

Abarbeiten am Konstruktivismus – Bemerkungen zum Beitrag von Reinhard Oldenburg in den Mitteilungen der GDM 109

David Kollosche

Reinhard Oldenburg (2020) veröffentlichte im Heft 109 der *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* einen Beitrag, in dem er kritisch auf den radikalen Konstruktivismus eingeht und vorschlägt, stattdessen auf die evolutionäre Erkenntnistheorie und einen ontologischen Relativismus zurückzugreifen. Es gibt einige Theorien, die als Konstruktivismus bezeichnet werden. Ich werde mich, wie Oldenburg, im Folgenden nur auf den radikalen Konstruktivismus beziehen, auch wenn viele Argumente ebenso für den sozialen Konstruktivismus gelten.

Ich bin dankbar für Oldenburgs Vorstoß, spricht er doch einiges an, was auch mir in der Konstruktivismus-Rezeption innerhalb der Mathematikdidaktik merkwürdig vorkam, ohne dass ich die Zeit gefunden hätte, dieses Missbehagen argumentativ auszuformulieren. So kann ich Oldenburg nur zustimmen, dass der Konstruktivismus „weitreichende metaphysische Annahmen macht, deren Bedeutung in pädagogischen Handlungsfeldern ungeklärt ist“, und dass unsere Community „fast nur Aussagen des Konstruktivismus benutzt, die auch aus einer Reihe anderer Erkenntnistheorien folgen“ (S. 77). Diese und einige andere Kritikpunkte sind berechtigt und werden gut untermauert. An anderer Stelle werden dem Konstruktivismus jedoch Vorhaltungen unterbreitet oder aus seiner Ablehnung Folgerungen abgeleitet, denen ich hier widersprechen möchte. Auch Oldenburgs Alternativvorschläge überzeugen mich nicht.

Als Hintergrund sei angemerkt, dass alle von Oldenburg referierten Epistemologien als Teil des größeren philosophischen Projekts der Ablehnung des Essentialismus verstanden werden können. Eine essentialistische Erkenntnistheorie geht von der Existenz bestimmter Sachverhalte jenseits der menschlichen Erkenntnis aus (Kamp, 2005). Dabei ist die Existenz dieser Sachverhalte freilich nur deshalb bedeutsam, weil diese Sachverhalte als für den Menschen erkennbar angenommen werden. Entsprechende Positionen gerieten im 20. Jahrhundert aus unterschiedlichen Richtungen ins Kreuzfeuer. Bereits Popper (1935) problematisierte das Bild einer Wissenschaft, die sich auf das Enthüllen und Benennen von Wirklichkeit beschränken will. Paradigmatisch sind die Beiträge der französischen Poststrukturalisten Foucault und Derrida, die aus geisteswissenschaftlicher Sicht aufzeigen, dass unsere Realität sprachlich konstruiert und nicht le-

diglich vermittelt ist. (Die Tragweite dieses Paradigmenwechsels zeigt sich unter anderem daran, dass Foucault als meistzitiertester Wissenschaftlicher überhaupt gilt, vgl. Aguillo, 2020.) Die Kritik einer platonistischen Epistemologie und das Programm des Formalismus innerhalb der Philosophie der Mathematik zu Beginn des 20. Jahrhunderts können dabei durchaus als einflussreiche Vorläufer dieser Essentialismuskritik angesehen werden.

Der Beitrag des radikalen Konstruktivismus liegt nun darin aufzuzeigen, dass die menschliche Wahrnehmung durch ihre sinnliche Beschränkung überhaupt kein abbildendes Erkennen von Realität ermögliche (Glaserfeld, 1981). Erkennen beziehe sich immer nur auf unsere Erfahrungswelt. Als Wissen gelte, was für das Handeln in unserer Erfahrungswelt funktioniert. Ob es nur eine oder viele mögliche Formen eines solchen Wissens gibt und inwiefern ein solches Wissen eine außermenschliche Existenz abbildet, lasse sich wissenschaftlich gar nicht beantworten. Diesem Befund lässt sich nicht vernünftig widersprechen, aber man kann unterschiedlich mit ihm umgehen. Während essentialistische Positionen in der Erkenntnistheorie die Existenz einer Realität schlichtweg als metaphysischen Glaubensgrundsatz postulieren, versucht der radikale Konstruktivismus die ontologische Frage nach der Existenz zu umgehen, indem er sich auf die epistemologische Frage der Genese und Auswahl von Wissen beschränkt.

Zentrale Stärken des Konstruktivismus für das Verständnis von Lernprozessen beschrieb bereits Oldenburg. Hinzuzufügen wäre, dass der Konstruktivismus auch dazu beitrug, die Mathematik als Produkt menschlichen Schaffens zu verstehen und nicht als Beschreibung der Gesetzmäßigkeiten unserer Realität. Wie Oldenburg treffend anmerkte, erscheint die dem Konstruktivismus für die Mathematikdidaktik beigemessene Bedeutung angesichts seiner philosophischen Randständigkeit aber eigenartig. Man beachte, dass von Glaserfeld sogar die Herausgabe eines Sammelbandes zu *Radical Constructivism in Mathematics Education* in der einflussreichen, bei Kluwer erschienen Buchreihe *Mathematics Education Library* zugestanden wurde (Glaserfeld, 1991). Verständlich wird die starke Rezeption des Konstruktivismus jedoch, wenn man beachtet, dass die Mathematik und die Naturwissenschaften die poststrukturalistische Essentialismuskritik aus den Geisteswissenschaften weitge-

hend ignoriert hatten, die erkenntnistheoretischen Probleme des Essentialismus aber allzu deutlich wurden. So ist es sicherlich kein Zufall, dass die dem Konstruktivismus zugerechneten Denker von Glaserfeld, von Förster und Maturana ihre akademische Herkunft in der analytischen Philosophie und Mathematik, in der Physik und in der Biologie hatten. Ebenso wenig ist es wohl ein Zufall, dass die Glaserfeld-Rezeption in der Mathematikdidaktik zeitlich mit ihrer sozialwissenschaftlichen Neuverortung zusammenfällt (Lerman 2000). Für die internationale Mathematikdidaktik lässt sich jedoch festhalten, dass theoretische Bezüge zum Konstruktivismus rar geworden sind und vielfältige Bezüge zu elaborierteren geisteswissenschaftlichen Antworten auf die Essentialismuskritik erschlossen wurden.

Ins Klassenzimmer übertragen stellt uns die Radikalität des Konstruktivismus vor Rätsel. Was bringt es, während sich ein Schüler am Verständnis der bedingten Wahrscheinlichkeit abarbeitet, als Lehrerin zu überlegen, dass der Schüler ja im Grunde nur eine geistige Konstruktion sei, vielleicht auch anders konstruiert werden könne, etwa als Verstehender, dass aber auch ontologisch gar nicht entscheidbar sei, ob nun das kanonische Verständnis von bedingter Wahrscheinlichkeit oder das Verständnis des Schüler „richtig“ sei? Eine solche Position verkennt natürlich, dass wir uns wohl wenigstens in einer sozial vermittelten Realität bewegen, in der Deutungen eben nicht beliebig, sondern ausgehandelt und weitgehend fixiert sind. Hierzu bemerkte von Glaserfeld (1991):

Thus, whatever another says or writes, you cannot but put your own *subjective* meanings into the words and phrases you hear. Given that we live in a community of other language users, our subjective meanings tend, of course, to become *intersubjective*, because we learn to modify and adapt them so that they fit the situations in which we interact with others. In this way we manage to achieve a great deal of compatibility. But to prove compatible, individual meanings do not have to be identical. Indeed, throughout our lives we now and then discover that the meaning we have associated with a certain word is not yet quite compatible with the use others make of that word. (S. xiv)

Deutlicher wird es hier nicht. Eine Schwäche des Konstruktivismus, vor allem in seiner radikalen Form, liegt also darin, dass er sich nicht anschickt, die sozialen Konstruktionsprozesse zu erklären, in deren Folge unterschiedliche Menschen meinen, über das gleiche sprechen zu können, bis hin zur aus konstruktivistischer Sicht durchaus erklärungsbedürftigen Einigkeit, die wir im Umgang mit Ma-

thematik erzielen. Am tiefgründigsten wunderte sich darüber wohl Wittgenstein (1956), besonders über die „Härte des logischen Muß“ (I, § 121). Doch Vorsicht: Für den Mathematikdidaktiker mag es durchaus einen Erkenntniswert haben, zu einer konstruktivistischen Sicht auf die Unterrichtsszene zurückzukehren und zu fragen: Wie konstruiert die Lehrerin den Schüler als Verstehender oder Nicht-Verstehender? Worauf wird für diese Zuschreibung geachtet, woran wird Verstehen festgemacht? Ließe sich Verstehen auch anders sinnvoll fassen oder beobachten und wäre der Schüler dann vielleicht doch ein Verstehender? Benachteiligt die vorherrschende Interpretation von Verstehen bestimmte Schülergruppen? Selbst fachlich wäre es möglich, dass die nicht-kanonische Schülerperspektive auf den Inhalt neue mathematische Verständnisweisen eröffnet.

Oldenburg stellte nun treffend fest, dass sich mathematikdidaktische Veröffentlichungen oft auf den Konstruktivismus berufen, diesen aber nur lerntheoretisch und nicht erkenntnistheoretisch erstreben. Dies führt letztlich zu einer theoretischen Schiefelage, deren negative Auswirkungen auf unser Verständnis ich schon in meiner Problematisierung des entdeckenden Lernens angesprochen hatte, etwa dann, wenn in vorgeblich konstruktivistisch gedachten Entdeckungsprozessen vorausgesetzt wird, dass mathematische Inhalte erkannt werden können, da sie lediglich die Realität abbildeten (Kollische, 2017). Insbesondere weist Oldenburgs darauf hin, dass der Konstruktivismus (wie alle etablierten Lernpsychologien sowieso) stets von der aktiven Konstruktion von Wissen ausgeht, damit aber kein pauschales Argument für individualisiertes und handelndes Lernen und auch kein Argument gegen Expositionslernen liefert. Das liest sich in mathematikdidaktischen Veröffentlichungen in der Tat oft anders. Doch „liefert der Konstruktivismus die pauschale Empfehlung, der Lehrer müsse für jeden Inhalt einen umfangreichen Konstruktionsprozess initiieren“, wie Oldenburg (2020) behauptet (S. 83)? In seinem Vorwort zum Sammelband *Radical Constructivism in Mathematics Education*, schrieb von Glaserfeld (1991) in direktem Anschluss an das obige Zitat:

This may serve to remind us – especially when we act as teachers – that new concepts and new knowledge cannot simply be passed to another person by talk, because each must abstract meanings, concepts, and knowledge from his or her own experience. This does not mean that language cannot be used to *orient* students towards certain experiences and certain mental activities such as abstracting; but it does mean that we can never rely on language to “convey” knowledge

as though it were something like food that can be handed from one to another. (S. xiv)

Diese Formulierung erscheint mir doch differenzierter, als es die Behauptung Oldenburgs hätte vermuten lassen. Das schließt natürlich nicht aus, dass die didaktischen Folgerungen aus dem radikalen Konstruktivismus radikaler als formuliert fehlgedeutet wurden, etwa zur Legitimation von individualisiertem und handelnden Unterricht und zur Ablehnung traditioneller Unterrichtsformen.

Dem Mathematikdidaktiker käme es nun genehm, eine Erkenntnistheorie zu haben, die zum einen den konstruierten Charakter unseres Wissens beschreiben kann, dabei aber Phänomene geteilten Urteils, wie etwa in der Mathematik, nicht unerklärt zurücklassen, und aus der zum anderen eine Lerntheorie folgt, die den individuellen Aufbau von Wissen (auch in Phasen des sogenannten „passiven“ Lernens) beschreiben kann. Oldenburg verweist selbst auf die evolutionäre Erkenntnistheorie und den ontologischen Relativismus und präsentiert diese als mögliche Alternativen zum Konstruktivismus. Ob es sich dabei tatsächlich um *alternative* theoretische Standpunkte handelt und ob die Vorschläge fruchtbar sind, darf jedoch bezweifelt werden.

Die *evolutionäre Erkenntnistheorie* geht davon aus, dass sich die Strukturen des Denkapparates phylogenetisch evolutiv, also durch Überleben der Menschen mit passenden kognitiven Strukturen, etablieren (Wolters, 2005). Die Konstruktion der eigenen Wirklichkeit ist hier also nicht wie im Konstruktivismus durch die Evolution der Vorstellungen im Individuum, sondern durch die Evolution des Denkbaren in der Gattung des Menschen gekennzeichnet und dem Individuum damit vorherbestimmt. So ließen sich freilich Phänomene des weitgehenden Konsenses erklären, wie wir sie gerade in der Mathematik und oft noch in den Naturwissenschaften antreffen, ohne die Existenz einer vom Menschen unabhängigen Realität voraussetzen zu müssen. Welchen Sinn die Anwendung dieser Theorie auf die Mathematikdidaktik hat, ist jedoch fraglich. Hier hat sich doch gerade, wie auch Oldenburg festhält, der Blick auf die *individuelle* Konstruktion von Verstehen als erkenntnisförderlich erwiesen. Dass die menschliche Evolution während der menschheitsgeschichtlich doch eher jungen Entwicklung der Mathematik dafür gesorgt habe, dass der Mensch dem Verständnis der Mathematik dienliche kognitive Strukturen evolutiv ausgeprägt habe, wird aber wohl niemand behaupten wollen.

Der *ontologische Relativismus* lehnt wie der Konstruktivismus die Existenz einer eindeutig erkennbaren Wirklichkeit ab, versucht jedoch eine Antwort auf die ontologische Frage zu geben, was denn nun

der Gegenstand unserer Erkenntnis sei (Baghramian & Carter, 2019). Diesen verortet Quine in den nicht eindeutig gegebenen und konkurrierenden Theorien, die unser Weltbild bestimmen. Die Existenz der Gegenstände, über die wir Aussagen treffen, ist damit keine absolute, sondern nur relativ zu bestimmten Theorien gegeben. Damit liefert der ontologische Relativismus eine Antwort auf die im Konstruktivismus aufgeworfene und für die Philosophie der Mathematik sicherlich zentrale Frage, wie Wissen ohne Wirklichkeit überhaupt denkbar ist. Das liefert zum Konstruktivismus keinen Widerspruch, sondern eine (spezielle) Antwort darauf, wie aus konstruktivistischer Sicht Wissen ohne Wahrheit möglich ist.

In Teilen finde ich Oldenburgs (2020) Ausführungen zum Konstruktivismus zudem irreführend und unangemessen. Einige Einwände, die er offenbar als Gründe für eine Ablehnung des Konstruktivismus festhielt, seien hier kurz kommentiert:

1. Oldenburg befürchtete, dass die „Objektivität des Lehrers z. B. bei der Zensurenvergabe“ aus konstruktivistischer Sicht nicht erklärbar sei (S. 79). Versteht man unter dieser Objektivität, dass jeder Schülerleistung eine vom jeweiligen Betrachter unabhängige Note zukommt, muss man die Idee einer solchen Objektivität in der Tat zurückweisen. Jeder, der miterleben durfte, wie unterschiedliche Lehrer oder Lehramtsstudierende bei ein und derselben Schülerleistung zu sehr unterschiedlichen Bewertungen gelangen, kann dies nachvollziehen. Das heißt aber natürlich nicht, dass keine mehr oder weniger elaborierte Verständigung unter den Bewertern möglich sei darüber, was wie bewertet werden solle. Dieses soziale Anstreben von Objektivität ist mit dem Konstruktivismus durchaus vereinbar und kann durch den ontologischen Relativismus erklärt werden.
2. Ferner bemerkte Oldenburg, dass der Konstruktivismus im Modellbildungskreislauf die Prüfung an der Realität unmöglich gestalte. Nun mag es in vielen Fällen das Modellieren vereinfachen, wenn man die Existenz einer von der Modellbildung unabhängigen Realität voraussetzt. Damit gerät aber aus dem Blick, wie mathematische Modellbildung unsere Realität im konstruktivistischen Sinne erst konstituiert. So hatte bereits Husserl (1954) aufgezeigt, dass Galileo sein Fallgesetz mathematisch beschrieb, auch wenn diese Beschreibung einer empirischen Prüfung nicht standhielt. Ausführlicher und aktueller werden solche Effekte der Prägung unserer Weltwahrnehmung durch Mathematik in Cartwrights (1983) *How the Laws of Physics Lie* und in Gingras' (2001) "What did mathematics do to

physics?“ für die Physik sowie in O’Neils (2016) *Weapons of Math Destruction* für die Wirtschaftswissenschaft beschrieben. Aus mathematikdidaktischer Sicht hatte schon Skovsmose (1994) diese *formatting power* der Mathematik beschrieben.

3. Bedauerlich fand Oldenburg, „dass man ein großes Wunder einfach abschafft, nämlich das Staunen darüber, dass Mathematik auf die Welt passt“. Immerhin sei die Erklärung für diese Passung aus konstruktivistischer Sicht allzu einfach: „Wegen der Selbstreferentialität ist es ja gar nicht so, dass Mathematik auf die Welt passt, sie passt nur auf unsere Konstruktion der Welt“ (S. 79). Nun mag jeder selbst darüber urteilen, ob es einem Wissenschaftler besser zu Gesicht steht, eine Theorie für ihre Fähigkeit wertzuschätzen, ein durchaus zentrales und verblüffenden Phänomen zu erklären, oder eine solche Theorie abzulehnen und sich dem reinen Glauben an eine Existenz jenseits des Menschen hinzugeben, damit sich vor einem etwas auftut, was man dann nur noch als Wunder begreifen kann.

Schließlich warnte Oldenburg in seinem Fazit:

Der radikale Konstruktivismus lässt die enormen Anstrengungen von Menschen, Wahrheit zu gewinnen und Realität zu erkennen in einem sehr zweifelhaften Licht erscheinen, und hat deshalb auf der emotionalen Seite negative Auswirkungen bei Lernenden. (S. 83)

Dementgegen halten Horkheimer und Adorno (1947) in ihrer *Dialektik der Aufklärung* fest, dass gerade die Idee einer Wahrheit, der der Mensch nichts mehr anhaben kann, der er nurmehr erkennend und letztlich ohnmächtig gegenübersteht, bedrohlich sein kann. Wie Belenky et al. (1986) aufzeigen, lassen sich je nach individuell bevorzugtem Denkstil (und teilweise je nach Geschlecht) wohl beide Attitüden antreffen.

Insgesamt ergibt sich der Eindruck als erbege sich Oldenburgs Ablehnung des Konstruktivismus nicht aus erkenntnistheoretischen Argumenten, sondern aus der Unliebsamkeit der Folgerungen, die sich aus einer konstruktivistischen Perspektive ergeben würden. In der Folge fällt Oldenburg in allen vier Fällen auf einen Essentialismus zurück, den auch seine beiden als Alternativen dargestellte Theorien bereits überwunden hatten. Das scheint mir aber eher einer Verdrängung als einer begründeten Ablehnung des Konstruktivismus gleichzukommen und der Sache nicht gerecht zu werden. Ich sehe wohl ein, dass eine konstruktivistische Rahmung einiger mathematikdidaktischer Studien eine erkenntnistheoretische Komplexität mit sich bringt, die der Untersuchung der gegenständlichen Fragen

nicht zuträglich ist. Ich stimme außerdem zu, dass die konstruktivistische Erkenntnistheorie innerhalb der Mathematikdidaktik zuweilen verzerrt rezipiert wird. All dies bedeutet doch aber nicht, dass man die im Konstruktivismus dargelegten Argumente ignorieren sollte.

Abschließend möchte ich darauf eingehen, dass Oldenburg anmerkt, dass ihm die Publikation seines Beitrags in den forschungsorientierten Zeitschriften des Faches nicht gelang. Über die Gründe hierfür und in welchem Zusammenhang Adjektive wie „unwissenschaftlich“ und „verblendet“ genutzt wurden, könnte ich hier nur spekulieren. Prinzipiell sollten auch Auseinandersetzungen mit der Nutzung von Theorien aus Bezugsdisziplinen in der Mathematikdidaktik in mathematikdidaktischen Zeitschriften willkommen sein und dort die Begleitung erfahren, die nötig ist, um einen veröffentlichbaren Stand zu erreichen. Letztlich leistet man der wohlwollenden Rezeption seines Beitrags aber auch keinen Vorschub, wenn man die ernsthaften Gedanken Dritter ihrem Kontext entrissen und in entfremdeter Deutung mehr zur Belustigung als zur ernsthaften intellektuellen Auseinandersetzung vorführt. Liest man etwa Latours (2000) Aufsatz „On the partial existence of existing and nonexisting objects“, in der die von Oldenburg thematisierte Frage, ob man sagen könne, dass Ramses II an Tuberkulose gestorben sei, ausführlich diskutiert wird, so zeigt sich, dass Latour keineswegs schlichtweg bestritt, dass dem so sei, sondern sich um einen erkenntnistheoretischen Rahmen bemühte, in dem eine solche Aussage sinnvoll erscheint. In ähnlicher Weise deutlich elaborierter als von Oldenburg dargestellt entpuppt sich die Position von Yves Winkin.

Literatur

- Aguillo, I. F. (2020). Highly cited researchers ($h > 100$) according to their Google Scholar Citations public profiles (Internetseite). <https://www.webometrics.info/en/hlargerthan100>
- Baghramian, M., & Carter, J. A. (2019). Relativism. In E. N. Zalta (Hrsg.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2019 Edition). <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/relativism>
- Belenky, M. F., Clinchy, B. M., Goldberger, N. R., & Tarule, M. J. (1986). *Women’s ways of knowing: The development of self, voice, and mind*. New York, NY: Basic Books.
- Cartwright, N. (1983). *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon.
- Gingras, Y. (2001). What did mathematics do to physics? *History of Science*, 39(4), 383–416.
- Glaserfeld, E. von (1981). Einführung in den radikalen Konstruktivismus. In P. Watzlawick (Hrsg.), *Die erfundene Wirklichkeit: Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben?* (S. 16–38). München: Piper.

- Glaserfeld, E. von (Hrsg.) (1991). *Radical Constructivism in Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Horkheimer, M., & Adorno, T. W. (1947). *Dialektik der Aufklärung: Philosophische Fragmente*. Amsterdam: Querido.
- Husserl, E. (1954). *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie: Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*. Den Haag: Nijhoff.
- Kamp, G. (2005). Essentialismus. In J. Mittelstraß (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie* (Bd. 2, S. 398–404). Stuttgart: Metzler.
- Kollosche, D. (2017). Entdeckendes Lernen: Eine Problematisierung. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 38(2), 209–237.
- Latour, B. (2000). On the partial existence of existing and nonexisting objects. In L. Daston (Hrsg.), *Biographies of scientific objects* (S. 247–269). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lerman, S. (2000). The social turn in mathematics education research. In J. Boaler (Hrsg.), *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning* (S. 19–44). Westport, CT: Ablex.
- Oldenburg, R. (2020). Realistischer Konstruktivismus: Ein unwissenschaftlicher Beitrag. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, (109), 77–84.
- O’Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. New York, NY: Broadway Books.
- Popper, K. (1935). *Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*. Wien: Springer.
- Skovsmose, O. (1994). *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Wittgenstein, L. (1956). *Bemerkungen über die Grundlagen der Mathematik*. Oxford: Blackwell.
- Wolters, G. (2005). Erkenntnistheorie, evolutionäre. In J. Mittelstraß (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie* (Bd. 2, S. 379–380). Stuttgart: Metzler.

David Kollosche, Universität Klagenfurt
E-Mail: david.kollosche@aau.at

Konstruktivistischer Realismus – Reaktion auf den Diskussionsbeitrag „Realistischer Konstruktivismus“ von Reinhard Oldenburg, erschienen in MGDM 109

Hans Wolfgang Valet

Ontologie in der Physik

Die Physik ist die Lehre von solchen Dingen der Wirklichkeit, bei denen man hoffen darf, dass sie auf Grund weniger Prinzipien in Gedanken nachkonstruiert werden können.

Der Verfasser dieser Zeilen, Friedrich Hund (1969, S. 9), hat sich bestimmt nicht als Konstruktivist gesehen, sondern als Physiker. Bei ihm gibt es Dinge der Wirklichkeit, wie z. B. Himmelskörper, die zuerst entdeckt werden müssen, bevor man ihre Bahnen nachzukonstruieren versucht.

Im Beitrag des Autors geht es aber vordringlich um Mathematik und zwar um ihre Vermittlung an Schule und Hochschule. Er bedauert die „Ontologie-Feindlichkeit“ des (radikalen) Konstruktivismus, die seiner Meinung nach für den Schüler problematisch ist und fragt sich, „wie sich die Einschränkung auf die lokale Erkenntnistätigkeit eines Subjekts mit objektiven Strukturen verträgt.“

Man könnte anhand seines Beispiels aus der Quantenfeldtheorie vermuten, dass bei ontologischen Fragestellungen die Physik grundsätzlich bessere Karten hat als die Mathematik, weil sie die „ontologische Bühne“ betreten kann. Eine im

Beitrag zitierte Aussage von Richards & von Glaserfeld scheint dieser These geringe Chancen zu geben:

Es gibt auch keinen Grund zu der Annahme, dass die ontologische Realität etwas besitzt, was wir Struktur nennen könnten. (Richards & v. Glaserfeld, zitiert nach Nüse et al., 1991, S. 101)

F. Hund (1969, S. 226, 227) äußert sich in seinem Buch unter der Überschrift „Wie ist Physik möglich?“ zu dieser Problematik:

Dass Physik möglich wurde, liegt wesentlich daran, dass man einfache Vorgänge isoliert betrachten kann. [...] Die heutige Physik ist noch kein einheitliches System. Aber sie besteht aus deutlich trennbaren Gebieten, die so etwas wie „Seinsschichten“ entsprechen.

Als Beispiele führt er an: „Die Himmelsmechanik ist das Reich der Gravitation“ und „Die Gravitation spielt (in der atomaren Welt) gar keine Rolle“. Der Grund für die verschiedenen Seinsschichten ist für Hund die Kleinheit der jeweiligen Kopplungskonstanten. So gesehen lässt sich m. E. die obige