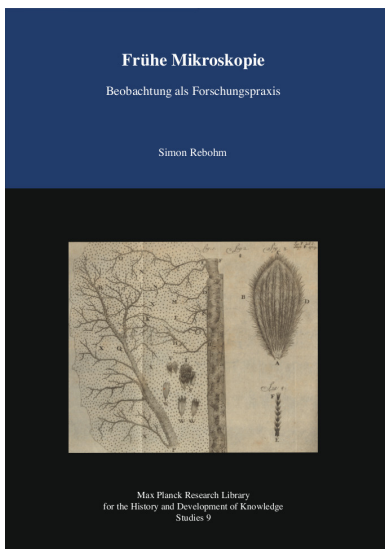


Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge

Studies 9

Simon Rebohm:

Resümee



In: Simon Rebohm: *Frühe Mikroskopie : Beobachtung als Forschungspraxis*

Online version at <http://edition-open-access.de/studies/9/>

ISBN ISBN 978-3-945561-14-0

First published 2017 by Edition Open Access, Max Planck Institute for the History of Science under Creative Commons by-nc-sa 3.0 Germany Licence.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>

Printed and distributed by:

PRO BUSINESS digital printing Deutschland GmbH, Berlin

<http://www.book-on-demand.de/shop/15122>

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

Kapitel 5

Resümee

5.1 Historiographische Bemerkungen

In der vorliegenden Studie wurde versucht, mikroskopisches Beobachten als eine Forschungspraxis in ihren Anfängen zu analysieren. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass eine derartige Perspektive nur deshalb möglich war, weil in diesem speziellen Fall viele Quellen zumindest Teile des Beobachtungsprozesses in expliziter Weise schildern. Erst indem viele vereinzelte Details zusammengefügt wurden (von denen nebenbei bemerkt letztlich nur ein Bruchteil in den Text mit einfluss), war es möglich, Beobachtungen als Prozesse nachvollziehbar zu machen, statt nur ihre Ergebnisse miteinander zu vergleichen.

Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass den Schilderungen der Vorgehensweise in vielen Fällen auch rhetorische Motive zugrunde lagen. Grundsätzlich könnte man auch den Einzug narrativer Passagen in die Beobachtungsberichte überhaupt als Stilmittel werten, dass dazu gedient haben könnte, die Untersuchungen und ihre Ergebnisse durch Veranschaulichung gegen potentielle Zweifel zu stärken. Dagegen sprechen aber einerseits die sich mehrenden Hinweise auf Fehler und Irrtümer von Seiten der Forscher. Andererseits müsste bei einem solchen Verdacht die Gegenfrage erlaubt sein, welchem Zweck denn eine derartige, hauptsächlich rhetorische Textgestaltung verfolgt hätte. Die zuweilen indifferente Haltung der Forscher hinsichtlich der Interpretationen ihrer Beobachtungen beziehungsweise deren geringe Konklusivität in Bezug auf seinerzeit debattierte Fragen weisen jedenfalls eher darauf hin, dass die Beobachtungsberichte, abgesehen von der unmittelbaren Rechtfertigung der Vorgehensweise, in den meisten Fällen keine rhetorischen Ziele verfolgten.

Macht man also die Beobachtungsberichte zum Ausgangspunkt, führt dies zu einem Bild der Geschichte der Mikroskopie, das sich in einigen Punkten grundlegend vom früheren unterscheidet: Historiographien, welche die Mikroskopie eher unter einem geistesgeschichtlichen oder soziokulturellen Schwerpunkt sehen, zeichnen zumeist eine mehr oder weniger geradlinige und allgemeingültige Entwicklung nach, für die vor allem die Wechselwirkung von begrifflicher und praktischer Ebene von Bedeutung ist. Hierzu werden Quellen aus beiden Bereichen hinsichtlich der Verwendung von Begriffen beziehungsweise der Einbindung von Beobachtungsberichten untersucht, so dass beispielsweise festgestellt werden kann, dass atomistische Ideen die Voraussetzung für ein Interesse an Mikrostrukturen bildeten, während letztere wiederum in rhetorischer Weise benutzt werden konnten, um für den Atomismus zu argumentieren.

Demgegenüber zeigt ein Blick auf die Praxis die Mikroskopie als ein sehr heterogenes, ja individualistisches Betätigungsfeld, in dem sich Entwicklungen nur in vagen Tendenzen, aber kaum als tatsächliche Kontinuitäten vollzogen. Von Bacons ersten Befürchtungen zu Leeuwenhoeks kontroversen Entdeckungen hatte sich das Beobachten grundlegend verändert: Aus kurzfristigen Untersuchungen in engem Zusammenhang mit Fragestellungen aus

verschiedenen Kontexten waren spezialisierte Studien mit hohem Zeitaufwand geworden, die sich weniger an etablierten Themen als an einer starken Eigendynamik ausrichteten. Diese Entwicklung äußert sich neben den Themen oder Fragen für die Beobachtungen auch in einem veränderten Umgang mit den Objekten und den verschiedenen Techniken, die bei den Untersuchungen benutzt wurden.

Die gravierenden Unterschiede, die sich in allen drei Feldern der Praxis zwischen den einzelnen Forschern zeigen, weisen letztlich deutlich darauf hin, dass die bisherige Periodisierung der Geschichte der Mikroskopie nicht für die praktischen Aspekte gilt: Einerseits bestehen zuweilen Kontinuitäten zwischen Akteuren, die gemeinhin verschiedenen Perioden zugeordnet werden, andererseits zeigen sich aber auch erkennbare Unterschiede in Bezug auf Forscher, zwischen denen anhand des Zeitraumes ihrer Untersuchungen und ihrer groben thematischen Ausrichtung bisher eher Zusammenhänge konstatiert wurden.

Im Vergleich beider Historiographien mag es vielleicht als unbefriedigend erscheinen, dass in dieser Arbeit für die spezifischen Praktiken zwar eine beträchtliche Menge Eigenheiten und Details herausgearbeitet werden konnte, aber hinsichtlich der Ursachen für die allenthalben auftretende Individualität keine andere Ursache angegeben werden kann, als die innere Dynamik des Beobachtens, also das Wechselspiel von Fragestellungen, Objekten und Methoden. Gerade darin liegt jedoch ein zentraler, aber bisher eher implizit verhandelter Punkt dieser Arbeit: Die soziokulturellen und geistesgeschichtlichen Faktoren, die gemeinhin für die Entwicklung der frühen Mikroskopie angegeben werden, können ausgehend von den Quellen in der Regel *nicht* in einen direkten Zusammenhang mit spezifischen mikroskopischen Praktiken gebracht werden. Dies deutet sich bereits im Umstand an, dass sich selbst die Forscher, die über einen vergleichbaren kontextuellen Hintergrund verfügten, in ihrer Vorgehensweise voneinander unterschieden. Spätestens in konkreten Fällen, wie etwa den Vergleichen verschiedener Organstrukturen bei Malpighi oder den technischen Bedingungen von Leeuwenhoeks *Animalcula*-Beobachtungen, wird dann deutlich, dass die zunehmende Verstrickung der Forscher in das Beobachten, wenn überhaupt, nur minimale äußere Einflüsse zuließ und in allen Aspekten stark von internen, jeweils individuellen Faktoren bestimmt wurde.

Beide Perspektiven ergänzen einander also letztlich: Während bestimmte geistesgeschichtliche Strömungen und soziale Bedingungen im Allgemeinen die mikroskopische Forschung entweder fördern oder behindern konnten, folgte die eigentliche Forschungspraxis vor allem individuellen Gegebenheiten. Es stellt sich diesbezüglich allerdings noch die Frage, warum die überindividuellen Tendenzen, die sich hinsichtlich der Fragestellungen, der beobachteten Objekte und einiger methodischer Überlegungen, zuweilen feststellen lassen, trotz der Zugehörigkeit der Forscher zu kommunikativen Netzwerken nicht zu einer stärkeren Vereinheitlichung der Forschung beziehungsweise zur Entstehung eines Beobachtungsstiles im Sinne von Fleck und Heering geführt haben.

5.2 Kontextuelle Bedingungen

Die Fragen, an denen sich die mikroskopischen Beobachtungen orientierten, stammten zunächst eindeutig aus den Bereichen Naturphilosophie, Naturgeschichte und Medizin. Die Beziehung zwischen diesen Kontexten und der Forschungspraxis veränderte sich jedoch nach und nach.

In der Naturphilosophie dominierte zunächst eine gewisse Skepsis gegenüber dem Mikroskop. Die Beobachtungen, die später ausgehend von Themen aus diesem Kontext angestellt wurden, weisen nur eine geringe Dynamik auf und scheinen eher stagniert zu haben. Schließlich traten sie zugunsten von Beobachtungen, die ihre Fragen eher aus einer Auseinandersetzung mit bestimmten Objekten gewannen, zum größten Teil in den Hintergrund. Ein gewisser Einfluss naturphilosophischer Konzepte blieb eher in Versuchen, mikroskopische Beobachtungen zu ordnen und aufeinander zu beziehen, bestehen.

Auch von Seiten der Naturgeschichte gab es zunächst scheinbar nur ein geringes Interesse an mikroskopischen Beobachtungen. Untersucht wurden anfänglich lediglich einige Detailfragen, die in engem Bezug zum bisherigen naturhistorischen Wissen standen. Bei späteren Beobachtungen an den gleichen Objekten nahm diese Bindung jedoch schrittweise ab, weil vermehrt Perspektiven eingenommen und Techniken angewendet wurden, die ihren Ursprung in den anderen beiden Traditionen hatten. Zudem wurden die Objekte zunehmend weniger anhand von systematischen Gesichtspunkten als durch Analogien zueinander in Bezug gesetzt.

In ähnlicher Weise etablierte sich das Mikroskop auch zunächst nur für einige wenige, eng gefasste medizinische Themen, deren Untersuchung aber so wie bei der Naturphilosophie im Laufe der Zeit zu stagnieren begann. Neuere Fragestellungen wurden eher von Außenseitern formuliert und verfolgt, blieben für den Großteil der Forscher allerdings ohne Belang. Die engeren kontextuellen Bezüge verloren sich auch in diesem Bereich nach und nach, während sich an ihrer Stelle mehr und mehr eine auf Eigendynamik und Analogien basierende, oft explorative Vorgehensweise durchsetzte.

Für alle drei Bereiche lässt sich also feststellen, dass anfänglich Vorbehalte gegenüber den Möglichkeiten bestanden, die mikroskopische Beobachtungen boten, und dass sich Forscher mit einer engeren Bindung an diese kontextuellen Traditionen scheinbar nur begrenzt für letztere interessierten: Für die zentralen Themen der drei angeführten Kontexte und ihre jeweilige Forschungspraxis hatten Mikrostrukturen nur eine geringe Relevanz. Außenseiter oder Grenzgänger entwickelten hingegen neue Ansatzpunkte für Beobachtungen, und es entwickelte sich schließlich *zwischen* den Traditionen eine individuell ausgeprägte Praxis mit eigenen Fragestellungen.

Aber auch die Art und Weise, in welcher die Beobachtungen mit dem Gedankengut der einzelnen Traditionen in Verbindung gesetzt wurde, veränderte sich: Wurden die Beobachtungen zunächst als rhetorisches Mittel benutzt, um bestehende Theorien und Konzepte zu untermauern, bezog man sie nun entweder aus rhetorischen Gründen auf die einzelnen Traditionen, auch wenn sie weder inhaltlich noch in ihrer Vorgehensweise mit diesen übereinstimmten, oder man grenzte sich eben deshalb explizit von ihnen ab. An Stelle des bestehenden Wissens wurden nun eigene Beobachtungen aus verschiedenen Bereichen zum neuen Bezugspunkt für die Akteure, während man den Untersuchungen anderer Forscher ausgehend von etwaigen Unterschieden vor allem mit Skepsis oder Kritik begegnete.

Eine *gemeinsame Tradition* als zentralen Faktor von Beobachtungsstilen im Anschluss an Fleck beziehungsweise Heering, gab es diesen Entwicklungen zufolge also deswegen nicht, weil die bestehenden Kontexte von vorneherein nur einen schwachen und unspezifischen Einfluss für die Forscher darstellten, der schließlich fast vollständig hinter den individuellen Bedingungen zurücktrat, unter denen sie arbeiteten und die sie zu weiten Teilen selbst gestaltet hatten.

5.3 Abhängigkeit von Beobachtungen voneinander

Auch die Perspektive, unter welcher die Beobachtungsobjekte studiert wurden, der praktische Umgang mit ihnen und ihre Beziehungen zu anderen Gegenständen veränderten sich in verschiedener Weise.

Pflanzen wurden zuerst vor allem wegen der spezifischen Eigenschaften einiger Arten untersucht, spätere Forscher versuchten hingegen, ihre Strukturen zu abstrahieren und stellten über Vergleiche und Analogien Verbindungen zu anderen Lebewesen her. Die damit einhergehende Mehrdeutigkeit trug mit dazu bei, dass die Forschung dabei jeweils individuellen Entwicklungen folgte.

Für die Beschreibung von Insekten spielten dagegen Vergleiche zuerst eine wichtige Rolle, traten dann aber sukzessive in den Hintergrund, als sich die Beobachtungen stärker auf die Prozesse der Fortpflanzung und Metamorphose sowie das Verhalten der Tiere konzentrierten. Im gleichen Zug wurden die Beziehungen zwischen verschiedenen Insekten oder zu anderen Lebewesen und Objekten in den Beobachtungen immer seltener thematisiert. Auch hier entwickelten sich jeweils individuelle Schwerpunkte in den Untersuchungen.

Die anatomischen Beobachtungen weisen wiederum eine andere Entwicklung auf: Nachdem in früheren Studien vor allem spezifische Organe im Inneren des Körpers verschiedener Lebewesen nachgewiesen wurden, beschäftigten sich spätere Untersuchungen zunehmend mit den Strukturen einzelner, aus dem Körper heraus gelöster Organe. Gleichzeitig verlagerten sich die Beobachtungen zunehmend auf größere Lebewesen. Das Muster, in dem Bezüge zwischen den Objekten hergestellt wurden, blieb dabei aber im Grunde genommen unverändert: In beiden Fällen wurden die Strukturen, sei es des gesamten Körpers oder einzelner Teile, als Repräsentanten von universellen anatomischen Formen verstanden. Eine Zuspitzung erfuhr dies in dem Versuch einiger Forscher, alle Organstrukturen auf dieselben Grundelemente zu reduzieren. Die geringe Reichweite der Analogien, die in diesem Zusammenhang aufgestellt wurden, hatte allerdings zur Folge, dass kaum etwas ihre jeweiligen Funktionen ausgesagt wurde, was eventuell als gemeinsamer Bezugspunkt der Beobachtungen hätten dienen können.

Bezüglich der mikroskopischen Lebewesen kann festgestellt werden, dass diese zuweilen in Beobachtungen bemerkt wurden, die gänzlich andere Ziele hatten. Zu Beginn gingen die Forscher davon aus, dass zwischen ihnen und den Stoffen, die sie umgaben, eine starke Abhängigkeit bestand. In späteren Beobachtungen wurden derartige Beziehungen jedoch erst hinterfragt und dann letztlich aufgelöst, nachdem man auf verschiedene Weise in sie eingegriffen hatte. Im Anschluss versuchte man dann verstärkt, die somit gewissermaßen emanzipierten *Animalcula* dadurch besser zu verstehen, dass man sie über Analogien mit größeren Lebewesen in Verbindung setzte. In diesem Fall hatten Analogien nach einem anfänglichen Fehlen von Bezugspunkten zu einem fundamentalen Perspektivwechsel geführt.

Für bestimmte Klassen von Objekten lassen sich also neben den individuellen Tendenzen der Forscher allgemeine, grundlegende Veränderungen in der Perspektive erkennen, die mit der zunehmenden Entkontextualisierung der Beobachtungen einhergingen. Dabei lässt sich vor allem der Wandel von Beziehungen zwischen verschiedenen Objekten als zentrales Moment festmachen: Während die Beziehungen zwischen Objekten und ihrer Umgebung im Zuge der Beobachtungen zweifelhaft erschienen und zum Teil schließlich aufgelöst wurden, blieben Vergleiche von Mikrostrukturen mit den Formen größerer Objekte in den meisten Fällen ein durchgängiges Mittel zur Beschreibung. Analogien, die darauf abzielten, Prozes-

se innerhalb der beobachteten Strukturen zu erschließen, wurden hingegen ausgehend von den Untersuchungen verschiedener Objekte immer wieder neu aufgestellt und aufgelöst. Die solchen Analogien innewohnende Ambivalenz trug grundlegend mit dazu bei, dass die Forscher angesichts einer fehlenden übergeordneten Instanz ihre Beobachtungen mehr und mehr in jeweils individuelle Richtungen fortführten.

Jenseits der im engeren Sinne technischen Aspekte, das heißt der Vergrößerung und bestimmten materiellen Verfahren im Umgang mit den Objekten, stellten Analogien das zentrale *heuristische* Mittel mikroskopischer Beobachtungen dar. Es lässt sich jedenfalls in den Quellen kaum eine über die unmittelbare Erfahrung hinausgehende Aussage finden, die nicht in Analogien bestünde, auch wenn sich bei Hooke und in einigen Beobachtungen Leeuwenhoeks auch mechanistische Modelle finden lassen.¹

Zusätzlich zu diesem Erschließen von Strukturen und Prozessen über Vergleiche und Analogien, entstanden gewissermaßen in einigen Beobachtungen die Objekte überhaupt erst, indem verschiedene *Animalcula* von den Stoffen und Partikeln in ihrer unmittelbaren Umgebung *unterschieden* wurden und spezifische Teile von Organstrukturen als deren Grundelemente *interpretiert* wurden. In diesen speziellen Fällen, wie auch hinsichtlich der erwähnten Analogieschlüsse lässt sich feststellen, dass die mikroskopischen Beobachtungen eines Objektes *immer* in Beziehung zu vorangehenden Beobachtungen standen: Allen Beobachtungen mit dem Mikroskop geht die Kenntnis von Formen der makroskopischen Welt voraus. In ihnen bestehen zunächst die Mittel zur Beschreibung mikroskopischer Strukturen sowie erste Möglichkeiten zum Bilden von Analogien. Als weiterer möglicher Bezugspunkt kamen Bilder von abstrakten Objekten hinzu, wie sie aus korpuskularphilosophischen Abhandlungen bekannt waren. Spätere Beobachtungen wurden dann allerdings nicht mehr nur durch diese zuvor bekannten Formen beeinflusst, sondern auch durch die Eindrücke aus der Auseinandersetzung mit Strukturen in vorangegangenen mikroskopischen Untersuchungen. Infolgedessen wurden nun verstärkt Ähnlichkeiten zwischen den Strukturen verschiedener Objekte hervorgehoben und Analogien hinsichtlich der Prozesse, die sich an diesen Strukturen vollzogen, gebildet. Dies hatte aber auch zur Folge, dass mit steigender Anzahl der untersuchten Objekte, die Strukturen zu instabilen Gebilden wurden: Zum einen wurden die analogen Beziehungen zwischen verschiedenen Objekten je nach aktuellem Schwerpunkt der jeweiligen Untersuchungen modifiziert oder aufgelöst. Zum anderen wurden zuweilen auch die grundlegenden Strukturelemente, die einige Forscher in ihren Beobachtungen bestimmten, in Folge der engen Verflechtung der Beobachtungen durch andere ersetzt oder fallen gelassen.

Wie von Fleck und Heering bereits herausgestellt, spielt also die „Reihenfolge des Erkennens“ eine entscheidende Rolle beim Beobachten. Allerdings wurde das Erkennen in diesem Fall *nicht* durch eine gemeinsame Abfolge ausgeformt, die durch die Zugehörigkeit zu einer Gruppe oder deren Anleitungen bedingt gewesen wäre. Die Forscher entwickel-

¹Hookes Modelle standen als Teil des theoretischen Aspekts seiner Arbeit, wie bereits erwähnt, nicht immer in besonders engem Zusammenhang mit seinen mikroskopischen Beobachtungen und sind in den meisten Fällen von rein kognitiver Art (Hooke 1665, 11–32, 36–44, 45–46, 51–52, 53–67, 85–88, 94–96, 101–103, 108–109, 126–131, 143, 161–162). Leeuwenhoek dagegen schilderte in einer Reihe von Fällen das Bauen von materiellen Modellen, um bestimmte Prozesse zu veranschaulichen (Leeuwenhoek 1939–1999, 1.48; 2.314; 3.250; 8.140–145; 11.294–299; 13.146; 14.212, 230; 15.12–15). Einen Grenzfall stellt die künstliche Modell-Landschaft dar, die Kircher im Anschluss seiner Ausführungen zu seinen mikroskopischen Beobachtungen und den Entsprechungen großer und kleiner Lebewesen beschreibt (Kircher 1646, 837–838). Darüber hinaus spielen Modelle im Zusammenhang mit mikroskopischen Beobachtungen aber nur eine geringe Rolle.

ten vielmehr ein individuelles Schauen ausgehend von den spezifischen Gegebenheiten und dem jeweiligen Verlauf ihrer Untersuchungen. Die Ambivalenz der Analogien, die jeweils im Verlauf der Untersuchungen aufgestellt wurden, bildeten hierbei einen nicht zu unterschätzenden Faktor, da sie dazu führten, dass sich die jeweiligen Bezugspunkte der Objekte und damit der individuelle Ablauf der Beobachtungen fortwährend ändern konnten. Von kollektivgebundenen Beobachtungsstilen kann also auch in diesem Bereich keine Rede sein, da es wiederum an übergreifenden Normen beziehungsweise an einer direkten Vermittlung von Kenntnissen von einem erfahrenen Forscher an andere mangelte.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang noch, dass sich in einigen Fällen die Rolle von Objekten innerhalb der Beobachtungen auf eine Weise veränderte, welche an das Wechselspiel von „epistemischen“ und „technischen Dingen“ bei Hans-Jörg Rheinberger erinnert.² Am deutlichsten wird dies in Leeuwenhoeks Beobachtungen von 1676, die zuerst darauf abzielten, mehr über Gewürze zu erfahren. Mit der Entdeckung von *Animalcula* im Wasser, in dem Pfeffer, Ingwer und Nelken aufgelöst worden waren, verlagerte sich jedoch die Rolle der Gewürze: Sie waren nun nicht mehr das Ziel der Erkenntnisanstrengung, sondern wurden zum technischen Mittel, um *Animalcula* zu erzeugen.³

5.4 Techniken und Wahrnehmung

Zusammen mit den kontextuellen Bedingungen und den Perspektiven auf die Objekten, änderten sich auch Technik und Methodik der einzelnen Forscher. Trotz der unterschiedlichen Vorgehensweisen, welche die Forscher im Laufe der Zeit entwickelten, lassen sich zwei grundlegende Konzepte unterscheiden: Einige Beobachter verstanden den Blick durch das Mikroskop als kontinuierliche Fortsetzung des natürlichen Sehens und behelfen sich bei ihren Beobachtungen nur mit minimalen Techniken. Andere betonten eher den Unterschied zwischen mikroskopischer und gewöhnlicher Wahrnehmung und neigten zugleich dazu, zusätzliche, auf die Spezifika der Objekte zugeschnittene Methoden zu entwickeln. Diese Techniken wurden, ebenso wie die Fähigkeiten der Beobachter, im Zuge längerer Untersuchungen schließlich auch als mögliche Einflüsse auf die Beobachtungsergebnisse beziehungsweise als Quelle von Widersprüchen erörtert. Die Spezifika der verwendeten Mikroskope wurden hingegen durchgängig kaum oder nur am Rande thematisiert. Das Bewusstsein darum, dass mikroskopische Beobachtungen eine im höchsten Maße technische Angelegenheit geworden waren, wuchs also, zugleich wurde dieser Aspekt aber vor allem im Handeln des Beobachters verortet und nicht in der optischen Vergrößerung.

In Übereinstimmung damit lässt sich auch feststellen, dass die narrativen Aspekte der Beobachtungsberichte mit der Ausweitung der Untersuchungen zunahmen und sich somit der Schwerpunkt von einer Präsentation der Ergebnisse zugunsten einer Schilderung des Vorgehens verlagerte, was zum Teil auch rhetorische Ziele verfolgte. Zugleich schwand der Optimismus, der anfänglich hinsichtlich der Möglichkeiten des Mikroskops bestanden hatte. Nicht nur, dass mit der technischen Komplexität auch die Ungewissheit zunahm, es fehlte auch an übergreifenden Bezugspunkten, um die schiere Menge an Details, welche durch die Beobachtungen zutage gefördert wurde, zu bewältigen. Hinzu kam, dass im Laufe der Zeit immer stärker einsichtig wurde, dass selbst mit dem Mikroskop nicht die elementaren

²Vgl. Rheinberger (2001, 18–30).

³S.o. S. 108–114.

Strukturen und Prozesse erkennbar wurden, sondern sich auch hier, am Rande der Sichtbarkeit Formen und Prozesse andeuteten, die nicht klar erkannt werden konnten.

Technik und Methode ermöglichten also nicht bloß das Anstellen von Beobachtungen, sondern bedingten auch ihren Verlauf und ihre Ergebnisse. Da die angewandten Techniken aus den Überlegungen einzelner Forscher beziehungsweise den Anforderungen und Gegebenheiten ihrer spezifischen Untersuchungen entstanden, prägten sich höchst individuelle Vorgehensweisen aus, die folglich zu eigenwilligen, nur bedingt vergleichbaren Ergebnissen führten. Eine stilgebundene „Erziehung“ gab es in keinem der untersuchten Fälle. Vielmehr lässt sich an den Veränderungen in der Art und Weise, in der die Forscher über ihr Vorgehen berichteten, erkennen, dass scheinbar nur einige von ihnen der Reproduzierbarkeit ihrer Beobachtungen eine hohe Priorität einräumten. In einigen Fällen liegt sogar die Vermutung nahe, dass es eher ihre Intention war, die Exklusivität ihrer Beobachtungen hervorzuheben.

Dennoch scheint auch Flecks Behauptung, dass bestimmte Aspekte des Beobachtens in sprachlicher Form überhaupt nicht vermittelt werden könnten, plausibel: Selbst wenn Forscher wirklich versuchten, ihre Beobachtungen besser nachvollziehbar zu machen, indem sie ihren Verlauf detailliert schilderten, hatten sie damit nur geringen Erfolg. Und in den Bemerkungen der verschiedenen Akteure zum Unterschied von gewöhnlicher und mikroskopischer Wahrnehmung zeichnet sich ab, dass zum Beobachten scheinbar tatsächlich eine besondere Form des Schauens gehörte, die ein Individuum vielleicht für sich selbst zu kultivieren vermochte, aber nur durch konkrete Anleitung anderen hätte vermitteln können. Auch in dieser Hinsicht dominierten also individuelle Entwicklungen die frühe Mikroskopie.

5.5 Fazit: Mikroskopisches Beobachten als individuelle Praxis

Mikroskopisches Beobachten zeigt sich in seinen Anfangsjahren also als eine wissenschaftliche Praxis, die sich in erster Linie entlang von *individuellen* Gegebenheiten und Entscheidungen gestaltete. Zur Bildung von Beobachtungsstilen im Sinne von Fleck und Heering kam es dabei nicht. Hinsichtlich der drei Felder, die im Rahmen dieses Konzeptes als zentrale Faktoren für die wissenschaftliche Praxis angegeben werden, lässt sich grundsätzlich bestätigen, dass sie eine wichtige Rolle für die Gestaltung von Beobachtungen spielen. Allerdings prägten sie sich in diesem speziellen Fall in einer Art und Weise aus, welche die Entstehung von praxisorientierten Kollektiven eher behindert hat: Für bestehende wissenschaftliche *Traditionen* waren mikroskopische Beobachtungen von einem zu geringen Interesse, als dass sie in strukturierender Weise auf diese eingewirkt hätten. Dementsprechend gestaltete sich die *Reihenfolge des Erkennens* für jeden Forscher anders und führte verstärkt durch die zentrale Rolle von Analogien auch in jedem Fall zu anderen Ergebnissen. Methoden und Techniken wurden zwar zunehmend thematisiert, ein didaktisches Ziel wurde dabei aber nicht notwendigerweise verfolgt, so dass es auch nicht zu einer Form von praxisorientierter *Erziehung* kam. Sowohl von Seiten der Tradition als auch von Seiten der Zeitgenossen fehlte es also an normativen Kräften, während andere Faktoren eine Individualisierung der Forschungspraxis sogar begünstigten. Dies ändert sich erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts als eine neue Generation von Forschern sich stärker um den Austausch und die Normierung von Beobachtungen bemühte.⁴

⁴Ratcliff (2009).

Dementsprechend sollten die hier dargestellten Fälle nicht als eine Absage an das Konzept eines kollektiv geprägten Stils verstanden werden. Vielmehr weisen sie darauf hin, dass Tradition, Reihenfolge des Erkennens und Erziehung nicht nur Aspekte der Beziehung zwischen Kollektiv und Individuum darstellen, sondern auch Bedingungen dafür sind, dass derartige Stile überhaupt erst *entstehen können*. Dass die Eigendynamik der Beobachtungen zum bestimmenden Faktor für die Ausformung der jeweiligen Vorgehensweisen werden konnte, lag nicht zuletzt daran, dass es an derartigen überindividuellen, normativen Einflüssen mangelte. In diesem Fall fehlte also die Basis für die Entwicklung von *kollektiven* Beobachtungsstilen.

Es bestünde nun die Möglichkeit stattdessen von *persönlichen* Stilen zu sprechen. Damit würde aber einerseits ein zentraler Aspekt des Stilbegriffs bei Fleck und Heering wegfallen, denn beide sehen es ja als grundlegend an, dass Stile durch Kollektive entstehen. Darüber hinaus würde das Konzept eines Individualstils suggerieren, dass die Vorgehensweisen der hier thematisierten Forscher zumindest über einen gewissen Zeitraum stabil gewesen wären.⁵ Tatsächlich scheint aber das Gegenteil der Fall gewesen zu sein: Die Fragestellungen, die Zusammenhänge von Objekten und die Techniken, um sie zu erforschen, befanden sich auch in vielen Einzelfällen nachweislich in ständiger Fluktuation.

Hierin zeigt erstens sich der zentrale Unterschied zu anderen Formen des Beobachtens, etwa in der Astronomie: Es gab weder eine Konstanz der Rahmenbedingungen noch eine irgendwie festgelegte Gruppe von zu untersuchenden Objekten. Ferner fehlte ein eng gefasster theoretischer Rahmen, wie er im Fall der Astronomie durch die lange Tradition mathematischer und kosmologischer Modelle vorhanden war.⁶ Entsprechend der vielfältigen Möglichkeiten im Umgang mit den Objekten eröffnete sich in mikroskopischen Beobachtungen ein weites Spektrum der Ausdifferenzierung. Die Beobachtungen sind aber, auch wenn sie keine stilgemäßen Charakteristika aufweisen, keinesfalls als „unmittelbare Erfahrung“ zu verstehen. Im Gegenteil zeigen gerade die hier angeführten Beispiele, wie stark Beobachtung auch ohne Bildung von Stilen einer Prägung unterliegen können, nur eben durch andere Faktoren, die in diesem Fall zumeist aus Teilaspekten der Praxis selbst entstanden: Einmal angestoßen führte das enge Wechselspiel zwischen Analogien und technischer Adaption dazu, dass sich die Beobachtungen fortwährend veränderten, statt sich zu stabilisieren.

Die dabei stattfindende Annäherung an Praktiken, die zuweilen eher unter den Begriff des Experiments gefasst werden, führt zurück zum anfangs erwähnten Problem der Abgrenzung von Beobachtung und Experiment, die sicher auch ihren Anteil daran hatte, dass die Heterogenität und Dynamik der frühen Mikroskopie bisher kaum wahrgenommen wurde: Wie eingangs geschildert grenzen bereits die historischen Begrifflichkeiten Beobachtungen von Experimenten ab, indem sie den Eingriff in die Objekte zum Charakteristikum des Experiments machen. Auf die mikroskopische Forschung passt diese Unterscheidung schon ab einem sehr frühen Zeitpunkt eigentlich nicht mehr, aber trotz der zunehmenden Verwendung von Techniken, mit denen auf die Objekte eingewirkt wurde, blieben die Akteure (mit Ausnahme Kirchers) dabei, ihre Untersuchungen als Beobachtungen zu bezeichnen. Die Ent-

⁵Siehe Fleck (1980). Erwähnt sei als Beispiel an dieser Stelle erneut Fourniers Arbeit zu den „persönlichen Stilen“ von Leeuwenhoek, Swammerdam und Huygens, die vornehmlich an der Verwendung bestimmter Instrumente festgemacht werden und kaum dynamische Tendenzen aufweisen (Fournier 2007).

⁶Zur Geschichte astronomischer Beobachtungen siehe Park (2011, 21–28, 32–37), Pomata (2011, 49–51), Daston (2011, 93–95). Auch in den frühneuzeitlichen Beobachtungen von „Monstren“, die ebenfalls stärker an bestehende Traditionen anschlossen, tritt der kollektive Aspekt stärker hervor (Krämer 2014, 93–94).

wicklung hin zu einer technisch spezialisierten Vorgehensweise wurde also zum Teil durch die Persistenz des Begriffes überdeckt.⁷

Ein weiteres Hindernis mag in dieser Hinsicht der problematische Status darstellen, welchen die Beobachtung als analytischer Begriff innehat. Eng gefasste Begriffe sehen in der Beobachtung lediglich einen gerichteten Wahrnehmungsakt, der einerseits von komplexeren Experimenten abgegrenzt wird, andererseits aber auch Teil derselben sein kann. Dies mag dazu verleiten, die technischen Faktoren, die im Fall der Mikroskopie eine wichtige Rolle spielten, zu unterschätzen, da Komplikationen dieser Art eher dem Experiment zugeschrieben werden. Weiter gefasste Begriffe, welche Beobachtungen den Einsatz von Instrumenten und Techniken zugestehen, tun sich dagegen schwer damit, die spezifischen Merkmale der Beobachtung im Vergleich zum Experiment herauszustellen. Sie scheinen der Abgrenzung beider Praktiken in den historischen Begriffen zu widersprechen, und wirken auch aus einer analytischen Perspektive nicht unproblematisch. Das grundlegende Problem sowohl der historischen als auch der analytischen Konzepte liegt jedoch bezüglich der Geschichte der Mikroskopie darin, dass diese nur unzureichend die Möglichkeit berücksichtigen, dass sich Praktiken in einer Weise verändern können, die konzeptionelle Grenzen überschreitet, während die Verwendung der Begriffe davon unberührt bleibt.

Die Geschichte wissenschaftlicher Begrifflichkeiten muss nicht immer mit der Geschichte wissenschaftlicher Praxis übereinstimmen, genau so wie die heutigen Begriffe in der Regel nicht alle historischen Entwicklungen und Variationen abdecken. Im Fall der frühneuzeitlichen Mikroskopie kam es zu einer starken Individualisierung und Technisierung der Beobachtungen und damit zu einer Annäherung an experimentelle Praktiken beziehungsweise einer Entfernung von einem eng gefassten Beobachtungsbegriff. Die Ursache hierfür lag in einem Mangel an normativen Kräften und der Eigendynamik, die aus Analogien und technischer Spezialisierung entstand.

⁷Dies mag auch damit zusammenhängen, dass sich das Mikroskop aus einem anderen Beobachtungsinstrument, dem Teleskop, entwickelt hat (siehe bspw. Van Helden (1977, 1) oder Lüthy (1995, 160–161)). Schließlich verhandelten sowohl Kircher (1646, 829, 834, 836) als auch Fontana (1646, 17–18) und Borel (1656a, *De vero*, 8–10) beide Instrumente in mehr oder weniger enger Beziehung zueinander ab. Kirchers Verwendung des Begriffes *experimentum* findet sich jedoch an anderen Stellen (Kircher (1658, 37, 42–45); Kircher (1665, 2.25–27, 335, 356–357, 360)).

