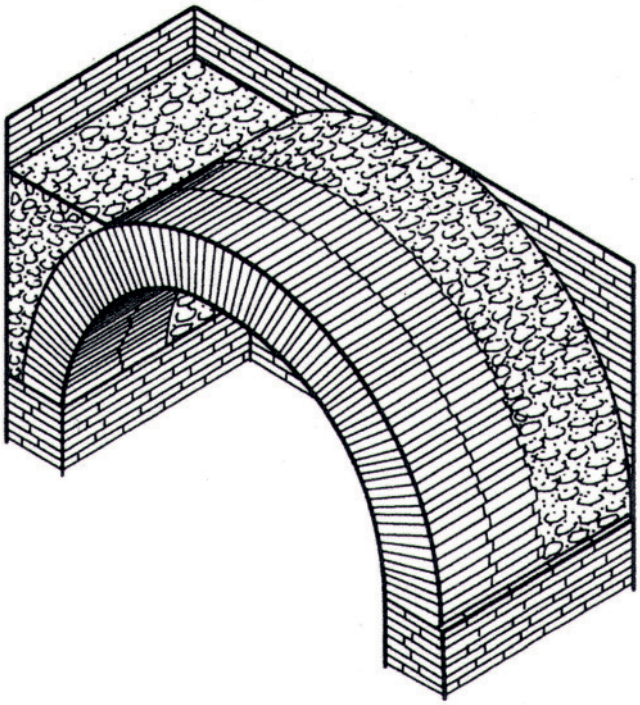

Abb. 3.22: Ziegelrippen in Betonschalen innerhalb eines Tonnengewölbes (Lancaster 2008, Abb. 10.6A).

erwähnt, einem der letzten ‚Großprojekte' in der Stadt, Spannweite des Mittelschiffs 25m[268] – und noch nach dem Untergang des Imperiums am Baptisterium von S. Maria Maggiore in Nocera Superiore[269] aus dem 6. Jh. n. Chr.

Im Ergebnis wird durch den Einschluss der Ziegel einerseits das Gewölbe leichter, da die Ziegel ein nur etwa halb so hohes spezifisches Gewicht haben wie der Beton. Damit konnten auch Lehrgerüst und Schalung leichter ausgeführt werden. Wahrscheinlich hatte die Lamellenstruktur auch zur Folge, dass sich der Druck innerhalb des Gewölbes homogener verteilte.

Ziegel wurden an Gewölben aus Beton auch noch in anderer Weise verwendet. Ab dem 2. Jh. n. Chr. gab es häufiger echte Ziegelschalen auf der gesamten Wölbfläche, also nicht Ziegelrippen, sondern Ziegel, die die Laibung des Gewölbes verblenden, in dem sie auf das Lehrgerüst aufgelegt wurden, bevor der Beton aufgebracht wurde. Solche Ziegelschalen wurden nicht selten mit der Betonmasse verzahnt durch einzelne, radial eingefügte Ziegel. Ein Beispiel dafür gibt es etwa an den Caracallathermen.[270] Solche leichten Schalen dienten nicht zur Verstärkung der Gewölbestruktur wie die oben beschriebenen Rippen, sondern

[268] Amici 2005b, 134–136.
[269] Schnittzeichnung mit Details bei Hess 1943.
[270] Abgebildet bei Adam und Mathews 1994, 425, Zeichnung F. A. Choisy.

sollten Problemen begegnen, die offenbar auftraten, wenn Schalbretter abgenommen werden sollten, auf die der Beton direkt aufgegossen worden war.[271] Um die unerwünscht feste Verbindung von Schalbrettern und Beton zu vermeiden, wurden möglicherweise die Bretter, wie oft auch heute, vor dem Aufbringen des Betons eingeölt. Ein zusätzlicher Effekt der Ziegelschalen war, dass man nicht die gesamte Innenfläche des Gewölbes mit Brettern verschalen musste.

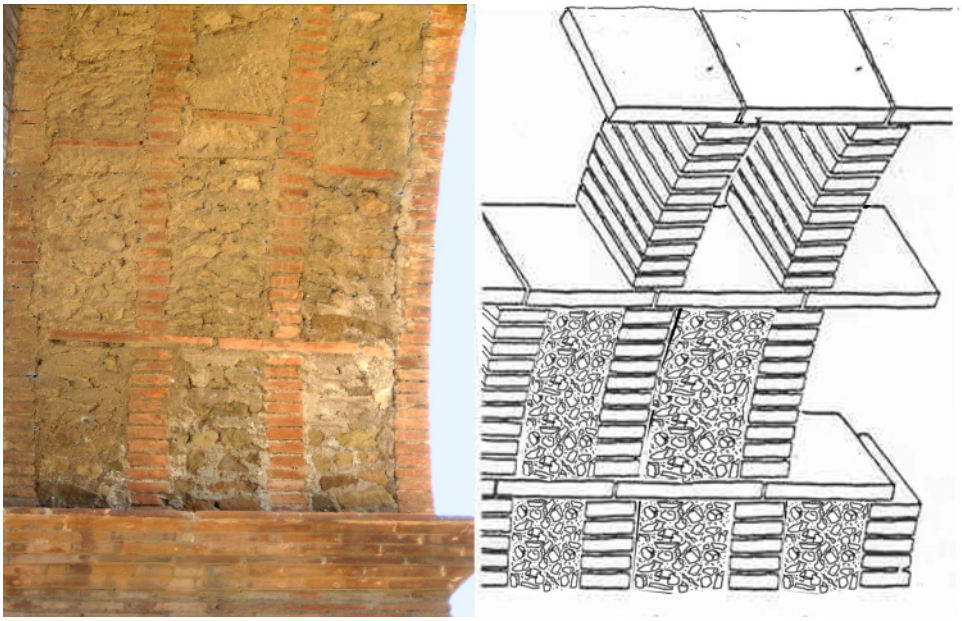

Abb. 3.23: Lamellengewölbe. Links moderne Restaurierung, rechts schematische Darstellung (W. Osthues).

Eine weitere Form der Verwendung von Ziegeln innerhalb von Gussgewölben bei Kuppeln war, die großen *bipedales* in Form von horizontalen Schichten in regelmäßigen Abständen in die Betonmasse einzufügen, so dass die Ziegel in der Aufsicht konzentrische Kreise bildeten, bzw. im Schnitt sich Ziegellagen und Beton abwechseln wie bei *opus mixtum*. Der Abstand zwischen den Ziegellagen korrespondiert meist mit der Höhe der äußeren Stufenringe im unteren äußeren Bereich der Kuppeln (z. B. am Tempel der ‚Minerva Medica' aus der 1. Hälfte des 4. Jhs. n. Chr.; zu den Stufenringen mehr im folgenden). Die Funktion der Ringe könnte in der Homogenisierung der Druckverhältnisse innerhalb der Gussmasse gelegen haben, oder auch dem Niveauabgleich beim Aufbringen des Betons gedient haben.

[271] Vgl. dazu ausführlich Lancaster 2005a, 29ff. sowie die Liste entsprechender Bauten, ebenda Appendix Catalogue 2D.

Ziegelgewölbe

Von außen betrachtet ist es häufig kaum zu unterscheiden, ob die Ziegel, die man an der Stirn oder der Unterseite eines Gewölbes sieht, die tragende Struktur des Gewölbes darstellen, hinter dem eine bloße Füllmasse liegt, oder ob die Ziegel nur Verblendung eines tragenden Betonkerns sind, wie oben beschrieben. Die Frage stellt sich deshalb, weil es beides gab. Welche Art der Konstruktion gewählt wurde, hing offenbar mit der Verfügbarkeit der Baustoffe zusammen. In Rom und in Unteritalien, wo Puzzolane reichlich zur Verfügung standen, findet man kaum größere Gewölbe, die keinen Kern aus *opus caementitium* hatten. In Kleinasien etwa – dem Gebiet der heutigen Westtürkei – konnte nirgendwo Puzzolana abgebaut werden. Trotzdem bauten auch die reichen Städte des Ostens wie Ephesos, Milet, Hierapolis, Sardeis und andere ab der Wende zum 2. Jh. n. Chr. große Baukomplexe mit den im Zentrum des Imperiums entwickelten neuen Wölbtechniken.[272] Nur mussten diese Techniken modifiziert werden, weil Beton wegen des Mangels an Puzzolanen nicht zur Verfügung stand, und der Import wohl aus Kostengründen nicht in Frage kam. Die Gewölbe des Ostens waren daher reine Ziegelkonstruktionen. Vermauert wurden die Ziegel in der Regel im sog. Kufverband, bei dem die Lagerfugen der Ziegel in der Achse des Gewölbes liegen, und die Lage der Stoßfugen reihenweise wechselt wie bei normalem Ziegelmauerwerk. Anders gesagt: den Kufverband kann man sich als eine normale einreihige Ziegelmauer mit regelmäßigem Fugenwechsel vorstellen, die der Länge nach zur Tonne gewölbt ist. Die Ziegel haben dabei die normale Quaderform. Die Wölbung des Mauerverbandes ergibt sich allein dadurch, dass der Mörtel in den Lagerfugen im Querschnitt Keilform hat, wie oben für Gewölbe aus Natursteinquadern schon beschrieben. Fast alle Prinzipien des Kufverbandes waren – bis auf den Fugenwechsel der Ziegel – schon bei den Ziegelbögen vorhanden, die man als Verstärkung von Betongewölben verwendete.

Die Verfüllung in den Zwickeln von Bögen und am Fuß von Gewölben mit Bruchsteinen in Lehm oder Kalkmörtel haben bei dieser Bauweise – anders als der Beton – keine tragende Funktion. Dennoch sind die Verfüllungen statisch von Bedeutung, denn sie verhindern als Auflast auf die unteren Abschnitte von Gewölben und Bogen ein seitliches Ausbrechen der Wölbungen bzw. reduzieren den Seitenschub am Fuß der Gewölbe. Die Auflast durch die Verfüllungen hat konstruktiv in etwa die gleiche Funktion wie die weiter unten angesprochenen Stufenringe von Kuppeln.

Leistungsfähig war auch diese Art der Bautechnik, wie die Tonnengewölbe der Thermenanlagen des Ostens (Spannweiten bis 18m) und vor allem die an Kuppelbauten erreichten Spannweiten belegen. Der Rundtempel im Zeus-Asklepius-Heiligtum von Pergamon aus dem 2. Jh. n. Chr. hatte einen Durchmesser von 23,85m, und damit fast exakt dieselbe Spannweite wie die sog. Georgsrotunde in Thessaloniki, die unter dem Kaiser Galerius zu Anfang des 4. Jhs. n. Chr. erbaut wurde. Die Georgsrotunde war ein Tempel der Kabiren oder des Zeus, eventuell auch der Grabbau für den Kaiser.

Technisch gibt es zwischen den Ziegelgewölben und den Betongewölben einige grundlegende Unterschiede. Zunächst einmal waren die Ziegelgewölbe deutlich leichter als die Betongewölbe, da, wie erwähnt, das spezifische Gewicht der Ziegel wesentlich geringer ist als das des Betons. Das bedeutet zugleich, dass die Druckspannungen innerhalb der Gewölbe insgesamt geringer waren. Allerdings hatte diese Bauweise zugleich den technischen Nachteil, dass das Material nicht homogen war, denn der Kalkmörtel war weniger druckstabil als

[272] J. B. Ward-Perkins 1988, 107.

die Ziegel selbst, oder auch der Beton. Hinzukommt, dass wegen der radialen Anordnung der quader-, nicht keilsteinförmigen Ziegel die Mörtelfugen jeweils unten schmaler waren als oben, was ebenfalls zur Inhomogenität der Druckverteilung im Gewölbe führte. War die Konstruktion jedoch von der Dimensionierung und den Auflasten her gesehen auf der ‚sicheren Seite', brachte die vergleichsweise geringe Druckstabilität des Kalkmörtels aber auch gewisse Vorteile, denn der weichere Mörtel konnte bis zu einem gewissen Grad Spannungsspitzen aufnehmen, was in den erdbebengefährdeten Gebieten zur Standsicherheit der Bauten beitrug.

3.6.5 Kenntnisse der Statik und deren praktische Anwendung

Es gab in der Antike, trotz des bereits hohen Niveaus der antiken Mathematik, keine Form einer auf Berechnungen basierten Statik. Gleichwohl hatten die römischen Architekten ein durchaus fortgeschrittenes Verständnis der Spannungsverhältnisse in Gewölbekonstruktionen.

Die Konstruktion eines auf dem Rundbogen basierenden Tonnengewölbes, eingefügt in eine massive Wand wie bei einem Tordurchlass einer Stadtmauer, oder bei einem Triumpfbogen mit massiven Flanken, erfordert kein fortgeschrittenes Verständnis der vom Bogen und seiner Auflast hervorgerufenen Druckspannungen. Die massiven Wände oder Pfeiler solcher Bauten können die vom Bogen ausgehenden Kräfte, welcher Richtung auch immer, ohne weiteres aufnehmen. Trotzdem zeigt sich gelegentlich auch bei einfachsten Konstruktionen erkennbar ein Verständnis der vom Bogen ausgehenden Kräfte.

Auf der Abbildung Osthues15 ist ein stark vereinfachtes Schema mit einer Stützlinie dargestellt, die die Richtung der vom Bogen hervorgerufenen Druckspannungen darstellt. Die Linie verläuft unterhalb des Bogenansatzes (der Kämpferzone) nicht senkrecht, sondern diagonal nach unten. Dem Schema gegenübergestellen lässt sich das das Bild einer überwölbten Wandöffnung der Villa der Quintilii (Abb. 3.24, ca. 150 n. Chr.). Man sieht dort rechts der Öffnung einen schräg in die Mauer integrierten Stützpfeiler, der der Richtung der Stützlinie folgt. Konstruktiv erforderlich war dieser Stützpfeiler keineswegs, aber er zeigt doch an, dass der Baumeister wusste, welche Richtung der vom Bogen ausgehende Druck nehmen würde.

Sehr viel mehr know-how war erforderlich bei Gebäudetypen, bei denen das Gewölbe nicht von einer Wand eingefasst war wie bei den angesprochenen Torbauten, sondern auf der Krone von Mauern ansetzte. Hier bestand prinzipiell das Risiko, dass der Horizontalschub am Fuß des Gewölbes die das Gewölbe tragenden Mauern bzw. Widerlager auseinanderdrückt, wodurch das Gewölbe im Zentrum abflachen, und schließlich einstürzen würde. Eine Gegenmaßnahme wäre, durch die statisch optimale Form der Wölbung diese Kräfte aufzufangen. Optimal wäre in diesem Sinne ein Bogen wie der unten abgebildete Gateway Arch in St. Louis. Die Römer haben Gewölbe dieser Form niemals gebaut.

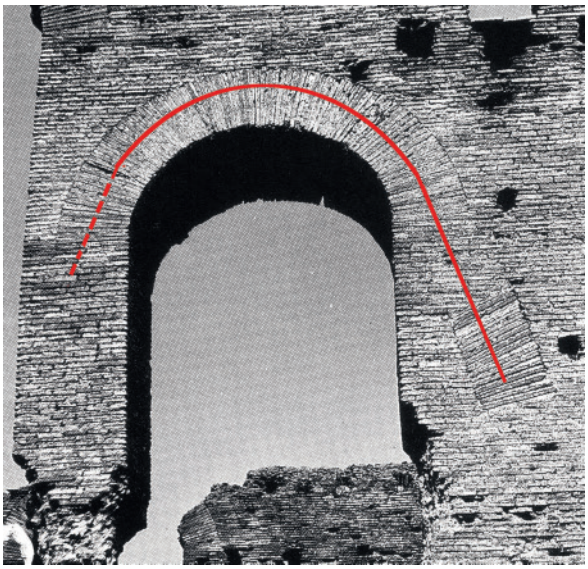

Abb. 3.24: Villa dei Quintilii Via Appia bei Rom, 2. Jh. n. Chr.: in eine Wand integrierter Strebepfeiler, der der Stützlinie folgt (Adam und Mathews 1994, Abb. 389, ergänzt).

Abb. 3.25: Gateway Arch, St. Louis (Wikipedia, J. Kronsell, nachbearbeitet).

Die optimale Form eines Bogens ist jedoch keine fixe Form, sondern hängt ab von den Lasten, also der Eigenlast des Bogens und seiner Auflast. Die Form wie am Gateway Archi ist optimal nur für einen freistehenden Bogen. Die unterschiedlichen Stützlinien von belastetem und unbelastetem Bogen sind, stark vereinfacht, auf der nachfolgenden Abbildung 3.26 dargestellt.

Abb. 3.26: Stützlinien eines belasteten und eines unbelasteten Bogens (W. Osthues).

Bei Gleichlast flacht die optimale Form, verglichen mit der des unbelasteten Bogens, ab, und entspricht einer quadratischen Parabel. Noch stärker flacht die statisch ideale Form ab, und nähert sich dem von den Römern bevorzugten Halbkreis an, wenn die Lasten selektiv auf den verschiedenen Abschnitten des Bogens ruhen. Würde man die Lasten auf dem Bogen so verteilen, dass nur die untersten beiden Segmente eines Bogen hoch belastet würden, könnte man erreichen, dass der Rundbogen mit der entsprechenden Stützlinie zusammenfällt. Im Prinzip zum gleichen Ergebnis würde man kommen, wenn man die Eigenlast des Bogens durch Veränderungen im Querschnitt des Bogens analog verteilen würde, d. h. minimaler Durchmesser des Bogens im Zentrum und maximaler Durchmesser in den untersten Abschnitten des Bogens.

Einige der Maßnahmen, mit denen die römischen Architekten den Spannungen in Gewölben, insbesondere in Kuppeln, begegnet sind, wirken ziemlich genau im eben beschriebenen Sinne. Nur erreichten sie die zielgerichtete Anpassung des Eigengewichts der Kuppeln in den unterschiedlichen Segmenten nicht durch Veränderungen im Querschnitt der Kuppeln, sondern durch gezielte Verwendung von Beton mit unterschiedlichem spezifischen Gewicht: Besonders leichter Beton im Zentrum von Kuppeln und besonders schwerer Beton in den peripheren Segmenten. Realisiert wurde das gezielte Variieren des Betongewichts durch die Beimengung unterschiedlich schwerer Bruchsteine. Für die Kuppelbereiche nahe dem Scheitelpunkt der Gewölbe wurden der Mörtelmasse extrem leichte Tuffsteine beigefügt (Gewicht etwa 0,7 km/dm^3), in die Segmente nahe am Übergang zur den Mauerkronen Kalksteine von sehr hohem Gewicht (bis etwa 3,0 kg/dm^3).[273] Vor allem die extrem leichten Vulkangesteine waren allerdings nur in Italien, nicht in den entfernten Provinzen verfügbar. Um das Gewicht von Gewölben dennoch gezielt variieren zu können, wurden – wie

[273] Zum Gewicht der unterschiedlichen Gesteinsarten der *caementa* umfassend Lancaster 2005b, 59ff.

gelegentlich in Rom selbst auch – künstliche Hohlräume in unterschiedlicher Dichte in die Betonschalen eingefügt, indem man Amphoren oder Tonröhren in die Gussmasse einfügte.

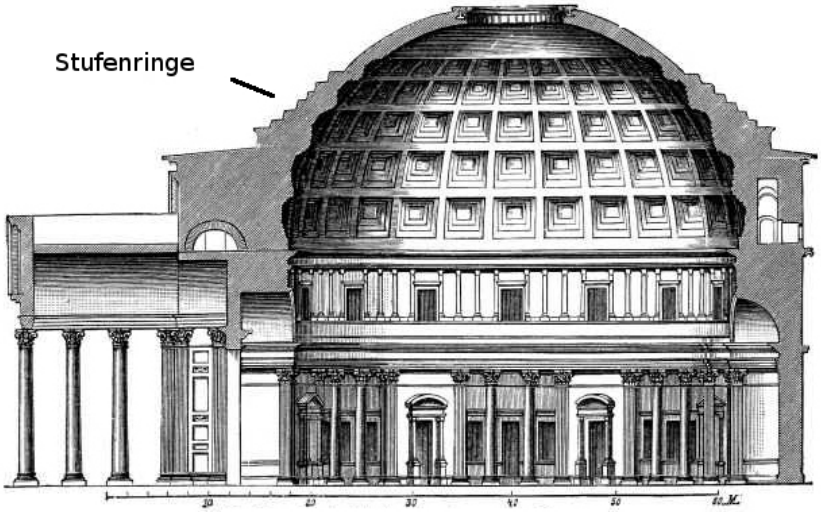

Abb. 3.27: Pantheon, Rom: Querschnitt, Lage der Stufenringe (Meyer's Konversationslexikon, 4. Aufl. Taf. Baukunst V Nr. 16 [1888]).

Der eben beschriebene Effekt besonders schwerer Materialien im Bereich des Kuppelansatzes wurde noch weiter verstärkt durch Auflast, die dort platziert wurde: Die untersten Segmente einer Kuppel wurden oft zusätzlich belastet durch auf dem Kuppelansatz aufgemauerte sog. Stufenringe (Abb. 3.27). Dieses zusätzliche Gewicht leitet die im Gewölbe seitlich wirkenden Kräfte vertikal in die Mauern ab, und damit in die Fundamente. Noch zusätzlich verstärkt werden konnte diese Umlenkung der Kräfte dadurch, das die die Kuppel tragenden Mauern noch über den Ansatz der Kuppel hinaus fortgeführt wurden. Dabei entstehen zwischen diesem Teil der Außenmauern und dem Kuppelansatz Zwischenräume, die mit Bruchstein oder Beton verfüllt wurden. Beides, das Eigengewicht der überhöhten Mauer und das Gewicht der Füllmasse, wirkt dem Seitenschub entgegen. Alle hier angeführten Maßnahmen zur Schubkontrolle sind beim Bau des Pantheon angewandt worden. Moderne statische Analysen den Pantheon haben die Wirksamkeit dieser Maßnahmen nachgezeichnet und bestätigt.[274] Optisch bewirken die zuletzt beschriebenen Maßnahmen allerdings, dass in der Außenansicht nur der obere, scheinbar flache Teil der Kuppel zu sehen ist, die im Inneren auf den ersten Blick vom Betrachter als Halbkugel erfasst werden kann. (Vgl. auch Abb. 3.28.)

[274] Mark und Hutchinson 1986.

Strebepfeiler

Dem Bogenschub mit konstruktiven Maßnahmen am Gewölbe selbst zu begegnen – Reduktion des Schubs durch Variieren des Materialgewichts und ‚Umlenken' der Kräfte in die Vertikale, wie eben beschrieben – gehört zu den konzeptionell und materialtechnisch fortgeschrittenen Verfahrensweisen. Natürlich gab es auch einfachere Lösungen, die älter waren. Die einfachste von allen war, die Widerlager, d. h. die Mauern, so breit und fest zu bauen, dass sie dem Gewölbeschub standhalten konnten. Das war allerdings arbeitsaufwendig, und daher auch teuer. Eine ebenfalls einfache, konstruktiv aber effizientere Methode war, weniger massive Mauern durch vorgesetzte, zur Mauer hin geneigte Stützen abzusichern.[275] Solche Mauerstützen waren aus anderen Kontexten seit langem bekannt. Vor allem Terrassenmauern und Futtermauern, die einen Hang gegen Abrutschen sichern sollten, wurden durch solche Mauerstützen gegen den Schub des Erdreichs gesichert. Bereits an einem der frühen Kuppelbauten mit großem Durchmesser, dem sog. Mercurtempel von Baiae, haben die Baumeister solche Stützen als Sicherung gegen den Gewölbeschub vorgesehen (Abb, 3.28 links im Bild, der am Fuß der Strebe vorgesetzte Steinblock ist eine moderne Sicherungsmaßnahme).

Abb. 3.28: Baiae, Mercurtempel. Links im Bild Strebepfeilder (W. Osthues).

Mit dem Aufkommen der Thermen und der mehrschiffigen Basiliken ergab sich jedoch eine Problemstellung, die auf diese Weise nicht zu lösen war.[276] Um die zentralen Räume mehrschiffiger Basiliken oder Thermen wirksam zu belichten, brauchte man eigene Fensteröffnungen für diese Räume, wenn die Mittelschiffe nicht nur indirekt, also durch die Fenster der seitlichen Räume, Licht erhalten sollten. Das war nur machbar, wenn die Seitenwände des Mittelschiffs noch höher aufgemauert wurden als der Ansatz der Dächer der Seitenschiffe, denn nur dann konnten in die oberen Abschnitte der Mauern eines Mittelschiffs Fenster eingefügt werden. Vereinfacht ausgedrückt: Wenn das Mittelschiff gleichsam zweigeschossig, die Seitenschiffe hingegen nur eingeschossig waren, dann ließen sich die Seitenschiffe durch Fenster im Untergeschoss, das Mittelschiff durch Fenster im Obergeschoss belichten.

[275] Beschrieben mit Proportionsregeln für die Dimensionierung bei Vitr. 6.8.6.
[276] Zum folgenden vgl. Lancaster 2005a, 268f.

Das Prinzip kennt man von gotischen Kathedralen, und ähnlich auch von Kuppelbauten, bei denen die Kuppel von einem Tambour – einer runden Mauer – getragen wird, in den sich Fenster einfügen lassen.

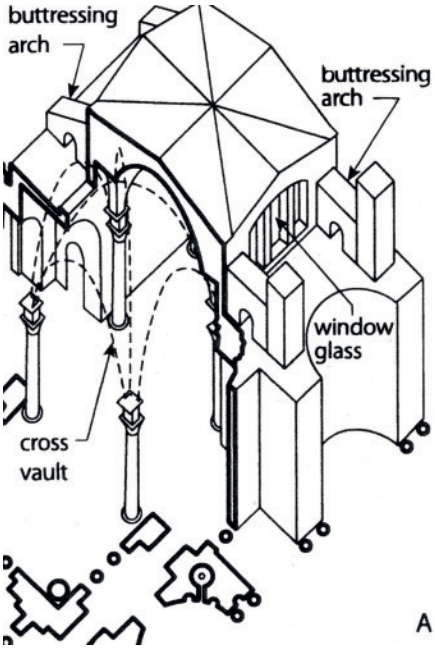

Abb. 3.29: Diocletiansthermen, Strebepfeiler (Lancaster 2008, Abb. 10.5).

Diese Bauweise wirft aber ein Problem auf, wenn das Mittelschiff mit einem Gewölbe überdeckt werden soll. Ohne zusätzliche konstruktive Maßnahmen müsste dessen Seitenschub vollständig von den oberen Bereichen der Seitenwände des Mittelschiffs aufgenommen werden, was wegen der Höhe überaus massive Seitenwände erfordern würde. Dem stünden jedoch gerade die Fenster in den oberen Abschnitten der Seitenwände entgegen, denn diese schwächen die Stabilität der Mauern. Auf der Abbildung 3.29 erkennt man, wie die Baumeister der Maxentius-Basilika dieses Problem gelöst haben: Als Widerlager gegen den Seitenschub mauerte man auf die Wände der Seitenschiffe Pfeiler auf, die durch Bogensegmmente mit den Wänden des Mittelschiffs verbunden wurden. Um den auf die Pfeiler durch das Bogensegment wirkenden Seitenschub als Druck in die Vertikale abzuleiten, überhöhte man die Pfeiler noch oberhalb des Ansatzes des Bogensegments (als *buttressing arch* rechts auf der Abbildung dargestellt). Kurzum, die Konstruktion folgt demselben Prinzip wie der Obergaden mit Fenstern und Strebewerk, den man von den gotischen Kathedralen kennt. Die Überhöhung der Pfeiler über den Ansatz des Bogensegments hinaus entspricht den Fialen des gotischen Strebewerks. Der Entwurf der Maxentiusbasilika zeigt somit, dass noch in der Spätantike substantielle konstruktive Innovationen entwickelt worden sind.

Eisenarmierungen zur Kontrolle von Horizontalschub

Eisenarmierungen zur Erhöhung der Zugfestigkeit des Beton sind im modernen Betonbau üblich. Auch die Römer haben, wenn auch nur selten, Eisen im Gewölbebau verwendet, um Horizontalschub durch Zuganker zu begrenzen.

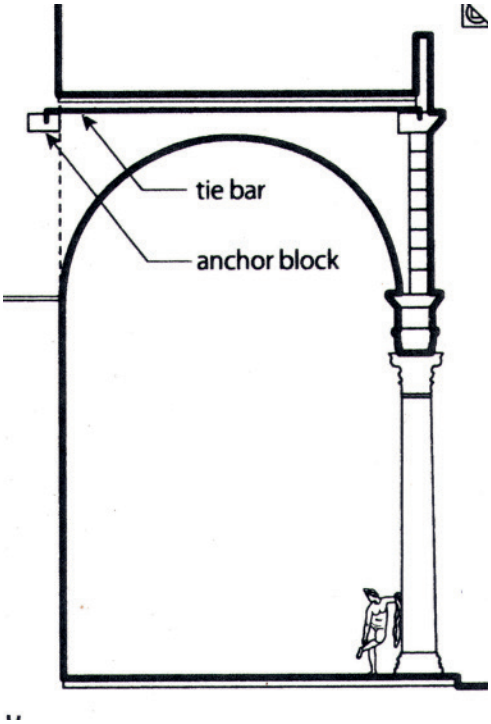

Abb. 3.30: Zuganker und Ankerblock (Lancaster 2005a, Abb. 105).

Diese Anker wurden zunächst, wie bei Stahlbeton, nur innerhalb des Betons oder Mauerwerks platziert. Das Problem, das diese Anker erforderlich machte, ergab sich beispielsweise bei der Verwendung von gewölbten Decken statt Balkendecken über Kolonnaden, deren Oberseite zudem als Wandelgänge genutzt werden sollten. Eine Kolonnade, die im Querschnitt aus einer (Rück-) Wand und einer äußeren Säulenstellung besteht, ist problematisch für eine Einwölbung, weil die Säulenstellung als eines der beiden Widerlager dem Horizontalschub wesentlich weniger entgegensetzen kann als die massive Mauer. Um die Säulenstellung von diesem Schub zu entlasten, verklammerte man die Säulen mit der Rückwand durch Eisenanker (s. Abb. 3.30). Auf seiten der Rückwand wurden die Eisen eingehakt in einen Ankerstein innerhalb der Mauer.[277]

Das Problem resultiert also letztlich daraus, dass man spätestens im frühen 2. Jh. n. Chr. zwei alternative Bautechniken, das Stütze-Gebälk-System der äußeren Säulenstellung und

[277] Zur Verwendung von Eisenankern ausführlich Lancaster 2005a, 113ff.

die Beton-Gewölbekonstruktion für die Decke, miteinander kombinierte. Die zweigeschossige griechische Stoa, der Vorläufer solcher Kolonnaden, war ein reines Stütze-Gebälk-System, bei dem die Frontsäulen das äußere Frontgebälk und die Innensäulen das Deckengebälk trugen.

Die Lösung, die Eisenanker oberhalb des Gewölbescheitels zu verbauen, ist technisch suboptimal, denn der Horizontalschub wirkt am Fuß des Gewölbes auf die Widerlager. Wesentlich wirksamer wäre es daher gewesen, mit den Eisenankern direkt die Widerlager, also das Kapitell und die Rückwand, zu verbinden, d. h. in der Weise, wie man es heute als Sicherungsmaßnahme von Gewölben und Säulenstellungen in alten Kirchen und Klosterbauten kennt. In dieser Konstellation ist der Eisenanker allerdings für den Betrachter sichtbar, was die Römer wohl zunächst zu vermeiden suchten. Noch in spätantiker Zeit haben aber auch schon die Römer zu dieser ästhetisch unbefriedigenden, technisch aber effektiveren Variante gegriffen.

3.7 Ingenieurbau

3.7.1 Die Fernstraßen

Der Bau des Fernstraßennetzes[278] galt schon in der Antike als eine der größten Leistungen des römischen Staates.[279] In der mittleren Kaiserzeit erschloss es mit ca. 80000 Kilometern Länge die gesamte Mittelmeerwelt und das nordwestliche Europa. Neben dem Umfang waren vor allem die Systematik der Planung und Instandhaltung sowie die hochwertige technische Ausführung zentrale Merkmale der römischen Fernstraßen. Große Teile der Römerstraßen wurden noch lange nach dem Ende des Imperiums genutzt, manche bis ins 19. Jh. hinein. Noch heute verläuft in England ein Teil des Motorways M6 parallel zur Trasse einer Römerstraße.

Der Fernstraßenbau korreliert im wesentlichen mit der territorialen Expansion Roms. Die meisten Fernstraßen wurden im Zusammenhang mit den großen Feldzüge angelegt, und entsprechend von den Legionen selbst erbaut. Sie dienten der schnellen Bewegung der Truppen, der Versorgung der Legionen und Militärlager mit Nachschub, und nicht zuletzt der Nachrichtenübermittlung durch den Kurierdienst. Die Chronologie des Straßenbaus entspricht daher in etwa der Kriegsgeschichte. Er beginnt in Mittel- und Süditalien, es folgen Griechenland, Kleinasien, Norditalien, Gallien, Spanien und Nordafrika. Der Straßenbau ist, in Verbindung mit den Städtegründungen, Teil der römischen Strategie, Gebiete nicht nur zu erobern und auszubeuten, sondern dauerhaft in Besitz zu nehmen und in das Imperium zu integrieren (Provinzialisierung).

Die Stadt Rom bildete den Knoten- und Ausgangspunkt von dreizehn Fernstraßen, symbolisiert durch den goldenen Meilenstein auf dem Forum Romanum (*miliarium aureum*), an die die großen Erschließungsstraßen für die hinzugewonnenen Provinzen angebunden wurden. Erst das Ende der Expansion und der Übergang zur Grenzsicherung in der mittleren Kaiserzeit führten dazu, dass das sternförmige Straßennetz um grenzparallele Straßen ergänzt wurde, die eine schnelle Verlegung von Truppen an gefährdete Abschnitte ermöglichten.

[278] Straccioli 2003; Radke 1971; Herzig 1974; Pekary 1968; Walser 1970; Casson 1974 [ND 1994]; Bender 1975; Chevallier 1976 [ND 1989]; Chevallier 1988; Radke 1971; H. C. Schneider 1982, 85–96; Schreiber 1985; Heinz 1988, 1–72; Sidebotham 1991; Laurence 1999; Nuber 2005; French 1981; Wiseman 1970; Davies 1998.

[279] Dion. Hal. 3.67.5.

Abb. 3.31: Karte der römischen Fernstraßen (Wikipedia, A. Nacu).

Paradigmatisch für diese Zusammenhänge steht bereits das früheste der großen Straßenbauprojekte: Der Bau der Via Appia,[280] der ‚Königin der Fernstraßen'.[281] Im zweiten Krieg gegen die Samniten, die zwischen Rom und dem griechischen Kampanien siedelten, konnten die Gegner 320 v. Chr. bei den Caudinischen Pässen ein römisches Heer einschließen. Anschließend konnten die Samniten auch die Siedlungen zurückgewinnen, die Rom zuvor erobert und als befestigte Kolonien latinischen Rechts neu gegründet hatte zur Sicherung des Gebietes, wie etwa Fregellae (ab 328 v. Chr. römische Kolonie, von den Samniten vor 313 v. Chr. zurückerobert). Um die für die Misserfolge offenbar als ursächlich angesehen Nachschubprobleme bei der Versorgung des Heeres und der Kolonien dauerhaft zu beseitigen, wurde 312 v. Chr. auf Initiative und unter Leitung des Zensors Appius Claudius Caecus mit dem Bau der Via Appia begonnen, die das umkämpfte Gebiet durchschnitt und die Hauptstadt mit dem weiter südlich gelegenen, mit Rom verbündeten Capua verband. Die Straße wurde anschließend bis nach Benevent verlängert, und weiter bis an die Grenze des griechischen Tarent, wo die Römer die Kolonie Venusia mit zwanzigtausend Siedlern nieder-

[280] della Portella 2004 (org. italienisch 2003)
[281] *Appia teritur regina longarum viarum*; Stat. silv. 2.2.

setzten. Nachdem die späteren Kämpfe gegen Tarent, das den griechischen König Pyrrhos zur Hilfe gerufen hatte, abgeschlossen waren, wurde die Appia schließlich 254 v. Chr. bis Brundisium fortgeführt (ab 276/5 römische Kolonie, heute Brindisi). Rom besaß damit eine belastbare Straßenverbindung zu den eroberten Gebieten, und zudem mit Brundisium einen Hafen, von dem aus der Seeweg über die Adria nach Griechenland am kürzesten war. Von den dortigen Häfen Apollonia und Dyrrhachium an der Küste des heutigen Albanien bauten die Römer rund einhundert Jahre später, nachdem sie die vollständige Kontrolle über Griechenland erlangt hatten, die ca. 1120 km lange Via Egnatia, die die beiden Hafenstädte mit Byzanz, bzw. der späteren Reichshauptstadt Konstantinopel, verband. Wie leistungsfähig diese Straßenverbindungen aus militärischer Sicht waren, zeigt sich nicht zuletzt an den in Nordgriechenland ausgefochtenen Entscheidungsschlachten der Bürgerkriege: Schlachten wie die bei Philippi zwischen den Heeren Octavians und Antonius bzw. Brutus und Cassius mit weit über hunderttausend Soldaten konnten in Nordgriechenland nur stattfinden, weil die Appia und die Egnatia die Verlegung solch großer Truppenkontingente in relativ kurzer Zeit ermöglichten.

Am Bau der Via Appia lassen sich neben den politisch-militärischen Hintergründen zugleich auch die in technischer Hinsicht charakteristischen Merkmale des römischen Fernstraßenbaus aufzeigen. Das gilt zum einen für die Trassenführung. Während ältere, gewachsene Straßen in der Regel Siedlungsplätze verbinden und sich in ihrem Verlauf unmittelbar an die natürlichen Gegebenheiten anpassen, also gleichsam dem Weg des geringsten Widerstands folgen, erkennt man bei der Trassenführung der Appia schon in den ersten Abschnitten eine großräumig angelegte Planung, die die Bedeutung natürlicher Hindernisse herabstuft: Sie durchquert die Albanerberge auf nahezu gerader Linie, fast ohne Rücksicht auf Steigungen und Gefälle im Geländeprofil. Der 62 km lange Abschnitt vom Collepardo bis Tarracina (Terracina) gilt bis heute als die längste gerade Trassenführung in Europa. Die Linearität von Trassenverläufen wird im übrigen heute in der Luftbildarchäologie als Indiz für den römischen Ursprung neu identifizierter Straßen angesehen.

Die Motive und Techniken der römischen Planer für solche linearen Trassen sind mangels einschlägiger Quellen nicht direkt klärbar. Sicherlich hatte eine Streckenführung, die zwei Orte auf dem kürzesten Weg verband, prinzipiell den Vorteil, den Materialverbrauch für Fundamente und Straßenbelag zu minimieren. In unebenem Gelände hatte sie allerdings auch evidente Nachteile, weil Stützmauern, Durchbrüche usw. den Bauaufwand wieder erhöhten. Steigungen und Gefälle verlangsamten auch nach Fertigstellung den Wagentransport. Unklar ist auch, wie die Trassenführung geplant wurde. Diskutiert werden in der Forschung unterschiedliche Methoden, wie etwa astronomischer Messungen oder systematisch Geländevermessungen, deren Ergebnisse auf Karten aufgetragen wurde.[282] Allerdings sind die erforderlichen maßstäblichen Karten in den Quellen nicht nachweisbar. Die bekannte Tabula Peutingeriana ist unmaßstäblich bzw. stark verzerrend.

Die bautechnischen Probleme der linearen Trassenführung illustriert die Appia bereits in ihren ältesten Abschnitten. Südlich der Albaner Berge, etwa 32 km vor Terracina, beginnt ein schnurgerader Abschnitt, der durch die pontinischen Sümpfe führt. Die Straße wurde hier auf einem eigens erbauten Damm geführt. Um ein Unterspülen des Damms zu vermeiden, wurden in regelmäßigen Abständen Durchlässe in den Damm eingefügt, die ein Abfließen des Wassers von den Sümpfen zum Meer ermöglichten. Die Durchlässe wurden mit Holz-

[282] Davies 1998.

konstruktionen überbrückt. Versuche, die Sümpfe trocken zu legen, schlugen zunächst fehl. Später, im Jahre 162 v. Chr., wurde unter Leitung von Marcus Cornelius Cethegus parallel zur Straße im Abschnitt vor Terracina einen Kanal angelegt, der neben der Entwässerung auch dem Treideln von Booten diente, die von Eseln gezogen wurden, und vermutlich auch den Personen- und Wagenverkehr aufnahmen.[283]

Abb. 3.32: Via Ostiense. Römisches Strassenpflaster (W. Osthues).

Die zunächst fast dogmatisch verfolgte lineare Streckenführung – ohnehin nicht überall realisierbar wie etwa bei den Alpenstraßen – wurde in späterer Zeit relativiert, wie ebenfalls an der Appia erkennbar ist: Der Abschnitt von Benevent nach Brindisi wurde unter Traian um eine alternative Streckenführung ergänzt, die hauptsächlich an der adriatischen Küste entlangführte (*Via Traiana* genannt). Obwohl deren Streckenführung etwas länger war als die ältere Variante, sparte man bei der Reise nach Brundisium durch den neuen Straßenabschnitt nach Ciceros Angaben einen Reisetag.

[283] Strab. 5.3.6.

Die ursprüngliche Bauweise der Appia, wie sie einige Querschnitte zeigen, bestand über dem Untergrund, also dem anstehenden Boden, der in der Breite der Straße ausgehoben und eingeebnet worden war, aus einem Unterbau aus einer Schicht Schotter, der möglichst nahe bei der Baustelle gewonnen und mit Erde vermischt wurde, und einem Oberbau aus einer etwas weniger starken Schicht aus feinerem Schotter und Kalksteinbruch. Beide Schichten waren eingefasst von Reihen großer Steine. Ein Pflaster als Fahrbahnbelag (ähnlich wie auf (Abb. 3.32) hatte die Appia ursprünglich nicht. Erst 189 v. Chr., also knapp eineinhalb Jahrhunderte nach Baubeginn, wurde ein kurzer Abschnitt von weniger als einer Meile vor der römischen Stadtgrenze gepflastert, wie Livius berichtet.[284] Er gibt auch an, dass die innerstädtischen Abschnitte erst 174 v. Chr. ein Pflaster erhielten. Zur gleichen Zeit wurde die Schotterung der Straße außerhalb der Stadt teilweise erneuert. Zudem wurden Fußwege neben der eigentlichen Fahrbahn angelegt.[285] Der Steinplattenbelag stammt aus späterer Zeit. Nachgewiesen ist ein solcher Belag außerhalb der Umgebung Roms im Abschnitt zwischen Fondi und Formia. Der Unterbau ist dort allerdings anders angelegt: die unterste Schicht besteht aus Sand, darüber liegt eine dicke Schicht Kalksteinschotter, die von Platten aus Lava von ca. 25 x 40 cm abgedeckt war. Ob die Appia jemals auf voller Länge mit einem Plattenbelag versehen war, ist zweifelhaft.[286]

Was für die ursprüngliche Bauweise der Appia gilt, dürfte auch für die meisten anderen römischen Fernstraßen gelten: Typisch war die Nivellierung einer Trasse und die bis zu einem Meter starke, mehrschichtige Fundamentierung. Sie garantierte die Belastbarkeit der Straße für den Wagentransport, und vor allem die Stabilität und Passierbarkeit zu allen Jahreszeiten. Das verwendete Baumaterial und der Schichtaufbau variierte je nach Verfügbarkeit lokaler Materialien. Die Ableitung des Regenwassers erfolgte meist durch Überhöhung der Straßenmitte, sowie oft auch durch parallel zur Straße angelegte Straßengräben. Pflaster wurde je nach Bedarf – vor allem auf Steigungen und Gefällestrecken – sowie nach vorhandenen Ressourcen verlegt. Die Spurrinnen in solchen Pflasterungen, die der Wagenbreite entsprechen, entstanden wohl meist durch fortgesetzte Nutzung. Es gibt auch Forscher, die annehmen, dass bei manchen Straßenabschnitten die Spurrinnen (als 'Geleise') absichtlich angelegt worden seien.[287]

Von der normalen Bauweise abweichende Konstruktionen wurden angewandt, wenn der Untergrund Probleme bereitete. War der Boden besonders weich, wurden zunächst Holzpfähle in den Boden gerammt, die anschließend mit grobem Schotter überdeckt wurden, auf dem dann der weitere Schichtaufbau erfolgte. Nicht selten wurden auch Straßen direkt durch Moore und Sümpfe gebaut. Wenn kein Damm aufgeschüttet wurde, wurde zunächst eine Unterkonstruktion komplett aus Holz aufgebaut, wie man sie aus dem römischen Germanien oder Britannien kennt: Zuerst wurden zwei parallele Pfahlreihen im Abstand der vorgesehenen Straßenbreite eingerammt, und die jeweils gegenüberliegenden Paare von Pfählen quer zur Fahrtrichtung mit starken Balken verbunden. Diese Balkenjoche wurden dann längs zur Fahrrichtung mit Baumstämmen überdeckt, auf die dann wiederum quer zur Fahrtrichtung dünnere Rundhölzer aufgelegt wurden. Die Bauweise erinnert an die von Holzbrücken (s. u.)

[284] Liv. 38.28.3.
[285] Liv. 41. 27.5. Die Angabe von G. Pisani Sartorio in della Portella (2004) 26, die Appia sei schon 191 v. Chr. bis Capua komplett gepflastert gewesen, ist unzutreffend.
[286] Adam und Mathews 1994.
[287] Brunner 1999.

Diese sog. ‚Knüppeldämme' konnten zur besseren Befahrbarkeit mit feinem Kies, Schotter, oder auch Pflasterplatten belegt werden.

Zur Ausstattung des Fernstraßennetzes gehörte neben den Meilensteinen mit Entfernungsangaben (oder, in den gallischen und germanischen Provinzen, den Leugensteinen[288]) vor allem die *stationes*, die, ähnlich den modernen Autobahnraststätten, die Reisenden mit allem Nötigen versorgten: Verpflegung, Unterkunft, Futter für Zugtiere, Pferde zum Wechseln und Stellmacherwerkstätten für Reparaturen an Wagen.[289]

Die Verwaltung des Straßensystems war auf Basis des rechtlichen Status der Straßen geregelt.[290] Die Fernstraßen, die *viae publicae*, wurden in Italien von speziellen Beamten, den *curatores viarum*, verwaltet, oder im Fall der *viae militaris* von den Legionen. Die nächstuntere Kategorie umfasste die Provinzstraßen, *viae vicinalis* genannt, die dezentral verwaltet wurden. Häufig wurden die Kosten dieser Straßen an die an der Route liegenden Städte delegiert. Erschließungsstraßen vor allem zu den großen Gutshöfen waren als *viae privatae* Sache der Eigentümer.

3.7.2 Brücken

Der Brückenbau, ohne den man die großen Fernstraßen nicht hätte realisieren können, war für Rom, die Stadt am Tiber, schon in der Frühzeit ein Thema. Späten Quellen zufolge wurde die erste Brücke über den Tiber noch im 7. Jh. v. Chr. unter dem König Ancus Marcius errichtet.[291] Von der Brücke, wohl etwas unterhalb der Tiberinsel errichtet, haben sich keine Baureste erhalten, da sie schon in der Antike mehrfach zerstört und wiederaufgebaut wurde. Allein ihr Name – Pons Sublicius – verrät noch etwas über die Konstruktion: *sublicae* bezeichnet Holzpfosten, was darauf hinweist, dass es sich um eine von ins Flussbett gerammten Pfählen getragene Balkenbrücke gehandelt haben dürfte.

Der Pons Sublicius gibt zudem einen weiteren Aspekt des römischen Brückenbaus vor: Die Brücke diente einerseits der Anbindung des rechten Tiberufers an die Stadt, andererseits hatte sie militärische Bedeutung, denn sie sollte den Janiculus-Hügel sichern helfen, der entsprechend etwa zeitgleich befestigt wurde, um feindlichen Truppen die dort günstige Angriffsposition auf die Stadt zu verwehren. Der militärischen Bedeutung der Brücken entsprechend, sind später viele von ihnen, wie auch die zugehörigen Straßen, von Militäringenieuren entworfen und von den Legionen gebaut worden.

Die im voraufgehenden Abschnitt schon angesprochene militärische und auch wirtschaftliche Bedeutung des Straßensystems, dem die Brücken zuzurechnen sind, dürfte schon für sich genommen hinreichend erklären, warum die Römer jahrhundertelang bereit waren, die enormen Kosten für diese Projekte zu tragen. Gleichwohl sollte man aber nicht übersehen, dass es noch ein drittes Motiv gab, das beim Brückenbau häufiger Bedeutung gehabt haben dürfte: Die Brücken sollten Roms Macht und Stärke nicht nur befördern, sondern auch veranschaulichen. Charakteristisch in diesem Sinne ist etwa die Aussage Caesars in seinem Bericht über den Bau der Rheinbrücke für die Strafexpedition gegen die rechtsrheinischen

[288] Die Leuge war ein (ursprünglich keltisches?) Längenmaß, das eine Wegstunde bezeichnete. Sie wurde ab traianischer Zeit als Wegmaß verwendet und mit eineinhalb römischen Meilen gleichgesetzt (ca. 2,2 km).
[289] Überblick über die in Südwestdeutschland nachgewiesenen Formen der *stationes* bei Seitz 2005.
[290] Ulpian Dig. 43.8.2.20-24.
[291] Liv. 1.33.6. Die Regierungszeit des Königs Ancus Marcius wird von der Tradition in die Jahre 640–616 v. Chr. gesetzt.

Germanen von 55 v. Chr. Er sagt dort, dass die Brücke den Übergang der Truppen sicherer mache, aber auch der „Würde“ eines römischen Heeres – und seiner eigenen. darf man wohl ergänzen – mehr entspreche als ein Übersetzen in Booten.[292] Auch Traian hat auf der Säule, die seinen Feldzug gegen die Daker veranschaulichen und verherrlichen sollte, die von seinem leitenden Architekten Apollodor entworfene Brücke über die Donau darstellen lassen (s. u.). Viele Brücken aus der Zeit des Principats trugen zudem Kaiserinschriften oder wurden von den errichteten Städten dem Kaiser dediziert[293] Verweisen kann man in diesem Kontext auch auf die Engelsbrücke in Rom, für deren Bau kaum verkehrstechnischer Anlass bestand, da in unmittelbarer Nähe bereits unter Nero eine Brücke errichtet worden war. Leitend war eher die Absicht, die direkte Verbindung zwischen dem Marsfeld und dem Grabmal Hadrians (der sog. 'Engelsburg') herzustellen, und damit die Verbindung zwischen Stadt und Kaiser zu veranschaulichen.

Schon die Expansion Roms in Mittel- und Süditalien, die durch die Gründung von Koloniestädten gesichert und stabilisiert wurde, erforderte, wie oben angesprochen, ein technisch anspruchsvolles Straßensystem, da ein großer Teil der neuen Städte auf dem Seeweg nicht erreichbar war. Folglich musste auch der Schwerlastverkehr über Straßen abgewickelt werden. Vor allem die Expansion Roms nach Gallien und Spanien machte es zudem erforderlich, auch tiefe Flüsse mit zum Teil jahreszeitlich oder dauerhaft starken Strömungen zu überbrücken. Die hierfür erforderlichen, differenzierten Konstruktions- und Bautechniken, die zudem nach Möglichkeit mit jeweils lokal vorhandenem Baumaterial auskommen sollten, haben die römischen Ingenieure im wesentlichen selbst entwickelt. Von den Griechen, bei denen Fern- und Schwerlasttransport fast ausschließlich über See erfolgte, konnten sie sicherlich nur sehr wenig übernehmen, wenn man von den Schiffsbrücken – dem Pendant zur modernen Pontonbrücke – absieht, die in der Regel jedoch nur temporär genutzt wurden.[294]

Elementare Kenntnisse und Techniken dürften die Römer vor allem von den Etruskern gelernt haben, was sich im Detail jedoch schlecht belegen lässt. Eine große Zahl von zu lösenden technischen Problemen des Brückenbaus stellte sich den römischen Ingenieuren aber erstmals, und die Lösungen, die sie entwickelten und realisierten, blieben fast tausend Jahre lang 'state of the art'. Für das Können der römischen Ingenieure spricht nicht zuletzt, dass eine nennenswerte Zahl ihrer Brücken bis in die Neuzeit erhalten geblieben sind. Einige sind sogar für den Autoverkehr genutzt worden, d. h. sie haben Belastungen standgehalten, die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung noch nicht einmal denkbar waren. Innerhalb der gesamten Baugeschichte lassen sich nur sehr wenige Bauten anführen, die eine vergleichbare Nutzungsdauer erreicht haben.

Die Balkenbrücke aus Holz dürfte die konstruktiv einfachste und historisch älteste Form der Brücke sein. Auch die Römer haben diese Brückenform verwendet, nur ist darüber aufgrund der mangelnden Erhaltung des Materials wenig bekannt. Es gibt nur eine Balkenbrücke, deren Konstruktion genauer bekannt ist, nämlich die schon erwähnte Rheinbrücke Caesars von 55 v. Chr., da ihre Herstellung in Caesars Bericht genauer beschrieben ist (s. den Rekonstruktionsversuch Abb. 3.33). Zur Errichtung der Brücke wurden zunächst eineinhalb Fuß (ca. 45 cm) starke, unten angespitzte Baumstämme mit der Flusstiefe entsprechenden Länge mit Querhölzern im Abstand von zwei Fuß (ca. 60 cm) miteinander verbunden. Diese

[292] Caes. Gall. 4.17.
[293] H. Schneider 2005, 14ff.
[294] Zu den Brücken über den Bosporus und die Dardanellen siehe den Beitrag über die griechische Architektur im vorliegenden Band Abschnitt 2.6.9.

Paare von Stämmen wurden in den Boden des Flusses gerammt mit nicht genauer bekannten Rammen, die auf mit einander verbundenen Booten oder Flößen aufgebaut waren, welche durch Seile vom Ufer aus – wie bei Schiffsbrücken – in Position gehalten wurden. Die Pfahlpaare wurden in zwei Reihen quer zur Fließrichtung eingerammt, und zwar nicht lotrecht, sondern zu einander geneigt wie bei einem Sparrengebinde. Verbunden wurden sie oberhalb der Wasserfläche durch ca. 12m lange Balken, die zwischen den Paaren von Rundhölzern befestigt wurde. Diese „Joche“ bildeten, wenn man den Flussgrund hinzunimmt, jeweils ein Trapez, und wurden untereinander mit Holzstämmen verbunden, auf die quer dazu als Brückenbelag kurze Hölzer und Reisig gelegt wurden. Zudem gab es seitliche Geländer. Zur weiteren Sicherung gegen die Strömung wurden zusätzliche, gegen die Fließrichtung geneigte Pfähle in den Flussgrund eingerammt, um die Joche weiter zu stabilisieren.

Abb. 3.33: Rheinbrücke Caesars von 55 v. Chr. Rekonstruktionsversuch. (J. Soane, 1814).

Es geht aus Caesars Text eindeutig hervor, dass die Konstruktion solcher Pfahljochbrücken im Grundsatz bekannt und üblich war. Das Ungewöhnliche an dieser Konstruktion war offensichtlich die Schrägstellung der Pfähle, die angewandt wurde, um die Belastung durch die Menge und Geschwindigkeit des anströmenden Wassers zu kompensieren.

Die Brücke wurde nach Beendigung der Expedition auf das rechtsrheinische Gebiet von den Truppen wieder abgerissen. Eine weitere Pfahljochbrücke war beispielsweise die 17 v. Chr. errichtete, erste Moselbrücke bei Trier.[295] Man wird annehmen dürfen, dass dieser Brückentyp mindestens dort die Standardkonstruktion war, wo entsprechendes Bauholz vorhanden war. Dafür spricht vor allem die Kostenökonomie im Vergleich zu den Steinbrücken, die sich indirekt daran ablesen lässt, dass die Rheinbrücke innerhalb von nur zehn Arbeitstagen errichtet werden konnte. Gegen die Verwendung von Holz sprach vor allem

[295] Cüppers 2001, 158–165.

Abb. 3.34: Eurymedon-Brücke bei Selge, vermutlich 2. Jh. n. Chr. (Wikipedia, R. Rochow).

die geringere Dauerhaftigkeit des Holzes, das durch Fäulnis, Hochwasser, Treibholz, Feuer und im Norden durch Eisgang beschädigt werden konnte. Technisch nicht erklären, das sei hier vorab bemerkt, lässt sich die Errichtung von Steinbrücken mit den möglichen Stützweiten, etwa in dem Sinne, dass bei Holzbrücken die freien Spannweite durch die Länge der verfügbaren Baumstämme begrenzt gewesen wäre, wie häufiger zu lesen ist. Das Gegenteil ist der Fall: Die mit Abstand größte Spannweite, die die Römer realisiert haben, finden sich an einer Holzkonstruktion (s. u. zur Traiansbrücke).

Der Bau von Brücken aus Natur- oder Kunststein (Beton, Ziegel) erforderte aufgrund der fundamental verschiedenen Materialeigenschaften grundsätzlich andere Konstruktions- und Bautechniken als der Bau von Brücken aus Holz. Bei diesen, wie der beschriebenen Pfahljochbrücke, werden die Balken Biege- und Zugspannungen ausgesetzt. Holz war das einzige für die Römer verfügbare Baumaterial, das solche Spannungen in nennenswertem Umfang aufnehmen kann. Ziegel im Mörtelverbund, Naturstein und Beton können jedoch, wie im vorhergehenden Kapitel bereits ausgeführt, nur in geringem Umfang auf Zug belastet werden. Daher sind alle römischen Steinbrücken Bogenbrücken, denn bei allen Formen der

Abb. 3.35: sog. Pont Julien bei Bonnieux, 3 v. Chr. (Wikipedia, Ampon).

Bogenkonstruktion treten kaum Zugspannungen auf. Stattdessen entstehen starke Druckspannungen, die von Stein im hohem Maße aufgenommen werden können. Einen Teil der erforderlichen Bau- und Konstruktionstechniken konnten die römischen Ingenieure aus dem Hochbau übernehmen. Das gilt für den gesamten Bereich der Steintechnik, und insbesondere für die Konstruktion von Bogen, die – wie im Hochbau – in der Regel, aber nicht immer, als Halbkreis angelegt wurden.

Im einfachsten Fall, wie beispielsweise bei der Eurymedon-Brücke (Abb. 3.34) bei der antiken Stadt Selge in der heutigen Türkei[296] war praktisch überhaupt kein spezifisches know-how erforderlich. Beide Brückenlager ließen sich auf dem felsigen Untergrund problemlos sicher gründen. Anschließend konnte ein Lehrgerüst auf die Kämpfer, die einfach aus dem anstehenden Felsen ausgearbeitet wurden, aufgelegt werden. Eine Abstützung des Lehrgerüstes nach unten war bei der freien Spannweite von 9m sicher nicht notwendig. Auf dem Lehrgerüst wurden anschließend die Keilsteine von ca. 2 Fuß Breite aufgelegt. (Der Mörtel in den Fugen ist modern, die Keilsteine sind trocken versetzt worden.) Anschließend wurden die aufgehenden Seitenwände errichtet, die Zwickel des Bogens verfüllt und die Pflasterung verlegt. Technisch gesehen ist der Bauprozess mit der Errichtung eines Triumpfbogens mit ähnlich breitem Durchlass vergleichbar.

Wo möglich, überspannten die Römer Flüsse bei Steinbrücken mit einem einzigen Bogen, um die Gründung von Pfeilern im Flussbett zu vermeiden. Diese Vorgehensweise hatte allerdings konstruktionsbedingte Nachteile: Bei der üblichen Ausbildung der Bogen als Halbkreis liegt der Scheitel des Bogens in halber Höhe der überbrückten Spannweite, d. h. je größer die Spannweite des Bogens, umso höher liegt die Fahrbahn über dem Wasserspiegel. Im Flachland erfordert der Zugang zum Scheitelpunkt der Brücke folglich mehr oder weniger steile Rampen, die vor allem den Schwerlasttransport mit Wagen erheblich behindern.

[296] Galliazzo und Chevallier 1995, 409f.

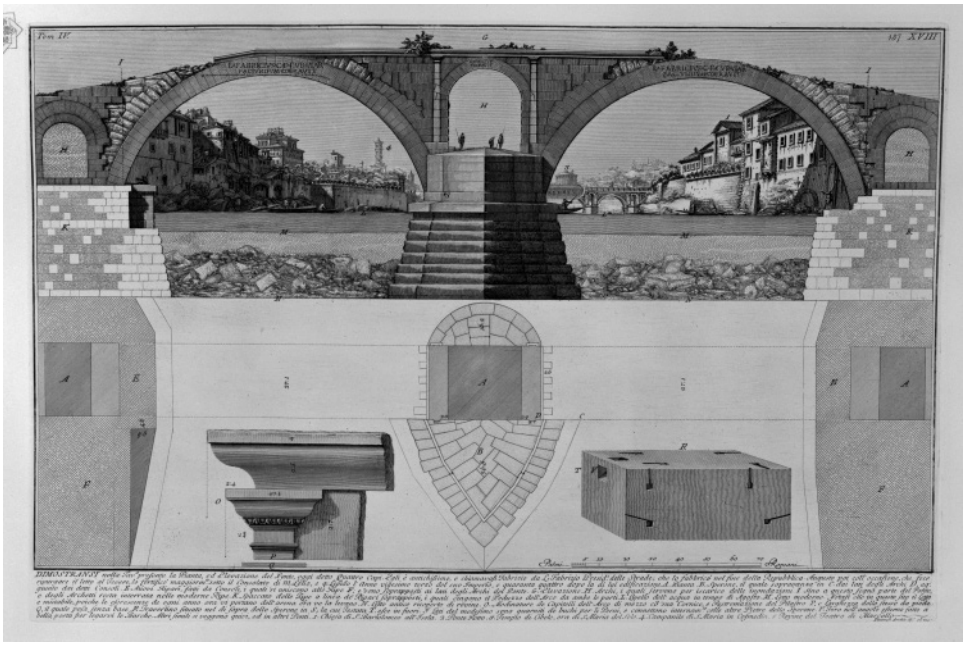

Abb. 3.36: Pons Fabricius, Rom, 62 v. Chr., mehrfach restauriert (Piranesi).

Das Problem veranschaulicht etwa der 3 v. Chr. erbaute Pont Julien im südfranzösischen Departement Vaucluse (Abb. 3.35): Obwohl die lichte Weite des zentralen Bogens nur 16m beträgt, hat die Brücke einschließlich der Rampen eine Gesamtlänge von 117m, um den Anstieg zum Scheitelpunkt des mittleren Bogens gering zu halten.

Diese hervorragend erhaltene Brücke, die bis 2005 für den öffentlichen Verkehr genutzt wurde, illustriert einige spezielle Konstruktionsmerkmale, die für den römischen Steinbrückenbau typisch sind. Viele südeuropäische Flüsse führen im Sommer relativ wenig Wasser, können aber – wie nicht zuletzt der Tiber in Rom – im Frühjahr sehr stark anschwellen. Diese Verhältnisse machte man sich beim Bau der Brücken zunutze, indem Brückenpfeiler bei Niedrigwasser auf trockenem Boden gegründet wurden. Im Fall des Pont Julien hatten die römischen Ingenieure besonders günstige Bedingungen, da der Untergrund hier felsig war, so dass das Risiko einer Unterspülung der Pfeiler relativ leicht beherrschbar war. Dort, wo das Gelände erdig oder sumpfig war, und nicht bis zum Felsengrund hin abgegraben werden konnte, wurden zunächst Pfähle in den Boden gerammt, um die Tragfähigkeit des Bodens für die Aufnahme der Pfeilerfundamente zu erhöhen. Vitruv empfiehlt hierfür, angekohlte Erlen- oder Olivenholzstämme einzurammen, wobei die Zwischenräume mit Kohle verfüllt werden sollen.[297] Auch diese Vorgehensweise übernahmen die Brückenbauer vom Hochbau, der mit der Problematik hohen Fundamentdrucks in weichem Gelände vertraut war (Stadtmauern, Theaterbauten usw.).

[297] Vitr. 5.12.5(6).

Dem Problem des Wasserdruck bei Hochwasser auf die stromaufwärts gewandte Seite der Brücken zu begegnen, war hingegen eine spezifische Problematik des Brückenbaus, für die die Ingenieure verschiedene Lösungen entwickelt haben. Beim Pont Julien kam nur eine davon zur Anwendung: der Bau von Durchlässen auch bei den Teilen der Brücke, die normalerweise nicht vom Wasser erreicht wurden. Diese Durchlässe, die die Zwickel zwischen den Bögen bei Hochwasser vom Wasserdruck entlasteten, sind typisch römisch. Schon die älteste sicher datierbare, römische Steinbrücke, der teilweise erhaltene Pons Aemilius in Rom (‚Ponte rotto', erbaut 174 v. Chr.), zeigt diese zusätzlichen Durchlässe. Eine weitere Maßnahme, um dem Wasserdruck zu begegnen und die Pfeiler gegen Unterspülung zu sichern, war die im Grundriss dreieckige Ausbildung der vom Wasser angegriffenen, unteren Abschnitte der Pfeiler auf der stromaufwärts gerichteten Seite. Oft wurden als zusätzlicher Schutz große Bruchsteine vor die Pfeilerfundamente geschüttet. Die stromabwärts gerichtete Schmalseite der Pfeiler wurde hingegen oft nicht dreieckig, sondern halbkreisförmig ausgebildet. Dieser schiffsförmige Pfeilergrundriss wurde früh entwickelt, wie auf dem oben widergegebenen Stich Piranesis des Pons Fabricius von 62 v. Chr. zu sehen ist. Der Stich zeigt unten rechts zudem die sehr aufwendige Steintechnik dieser Brücke: Die Tuffsteinquader wurden horizontal und vertikal mit U-Klammern und Dübeln aus Eisen verbunden, die gegen Korrosion mit Blei vergossen worden waren – eine von den Griechen übernommene Technik, die später an vielen Steinbrücken nicht mehr zu finden ist. (Die heute sichtbare Verkleidung der Brückenflanken mit Ziegeln und Travertinplatten gehört zu einer späteren Renovierung der Brücke.)

Zu den technisch anspruchsvollen Aufgaben, denen sich die römischen Ingenieure gestellt haben, zählt die standsichere Gründung von Pfeilern im Wasser, wenn die Flüsse zu breit waren, um mit nur einem Bogen überspannt zu werden. Vitruv beschreibt zwei Techniken, die die Römer für dieses Problem entwickelten, allerdings nicht mit Bezug auf den Brückenbau, den er erstaunlicherweise nirgends behandelt, sondern mit Bezug auf den Bau von Molen für die Anlage künstlicher Häfen:[298] Die zunächst beschriebene Methode basiert auf der Eigenschaft des römischen Betons, auch unter Wasser abzubinden. Vitruv fordert dafür ein Mischungsverhältnis von Puzzolanerde zu Kalk von zwei zu eins. Als Schalung für den Guss musste zunächst mit aus Eichenstämmen hergestellten Rammpfählen (also unten angespitzt) ein unten und oben offener Kasten hergestellt werden. Seine Form,[299] so wird man ergänzen dürfen, musste im Grundriss der Form des späteren Pfeilers entsprechen. Er wurde an die vorgesehene Position gezogen, und durch Rammen verankert. Anschließend wurde „mit geeigneten Werkzeugen" der Untergrund eingeebnet und gereinigt, was vermutlich meint, dass der Kasten nicht leergeschöpft wurde, denn dafür wäre ein Kasten anderen Typs, dessen Wände dichten, benötigt worden. In den Kasten wurde der Beton schichtweise eingebracht (und wahrscheinlich durch Stampfen verdichtet). Nach dem Aushärten des Betonsockels konnte der aufgehende Teil des Pfeilers aufgemauert werden.

Vitruv favorisiert diese Vorgehensweise eindeutig, beschreibt aber auch ein Verfahren für den Fall, dass keine Puzzolanerde zur Verfügung stand. Zunächst wurde wiederum ein unten offener, aber in diesem Fall doppelwandiger Kasten hergestellt. Nachdem dieser in

[298] Vitr. 5.12, 1–5.

[299] Man könnte, wie etwa Fensterbusch in der entsprechenden Passage seiner Übersetzung, von einem Senkkasten sprechen. Das ist allerdings missverständlich insofern, als „Senkkasten" in der heutigen Terminologie einen unten geschlossenen Kasten bezeichnet. Vitruvs Verfahren entspricht eher dem, was man heute als „Kofferdamm" (engl. coffer dam) ansprechen würde.

Position gebracht und durch Rammen verankert war, wurde der Zwischenraum zwischen den Wänden mit – wasserundurchlässigem – Ton in Sumpfgraskörben verfüllt und durch Stampfen verdichtet. Der so abgedichtete Kasten konnte dann mit entsprechenden Maschinen leergeschöpft werden. Der Verband aus Pfostenreihen und Ton fungierte bei dieser Methode also wie heute eine Spundwand, wobei die doppelte Pfahlreihe mit ihrer Füllung dem Wasserdruck offenbar ohne innere Aussteifung standhalten konnte. Der trockengelegte Boden wurde abgegraben bis auf festen Baugrund, um eine Unterspülung des Pfeilerfundaments zu verhindern, und danach eine Schicht aus Bruchstein, Sand und Kalk aufgeschüttet. War fester Boden nicht erreichbar, wurde der Baugrund – wie unter solchen Bedingungen auch an Land – durch Einrammen von angekohlten Pfählen stabilisiert. Danach wurden die Wände des Pfeilers aus großen Quadern – der Fugen wegen wohl mindestens zweireihig – hochgezogen und der verbleibende Freiraum mit Bruchstein oder Mauerwerk verfüllt.

Eine dritte, von Vitruv nicht erwähnte Methode war das zeitweilige Umleiten von Flüssen, um die Gründung der Pfeiler auf trockenem Boden vornehmen zu können. Realisierbar war ein solches Vorgehen mit den antiken Mitteln nur dort, wo die Flüsse relativ wenig Wasser führten. Konkret belegen lässt sich diese Vorgehensweise erst in spätantiker Zeit bei der großen Reparatur am Ponte Salario bei Rom, die 565 n. Chr. vorgenommen wurde, nachdem die Ostgoten unter Totila den zentralen Bogen der Brücke zerstört hatten.[300]

Die Römer dimensionierten, im Vergleich zu modernen Konstruktionen, ihre Brückenpfeiler ausgesprochen massiv. Das dürfte bei im Wasser aufgerichteten Pfeilern unter anderem dazu gedient haben, dem Wasserdruck in der ersten Bauphase zu begegnen, in der die Pfeiler noch unverbunden nebeneinander standen, sich also noch nicht wechselseitig stabilisieren konnten (ähnlich einer Säulenstellung, die ohne Gebälk wesentlich instabiler ist als mit). Auch bei der Dimensionierung der Bogen waren die römischen Ingenieure sehr konservativ: In der Regel lag das Verhältnis zwischen der Höhe der Keilsteine des Bogens und der freien Spannweite bei etwa 1 : 20, obwohl bei entsprechendem Steinmaterial und präziser Zurichtung der Keilsteine auch sehr viel schwächer dimensionierte Bogen unproblematisch waren (bis 1 : 35[301]). Diese Relationen zeigen, nebenbei bemerkt, trotz ihrer meist relativ konservativen Werte deutlich die Überlegenheit des Bogens gegenüber in Stein ausgeführten Stütze-Gebälk-Konstruktionen, die etwa beim Tempelbau kaum über 1 : 4 hinausgingen beim Verhältnis von Balkenbreite zu freier Spannweite.

Waren die Pfeiler hochgezogen und die Bogen fertiggesellt, wurde die Konstruktion weiter stabilisiert, indem die Zwischenräume zwischen den Bogen eingeschalt und verfüllt wurden. Diese Füllungen hatten konstruktive Funktion nicht nur als Basis der Fahrbahn, denn die Masse in den Zwickeln (und nicht im Scheitel) wirkt als selektive Auflast nur auf die unteren Abschnitte der Bögen. Der Druck dieser Masse blockiert das mögliche Aufspreizen der Bögen am Fuß durch den Bogenschub, oder einfacher gesagt: die Masse zwingt die unteren Abschnitte der Bögen, ihre Form beizubehalten, statt in die Breite auszuweichen, was zum Einsturz führen würde. Der Gedanke liegt vor diesem Hintergrund nahe, dass die oben beschriebene, an Kuppeln angewandte Methode, den Seitenschub am Kuppelansatz durch selektive Auflast an ihrem unteren Rand nach unten abzuleiten (Stufenringe und Verfüllungen), aus dem Brückenbau stammt, denn bei Bogenbrücken ergibt sich das Prinzip der selektiven Auflast gleichsam von selbst, da die Zwickel zwischen den Bögen verfüllt werden mussten, um eine horizontale Fahrbahn zu ermöglichen. Damit tragen die unteren Abschnit-

[300] CIL VI 1199a.b = CLE 899; Galliazzo und Chevallier 1995, 45.
[301] So am Pont-Saint-Martin im Aostatal, vgl. O'Connor 1993, 169.

te der Bögen stets erheblich mehr Auflast als die Scheitel der Bögen, was eine selektive Lastverteilung darstellt.

Neben den Strategien zur Bewältigung der konstruktiven Anforderungen lässt der Brückenbau der Römer auch das Bemühen um die Begrenzung der Baukosten erkennen. Das gilt etwa für mehrbogige Brücken, bei denen Paare von Bögen, oder auch alle Bögen, denselben Radius hatten, denn in diesem Fall ließ sich ein Lehrgerüst umsetzen bzw. mehrfach verwenden, wodurch Arbeitszeit und Holz eingespart werden konnte. Dasselbe gilt für die unverzahnt nebeneinandergestellten Keilsteine bei den Bögen des Pont du Gard (Abb. 3.21), wie schon im Zusammenhang mit den Lehrgerüsten erwähnt.

Abb. 3.37: Brücke von Alcantara, Anf. 2. Jh. n. Chr. (Wikipedia, Dantia).

Unter den erhaltenen römischen Bogenbrücken gehört die Brücke von Alcantara in Spanien über den Tajo (Abb. 3.37) sicher zu den eindrucksvollsten Konstruktionen.[302] Sie wurde in nur fünf Jahren während der Herrschaft Traians errichtet, dem auch der Ehrenbogen in der Mitte der Brücke gewidmet war. Die 194 m lange und ohne die Brüstung 8 m breite Brücke ruht auf fünf Bogen, die wegen des Profils der Schlucht keine einheitlichen Radien haben konnten. Die beiden Bögen, die den Fluss überspannen, haben eine Spannweite von rund 28 m, reichen damit aber nicht an die maximalen Spannweiten römischer Brücken heran (ca. 35 m). Der Oberbau der Brücke liegt etwa 50 m über dem normalen Wasserspiegel des Flusses. Die ihn stützenden Pfeiler sind auf ausgearbeiteten Bettungen im anstehenden

[302] O'Connor 1993, 109–111.

Schieferfelsen gegründet und im Grundriss langrechteckig. Ihnen vorgelegt sind dreieckige Rampen bzw. Wellenbrecher. Das Mauerwerk ist eine reine Natursteinkonstruktion ohne Mörtel, deren Quader in den kritischen Bereichen vor allem der Pfeilersockel verklammert sind.

An allen bisher angesprochenen Brücken haben die Bögen die Form eines Halbkreises. Die Aussage der älteren Fachliteratur – die man gelegentlich immer noch lesen kann[303] –, dass das bei allen römischen Brücken der Fall gewesen wäre, ist jedoch unzutreffend. Die Römer haben sehr wohl auch Brücken gebaut, bei denen die Bogen ein Kreissegment von weniger als 180° bilden, bzw. bei denen die Pfeilhöhe kleiner ist als der Radius der Bögen. Solche sog. Segmentbogenbrücken haben unter bestimmten Umständen eine Reihe von Vorteilen, verhalten sich aber auch statisch anders als die Brücken mit Halbkreisbogen.

Bei halbkreisförmigen Bogen in flachem Gelände liegt der Scheitelpunkt des Bogens bzw. der höchste Punkt der Fahrbahn stets deutlich höher als Anfang und Ende der Fahrbahn, oben am Beispiel des Pont Julien und seiner langen Rampen dargestellt. Eine Segmentbogenbrücke ist demgegenüber insofern vorteilhaft, als sie per se flacher ist, und daher weniger lange, oder auch gar keine Rampen erfordert. Dieser Vorteil kommt umso mehr zum Tragen, je größer die zu überbrückende Spannweite ist, denn je größer die Spannweite, desto höher liegt der Scheitelpunkt des Halbkreisbogens. Ein weiterer Vorteil der Segmentbogenbrücke ist die Materialersparnis, denn ein Bogensegment von weniger als 180° ist bei gleicher Spannweite stets kürzer als ein Halbkreis.

Statisch gesehen unterscheidet sich die Segmentbogenbrücke erheblich von den Brücken mit halbkreisförmigen Bogen. Während bei letzteren bei entsprechend verteilter Auflast fast ausschließlich Druckspannungen erzeugt werden, die vertikal in die entsprechend starken Fundamente abgeleitet werden müssen, ergeben sich bei Segmentbogen starke horizontale Schubspannugen, die von Widerlagern an den beiden Enden der Brücke aufgefangen werden müssen. Je flacher der Bogen, desto größer der Horizontalschub, womit der Druck auf die Pfeiler zugleich entsprechend abnimmt, die deshalb auch geringer dimensioniert werden können. Der Brückenbogen wird – bildlich gesprochen – gleichsam eingeklemmt zwischen die Widerlager, statt auf die Pfeiler zu drücken.

Das Prinzip der Segmentbogenbrücke war bereits in Griechenland bekannt, wurde dort aber kaum entwickelt (sog. Steg von Rhodos, L = 2,8 m[304]). Bei den Römern tritt dieser Konstruktionstyp relativ früh auf. Schon am Ponte San Lorenzo in Padua, erbaut zwischen 47 und 30 v. Chr., war das Prinzip deutlich erkennbar realisiert: bei den zwischen 12,4 und 14m weiten Bögen beträgt das Verhältnis zur Pfeilhöhe etwa 3,7 : 1 statt 2 : 1 wie beim Halbkreisbogen. Die Bogen ergeben ein Kreissegment von etwa 113° statt 180°. Die Konstruktion zeigt zudem, dass der entwerfende Ingenieur sich der Veränderung der Kräfteverhältnisse innerhalb der Konstruktion durchaus bewusst war, denn wegen des vergleichsweise geringeren Drucks dimensionierte er die Pfeiler sehr schlank. Offenbar waren sich aber nicht alle Brückenbauer, die Segmentbögen entwarfen, über diese Zusammenhänge im Klaren, wie die trotz der sehr flachen Bogensegmente ausgesprochen massiven Pfeiler der Brücke von Alconetar in Spanien aus dem frühen 2. Jh. n. Chr. zeigen (Abb. 3.38).[305] Das Konstruktionsprinzip der Segementbogenbrücke hat sich unter den Brückenbauern offenbar nie in

[303] So beispielsweise bei H. Schneider 2005, 9.
[304] Galliazzo und Chevallier 1995.
[305] Die Aufnahme zeigt spätere Reparaturbogen. Die originalen Segmentbogen sind jedoch gesichert durch die Ansätze der Bogen an Pfeilern, bei denen das Mittelstück der Bogen nicht mehr erhalten ist.

Abb. 3.38: Brücke von Alconetar, Anf. 2. Jh. n. Chr. (Wikipedia, J. M. C. Echevarrieta).

der Breite durchgesetzt. Man kennt derzeit nur etwa 17 Brücken dieses Typs, obwohl es bis in die Spätantike hinein nicht aufgegeben worden, wie die relativ gut dokumentierte, aber schlecht datierte Brücke von Limyra (3. oder 5. Jh. n. Chr.?) belegt.[306]

Unter den wenigen bekannten Mischkonstruktionen aus Holz und Stein nimmt die Traiansbrücke eine besondere Stellung ein. Sie überbrückte die untere Donau nahe des Eisernen Tores bei Turnu Severin. Errichtet wurde sie zwischen 103 und 105 n. Chr. unter Leitung von Apollodor von Damaskus für den Feldzug Traians gegen die Daker und die anschließende Sicherung der neueroberten Provinz Dakien. Erhalten sind lediglich einige Reste der Brückenpfeiler, die heute unter Wasser liegen, und ein Pfeiler an Land auf rumänischer Seite. Die Konstruktion des hölzernen Oberbaus der Brücke zeigt ein Relief auf der Traianssäule. Das Relief dürfte zumindest die Grundkonstruktion des hölzernen Aufbaus über den Pfeilern, wenn auch in den Proportionen gestaucht, zuverlässig wiedergeben. Dafür spricht, dass Apollodor von Damaskus, der Konstrukteur der Brücke, zugleich der leitende Architekt des Traiansforums war, zu dessen Ausstattung die Säule gehört hat. Er hätte eine völlig falsche Darstellung seiner Konstruktion wohl kaum toleriert. Bekannt sind zudem einige Angaben bei antiken Schriftstellern.[307]

[306] Wurster und Ganzert 1978, 288–307.
[307] Cass. Dio 68.13 und Prok. aed. 4.6.11–18.

Abb. 3.39: Darstellung der Traiansbrücke, erbaut 103–105 v. Chr., auf einem Relief der Trianssäule in Rom, errichtet 113 n. Chr. Foto: Cichorius 1900.

Die Brücke war etwa 1135 m lang und ruhte auf 20 Pfeilern. Die Gesamthöhe der Brücke betrug nach den antiken Angaben etwa 45 m, die lichte Weite der Bogensegmente ca. 50 m. Die Spannweiten waren damit deutlich größer als bei Steinbrücken mit Spannweiten von maximal ca. 37 m.

Die Außenschale der Pfeiler war aus großen Steinen, verlegt als *opus quadratum*, hergestellt. Das Innere wurde mit Gussbeton gefüllt, für dessen Herstellung Puzzolana herangeschafft worden war. Das Tragwerk und die Fahrbahn waren aus Holz in Fachwerktechnik errichtet. Das Relief zeigt einerseits in der Ansicht das Tragwerk als jeweils drei über einander gestaffelte Segmentbogen, andererseits in perspektivischer Aufsicht die Fahrbahn, die von zwei Kastenträgern, ausgesteift mit Andreaskreuzen, eingefasst wird. Das Tragwerk selbst (Abb. 3. 39 unten links) bestand aus polygonalen Sprengwerken, die sich an den Seiten teils an dreieckigen, ausgesteiften Böcken abstützten, teils an den unter den Böcken liegenden Bohlenkästen.[308] Die Böcke wurden oben durch die darübergelegten Kastenträger in Position gehalten.

[308] Die Darstellung ist in dieser Hinsicht nicht ganz eindeutig. Sicher scheint zu sein, dass der jeweils unterste Sprengbogen an dem Bohlenkasten unter den dreieckigen Böcken abgestützt war. Ob auch die mittleren Sprengbögen dort abgestützt waren (wie auf der Detail-Abbildung rechts), oder schon an den Streben der Böcke (wie auf der Detail-Abbildung links), ist uneinheitlich dargestellt.

3.8 Die Architekten

3.8.1 Begriff

Die lateinische Bezeichnung für Architekten[309] war *architectus*. Der Begriff ist offensichtlich vom griechischen ἀρχιτέκτων übernommen worden. Ebenfalls übernommen wurde die breite Fassung des Begriffs bei den Griechen, denn auch bei den Römern bezeichnete *architectus* beispielsweise auch Schiffbauer und Ingenieure. In der Spätantike findet sich für letzteren zuweilen der Terminus *mechanicus*, was wiederum direkt dem Griechischen μηχανικός entlehnt ist.

3.8.2 Tätigkeitsspektrum

Das Aufgabenspektrum der Architekten umfasste zunächst den normalen Tätigkeitsbereich beim Bau öffentlicher und anspruchsvoller privater Gebäude. Bauen war jedoch keine Vorbehaltsaufgabe der Architekten. Wie für alle anderen antiken Kulturen, ist auch für Rom anzunehmen, dass vor allem im ländlichen Bereich einfache Gebäude von ihren Besitzern und deren Familien bzw. Gesinde selbst errichtet wurden. Dabei dürften für spezielle Aufgaben wie die Schreinerarbeiten und die Eindeckung der Dächer Fachleute hinzugezogen worden sein, obwohl direkte Nachweise dafür fast überall fehlen. Deshalb ist in diesem Zusammenhang eine Stelle aus Ciceros Briefen erwähnenswert, aus der hervorgeht, dass sein Freund Atticus einen Bauauftrag im Wert von immerhin sechzehntausend Sesterzen an seinen eigenen Gutsverwalter vergeben hatte.[310] Bauen als Vorbehaltsaufgabe hätte im übrigen eine Institutionalisierung des Berufes vorausgesetzt, zu der es zwar in der Kaiserzeit durchaus Ansätze gab, die aber wohl nie die völlige Ausgrenzung der Laien aus dem Bauwesen bewirkt haben dürften. Auch die Vereinigungen der Handwerker, die sich nachweisen lassen, hatten nie den ausschließenden Charakter wie etwa die mittelalterlichen Gilden. Architekten wurden ganz offensichtlich dort eingesetzt, wo die Bauaufgabe aufgrund ihrer konstruktiven Anforderungen nicht ohne einen professionell qualifizierten Fachmann durchzuführen war.

Ein weiterer Bereich, in dem Architekten gearbeitet haben, ist die Stadtplanung. Die Aufgabe selbst stellte sich schon zur Zeit der mittleren Republik wegen der dauerhaften Sicherung eroberter Gebiete durch befestigte Städte und wegen der Städtegründungen zur Veteranenversorgung der Legionäre. Vitruv behandelt Fragen der Stadtanlage und Stadtbefestigung entsprechend mit Selbstverständlichkeit in seinem ersten Buch. Aber auch wenn der Zusammenhang zunächst evident erscheint, so ist doch keineswegs klar, in welchem Umfang Architekten tatsächlich an der Planung Anteil hatten. Die Leitung hatten sie sicher nicht, da diese üblicherweise bei einem Drei-Männer-Gremium lag, dessen Mitglieder der Nobilität angehörten, und die später den Patronat über die neu gegründete Stadt übernahmen. Als Patrone hatten sie vor allem die Anliegen ihrer Gemeinden in Rom zu vertreten. Was die Planung im engeren Sinne anbetrifft, so ist weiter zu berücksichtigen, dass die Römer Standards für die Stadtplanung hatten, die auf die Gliederung der römischen Militärlager zurückgehen. Hinzukommt, dass für die Übertragung des Plans im Gelände eigene Fachleute herangezogen wurden, die Landvermesser (*agrimensores*). Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass, anders als in Griechenland, unter der großen Zahl bekannter römischen

[309] Donderer 1996, 18-24; Anderson 1997, 3–67; Pearse 1974; Müller 1989.
[310] Cic. Att. 3.1

Neugründungen m. W. sich nicht eine Stadt findet, deren Plan einem namentlich bekannten Architekten zugeschrieben werden könnte.

Ein weiteres Teilgebiet, das ohne Zweifel zum Aufgabenspektrum der Architekten gehörte, war der heute sog. Ingenieurbau, d. h. die Errichtung von Zweckbauten mit besonderen technischen Anforderungen. Das ergibt sich schon daraus, dass es in der Antike den Bauingenieur als eigenständigen Beruf nicht gab. Direkte Nachweise sind spärlich, aber etwas weniger selten als im Bereich der Stadtplanung. So ist der Architekt der berühmten Brücke von Alcantara in Spanien durch eine heute verschollene Bauinschrift namentlich bekannt.[311] Auch die Inschrift am sog. Hercules-Leuchtturm bei La Coruña – dem ältesten erhaltenen Leuchtturm überhaupt – nennt einen Architekten, als Stifter, der den Turm wohl auch entworfen haben dürfte.[312] Am römischen Wasserversorgungssystem hat Vitruv zeitweilig mitgearbeitet, wie er selbst berichtet und Frontinus bezeugt.[313] Zu nennen ist hier auch Apollodor von Damaskus als Architekt der Traiansbrücke über die Donau. Zum Ingenieurbau wird man im weiteren Sinne auch die Leitung komplexer Transportaufgaben rechnen können, wie etwa der Versatz und die Aufrichtung von Kolossalstatuen[314] und der ägyptischen Obelisken in Rom.

Auch im Bereich der Materialgewinnung waren Architekten tätig, und zwar nicht nur punktuell, d. h. im Kontext der Auswahl des Materials für einzelne Projekte. Man kennt die Namen einiger Architekten, die offenbar dauerhaft in Steinbrüchen beschäftigt waren. Letzteres erklärt sich wahrscheinlich dadurch, dass in antiker Zeit aus Steinbrüchen oft nicht wie heute einfach Blöcke mit Standardmaßen herausgebrochen wurden, sondern der Stein für seine Verwendung am Bau vorbearbeitet wurde. Der jeweilige Stein musste den funktionellen Anforderungen entsprechen – z. B. bei der Verwendung als monolither Säulenschaft oder Architrav – und vorbearbeitet werden, um das Transportgewicht bei schweren Baugliedern zu reduzieren.

Schließlich gehörten zum Aufgabenspektrum der Architekten die erwähnten Bereiche, die man heute dem Berufsfeld nicht mehr zurechnet. Zu nennen ist hier vor allem der Maschinenbau, und zwar nicht nur von Maschinen, die auf der Baustelle eingesetzt wurden,[315] sondern auch von Kriegsmaschinen[316], Wasserrädern und Schöpfmaschinen, sowie auch von Wasserorgeln und Uhren.[317] Sehr schlecht bekannt ist die Arbeit der Schiffbauarchitekten. Die römische Flotte hatte in der Kaiserzeit eigene Architekten.[318]

Angesichts dieses für moderne Begriffe außerordentlich umfangreichen Aufgabenspektrums und der erforderlichen, entsprechend breiten Qualifikationsanforderungen stellt sich die Frage, inwieweit ein einzelner Architekt tatsächlich in allen oder annähernd allen diesen Teildisziplinen ausgebildet und tätig war, bzw. umgekehrt die Frage nach der Spezialisierung. Eine Antwort darauf fällt vor allem deshalb schwer, weil die Quellen

[311] Vgl. Donderer 1996, A121.
[312] Zur Inschrift vgl. Donderer 1996, A142.
[313] Vitr. 8.6.2; Frontin. de aq. 1.25.
[314] Apollodor beispielsweise soll noch unter Hadrian die Aufrichtung der der ca. 30m hohen Statue der Luna geleitet haben, die der Kolossalstatue des Sol (die zuvor eine Kolossalstatue Neros war) beigefügt werden sollte. SHA Hadrian 19,12.
[315] Vitr. 10.1f.
[316] Belegt unter anderem durch Apollodors Schrift über die einfachen Kriegsmaschinen.
[317] Vitr. 10.3ff. Der Uhren- und Orgelbau durch Architekten ist nur bei Vitruv bezeugt (vgl. Vitr. 9.)
[318] Zu den Inschriften, die Schiffbauarchitekten nennen, s. Donderer 1996, 45f. und Katalog. Textquellen zum Schiffbau sind nicht erhalten.

und das epigraphische Material zu den über einhundertfünfzig namentlich bekannten Architekten fast nie die Rekonstruktion eines Oeuvres, einer Berufsbiographie oder einer Karriere zulassen. Das hängt zunächst damit zusammen, dass nach römischer Auffassung prominente Bauwerke dem verantwortlichen Beamten zuzuschreiben waren, auch wenn er keine eigenen Mittel zusätzlich zum bereitgestellten Budget einschloss, und nicht dem planenden oder bauleitenden Architekten. Diese Auffassung spiegeln die Namen der Bauwerke (*Basilica Aemilia, Via Appia* etc.), die Bauinschriften, und auch die Schriftquellen wider. Es ist bezeichnend, dass Frontinus, der in seinem Buch über die römische Wasserversorgung (*de aquaeductu*) ausführlich – und mit unverkennbarem Stolz – auf alle zu seiner Zeit bestehenden Leitungssysteme eingeht, nur ein einziges Mal den Architekten namentlich nennt,[319] jedoch für alle Leitungen die leitenden Beamten. Auch für das umfassende Bauprogramm des Augustus, der es in seinem Tatenbericht *res gestae* selbst zu seinen großen Leistungen rechnet, ist kein einziger Name der beteiligten Architekten bekannt. Selbst den überlieferten ‚Stararchitekten' einzelner Kaiser lässt sich fast nie ein konkret belegbares Ouevre zuweisen. Die Rechtssammlung der Digesten verzeichnet sogar ein kaiserzeitliches Verbot, an öffentlichen Gebäuden andere Namen zu nennen als den des Kaisers oder des Stifters.[320] Natürlich hatten Architekten gleichwohl ein Interesse daran, Bauten durch eine Signatur dauerhaft mit ihrem Namen zu verbinden, was auch gelegentlich innerhalb der Stifterinschriften gelang.[321] Auch Grabinschriften sind in dieser Hinsicht wenig ergiebig. Folglich steht kein Material zur Verfügung, aus dem man ersehen könnte, wie breit oder spezialisiert das Aufgabenspektrum einzelner Architekten tatsächlich war.

Trotz der in dieser Hinsicht sehr aussagearmen Quellenlage lässt sich aber immerhin punktuell die oben gemachte Aussage belegen, dass es keine durchgängige Trennung zwischen den gleichsam klassischen und den ingenieurtechnischen Aufgaben gegeben haben kann. Dafür spricht vielleicht weniger Vitruvs – erkennbar extensive – Darstellung des Curriculums der Architektenausbildung, als vielmehr sein eigener Werdegang: Er war zunächst unter Caesar, und später auch unter Augustus, Militäringenieur mit Zuständigkeit für Geschütze,[322] baute später die Basilica in Fanum Fortunae (Fano), einer Veteranenkolonie Caesars,[323], und arbeitete zeitweilig in der *cura aquae* in Rom, u. a. an Verbesserungen zur Bestimmung der Durchflussmengen der Leitungen.[324] Er war also im Maschinenbau, im öffentlichen Profanbau und im Ingenieurbau tätig. Ähnliches gilt für Apollodor von Damaskus, der neben dem Brückenbau (Traiansbrücke) und wohl auch dem Hafenbau (traianischen Häfen von Ostia und Centumcella [Civitavecchia]) beim Bau großer öffentlicher Bauten und Anlagen entwerfend tätig war (Traiansthermen, Traiansforum, Pantheon), und zudem – wie Vitruv – die Konstruktion von Kriegsmaschinen beherrschte, wie aus seiner erhaltenen Schrift zum Thema (Poliorketika) hervorgeht. Apollodor ist damit unter den kaiserzeitlichen Architekten derjenige, dem man noch am ehesten ein Ouevre zuweisen kann.[325]

[319] Mit Ausnahme von Vitruv, der jedoch kein Neubauprojekt geleitet hat, cf. Frontin. de aq. 1.25.
[320] Dig. 50.10.3.2.
[321] Zur Terminologie der Inschriften vgl. Donderer 1996, 18–24.
[322] Vitr. 1. praef. 2.
[323] Vitr. 5.1.6–10.
[324] Frontin. de aq. 1.25, vgl. Vitr. 8.6.2.
[325] Auch hier fehlen allerdings für die erwähnten Projekte meist dezidierte Angaben. Explizit bestätigt ist für ihn in den Quellen nur die Traiansbrücke und das Traiansforum. Vor allem fehlt der Nachweis, dass er das Pantheon entworfen hat.

Ebenfalls kaum Material gibt es für die von der modernen Forschung häufiger aufgeworfene Frage nach der möglichen Trennung von entwerfenden und bauleitenden Architekten. Vieles spricht aus sachlichen Gründen für die Annahme, dass zumindest bei den erkennbar einheitlich gestalteten Großprojekten wie den Kaiserforen ein Architekt den Gesamtplan entworfen hat, dessen Ausführung von mehreren Architekten auf den einzelnen Baustellen überwacht und geleitet wurde. Auf der anderen Seite ist es jedoch fraglich, ob gerade bei umfangreicheren Projekten eine vollständige Trennung zwischen Entwurf und Bauleitung überhaupt möglich war, denn diese Trennung würde voraussetzen, dass der Entwurf vor Baubeginn vollständig ausgearbeitet vorlag in Form von bemaßten Zeichnungen und Musterstücken für die Bauornamentik. Nachweisbar ist das nicht. Es ist daher m.E. einigermaßen wahrscheinlich anzunehmen, dass Details erst im Baufortschritt festgelegt wurden, und dass, wenn denn Entwurf und Ausführung in getrennten Händen lagen, der bauleitende Architekt zumindest Details in eigener Verantwortung festlegte.

3.8.3 Formen der Berufsausübung und sozialer Status

Ein ebenfalls lückenhaftes, aber gleichwohl vielfältiges Bild ergibt sich bei der Frage, in welcher Form Architekten ihre Arbeit ausgeübt haben, d. h. ob sie sozusagen freiberuflich tätig waren, als Unternehmer ein Bauunternehmen führten, in einem Unternehmen gegen Lohn arbeiteten, oder Positionen in Behörden oder anderen Institution innehatten. Die Frage verschränkt sich mit der Frage der nach dem sozialen, genauer: dem personenrechtlichen Status der Architekten.

Die Tätigkeit als Architekt war zwar an sich an keinen personenrechtlichen Status gebunden. Architekten lassen sich in allen entsprechenden Kategorien nachweisen, als Sklaven, Freigelassene, Fremde ohne Bürgerrecht und römische Bürger. Selbst Angehörige des Ritterstandes und der Senatsaristokratie waren als Architekten tätig, und sogar Kaiser wie Hadrian sind als Amateur-Architekten bekannt. Die Frage nach dem personenrechtlichen Status bestimmte aber umgekehrt, in welcher Form man als Architekt tätig sein konnte. Wer beispielsweise als Architekt beim Militär tätig werden wollte, musste das römische Bürgerrecht besitzen, weil die Legionen sich ausschließlich aus freien Bürgern rekrutierten. Wer hingegen Sklave war, konnte kein Bauunternehmer werden, weil er als nicht rechtsfähige Person keine Verträge mit Bauherrn hätte abschließen können, und ohne eigenes Vermögen auch nicht haften konnte.

Selbständige Architekten mit römischem Bürgerrecht, die 'freiberuflich' tätig waren, ohne ein eigenes Unternehmen zu führen, kennt man beispielsweise aus den Briefen des jüngeren Plinius. Auch das schon angesprochene catonische Bauformular zielt eindeutig auf einen als Experten tätigen Architekten, der kein Unternehmer sein konnte, weil dort der Bauherr das Material und sogar die Werkzeuge stellte. Da der Architekt mit dem Vertrag Haftungsverbindlichkeiten einging, muss er das Bürgerrecht besessen haben. Weil Cato all dies mit kommentarloser Selbstverständlichkeit unterstellt, wird man annehmen dürfen, dass er sich damit auf dieselbe Tradition freier Architekten bezieht, die auch Vitruv anspricht, wenn er schreibt, dass „früher“ die Architekten aus angesehen römischen Familien stammten, was neben dem Bürgerrecht einen gewissen Wohlstand voraussetzt.[326]

[326] Vitruv erwähnt, dass diese Architekten sich nicht um Kommissionen bewarben, sondern von den Bauherrn angesprochen wurden; Vitr. 6. praef. 6. Vgl. aber für die Kaiserzeit Gell. 19.10.2.

Wesentlich schlechter in den Quellen auszumachen sind freigeborene Architekten, die ein inhabergeführtes Bauunternehmen betrieben haben. Es gibt beispielsweise den sicher ungewöhnlichen, aber bemerkenswerten Fall eines Architekten, der in seinem Grabbau ausdrücklich auch die Bestattung seiner Freigelassenen vorgesehen hatte.[327] Es ist aber keineswegs klar, dass damit die Mitarbeiter seiner Firma gemeint waren, denn genausogut könnten die Mitglieder des Hausgesindes gemeint gewesen sein. Auch im Fall des oben erwähnten Haftungsproblems, das im Verres-Prozess angeführt wurde, ist Ciceros Gerichtsrede nicht eindeutig zu entnehmen, ob der verstorbene Vater des beklagten Mündels als Unternehmer zugleich auch selbst Architekt war. Überhaupt nicht nachweisen lassen sich römische Bürger, die auf Lohnbasis innerhalb von privaten Bauunternehmen gearbeitet hätten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Quellenlage zu privaten Bauunternehmen für alle Perioden gleichermaßen schlecht ist.

Spätestens ab dem 2. Jh. v. Chr. arbeiten auch Fremde ohne römisches Bürgerrecht, vor allem aus dem hellenistischen Osten, als Architekten in Rom. Zu welchen Konditionen sie arbeiteten, ist nicht bekannt. Restriktionen hinsichtlich der Berufsausübung scheinen sie jedenfalls nicht unterworfen gewesen zu sein. Eher schon war das Gegenteil der Fall. Zumindest die Hinweise, die man in den Quellen zu diesen Architekten finden kann, deuten darauf hin, dass nicht die griechischen Architekten von sich aus nach Rom abwanderten, wie man es sich vorstellen könnte wegen des Niedergangs der Wirtschaftskraft in den von den Römern provinzialisierten griechischen Siedlungsgebieten vor der Zeitenwende. Vielmehr waren es die Römer selbst, die die griechischen Architekten angeworben haben (oder als Sklaven angekauft haben, s. u.). Da die Zuwanderung griechischer Architekten eine wesentliche Rolle für den Transfer von Bauwissen nach Rom gespielt hat, wird erst im nächsten Abschnitt über das Bauwissen auf die Arbeit der griechischen Architekten eingegangen werden.

Sklaven und Freigelassene (also ehemalige Sklaven) lassen sich unter den Architekten für alle Phasen Roms belegen. Als Architekten ausgebildete Sklaven in größerer Zahl besaß Crassus, der zeitweilig neben Caesar und Pompeius Mitglied im ersten Triumvirat war.[328] Jedoch war Crassus kein Bauunternehmer im üblichen Sinne, sondern eher ein Investor, der in Rom den Aufkauf und die Sanierung vor allem brandgeschädigter Wohnhäuser im großen Stil betrieb. Es handelte sich offenbar vor allem um mehrgeschossige Häuser, deren Wohnungen und Läden er anschließend vermietete. Nicht selten waren hingegen Sklaven und Freigelassene, die als Architekten für Familien der römischen Nobilität arbeiteten oder deren Eigentum waren. Ciceros Briefe nennen solche Architekten, und zeigen zudem, dass es innerhalb der Nobilität Familien gab, die mit ihrem Besitz und ihrer 'Bauwut' einen eigenen Architekten auslasten konnten. Auch scheinen solche Architekten gleichsam ausgeliehen worden zu sein. So war der bei Cicero genannte Chrysippus eindeutig ein Freigelassener des Cyrus [329], und stammte – dem Namen nach zu urteilen – aus dem Osten. Die Rechtsstellung von Cyrus, der wahrscheinlich auch selbst Architekt war, ist aber schon wieder unklar, denn er kann Freigelassener oder Peregrinus gewesen sein.[330] Jedenfalls war er kein Sklave, denn dann hätte er nicht der Eigentümer des Chrysippus sein können.[331] Auch für

[327] Donderer 1996, A193.
[328] Plut. Crass. 2.
[329] Anderson 1997, 34f.
[330] Anderson 1997, 33.
[331] Sicher unzutreffend als „slave architect Cyrus“ angesprochen bei Burford 1972, 126.

den ebenfalls bei Cicero genannten Corumbus[332] lässt sich nicht entscheiden, ob er Sklave oder Freigelassener war, bzw. ob der ebenfalls dort genannte Balbus sein Besitzer oder sein Patron war. Jedenfalls hielt Cicero ihn für einen guten Architekten. Nicht zweifelhaft ist denn auch, dass freigelassenen Architekten trotz ihres Rechtsstatus bedeutende Kommissionen übertragen werden konnten. Das galt selbst für Sklaven. So gab es den Fall, dass eine offenbar sehr wohlhabende Dame ihren Architektensklaven ihrer Gemeinde für eine Baumaßnahme zur Verfügung stellte. Ungewöhnlich ist allerdings, dass dieser Sklave sogar namentlich in der (kommunalen!) Bauinschrift genannt worden ist.[333] Anzufügen ist in diesem Kontext noch eine Überlegung hinsichtlich der Freilassung. Es war in der Kaiserzeit, und auch schon früher, eine gängige Praxis, dass Sklaven ein persönliches Eigentum von ihrem Besitzer übertragen bekommen konnten, und auch auf eigene Rechnung Aufträge annehmen konnten. Auf diese Weise haben viele ihre Freilassung forcieren können, nämlich indem sie ihrem Besitzer von den Einkünften ihrer Arbeit quasi ihren Kaufpreis erstatteten, und eventuell dazu noch einen Gewinn. Gerade die Tätigkeit als Architekt dürfte hierfür gute Voraussetzungen beinhaltet haben, doch ist kein Nachweis für einen solchen Fall bekannt.

Die quantitative Verteilung der Architekten auf die verschiedenen personenrechtlichen Kategorien ist schwer zu bestimmen. Eine Zusammenstellung auf Basis von Grabinschriften[334] listet für Rom 15 Architekten, darunter 9 Freigeborene, 5 Freigelassene und 1 Sklaven; für das übrige Italien 13 Architekten mit bestimmbarem rechtlichen Status, darunter 7 Freigeborene, 5 Freigelassene und 1 Sklaven. Generalisierende Schlussfolgerungen auf Basis solch geringer Zahlen sind kaum vertretbar. Selbst die naheliegende Vermutung, dass die Architekten mehrheitlich keine Sklaven waren, ist nicht unproblematisch, da man davon ausgehen muss, dass bei Sklaven die Wahrscheinlichkeit am geringsten war, dass ihr Name in Bau- oder Grabinschriften genannt, und damit überliefert wurde.

Jenseits der Privatwirtschaft in öffentlichen Institutionen dauerhaft beschäftigte Architekten lassen sich meist nur im griechischsprachigen Osten nachweisen, wo die Wahl oder vertragliche Anstellung von Architekten in Stadtverwaltungen oder Heiligtümern eine lange Tradition hatte.[335] Es wird solche ‚Planstellen' gleichwohl auch in Rom selbst und im Westen häufiger gegeben haben, nur sind die Belege dafür selten. Einen solchen Fall dokumentiert eine Grabinschrift aus spätrepublikanischer Zeit. Der Verstorbene war dem Zensor als *architectus* und *praefectus fabrum* zugeordent.[336] Der Terminus *praefectus fabrum*, der an sich den Leiter einer Pioniereinheit bei den Legionen bezeichnete, könnte darauf hinweisen, dass der Architekt zugleich der fachliche Leiter einer Art von städtischem Bauhof war. Erinnert sei hier auch an den oben schon zitierten Senatsbeschluss zur *cura aquae*, die dem Leiter und seinen Stellvertretern je einen Architekten quasi als Planstelle zuwies. Der personenrechtliche Status der Architekten, mit denen diese Stellen besetzt wurden, ist völlig unklar. Frontinus spricht zwar für die Zeit Agrippas von dessen Sklaven, doch war Vitruv auch in eben dieser Zeit an der *Cura* tätig, und definitiv kein Sklave.

---

[332] Cic. Att. 14.3.

[333] Es handelt sich um eine kampanische Bauinschrift aus der Mitte des 1. Jhs. v. Chr., deren letzte Formulierung lautet: „Architekt (war) Hospes, der Sklave der Appia". Vielleicht war die Namensnennung eine Bedingung der Besitzerin. Donderer 1996, A118.

[334] Pearse 1974, 179-86.

[335] Vgl. die entsprechenden Abschnitte im Artikel über das griechische Bauwesen.

[336] Donderer 1996, A108.

Die mit Abstand sicher größten Arbeitgeber von Architekten in der Kaiserzeit waren ohne Zweifel das Kaiserhaus und das Militär.[337] Die römischen Legionen hatten bereits eigene Architekten, als sie in republikanischer Zeit noch ein reines Milizheer waren. Überliefert sind allerdings nur die Namen von Vitruv und seinen drei Kollegen, die er in seinem Werk nennt.[338] Zu den Legionen der Kaiserzeit, als stehendes Heer von Augustus geschaffen, zählten Architekten als reguläre Angehörige. Auch die Prätorianerkohorten in Rom hatten einen eigenen Architekten, der für die Kriegsmaschinen im Arsenal verantwortlich war, und sicher noch für weitere Aufgaben in Rom herangezogen wurde.[339] Der Bedarf des Heeres an Architekten dürfte in der Kaiserzeit eher noch gewachsen sein, da neben dem Bau der Standlager und dem Straßenbau auch die Errichtung der Grenzbefestigungen *limes* zu ihrem Aufgabenbereich gehört haben dürfte. Allerdings ist die verbreitete Auffassung, die Legionen hätten standardmäßig über Architekten verfügt, nicht unbedingt gerechtfertigt. Das zeigt sich daran, dass die angesprochene Schrift des Apollodor von Damaskus, eine Anleitung zum Bau einfacher Kriegsmaschinen, wahrscheinlich von dem im Felde stehenden Kaiser Hadrian angefordert worden ist, weil er bei seinen Legionen im Felde kein technisch einschlägig ausgebildetes Personal zur Verfügung hatte. Eben deshalb beschränkt sich Apollodor in seiner Schrift auch auf einfache Maschinen, die nach Anleitung von jedem Handwerker gebaut werden konnten.

Eine nicht geringe Anzahl dieser Architekten des kaiserzeitlichen Heeres ist namentlich bekannt vor allem durch lateinische Grab- oder Votivinschriften. Für sie kennt man den Terminus *architectus ordinatus*.[340] In den Digesten haben sie den besonderen Status des *immunus*, was bedeutet, dass sie zur Gruppe der Spezialisten gehörten, die von den Lasten des normalen Soldatendienstes befreit waren.[341] Es gab aber auch, wie wohl schon im republikanischen Milizheer, Architekten, die im Heer auf Honorarbasis tätig waren, worauf der ebenfalls inschriftlich bezeugte Terminus *architectus salariarius* hinweist, denn ein Legionsangehöriger bezog ein *stipendium*, kein *salarium*.[342] Auf diese Weise konnte die Armee auch auf Fremde ohne Bürgerrecht zurückgreifen. Zu diesen zählen wohl auch die schon erwähnten Architekten, die in von Legionen betriebenen Steinbrüchen die technische Leitung hatten. Noch der letzte inschriftlich bekannte Architekt der Antike war ein Festungsbaumeister.[343]

Architekten des Kaiserhauses[344] sind aus zwei Quellen bekannt. Zum einen kennt man die Architekten, die offenbar zum Stab einiger Kaiser des 1. und 2. Jh. n. Chr. gehörten. Sie dürften weitgehend für die Großprojekte der Kaiser fachlich verantwortlich gewesen sein. Zu nennen sind Severus und Celer, die für Nero vor allem nach dem Brand von 64 n. Chr. arbeiteten,[345] Rabirius, der für Domitian tätig war und von dem der sonst stets spöttische Martial in Epigrammen mit großem Respekt gesprochen hat,[346] sowie Apollodor, der auch

[337] Stoll 2001.
[338] Vitr. 1. praef. 2.
[339] Donderer 1996, 41–45. Dort wird auch deutlich, dass innerhalb der Legionen für Architekten ein Aufstieg von der Fachabteilung zu einem regulären militärischen Kommando möglich war.
[340] Stoll 2001; Evans 1994.
[341] Dig. 50.6.7.
[342] Donderer 1996, 43, A139.
[343] A. Victorinus, tätig unter Justinian: Donderer 1996, A24–29.
[344] Zu den Freigelassenen und den Sklaven des Kaiserhauses allgemein s. Chantraine 1967.
[345] Tac. ann. 15.42.
[346] Zu Rabirius vgl. Anderson 1997, 55.

noch unter Hadrian für das Kaiserhaus gearbeitet haben soll.[347] Erstaunlicherweise nicht namentlich bekannt sind die Architekten, die für Augustus und, neben und nach Apollodor, für Hadrian gearbeitet haben, obwohl gerade diese beiden Kaiser ungezählte prominente Bauwerke haben errichten lassen.

In nicht geringer Zahl bekannt sind jedoch auch Architekten, die in untergeordneter Position für das Kaiserhaus gearbeitet haben. Viele von ihnen sind durch Grabinschriften identifizierbar, die am Namen die Freilassung durch das Kaiserhaus erkennen lassen. Es handelt sich bei ihnen entweder um fachlich qualifizierte Sklaven, die vom Kaiserhaus angekauft worden waren, oder aber um Sklaven, die ihre Ausbildung innerhalb der Kaiserhauses erhalten haben,[348] also wohl in den *Opera Caesaris*. Genaueres über ihre Arbeit ist kaum bekannt. Vermuten kann man, dass im Kaiserhaus die Freilassung von Architekten nach einer bestimmten Anzahl von Arbeitsjahren üblich war.

Die wirtschaftliche Situation der römischen Architekten war, wie aus der Bandbreite der dargestellten Formen der Beschäftigung und des personenrechtlichen Status bereits deutlich geworden sein dürfte, ausgesprochen heterogen. Sie reichte vom Sklaven, der nach römischem Recht selbst Sache war und formal keinen eigenen Besitz haben konnte, vereinzelt bis zum Beamten mit prestigeträchtiger öffentlicher Stellung. Dass Architekten auch ohne besondere Umstände einigen Wohlstand erreichen konnten, zeigen manche Grabbauten, die Architekten für sich selbst entworfen haben oder für Freunde errichtet haben. Die Tätigkeit als Architekt an sich hatte demnach auch keinen klar definierten Prestigewert. Es darf geradezu als soziales Paradoxon angesehen werden, dass in einer Funktion, die von Sklaven ausgeübt werden konnte, und noch dazu aus dem Handwerk stammte, auch Angehörige der obersten Schicht öffentlich aufgetreten sind.

3.9 Das Bauwissen: Quellen, Tradierung und Entwicklung

3.9.1 Die Quellen des Wissens

Die römische Architektur hat keinen Nullpunkt. Als Rom sich mit dem Ende der sog. Königszeit als eigenständiges, selbstverwaltetes Gemeinwesen konstituierte, hatte es bereits in erheblichem Umfang Bauwissen erworben, das aus der Kultur stammte, die Rom zuvor politisch dominiert hatte: Die früheste römische Architektur stammt von den Etruskern. An einigen Elementen dieser Architektur, die insgesamt eher schlecht bekannt ist, haben die Römer erstaunlich lange festgehalten. Zu diesen Elementen gehören verschiedene Merkmale des etruskischen Wohnhauses und des römischen Tempels. Andere Elemente, die aus etruskischer Quelle stammen dürften, sind Grundkenntnisse des Ingenieurbaus, insbesondere im Bereich des Baus von Brücken und Wasserleitungen. Hierher stammt wahrscheinlich auch die Kenntnis des Keilsteinbogens.

Eine weitere maßgebliche Quelle für das Bauwissen waren die Architektur des hellenistischen Ostens. Rom hat dazu auf alle Formen zurückgegriffen, die für die Aneignung dieses Wissens in Frage kamen. Architekten kamen aus dem Osten nach Rom, sei es auf Einladung, sei es auf eigene Initiative wegen der finanziell und fachlich attraktiven Beschäftigungsmög-

[347] SHA Hadrian 19.13; Dieselbe Quelle, die Historia Augusta, enthält allerdings auch den – wenig glaubwürdigen – Bericht über die Ermordung Apollodors auf Befehl Hadrians, kann also nicht als durchgängig glaubwürdig eingestuft werden.

[348] Vgl. Donderer 1996, 51–55 mit Sammlung der Belege.

lichkeiten, oder sie wurden einfach als qualifizierte Sklaven angekauft. Diese Architekten haben ihrerseits auch ausgebildet. Eine Rolle bei der Aneignung der hellenistischen Architektur durch die römischen Baumeister und Handwerker hat zweifelsfrei auch der Import von Architekturgliedern gespielt, der durch Funde und Textquellen belegt ist. Zudem gab es noch eine dritte Quelle. Die griechischen Architekten hatten schon sehr früh damit begonnen, Bauwissen zu verschriftlichen, und entsprechende Texte öffentlich zu publizieren. Zumindest für gebildete Römer, und natürlich auch für aus dem Osten stammende Sklaven, dürfte die Sprache kein Hindernis gewesen sein, die griechische Fachliteratur zu rezipieren.

Die dritte wesentliche Quelle für die Entwicklung der römischen Architektur und das dort angewandte Bauwissen waren die Römer selber. Spätestens ab dem Beginn der Kaiserzeit fingen die römischen Architekten an, das Potential, dass in ihren schon länger genutzten Bautechniken enthalten war, voll zu entfalten, indem sie eigene Gebäudetypen entwickelten, die im Osten ohne Pendant waren und mit den Bautechniken des Ostens auch in den römischen Dimensionen kaum oder gar nicht hätten realisiert werden können. Nur die Bauornamentik bleibt noch lange Zeit in ihren wesentlichen Formen griechisch bzw. hellenistisch.

In den folgenden Abschnitten sollen einige Aspekte der Entwicklung des Bauwissens der Römer thematisiert werden, wobei zunächst die Frage, wie Bauwissen weitergegeben wurde, und wo es ursprünglich herstammte, behandelt wird, und erst im Anschluss die großen Innovationen, die den entscheidenden Beitrag der Römer zur Baugeschichte darstellen.

3.9.2 Existenzformen des Wissens und Tradierung

Die Ausbildung der Architekten und Ansätze zur Institutionalisierung der Ausbildung

Um Aussagen über die Ausbildung der Architekten zu machen,[349] wird man als wichtigste Quelle Vitruv heranziehen, der mit seinem Werk ja eine Gesamtdarstellung des in seinem Beruf erforderlichen theoretischen Wissens geben wollte. Gleichwohl wird man in Vitruvs Werk keineswegs Antworten auf alle Fragen finden, die sich in diesem Kontext stellen. Es gibt beispielsweise bei Vitruv so gut wie keine Aussagen über die Organisation der Ausbildung, wie überhaupt über die Organisation des römischen Bauwesens. Auch inhaltlich konnte Vitruv wesentliche Teile der römischen Bautechnik nicht darstellen, weil sie zu seiner Zeit noch nicht, oder erst in Ansätzen entwickelt worden waren. So fehlt – aus heutiger Sicht – etwa bei der Behandlung der Materialien ein Kapitel über die gebrannten Ziegel als einen der wichtigsten Baustoffe der Kaiserzeit, und auch die Wölbtechniken werden nur ansatzweise von ihm behandelt. Jenseits von Vitruvs Werk stehen wiederum nur sehr wenige Quellen zur Verfügung: einige Inschriften, Hinweise in literarischen Quellen und den Korrespondenzen Ciceros sowie, für die mittlere und späte Kaiserzeit, verschiedene Rechtsbestimmungen. Texte, die unmittelbar als Unterrichtsmaterialien verwendet wurden, sind ebensowenig bekannt wie Lehraufgaben, für die man aus dem pharaonischen Ägypten und dem Alten Orient Beispiele kennt. Es darf aber immerhin als sicher gelten, dass die Architektenausbildung trotzdem nicht ausschließlich ein ‚training on the job' war.

Ausbildung in praktischen Berufen fand in der Antike lange Zeit hauptsächlich innerhalb von Familien statt, so dass das Fachwissen unter den Generationen weitergereicht wurden. Dass das auch in Rom in der Frühzeit der Fall war, bestätigt Vitruv explizit, wenn er

[349] Zur Ausbildung s. Stoll 2001; Donderer 1996, 57-61; Anderson 1997, 15ff.

sagt, dass Bauwissen ‚früher' von den betreffenden Familien nicht an Fremde weitergegeben wurde.[350] Die Forschung hat, entsprechend diesem Muster, versucht, solche Familien vor allem im Inschriftenmaterial zu identifizieren. Von Architektenfamilien im engeren Sinne könnte man sprechen, wenn Vater oder Brüder, Söhne und Enkel alle dasselbe Gewerbe ausübten, zumindest zeitweilig zusammenarbeiteten, und dabei die Älteren an die Jüngeren Wissen weitergaben. Schon Vitruv spricht aber an der zitierten Stelle ausdrücklich von den Verhältnissen früherer Zeiten, und in der Tat kann man Architektenfamilien des angesprochenen Typs im übrigen Quellenmaterial nirgendwo nachweisen. Vitruv selbst stammt jedenfalls nicht aus einer solchen Familie, denn er hatte den Beruf nicht bei seinem Vater gelernt (s. u.). Was man hingegen in Ansätzen belegen kann, entspricht soziologisch den spezifisch römischen Verhältnissen: Man kennt einige *gentes*, also Familienverbände, die offenbar über mehrere Generationen im Bauwesen aktiv gewesen sind, wie die *Cossutii*, die *Postumii* oder auch die *Vitruvii*. Der Unterschied zwischen einer römischen *gens* und einer Großfamilie liegt vor allem darin, dass zur *gens* nicht nur Blutsverwandte (und Hausgesinde) gehörten, sondern auch Sklaven und vor allem Freigelassene, also ehemalige Sklaven derselben Familie, die nach ihrer Freilassung als Klienten dem Familienoberhaupt als Patron verbunden blieben. Die Hinweise darauf ergeben sich meist einfach daraus, dass aus Inschriften für verschiedene Perioden Architekten und Freigelassene bekannt sind, die denselben Gentilnamen tragen, den auch die ehemaligen Sklaven nach ihrer Freilassung annahmen. Wie die Beziehungen im einzelnen aussahen, ist fast nie zu klären. Jedenfalls lässt sich oft nicht einmal klären, ob der ehemalige Besitzer eines freigelassenen Architekten selbst Architekt war und diesen ausgebildet hatte (was dessen Wert als Sklave erheblich gesteigert hätte), oder ob es sich um einen Unternehmer aus dem Baugewerbe handelt, der selbst kein Architekt war, wie weiter oben für Crassus beschrieben worden ist, oder aber ob der Freilasser einfach zu jener Gruppe reicher Römer gehörte, die für ihre Bauvorhaben eigene Architekten besaßen.

Zu den *gentes*, die länger im Bauwesen aktiv waren, zählt die Familie der Cossutier. Sie ist vor allem bekannt durch den Architekten Cossutius, der im 2. Jh. vor Chr. mit der Fertigstellung des Tempels des olympischen Zeus in Athen beauftragt worden war, wofür der Seleukidenkönig Antiochos IV. Epiphanes die Finanzmittel bereitstellte.[351] Dieser Fall ist in höchstem Maße ungewöhnlich, denn in mittelrepublikanischer Zeit begann Rom erst, seinerseits Architekten in Griechenland zu rekrutieren, die mit der gewissermaßen internationalen hellenistischen Architektur des Ostens vertraut waren. Es gibt leider überhaupt keine Anhaltspunkte, aus welchen Motiven heraus eine so prominente Kommission in Athen an einen Römer vergeben wurde. Eine praktisch zwingende Überlegung ist allerdings, dass Cossutius seinen Beruf zumindest in wesentlichen Teilen bei griechischen Architekten gelernt haben muss, denn das Olympieion ist eine rein griechische Architektur, an der auch die Cossutius zugeschriebenen Bauabschnitte keinerlei Unsicherheit im Umgang mit dem Entwurf und der Ausführung der Formen zeigt. Dazu passt die einzige hier sonst einschlägige Information, dass die Familie der Cossutier schon früher im Bauwesen (im Marmorimport?) aktiv war.[352] Es wäre daher nicht unwahrscheinlich, dass die Familie angesichts zunehmender Nachfrage nach hellenistischer Architektur in Rom den Sohn in Griechenland bei einem

[350] Vitr. 6. praef. 6.

[351] Das Material ist zusammengestellt bei Donderer 1996, 58 m. A. 204f. vgl. auch Anderson 1997.

[352] Rom bezog seinen Marmor in dieser Zeit – allerdings kaum zur Verwendung in der Architektur – aus dem Ägäisraum. Die Brüche von Carrara waren seinerzeit noch nicht erschlossen.

renommierten Architekten ausbilden ließ, oder einen griechischen Sklaven mit entsprechender Qualifikation als Ausbilder gekauft hatte.

Zu den römischen Familien, in denen mindestens ein Angehöriger gelernter Architekt war, und sich zudem auch wenigstens ein freigelassener Architekt nachweisen läßt, gehören die Postumier. C. Postumius Pollio ist durch zwei Inschriften aus Tarracina und Formiae als Architekt bekannt, die in augusteische Zeit datiert werden.[353] Eine weitere Inschrift, die im Dom von Pozzuoli vermauert ist, und möglicherweise vom Tempel des Augustus in Puteoli stammt, nennt Postumius, gemeinsam mit Lucius Cocceius Auctus, als Freilasser des Lucius Cocceius Auctus, der – dem Namen nach zu urteilen – aus dem hellenistischen Osten stammte. Auctus wiederum wird auf einem Architravfragment aus Cumae genannt, was auf eine nicht unbedeutende Kommission hinweist. Im Detail sind die Beziehungen dieser drei Personen aber nicht zu klären. Einigermaßen wahrscheinlich ist, dass Postumius und Cocceius gemeinsam ein Bauunternehmen betrieben haben, zu dem Auctus zunächst gehörte. Wahrscheinlich hat Auctus nach seiner Freilassung selbst ein Bauunternehmen besessen.[354] Anderson identifiziert Cocceius Auctus auch mit den Architekten Cocceius, den Strabo als Baumeister des Tunnels zwischen dem Averner See und Cumae nennt.[355]

Auch die Familie Vitruvs ist längere Zeit im Bauwesen aktiv gewesen. Vitruv scheint am Anfang dieser Periode der *Vitruvii* gestanden haben, denn sein Vater wird noch kein Architekt gewesen sein, da der Autor seinen Eltern ausdrücklich dafür dankt, dass sie ihn den Beruf bei *praeceptores* haben lernen lassen,[356] also vermutlich gegen Lehrgeld. Erst in der Folge scheint die Familie sich im Bauwesen etabliert zu haben. Jedenfalls war der Architekt, der in augusteischer Zeit den Bau des Gavia-Bogens in Verona geleitet hat, ein Freigelassener eines Mitglieds der *gens Vitruvia*.[357] Dazu gehören könnte weiterhin ein Architekt Vitruvius, dessen Grabstein aus dem 1. Jh. n. Chr. in Baiae gefunden worden ist. Auch er war sehr wahrscheinlich ein Freigelassener.[358] Es gibt weitere freigelassene Architekten, deren Besitzer selbst Architekten und / oder Bauunternehmer gewesen sein könnten, wie für einige der bei Cicero genannten Architekten diskutiert worden ist, jedoch ohne dass hier sichere Interpretationen möglich wären.[359]

Die Ausbildung zum Architekten war ein wirtschaftliches Kapital, wofür wohl in allen Phasen der römischen Geschichte entsprechende Preise bezahlt worden sind (s. dazu auch unten), wenn man von den eingangs erwähnten, 'echten' Architektenfamilien absieht, die ihr Wissen nicht an Andere weitergegeben haben. Allem Anschein nach war die Ausbildung von jungen Architekten für die etablierten Architekten ein Teil ihres Gewerbes, sei es wie im Fall von Vitruv als Ausbildung von Bürgersöhnen gegen Lehrgeld, oder sei es als Ausbildung von Sklaven, die verkauft wurden oder als Freigelassene ihrem Patron sicherlich zumindest die Ausbildungskosten zurückgezahlt haben.

---

[353] Donderer 1996, A134/5.

[354] Dabei wird – etwa von Anderson 1997, 45 – angenommen, dass der in der Inschrift genannte Unternehmer (*redem[ptor]*) mit Namen L(ucius) Cocc(eius) identisch ist mit dem oben angesprochenen freigelassenen Architekten Lucius Cocceius Auctus; zurückhaltender hingegen Donderer 1996, A105, der zu bedenken gibt, das die in der Inschrift genannten Person auch der Freilasser der Auctus gemeint gewesen sein kann

[355] Strab. 5.4.5.

[356] Vitr. 6. praef. 4.; vgl. auch 4.8.7.

[357] Donderer 1996, A154.

[358] Donderer 1996, A155 mit entsprechendem Kommentar.

[359] Freigelassene waren die im voraufgehenden Abschnitt schon genannten Architekten Chrysippus und Corumbus, wobei bei beiden nicht klar ist, ob ihr Freilasser selbst Architekt war oder nicht, und wenn ja, ob der Freilasser selbst freigeborener römischer Bürger oder seinerseits ein Freigelassener war. Vgl. zu beiden Anderson 1997, 33.

Ansätze zu einer Institutionalisierung der Architektenausbildung sind von den Architekten selbst wohl nicht ausgegangen. Zwar kennt man Vereinigungen von Personen aus dem Baugewerbe in Form von *collegia*, wie inschriftlich nachgewiesen beispielsweise in Ostia. Sie ähnelten wahrscheinlich den aus hellenistischer Zeit bekannten Kultvereinen, deren Basis die Berufsgruppenzugehörigkeit war. Die *collegia* oder *corpora*, die es auch für andere Berufe gab, werden in erster Linie dem informellen Austausch von Informationen innerhalb der Berufsgruppe bei gemeinschaftlichen Veranstaltungen und Kulthandlungen gedient haben.

Über staatliche Institutionen, in denen Architekturwissen entwickelt oder weitergegeben wurde, ist nahezu nichts bekannt. Für die republikanischer Zeit kann man die Existenz solcher Institutionen nahezu mit Sicherheit ausschließen – Vitruv hätte sie zweifellos erwähnt, wenn es sie zu seiner Zeit gegeben hätte. Es gibt allerdings eine Reihe von Maßnahmen des Staates aus der mittleren Kaiserzeit, und vor allem aus der Zeit des Dominats, die zwar keine Institutionalisierung der Ausbildung im eigentlichen Sinne bewirkt haben, aber doch eine staatliche Einflussnahme auf die Ausbildung zweifelsfrei belegen. Diese Regelungen gehören zu einem ganzen Komplex von Maßnahmen, die von Seiten des Staates ergriffen wurden, um die angeschlagene Funktionsfähigkeit der Wirtschaft und des Staates unter der Last der Grenzverteidigung in der Zeit der beginnenden Völkerwanderung aufrecht zu erhalten. Unter diesem Druck haben staatliche Stellen den schon sehr viel früher immer wieder beklagten Mangel an qualifizierten Architekten zu begegnen versucht.

So wurde das Lehrgeld, das trotz der vom Lehrling sicher erbrachten Zuarbeit relativ hoch gewesen sein muss, beschränkt, indem das Maximalpreisedikt Diocletians von 301 n. Chr. das Lehrgeld bei einem *architectus magister* auf hundert Denare pro Schüler und Monat festsetzte.[360] Der Begriff scheint darauf hinzudeuten, dass es zumindest in dieser Zeit Architekten gab, die die Ausbildung professionell betrieben, also nicht mehr als Architekten praktisch tätig waren. Schon früher war auch gesetzlich geregelt worden, dass Sklaven zum Zweck der Ausbildung gegen Geldzahlung an Dritte übergeben werden konnten.[361] Ebenfalls schon früher wurde die Ausbildung zumindest zeitweilig aus öffentlichen Mitteln subventioniert. Schon unter Alexander Severus (Regierungszeit 222–235 n. Chr.) wurde Architekten – und auch Lehrlinge anderer qualifizierter Berufe – eine Ausbildungsbeihilfe gezahlt, wenn die eigene Familie freigeboren war, die Kosten aber nicht aufbringen konnte.[362] Die Angabe der Quelle ist allerdings unter Historiker umstritten. Sicher ist hingegen, wiederum aus der Zeit des Dominats, ein Erlass Konstantins d. Gr. von 334 überliefert,[363] demzufolge achtzehnjährige Lehrlinge aus den Afrikanischen Provinzen zu Architekten durch kostenlosen staatlichen Unterricht (oder Unterricht auf Staatskosten?) ausgebildet werden sollten, sowie dass Schüler und Eltern von Steuern befreit wurden. Die Steuerbefreiung wurde mindestens zeitweise auf alle Architekten ausgedehnt.[364] Zu den Eingriffen des Staates in die Ausbildung in spätantiker Zeit gehört des weiteren die verfügte Zwangsmitgliedschaft für die Angehörigen qualifizierter Berufe in den *collegia*. Dazu gehörte auch der Zwang, dass Söhne – unabhängig von Talent und Neigung – den Beruf des Vaters zu ergreifen hatten, und Beschränkungen der Wahl des Wohnorts. Alle diese Maßnahmen dienten offensicht-

[360] Edict Diocl. 7,74.
[361] Dig. 19.2.13.3 (Ulpian).
[362] Hist.Aug.Alex.Sever. 44,4.
[363] Cod. Theod. 13.4.1.
[364] Cod. Theod. 13.4.2.3.

lich der Beseitigung des Mangels an Architekten, der offenbar als bedingt durch die hohen Ausbildungskosten verursacht angesehen wurde. Eine Sicherstellung der Qualität der Ausbildung oder die Erweiterung des Architekturwissens war augenscheinlich nicht das Ziel der staatlichen Eingriffe. Das Modell einer Forschungs- und Ausbildungsinstitution, wie sie beispielhaft durch das von den Ptolemäierkönigen eingerichtete Museion in Alexandria bekannt war, aus dem unter anderem auch renomierte Militäringenieure hervorgegangen sind, hat es in Rom ziemlich sicher nicht gegeben.

Ansonsten ist die einzige staatliche Institution, die in irgendeiner Form die Architektenausbildung selbst betrieben und zumindest in Ansätzen systematisch organisiert haben dürfte, das Militär gewesen. So ist bei der Rheinarmee ein Legionär ausgebildet worden, der auf einer Bauinschrift für sich den Status eines *architectus discens* angibt,[365] also offenbar eine vom Organisationsplan vorgesehene Ausbildungsposition bekleidete. Details zu dieser Ausbildung fehlen allerdings leider vollständig.

Griechische Architekten in Rom

Die für die römische Architekturentwicklung überaus folgenreiche Arbeit griechischer Architekten in der Stadt und in den von ihr kontrollierten Territorien lässt sich nicht isoliert betrachten und verstehen. Sie ist Teil einer umfassenden Rezeption und Übernahme der Kultur des hellenistischen Ostens, die zu Beginn des 2. Jhs. v. Chr., in der Zeit nach Ende des zweiten punischen Krieges bzw. des Hannibalkrieges, ihren Anfang nahm. Zuvor hatte es allerdings nahezu alle politisch und militärisch relevanten hellenistischen Staaten als eigenständige Akteure ausgeschaltet und ihrer Unabhängigkeit beraubt: zunächst das Reich Hierons II. auf Sizilien, dann in dichter Folge das Königreich der Makedonen und die Bünde der Archäer und Aitoler, und selbst das syrische Königreich der Seleukiden. Die Herrscher des Ptolemäerreiches in Ägypten hatten sich, angesichts der Entwicklungen aus nachvollziehbaren Gründen, den Römern selber angeschlossen, und der letzte pergamenische König überschrieb resignierend sein Reich mit der Kulturmetropole Pergamon den Römer per Testament. Rhodos, eine reiche Seerepublik mit ähnlicher starker Position im Handel im östlichen Mittelmeer wie später Venedig, wurde mit wirtschaftspolitischen Mitteln – durch die Einrichtung des römisch kontrollierten Freihafens auf Delos und durch den Verlust seiner Terra ferma – seiner Macht beraubt.

Rom hat sich in der Zeit der mittleren und späten Republik der Kultur des griechischsprachigen Ostens – und das hieß aus der Sicht konservativer Römer: der Kultur der Besiegten – in einem Umfang geöffnet[366], der in dieser Konstellation wohl ohne Beispiel ist, und bis zur Identifikation reichte: Rom sah sich selbst ideologisch als Teil der östlichen Mittelmeerwelt, indem es die Gründung der Stadt mit dem Troianischen Krieg verknüpfte, wofür Vergil mit seiner Aeneis in augusteischer Zeit die für die Römer gültige Darstellung schrieb. Bezeichnend dafür auch, dass Cicero lakonisch von 'unseren beiden Sprachen' redete. Protagonisten dieser Entwicklung waren einflussreiche, gebildete Mitglieder der römischen Nobilität, die die intellektuelle und künstlerische Überlegenheit der Kultur des Hellenismus offenbar ohne Umschweife anerkannten. Diese Kreise rezipierten aber nicht nur, gleichsam intern, griechische Literatur und Philosophie, und schafften griechische Kunstwerke in ihre Stadthäuser und Villen, sie popularisierten die Kultur des Hellenismus auch in ande-

[365] Donderer 1996, A145.
[366] Zanker 1976.

ren Teilen der Bevölkerung. Eine Form dieser Popularisierung waren die Triumpfzüge. Auf ihnen wurde, der römischen Tradition entsprechend und der Verherrlichung der Siege der konsularischen Heere und ihrer Heerführer dienend, dem Volk die Beute, also der Ertrag der Kriege, im Wortsinne vor Augen geführt. Nach den Siegen im Osten wurden bei den Triumpfzügen nicht nur, wie sonst auch, Gold, Geld und Gefangene vorgeführt, sondern ebenso Kunstwerke, die die Bevölkerung beeindruckt haben müssen, und später – wie etwa in der *Porticus Metelli*, s. u. – öffentlich ausgestellt wurden. Es gab auch andere Formen der Popularisierung. So finanzierten reiche Römer schon zu Anfang des 2. Jhs. v. Chr. Aufführungen griechischer Theaterstücke. Plautus etwa, wohl ein unteritalischer Grieche und Leiter einer Theaterkompanie, adaptierte Stücke der neuattischen Komödie für die Aufführung in Rom, womit er für sich (und seine Geldgeber) wiederholt Preise erhielt. Die Motive, die führende Römer veranlassten, die Werke der hellenistischen Kunst nach Rom zu bringen, waren also nicht nur rein intellektuelle Interessen: Das Staunen der Bevölkerung über die herangeschafften Werke diente immer auch der Förderung des Prestiges derer, die sie herangeschafft hatten, und damit der Sicherung des politischen Einflusses der betreffenden Politiker und ihrer Familien.

Die Offenheit der Römer für die hellenistische Kultur führte im 2. Jh. dazu, dass nicht nur die Kunstwerke, sondern auch die Künstler selber, sowie auch Intellektuelle und Ärzte, und nicht zuletzt Architekten, nach Rom gebracht wurden. Nicht in jedem Falle geschah das freiwillig, wie das Beispiel des Polybios zeigt, der heute vor allem als der Geschichtsschreiber der punischen Kriege bekannt ist[367]. Unbegrenzt war die Offenheit der Römer für diese Entwicklung allerdings nicht. Es gab eine Opposition gegen diese Tendenzen unter konservativen Römern, die befürchteten, dass die Übernahme der hellenistischen Kultur eben die Kräfte in den Familien und im Staat schwächen würde, die den Römern letztlich ihre militärischen Siege über die östlichen Staaten ermöglicht hatte. Prominentester Vertreter dieser Opposition war der ältere Cato, der die Protagonisten der hellenistischen Kultur verächtlich als *graeculi* bezeichnete ('Griechlein'), obwohl er selbst noch im hohen Alter Griechisch lernte.[368] Noch Ciceros Großvater hatte die *graeculi* mit syrischen Sklaven verglichen, die je weniger taugten, je besser sie Griechisch sprächen.[369] Die Opposition erreichte unter anderem die bekannte Ausweisung der 'Philosophengesandtschaft', einer athenischen Gesandtschaft, deren Delegierte alle renommierte Philosophen waren. Sie wurden zum 'Schutz der Jugend' schnellstens wieder verabschiedet. Insgesamt aber hat die konservative Opposition sich nicht durchsetzen können, vielleicht vor allem deshalb, weil ab der zweiten Hälfte des 2. Jhs. v. Chr. kein hellenistischer Staat mehr existierte, der der Macht der Römer hätte gefährlich werden können.

Die Tätigkeit griechischer Architekten in Rom ab der Zeit der mittleren Republik steht in direktem Zusammenhang mit den oben skizzierten politischen Interessen führender römischer Politiker und Militärs. Sie dürften erkannt haben, dass viel nachhaltiger als die einmalige Präsentation von Kunstwerken als Beute auf Triumpfzügen die Errichtung von öffentlichen Bauten in ihrem Namen war, die technisch und künstlerisch auf dem Niveau der Beutekunst lagen, und damit auf einem Niveau, dem die seinerzeitige römische Archi-

[367] Polybios kam als Geisel nach Rom, nachdem der Archäerbund, an dessen Leitung er beteiligt war, von den Römern vernichtend geschlagen worden war. Er hatte später Zugang zu führenden römischen Persönlichkeiten ('Scipionenkreis'), und wurde auch als Berater der Scipionen bei Feldzügen geschätzt.

[368] Zu Catos Auffassungen vgl. etwa Plin. n. h. 29.14.

[369] Cic. orat. 2.265.

tektur sicherlich nichts Vergleichbares entgegenzusetzen hatte: Während der Hellenismus, und vorher schon die Klassik, den griechischen Quaderbau mit Stützte-Gebälk-Systemen zur Perfektion gebracht hatte, operierte der römische Tempelbau noch mit der Holz-Lehmziegel-Technik, die die Römer von den Etruskern erlernt hatten. Um Bauten von vergleichbarem Anspruch zu realisieren, waren allerdings Wissen und Fertigkeiten gefordert, die die römischen Architekten seinerzeit kaum gehabt haben können. Um Vergleichbares zu bauen, mussten folglich die interessierten Mitglieder der Nobilität den Transfer von Wissen aus den griechischen Siedlungsgebieten organisieren. Dabei ging es vorrangig um zwei Bereiche: zum einen um konzeptionelles Wissen, um den Entwurf der Gebäudetypen und die hauptsächlichen Formen der Bauglieder, und zum anderen um bautechnisches Wissen. Das Fehlen des entsprechenden konzeptionellen Wissens bei den römischen Architekten kann man gelegentlich noch heute feststellen, etwa an dem spätrepublikanischen Tempel von Cori. Der Bau, angelegt als römischer Podiumstempel, sollte eine Vorhalle griechisch-dorischer Ordnung erhalten. Das Gebälk zeigt, dass den Architekten seine eigene Lösung für den Eckkonflikt der dorischen Ordnung auf der einen Vorhallenseite so wenig überzeugte, dass er für die andere Ecke eine andere Lösung wählte. Eine solche Unsicherheit des entwerfenden Architekten, die sich darin manifestiert, dass nicht einmal die Anzahl der Triglyphen über den Eckjochen einheitlich ausfiel, findet man an keinem anderen antiken Bau dorischer Ordnung. Vor diesem Hintergrund kann man die Tatsache, dass die Eckjoche der Halle nicht gegenüber den Normaljochen verkürzt (kontrahiert) wurden, dahingehend deuten, dass dem Architekten bei der Festlegung der Jochmaße gar nicht klar war, dass er im Gebälk mit einem Problem konfrontiert sein würde, dessen Lösungsmöglichkeiten er mit seiner Positionierung der Säulen bereits eingeschränkt hatte.[370] Des weiteren fehlte den römischen Architekten und ihren Mitarbeitern auch das Wissen und die Erfahrung im Umgang mit dem attraktivsten Material der hellenistischen Architektur, dem Marmor, den die römischen Baumeister bis etwa zur Mitte des 1. Jhs. v. Chr. nie verwendet hatten. Marmor ist wesentlich schwerer und härter als die römischen Tuffe, und hat eine andere Struktur als der poröse Travertin aus Tivoli. Daher ist einerseits die Bearbeitung anspruchsvoller, und setzt unter anderem andere (besser gehärtete) Werkzeuge voraus. Andererseits ergaben sich auf Basis dieses Materials aber auch neue Möglichkeiten, die sich die Architekten und Handwerker erst erschließen mussten. So konnten die Dimensionierungen der Bauglieder anders gewählt werden (bzw. auf Tragbalken aus Holz verzichtet werden), und Ornamentformen konnten ausgearbeitet werden, die in weicherem oder porösem Gestein zu Problemen geführt hätten. Auch der Arbeitsaufwand musste zweifellos neu kalkuliert werden.

Wie eingangs dieses Kapitels erwähnt, spielten bei dem erforderlichen Wissenstransfer unterschiedliche Medien eine Rolle. Der schnellste, effizienteste und zuverlässigste Weg, das erforderliche Know-how nach Rom zu bringen, war jedoch zweifellos, die griechischen Architekten und Handwerker gleich selbst nach Rom zu bringen, und eben das haben die Römer auch getan. Ein aufschlussreiches Beispiel dafür ist der Architekt Hermodoros von Salamis auf Zypern. Q. Caecilius Metellus Macedonicus hatte 148 v. Chr. als Befehlshaber eines konsularischen Heeres die Truppen des makedonischen Thronprätendenten entscheidend geschlagen, womit die endgültige Zerschlagung des makedonischen Königreichs eingeleitet war, und dafür vom Senat einen Triumph zuerkannt bekommen. Im darauffolgenden Jahr finanzierte er, wohl mit Mitteln aus der Kriegsbeute, mehrere große Bauprojekte, die

[370] Zum Tempel von Cori ausführlicher und mit der weiteren Literatur Osthues 2005, 67f.

dauerhaft mit seinem Namen und dem seiner Familie verbunden werden sollten. Dazu gehörte die Porticus Metelli, eine Säulenhalle, in der dem älteren Plinius zufolge eine große Zahl von Kunstwerken – sicherlich aus der Beute des griechischen Feldzugs – ausgestellt wurde.[371] Die Halle umschloss zwei zeitgleich errichtete Tempel für Jupiter und Juno.[372] Für den Bau eines der Tempel, den des Jupiter Stator, engagierte Metellus Hermodoros, wie Vitruv angibt.[373] Hermodoros muss demnach zu diesem Zeitpunkt bereits in Griechenland ein renommierter Architekt gewesen sein, denn sonst hätte Metellus ihn sicherlich nicht für sein Projekt nach Rom geholt. Velleius bezeichnet den Tempel des Jupiter Stator als den ersten römischen Marmortempel, was plausibel erklären würde, warum Metellus einen griechischen Architekten beauftragte. Doch dürfte Velleius' Aussage kaum zutreffen, denn Plinius selbst zufolge wurde Marmor erst weit später erstmals nach Rom gebracht, und zunächst auch nur in Form von bereits fertig ausgearbeiteten Baugliedern.[374] Zudem waren die Brüche von Carrara zu dieser Zeit noch nicht erschlossen, entsprechende Materialmengen in Italien noch nicht verfügbar. Wahrscheinlich verwechselte Velleius das Material der Halle mit dem der dort aufgestellten Kunstwerke.

Hermodoros scheint nach Fertigstellung des Tempels in Rom geblieben zu sein, und dort für seine Arbeit viel Anerkennung gefunden zu haben, denn er wurde von D. Junius Brutus Callaicus 138 v. Chr. mit dem Bau des Marstempels beim Circus Flaminius beauftragt.[375] Das im Tempel aufgestellte Kultbild war eine kolossale Darstellung des Mars und eine der Venus, beide von der Hand des spätklassischen Bildhauers Skopas von der Insel Paros (von wo die Römer später Marmor bezogen).[376] Tempel und Kultbild illustrieren deutlich die Präferenz führender römischer Adeliger für griechischer Baukunst und Plastik schon in dieser Zeit, denn andernfalls hätte Metellus niemals die Genehmigung für sein Projekt erhalten.

Noch später wird Hermodoros von Cicero als Baumeister der restaurierten oder erweiterten Schiffswerften (*navalia*) am linken Tiberufer genannt. Da Cicero den (Gerichts-) Redner Marcus Antonius – den Großvater des späteren Triumvirn – als potentiellen Verteidiger des Hermodoros nennt,[377] nimmt man an, dass das Werftprojekt in dessen Zeit als Konsul 99 v. Chr. (oder seine Zeit als Zensor ab 97 v. Chr.?) fällt. Hermodoros muss folglich entweder bis ins hohe Alter aktiv gewesen sein, und dabei bedeutende Kommissionen zuerkannt bekommen haben, oder aber – und wahrscheinlicher – der Erbauer der *navalia* war sein Sohn, was bedeuten würde, dass sich die Familie auf Dauer erfolgreich in Rom etabliert hatte.

Die schon wiederholt angesprochenen griechischen Architekten aus spätrepublikanischer Zeit, die Cicero in seiner Korrespondenz erwähnt, illustrieren einen weiteren, für den Wissenstransfer bedeutsamen Punkt. Denn die Briefe zeigen, dass nicht nur für prestigeträchtige Großprojekte des Staates griechische 'Stararchitekten' angeworben wurden, sondern auch für nicht öffentliche Bauten griechische Architekten von wohlhabenden Privat-

[371] Plin. n. h. 34.31; 36.42
[372] Vell. 1.11; 2.1.
[373] Vitr. 3.2.5.
[374] Vgl. dazu ausführlicher die Angaben zum Marmorimport oben im Abschnitt über die Baumaterialien.
[375] Nep. ap. Priscian 8.17.
[376] Plin. n.h. 36.25f.
[377] Cic. orat. 1.62. Mit der möglichen Verteidigung des Hermodoros durch M. Antonius will Cicero sagen, dass ein kompetenter Gerichtsredner auch sachgerecht über Fachgebiete sprechen könne, die nicht in sein eigenes Fachgebiet fallen.

leuten beauftragt wurden. Auch war der soziale Status dieser Architekten ein anderer, denn sie waren – wie schon dargestellt – häufig Sklaven oder Freigelassene, die mindestens zum Teil in Rom von griechischen Architekten ausgebildet wurden. Da auf kaum einer privaten Baustelle ausschließlich griechische Handwerker gearbeitet haben dürften, erlernten viele römische Handwerker auch ohne jede Form der Organisation Grundkenntnisse vor allem der griechischen Architekturformen. Das griechische Architekturwissen wurde auf diese Weise auch jenseits der besonders ambitionierten Projekte verbreitet, wenn auch nicht immer in seiner vollen Ausprägung, wie sich oft an Baugliedern von Privathäusern ablesen lässt.

Auch in der Kaiserzeit lassen sich in Rom und in Italien Architekten aus den ursprünglich griechischen Teilen des Imperiums nachweisen. Eine herausgehobene Bedeutung hat dabei das Kaiserhaus selbst. Beim Umfang der Bauaktivitäten des Kaiserhauses muss man die doppelte Struktur des römischen Staates in der Kaiserzeit berücksichtigen. Seit Augustus stand auf der einen Seite die alte Struktur des republikanischen Staates mit ihren Wahlbeamten, deren Leitung formal beim Senat lag, wobei allerdings der Wille der Kaiser für die Senatsentscheidungen praktisch immer den Ausschlag gab. Auf der anderen Seite stand unmittelbar das Kaiserhaus, das einen großen Teil der Reichsprovinzen direkt verwaltete. Das Kaiserhaus war damit nicht allein mit den Amtsgeschäften und der Verwaltung des Privatvermögens der Kaiser befasst, sondern leitete u. a. direkt einen großen Teil der öffentlichen Bauaktivitäten in Rom selbst und in bedeutenden Provinzen. Das ist der Hauptgrund dafür, dass das Kaiserhaus, wohl im Rahmen der nur schlecht bekannten *opera Caesaris*, in großem Umfang Architekten beschäftigte. Viele von ihnen waren, wie ebenfalls schon angesprochen, Sklaven oder Freigelassene, die dem Kaiser als ihrem Patron verbunden blieben. Vor allem letztere sind durch die Namen auf ihren Grabsteinen in nicht geringer Anzahl bekannt. Weiterhin kennt man einige der Architekten, die für die Kaiser bei ihren Großprojekten tätig waren und zum persönlichen Umfeld der Kaiser gehörten. Apollodor, ein syrischer Grieche, ist der am besten bekannte unter ihnen. Ob die beiden spartanischen Architekten, die unter Augustus den Umbau der Porticus Metelli zur Porticus Octaviae, benannt nach der Tochter des Kaisers, leiteten, und ebenso die Restaurierung der beiden Tempel, von denen der eine ein Werk des Hermodoros war, zum direkten Umfeld des Kaisers oder Agrippas gehörten, ist hingegen nicht bekannt.[378] Auch jenseits des Kaiserhauses sind bis in die Spätantike hinein Architekten aus dem Osten belegt, die auch an großen öffentlichen Kommissionen beteiligt waren. Das belegt eine an die Wende vom 3. zum 4. Jh. n. Chr. zu datierende Grabinschrift eines Perikles aus Mylasa (Kleinasien), der sich rühmt, einen „Riesentempel" in Rom gebaut zu haben. Gemeint sein könnte damit die Restaurierung des Tempels der Venus und Roma unter Maxentius.[379]

Die Tätigkeit von Architekten aus dem griechischsprachigen Reichsteilen in Rom und Italien während der Kaiserzeit ist im hier diskutierten Kontext anders zu interpretieren als zuvor für die republikanische Phase dargestellt. Das primäre Motiv für die Rekrutierung der Architekten kann in nachaugusteischer Zeit nicht mehr der Import von Kenntnissen der hellenistischen Architektur gewesen sein, denn Rom hatte in dieser Zeit bereits seine eigenen Entwurfstraditionen entwickelt. Vor allem aber dominierte ab dieser Zeit die nun in ihrer Anwendung ausgereifte Bauweise des *opus caementitium*, d. h. eine in Rom selbst

[378] Plin. n. h. 36.42. Allerdings hat der Hinweis bei Plinius eher anekdotischen Charakter, denn die Architekten Saura und Batrachus (wörtlich: Eidechse und Frosch) sollten ihr Werk trotz Verbot signiert haben mit kleinen Ritzzeichnungen, die ihre Namen bildlich darstellten; vgl. Donderer 1996, 31.

[379] Donderer 1996, A20, 63, vgl. Anderson 1997, 66.

entwickelte und in Griechenland unbekannte Form der Baukonstruktion. Warum hat dann aber Rom sich immer noch Architekten aus dem Osten geholt, zumal wenn sie in wesentlichen bautechnischen Verfahren – insbesondere in der Verwendung der Puzzolana – in ihrer Heimat gar nicht ausgebildet werden konnten? Anführen könnte in diesem Zusammenhang das immer weitere Vordringen von Marmorarchitekturen und -dekorationen ('Marmorstil') in Rom und seinen Provinzen, denn das Arbeiten in Marmor war und blieb ein Kernbereich der griechischen Bau- und Handwerkstradition. Wohl niemals in der Antike ist soviel Marmor verbaut worden wie in der römischen Kaiserzeit. Der wesentliche Grund dürfte allerdings der oben schon geschilderte Mangel an Achitekten gewesen sein. Rom fehlte es schon in der frühen Kaiserzeit an Architekten, jedenfalls gemessen an seinem Bedarf für die äußerst umfangreichen Bauleistungen der Kaiserzeit. Ein bekannter Beleg dafür ist die Begründung Traians, mit der er dem jüngeren Plinius die Überstellung von Architekten nach Bithynien (NW-Kleinasien) verweigerte: Rom habe selbst zu wenig Architekten, und müsse sie daher in Griechenland rekrutieren.[380] Weitere Belege für die späteren Jahrhunderte sind oben schon genannt worden. Wie auch immer man diesen fortdauernden Mangel erklären mag, wenig zweifelhaft dürfte sein, dass spätestens ab etwa dem Beginn des zweiten Jahrhunderts nicht mehr der Import von Wissen, sondern der schlichte Mangel an Fachkräften die Ursache für die Rekrutierung von Architekten aus dem Osten gewesen ist.

3.9.3 Die Bedeutung von Schriften für die Tradierung von Bauwissen

In Griechenland hatte die Darstellung von praktischem Wissen in Texten eine lange Tradition, wozu auch eine Reihe von – allerdings vollständig verlorenen – Architekturschriften zu rechnen sind.[381] In Rom gab es ebenfalls Fachschriftsteller, die ihre Werke ausdrücklich als Lehrschriften auf Basis eigener praktischer Erfahrung verstanden wissen wollten. Bekannt – und erhalten – sind vor allem Werke über die Landwirtschaft. Das älteste von ihnen, geschrieben um 150 v. Chr., stammt vom älteren Cato (*de agri cultura*). In spätrepublikanischer Zeit gab Varro sein enzyklopädisches Werk heraus, zu dem auch ein Buch über die Landwirtschaft (*de re rustica*) gehörte. In der frühen Kaiserzeit schließlich publizierte Columella sein ebenfalls *de re rustica* überschriebenes, sehr umfangreiches Werk. Am Rande finden sich in diesem Schriften Hinweise auf Bauwissen, die der Beratung von Bauherren bei der Anlage von Gutshöfen dienen sollten. Auf die einschlägigen Abschnitte im Werk Cato ('catonisches Bauformular') ist weiter oben schon eingegangen worden. Vereinzelt wurde auch fremde Fachliteratur ins Lateinische übersetzt. So soll Cicero eine Übertragung von Xenophons Oikonomika vorgelegt haben, eine Art Handbuch zur Hauswirtschaft in Dialogform. Ein Werk über die Landwirtschaft des sonst nicht bekannten Puniers Mago hatte sogar die wohl singuläre Ehre, auf Initiative von D. Iunius Silanus zu lasten der römischen Staatskasse ins Lateinische übersetzt zu werden. Es soll auch eine griechische Übersetzung gegeben haben. Magos Schrift ist ein Beleg dafür, dass schon in der Antike Fachwissen in Schriftform gleichsam international rezipiert wurde.

Lateinische Architekturschriften jenseits des Werks von Vitruv sind hingegen kaum bekannt. Wir wissen durch Vitruv selbst, dass es vor seinem Werk Texte über einzelne Architekturthemen gab, aber keine Gesamtdarstellung.[382] Konkret bekannt ist, dass Varro, ohne

[380] Plin. epist. 10.40.3.
[381] Vgl. dazu den Beitrag über die griechische Architektur im vorliegenden Band Abschnitt 2.8.2
[382] Vitr. 4. praef. 1.

selbst Architekt zu sein, für seine *disciplinarum libri IX* auch ein Buch über Architektur geschrieben hat, das allerdings verloren ist. Vitruv nennt ansonsten nur zwei weitere römische Autoren, deren Werke ebenfalls verloren sind.[383] Aus späterer Zeit ist nur eine einzige – ebenfalls verlorene – Architekturschrift bekannt, Apollodors Darstellung des Baus der Donaubrücke. Der Text ist erwähnt bei Prokop.[384] Cassius Dio scheint die Schrift noch vorgelegen zu haben, denn er nennt einige – allerdings sehr grobe – Maßangaben zur Konstruktion der Brücke,[385] die zu seiner Zeit bereits abgetragen worden war. Von den weiteren Schriften Apollodors ist nur die erwähnte Darstellung der einfachen Kriegsmaschinen erhalten.[386] Sie ist allerdings die einzige Schrift, bei der man sicher davon ausgehen kann, dass das in ihr schriftlich dargestellte Wissen die zentrale Grundlage praktischer Arbeit war, da der Text ausdrücklich von Hadrian angefordert worden war, da er in seinem Heer keine Architekten oder Handwerker hatte, die über Wissen über den Bau von Maschinen verfügten. Vielleicht, so könnte man spekulieren, ist der Text überliefert worden, weil er später bei der Ausbildung von Ingenieuren innerhalb der Legionen als Lehrtext verwendet worden ist. – Zu den erhaltenen ingenieurtechnischen Schriften zählt zudem das Werk von Frontinus über die Wasserversorgung Roms. Bauwissen enthält der Text nur an sehr wenigen Stellen.

Die Tatsache, dass außer der Schrift Apollodors sich kein einziger Hinweis in der überlieferten römischen Literatur auf weitere Architekturschriften aus der Kaiserzeit findet, legt die Vermutung nahe, dass es zumindest kein umfassendere neuere Darstellung des Architekturwissens gegeben haben dürfte. Apollodors Schrift würde dann eher der griechischen Tradition zuzurechnen sein, in der Architekten bedeutender Bauten ihre Werke selbst darstellten und erläuterten.

Die Rezeption von Vitruvs Werk war, nach den wenigen Erwähnungen bei anderen Autoren zu urteilen, nicht sehr intensiv, belegbar ist jedoch, dass er in allen späteren Jahrhunderten gelesen worden ist. Der ältere Plinius, der geradezu enzyklopädisches Wissen in seiner zwischen 77 und 79 n. Chr. publizierten *naturalis historia* zusammengestellt hat, und dabei auch Architekturwissen streift, zitiert ihn als einzigen Architekten, und zwar an drei Stellen.[387] Von den berühmten kaiserlichen ‚Stararchitekten' wie Severus, Celer, Rabirius oder auch Apollodor erwähnt er hingegen niemanden. Vom Anfang des 3. Jhs. n. Chr. ist sogar ein teilweises Exzerpt des sechsten Buches über die Privathäuser bekannt, was zeigt, dass Vitruvs Text immer noch als aussagefähig angesehen wurde.[388] Auch von spätantiken Autoren wird Vitruv gelegentlich angeführt.[389] Hätte es ein aktuelleres Architekturlehrbuch gegeben – was ja geboten gewesen wäre angesichts der Tatsache, dass essentielle Neuerungen der römischen Bautechnik erst nach Vitruvs Zeit entwickelt worden sind –, dann sollte man erwarten, dass zumindest irgendein späterer Autor dieses neuere Werk angeführt hätte.

---

[383] Vitr. 7. praef. 12.
[384] Prok. aed. 4.6.12–13.
[385] Cass. Dio.68.13.
[386] R. Schneider 1908.
[387] Plinius erwähnt Vitruv im Zusammenhang mit Holz (n.h. 16,1), Stein (n.h. 36,1) und Farbe (n.h. 35,1).
[388] Bei Cetius Faventinus unter dem Titel *de diversis fabricis architectoniae*.
[389] So bei Servius in seinem Vergil-Kommentar vom Ende des 4.. Jhs. n. Chr. (Serv. ad Aen. 6.43). Sidonius Apollinaris, Stadtpraefekt von Rom und später Bischof, zitiert ihn in seinen Briefen ebenfalls (Sidon epist. 4.3.5 und 8.16.10).

Zur praktischen Bedeutung von Vitruvs *de architectura*

Vitruvs erklärtes Ziel war, in systematisch geordneter Form das gesamte theoretische Architekturwissen seiner Zeit darzustellen. Sein Werk sollte ein Lehrbuch für Architekten sein. Das bedeutete zugleich, dass elementare Handwerkstechniken für ihn kein Thema waren, da diese von einem angehenden Architekten bei der praktischen Arbeit auf der Baustelle zu erlernen waren. Neben den Architekten dachte Vitruv aber auch an weitere Adressaten, die nicht selbst praktisch tätig werden wollten. Er wollte Bauherren Basiswissen vermitteln, das ihnen „Sicherheit" geben sollte bei Planungsentscheidungen, die gemeinsam mit dem Architekten getroffen werden mussten.[390] Schließlich wendete er sich an alle Gebildeten,[391] womit sein zweites großes Thema angedeutet ist: die Präsentation der aus der Handwerkstradition stammenden Architektur als Wissenschaft (*nostra scientia*.[392]). Dieser Anspruch, den er, wie schon geschildert, durch umfangreiche theoretische Erklärungen des dargestellten praktischen Wissens zu untermauern versucht, geht klar auf die älteren griechischen Architekten zurück, die diesen Anspruch als erste erhoben und durch Schriften begründet hatten. Für Vitruv war daher die Kenntnis der griechischen Architektur und der Schriften ihrer herausragenden Vertreter unerläßlich für die Ausbildung eines kompetenten Architekten.[393] Dass Architektur als Wissenschaft zu gelten habe, war auch in Rom kein völlig neuer Anspruch, wie sich daran zeigt, dass schon Varro die Architektur zu den *disciplinae* gerechnet hatte, also auf eine Stufe gestellt hatte mit Grammatik, Dialektik, Geometrie, Arithmetik bzw. Musik, Astronomie und Medizin.

Hinweise darauf, dass ein Lehrbuch für die Ausbildung von Architekten von irgendeiner Seite als Desiderat angesehen wurde, etwa von Augustus, dem das Werk gewidmet war, oder von Agrippa, der für den Kaiser eine enorme Zahl von Bauprojekten leitete, und daher ständig mit Architekten zusammengearbeitet haben muss, gibt es nicht. Man darf wohl annehmen, dass Vitruv das erwähnt hätte, zumal er sich für die Abfassung seines Werkes und die Widmung an den Kaiser den Erhalt einer Pension versprach.

Um seinem Buch praktischen Wert für Architekten zu geben, stellt Vitruv eine große Zahl von Bauaufgaben dar. Im Sinne seines Anspruchs, dem Architekten eindeutige Regeln (*praescriptiones terminatas*[394]) für das Bauen an die Hand zu geben, bietet er für die Entwurfsentwicklung nicht nur allgemeine Erläuterungen zu den verschiedenen Gebäudetypen an, sondern liefert teilweise umfassend erläuterte Entwurfsschemata, die die proportionalen Verhältnisse der Bauglieder angeben, so dass die Entwürfe skalierbar sind auf die für ein konkretes Projekt vorgesehene Größe. Das gilt vor allem für die Tempelentwürfe, also die – zumindest lange Zeit – prominenteste Bauaufgabe in der griechischen Architektur. Bei anderen Gebäudetypen wie Bädern, Theaterbauten, Basiliken usw. beschränkt er sich darauf, grundlegende Entwurfsformen zu skizzieren und für die gebäudespezifischen technischen Probleme Lösungen aufzuzeigen, wie etwa zur Beheizung von Thermen, zur Gründung von Brückenpfeilern im Wasser oder sumpfigen Untergrund und ähnliches. Eine vollständige Anleitung für ein ausführbares Projekt enthält der Text nicht.

Im Bereich der Entwurfsarbeit gibt er für die sogenannten optischen Korrekturen nicht nur deren Begründung und allgemeine Grundsätze an, sondern auch konkrete Korrekturfak-

[390] Vitr. 6.8.8.
[391] Vitr. 1.1.18.
[392] Vitr. 1. praef. 3.
[393] Vitr. 6. praef. 4.
[394] Vitr. 1. praef. 3.

toren, nach denen etwa die Höhe von Gebälken in Abhängigkeit von der absoluten Größe errechnet werden soll, oder Winkel geändert werden sollen. Vitruv will theoretisch fundiertes Bauen praktisch handhabbar machen.

Während die angesprochenen Konzepte für die Entwurfsarbeit dem übergeordneten Ziel der Schönheit der Gebäude zuzuordnen sind, gibt Vitruv auch in bautechnischer Hinsicht eine große Zahl von Verfahrensweisen an, die der Standsicherheit und der effizienten Nutzung von Bauten dienen sollen. Das gilt für die Wahl und Beurteilung geeigneter Baustoffe wie für die Baukonstruktion. Ein Beispiel für letzteres ist etwa der Entlastungsbogen, den er nicht nur aus statischen Gründen empfiehlt, sondern auch, weil durch das seitliche Ableiten der Lasten durch den Bogen ein gebrochener Tür- oder Fenstersturz einfach und sicher ausgetauscht werden kann.[395] Ein Beispiel aus dem Bereich der Materialauswahl ist etwa der Rat, für das Verfugen von Fußbodenplatten in Bädern Lehm, gemischt mit Haaren, zu verwenden anstelle von Mörtel:[396] Lehm wird noch heute bei der Sanierung feuchter Kellergewölbe verwendet wegen seiner Fähigkeit, in hohem Maße Feuchtigkeit aufzunehmen und bei Trockenheit wieder abzugeben, also feuchtigkeitsregulierend zu wirken. Das Beimischen von langen natürlichen Fasern, die nicht schimmeln, stabilisiert die Lehmmasse. Solche Hinweise finden sich in großer Zahl verstreut in allen der zehn Bücher.

Kurz gesagt: Vitruv hat viel dafür getan, seinem Werk praktischen Wert zu verleihen. Trotz aller dieser BemühungeBn wird man die Bedeutung von Vitruvs Büchern als Trägermedium für die Vermittlung von Bauwissen an aktive Architekten sehr zurückhaltend beurteilen müssen. Für einige Themenbereiche geht sie sogar nachweislich gegen null. Das hat immanente Gründe, die im Werk selbst liegen, vor allem aber Gründe, die in der folgenden Entwicklung der Architektur in Rom begründet sind.

Zu den immanenten Gründen gehört in gewissem Umfang das Fehlen bestimmter bautechnischer Informationen an vielen Stellen des Werks. So macht Vitruv keine Angaben zu einigen elementaren Konstruktionsfragen. Er gibt beispielsweise nirgendwo an, welchen Durchmesser eine Mauer haben muss, die eine vorgegebene Höhe haben soll, um standsicher zu sein. Er sagt auch nichts in diesem Kontext darüber, welchen Einfluss die unterschiedlichen Arten von Mauerwerk, die er beschreibt, auf das Verhältnis Mauerstärke zu Mauerhöhe haben. An den Mauerwerkstechniken kann man zugleich einen ersten Beleg dafür finden, dass Vitruvs Argumente bei seinen aktiven Berufskollegen kaum überzeugend gewirkt haben können: Er kritisiert das im 1. Jh. v. Chr. aufgekommene Reticulat wegen der Diagonalfugen, die unter Druck zur Rissbildung tendieren, und empfiehlt deutlich das griechische Emplektron, das den Zusammenhalt der Mauerschalen durch Anker und Bindersteine zu sichern sucht, sowie auch die innere Verbindung von Mauerschalen durch Quermauern.[397] Die tatsächliche Entwicklung verläuft aber nahezu umgekehrt: das Reticulat wird in den nächsten eineinhalb Jahrhunderten sehr häufig verwendet, das griechische Emplektron spielt demgegenüber kaum eine Rolle.

Weitaus bedeutsamer unter den immanenten Gründen für die geringe Wirkung von Vitruvs Büchern auf die Baupraxis dürfte jedoch seine erstaunliche Fehleinschätzung der Tendenzen der Architekturentwicklung sein, und zwar sowohl im Bereich der Bautechnik wie der Stilentwicklung. Der von ihm neben dem ionischen am präzisesten und umfassendsten vorgestellte Tempelentwurf, der dorische, spielt überhaupt keine Rolle – es gibt nicht einen

[395] Vitr. 6.8.3.
[396] Vitr. 5.10.3–4.
[397] Vitr. 6.8.7.

einzigen stadtrömischen dorischen Tempel aus augusteischer oder späterer Zeit, ebensowenig in den italienischen Provinzen. Sogar in Griechenland selbst wurden nur noch extrem selten Bauten dorischer Ordnung errichtet. Das korinthische Kapitell hingegen, dass sich während seiner Zeit zum ‚augusteischen Normalkapitell' entwickelt und in den Folgejahren dominierende Kapitellform wird,[398] streift er so knapp, dass seine Angaben für einen Steinmetzen kaum brauchbar sind.[399]

Vitruvs Erklärungsversuche von Materialeigenschaften auf Basis der Vier-Elemente-Lehre sind hingegen einfach ohne Wert für die Auswahl geeigneter Grundstoffe. Das ist besonders auffällig im Abschnitt über die Puzzolanerde, wo er ganze zwei Sätze auf die Herstellung des caementitium verwendet, und dabei nicht einmal das für die Durchhärtung des Betons sehr wichtige Mischungsverhältnis von Wasser zu Puzzolanerde nennt. Stattdessen gibt er im restlichen Teil des Abschnitts einen ausführlichen, in praktischer Hinsicht jedoch nutzlosen Erklärungsversuch für die extrem hohe Festigkeit des Betons im Rahmen der Vier-Elemente-Lehre.[400]

Man tut Vitruv wahrscheinlich nicht unrecht, wenn man sagt, dass vor allem anderen seine unverkennbare Bewunderung für die griechische Architektur ihn daran hindert, festzustellen, dass Rom unter Augustus dabei war, sich aus der hellenistischen Architektur des östlichen Mittelmeerraums herauszulösen und einen Akzente zu setzen, die die Verbindlichkeit der griechischen Säulenordnungen zunehmend aufhob. Dabei wäre gerade die Entwertung der dorischen Ordnung auch in der hellenistischen Koiné selbst deutlich zu beobachten gewesen. Es wirft ein Schlaglicht auf Vitruvs Orientierung, dass er für den ebenso berühmten wie uralten dorischen Eckkonflikt – nicht ohne Stolz – eine neue Lösung präsentiert, als niemand sie mehr braucht.[401]

Mit seiner Fixierung auf die griechische Tradition entgehen ihm aber nicht nur Tendenzen im Bereich der Ausgestaltung von Bauentwürfen, sie hindert ihn auch bei der Darstellung der Gebäudetypen, und dem Erkennen der Bezüge zu gesellschaftlichen Entwicklungen, die sie tragen: Vitruv widmet einen ganzen Abschnitt dem Gymnasium, d. h. der griechischen Trainingsstätte für Athleten, obwohl Rom nirgends Gymnasien baut und bauen wird, weil in Rom der sportliche Wettkampf unter Freigeborenen der höheren und höchsten Schichten – anders als in Griechenland – keine Tradition hat und haben wird. Das römische Pendant zu den griechischen Spielen waren die ‚Spiele', bei denen meist Sklaven als Berufsathleten auftraten, was allerdings erst später zum Bau der Amphitheater in Stein führte, die die älteren Holzkonstruktionen ersetzten. Der Übungsort der Gladiatoren ist kein Gymnasium, sondern die Kaserne. Auch das von ihm beschriebene ‚Schatzhaus' gehört zur griechischen Kultur der konkurrierenden Repräsentation unabhängiger Städte in gemeingriechischen Heiligtümern. Im römischen Imperium gab es keine solchen Heiligtümer, in denen sich Roms Zentralgewalt neben konkurrierenden Staaten hätte präsentieren müssen. In diesem Sinne war zwar nicht alles, aber vieles, was Vitruv mit Sorgfalt beschreibt, historisch schon zu seiner Zeit obsolet geworden, und war folglich ohne Nutzen für Architekten der späteren Generationen.

---

[398] Heilmeyer 1970.
[399] Vitr. 4.1.1f.
[400] Vitr. 2.6.
[401] Zur Entwertung der dorischen Ordnung, zum Tempel von Cori und zu Vitruvs Lösung des Eckkonflikts ausführlicher Osthues 2005.

Mindestens ebenso sehr gegen die Relevanz seines Textes für die zeitgenössische und spätere Baupraxis wirkten allerdings Faktoren, auf die Vitruv keinen Einfluss haben konnte. Gegen Ende seines Lebens und in den Jahren danach beginnen sich gerade die neuen Gebäudetypen und Bautechniken zu entwickeln, die die Höhepunkte der kaiserzeitlichen Architektur ausmachen, und damit die Aufgabenstellungen der ambitioniertesten Architekten der Folgezeit bestimmen. Diese Wende lässt sich im mancher Hinsicht fast genau fixieren: Wenn Vitruv tatsächlich gegen 15 v. Chr. gestorben ist, dann hat er noch die Fertigstellung der Agrippathermen in Rom miterlebt, bei denen erstmals in Rom,und vielleicht erstmals überhaupt,[402] ein groß bemessener Rundbau mit einer Betonkuppel überwölbt wurde. Der Kuppelsaal gehörte zu den Bauten, an denen sich erstmals die technischen Fragen stellten, die mit dem Bau großer Gewölbe verbunden waren und für die Lösungen erst gefunden werden mussten. Die Architekten der frühen Kaiserzeit haben hier erkennbar vorsichtig, aber doch voranschreitend, viel Energie und Nachdenken investiert.

Vitruv hingegen kennt zwar die meisten der Materialien und Konstruktionstechniken, die an solchen Bauten eingesetzt wurden, aber nur in ihrer elementaren Form. Er beschreibt den Keilsteinbogen, das Problem des Bogenschubs, Techniken zur Stabilisierung der Widerlager durch Mauerstützen, die Vorteile von Betonkuppeln in Thermen gegenüber hölzernen Dachtragwerken, die Belichtung durch eine zentrale Öffnung in der Kuppel, und nicht zuletzt das caementitium. Fast alle diese zukünftig relevant werdenden Themen streift er aber gleichsam nur en passant und gibt allenfalls knappe Erläuterungen. So wird der Bau einer Kuppel wird von ihm wohl erwähnt, aber nicht beschrieben.[403] Gravierende Probleme, die sich aus den neuen Dimensionen der Gewölbe ergeben, wie etwa die oben beschriebenen Probleme mit der Stabilität der Lehrgerüste, kannte er augenscheinlich nicht, und natürlich nicht die erst später entwickelten Konstruktionsformen und Bautechniken, die zur Beherrschung der in den großen Gewölben auftretenden Kräfte führten. Ähnliches gilt für das Bauen mit gebrannten Ziegeln. Vitruv kennt sie, auch bereits ihre Standardisierung zu bestimmten Größenklassen,[404] und schätzt sie wegen der Brandsicherheit im Vergleich mit den älteren Lehmziegeln.[405] Aber die Möglichkeiten, monumentale Bauten in dieser Technik zu errichten, waren zu seiner Zeit noch nirgendwo erschlossen, ihre Massenproduktion wohl noch nicht einmal begonnen. Was hätte er dazu schreiben können?

Folgt man den hier vorgetragenen Argumenten,[406] dann ergibt sich zunächst, dass Vitruvs zehn Bücher nur sehr begrenzt als Lehrbuch für zukünftige Architekten gedient haben kann, weil die prominente Stellung, die Vitruv der griechisch-hellenistischen Architektur einräumen wollte, obsolet geworden war, und vor allem, weil er das technische Wissen nicht vermitteln konnte, was in seiner vollen Ausprägung und Leistungsfähigkeit erst nach seinem Tod entwickelt wurde. Probleme des Mediums, in dem Vitruv sein Wissen weitergeben wollte, spielen demgegenüber wohl kaum eine größere Rolle. Die meisten der Verständnisschwierigkeiten, die sich für die nachantiken Leser seines Werks ergeben haben, dürften sich den römischen Architekten kaum gestellt haben. Sie werden weder mit der Sprache – den in

[402] Weitere Kandidaten für die Stellung als erster Rundbau von zwanzig oder mehr Metern Durchmesser mit Betonkuppel wären der sog. Mercurtempel in Baiae und der sog. ‚Apollontempel' am Averner See, die beide ebenfalls zu Thermenkomplexen gehörten. Siehe oben S. 338.

[403] Vitr. 5.10.4.

[404] bessales und sesquipedales, Vitr. 5.10.2.

[405] Vgl. oben S. 304.

[406] Kurze, aber kritische Bewertung der praktischen Relevanz Vitruvs auch bei Anderson 1997, 187, sowie bei Jones 2000b.

der heute erhaltenen Literatur selten belegten technische Termini – Probleme gehabt haben, noch mit sinnentstellenden Abschreibfehlern der Kopisten späterer Jahrhunderte. Vor allem werden sie noch Vitruvs Schemazeichungen zur Verfügung gehabt haben, deren Fehlen das Verständnis mancher Abschnitte heute stark erschwert.

3.9.4 Objekte als Träger von Wissen

Wissen kann im Bauwesen auch indirekt, durch Objekte, in denen dieses Wissen verkörpert ist, weitergegeben werden. Technisch möglich war das durch die griechische Bauweise, die bei anspruchsvollen Bauten auf Bindemittel verzichtete, und stattdessen die einzelnen Blöcke durch Klammern und Dübel verband. Entsprechend konnte, sorgfältiges Arbeiten vorausgesetzt, sogar der Oberbau kompletter Gebäude abgebaut und an anderer Stelle wieder errichtet werden, wie die sog. ‚Wandertempel' zeigen.[407]

Nach Rom gelangten vor allem Bauglieder aus Säulenstellungen in verschiedener Form. Am Anfang haben offenbar die Beutestücke gestanden. Ein prominentes Beispiel dafür gab schon Sulla, der nach der Eroberung Athens vom dortigen Olympieion einige der riesigen korinthischen Säulen abtragen, nach Rom verschiffen und auf dem Kapitol wieder aufstellen ließ. Durch den Abbau der Säulen waren die Handwerker zwangsläufig mit den von den Erbauern verwendeten Verbindungstechniken der Lagerfugen konfrontiert, die am fertigen Gebäude nicht sichtbar waren. Eine andere, weniger kriegerische Form des Imports von Architekturgliedern war der Handel, der mit einzelnen Baugliedern, oder auch ganzen Ensembles von Bauteilen getrieben wurde. Der berühmte Schiffsfund des sog. Mahdia-Wracks vor der tunesischen Küste hat unter anderem eine Reihe von Baugliedern erbracht, die von einem bereits fertiggestellten Gebäude stammen müssen, wie die Einlassungen für Dübel und Klammern belegen.[408]

An den importierten Stücken konnten römische Architekten und Steinmetzen Proportionen und komplexe Ornamentformen studieren, und – in begrenztem Maße – auch die Herstellungstechnik (in derselben Weise wie heute die moderne Bauforschung). An sich war das Kopieren als Form der Aneignung von Wissen und Fertigkeiten immer schon übliche Praxis, denn es war eine der wichtigsten Formen der Ausbildung. Es war zudem auch auf den Baustellen von nicht unerheblicher Bedeutung, da komplexe Formen in Serien gar nicht anders hergestellt werden konnten als durch Kopieren. Aus Griechenland selbst kennt man prominente Beispiele dafür, wie das bekannte Musterkapitell des jüngeren Polyklet für die Innensäulen des Tholos genannten Rundtempels im Asklepios-Heiligtum von Epidauros. Das heute im Museum des Heiligtums ausgestellte Kapitell war, obwohl fertig ausgearbeitet und ohne Fehler, niemals verbaut, wie das Fehlen von Verdübelungen zeigt. Es kann sich demnach nur um ein Musterstück gehandelt haben, die im Griechischen ‚Paradeigma' genannt wurden, und auch inschriftlich vielfach bezeugt sind.[409] Bekannt ist weiterhin, dass sich im Bereich der Skulptur speziell zur Deckung der entsprechenden Nachfrage seitens

[407] Ein solcher Wandertempel ist aus Kassope in Nordwestgriechenland bekannt. Der Anlass für die Zerlegung und den Wiederaufbau des Tempels an anderer Stelle war die Gründung der Stadt Nikopolis (‚Siegerstadt'). Sie wurde von Augustus zum Gedenken seines Sieges bei Actium angelegt. Die Bewohner der umliegenden alten Gemeinden wurden gezwungen, in die neuangelegte Stadt umzusiedeln. Vgl. dazu Hoepfner und Schwandner 1994, 144, und weiter zu Wandertempeln die ebd. Anm. 324 genannten Literatur.

[408] Sowohl die genaue Herkunft wie die Art des Gebäudes hat sich jedoch nicht bestimmen lassen. Zum Wrack s. Hellenkemper-Salies u. a. 1994.

[409] Vgl. den Beitrag über die griechische Architektur im vorliegenden Band Abschnitt 2.3.6.

der Römer professionelle Kopierwerkstätten etablierten, die auch geeignete Techniken für das Kopieren komplexer Formen entwickelten (wie z. B. das Punktieren für die Herstellung von 1 : 1 Kopien).

Im einzelnen lässt sich die Bedeutung der Aneignung von Wissen und Fertigkeiten durch das Kopieren griechischer Bauteile in Rom aber nicht bestimmen, da hierfür entsprechende Belege und Untersuchungen fehlen. Es spricht viel dafür anzunehmen, dass Bauteile nicht nur direkt kopiert wurden, sondern auch freiere Nachahmungen eine Rolle gespielt haben. Dass das Kopieren von einzelnen Bauteilen jedoch nicht das gesamte know-how vermittelte, das zum Bau eines hellenistischen Gebäudetyps erforderlich war, belegt der schon angeprochen dorische Tempel von Cori (ca. 100–80 v. Chr.). Der an diesem Bau tätige Architekt hat an der Gebälkordnung des Baus erkennbare Fehler gemacht, die beweisen, dass er mit den systematischen Problemen der dorischen Ordnung nicht vertraut gewesen sein kann. Das Beispiel illustriert im übrigen nicht nur die Grenzen, die der Aneignung von Wissen durch Kopieren gesetzt waren, sondern zudem sehr anschaulich den Unterschied zwischen dem know-how eines Steinmetzen, der Vorlagen oder Musterstücke zu kopieren hatte, und dem eines entwerfenden Architekten, der einen Bau im Rahmen der Ordnungssysteme zu planen hatte.

3.10 Innovationen

Im folgenden sollen die Innovationen im römischen Bauwesen zunächst zusammenfassend beschrieben und klassifiziert werden. Die Einteilung orientiert sich einfach daran, in welchem Umfang die einzelnen Entwicklungen im Bauwesen als Innovation angesehen werden können. Im einfachsten Fall handelt es sich um reine Übernahmen von anderen Kulturen, also um einfaches Kopieren bzw. Dinge, die nur für die Römer selbst neu waren. Davon trennen kann man Mischformen, bei denen Elemente des Eigenen und des Fremden kombiniert werden. Neu ist hier also nur die Kombination, nicht die Elemente, aus denen sie gebildet ist. Die dritte Kategorie sind die Transformationen, bei ebenfalls etwas übernommen wird, aber an eigene Vorstellungen oder Bedürfnisse angepasst wird, also Vorhandenes zumindest mit Elementen echter Innovation verbunden wird. Die letzte Kategorie bilden die reinen Innovationen, die für die Römer selbst und die Anderen vollkommen Neues darstellen.

Diese Einteilung soll natürlich verbunden sein mit der Frage nach den Impulsen, die die innovativen Entwicklungen bewirkt haben. Einige der Grundlinien, die man in dieser Hinsicht ausmachen kann, sollen hier kurz vorweggenommen werden. Die erste betrifft die Aneignung des Fremden. Hierzu ist bereits oben im Zusammenhang mit den griechischen Architekten das meiste gesagt worden. Rom hatte schon früh eine singuläre Machtstellung, die vieles erklärt. Die Römer konnten, kurz gesagt, übernehmen, was sie wollten, denn ihnen stand der Zugang zu fast allen Kulturen und Ressourcen zur Verfügung, die in der Mittelmeerwelt vorhanden waren. Auffällig ist dabei zunächst nur, in welchem Umfang die Römer davon Gebrauch machten, das heißt, wie weit sie bereit waren, Eigenes durch Fremdes zu substituieren. Keine der älteren Kulturen, die ebenfalls von einander gelernt haben, hat das in diesem Umfang getan. Die Griechen haben, cum grano salis, von den Ägyptern nur Bautechnik übernommen, nicht aber die Formenwelt. Das hellenistische Ägypten übernahm die fortgeschrittene griechische Architektur, ließ aber die eigenen Bautraditionen parallel weiter bestehen (vor allem im Tempelbau). Die Römer hingegen haben spätestens mit dem Beginn der Kaiserzeit ihre eigenen Architekturtraditionen gerade bei den ambitioniertesten Projek-

ten praktisch aufgegeben. Keines der Kaiserforen wurde in etruskisch-tuskanischer Ordnung erbaut. Dabei ist ein weiterer Punkt zu berücksichtigen. Die Bereitschaft der Römer, vieles von ihrem Eigenen aufzugeben, lag nicht zu letzt daran, dass das, was sie zunächst hatten, in gewissem Sinne gar nicht ihr Eigenes war. Es ist bezeichnend in dieser Hinsicht, dass Vitruv, wenn er von dem redet, was man zunächst als genuin römisch bezeichnen möchte, gerade nicht davon spricht, sondern den Begriff der *consuetudo italica* verwendet.[410] Bezeichnend im selben Sinne ist, dass er dort, wo man die Darstellung des römischen Tempels – immerhin einem der kultisch und gesellschaftlich wichtigsten Bauten früher Staaten – erwartet, den ‚tuskanischen' Tempel präsentiert. Selbst ein genuin römisches Gebälk findet man bei Vitruv nirgends.

Das Vordringen des Fremden hatte allerdings eine gewissermaßen natürliche Grenze. Je mehr die Römer übernahmen, umso näher rückte das Fremde ihnen gleichsam in ihre eigene Lebensweise hinein, die sie jedoch keineswegs aufgeben wollten. Das erklärt vor allem die Mischformen und Transformationen. Das römische Haus war, wie noch zu zeigen sein wird, auf die Lebensweise der (wohlhabenden) römischen Familie abgestimmt, und eben deshalb konnte es nicht einfach gegen das griechische Peristylhaus ausgetauscht werden.

Das wirklich Neue hingegen entstand nicht einfach aus den neuen Möglichkeiten, Kenntnissen und Ressourcen, sondern war in vieler Hinsicht der Tatsache geschuldet, dass Rom sich zu einem Staatswesen entwickelte, dessen Umfang und Strukturen unter den älteren Staatswesen kein Beispiel hatte. Kein früherer Staat hatte etwa vor der Aufgabe gestanden, seine Truppen von England nach Judäa verlegen zu müssen, und keine Staat hatte vor der Aufgabe gestanden, in seiner Hauptstadt für eine Million Einwohner Wohnraum und Versorgung organisieren zu müssen. Hinzukommt, dass die Römer ihre Machtstellung nicht nur ausbauen und sichern, sondern auch repräsentiert sehen wollten. Außerdem, und sicher nicht zuletzt, wollten sie von dieser Machtstellung auch in ihrem Alltag profitieren. Kein hellenistischer Herrscher hatte es sich zum Ziel gesetzt, für Tausende von Bürgern seiner Hauptstadt Bademöglichkeiten – oder vielleicht eher: eine ‚recreation area' – bereitzustellen. Ähnliches gilt für die Amphitheater, bei denen zigtausende Zuschauer aus nächster Nähe ohne Risiko Kämpfe der gefährlichsten Raubtiere beobachten konnten. Die politischen Wurzeln dieser Entwicklungen gehen auf das alte römische Patronagesystem zurück, nur dass der Kaiser als oberster Patron seinen Klienten, also aller römischen Bürgern, im Gegenzug für deren Loyalität nicht nur Sicherheit bot, sondern auch Möglichkeiten für ein wenigstens gelegentlich angenehmes und unterhaltsames Leben. Das galt zunächst natürlich für die Hauptstadt und das römische Kerngebiet, später aber auch für die von ihnen beherrschten Territorien, wie vor allem die enorme Zahl der von Hadrian initiierten Bauprojekte belegt. Es war eine politische Überlegung im Kontext der Sicherung der römischen Herrschaft, den Unterworfenen die Überlegenheit der *romanitas* vor Augen zu führen, und auch zu zeigen, dass das Leben unter römischer Hoheit erhebliche Vorteile bieten konnte.

Übernahmen

Unter dem, was die Römer von anderen Kulturen ohne größere Änderungen übernommen haben, nehmen die griechischen Säulenordnungen sicher die prominenteste Stellung ein. Da-

[410] Vitr. 5.11.1; 6.3.10; 6.7.7. Vitruv bezieht sich damit summarisch auf die Bautraditionen Mittelitaliens, die er von denen der Kelten im Norden und der Griechen im Süden absetzt. Vgl. dazu Spoleto 2004.

zu zählen neben den grundlegenden Typen von Säulen- und Gebälkformen auch Details wie die Schmuckbänder (Kymatien, Astragale, Mäander usw.), die später vor allem die Gebälke des 2. Jhs. n. Chr. überfrachten sollten. Der Begriff der ‚Ordnung' im Sinne einer festen Verkettung von Säulenschaft-, Kapitell- und Gebälkformen ist in diesem Kontext allerdings nur begrenzt zutreffend, denn die Römer kombinierten die Formen untereinander relativ frei. Das hat seinen Grund aber nicht in einem mangelnden Verständnis des Formenkanon auf Seiten der Römer, sondern entspricht den Tendenzen der seinerzeit aktuellen späthellenistischen Architektur, in der die Ordnungen ihre Verbindlichkeit bereits verloren hatten.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist zunächst, dass die ‚eigene', etruskische oder tuskanische Ordnung zwar nicht aufgegeben wird, aber erkennbar am unteren Ende der Hierarchie der Ordnungen rangiert. Sie fusionierte spätestens ab augusteischer Zeit mit der ebenfalls schon im hohen Hellenismus abgewerteten dorischen Ordnung zu einem System von Formen minderen Anspruchs, das eher für Zweckbauten verwendet wurde. Bei den Ursachen dafür überlagern sich ästhetische und pragmatische Motive: Das dorisch-tuskanische hatte nicht die Pracht der ionisch-korinthischen Ordnungen, und war damit auch erkennbar preiswerter herzustellen. Bemerkenswert ist des weiteren, dass die Römer mit der Übernahme der griechischen Säulenordnungen sich fremde Architekturformen in einem Umfang aneignen, wie das keine andere der großen antiken Kulturen vor ihnen getan hat. Eine Regionalmacht wie Ägypten baute in hellenistischer Zeit neben der ‚modernen' hellenistischen Architektur auch weiterhin Tempel der in pharaonischer Zeit entwickelten Typen, und selbst eine viel begrenztere Regionalarchitektur wie die Lykiens (im Bereich der türkischen Südküste) hielt an ihren eigenen Bauformen viel länger fest als die Römer.

Die Übernahme der griechischen Säulenordnungen ist, theoretisch gesehen, ein einfaches Kopieren. In der Praxis dürfte dieses Kopieren jedoch erhebliche Anforderungen an die Ausführenden gestellt haben, und zwar aus drei Gründen. Säulen und Gebälke etruskischer Tempel waren aus Holz. Steinmetzen hatten natürlich auch schon vorher in Rom gearbeitet, jedoch stellte – wie im Zusammenhang mit der Ausbildung schon angesprochen – das Bearbeiten von Hartgesteinen wie Marmor ganz andere Anforderungen an Werkzeuge und Technik als das Bearbeiten von relativ weichem Tuff oder Travertin. Zudem waren die komplexen griechischen Formen, wie insbesondere das korinthische Kapitell, eher Aufgaben Bildhauer als für Steinmetzen. Auch konzeptionell war das 'einfache Kopieren' nicht immer einfach, wie das schon erwähnte Beispiel des Tempel von Cori belegt.

Was die Römer übernahmen, ist nur zu einem geringen Teil als griechische ‚Klassik' einzustufen, und insofern handelt es sich auch nicht um irgendeine Form von Historismus. Die Römer waren vielmehr an der aktuellen späthellenistischen Architektur interessiert. So haben sie sehr wahrscheinlich von der Architektur des ptolemäischen Alexandria und seiner Einflussgebiete[411] das Konsolgeison, die verkröpften Gebälke und die Konchen[412] von dort übernommen. Zu diesem Komplex gehört sicherlich auch der sog. erste pompeianische Stil. Dieser sog. ‚Mauerstil' bezeichnet an Wänden von Räumen eine Sockelzone, bei der Quadermauerwerk in Putz oder Stuck imitiert wurde.[413] Das Vorbild solcher Wanddekorationen

[411] Der Einfluss der alexandrinischen Architektur lässt sich zwar nur sehr begrenzt an Ausgrabungen in Alexandria selbst nachvollziehen, da die Stadt modern überbaut ist. Wichtige Hinweise gibt aber die Architektur der Cyrenaika im heutigen Lybien, die direkt von Alexandria beeinflusst gewesen sein dürfte; vgl. dazu Pesce 1950; speziell zum Konsolgeison Hesberg 1981.

[412] Konchen, griechisch „Muschel", lateinisch *concha*, bezeichnet eine im Grundriss runde Nische in Wänden, mit halbkuppelförmigem oberem Abschluss, der oft mit in Stuck ausgeführter Kassettierung ausgestaltet war.

[413] Zu den pompeianischen Stilen grundlegend: Mau 1882; speziell zum ‚Mauerstil' Laidlaw 1985.

war die Verkleidung von Mauern in Inkrustationstechnik, d. h. das Verblenden mit Platten aus wertvollem, farbigen Gesteinen. Alle diese Elemente stehen für den Luxus, der sich in den Nachfolgestaaten des Alexanderreiches mit ihren enormen Ressourcen entwickelt hatte, im griechischen Mutterland hingegen kaum finanzierbar war. An eben diesem Luxus waren vor allem die Mitglieder der spätrepublikanischen Oberschicht Roms, die durch die römischen Eroberungen teilweise zu kolossalem Reichtum gelangt waren, beim Bau ihrer Privathäuser interessiert.

Im Gegensatz zu den Architekturformen kopierten die Römer nur sehr selten komplette Gebäudetypen, sondern modifizierten die Typen, an denen sie Interesse hatten. Eine Ausnahme davon ist der Rundtempel, den die Römer schon am Ende des 2. Jhs. v. Chr. übernahmen (in Rom auf dem Forum Boarium). Sei Vorbild war die griechische Tholos. Im Bereich der Bautechnik übernahmen die Römer vor allem den Keilsteinbogen (ausführlich dazu unten), sowie die Technik der Herstellung von hydraulischem Mörtel für Zisternen und Wasserleitungen durch Beimischung von Ziegelmehl und Ziegelsplitt (sog. Cocciopesto bzw. *opus signinum*, phönizisch[414] oder etruskisch[415]). Cocciopesto wurde ab spätrepublikanischer Zeit auch im Wohnbereich von Häusern als hochwertiger Estrich verwendet.

Mischformen

Häufig kombinierten die Römer Elemente aus der eigenen Architektur mit Elementen fremder Architekturen. Der Grund, das fremde Vorbild nicht vollständig zu übernehmen, liegt praktisch nie nachweisbar darin, dass es am know-how dafür gefehlt hätte, und auch nicht darin, dass spezielle Materialien nicht verfügbar gewesen wären. Man kann hier einen gewissen Konservatismus der Bauherren annehmen, ein Traditionsbewusstsein, oder auch, dass sich bestimmte Elemente der heimischen Bauweise im Sinne der Ansprüche und Bedürfnisse einfach bewährt hatten.

Ein typisches Beispiel für ein hybrides Entwurfsmuster – mit erheblichen Freiheitsgraden – ist der ‚römische' Tempel der späten Republik und der Kaiserzeit[416], der Komponenten der etruskischen und der griechischen Bautradition miteinander verband. Von den Etruskern übernahmen die Römer den Unterbau des Tempels in Form eines Podiums mit vorgelagerter Freitreppe anstelle des umlaufenden Stufenbaus der Griechen (Krepis). Auch bei den Grundrissformen wurden etruskische Elemente beibehalten. Dazu gehört, dass häufig anstelle der an allen vier Seiten umlaufenden Säulenstellung des griechischen Peripteros die Römer an der Rückseite eine durchgehende Wand platzieren, die die dann dreiseitige Säulenstellung abschloß (sog. *sine postico*). Zur etruskischen Grundrisstradition zählt weiter, dass – bei Tempeln für mehrere Götter – die maximal drei Kulträume (Cellen) nebeneinander angeordnet wurden, während sie bei den Griechen normalerweise[417] hintereinander angeordnet waren, was bei einer abschließenden Rückwand keinen eigenen Zugang für die hintere Cella zugelassen hätte. Auch einige Details des Aufrisses gehörten zur etruskischen Tradition, die man oft – aber nicht immer – findet, etwa der etwas spitzere Winkel des Satteldachs, oder

[414] Cocciopesto findet man früh im westlichen Teil Siziliens, in Selinunt und Solunt, d. h. von Griechen gegründeten Städten, die lange Zeit unter punischer Herrschaft standen.

[415] Cocciopesto wurde bereits in archaischer Zeit von den Etruskern zur Abdichtung von Wasserkanälen verwendet, vgl. Ravelli und Howarth 1984.

[416] Stamper 2005.

[417] Das Nebeneinander zweier Kulträume ist vereinzelt auch in Griechenland anzutreffen, etwa bei den Tempeln auf dem sog. Dörpfeld-Fundament auf der Athener Akropolis.

die Flaschenform der Entasis, bei der der maximale Säulendurchmesser nicht am Fuß des Schaftes liegt, sondern unterhalb der halben Höhe der Säule. Trotz aller dieser etruskischen Elemente des Entwurfs wird das Erscheinungsbild der Bauten von griechischen Formen dominiert, denn für die Säulenstellungen einschließlich der Gebälke verwenden die Römer ab der späten Republik an Tempeln nahezu ausschließlich griechische Architekturformen, und zwar meist die korinthische Ordnung.

Ein weiteres Beispiel desselben Typs sind die luxuriösen Privathäuser, wie man sie vor allem aus den Vesuvstädten kennt. Sie entsprechen nicht einfach dem zeitgenössischen hellenistischen Typ des Peristylhauses. Vielmehr wurde das traditionelle etruskisch-römische Atriumhaus[418] um ein Peristyl erweitert, das häufig eine kleine Ziergartenanlage mit einem Säulenumgang einfasste. Eine einfache Übernahme des Peristylhauses dürfte für die Römer schon deshalb nicht infrage gekommen sein, weil das Atriumhaus auf die gesellschaftlichen und rituellen Konventionen der römischen Oberschicht abgestimmt war, indem etwa bestimmte Hausbereiche für den täglichen Empfang der Klienten durch den Inhaber bzw. Patron reserviert waren, andere für die Verehrung der Vorfahren, und ähnliches.

Hybride findet man auch im Bereich der Architekturformen. Besonders prägnant in dieser Hinsicht ist das sog. Kompositkapitell, bei dem der untere Teil des korinthischen Kapitells, ein Kelch aus Blattranken (Kalathos) mit den dem oberen Teil des ionischen Kapitells, den Voluten und dem flachen Abakus, kombiniert wurde.[419]

Weiterentwicklungen und Transformationen

Es gibt eine ganze Reihe von römischen Gebäudetypen, bei denen deutlich der Einfluss der hellenistischen Architektur spürbar ist, aber ohne dass – wie bei den Mischtypen – römische und hellenistische Elemente einfach miteinander verbunden worden wären. Die hellenistische Interpretation bestimmter Bauaufgaben fungiert hier gleichsam als Anstoß, eigene Typen (weiter) zu entwickeln, wobei bestimmte hellenistische Elemente aufgenommen und integriert werden.

Ein Beispiel dafür ist das römische Forum.[420] Als gewachsenes administratives und merkantiles Zentrum existierte es bei den Römern gleichsam schon immer, denn der ‚Urtyp', das Forum Romanum, stammt aus einer Zeit, in der die Römer noch gar keine Kontakte mit dem hellenistischen Osten hatten. Anregungen haben die Römer später aufgenommen, vor allem aus den spätklassischen und hellenistischen Stadtanlagen, bei denen die Agora planvoll in das orthogonale Straßenraster integriert war[421] Die geordnete Verbindung von Platz und Straßen war allerdings ein Planungsgedanke, den die Römer schon von ihren Militärlagern her kannten, wo die Hauptgebäude (*principia*) auch am Schnittpunkt der Hauptstraßen errichtet wurde. Hinzukam aus dem Osten die vollständige Einfassung des Platzes mit offenen Säulenhallen, in deren Rückseite häufig Ladenzeilen integriert wurden. Das römische

[418] Das Atriumhaus ist bisher frühestens im 4. Jh. v. Chr. nachweisbar, und zwar in Etrurien wie auch in Rom. Allein aufgrund von Baubefunden wäre es daher nicht eindeutig zu sagen, ob es sich um einen etruskischen oder einen römischen Haustyp handelt; s. auch Barton 1996. Die Römer selbst schrieben das Peristylhaus aber den Etruskern zu, so Varro (LL 5.161.5) und auch Sextus Pompeius Festus (Paul. Fest. 12.18ff.).

[419] Kompositkapitelle finden sich zuerst in flavischer Zeit (letztes Drittel des 1. Jhs. n. Chr.). Der Typus wurde noch in frühbyzantinischer Zeit.verwendet.

[420] Drerup 1976: Gros 1990.

[421] Die Integration der Agora in ein rechtwinkliges Straßenraster gilt als Konzept, das Hippodamos von Milet bei der Anlage des Piräus – des Kriegs- und Handelshafens von Athen – im ersten Viertel des 5. Jhs. v. Chr. erstmals entwickelt und verwirklicht hat; vgl. Hoepfner und Schwandner 1994.

Forum bleibt aber eine eigenständige Entwicklung durch den Einschluss der genuin römischen Basilika,[422] den Tempeltyp (Podiumstempel als Capitol oder Jupitertempel) und anderes. Die Römer haben solche Platzanlagen immer an örtlichen Gegebenheiten, Traditionen oder Vorbebauungen ausgerichtet, und niemals im strikten Sinne typisiert.

Ein anderes Beispiel für ein komplexes Konzept, das ebenfalls deutlich hellenistischen Einfluss offenbart, ist das Terrassenheiligtum. Die Römer nahmen hier, ohne Zweifel in Kenntnis der entsprechenden Anlagen des Ostens (Asklepiosheiligtum auf Kos, Heiligtum der Athena Lindia auf Rhodos), den Planungsgedanken auf, nicht nur die Platzierung der Gebäude in eine Gesamtplanung zu integrieren, sondern die gesamte Anlage auf die Lage des Ortes an einem Hang oder auf einer Bergkuppe abzustimmen. Die Bauten wurden sozusagen auf das Panorama ausgerichtet, das der Ort schon von Natur aus vorgab. Die prominentesten Beispiele für solche Anlagen, das Heiligtum der Hercules Victor in Tibur (Tivoli) und das Heiligtum der Fortuna Primigenia in Praeneste, sind in diesem Kontext vor allem von Bedeutung, weil die Römer hier nicht nur eine eigene Interpretation dieses Typs von Heiligtumsanlage vorlegten, sondern dabei auf ihre eigene Bautechnik zurückgriffen, die ihnen Gestaltungsmöglichkeiten bot, die im griechischen Osten nicht gegeben waren: Die Römer legten ihre Terrassen nicht nur durch Anschüttungen und Planierungsarbeiten an, sondern durch den Bau großer Substruktionen in Keilstein- oder Betontechnik, die die Terrassen trugen und vergrößerten.

Dasselbe gilt auch für das römische Theater. Die Römer griffen hier einerseits noch weit stärker auf griechische Vorbilder zurück, die sie modifizierten, indem sie etwa den Zuschauerraum auf einen Halbkreis reduzierten, der bei den griechischen Theatern größer als 180° war. Andererseits und vor allem aber konnten die Römer mit Hilfe ihrer Bautechnik große Theater auch freistehend errichten, während die griechischen Theater für den Zuschauerbereich stets in einen natürlichen Hang nutzten. Die die Sitzreihen für die Zuschauer tragende, massive Konstruktion aus Bogen und Gewölben erreichte dabei häufig Dimensionen, die deutlich über das hinausgingen, was im Osten technisch – und wohl auch finanziell – möglich war. Jedenfalls waren dort freistehende Zuschauertribünen, wenn nicht ohnehin aus Holz, durch einfache Erdanschüttungen realisiert worden. Ähnliches ergibt sich, wenn man den römischen Circus mit dem griechischen Stadion vergleicht.

Neuentwicklungen (Innovationen im engeren Sinne)

Die Römer entwickeln aus ganz unterschiedlichen Gründen Gebäudetypen, die zuvor in der Antike unbekannt waren. Auch deren architekturgeschichtliche Bedeutung unterscheidet sich stark: Einige blieben an die römische Lebensweise gebunden, und gingen gemeinsam mit ihr unter, andere haben großen Einfluss auf die nachantiken Epochen gehabt.

Zu den neuen Gebäudetypen, die eng mit der römischen Kultur verbunden waren, und daher weder Vorläufer noch Nachfolger haben, gehört das Amphitheater:[423] Das sog. Gladiatorenspiel (*munus gladiatorum*) und die Tierhetzen (*venationes*) gehörten zur römischen Tradition, die zunächst in temporär errichteten Bauten aus Holz stattfanden. Die älteste Arena dieses Typs aus Stein ist das Amphitheater in Pompeji. Im Zusammenhang mit der Brandgefahr der alten Holzbauten entstand in Rom unter Augustus der Plan, auch in Rom selbst

[422] Zur Basilika s. den folgenden Abschnitt.
[423] Golvin 1988; Henze und Hönle 1981; Welch 2007.

einen permanenten Bauten aus Stein zu errichten,[424] doch wurde der erste – und für das übrige Imperium vorbildhafte – solche Bau, das Kolosseum, erst 80 n. Chr. unter Vespasian fertiggestellt. Über zweihundert bekannte Anlagen vor allem aus dem 2. Jh. n. Chr. bezeugen den Erfolg des Typus, obwohl er im Osten, der eigene Traditionen der Athletenspiele hatte, kaum aufgegriffen wurde. Trotz des aus dem griechischen abgeleiteten Namens (‚Doppeltheater') aufgrund der Kombination zweiter Halbkreise für die Zuschauerränge ist der Gebäudetyp mit seinem ovalen Grundriss, seinen freistehenden Rängen und den verschiedenen technischen Einbauten rein römisch.

An Rom gebunden bleiben auch die großen überirdischen Wasserleitungssysteme, die gemeinsam mit den Thermen, die sie unter anderem mit Wasser versorgen, in nachantiker Zeit aufgegeben wurden. Eine der Hauptursachen hierfür ist sicherlich, dass die enormen Ressourcen, die solche Anlagen erforderten, schon in der Spätantike, und erst recht in den folgenden Jahrhunderten der Völkerwanderungszeit, vor keiner Stadt mehr aufgebracht werden konnten. Zu den Architekturinnovationen der Römer, die in nachantiker Zeit keine Verwendung mehr finden konnten, gehört schließlich das mehrgeschossige Mietshaus mit Mauern aus Backstein. Wegen des enormen Zustroms an Einwohnern und wegen der Brandgefahr bei der älteren Fachwerk-Lehmziegelbauweise in Rom entwickelt, fand es schon in römischer Zeit jenseits der unmittelbaren Umgebung der Stadt (Ostia) kaum Verbreitung. So auffällig die äußere Ähnlichkeit zu großen städtischen Wohnbauten weit späterer Epochen ist, kann trotzdem von einer Tradierung des Typs nicht gesprochen werden, da es in Rom nicht – wie später – aus Vollziegelmauern, sondern in caementitium Bauweise gebaut wurde.

Einen vollkommen anderen Stellenwert innerhalb der Baugeschichte hat die römische Basilica. Auch hier ist bisher, trotz der ebenfalls griechischen Bezeichnung (basilike [stoa] = königliche Halle), von einer rein römischen Entwicklung auszugehen, auch wenn von der Baukonstruktion her (Stütze-Gebälk-System) die frühen Basiliken Gemeinsamkeiten mit den griechischen Stoen haben. Für Rom selbst kennt man mindestens drei solcher Hallenbauten, die meist als Markt- und Gerichtshallen genutzt wurden, und schon mittelrepublikanischer Zeit errichtet worden sind: die Basilica Porcia von 185 v. Chr., die Basilica Aemilia von 179 v. Chr., und die Basilica Sempronia von 169 v. Chr., alle benannt mit dem Familiennamen der Zensoren, die ihre Errichtung initiiert hatten. Leider ist von der originalen Architektur dieser Hallen nahezu nichts erhalten.[425] Eine Münzdarstellung, die in das Jahr 61 v. Chr. datiert ist (also in die Zeit vor dem augusteischen Neuaufbau nach Brand), zeigt eine zweigeschossige Säulenfassade, wie man sie von einigen hellenistischen Stoen des Ostens kennt. Architektonisch besser bekannt ist die Stoa am Forum von Pompeji (um 120 v. Chr.) .[426] Der Bau ist eine geschlossene Halle mit einer innen an allen vier Seiten umlaufenden Säulenstellung, also vom Typus her eine Art monumentales, überdachtes Peristyl. Griechische Stoen waren hingegen immer mindestens nach einer Seite offene Hallenbauten. Die für die Baugeschichte folgenreiche Umformung des alten Bauweise der Hallen fand erst in der Kaiserzeit statt, wofür exemplarisch die Basilica des Maxentius steht: ein dreischiffiger Hallenbau mit einer Apsis an einer Schmalseite und einem überhöhtem Mittelschiff, in dessen oberen Bereich Fenster zur direkten Belichtung des Mittelschiffs eingefügt wa-

[424] Suet. Vesp. 9.
[425] Eine Ausnahme davon ist die Basilica Aemilia; allerdings ist die Zuordnung der Bauglieder zu den verschiedenen Bauphasen bzw. Restaurierungen nicht mit Sicherheit möglich.
[426] Ohr und Rasch 1991.

ren.[427] Dieser Typus ist durch die spät- und nachantiken Kirchenbauten über Jahrhunderte von Bedeutung geblieben.

Zu den bautechnischen Innovationen der Römer zählt in erster Linie das Ziegelmauerwerk und die Verwendung von Beton zum Mauer- und Gewölbebau. Mit letzterem direkt zusammen hängen die verschiedenen Formen der Konstruktion von Mauerschalen, die – mit Ausnahme des *opus incertum* und des *opus quadratum* – alle von den Römern entwickelt worden sind. Auf die Bedeutung dieser bautechnischen Innovationen soll im Folgenden ausführlich eingegangen werden.

3.10.1 Arbeitsökonomie und Produktivitätssteigerungen

Die Bauweise der Römer, d. h. die Bautechnik und die Bauorganisation, führte zu einer erheblichen Steigerung der Produktivität gegenüber der älteren griechisch-hellenistischen Bauweise. Zu diesem Zugewinn an Effizienz trugen Innovationen in sehr unterschiedlichen Bereichen des Bauwesens bei, die ihrerseits mit sehr unterschiedlicher Zielsetzung entwickelt worden sind. Erst in der Summe führten sie zu:

1. einer Reduktion des Arbeitsaufwandes,
2. einer Reduktion des Anteils qualifizierter Arbeit, und
3. einer Effektivierung der gesamten Materialwirtschaft einschließlich der Logistik.

Ablesbar waren die Ergebnisse der verschiedenen Neuerungen an, gemessen am Bauvolumen, beeindruckend kurzen Bauzeiten. So konnten in der Kaiserzeit komplexe Anlagen wie Foren, Thermen und Paläste in sehr großem Maßstab – mit Seitenlängen von 200 bis über 300 m – in wenigen Jahren fertiggestellt werden:

1. die Traiansthermen in 5 Jahren (104 bis 109 n. Chr.)
2. das Traiansforum in 7 Jahren (106/7 – 113 n. Chr.)
3. die Caracallathermen in 10 Jahre (206-216 n. Chr.)
4. die Diokletiansthermen in 8 Jahre (298 – 306 n. Chr.)
5. der Diokletianspalast in 10 Jahre (295 bis 305 n. Chr.)

Die Griechen brauchten – unter günstigen Bedingungen – vergleichbare Bauzeiten für die Errichtung eines einzelnen Tempelbaus mittlerer Größe, wie etwa für den Zeustempel in Olympia (16 Jahre, 472–456 v. Chr.) oder für den Parthenon in Athen (9 Jahre, 447–438 v. Chr.). Deutlich größere Projekte konnten häufig gar nicht fertiggestellt werden, wie der Apollontempel auf Naxos, der Apollontempel von Didyma, der zweite Heratempel auf Samos, die Olympieia in Athen und Akragas und sog. Tempel G in Selinunt. Großprojekte der Römer, die unvollendet aufgegeben wurden, wie das Jupiterheiligtum in Baalbek, sind demgegenüber sehr selten.

Zweifellos haben diese Unterschiede bei den Bauzeiten mit den weit größeren finanziellen und materiellen Ressourcen auf Seiten der Römer sowie finanziellen und politischen Problemen bei den Griechen zu tun. Die Tatsache jedoch, dass es selbst dem römischen Kaiser Hadrian mit seinen Möglichkeiten nicht gelang, das Didymaion fertigzustellen, weist aber schon darauf hin, dass die Ursachen nicht allein bei den finanziellen Mitteln und ähnlichen Faktoren zu suchen sind. Zu den Faktoren, die die Bauzeiten wirksam reduzierten,

[427] Zur Maxentiusbasilica s. oben S. 354.

zählen einerseits bestimmte Reorganisationsmaßnahmen innerhalb des Bauwesens, die dauerhaft institutionalisiert wurden, um Abläufe zu beschleunigen und Friktionen zu vermeiden. Instrument dafür war vor allem die Zentralisierung der Bewirtschaftung und Steuerung der Marmorbrüche durch die *ratio marmorum* (vgl. Abschnitt 3.4.4). Zu den Faktoren zählen zum anderen bestimmte Aspekte in der Entwicklung der Bautechnik, und zwar sowohl bei beim Bauen in caementition Bauweise wie bei reiner Ziegelbauweise. Während die Reorganisationsmaßnahmen direkt auf die Beschleunigung von Bauprozessen zielten, waren die entsprechenden Effekte der Bautechnik kein primäres Ziel bei der Entwicklung dieser Techniken. Sie wurden aus anderen Gründen eingeführt und entwickelt, trugen also indirekt, aber wirksam zur Erhöhung der Produktivität des Bauwesens bei.

Faktoren beider Ebenen wirkten zusammen bei der Entkoppelung von Materialproduktion und Bauprozess. Während im griechischen Werksteinbau die Quader, Steinbalken und Säulentrommeln im Steinbruch erst gebrochen werden konnten, wenn die entsprechenden Bestellmaße vorlagen, also ein konkretes, durchgeplantes Projekt vorher entwickelt worden war, ließen sich die formlosen Materialien des caementitiums wie Kalk, Bruchstein und Puzzolana auf Vorrat produzieren, und anschließend flexibel, also für die unterschiedlichsten Projekte verwenden. Ähnliches gilt für die Ziegel, die zwar kein formloses Material waren, aber durch die Normierung auf nur drei Größenklassen problemlos vorproduziert und gelagert werden konnten. Die Standardisierung der Ziegelmaße war erstaunlicherweise schon zur Zeit von Vitruv etabliert, also zu einer Zeit, als der Ziegel noch gar kein massenhaft verwendetes Baumaterial war. Dass die Römer diese Formate konsequent beibehalten haben, scheint wegen der evidenten praktischen Vorteile aus heutiger Sicht keiner weiteren Begründung zu bedürfen. In der Antike war das aber nicht so, denn die einheitliche Standardisierung der Ziegelmaße ist letztlich an politische Voraussetzungen gebunden, wie man leicht an den Folgen der griechischen Partikularismus erkennt, der dort selbst die Durchsetzung einheitliche Längenmaße verhinderte.

Die Entkoppelung von Produktion und Verwendung bei Marmorbauteilen war hingegen nicht ohne weiteres möglich. Die entscheidende Neuerung war hier die Standardisierung: vor allem Säulentrommeln und Gebälke wurden offenbar, wie schon die Ziegel, in Größenklassen eingeteilt, und konnten dadurch ebenfalls auf Vorrat produziert werden. Die Römer waren in dieser Hinsicht ausgesprochen konsequent: Selbst an einem so bedeutenden Bau wie dem Pantheon in Rom wurden für die Vorhalle Säulenschäfte aus Granit mit ‚Normlänge' verwendet (40 Fuß).[428]) Und sogar die Ornamentik marmorner Bauglieder wurde mindestens phasenweise standardisiert, so dass vor allem aus Kleinasien Bauglieder und Sarkophage aus Marmor als Halbzeuge bezogen werden konnten.[429] Das bedeutete wiederum, dass man auf der Baustelle selbst auf fachkompetente Steinmetzen, die mit den spezifischen Eigenschaften des Materials vertraut waren, zumindest weitgehend verzichten konnte. Teilweise wurden diese spezialisierten Handwerker auch für größere Projekte von den Steinbrüchen gleichsam ‚auf Montage' abgeordnet. Die Standardisierung ermöglichte zudem eine Verkürzung der Transportzeiten, da das Material für Zentren wie Rom auf Stapelplätzen in der Nähe zwischengelagert werden konnte. Dadurch wurden zugleich die Bestellzeiten wirksam verkürzt, denn allein eine Bestellung mit Maßen und Stückzahlen von Rom nach Kleinasien zu übermitteln hätte in antiker Zeit Wochen gedauert.

[428] J. B. Ward-Perkins 1988, 174.
[429] Long 2012.

Diese Entkoppelung von Herstellungs- und Bauprozess auch geformter Materialien ist an gewisse Voraussetzungen gebunden: Standardisierung ist nur dann effizient, wenn sie einheitlich Geltung hat, und mit einer effektiven Steuerung des Materialflusses verbunden ist. Dies durchzusetzen war praktisch nur einer zentralen staatlichen Behörde möglich, die die Römer auch etablierten. In diesem Punkt waren die Römer offensichtlich aber nicht dogmatisch. Während beim Marmor die *ratio marmorum* die Steuerung selbst übernahm, verblieb die Ziegelproduktion lange Zeit bei einer größeren Anzahl privater Unternehmen. Eine gewisse Zentralisierung und zunehmende staatliche Steuerung fand aber auch hier im 3. Jh. n. Chr. statt, indem die Ziegelproduktion zunehmend von den Legionen übernommen wurde.

Zur Entkoppelung von Materialproduktion und Bauprozess tritt als weiterer Faktor die höhere Effizienz der römischen Bautechnik auf der Baustelle hinzu. Das Bauen von Mauern mit caementitium war – anders als das mit Lehmziegeln oder in griechischer Emplektron-Technik – keine technische Beschränkung der Möglichkeiten gegenüber dem älteren Bau mit Naturstein, denn die Druckfestigkeit des römischen Betons lag im Bereich harter Gesteine. Bei reiner Ziegelbauweise war sie geringer, was aber durch größere Mauerstärken annähernd ausgeglichen werden konnte. Die römischen Bauweisen hatten in diesem Sinne keine limitierenden Nachteile, im Sinne der Effizienz aber große Vorteile: Die Endbearbeitung der Quaderflächen auf der Baustelle, also jedes einzelnen Steins vor seinem Versatz, und auf den Sichtflächen nach dem Versatz, konnte ersatzlos entfallen. Dasselbe galt für die Vertikal- und Horizontalverbindungen der Quader, also die von einem Schmied aus Eisen herzustellenden Dübel und Klammern, die Ausarbeitung der Bettungen in den Quadern, in die diese eingesetzt wurden, und das Verbleien der Eisenteile zum Schutz vor Korrosion. Damit war die Baustelle zugleich in sehr viel geringerem Maße auf Fachkräfte angewiesen, denn anders als die Zurichtung der Werksteine erforderte das Mischen des Mörtels und das Vermauern der Ziegel keine bzw. nur geringe Qualifikationen. Römischen Bauleiter konnten also flexibel ihren Bedarf an Arbeitskräften auf den allgemeinen lokalen Arbeitsmärkten decken. Man hat daher auch mit sehr wenig ‚festangestellten' Baufacharbeitern in entsprechenden Unternehmen zu rechnen. Zur höheren Produktivität im Sinne der Kostenökonomie gehört weiterhin die im Vergleich zur griechischen Bauweise relativ sparsame Verwendung teurer Materialien: Die Römer haben, soweit erkennbar, von Anfang an darauf verzichtet, Mauern aus massiven Marmorblöcken zu bauen. Stattdessen wurden Wände mit vergleichsweise dünnen Marmorplatten verblendet, um die Optik der Marmorarchitektur beizubehalten. Diese Inkrustationstechnik ist keine römische Erfindung, sondern vereinzelt wohl schon in spätklassischer Zeit angewandt worden[430] In diesen Kontext gehört wahrscheinlich eine der ganz wenigen Werkzeuginnovationen der Römer, denn die Herstellung von sehr dünnen Inkrustationsplatten ist ohne Säge kaum machbar.[431] Für Rom sind mit Wasserkraft angetriebene Steinsägen in jüngerer Zeit nachgewiesen worden.[432]

[430] So an dem aus Lehmziegeln erbauten Palast des karischen Königs Maussolos, cf. Plin. n. h. 36,47. Plinius nennt hier den Palast des Königs als erstes (ihm bekanntes) Bauwerk mit Marmorinkrustationen, für die Marmorblöcke mit der Steinsäge in zu Platten zerschnitten wurden. Vitruv (2.8.10), auf den sich Plinius ausdrücklich bezieht, spricht allerdings nicht von gesägten Marmorplatten, sondern von Verputz, womit er einen Putz aus Kalk und Marmormehl gemeint haben könnte, der anschließend geschliffen worden sein dürfte („Sie sind so glatt verputzt, daß sie die Durchsichtigkeit von Glas zu haben scheinen"). Zu römischen Inkrustationen vgl. Bitterer 2013.

[431] Die Steinsäge war bereits in augusteischer Zeit bekannt; Vitruv erwähnt eine Säge mit gezahntem Blatt für das Schneiden weicher Tuffe, Vitr. 2.7.2.

[432] Grewe 2009.

Die hier angesprochenen Entwicklungen werfen die Frage auf, ob zu den Innovationen der Römer nicht nur neue Gebäudetypen und Bautechniken zu zählen sind, sondern auch ein Konzept von Rationalisierung des Bauwesens. De facto lassen sich viele Elemente finden, die zu einem solchen Konzept gehören würden: Die Arbeitsorganisation erscheint, wenn man sie der älteren griechischen Bauweise gegenüberstellt, als eine Taylorisierung der Arbeit, denn an die Stelle der bei den Griechen dominierenden Steinmetzen als hochqualifizierte Arbeitskräfte tritt bei den Römern eine Kette von jeweils einfachen Tätigkeiten, die vom Ziegelstreicher bis zum Betonierer reicht. Die Bautechnik der Römer ist im Sinne der Kostenökonomie zweifelsfrei überlegen, aber nicht weniger leistungsfähig, und darüberhinaus gleichermaßen einheitlich und flexibel anwendbar: vom Fundament über die Mauern bis hin zu den Gewölbedecken konnte alles mit der gleichen Bautechnik realisiert werden. Die Kombination von zentralisierter Steuerung des Materialflusses und Standardisierung von Bauteilen entspricht durchaus modernen Strategien zur Rationalisierung von Produktionsabläufen. Der einzige wichtige Punkt moderner Ansätze, der sich in Rom nicht aufzeigen lässt, ist die Substitution von Arbeit durch Maschinen, wofür man aus der Antike aber auch in anderen Wirtschaftsbereichen kaum Beispiele findet.[433]

Die genannten Elemente der römischen Bauweise haben auch zu Ergebnissen im Sinne einer Rationalisierung geführt, denn die eingangs angeführten Beispiele für enorm kurze Bauzeiten veranschaulichen ja einen deutlichen Fortschritt bei der Produktivität. Trotzdem wäre es aus mehreren Gründen unangemessen, bei den Römern von einer Rationalisierung des Bauwesens im modernen Sinne zu sprechen. Zum einen handelt es sich eindeutig nicht um ein einheitliches Konzept mit der Ökonomisierung des Bauens als übergeordneter, leitender Zielsetzung. Der Vorstellung von Gewinnmaximierung steht bereits unmittelbar entgegen, dass die großen Bauprojekte in der Kaiserzeit meist ja nicht von privaten, auf Gewinn ausgerichteten Unternehmen realisiert wurden. Die Kaiser, die die Projekte initiierten und finanzierten, verkauften ihre Bauten nicht, so dass für sie per se kein Gewinn anfallen konnte, der zu maximieren gewesen wäre. Ihnen ging es um den Prestigewert ihrer Bauten, womit gleichsam die Legitimation ihrer Herrschaft maximiert werden sollte. Man kann an Einzelfragen sogar zeigen, dass beides – Prestigegewinn und Kostenökonomie – im Widerspruch zu einander stand: die Kaiser verbauten häufig auch bei großen Säulen monolithe Säulenschäfte, die wegen der Transportprobleme wesentlich teurer gewesen sein müssen als die bei den Griechen übliche Zusammensetzung der Schäfte aus einzelnen Trommeln. Es gab zudem explizite Äußerungen, die in dieselbe Richtung weisen. So hat der der Kaiser Vespasian einen, im Detail leider unbekannten Vorschlag eines Ingenieurs zum effizienteren Transport von Säulenschaften mit der Begründung abgelehnt. „Du musst mir erlauben, auch den Mann aus dem Volk sein Brot verdienen zu lassen“.[434] Den gleichen Gedanken – Bauprojekte als Arbeitsbeschaffung für die Bevölkerung – findet man im 2. Jh. n. Chr. auch bei Plutarch, nur rückprojeziert auf das perikleische Bauprogramm im Athen des 5. Jhs. v. Chr.[435]

Der Tatsache, dass Kostenökonomie keine übergeordnetes Ziel war, entspricht auch, dass die einzelnen Faktoren, die oben im Sinne der Produktivitätssteigerung angeführt worden sind, mit jeweils unterschiedlichen bzw. eigenen Begründungen eingeführt worden sind: das caementitium ist offensichtlich als Mittel zur Steigerung der Festigkeit und Dauerhalt-

[433] Rosumek 1982.
[434] Vespasion hat die Vorteile der vorgeschlagenen Verfahrensweise sicherlich erkannt, denn er honorierte den Vorschlag, obwohl er ihn nicht aufgriff; Suet. Vesp. 18.
[435] Plut. Per. 10.

barkeit von zweischaligen Mauerwerk eingeführt worden, der Ziegel in Rom als Mittel zur Verbesserung des Brandschutzes, die Standardisierung und zentrale Steuerung der Produktion von Marmorbaugliedern zur Vermeidung von Stillständen bzw. zur Verkürzung von Bauzeiten.

Auch wenn für die Römer ‚Rationalisierung' kein einheitliches Konzept war, so kann man gleichwohl fragen, ob bei den einzelnen Faktoren die Römer von anderen gelernt haben, und ob möglicherweise später die Ökonomie des römischen Bauens als solche erkannt und fortgeführt worden ist. In ersterem Sinne kann man anführen, dass die Verstaatlichung und zentrale Steuerung vor allem von Produktion und Transport wertvoller Gesteine keine römische Neuerung war: Sie wurde seit ewigen Zeiten im pharaonischen Ägypten praktiziert. Sie gehört damit aber nicht zu den Konzepten, die die Römer der hellenistischen Staatenwelt entlehnt haben, denn das griechisch-ptolemäische Ägypten hatte die zentrale Steuerung nur aus dem pharaonischen Ägypten übernommen und fortgeführt. Zudem gab es unter den hellenistischen Staaten kein auch nur ansatzweise ähnlich stark zentralisiertes politisches System wie das des alten Ägypten, was die Voraussetzung für die strikte Zentralisierung war. Aus eben diesem Grund konnte sie in nachantiker Zeit auch nicht fortgesetzt werden. Zudem bestand in dieser Zeit auch kein entsprechender Bedarf mehr: es war viel einfacher und kostengünstiger, die zahllosen aufgelassenen Monumente des römischen Imperiums zu plündern. Das opus caementitium konnte sich schon im römischen Imperium selbst nicht universell durchsetzen, weil es an die Verfügbarkeit der Puzzolanerde gebunden blieb. Nur der Ziegelstein mit seinen evidenten Vorzügen als Standard-Baumaterial hat sich auf Dauer – bis in die jüngste Zeit – breit durchgesetzt.

3.10.2 Das Opus Caementitium und der Gewölbebau

Unter neueren Architekturhistorikern bezeichnet das Stichwort *opus caementicium* die bedeutendste Neuerung der Baugeschichte, die mit den römischen Architekten verbunden wird. Gesprochen wird heute, wie schon kurz angesprochen, von der „concrete revolution", der „roman architectural revolution", dem „triumph of concrete" und in ähnlichen Formulierungen.[436] Etwas früher hat John Ward-Perkins das opus caementicium als das „Zentralthema der späten kaiserzeitlichen Architektur" und als „größten Einzelbeitrag Roms zu Geschichte der europäischen Architektur" eingestuft, und auch Friederich Rakob hat sich früh damit beschäftigt.[437]

Alle diese Formulierungen meinen natürlich mehr, als sie sagen, denn niemand hätte sie verwendet, wenn es nur darum gegangen wäre, dass die Römer ihre Mauerschalen mit einer sehr harten Gussmasse gefüllt haben, was – nebenbei bemerkt – fast genau das ist, was die Römer die ersten rund zweihundert Jahre mit ihrem Beton im Wesentlichen gemacht haben. Gemeint ist natürlich immer das *caementitium* als der Baustoff, mit dem die großen Gewölbe hergestellt wurden, die die eindrucksvollsten römischen Bauten gedeckt haben, bzw. letztlich deren Bau überhaupt erst ermöglichten. Beides, Beton und Gewölbe, haben aber unterschiedliche Wurzeln, und deshalb dürfte es zweckmäßig sein, ihnen hier getrennt kurz nachzugehen.

Die Verwendung der Puzzolanerde als Baustoff wird Ende des 3. oder Anfang des 2. Jhs. v. Chr. angesetzt. Nicht exakt ist zu klären, wo das passiert ist. Der Name, den die Römer

[436] DeLaine 1990; Ball 2003; Gardner 2005, 170.
[437] Rakob 1983.

selbst dafür gewählt haben (*pulvis puteolanus*), verweist auf Kampanien, da Puteoli (heute Pozzuoli) zu den Vesuvstädten gehört. Vielleicht handelt es sich genaugenommen nicht um eine römische ‚Erfindung', denn Puteoli, von den Griechen gegründet und später von den Samniten bewohnt, wurde 194 v. Chr. zu einer römischen Kolonie, was ziemlich genau zusammenfällt mit dem Baubeginn des ersten großen Gebäudes in Rom, das in caementicium Bauweise errichtet worden ist: die Porticus Aemilia, eine Hafenhalle am Emporion genannten Tiberhafen (errichtet 193–174 v. Chr.). Sie wird nicht der erste Bau in dieser Technik gewesen sein, was bedeuten würde, dass in Kampanien schon mit Puzzolanerde gebaut worden ist, bevor die Stadt an Rom fiel.

Wie die Qualitäten des *pulvis puteolanus* entdeckt worden sind, lässt sich ebenfalls nicht mehr genau nachvollziehen. Zweischalige Mauern, die mit Bruchstein sowie Lehm, Sand oder Schutt gefüllt wurden, waren eine sehr viel ältere Form der Bautechnik, die, wie Vitruv anerkennend hervorhebt, von den Griechen strukturell dadurch verbessert worden war, dass sie den Zusammenhalt der Schalen durch Bindersteine oder Eisenklammern sicherten.[438] Es ist daher immerhin plausibel anzunehmen, dass in einem Gebiet, wo Vulkanasche als Füllmasse sich anbot und Kalkmörtel zum Mauern verwendet wurde, früher oder später beide Materialien an derselben Mauer verwendet worden sind, und irgendjemandem anschließend auffiel, das diese Mauer stabil blieb, auch nachdem Steine der Schale – die beim Emplektron tragend ist – herausgebrochen waren. Wie auch immer das gewesen sein mag, die Römer hatten jedenfalls reichlich Vulkanasche in der Umgebung ihrer Stadt, so dass Versuche, mit Puzzolana auch Mauern großer Gebäude zu errichten, kein größeres Kostenrisiko dargestellt haben dürfte. Dass diese Art des Mörtels vorher an kleineren Projekten erfolgreich erprobt worden war, ist anzunehmen. Weit weniger spekulativ als solche Überlegungen ist der obige Hinweis, dass es rund zweihundert Jahre gedauert hat, bis das caementitium als geeigneter Baustoff für die Errichtung großer Gewölbe erprobt wurde. Noch für Vitruv war caementitium stattdessen einfach nur ein ungewöhnlich harter Mörtel, der zudem die erstaunliche Eigenschaft hatte, unter Wasser abzubinden.

Parallel dazu, und weitgehend unabhängig von der Nutzung des caementitiums, verläuft die Verwendung der Wölbtechniken. Sie sind ganz sicher keine genuin römische Entwicklung. Umstritten ist nur, von wem die Römer sie gelernt haben. In der Forschung dominiert heute die Auffassung, dass sie von den Etruskern übernommen wurde. Stark umstritten ist allerdings, zu welchem Zeitpunkt. Ein Teil der Forscher sieht die Cloaca Maxima als Beleg dafür an, dass sie in Rom schon im 6. Jh. v. Chr. eingesetzt wurde.[439] Sehr gut dazu passt, dass die Etrusker in Südetrurien ab dem 8. Jh. v. Chr. Kanäle in wasserführendem Vulkangestein angelegt hatten, die zur Sammlung von Trinkwasser dienten. Sie wurden zum Teil mit Keilsteinen abgedeckt (sowie in einigen Abschnitten mit *opus signinum* abgedichtet).[440] Andere Forscher haben zwar nicht die Übernahme von den Etruskern, aber deren vorgeschlagene Datierung bestritten, unter anderem mit Verweis darauf, dass die am Ausfluss des römischen Abwassersystems in den Tiber noch heute sichtbaren Bogen einer der vielen späteren Reparaturen angehören. Etruskische Bauten mit Keilsteinbogen, die als Vorbild gedient haben könnten, seien kaum vor dem späten 3. Jh. nachweisbar.[441]

[438] Vitr. 2.8.5f.
[439] Cifani 1994 [1995].
[440] Ravelli und Howarth 1984.
[441] Adam und Mathews 1994, 158f.

Geht man mit der Datierung bis ins 3. Jh. v. Chr. herunter, käme auch eine Übernahme der Technik aus den unteritalischen Griechenstädten infrage, denn die Griechen verwendeten die Keilsteintechnik ab der Mitte des 4. Jhs. v. Chr. Interessanterweise berührt man damit Diskussionen, die zum Thema in der Antike selbst geführt worden sind. Seneca erwähnt in einem seiner Briefe,[442] dass der stoische Philosoph Poseidonios, der in Rom geachtet war und die Stadt mehrfach in diplomatischer Mission besuchte, den Keilsteinbogen Demokrit zuschrieb. Demokrit habe erkannt, dass es der Schlussstein sei, der die übrigen zusammenhält. Seneca selbst bezweifelt das und nimmt an, dass der Keilsteinbogen älter sei, womit er gemeint haben könnte, dass eben nicht die Griechen, sondern die Etrusker die Technik den Römern vermittelt hätten.

Wie auch immer man die eben angerissenen Fragen beurteilen will, sicher dürfte zunächst einfach sein, dass die entscheidende und auch die genuine Leistung der römischen Baumeister darin zu sehen ist, den Beton als Baustoff mit seinen natursteinähnlichen Eigenschaften und die Wölbtechniken zusammengebracht zu haben, nachdem beides zunächst sehr lange nebeneinander genutzt worden war, denn vom mit drei Keilsteinen überdeckten Abwasserkanal bis zur freitragenden Kuppel des Pantheons war es sicherlich ein weiter Weg. Oder, um genauer zu sein: Die eigentliche Leistung war, die dabei auftretenden Probleme des Bogenschubs und seiner Folgen verstanden, und dafür Lösungen entwickelt zu haben, die auf diesem Verständnis beruhen. Denn die Lösungen, die oben im Abschnitt über den Gewölbebau dargestellt worden sind, beruhen nicht darauf, Festigkeitsproblemen einfach mit massigeren Dimensionierungen zu begegnen, was konstruktiv auch kaum zu brauchbaren Ergebnissen geführt hatte. Die römischen Lösungen zeigen vielmehr sehr genau, dass die Baumeister wussten, wie das Tragverhalten von Gewölben einzuschätzen war, denn anders hätten sie nicht bestimmen können, wo Belastung und wo Entlastung der Stabilisierung der Konstruktion dienen konnte. Wie also sind die römischen Architekten diese Fragen angegangen, und wie haben sie ihr Verständnis der im Bogen wirkenden Kräfte entwickelt, obwohl doch erst in allerjüngster Zeit durch computergestütze Verfahren die Kräfteverhältnisse genau bestimmt und quantifiziert werden konnten? Direkte Aufschlüsse darüber gibt es mangels Quellen nicht, aber einige begründete Vermutungen lassen sich vielleicht formulieren.

Zunächst einmal wird man festhalten können, dass die römischen Baumeister sicher nicht einfach nur von der Festigkeit des seinerzeit schon lange erprobten caementitiums als Baumaterial ausgingen. Die Gewölbe für den Tempel des Hercules Victor im Heiligtum in Tivoli zeigen ein Vorgehen, dass gleichermaßen Experiment und Sicherheitsdenken einschließt. Einerseits verwendete man Beton für die Schalen, andererseits zog man aber an den als besonders belastet angesehenen Abschnitten Rippen ein. Diese Rippen waren Bogen aus Travertin, was nichts anderes bedeutet, als dass man vorsichtshalber in die neuartige Betonschale die bewährteste Technik integrierte, die zur Verfügung stand: die Rippen sind ja letztlich genau die Keilsteinbogen aus Naturstein, deren Tragvermögen aus dem Brückenbau lange bekannt und gesichert war.

Diesen Ansatz, in die Gussschale Verstärkungen einzuziehen, die auf dem Keilsteinprinzip basieren, finden sich in der einen oder anderen Form an fast allen römischen Betongewölben: als Ziegelrippen aus den großen *besales*, oder auch als Rippen in der Technik, die oben als Lamellenstruktur bezeichnet worden ist. Die römischen Baumeister sind demnach

[442] Sen. ep. 90.32.

nie davon ausgegangen, dass ihr caementitium beliebig hohe Kräfte aufnehmen konnte, d. h. dieselben Eigenschaften hat wie ein Monolith (eine Kuppel aus einem einzigen Stein, wie am Grab Theoderichs in Ravenna).

Woher aber wussten die Baumeister, in welchen Bereichen der Betonguss selbst durch Auflast stabilisiert werden, und wo eine möglichst leichte Konstruktion das Gewölbe stabilisiert? Beides waren ja Prinzipien, die den Erfahrungen bei Stützte-Gebälk-Systemen direkt widersprachen, da bei Tragbalken Auflast (außer im Bereich der Stützen) immer die Bruchgefahr erhöht. Ein Ansatz für das Verständnis der Spannungen könnten Bauschäden in Form von Rissen im Beton oder Fugenklaffungen in Keilsteinbögen gewesen sein. Solche sich öffnenden Risse auf der Außenseite (vgl. Abbildung oben „Versagen eines Bogens", Abb. 3.16) geben an, wo der Bogen seine ursprüngliche Form zu verlieren beginnt und wo die entsprechenden Kräfte am stärksten sind. Es liegt nahe, Rissen auf der Oberseite eines Bogens zu begegnen, indem man durch Auflast die Fuge wieder schließt und den sich verformenden Bogen in seine ursprüngliche Form zurückzwingt. Die beschriebenen Stufenringe im äußeren Bereich von Kuppeln kann man aus dieser Sicht als eine Art ‚präventiver Reparatur' verstehen. Eine andere Erfahrung, die in die gleiche Richtung weist, könnte an den Brücken gemacht worden sein. Die Auffüllungen in den Zwickelfeldern zwischen den Bogen bis zur Fahrbahnebene sind ja ebenfalls hohe Auflasten, die ungleichmäßig die Bogen belasten – außen stark, in der Mitte kaum. Die Baumeister werden sicherlich beobachtet haben, dass diese selektiv aufgebrachten Lasten den Brückenbogen keineswegs verformten, sondern im Gegenteil seine Form stabilisierten.

Die unterschiedlich starken Kräfte, die in den Segmenten eines Bogens wirken, waren auch auf andere Weise beobachtbar beobachtbar. Friedrich Rakob hat, wie schon angesprochen, bei seinen Untersuchungen in Baiae festgestellt, dass in den Kuppeln Deformationen vorhanden sind, die sehr wahrscheinlich von der Überlastung der Lehrgerüste beim Bau herrühren. Das bedeutet, dass der Deformation des Gewölbes eine analoge Deformation des Lehrgerüstes entsprochen haben muss, und zwar ebenso selektiv, wie die Deformationen der Kuppeln selbst. Daran hätte sich gleichsam ablesen lassen, in welchen Bereichen eine Reduktion des Eigengewichts der Kuppel Vorteile bringen würde. Die Umsetzung dieser Beobachtung in eine konstruktive Maßnahme war allerdings ein eigener Schritt. Die Lösung, das spezifische Gewicht des Betons zu variieren durch Verwendung besonders leichter bzw. besonders schwerer Zuschlagstoffe oder durch das Einfügen von Hohlräumen (Tongefäße), wie im Abschnitt über die Baukonstruktion beschrieben, zeigt gleichermaßen Verständnis der Kräfteverhältnisse und Kreativität. Die Beobachtung der Lage und Richtung von Rissen, des Tragverhaltens von Lehrgerüsten und die selektiven Lasten auf den Bogen von Brücken könnten jedenfalls Ansatzpunkte gewesen sein, an denen die Baumeister ihr Verständnis von den im Bogen wirkenden Kräften und den Methoden zur ihrer Sicherung entwickelt haben.

Ein letzter Aspekt der ‚concrete revolution', der hier noch kurz ausgeführt werden soll, betrifft die Verbreitung der in Rom neuentwickelten Technik des Betongewölbes. Interessant ist hier vor allem der Osten des Imperiums, und speziell die auf dem Gebiet der heutigen Türkei liegenden Provinzen. Dort lag eine nicht geringe Anzahl reicher Städte, die schon in hellenistischer Zeit ein sehr hohes urbanistisches Niveau erreicht hatten, und auch keineswegs ihre eigenen Bautraditionen zugunsten der Entwicklungen in der Hauptstadt aufzugeben bereit waren. Zu den Ursachen dieses Beharrungsvermögens zählt aber nicht nur das erkennbare Selbstbewusstsein, mit dem diese Städte bei den hergebrachten Bauaufgaben beispielsweise ihre eigenen Gebäudetypen (Tempel, Stoen usw.) und Architekturfor-

men beibehielten, sondern auch ein schlichter Mangel: Es gab dort keine Puzzolanerde. Je eindrucksvoller die Bauten in der Hauptstadt sich entwickelten, umso stärker wurde zugleich der Druck, nachzuziehen. Das gilt natürlich vor allem bei den Bautypen, die in Italien völlig neu entwickelt worden waren, und für die kein eigenes, gleichwertiges Pendant zur Verfügung stand. Das beste Beispiel dafür sind die großen Thermen, und damit notwendig verbunden, die Wasserleitungen. Daraus ergab sich der Anstoss für eine Entwicklung, die letztlich enorm folgenreich war. Man entschloss sich im Verlauf des 1. Jhs. n. Chr. zum Bau von großräumigen Thermenanlagen, blieb dabei aber zunächst bei der eigenen, bewährten Bautechnik: Die erforderlichen Gewölbe für die großen Räume wurden in Keilsteintechnik errichtet, und zwar mit Naturstein. Wegen der notwendigen, relativ aufwändigen Steinbearbeitung waren solche Projekte sicher nicht schnell zu realisieren, und vor allen auch entsprechend teuer. Im 2. Jh. n. Chr. wurde daher hier eine neue Technik eingesetzt, die einerseits den Bau großer Gewölbe ermöglichte, und andererseits aber ohne Puzzolane auskommen konnte: das Ziegelgewölbe. Paradigmatisch steht dafür der Rundtempel im Asklepiosheiligtum von Pergamon (erbaut 140–175 n. Chr.). Der Bau ist von den Grundzügen des Entwurfs her gesehen – Rotunde mit vorgesetzter Tempelfassade – eine verkleinerte Kopie des Pantheon (Spannweite 23 bzw. 43m). Bautechnisch ist er jedoch alles andere als eine Kopie: Die Rotunde hatte die wohl größte bis dato gebaute Ziegelkuppel, und war daher konstruktiv völlig unabhängig von der Betonkuppel des Pantheon. Bauten mit Backsteingewölben wurden ab der Mitte des 2. Jhs. n. Chr. im Osten in großer Zahl errichtet.[443] Unter den erhaltenen Rundbauten sei hier nur auf die sog. Georgsrotunde in Thessaloniki verwiesen[444] Beim Bau dieser Ziegelgewölbe teilweise eigene Mauertechniken entwickelt, die man in Italien nicht findet. Diese Entwicklung war für die langfristige Entwicklung des Gewölbebaus weitaus folgenreicher als die römischen Betonkuppeln. Das läßt sich an einem prominenten Beilspiel illustrieren: Die Hagia Sophia, ein Meisterwerk der byzantinischen Baumeister, war einschließlich ihrer berühmten Kuppel fast vollständig aus Ziegel gebaut.[445] Der Kuppelbau vom Typ der römischen Betonkuppeln wurde hingegen – obwohl in Mittelitalien Puzzolana durchaus weiter als Baustoff verfügbar war und verwendet wurde – in nachantiker Zeit nie mehr gebaut. Die ‚concrete revolution' der Römer bleibt damit innerhalb der Baugeschichte eine isolierte Erscheinung, jedenfalls bis zur Entwicklung des Portlandzements und der Verwendung von Stahlbeton im 19. Jahrhundert.

[443] Noch häufiger, „als die Zahl der registrierten Beispiele vermuten lässt", J. B. Ward-Perkins 1988, 177.
[444] Velenis 1974.
[445] Nur die vier die Kuppel tragenden Pfeiler sind aus Naturstein errichet.

Abgekürzt zitierte Werke

DNP	Der neue Pauly H. Cancik u. a. (Hrsg.), *Der neue Pauly: Enzyklopädie der Antike*. Stuttgart: Metzler Verlag, 1996–2003.
CIL	Corpus inscriptionum latinarum. Corpus inscriptionum latinarum. Consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae editum, Berlin: Reimer Verlag, später de Gruyter, 1862ff.
CLE	Carmina Latina epigraphica Anthologia latina sive Poesis latinae supplementus, recensuit Franciscus Buecheler et Alexander Riese, Leipzig: Teubner 1869–1926
FIRA	Fons Iuris Romani Antejustiniani S. Riccobono u. a. (Hrsg.), Fontes Iuris Romani Antejustiniani in usum scholarum, 1940
ILLRP	Inscriptiones latinae liberae rei publicae A. Degrassi, Inscriptiones latinae liberae rei publicae, Florenz: La Nuova Italia, 1957–1963
ILS	Inscriptiones Latinae selectae H. Dessau, Inscriptiones Latinae Selectae. Berlin, 1892–1916

Antike Autoren und Sammelwerke

Antike Autoren und Sammelwerke sind nach den international üblichen Abkürzungen zitiert, die nachfolgend aufgelöst sind. Die lateinischen (bzw. griechischen) Originaltexte und englische Übersetzungen der angeführten Werke liegen – wenn hier nicht anders angegeben – in der Loeb Classical Library vor.

App.	Appian
– civ.	bella civilia / ‚Bürgerkriege‘
Caes.	Caesar
– Gall.	de bello Gallico / ‚Über den gallischen Krieg‘
Cass. Dio	Cassius Dio Ῥωμαϊκὴ ἱστορία / Römische Geschichte
Cato	Cato der Ältere
– agr.	*de agri cultura* / ‚Über den Landbau‘
Cetius Faventinus	H. Plommer, Vitruvius and later Roman building manuals, Cambridge: Cambridge University Press 1973, 39–85.
Cic.	Cicero
– Verr.	in Verrem / ‚Gegen Verres‘
– ad Q.	*ad Quintum fratrem* / Briefe an Quintus
– Att.	*ad Atticum* / Briefe an Atticus
– leg.	*de legibus* / Über die Gesetze
– orat.	*orator* / ‚Der Redner‘
– Tusk.	*Tusculanae disputationes* / ‚Gespräche in Tusculum‘
Cod. Theod.	Codex Theodosianus C. Pharr, The Theodosian Code. And Novels. And the Sirmondian Constitutions. A Translation with Commentary, Glossary, and Bibliography, Princeton: The Lawbook Exchange, 1952
Colum.	Columella *de re rustica* / ‚Über den Landbau‘
Edict Diocl.	Edictum De Pretiis Rerum Venalium S. Lauffer (Hg.), Diokletians Preisedikt, Berlin: de Gruyter 1971
Dig.	Digesta oder Pandekten, Teil des Corpus Iuris Civilis zitierte Autoren: Gai. Gaius Ulp. Ulpian Th. Mommsen, P. Krüger (Hrsg.), Corpus Iuris Civilis, Hildesheim 1889
Diod.	Diodorus Siculus *bibliotheca historica/Universalgeschichte*.
Dion Hal.	Dionysos von Halikarnassos
– ant.	Ῥωμαικὴ ἀρχαιολογία / ‚Römische Altertümer‘

Fest.	Festus *de verborum significatione* / ‚Über die Bedeutung der Wörter‘
Frontin. – de aq.	Frontinus *de aquis urbis Romae* / ‚Über die Wasserversorgung Roms‘
Gell.	Gellius *noctes Atticae* / ‚Attische Nächte‘
Iuv	Juvenal *saturae* / ‚Satiren‘
Liv.	Livius *ab urbe condita* / Geschichte Roms
Nep.	Nepos *ap. priscian* / Fragmente P. K. Marshall (Hg.), Cornelii Nepotis Vitae cum fragmentis, Leipzig 1977
Plin. – n. h.	Plinius der Ältere *naturalis historia* / ‚Naturgeschichte‘
Plin. – epist.	Plinius der Jüngere *epistulae* / ‚Briefe‘
Plut. – Cato mai. – Crass. – Demetr. – Per. – Pomp.	Plutarch Cato Censorius / Cato d. Ä. Crassus Demetrios Perikles Pompeius
Polyb.	Polybios Ἱστορίαι / Geschichte
Prok. – aed.	Prokop Περὶ κτισμάτων / Über die Bauten
Sen. – ep.	Seneca *epistulae morales ad Lucilium* / ‚Briefe an Lucilius‘
Serv. –Aen.	Servius *commentarius in Vergilii Aeneida* / Kommentar zu Vergils Aeneis
SHA	Historia Augusta

Sidon.	Sidonius Apollinaris
– epist.	*epistulae* / ‚Briefe‘
Strab.	Strabon
–geogr.	Γεωγραφικά / Geographie
Suet.	Suetonius
	de vita Caesarum / ‚Kaiserbiographien‘
	Aug. Augustus
	Caes. Caesar
	Tib. Tiberius
	Vesp. Vespasian
Stat.	Statius
– silv.	*Silvae* / ‚Gedichte‘
	J. S. Phillimore, Silvae. Oxford 1905 ff. (Oxford Classical Texts)
Tac.	Tacitus
– ann.	Annalen
Theophr.	Theophrast
– hist. plant.	*historia plantarum* / ‚Naturgeschichte der Gewächse‘
– caus. plant.	*de causis plantarum* / ‚Über die Ursachen des Wachstums‘
Varro	Varro
– L. L.	*de lingua Latina* / ‚Über die lateinische Sprache‘
Vell.	Velleius
	historia Romana / ‚römische Geschichte‘
Vitr.	Vitruv
	de architectura / ‚Über die Architektur‘
	lat. Text mit deutscher Übersetzung bei Fensterbusch 1964

Bibliographie

Adam, J. P. und A. Mathews (1994). *Roman Building: Materials and Techniques*. Neuauflage. London: Routledge Chapman & Hall.

Amici, C. M. (1997). L'uso del ferro nelle strutture romane. *Materiali e Strutture* 2-3:85–95.

— (2005a). Dal progetto al monumento. In: *La Basilica di Massenzio*. Hrsg. von C. Giavarini. Rom: L' Erma di Bretschneider, 21–74.

— (2005b). Le tecniche di cantiere e il procedimento costruttivo. In: *La Basilica di Massenzio. Il monumento, i materiali, le strutture, la stabilità*. Hrsg. von C. Giavarini. Rom: L' Erma di Bretschneider, 125–160.

— (2006). The Basilica of Maxentius in Rome: Innovative Solutions in the Organization of Construction Process. In: *Proceedings of the Second International Congress on Costruction History*. Hrsg. von M. Dunkeld. Bd. 1. Exeter: Short Run Press, 167–178.

Anderson, J. C. (1997). *Roman architecture and society*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Andrews, F. B. (1973). *The Medieval Builder and his Methods*. New York: Barnes & Noble.
Ashby, Th. und I. A. Richmond (1935). *The Aqueducts of Ancient Rome*. Oxford: Clarendon Press.
Badian, E. (1972). *Publicans and Sinners: Private Enterprise in the Service of the Roman Republic*. Oxford: Cornell University Press.
Ball, L. (2003). *The Domus Aurea and the Roman Architectural Revolution*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
Barton, I. M. (1996). *Roman Domestic Buildings*. Exeter: University of Exeter Press.
Bender, H. (1975). *Römische Straßen und Straßenstationen*. Kleine Schriften zur Kenntnis der römischen Besetzungsgeschichte Südwestdeutschlands 13. Stuttgart: Zweigmuseum des Württembergischen Landesmuseum.
Bengtson, H. (1982). *Grundriss der römischen Geschichte mit Quellenkunde. Bd. 1, Republik und Kaiserzeit bis 284 n. Chr.* 3. Aufl. Handbuch der Altertumswissenschaft, Alter Orient-Griechische Geschichte-Römische Geschichte 3/5. München: C.H. Beck.
Bernard, S. G. (2010). Pentelic marble in architecture at Rome and the Republican marble trade. *Journal of Roman Archaeology* 23:35–54.
Bietti Sestieri, A. M., Hrsg. (1985). *Roma, archeologia nel centro II: La „Citta murata“*. Lavori e studi di archeologia 6. Rom: De Luca Editore.
Bitterer, T. (2013). *Marmorverkleidung stadtrömischer Architektur. Öffentliche Bauten aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. bis 7. Jahrhundert n. Chr.* Diss. LMU München.
Bloch, H. (1968). *I bolli laterizi e la storia edilizia romana: contributi all'archeologia e alla storia romana*. 2. Aufl. Rom: L'Erma di Bretschneider.
Bottke, H. D. (1999). *Römische Mietshäuser Die Wohnverhältnisse sozialer Unterschichten von der ausgehenden Republik bis zur hohen Kaiserzeit und deren bautechnische sowie ökonomische Ursachen*. Diss. Universität Duisburg.
Brandl, U., E Federhofer und J. Dolata (2010). *Ton + Technik. Römische Ziegel*. Stuttgart: Konrad Theiss.
Brunn, C. (1991). *The Water Supply of Ancient Rome: A Study of Roman Imperial Administration*. Helsinki: Societas Scientiarum Fennica.
Brunner, G. O. (1999). Sind Karrengleise ausgefahren oder handgemacht? *Helvetia Archaeologica* 30:31–41.
Burford, A. (1972). *Craftsmen in Greek and Roman Society*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
Burmeister, S. und M. Fansa, Hrsg. (2004). *Rad und Wagen: der Ursprung einer Innovation. Wagen im Vorderen Orient und Europa*. Mainz: Philipp von Zabern.
Calabresi, G. und M. Fattorini (2005). Subsoil and Foundations. In: *La Basilica di Massenzio: il monumento, le strutture, la stabilita*. Hrsg. von C. Giavarini. Rom: L' Erma di Bretschneider, 75–91.
Calza, R. und E. Nash (1959). *Ostia*. Florenz: Sansoni.
Casson, L. (1974 [ND 1994]). *Travel in the Ancient World*. Toronto: Hakkert.
Chantraine, H. (1967). *Freigelassene und Sklaven im Dienst der römischen Kaiser. Studien zu ihrer Nomenklatur*. Wiesbaden: Steiner.
Chevallier, R. (1976 [ND 1989]). *Roman Roads*. Batsford Studies in Archaeology. Berkeley: University of California Press.
— (1988). *Voyages et déplacements dans l'Empire romain Voyages et déplacements dans l'Empire romain Voyages et déplacements dans l'Empire romain*. Paris: Colin.
Choisy, F. A. (1873). *L'art de bâtir chez les romains*. Paris: Ducher.
Cichorius, C. (1900). *Die Reliefs der Traianssäule, Tafelband II „Die Reliefs des Zweiten Dakischen Krieges“*. Berlin: Reimer.
Cifani, G. (1994 [1995]). Aspetti dell'edilizia romana archaica. *Studi Etruschi* 60:185–226.
Connolly, P. und H. Dodge (1998). *Die antike Stadt: Das Leben in Athen & Rom*. Köln: Könemann.
Cotterell, B. und J. Kamminga (1990). *Mechanics of Pre-industrial Technology: An Introduction to the Mechanics of Ancient and Traditional Material Culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
Cüppers, H. (2001). Die Römerbrücken. In: *Das römische Trier*. Hrsg. von Hans-Peter Kuhnen und Lukas Clemens. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 40. Stuttgart: Theiss, 158–165.
Davies, H. E. H. (1998). Designing Roman Roads. *Britannia* 29:1–16.
DeLaine, J. (1990). Structural Experimentation: The Lintel Arch, Corbel and Tie in Western Roman Architecture. *World Archaeology* 21(3):407–424.
— (1997a). Building the Eternal City: the Construction Industry of Imperial Rome. In: *Ancient Rome: The Archaeology of the Eternal City*. Hrsg. von J. Coulston und H. Dodge. Oxford: Oxford University School of Archaeology, 119–141.

DeLaine, J. (1997b). *The baths of Caracalla: a study in the design, construction, and economics of large-scale building projects in imperial Rome*. Journal of Roman archaeology., Supplementary series no. 25. Portsmouth, R.I.: JRA.

della Portella, I., Hrsg. (2004). *The Appian Way: From its Foundations to the Middle Ages*. Los Angeles: Getty Publications.

Donderer, M. (1996). *Die Architekten der späten römischen Republik und der Kaiserzeit: Epigraphische Zeugnisse*. Erlanger Forschungen: Geisteswissenschaften Bd. 69. Erlangen: Universitätsbund Erlangen-Nürnberg.

Drerup, H. (1976). Zur Plangestaltung römischer Fora. In: *Hellenismus in Mittelitalien*. Hrsg. von P. Zanker. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, 398–412.

Drexhage, H. J., H. Konen und K. Ruffing (2002). *Die Wirtschaft des römischen Reiches (1.–3. Jahrhundert): eine Einführung*. Berlin: Oldenbourg Akademieverlag.

Eich, P. (2005). *Zur Metamorphose des politischen Systems in der römischen Kaiserzeit. Die Entstehung einer „personalen Bürokratie" im langen dritten Jahrhundert*. Klio-Beihefte, Neue Folge 9. Berlin: Akademie Verlag.

Evans, E. (1994). Military Architects and Building Design in Roman Britain. *Britannia* 25:143ff.

Fant, J. C. (1999). Augustus and the city of marble. In: *Archeomateriaux. Marbres et autres roches (ASMOSIA IV: Bordeaux, 9–13 octobre 1995)*. Hrsg. von M. Schvoerer. Bordeaux: CRPAA, 277–280.

Fauerbach, U. und M. Sahlhof (2012). Kaiserkult am Katarakt: Der Augustustempel auf Philae. In: *Bericht über die 46. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung vom 12. bis 16. Mai 2010 in Konstanz*. Stuttgart: Koldewey-Gesellschaft, 65–80.

Federhofer, E. (2007). *Der Ziegelbrennofen von Essenbach, Lkr. Landshut und römische Ziegelöfen in Raetien und Noricum: Untersuchungen zu Befunden und Funden, zum Produktionsablauf und zur Typologie*. Passauer Universitätsschriften zur Archäologie, Bd. 11. Rahden Westf.: Verlag Marie Leidorf.

Fensterbusch, C. (1964). *Vitruv zehn Bücher über Architektur = Vitruvii De architectura libri decem*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Fitchen, J. (1986). *Building Construction before Mechanization*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

French, D. (1981). *Roman Roads and Milestones of Asia Minor, Fasc. 1: The Pilgrim's Road*. BAR Int. Series 105. Oxford: British Archaeological Reports.

Gabucci, A. (2007). *Rome*. Dictionaries of Civilization 2. Berkeley: University of California Press.

Galliazzo, V. und R. Chevallier (1995). *I ponti romani. Bd. 2 Catalogo generale*. Treviso: Canova.

Gardner, H. (2005). *Gardner's Art Through The Ages: The Western Perspective; The Roman Pantheon: The Triumph of Concrete*. 12. Aufl. Thomson: Wadsworth Publishing.

Gargiani, R. (2008). *La Colonne: Nouvelle Histoire de la Construction*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes. URL: http://books.google.de/books?id=Y%5C_QRmsMjQ80C.

Giuliani, C.F. (1997). L'opus caementicium nell'edilizia romana. *Materiali e Strutture* 2-3:49–62.

Golvin, J. C. (1988). *L'Amphithéâtre Romain: essai sur la théorisation de sa forme et de ses fonctions*. Publications du Centre Pierre Paris 18,1. Paris: Boccard.

Graßhoff, G. und C. Berndt (2011). Die Entasis der Säulen des Pantheon. *eTopoi. Journal for ancient studies.* 1: 45–68.

Grewe, K. (2009). Die Reliefdarstellung einer antiken Steinsägemaschine aus Hierapolis in Phrygien und ihre Bedeutung für die Technikgeschichte. In: *Bautechnik im antiken und vorantiken Kleinasien*. Hrsg. von M. Bachmann. Ege Yayınları, 429–454.

Gros, P. (1973). Hermodorus et Vitruve. *Mefra* 85:173ff.

— (1976a). *Aurea templa: recherches sur l'architecture religieuse de Rome à l'époque d'Auguste*. Bibliothèque des écoles françaises d'Athènes et de Rome, fasc. 231. Rom: EFdR.

— (1976b). Les premieres generations d'architectes hellénistiques a Rome. In: *L'Italie préromaine et la Rome républicaine: mélanges offerts à Jacques Heurgon*. Hrsg. von J. Heurgon. Collection de l'École française de Rome 27. Rom: EFR, 387–410.

— (1990). Les étapes de l'aménagement monumental du forum. In: *La città nell'Italia Settentrionale in età romana*. Triest, Rom: Università di Trieste, Ecole française de Rome, 29–68.

— (1996). *L'architecture romaine: du début du IIIe siècle av. J.-C. à la fin du Haut-Empire 1. Les monuments publics*. Les Manuels d'art et d'archéologie antiques. Paris: Picard.

— (2001). *L'architecture romaine: du début du IIIe siècle av. J.-C. à la fin du Haut-Empire. 2, Maisons, palais, villas et tombeaux*. Manuels d'art et d'archéologie antiques. Paris: Picard.

Gros, P., X. Lafon und G. Sauron (2005). *Théorie et pratique de l'architecture romaine: la norme et l'expérimentation: études offertes à Pierre Gros*. Aix-en-Provence: Publications de l'Université de Provence.

Haase, W. und H. Temporini, Hrsg. (1972ff.). *Aufstieg und Niedergang der römischen Welt (ANRW)/ Rise and Decline of the Roman World. Geschichte und Kultur Roms im Spiegel der neueren Forschung*. 6 Bde. Berlin, New York: Walter de Gruyter.

Hanfmann, G. M. A. (1983). Results of the Archaeological Exploration of Sardis, 1958–1975. In: *Sardis from Prehistoric to Roman Times*. Harvard University Press.

Hart, F. (1965). *Kunst und Technik der Wölbung*. München: G.D.W. Callwey.

Haselberger, L., Hrsg. (1999). *Appearance & Essence: Refinements of Classical Architecture – Curvature: Proceedings of the Second Williams Symposium on Classical Architecture held at the University of Pennsylvania, Philadelphia, April 2–4, 1993*. Philadelphia: University Museum, University of Pennsylvania.

Heilmeyer, W. D. (1970). *Korinthische Normalkapitelle: Studien zur Geschichte der römischen Architekturdekoration*. Diss. Heidelberg: Univeristät Frankfurt 1965.

Heinz, W. (1988). Straßen und Brücken im Römischen Reich. *Antike Welt* Sondernummer 2:1–72.

Heisel, J. P. (1993). *Antike Bauzeichnungen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Hellenkemper-Salies, G., H.-H. von Prittwitz, G. Bauchhenß und G. Bauchhenß (1994). *Das Wrack. Der antike Schiffsfund von Mahdia. Katalog des Rheinischen Landesmuseums Bonn*. 2 Bde. Köln: Rheinland-Verlag.

Henze, A. und A. Hönle (1981). *Römische Amphitheater und Stadien: Gladiatorenkämpfe und Circusspiele*. Zürich: Atlantis.

Herzig, H. E. (1974). Probleme des römischen Straßenwesens: Untersuchungen zu Geschichte und Recht. In: *ANRW II.1*. Berlin: Walter de Gruyter, 593–648.

Hesberg, H. v. (1981). Lo sviluppo dell'ordine corinzio in età tardo- repubblicana. In: *L'art décoratif à Rome à la fin de la république et au début du principat. Table ronde, Rome 10–11 mai 1979.* Collection de l'Ecole française de Rome, 55. Paris: De Boccard, 19–33.

von Hesberg, H. (1980). *Konsolengeisa des Hellenismus und der frühen Kaiserzeit*. Mainz: Philipp von Zabern.

Hess, F. (1943). *Konstruktion und Form im Bauen*. Julius Hoffmann Verlag.

Heuss, A. (2007). *Römische Geschichte*. Hrsg. von J. Bleicken, W. Dahlheim und H.-J. Gehrke. 10. Aufl. Paderborn: Schöningh.

Hodge, A. T. (1995). *Roman Aqueducts & Water Supply*. London: Buckworth.

Hoepfner, W. und E.-L. Schwandner (1994). *Haus und Stadt im klassischen Griechenland, Wohnen in der klassischen Polis*. 2. stark überarb. Aufl. München: Deutscher Kunstverlag.

Honsell, H. (2010). *Römisches Recht*. 7. Aufl. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer Verlag.

Jansen, G. C. M., Hrsg. (2000). *Cura aquarum in Sicilia: Proceedings of the Tenth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Syracuse, May 16-22, 1998*. Bulletin antieke beschaving: Supplement 6. Leiden: Babesch.

Jones, M. W. (2000a). Doric Measure and Architectural Design 1: The Evidence of the Relief from Salamis. *AJA* 104(1):73–93.

— (2000b). *Principles of Roman architecture*. New Haven, Conn.: Yale University Press.

Kammerer-Grothaus, H. (1974). Der Deus Rediculus im Triopion des Herodes Atticus. Untersuchung am Bau und zu polychromer Ziegelarchitektur des 2. Jahrhunderts n. Chr. in Latium. *Römische Mitteilungen* 81:131–252.

Karl, R. (2003). *Überlegungen zum Verkehr in der eisenzeitlichen Keltiké*. Wiener keltologische Schriften 3. Wien: Brennos.

Keay, S. J., M. Millet, L. Paroli und K. Strut, Hrsg. (2005). *Portus. An archaeological survey of the port of Imperial Rome*. London: The British School at Rome.

Kolb, A. (1993). *Die kaiserliche Bauverwaltung in der Stadt Rom, Geschichte und Aufbau der cura operum publicorum unter dem Prinzipat*. Stuttgart: Steiner.

Kolb, F. (1995). *Rom. Geschichte der Stadt in der Antike*. München: C.H. Beck.

Kunkel, W. und M. Schermaier (2005). *Römische Rechtgeschichte*. 14. Aufl. Köln, u. a.: Böhlau.

Kunkel, W. und R. Wittmann (1995). *Staatsordnung und Staatspraxis der römischen Republik II/2: Die Magistratur*. Handbuch der Altertumswissenschaft. Rechtsgeschichte des Altertums. Band X,3.2. München: C. H. Beck.

Laidlaw, A. (1985). *The First Style in Pompeji: painting and architecture*. Archaeologica 57. Rom: Bretschneider.

Lamprecht, H. O. (1996). *Opus caementitium: Bautechnik der Römer*. 5. Aufl. Düsseldorf: Beton-Verlag.

Lancaster, L. C. (1998). Building Trajan's Markets. *American Journal of Archaeology* 102:283–308.

— (2000). Building Trajan's Markets 2: The Construction Process. *American Journal of Archaeology* 104:755–785.

— (2005a). *Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome: Innovations in Context*. Cambridge, UK, New York, NY: Cambridge University Press.

— (2005b). The process of building the Colosseum: the site, materials, and construction techniques. *Journal of Roman Archaeology* 18.1:57–82.

Lancaster, L. C. (2008). Roman Engineering and Construction. In: *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Hrsg. von J. P. Oleson. Oxford, New York: Oxford University Press, 256–284.

Langdon, J. (1986). *Horse, Oxen, and Technological Innovation: the use of draught animals in English farming from 1066 to 1500*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Laurence, R. (1999). *The Roads of Roman Italy: Mobility and Cultural Change*. London, New York: Routlegde.

Lechtman, H. N. und L. W. Hobbs (1986). Roman Concrete and the Roman Architectural Revolution. In: *High Technology Ceramics: Past, Present, Future: the nature of innovation and change in ceramic technology*. Hrsg. von W. D. Kingery und E. Lense. Ceramics and Civilization 3. Westerville, OH: American Ceramic Society.

Römischer Ziegelbrand brachte hohe Leistung und gute Qualität. Experiment des LWL im Ziegeleimuseum Lage beendet (2011). *Archaeologie-Online* 26.08.2011. Hrsg. von Landschaftsverband Westfalen Lippe.

Long, L. E. (2012). *Urbanism, Art, and Economy: The Marble Quarrying Industries of Aphrodisias and Roman Asia Minor*. Diss. University of Michigan.

Lugli, G (1968). *La tecnica edilizia romana: con particolare riguardo a Roma e Lazio*. Rome: G. Bardi.

MacDonald, W. L. (1986). *The Architecture of the Roman Empire 2. An urban appraisal*. Yale publications in the history of art 35. New Haven: Yale Univ. Press.

Maiuri, A. (1938). *Die Altertümer der Phlegräischen Felder vom Grab des Vergil bis zur Höhle von Cumae*. Rom: Istituto Poligraifico dello Stato.

Malacrino, C. G. (2010). *Constructing the Ancient World: Architectural Techniques of the Greeks and Romans*. Los Angeles: Getty Publications.

Mark, P. und R. Hutchinson (1986). On the structure of the Roman Pantheon. *Art Bulletin (College Art Association)* 68(1):24–34.

Marta, R. (1990). *Architettura Romana: tecniche costruttive e forme architettoniche del mondo romano*. Rom: Kappa.

Martin, S. D. (1982). *Building Contracts in Classical Roman Law*. Diss. University of Michigan.

— (1989). *The Roman Jurists and the organization of private building in the late republic and early empire*. Bruxelles: Latomus.

Mattern, T. (2000). Vom Steinbruch zur Baustelle. Kaiserzeitlicher Baugliedhandel und normierte Architektur? In: *Munus. Festschrift für Hans Wiegartz*. Hrsg. von Hans Wiegartz, Torsten Mattern und Dieter Korol. Münster: Scriptorium, 171–188.

Mau, A. (1882). *Geschichte der decorativen Wandmalerei in Pompeji*. Berlin: Reimer.

Meiggs, R. (1973). *Roman Ostia*. Oxford: Clarendon Press.

— (1982). *Trees and Timber in the Ancient Mediterranean World*. Oxford Reprints Series. Oxford: Clarendon Press.

Moore, D. (1995). *The Roman Pantheon: the Triumph of Concrete*. Mangilao, Guam: MARC/CCEOP.

Müller, W. (1989). *Architekten in der Welt der Antike*. Zürich, München: Koehler & Amelang.

Noëttes, R. Lefebvre de (1931). *L'attelage, le cheval de selles à travers les âges*. Paris: Picard.

Nuber, H. U. (2005). Zu Wasser und zu Lande. Das römische Verkehrsnetz. In: *Imperium Romanum. Roms Provinzen an Neckar, Rhein und Donau*. Hrsg. von Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg. Esslingen: Theiss, 410–419.

O'Connor, C. (1993). *Roman Bridges*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Ohlig, C. P. J., Hrsg. (2008). *Cura aquarum in Jordanien: proceedings of the 13th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Petra/Amman, 31 March-09 April 2007*. Schriften der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft (DWhG) e. V. 12. Siegburg: DWhG.

Ohr, K. und J. J. Rasch (1991). *Die Basilica in Pompeji*. Berlin, New York: Walter de Gruyter.

Oleson, J. P. (2008). *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford Handbooks. Oxford, New York: Oxford University Press.

Osthues, E. W. (2005). Studien zum dorischen Eckkonflikt. *Jahrbuch des deutschen Archäologischen Instituts* 120: 1–154.

Pearse, J. L. (1974). *The Organization of Roman Building during the Late Republic and Early Empire*. Diss. University of Cambridge.

Pekary, T. (1968). *Untersuchungen zu den römischen Reichsstraßen*. Hrsg. von A. Alföldi. Antiquitas Reihe 1, Abh. zur Alten Geschichte 17. Bonn: Habelt.

Pensabene, P. (1997). Elementi architettonici della Casa di Augusto sul Palatino. *Römische Mitteilungen* 104:149–192.

— (1998). Analisi tecnica e formale dei marmi architettonici della casa di Augusto sul Palatino e del tempio di Venere a Pompei. In: *Atti IX giornata archeologica. Archeologia – Archeologie. Ricerca e metodologie, Genua 29. Novemebr 1996*. Hrsg. von A. Bettini, B. M. Giannattasio und L. Quartino. Genua: Dipartimento di archeologia, filologia classica e loro tradizioni „Francesco Della Corte“, 55–124.

Pensabene, P. und P. Arthur, Hrsg. (1985). *Marmi antichi 1: problemi di impiego, di restauro e di identificazione*. Studi miscellanei 26. Rom: L'Erma di Bretschneider.

Pesce, G. (1950). *Il Palazzo delle colonne in Tolemaide di Cirenaica*. Monografie di archeologia libica. Rom: L' Erma di Bretschneider.

Pieler, P. E. (2001). Römisches Vergaberecht. In: *Zum Recht der Wirtschaft, Festschrift für Heinz Krejci zum 60. Geburtstag, Bd. 2*. Hrsg. von E. Bernat, E. Böhler und A. Weilinger. Wien: Verl. Österreich, 1479–1495.

Pippard, A. J. S. und L. Chitty (1951). *A Study of the Voussoir Arch*. National Building Studies. Research Paper 11. London: H. M. Stationary Office.

Radke, G. (1971). *Viae publicae Romanae*. Stuttgart: Alfred Druckenmuller Verlag.

Ragette, F. (1980). *Baalbek*. Park Ridge, N.J.: Noyes Press.

Rakob, F. (1961). Litus beatae Veneris aureum. Untersuchungen am Venustempel in Baiae. *Römische Mitteilungen* 68:114–149.

— (1983). Opus caementicium und die Folgen. *Römische Mitteilungen* 90:359–372.

Rasch, J. J. (1985). Die Kuppel in der römischen Architektur. Entwicklung, Formgebung, Konstruktion. *Architectura* 15:117–139.

— (1991). Zur Konstruktion spätantiker Kuppeln vom 3. bis 6. Jahrhundert. *Jahrbuch des deutschen Archäologischen Instituts* 106:311–383.

Ravelli, F. und P. J. Howarth (1984). Etruscan cuniculi: tunnels for the collection of pure water. In: *Transactions of the Twelfth International Congress on Irrigation and Drainage, Fort Collins, CO, USA*. Bd. 2.

Rea, R., H. J. Beste und L. C. Lancaster (2002). Il cantiere del Colosseo. *Römische Mitteilungen* 109:341–374.

Robert, T. und S. Broughton (1951–52). *The Magistrates of the Roman Republic*. Philological Monographs, No. XV, vol. 1–2. New York: American Philological Association.

Rodríguez Almeida, E. (2002). *Formae Urbis antiquae: le mappe marmoree di Roma tra la Repubblica e Settimio Severo*. CEFR 305. Rom: Ecole Française de Rome.

Rogers, R. H. (1982). Curatores Aquarum. *Harvard Studies in Classical Philology* 86:171–180.

Rolfe, J. C. (1914). *Suetonius, with an English Translation by J. C. Rolfe*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. (Erstausgabe 1914, weitere Auflagen 1920, 1924, 1930, 1939, 1950, 1959).

Rossetto, P. Ciancio (1995). Indagini e restauri nel Campo Marzio meridionale. Teatro di Marcello, Portico d'Ottavia, Circo Flaminio, Porto Tiberino. In: *Archeologia laziale, 12. Dodicesimo incontro di studio del Comitato per l'archeologia laziale*. Hrsg. von S. Quilici Gigli. Quaderni di archeologia etrusco-italica, 23, 24. Rom: Consiglio nazionale delle ricerche, 93–101.

Rosumek, P. (1982). *Technischer Fortschritt und Rationalisierung im antiken Bergbau*. Bonn: Habelt.

Sack, D. und K. Tragbar, Hrsg. (2012). *Bericht über die 46. Tagung fur Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung: vom 12. bis 16. Mai 2010 in Konstanz*. Dresden: Thelem.

Scheidel, W., I. Morris und R. P. Saller, Hrsg. (2007). *The Cambridge Economic History of the Greco-Roman World*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Schermeier, M. J. (2000). Bona Fides in Roman Contract Law. In: *Good Faith in European Contract Law*. Hrsg. von R. Zimmermann und S. Whittaker. Cambridge Studies in International and Comparative Law 12. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 63–92.

Schneider, H. (2005). Die Brücken im Imperium Romanum. In: *Brücken - Historische Wege über den Fluß. Tagungsband zum 13. Kasseler Technickgeschichtlichen Kolloquium*. Hrsg. von F. Tönsmann. Kassel: Kassel University Press, 1–20.

Schneider, H. C. (1982). Die Bedeutung der römischen Straßen für den Handel. *MBAH (Münstersche Beiträge zur Antiken Handelsgeschichte)* 1(1):85–96.

Schneider, R. (1908). *Griechische Poliorketiker I*. Abhandlungen Akademie der Wissenschaften Göttingen, hist.-phil. Klasse X.1. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung.

Schöne, R. (1897). *Damianos Schrift über die Optik: mit Auszügen aus Geminos*. Berlin: Reichsdruckerei.

Schönfelder, M. (2000). *Das spätkeltische Wagengrab von Boé*. Diss. Universität Marburg.

Schreiber, H. (1985). *Auf Römerstraßen durch Europa*. München: Paul List.

Sear, F. (1983). *Roman Architecture*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Seelentag, G. (2008). Der Kaiser als Hafen. Die Ideologie italischer Infrastruktur. In: *Das Marsfeld in Rom. Beiträge der Berner Tagung vom 23.–24. November 2007, Pantheon 4*. Hrsg. von J. Albers, G. Graßhoff, M. Heinzelmann und M. Wäfler. Bern Studies, 103–118.

Seitz, G. (2005). Straßenstationen. Infrastruktur für die Weltherrschaft. In: *Imperium Romanum. Roms Provinzen an Neckar, Rhein und Donau*. Hrsg. von Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg. Esslingen am Neckar: Theiss, 420–425.

Senseney, J. R. (2011). *The Art of Building in the Classical World: Vision, Craftsmanship, and Linear Perspective in Greek and Roman Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.

Shatzman, Israël (1972). The Roman General's Authority over Booty. *Historia* 21(2):177–205.

Sidebotham, S. E. (1991). Römische Straßen in der ägyptischen Wüste. *Antike Welt* 22(3):177–189.

Sintès, C. und P. Arcelin (1996). *Musée de l'Arles Antique*. Collections archéologiques d'Arles. Arles: Actes Sud.

Spoleto (2004). *Sicilia ellenistica, consuetudo italica. Alle origini dell`architettura ellenistica d`Occidente. Atti dell`Incontro di studio*. Biblioteca di Sicilia antiqua.

Stamper, J. W. (2005). *The Architecture of Roman Temples: the republic to the middle empire*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Stoll, O. (2001). Ordinatus Architectus: Roman Military Architects and their Importance for the Transfer of Technology. In: *Römisches Heer und Gesellschaft*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 300–368.

Straccioli, R. A. (2003). *The Roads of the Romans*. Los Angeles: Getty Publications.

Strong, D. E. (1968). The Administration of Public Building in Rome during the Late Republic and Early Empire. *Bulletin of the Institute of Classical Studies* 15(1):97–109.

von Sydow, W. (1984). Die hellenistischen Gebälke in Sizilien. *Römische Mitteilungen* 91:239–358.

Tapio, H. (1975). *Organization of Roman Brick Production in the First and Second Centuries A.D. An Interpretation of Roman Brick Stamps (Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Dissertationes Humanarum Litterarum 5)*. Diss. Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia.

Taylor, R. M. (2003). *Roman builders: A Study in Architectural Process*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.

Thomas, M. L. und G. E. Meyers (2012). *Monumentality in Etruscan and Early Roman Architecture: Ideology and Innovation*. Austin: University of Texas Press.

Till, R. (1937). *Die Redenfragmente des M. Porcius Cato*. o. O. (Habilitationschrift, Universität Marburg, 1936).

Ulrich, R. B. (2007). *Roman Woodworking*. New Haven, London: Yale University Press.

Valeriani, S. (2006). *Kirchendächer in Rom: Beiträge zu Zimmermannskunst und Kirchenbau von der Spätantike bis zur Barockzeit*. Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege, 3. Petersberg: Michael Imhof. (PhD 2004).

Vassal, V. (2006). *Les Pavements d'opus signinum: technique, décor, fonction architectural*. BAR International Series 1472. Oxford: Archaeopress.

Velenis, G. (1974). Some observations on the original form of the Rotunda in Thessaloniki. *Balkan Studies* 15: 298–307.

Walser, G. (1970). *Itinera Romana. Beiträge zur Straßengeschichte des Römischen Reiches*. Bd. 3. Bern: G. Walser.

Ward-Perkins, B. und H. Dodge (1992). *Marble in antiquity: collected papers of J. B. Ward-Perkins*. London: British School at Rome.

Ward-Perkins, J. B. (1981). *Roman Imperial Architecture*. Pelican History of Art. Harmondsworth, New York: Penguin Books.

— (1988). *Rom*. Weltgeschichte der Architektur. (orig.: Storia universale dell' architettura, 1979). Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt.

Weber, W. (1986). Der Wagen in Italien und den römischen Provinzen. In: *Achse, Rad und Wagen*. Hrsg. von W. Treue. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, 85–108.

Welch, K. E. (2007). *The Roman Amphitheatre. From its Origins to the Colosseum*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wiegand, T. (1894). *Die puteolanische Bauinschrift sachlich erläutert*. Jahrbücher für classische Philologie, 20. Supplementband. Leipzig: B. G. Teubner, 659–778.

Wiplinger, G., Hrsg. (2006). *Cura aquarum in Ephesus: proceedings of the twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus/Selçuk, Turkey, October 2–10, 2004*. Bulletin antieke beschaving. Supplement 6. Dudley, Mass.: Peeters Publishers.

Wiseman, T. P. (1970). Roman Republican Road-Building. *Papers of the British School of Rome* 38:122–152.

Wurster, W. und J. Ganzert (1978). Eine Brücke bei Limyra in Lykien. *Archäologischer Anzeiger*:288–307.

Zanker, P., Hrsg. (1976). *Hellenismus in Mittelitalien, Kongress Göttingen 1974*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.

Personenindex

A

Agathokles, 142, 143
Agrippa, Marcus Vipsianus, 280, 296, 311, 333, 338, 392
Ahmose, 47
Alexander III. von Makedonien, 8, 54, 128, 129, 131, 132, 138, 139, 223
Alexander Severus, 384
Amasis, 140
Amenemhet III., 18, 57, 80, 94, 102
Amenhotep IV., *siehe auch* Echnaton
Amenmesse, 53
Amenophis (Sohn des Hapu), 37
Amenophis I., 36
Amenophis III., 37
Amenophis IV., *siehe* Echnaton
Anchtifi, 106
Ancus Marcius, 361
Andronikos, 139
Antimachos, 231
Antiochos I., 139
Antiochos III., 269
Antiochos IV., 139, 269, 382
Antonius, Marcus, 269, 358, 388
Apollodor, 266, 286, 362, 379, 380, 389, 391
Apollodor von Damaskus, 371, 374, 375, 379
Apollonios von Perge, 245
Appius Claudius Caecus, 274, 357
Archimedes, 226, 248, 250
Archon, 129
Aristodemos, 140
Aristoteles, 141, 227, 228
Arkesios, 171
Athenaios, 243
Atilius, 301
Aton, 79
Atticus, 283, 291, 303, 373
Auctus, *siehe* Lucius Cocceius Auctus
Augustus, 91, 131, 269, 270, 272, 278–282, 295, 303, 304, 311, 375, 379, 380, 383, 389, 392, 394, 402
Aulus Gellius, 284
az-Zahir Baibar, 86

B

Batrachus, 389
Blossius, 276
Brennus, 267
Brutus, 358

C

Caesar, 270, 274, 279, 286, 295, 310, 362, 363, 375, 377
Cassius, *siehe* Gaius Cassius Longinus
Cassius Dio, 286, 391
Cato, 275, 283, 376
Cato d. Ä., 269, 275, 282, 298, 386, 390
Celer, 279, 379, 391
Chasechemui, 65
Chendjer, 106
Cheops, 26, 62, 83
Chephren, 26
Chersiphron, 200, 201, 236–238
Cheti, 106
Chrysippus, 377
Cicero, 265, 276, 277, 283, 291, 292, 303, 373, 377, 378, 381, 383, 385, 388
Claudius, 270, 272, 296
Cocceius, *siehe* Lucius Cocceius Auctus

Columella, 390
Cornelius Cethegus, Marcus, 359
Corumbus, 378
Cossutii, 382
Crassus, 377
Cyrus, 292, 377

D

Daphnis, 234
Dareios, 223
Darius I., 33, 37, 89
Demetrios, 234, 243, 339
Demokrit, 243, 244, 410
Den, 65, 68
Dinsmoor, 157
Diodorus Siculus, 21, 97, 198, 228
Diogenes, 243
Diokletian, 271
Dion, 301
Dionysios, 141
Diphilus, 283
Djedkare Asosi, 22, 25
Djehutihotep, 14, 19
Djoser, 37, 68, 103, 106
Domitian, 281, 329, 379

E

Echnaton, 11, 26, 79, 94, 106, 107
Eleusis, 233
Empedokles, 290
Ennius, 294
Epeios, 226
Ephoros, 223
Epimachos, 339
Epiphanes, *siehe* Antiochos IV.
Erathostenes, 250
Euklid, 245, 246, 250
Eusebius, 46
Euthydemos, 239

F

Flamininus, 268
Fregellae, 357
Frontinus, 240, 281, 286, 375, 391
Fronto, Cornelius, 284, 285

G

Gaius Cassius Longinus, 273
Gaius Claudius Pulcher, 275
Gaius Popilius Laenas, 269
Gaius Verres, 277
Galerius, 348
Geb, 111
Gellius, 285
Gelon, 130
Geminos, 289
Ghasab, Rais Gamal, 58
Glaukos, 144

H

Hadrian, 221, 233, 270, 286, 296, 299, 300, 362, 376, 380, 391, 404
Hamilkar, 130
Hannibal, 268, 269
Hapu, 37
Haremhab, 26
Hatschepsut, 63, 67, 101, 106, 107
Hercules Victor, 410
Hermodoros, 311, 387–389
Hermogenes, 165, 171
Herodes Atticus, 333
Herodot, 53, 89, 151, 182, 227
Heron, 204, 250
Hesiod, 129
Hestiaios, 145, 149
Hierons II., 294, 385
Hori, 59
Hui, 33

I

Imhotep, 32, 37, 44, 106
Ineni, 36, 97
Intef II., 94
Ipui, 32
Irtisen, 95, 96
Iunius Brutus Albinus, X, 277
Iunius Silanus, X, 390

J

Junius Brutus Callaicus, X, 388
Jupiter Anxur, 326, 344
Juvenal, 297

K

Kahl, 31
Kallikrates, 145, 149
Kleoboulos von Lindos, 129
Konon, 248
Konstantin, 271
Korres, Manolis, 204, 218
Kroisos, 138
Ktesibios, 249
Kyros, 292

L

Laertios, Diogenes, 243
Leonidas, 139, 240
Livius, 273, 304, 360
Lucius Cocceius Auctus, 383
Lucius Licinius Crassus, 310
Lygdamis von Naxos, 135

M

Mamurra, 310
Mandrokles, 223
Maussolos, 199, 406
Maxentius, 389
Men-maat-Re, 90
Menkaure, *siehe* Mykerinos
Mentuhotep II., 67, 95
Merenptah, 29
Metagenes, 200, 236–238
Metellus, 311, 387, 388
Mnesikles, 163
Mustius, 283
Mykerinos, 26, 27, 45
Mylasa, 389

N

Nakhtamon, 24, 25
Necho II., 89
Nefer, 38
Nero, 271, 329, 362, 379

O

Octavian, 358

P

Paionios, 234
Pakkanen, 165
Patroklos, 226
Pausanias, 156, 190, 221
Peisistratiden, 141
Pepi I., 36
Pepi II., 103
Periander, 129
Perikles, 130, 148
Phalaris, 142
Phidias, 148
Philipp II., 131
Philipp V., 268
Philokles, 142
Philon von Byzanz, 165, 178, 179, 185, 189, 199, 209, 224–226, 235, 238–244, 249, 250, 338
Philon von Eleusis, 149, 238
Pictor, Fabius, 269
Piranesis, 367
Pittakos von Mytilene, 129
Platon, 105, 141, 176, 177, 227, 244
Plautus, 386
Plinius d. J., 283, 376, 390
Plinius d. Ä., 138, 211, 222, 235, 237, 243, 283, 294, 297, 303, 308, 310, 311, 327, 388, 389, 391
Plutarch, 141, 198, 407
Poliorketes, Demetrios, 241
Pollux, 235, 238
Polybios, 269, 272, 386
Polyklet, 176, 179, 183, 232, 235, 396
Polykrates, 135, 141, 223
Pompeius, 269, 274, 286, 300, 377
Poseidonios, 410
Postumius, 382, 383

Proclus, 245
Ptahmose, 83
Ptolemaios II., 222
Publius Junius, 277
Pyrrhos, 222, 268, 358
Pythagoras, 177, 247, 289
Pytheos, 152, 165, 171, 177, 235, 236, 240, 290

Q

Quintus Caecilius Metellus Macedonicus, *siehe* Metellus

R

Rabirius, 279, 379, 391
Rabonius, 277, 278
Ramses II., 11, 20, 31, 35, 38, 42, 51, 90
Ramses III., 31, 64, 105
Ramses IV., 15, 56, 65
Ramses VI., 31
Ramses IX., 14, 56
Ramses XI., 77
Re-Harachte, 111
Rechmire, 29
Rostem, 110

S

Said, 94
Sarenput I., 30, 51
Satet, 30
Satyros, 235, 236
Saura, 389
Scaurus, Marcus, 297
Seilenos, 236
Seneca, 410
Senedjem-ib Inti, 22
Seschat, 82
Sesostris I., 82, 101
Sesostris III., 70, 71
Sethnacht, 53
Sethos I., 22, 51, 82, 83, 86, 87, 89–91, 110
Severus, 279, 379, 391
Sextus Pompeius Festus, 401
Skopas, 388
Snofru, 79, 94
Sokrates, 239
Sostratos, 240
Strabon, 46, 223, 224, 244, 249, 250, 303, 304
Stratos, 165
Sueton, 286, 301, 304
Sulla, 159, 269, 274, 326, 344, 396

T

Tacitus, 301
Taharqa, 63
Tait, 49, 101, 106
Tarquinius Priscus, 266
Tarquinius Superbus, 266
Themistokles, 139
Theoderich, 411
Theodoros von Kyrene, 248
Theodoros von Phokaia, 238, 248
Theodoros von Samos, 211, 236, 238
Theodotos, 232
Theophrast, 185, 187, 189, 190, 302
Theron von Akragas, 130, 135, 141, 142
Thutmosis I., 36, 37
Thutmosis II, 91
Thutmosis III., 14, 22, 44
Thutmosis IV., 51, 94
Tiberius, 299, 312, 329
Tiberius Sempronius Gracchus, 275
Titus Flamininus, 275
Titus Vibius Temuudinus, 275
Traian, 270, 286, 296, 303, 359, 362, 369, 371
Triumvir Crassus, 303

U

Udjahorresnet, 96
Useramun, 23

V

Varro, 266, 270, 390, 401
Velleius, 388
Vergil, 385

Verres, 276–278

Vespasian, 272, 403, 407

Vitruv, 98, 151, 156, 165, 166, 171, 177–179, 186, 199, 200, 202–204, 208, 211, 224, 226, 234–239, 242–250, 280, 282, 285, 287–293, 296, 301, 302, 304–311, 317, 318, 325–327, 331, 337, 366–368, 373–376, 378, 379, 381–384, 388, 390–396, 398, 405, 406, 409

W

Wenamun, 31

X

Xenophon, 172, 227, 239, 292, 390
Xerxes, 223
Xiphilinus, 286

Z

Zenon, 139, 146

Ortsindex

A

Abu Simbel, 46
Abusir, 72, 88
Abydos, 13, 49, 50, 62, 65, 67, 68, 105
Actium, 269
Adria, 221, 276, 296, 358
Afrika, 128, 301, 311, 315, 356
Ägäis, 128, 129, 139, 221, 223, 382
Ägina, 144, 152, 157, 164, 182, 191, 217, 229
Agrigent, 130, 150, 229
Ägypten, 7, 21, 34, 43, 56, 62, 65, 68, 70, 72, 82, 86, 91, 93, 94, 96, 97, 102, 105, 110, 112, 132, 135, 139–141, 176, 194, 195, 202, 208, 238, 268, 269, 282, 294, 295, 299, 311, 312, 381, 385, 399, 408
  Elephantine, 30, 42, 44, 51, 53, 61, 85, 90, 91
  Fayum, 89, 98, 106
  Mittelägypten, 67
  Nildelta, 8, 45, 69, 86, 87, 91, 238
  Nilinsel, 91
  Niltal, 8, 22, 44, 45, 50, 58, 62, 65–67, 73, 75, 86, 88, 91
  Oberägypten, 46, 51, 63, 67, 69, 109, 293
  Unterägypten, 36, 67, 68
Aitolien, 128
Akita, 90
Akragas, 129, 130, 135, 138, 141–143, 404
Akrai, 191
Al Mina, 128
Al-Bahariyya, 74
Al-Qantara, 86, 87
Al-Qurna, *siehe* Sheikh abd-el-Qurna
Al-Qusair, 76
Alba Longa, 309
Albanien, 358
Alcantara, 369, 374
Alconetar, 370, 371
Alexandria, 32, 78, 93, 107, 131, 204, 240, 244, 250, 293, 311, 385, 399
Algerien, 301, 311
Amarna, *siehe* Tell el-Amarna
Amisos, 188
Amphipolis, 222
Ampurias, 128
Anatolien, 188
Aniba, 91
Antibes, 128
Antiochia, 131, 293
Antipolis, 128
Aostatal, 368
Aphrodisias, 181, 311
Apollonia, 358
Argigent, 232
Argos, 129, 131, 144, 232
Arkadien, 188
Arta, 222
Asien, 223
  Kleinasien, 129, 181, 188, 348, 356, 405
  Vorderasien, 65, 72, 91
  Westasien, 75
Assiut, 31, 53, 68, 92, 106
Assos, 161
Assuan, 8, 9, 42, 59, 63, 66–68, 312
  Staudamm, 46, 91
Athen, 129, 130, 132, 133, 135–142, 144–148, 150, 157, 159, 163, 183, 193, 195, 197, 210, 221,

225, 227, 299, 310, 316, 333, 382, 401, 404, 407
Athribis, 9, 58, 69
Attika, 221, 222, 232, 300, 310, 311
Auaris, 45, 107
Aventin, 294
Averner See, 345

B

Baalbek, 322, 404
Babylon, 243
Baharija, *siehe* Al-Bahariyya
Baiae, 338, 343, 345, 353, 411
Balkan, 282
Bassae, 157
Behbeit el-Hagar, 68
Beirut, 139
Belevi, 157
Benevent, 357, 359
Bir el-Fawakhir, 67
Bithynien, 132, 390
Bitterseen, 89
Bodrum, 199
Bonnieux, 365
Boscoreale, 288, 297
Bosporus, 223, 362
Brauron, 222
Brindisi, 358, 359
Bubastis, 68
Buhen, 53, 91
Byblos, 64
Byzanz, 165, 178, 185, 199, 209, 224–226, 235, 240, 244, 271, 358
Böotien, 311

C

Cap Tainaros, 311
Capua, 273, 357, 360
Carrara, 298, 311, 382
Castell Gandolfo, *siehe* Alba Longa
Cave di Cusa, 192
Chaironea, 146
Chalkis, 223, 311
Chemtou, 311
China, 8
Chios, 311, 312
Civitavecchia, 296, 375
Collepardo, 358
Colorado, 321
Cori, 387, 394, 397, 399
Cumae, 140, 383
Cyrenaika, 399

D

Dahschur, 18, 33, 39, 53, 70, 94
Dakien, 270, 371
Damaskus, 371
Dardanellen, 221, 223, 362
Deir el-Bachit, 73
Deir el-Bahri, 50, 67
Deir el-Bersche, 14, 19
Deir el-Medine, 25, 26, 28, 30, 39, 40, 53, 57, 105
Delos, 133, 136–139, 144, 146, 148, 163, 183, 184, 188, 210, 224, 233, 385
Delphi, 133, 135, 137, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 179, 182, 188, 190, 197, 198, 211, 213, 234, 238, 248, 249
Dendara, 44, 46, 47, 51, 67, 76, 98, 100
Deutschland, 249, 271, 282, 315, 360
Didyma, 136, 139, 141, 143, 180, 182, 185, 196, 204, 221, 233, 234, 247, 316, 404
Diocaesareia, 157
Docimium, 311
Donau, 333
Dra' Abu el-Naga, 107
Dunham, 55
Dyrrhachium, 358

E

Edfu, 17, 33, 40, 44, 45, 51, 52, 54, 63, 78, 79, 81, 83, 90, 94, 100, 102, 105
El-Lahun, 53, 89

El-Omari, 62
Elephantine, *siehe* Ägypten
Eleusis, 144, 146, 147, 149, 183, 189, 190, 195, 209, 221, 222, 238
Elis, 135, 138
Emporion, 128, 409
England, 270, 271, 282, 356, 360
Ephesos, 138, 140, 186, 189, 191, 196, 200, 211, 224, 234, 236, 237, 243, 244, 281, 311, 348
Epidauros, 133, 144, 146, 148, 179, 183, 188, 198, 199, 228, 229, 231–233, 396
Epirus, 128, 222
Eretria, 224
Esna, 66, 67, 84, 102
Etrurien, 302, 309, 401, 409
Euböa, 188, 223, 224, 311

F

Fano, 375
Fidenae, 301, 309
Fiumicino, 296
Fondi, 360
Formia, 360, 383
Frankreich, 271, 311
Fustat, 86

G

Gallien, 315, 329, 330, 356, 362
Gebel Barkal, 50
Gebel Dokhan, 312
Gebel Fatireh, 312
Gela, 129
Georgien, 128
Gisa, 26, 32, 50, 53, 60, 68, 79, 86, 94
Grand, 325
Griechenland, 22, 128–132, 156, 159, 175, 190, 194, 196, 207, 222, 223, 225, 236, 298, 311, 329, 356, 358, 370, 382, 388, 390, 394, 396, 400
  Mittelgriechenland, 311
  Nordgriechenland, 221, 222, 358
  Peloponnes, 128, 132, 221, 232, 311

H

Halikarnass, 152, 199, 235, 236, 243, 244, 290, 301
Hawara, 80
Heliopolis, 20, 42, 104
Helwan, 88
Herculaneum, 304–306
Hierakonpolis, 44, 62, 67, 93
Hierapolis, 330, 348
Himera, 138, 141

I

Indien, 93
Ionien, 238
Irak, 49
Iran, 132
Ischia, 128
Israel, 281
Italien, 267, 270, 301, 312, 329, 361, 378, 388, 389, 412
  Mittelitalien, 356, 362, 398, 412
  Norditalien, 311, 356
  Süditalien, 128, 132, 223, 276, 348, 356, 362
Ithaka, 226

J

Jordanien, 281

K

Kairo, 50, 57, 66, 86
Kampanien, 331, 345, 357, 409
Kanaa, 65
Kanaïs, 90
Kardaki, 157
Karien, 151
Karnak, 22, 46, 50, 51, 63, 64, 75, 79, 86, 87, 94, 111
Karthago, 133, 268, 273
Karun, 89
Karystos, 311

Kassope, 193
Kenchreai, 209
Keos, 249
Kirrha, 197
Kition, 135, 139, 146
Knidos, 224, 240
Kom Ombo, 51
Konstantinopel, 271, 358
Korfu, 157, 174
Korinth, 129, 133, 144, 161, 175, 191, 197, 209, 217, 221, 232, 250, 268, 329
Kos, 402
Kreta, 64, 301
Ktesiphon, 85
Kumma, 91
Kyme, 223
Kyrene, 128, 198, 208, 248
Kyrrhos, 139
Köln, 337

L

La Coruña, 374
Labraunda, 151
Latium, 302, 319
Lebadeia, 146, 176
Leptis Magna, 300
Lesbos, 129, 141, 224, 286
Libanon, 37, 62, 188, 301
Limyra, 371
Lindos, 129
Luna, 311
Luxor, 9, 48, 54, 60, 67
Lybien, 198, 282, 399
Lykien, 156, 399
Lykosura, 193

M

Maadi, 62
Magnesia, 157, 165, 269
Mahdia, 159
Makedonien, 128, 129, 131, 157, 186, 188, 190
Malea, 221
Malqata, 72
Marokko, 301
Marseille, 128, 276
Medinet Habu, 27, 46, 64, 73, 85
Megalopolis, 128, 131
Megara, 144, 221
Meidum, 41
Meir, 94
Melos, 311
Memphis, 11, 104, 105, 243
Merimde, 62
Mesopotamien, 62, 69, 73, 93, 297
Schwemmland, 44
Messene, 157
Milas, 151
Milet, 129, 139, 180, 197, 221, 225, 233, 316, 348, 401
Minia, 70
Mittelmeer, 8, 64, 89, 128, 155, 269, 271, 299, 307, 385, 394
Moalla, 106
Mons Claudianus, 312
Mons Prophyrites, 312
Mytilene, 129, 224

N

Naukratis, 31, 238
Naxos, 129, 135, 139, 186, 196, 240, 404
Neapel, 140, 319, 345
Neupotz, 298
Nikaia, 128
Nikomedien, 132
Nizza, 128
Nocera Superiore, 346
Nubien, 8, 63, 67, 75, 91
Numidien, 311

O

Ogygia, 226
Olbia, 211
Olympia, 135, 138, 139, 156, 158, 161, 163, 165, 171, 172, 176, 179, 193, 198, 201, 210, 218, 235, 240, 330, 404

Olympos, 188
Orontes, 131
Oropos, 140
Ostia, 293, 294, 296, 303, 304, 306, 327, 329, 331, 332, 375, 384, 403

P

Padua, 370
Paestum, 174, 209
Palästina, 86, 87, 91
Paphos, 226
Paros, 198, 311, 388
Pentelikon, 198, 221, 299
Pergamon, 132, 210, 325, 330, 348, 385, 412
Perge, 245
Persien, 93
Perugia, 287
Pherai, 131
Philae, 51, 52, 69, 108
Philippi, 358
Phithekussai, 128
Phokaia, 179, 238, 248
Phrygien, 311
Piräus, 135, 144, 149, 183, 195, 238, 401
Polybios, 226
Pompeji, 304, 306, 314, 342, 402
Porta Trigemina, 294
Pozzuoli, 319, 345, 383, 409
Praeneste, 402
Priene, 136, 138, 152, 159, 165
Prokonnesos, 300
Propontis, 128
Puteoli, *siehe* Pozzuoli

Q

Qantir, 53, 72
Qau el-Kebir, 65

R

Ras Benas, 77
Ravenna, 411
Rheinland, 298
Rhodos, 73, 132, 133, 224, 225, 241, 319, 339, 370, 385, 402
Rom, 22, 93, 131, 175, 179, 189, 225, 240, 265–270, 272–277, 279, 286, 288, 290, 292–297, 299–306, 308–312, 314, 315, 319, 322, 323, 326, 328, 329, 333, 337–339, 342, 344, 345, 348, 350, 352, 356–358, 360–362, 366–368, 372–375, 377–382, 385–403, 405–411
Rotes Meer, 76, 89
Rumänien, 270
Russland, 128

S

Sahara, 73
Salamis, 387
Samos, 129, 135, 136, 141, 142, 186, 208, 210, 211, 223, 235, 236, 238, 248, 316, 404
Samothrake, 139, 222, 243
Saqqara, 16, 37, 49, 72, 83
Sardeis, 210, 348
Schenhur, 53
Schwarzes Meer, 128, 223
Selge, 364, 365
Selinunt, 171, 200, 316, 400, 404
Selinus, 163, 192, 232
Semna, 61, 91
Serabit el-Khadim, 75
Sheikh abd-el-Qurna, 52, 83
Sikyon, 131, 190
Silsila, 9
Sinai, 8, 30, 91
Sinope, 188
Siut, *siehe* Assiut
Sizilien, 128–130, 141, 142, 150, 171, 198, 223, 232, 240, 268, 281, 385, 400
Smitthus, 311
Solunt, 400
Sounion, 163
Spanien, 128, 268, 311, 320, 356, 362, 369, 370, 374

Sparta, 128, 130, 132, 144, 195, 312
St. Gallen, 99
St. Louis, 349, 350
Sudan, 67, 196
Suezkanal, 89
Sulla, 310, 342
Syene, 312
Syrakus, 129, 130, 132, 135, 138, 141, 142, 157, 167, 171, 175, 191, 217, 225, 226, 240, 250, 294
Syrien, 35, 62, 128, 132, 188, 266, 301, 312

T

Tanagra, 147
Tanis, 21
Tarent, 357, 358
Tarragona, 320
Tebtynis, 73, 98
Tegea, 144, 201
Tell el-Amarna, 26, 50, 53, 72, 79, 86, 103, 104
Tell el-Jahudija, 72
Tepe Gawra, 49
Terracina, 326, 328, 344, 358, 359, 383
Thasos, 311
Thasos-Aliki, 191
Theben, 21, 24, 26, 29, 36–38, 46, 50, 52, 59, 66, 101, 105
Theodoros, 179
Thessalien, 312
Thessaloniki, 348, 412
Thrakien, 186
Tiber, 296, 409
Tiberinsel, 266, 361
Tiberufer, 294
Timna, 75
Tivoli, 310, 345, 387, 402, 410
Tombos, 67
Trier, 271, 325, 344, 363
Troja, 226
Tuna el-Gebel, 57, 84
Tunesien, 311
Tura, 58
Turin, 15, 27, 101
Turnu Severin, 371
Türkei, 62, 132, 151, 156, 161, 311, 330, 348, 365, 411

V

Vaucluse, 366
Veji, 309
Venedig, 385
Verona, 383
Vesuv, 304

W

Wadi Abbad, 90
Wadi Barramija, 89
Wadi Garawi, 32, 88
Wadi Hammamat, 40, 65, 76
Wadi Maghara, 75
Wadi Mija, 90
Westfalen-Lippe, 314

Z

Zypern, 62, 64, 135, 188, 226, 387