

Katharina BÖCHERER-LINDER, Freiburg

Der Begriff des Erkenntnishindernisses nach Gaston Bachelard

1. Motivation

„Brüche zwischen innermathematischer Klärung und ursprünglichem Verstehen sind unvermeidlich und geradezu charakteristisch für einen sinnstiftenden Umgang mit Mathematik“ (Danckwerts & Vogel, 2006, S. 32). Solche Bruchstellen sollen nicht übergangen, sondern bewusst thematisiert und reflektiert werden (Prediger, 2004). Auch beim Lernen von Mathematik an der Universität werden Brüche erlebt, sogenannte Diskontinuitäten (Klein, 1908), wobei es hier zu einer Unverbundenheit zwischen Schulwissen und Hochschulmathematik kommt. Das Erleben einer Diskrepanz kann jedoch zum Auslöser werden, um den nötigen Perspektivwechsel überhaupt vollziehen zu können: „Die *wissenschaftliche Erfahrung* setzt zunächst ein ‚Brechen‘ mit dem eigenen Bedeutungshorizont in Bezug auf den Gegenstand und dann eine Wiederherstellung subjektiv ‚sinnhafter‘ Bedeutungsanordnungen voraus“ (Ruge et al., in press, o.S.).

Zur Gestaltung von Lerngelegenheiten in Schule und Hochschule erscheint es daher unverzichtbar, genauer zu verstehen, worin solche „Bruchstellen“ bestehen und welche Rolle ihnen im Lernprozess zukommen. Hierfür scheint es mir sinnvoll, den Begriff des Erkenntnishindernisses bzw. der „epistemologischen Hürde“ in den Blick zu nehmen.

2. Der Urheber des Begriffs der „epistemologischen Hürde“

Der Begriff der epistemologischen Hürde („*obstacle épistémologique*“) wurde durch den Philosophen Gaston Bachelard in seinem Buch „*La formation de l’esprit scientifique*“ 1938 eingeführt, weshalb Gaston Bachelard gemeinhin als „Erfinder“ der epistemologischen Hürde und eigentlicher Begründer der zeitgenössischen Epistemologie gilt (Artigue, 1990; Lepenies, 2016).

Bachelard wurde 1884 in der Champagne geboren. Zehn Jahre verdiente er als Postbeamter seinen Lebensunterhalt, während er sich im Selbststudium Mathematik, Physik und Chemie aneignete. Von 1919 bis 1930 arbeitete er als Gymnasiallehrer. „Die Schultätigkeit hat im Werk Bachelards, nicht zuletzt in der *Bildung des wissenschaftlichen Geistes*, tiefe Spuren hinterlassen: Bachelard verlor nie das Interesse an Problemen der Didaktik“ (Lepenies, 2016, S. 11). Dies wird vor allem darin deutlich, dass Bachelard den Begriff

des Erkenntnishindernisses nicht nur in Bezug auf die Entwicklung der Naturwissenschaften, sondern auch im Hinblick auf Bildung und Erziehung deutet.

Während seiner Tätigkeit als Gymnasiallehrer studierte Bachelard Philosophie und wurde 1940 Professor für Geschichte und Philosophie der Naturwissenschaften an der Sorbonne. Sein Werk hat das Denken der französischen Epistemologie entscheidend geprägt.

3. Der Begriff des Erkenntnishindernisses nach Gaston Bachelard

Nach Gaston Bachelard verlaufen Wissensbildungsprozesse nicht linear. Vielmehr kommt es zu Brüchen, den sog. „ruptures épistémologiques“: „Man erkennt *gegen* ein früheres Wissen, indem man schlecht gegründete Erkenntnis zerstört und das überwindet, was im Geist selbst sich der Vergeistigung widersetzt“ (Bachelard, 2016, S. 46). Dabei kommt der Fähigkeit zum Fragen eine entscheidende Rolle zu, da nach Bachelard Erkenntnis erst als Antwort auf eine Frage entstehen kann. Im Gegenzug wird das Erkenntnishindernis als eine „nicht in Frage gestellte Erkenntnis“ (ebd., S. 48) charakterisiert, denn „der Geist schätzt mehr, was sein Wissen bestätigt, als was ihm widerspricht“ (ebd., S. 48). Somit handelt es sich bei einem Erkenntnishindernis um ein Wissen oder ein Konzept, das in einem früheren Kontext passend war, jedoch außerhalb dieses Kontextes zu Fehlern oder Widersprüchen führt. Dieses Wissen muss zuerst in Frage gestellt und erschüttert werden, bevor neue Erkenntnis entstehen kann. Dies ist jedoch nicht leicht, da der Geist den Ideen verhaftet bleibt, die sich in der Vergangenheit schon häufiger als nützlich erwiesen haben.

In seinem Buch „Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes“ identifiziert und charakterisiert Bachelard verschiedene Erkenntnishindernisse mit Hilfe wissenschaftshistorischer Analysen. Im Folgenden möchte ich beispielhaft drei ausgewählte Erkenntnishindernisse vorstellen:

Das *Hindernis der ersten Erfahrung*: Die erste Erfahrung ist konkret, natürlich und einfach. Jedoch wird das Festhalten an ersten Überzeugungen zu einem Erkenntnishindernis, wenn es um die Rationalisierung der Beobachtung geht. Deswegen geht es darum „die Hindernisse beiseite zu räumen, die das tägliche Leben bereits angehäuft hat. Ein Beispiel: Das Gleichgewicht schwimmender Körper ist Gegenstand einer vertrauten Anschauung, die ein Geflecht von Irrtümern darstellt“ (ebd., S. 52).

Das *Hindernis der allgemeinen Erkenntnis*: Eine vorschnelle, unzulässige Verallgemeinerung kann ebenso ein Erkenntnishindernis darstellen. „Das vorwissenschaftliche Denken begrenzt seinen Gegenstand nicht; kaum hat

es eine besondere Erfahrung gemacht, versucht es sie schon für die verschiedensten Bereiche zu verallgemeinern“ (ebd., S. 119). Dieses generalisierende Denken führt jedoch zu einem Stillstand im Erkenntnisprozess.

Das *Hindernis der missbräuchlichen Ausweitung geläufiger Bilder*: Ein „generalisiertes Bild“ (ebd., S.128) wird nach Bachelard häufig durch ein einziges Wort ausgedrückt und ist gewissermaßen ein Leitmotiv für eine mit dem Wort verbundene Vorstellung. Die Gefahr solcher Metaphern liegt darin, dass sie sich als Erklärungsmuster verselbständigen können. Dem Bild selbst wird dabei eine Erklärungskraft zugemessen. Bachelard führt hier als Beispiel das Bild des Schwammes im 18. Jahrhundert an: So wurde die Komprimierbarkeit der Luft durch ihre „Schwammartigkeit“ erklärt, ebenso wie ihre Fähigkeit, Wasser aufzunehmen (ebd., S. 127ff).

Die *wissenschaftliche Erfahrung* im Sinne von Bachelard ist die Überwindung eines Erkenntnishindernisses durch die Reorganisation des Wissens und einer sich ergebenden neuen Sicht auf bekannte Tatsachen.

4. Rezeption Bachelards in der Mathematikdidaktik

Das Konzept des Erkenntnishindernisses nach Bachelard wurde durch die mathematikdidaktische Forschung für die Mathematikdidaktik adaptiert (Artigue, 1990; Brousseau, 1983; Sierpiska, 1994). Nach Brousseau ist die Identifikation und Charakterisierung von Erkenntnishindernissen essentiell für die Analyse und Gestaltung von Lernsituationen. Dabei unterscheidet er drei Typen von Hindernissen: ontogenetische (aufgrund individueller kognitiver Fähigkeiten), didaktische (abhängig vom Bildungssystem) und epistemologische (im Sinne Bachelards). Da den Aufgaben im Mathematikunterricht eine tragende Rolle zukommt, sollten nach Brousseau Probleme so gestellt werden, dass sie die Auseinandersetzung und Überwindung der epistemologischen Hindernisse ermöglichen.

5. Aktuelle Anwendungsmöglichkeit

Wenn es um Fragen der Lehrerbildung und das Verhältnis von Schulmathematik und wissenschaftlicher Mathematik geht, wird aktuell zunehmend auf die Idee der „Kohärenzstiftung“ verwiesen. Hierfür erscheint es mir fruchtbar, die Idee der *wissenschaftlichen Erfahrung* von Gaston Bachelard aufzugreifen: Danach ermöglicht erst die Diskrepanzerfahrung, das Alte aus der Sicht des Neuen zu betrachten und somit letztlich Kohärenz herzustellen.

Als Beispiel kann hier das Konzept der Stetigkeit genannt werden. Die meisten Studienanfänger bringen ein Schulwissen von Stetigkeit mit (eine Funktion ist stetig, wenn man sie durchzeichnen kann – die sog. Bleistiftstetigkeit)

(Alcock, 2014). Die hochschulmathematische Definition der Stetigkeit mittels ε - δ -Sprechweise wirkt hier zunächst unverbunden. Erst das „Brechen“ mit der intuitiven Vorstellung wird sinnstiftend für eine Präzisierung und Formalisierung des Stetigkeitsbegriffs. Dies kann durch die Betrachtung der Stetigkeit ausgewählter Funktionen erreicht werden, beispielsweise von $f: R \rightarrow R, f(x) = x$ für x rational und $f(x) = 0$ für x irrational. Diese Funktion ist nur an einer einzigen Stelle stetig (nämlich bei $x = 0$). Dieses Phänomen ist im Sinne der „Bleistiftstetigkeit“ nicht denkbar und kann als Widerspruch erlebt werden, da man für die Eigenschaft „durchzeichnenbar“ mehr als einen Punkt benötigt. Der Bruch mit dem anschaulichen Bild von Stetigkeit macht somit eine grundlegende Sichterweiterung möglich und nötig.

In diesem Sinne könnte das Konzept des Erkenntnishindernisses, der „rupture épistémologique“ und *wissenschaftlichen Erfahrung* nach Gaston Bachelard helfen, die Gestaltung von Lerngelegenheiten zur Kohärenzstiftung theoretisch zu fundieren.

Literatur

- Alcock, L. (2014). *How to think about analysis*. Oxford: University Press.
- Artigue, M. (1990). Épistémologie et didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 10 (23), 241–286.
- Bachelard, G. (2016). *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes. Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis*. Übers. von Michael Bischoff. Frankfurt a. M. : Suhrkamp.
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 4 (2), 165–198.
- Danckwerts, R. & Vogel, D. (2006). *Analysis verständlich unterrichten*. Heidelberg: Spektrum.
- Klein, F. (1908). *Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus*. Teil I: Arithmetik, Algebra, Analysis.
- Lepenes, W. (2016). *Vergangenheit und Zukunft der Wissenschaftsgeschichte – Das Werk Gaston Bachelards*. Vorwort in „Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes“ von Gaston Bachelard. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Prediger, S. (2004). Brüche bei den Brüchen – aufgreifen oder umschiffen? *Mathematik lehren*, Heft 123, 10–13.
- Ruge, J., Khellaf, S., Hochmuth, R. & Peters, J. (in press). Die Entwicklung reflektierter Handlungsfähigkeit aus subjektwissenschaftlicher Perspektive. In *Entwicklung und Förderung Reflektierter Handlungsfähigkeit im Lehrerberuf – Qualitätsoffensive Lehrerbildung in der Praxis*. Leibniz Universität Hannover.
- Sierpiska, A. (1994). *Understanding in mathematics*. London: Palmer Press.