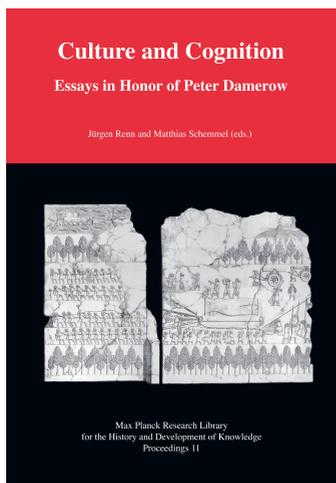


Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge

Proceedings 11

Katja Bödeker:

Können Entwicklungspsychologie und Wissenschaftsgeschichte voneinander lernen?



In: Jürgen Renn and Matthias Schemmel (eds.): *Culture and Cognition : Essays in Honor of Peter Damerow*

Online version at <http://mprl-series.mpg.de/proceedings/11/>

ISBN 978-3-945561-35-5

First published 2019 by Edition Open Access, Max Planck Institute for the History of Science.

Printed and distributed by:

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

Chapter 10

Können Entwicklungspsychologie und Wissenschaftsgeschichte voneinander lernen?

Katja Bödeker

Die Bildung fundamentaler Strukturen des menschlichen Denkens zu verstehen stellt eines der Hauptanliegen der historischen Epistemologie dar, so wie sie am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte betrieben wird. Dass Zahlen, Begriffe von Kausalität oder Räumlichkeit nicht einfach apriorische Gegebenheiten darstellen, die als zeitlose Entitäten einen platonischen Ideenhimmel bevölkern oder aber *ab initio* Universalien des menschlichen Denkens bilden, sondern dass sie vielmehr eine Geschichte haben, in die unterschiedliche Formen von Erfahrung eingehen, repräsentiert und reflektiert werden, dies hat Peter Damerow stets kämpferisch und mit Verve propagiert.

Die Entwicklung kognitiver Grundbegriffe geschieht auf mehreren Ebenen, die jeweils in unterschiedlichen Disziplinen untersucht werden. Die Ontogenese des Denkens ist Thema der Entwicklungspsychologie. Den Fokus auf die individuelle Psyche gerichtet, befasst sich der Entwicklungspsychologe mit den Veränderungen, denen das Denken von Personen über die Lebensspanne hinweg unterliegt. Die historische Entwicklung von Wissensstrukturen als kollektiver, Generationen und Populationen übergreifender Prozess ist hingegen Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte. Da der Wissenschaftshistoriker genuin intersubjektive Prozesse der Produktion und Tradierung von Wissen mit ihren materialen und institutionellen Voraussetzungen in den Blick nimmt, kann er den methodologischen Individualismus der Psychologie nicht teilen. Das Verhältnis zwischen Ontogenese und Historiogenese, und damit auch die Beziehung von Psychologie und Geschichte war das Thema in vielen von Peter Damerows Arbeiten (Damerow 1993, 1994). Peter Damerow warf Fragen auf, die mit den Mitteln einer der beiden Disziplinen allein nicht zu beantworten waren und insbesondere in seinen Arbeiten zur Entwicklung des Zahlbegriffs schuf er, dabei kritisch an die genetische Epistemologie Jean Piagets anknüpfend, der historischen Epistemologie einen theoretischen Rahmen, welcher Psychologie und Wissenschaftsgeschichte integrierte.

In den folgenden Überlegungen möchte ich ein bescheideneres Ziel verfolgen. Ich werde am Beispiel von Arbeiten zum physikalischen Denken der Frage nachgehen, ob und was Entwicklungspsychologie und Wissenschaftsgeschichte – zwei Disziplinen mit völlig unterschiedlichen methodologischen Prämissen und Vorannahmen bezüglich ihres Gegenstandsbereiches – voneinander lernen können. Muss der Entwicklungspsychologe mit der Geschichte von Konzepten wie Kraft, Gewicht oder Bewegung vertraut sein, um die Veränderungen zu verstehen, denen diese Begriffe in der Ontogenese unterliegen? Und können umgekehrt Befunde über die Ontogenese des Gewichts- oder Bewegungsverständnisses einen Beitrag zur Untersuchung der Geschichte physikalischen Denkens leisten? Um meine Antworten vorwegzunehmen: Ich werde die erste Frage mit einem klaren Ja beantworten, bin aber unsicher, in welcher Weise Befunde aus der Entwicklungspsychologie in ihrer gegenwärtigen Form zur Wissenschaftsgeschichte beitragen können.

Querverweise von einer Disziplin auf die andere finden sich häufig. Sie gehen meist von der Beobachtung aus, dass Ideen über natürliche Prozesse, die Kinder oder Erwachsene in Befragungen äußern, mitunter verblüffende Ähnlichkeiten zu Positionen aus der Wissenschaftsgeschichte zeigen. Das bekannteste Beispiel ist die zählebige, auch angesichts der Verführungen des modernen Physikunterrichts recht widerständige Vorstellung, dass die Bewegung unbelebter Körper eine Kraft fordert, die vom Beweger auf das bewegte Objekt übertragen wird. Zur Beschreibung dieser „*motion implies a force*“-Idee, die sich bei Kindern und Erwachsenen unterschiedlichster Kulturen, ja sogar bei Physikstudenten beobachten ließ, stützten sich kognitive Psychologen auf Positionen der vorklassischen Mechanik oder auf mittelalterliche Impetustheorien.¹ Umgekehrt verweisen viele wissenschaftshistorische oder ideengeschichtliche Arbeiten über die Geschichte der Mechanik – insbesondere bei Darstellungen der aristotelischen Naturphilosophie – zur Erklärung für bestimmte inhaltliche Positionen auf Alltagserfahrungen oder auf den *common sense*.²

Was aber bedeutet der Verweis auf den *common sense* oder aber auf „naives physikalisches Wissen“ bzw. „Laienwissen“, wie es in der Psychologie heißt? Was ist der physikalische *common sense*? Ist dieser Begriff und das mit diesem verknüpfte methodische Vorgehen sinnvoll, Nicht-Physikern aller Altersstufen physikalische Probleme vorzulegen, um aus den Antworten später einen physikalischen *common sense* zu extrahieren? Und welchen Erkenntnisgewinn liefern dem Historiker Verweise auf den *common sense*? Was und wie kann er hier von der Entwicklungspsychologie lernen?

¹Vgl. Clement (1983); McCloskey (1983).

²Vgl. Jammer (1957); Dijksterhuis (1983).

Der Vorstellung eines *common sense*, eines „Laienwissens“ über die physikalische Welt, liegen unterschiedliche Intuitionen zugrunde: Zum einen setzt sie voraus, dass Menschen über Wissen zur gegenständlichen Welt verfügen, das ihren Umgang mit Objekten leitet – dies ist unstrittig, in der Psychologie und in den Kognitionswissenschaften existiert eine breite Forschungstradition zu Inhalten, zur Repräsentationsform und Entwicklung dieses Wissens. Es gibt jedoch auch eine stärkere Intuition: Die Begriffe „*Folk physics*“ oder „Laienphysik“ legen darüber hinaus die Vorstellung nahe, dieses Wissen über die gegenständliche Welt sei vom kanonisierten naturwissenschaftlichen Wissen gänzlich unabhängig, ja, mehr noch, stelle ein kulturfrees Sediment von Sinnes- und Handlungserfahrungen dar, das seiner Fundamentalität wegen von allen Menschen geteilt wird, also universell ist. Für den Historiker würde ein solches Wissen die natürliche Basis zum Verständnis der geschichtlichen Entwicklung liefern.

Diese stärkere Intuition wirft jedoch Probleme auf. Leitend scheint hier das Anliegen, die natürlichen Fundamente des menschlichen Denkens über die gegenständliche Welt freizulegen, zur kognitiven Basisausstattung vorzudringen, über die Menschen verfügen müssen, um sich in dieser Welt, wo sich manches niemals ändert, zurechtzufinden. In der Tat wird ein solches basales physikalisches „Kernwissen“ seit mehreren Jahrzehnten in Entwicklungspsychologie und komparativer Psychologie eingehend untersucht.³ Gewöhnlich steht diese Forschung unter universalistischen Vorzeichen: In den psychologischen Experimenten werden entweder Kleinkinder in den ersten Lebensmonaten getestet, unter der Voraussetzung, dass die aufgewiesenen Kompetenzen entweder angeboren oder aber das Ergebnis sehr basaler Lernprozesse sind, oder aber es werden kognitive Fähigkeiten von Tieren, vorrangig von Primaten, untersucht, um so die natürlichen Bedingungen physikalischen Denkens offenzulegen, die wir mit unseren ältesten Vorfahren teilen (Povinelli 2000). Die Frage, wie die hier aufgewiesenen basalen kognitiven Fähigkeiten zu begreifen sind, ob man sie zu Recht als Wissen bezeichnen darf, wird in der Entwicklungspsychologie kontrovers diskutiert (Tommasello 1999). Die physikalischen Kompetenzen, um die es hier geht, sind sehr elementar: Beispiele sind vorsprachliche Erwartungen, dass physische Objekte solide und kohäsiv sind oder sich kontinuierlich durch Raum und Zeit bewegen.

Entwicklungslogisch sind solche „Kernwissenstrukturen“ jedoch weit von den Ideen entfernt, die prototypisch für physikalisches Laienwissen sind und zu Vergleichen mit wissenschaftshistorischen Modellen Anlass gegeben haben: Eine Vorstellung wie „Der Stein fliegt am Anfang geradeaus und fällt dann runter, weil sein Schwung alle ist“ ist keinesfalls Element eines basalen physikalischen Kernwissens. Vorstellungen wie diese gehen aus Entwicklungsprozessen hervor, in die neben Handlungserfahrungen kulturgebundenen Wissen immer schon eingeht

³Vgl. Spelke (1994, 2000).

– kognitive Entwicklung ist Enkulturation von Anfang an. Die Intuition eines angeborenen bzw. ausschließlich handlungs- und wahrnehmungsbasierten Wissens über die physikalische Welt mag vielleicht in dem bei Säuglingen und Primaten aufgewiesenen Kernwissen seine Entsprechung haben. Die Vorstellungen, die Schulkinder oder wissenschaftlich wenig vorgebildeten Laien zu physikalischen Prozessen äußern, entstehen jedoch niemals kulturfrei. In der Ontogenese physikalischen Wissens wirken angeborene perzeptuelle oder kognitive Strukturen, Reflexionen von Handlungserfahrungen und die Aneignung kulturgebundenen geteilten Wissens zusammen. In den meisten Fällen kann der Wissenschaftshistoriker also nicht wissen, auf was er eigentlich verweist, wenn er die aristotelische Unterscheidung zwischen natürlicher und gewaltsamer Bewegung oder die Impetusmodelle eines Johannes Buridan mit *common sense* Konzepten über Bewegung vergleicht. Sind diese *common sense* Konzepte wirklich reine Produkte von Handlungserfahrungen? Oder sind sie von der Sprache selbst suggerierte Vorstellungen? Oder geht die ontogenetische Entwicklung solcher Vorstellungen vielmehr – über Umwege und Zwischenschritte – auf die wissenschaftshistorischen Positionen selbst zurück, deren Inhalt und Genese doch mit jenen Intuitionen gerade erklärt werden sollte? Ich glaube, dass die Entwicklungspsychologie an dieser Stelle ein Erklärungsdefizit hat und hier selbst von der Wissenschaftsgeschichte lernen kann.

Oben habe ich erwähnt, dass Psychologen ihrerseits auf die Wissenschaftsgeschichte rekurrieren, um physikalische Ideen von Kindern oder Erwachsenen zu beschreiben. Wie erklären nun Psychologen die aufgewiesenen Ähnlichkeiten zwischen historischen Modellen und intuitivem Wissen von Kindern oder Erwachsenen? Welche Bedeutung kommt der Wissenschaftsgeschichte in der Psychologie zu und wo könnten Psychologen von der Wissenschaftsgeschichte lernen?

Inhaltliche Übereinstimmungen zwischen Modellen aus der Geschichte der Physik und Vorstellungen von Kindern galten in der Entwicklungspsychologie – einer Disziplin, die in ihren Anfängen Haeckels biogenetische Grundregel als theoretischen Rahmen voraussetzte – oft als Evidenzen für eine Rekapitulation der Historiogenese in der Ontogenese: Das Kind sollte also in seiner individuellen Entwicklung Phasen durchlaufen, die denen der Wissensentwicklung in der Geschichte entsprechen (Gould 1977). Zur Erklärung dieses Parallelismus wurde vielfach vorausgesetzt, dass in beiden Prozessen dieselben genetischen Prinzipien wirken. So hat Jean Piaget, der in seinem gesamten Werk Spielarten eines solchen onto-historiogenetischen Parallelismus vertrat, universelle Mechanismen der kognitiven Entwicklung wie die Dezentrierung postuliert, welche Ontogenese und die erste Phase der Physikgeschichte bis Newton gleichermaßen bestimmen sollten. Onto- und Historiogenese des physikalischen Denkens folgen laut Piaget

daher derselben Entwicklungslogik und zeigen inhaltliche Korrespondenzen (Piaget und Inhelder 1975; Piaget und García 1989). Dass Piagets Theorie historisch schwer zu halten ist, hat Peter Damerow in mehreren Arbeiten gezeigt (Damerow 1993, 1994). Für die Entwicklung des Bewegungs- und Kraftverständnisses ist dieses Modell auch entwicklungspsychologisch kaum zu plausibilisieren: Selbst in der ontogenetischen Entwicklung lassen sich individuelle Vorstellungen zur Verursachung von Bewegung in die strukturgenetische Logik Piagets kaum einfügen, und noch schwieriger ist es, Denkhaltungen ganzer Epochen als „präoperational“ oder „konkret-operational“ zu charakterisieren (Bödeker 2006). Vollends problematisch wird das Modell jedoch, wenn die diachrone Sichtweise einer synchronen weicht und die Rekapitulationsthese als Folie für den Kulturvergleich dienen soll: Dann droht ein altes, auf Edward Tylor zurückgehendes evolutionistisches Denkmotiv in entwicklungspsychologischem Gewande wieder aufzuerstehen: Das Denken sogenannter „traditioneller Kulturen“ repräsentiert frühere Stadien der kognitiven Entwicklung, oder – sagen wir es doch gleich unverblümt – „Naturvölker“ resp. „Wilde“ denken wie Kinder.

War es Piagets Anliegen, die historische Entwicklung der Physik ausgehend von der Ontogenese physikalischen Denkens und der hier wirkenden Entwicklungsprinzipien zu verstehen, so entlehnen neuere entwicklungspsychologische Ansätze wie die von Susan Carey das begriffliche Werkzeug zur Beschreibung von konzeptuellem Wandel in der Ontogenese der Wissenschaftsgeschichte (Carey 1992, 2009). Überzeugungen, die Kinder über physikalische oder biologische Vorgänge hegen, stellen demzufolge intuitive Theorien dar, die mit expliziten wissenschaftlichen Theorien wesentliche Merkmale gemeinsam haben. Wissen über Gegenstände, das in der Ontogenese entsteht, so die Leitidee dieser „Theorie-Theorien“, lässt sich nicht auf eine Sammlung sinnlicher Erfahrungen reduzieren, Kinder versuchen vielmehr, sich Phänomene in konsistenter Weise verständlich zu machen und stützen sich dabei auf grundlegende ontologische und kausale Konzepte, die wie wissenschaftliche Theorien Vorhersagen und Erklärungen erlauben. Auch Transformationen im Denken von Kindern werden von Susan Carey mit Verweis auf die Wissenschaftsgeschichte, in Anlehnung an Thomas Kuhns Untersuchungen zu wissenschaftlichen Revolutionen, beschrieben. Demnach unterliegen Begriffe über Materie und Gewicht, über Lebendigkeit, Bewegung und Kraft in der mittleren Kindheit so fundamentalen Veränderungen, dass die späteren Konzepte *inkommensurabel* zu ihren Vorläufern sind.

Entwicklungspsychologische Anleihen aus der Wissenschaftsgeschichte, wie sie in den „Theorie-Theorie“-Ansätzen vorgenommen werden, sind in mehrfacher Hinsicht angreifbar. Kritik erfuhren sie insbesondere von Seiten der Wissenschaftshistoriker, die ja ihrerseits in der kognitiven Psychologie nach geeigneten begrifflichen Werkzeugen suchen, um konzeptuelle Umbrüche

bei wissenschaftlichen Revolutionen zu analysieren.⁴ An dieser Stelle werde ich jedoch nicht diskutieren, ob Kinder zu Recht als „kleine Wissenschaftler“ beschrieben werden sollten. Am Beispiel eines grundlegenden begrifflichen Wandels bei Kindern, der Veränderungen, die die Ideen von Materie und Gewicht in der mittleren Kindheit durchlaufen, möchte ich vielmehr zeigen, dass der Entwicklungspsychologe auf die Wissenschaftsgeschichte angewiesen ist, wenn er die Faktoren beschreiben möchte, die die Ontogenese physikalischen Wissens vorantreiben.

Im Vorschul- und im frühen Grundschulalter, so ein recht robuster Befund aus vielen experimentellen Studien, neigen Kinder dazu, Materialität mit physischer Realität zu identifizieren. Materiell ist alles, was man sich nicht nur einbildet, sondern was man sehen und spüren kann. Materie ist in den Augen der Kinder aber kein Kontinuum, kann daher bei wiederholter Teilung vollkommen verschwinden, das Gewicht hingegen wird mit gefühlter Schwere gleichgesetzt und ist von Dichte noch nicht unterschieden. Ab dem Ende der Grundschulzeit zeigen nordamerikanische oder europäische Schüler hingegen ein grundlegend anderes Konzept von Materie und Gewicht. Materie wird nun als Kontinuum verstanden, das jetzt additiv und extensiv begriffene Gewicht als deren wesentliches Merkmal – jedes Ding, egal wie klein es ist, muss etwas wiegen, egal ob man es merkt oder nicht.⁵

Wie kommt es zu diesem begrifflichen Wandel? Es gibt Hinweise dafür, dass Kinder und Erwachsene aus Kulturen ohne etablierte Gewichtsmessung kein extensives Verständnis von Gewicht ausbilden (Bödeker 2006). Somit sind die Idee von Materie als Kontinuum und das extensive Gewichtsverständnis in der ontogenetischen Entwicklung – entgegen der Annahme Piagets – nicht einfach angelegt, stellen keine Universalien dar. Dieser konzeptuelle Wandel ist vielmehr von kulturellen Faktoren abhängig, unterliegt damit selbst einer historischen Entwicklung, die wiederum Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte ist. Wie und wann entwickelte sich die Idee, dass materielle Objekte beliebiger Größe über ein Gewicht verfügen, egal wie klein sie sind? Wie entstand die Vorstellung von Gewicht als additiver Größe und wie haben Praktiken der Gewichtsmessung bzw. naturphilosophische Theoriebildung hierzu beigetragen? Und – die für den Entwicklungspsychologen bedeutsamste Frage – auf welchen Wegen entstanden auf der Grundlage des praktischen und theoretischen Wissens über Gewicht kulturgebundene kognitive Strukturen, die wirkmächtig genug sind, um die Bildung von Gewichtsvorstellungen in der Ontogenese zu beeinflussen? Die kognitive Entwicklung ist immer auch Aneignung kulturell repräsentierter, kognitiver Strukturen, deren Genese der Entwicklungspsychologe allein nicht aufzuklären imstande

⁴Vgl. Fine (1996); Gellatly (1997).

⁵Siehe Piaget (1975); Smith, Carey und Wiser (1985); Smith et al. (1997); Carey (2009).

ist – darauf hat Peter Damerow in seinem Verständnis historischer Epistemologie stets hingewiesen. Der Entwicklungspsychologe sollte hier nicht nur von der Wissenschaftsgeschichte lernen, in der Klärung der historischen Voraussetzung seines eigenen Gegenstandes ist er auf die Wissenschaftsgeschichte vielmehr angewiesen.

Das Wissen um die historische Entwicklung ist noch in einer weiteren Hinsicht für den Psychologen von Bedeutung: Die Untersuchung physikalischer Konzepte von Kindern findet ein Anwendungsfeld in der Physikdidaktik, die Bedingungen für gelingendes Lehren und Lernen physikalischen Schulwissens zum zentralen Gegenstand hat, also just die Aneignung kulturell repräsentierten „geteilten Wissens“ thematisiert. Dass diese Aneignung oft scheitert, davon legen die Arbeiten zu intuitivem physikalischen Wissen beredt Zeugnis ab: Selbst Physikstudenten, die – so sollte man meinen – mit Newtons Trägheitsgesetz vertraut sein sollten, verweisen bei Fragen nach den Ursachen der Wurfbewegung mitunter auf eine antreibende Kraft. Unter den Augen der Physikdidaktiker verwandeln sich die spontanen Begriffsbildungen jüngerer oder älterer Kinder dann rasch in „Misskonzepte“, die mithilfe des Schulunterrichts so rasch und effizient wie möglich durch das kanonisierte Schulwissen ersetzt werden sollen. Doch hier droht die Aneignung physikalischer Begriffe in anderer Weise zu scheitern: Schüler und Erwachsene operieren dann mit Fachbegriffen wie „Gravitation“, „Lichtwelle“, verweisen auf komplizierte Apparaturen oder Versuchsanordnungen, ohne die zugrundeliegenden Modelle wirklich verstanden und in ihrem Erfahrungsgehalt begriffen zu haben. „Unbildung im Aufputz der Bildung“ oder „verdunkelndes Wissen“ nennt das der Physikdidaktiker und Bildungsforscher Martin Wagenschein. Die wissenschaftshistorische Perspektive wirkt hier als Korrektiv. Sie zeigt, auf welchem verschlungenen und komplizierten Wegen sich die Begriffsbildung in der Geschichte vollzog, welche Widerstände es dabei zu überwinden galt und wie anstößig und irritierend Konzepte einst waren, die für uns zum Schulwissen gehören und über die wir daher selbstsicher zu verfügen glauben. Somit hält die Wissenschaftsgeschichte für Pädagogen oder Entwicklungspsychologen einen reichen Fundus bereit. Sie ist ein „Verjüngungs-Elixier“, so der Physikdidaktiker Martin Wagenschein (1999), denn sie hilft uns, einen Perspektivenwechsel zu vollziehen und zu verstehen, vor welchen Herausforderungen Kinder stehen, wenn sie die Welt so verstehen sollen, wie die Erwachsenen von heute es für richtig halten.

Bibliografie

- Bödeker, Katja (2006). *Die Entwicklung intuitiven physikalischen Denkens im Kulturvergleich*. Münster und New York: Waxmann.
- Carey, Susan (1992). The Origin and Evolution of Everyday Concepts. In: *Cognitive Models of Science*. Hrsg. von Ronald N. Giere. University of Minnesota Press, 89–128.

- Carey, Susan (2009). *The Origin of Concepts*. Oxford: Oxford University Press.
- Clement, John (1983). A Conceptual Model Discussed by Galileo and Used Intuitively by Physics Students. In: *Mental Models*. Hrsg. von Dedre Gentner und Albert L. Stevens, 325–339.
- Damerow, Peter (1993). Zum Verhältnis von Ontogenese und Historiogenese des Zahlbegriffs. In: *Die Konstruktion kognitiver Strukturen: Perspektiven einer konstruktivistischen Entwicklungspsychologie*. Hrsg. von Wolfgang Edelstein und Siegfried Hoppe-Graff. Bern: Huber, 195–259.
- (1994). Vorüberlegungen zu einer historischen Epistemologie der Zahlbegriffsentwicklung. In: *Der Prozeß der Geistesgeschichte: Studien zur ontogenetischen und historischen Entwicklung des Geistes*. Hrsg. von Günter Dux und Ulrich Wenzel. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 248–322.
- Dijksterhuis, Eduard Jan (1983). *Die Mechanisierung des Weltbildes*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Fine, Arthur (1996). Science as Child's Play: Tales From the Crib. *Philosophy of Science* 63:534–537.
- Gellatly, Angus R. H. (1997). Why the Young Child has Neither a Theory of Mind Nor a Theory of Anything Else. *Human Development* 40:1–19.
- Gould, Steven J. (1977). *Ontogeny and Phylogeny*. Cambridge, MA.
- Jammer, Max (1957). *Concepts of Force: A Study in the Foundations of Dynamics*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- McCloskey, Michael (1983). Naive Theories of Motion. In: *Mental Models*. Hrsg. von Dedre Gentner und Albert L. Stevens. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 299–324.
- Piaget, Jean und Rolando García (1989). *Psychogenesis and the History of Science*. Columbia University Press.
- Piaget, Jean und Bärbel Inhelder (1975). *Die Entwicklung der physikalischen Mengenbegriffe beim Kinde. Erhaltung und Atomismus*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Povinelli, Daniel J. (2000). *Folk Physics for Apes: The Chimpanzee's Theory of How the World Works*. Oxford: Oxford University Press.
- Smith, Carol, Susan Carey und Marianne Wiser (1985). On Differentiation: A Case Study of the Development of the Concepts of Size, Weight, and Density. *Cognition* 21:177–237.
- Smith, Carol, Deborah Maclin, Lorraine Grosslight und Helen Davis (1997). Teaching for Understanding: A Study of Students' Preinstruction Theories of Matter and a Comparison of the Effectiveness of two Approaches to Teaching about Matter and Density. *Cognition* 15: 317–393.
- Spelke, Elizabeth S. (1994). Initial Knowledge: Six Suggestions. *Cognition* 50:431–445.
- (2000). Core Knowledge. *American Psychologist* 50:1233–1243.
- Tomasello, Michael (1999). *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge, MA, London: Harvard University Press.
- Wagenschein, Martin (1999). *Verstehen Lernen*. Weinheim: Beltz.