

Gerald WITTMANN, Schwäbisch Gmünd

Von Fehleranalysen zur Fehlerkultur

Fehler, Fehleranalysen, Fehlerkultur – drei Begriffe, die in der Mathematikdidaktik vielfach auftauchen. Wie hängen sie zusammen? Welche Entwicklungslinien lassen sich ausmachen? Diesen Fragen wird im Folgenden nachgegangen.

1 Fehler

Für mathematikdidaktische Untersuchungen wird der Begriff *Fehler* im Allgemeinen nicht näher bestimmt, sondern in seiner Alltagsbedeutung verwendet. In der pädagogischen Psychologie wird ein Fehler häufig als ein Abweichen von einer (wie auch immer festgesetzten) Norm definiert. „Ein Fehler ist ein von der Norm abweichender Sachverhalt oder Prozess, der es überhaupt erst ermöglicht, den dem Sachverhalt oder Prozess entgegengesetzten richtigen normbezogenen Sachverhalt in seinen Abgrenzungen zu erkennen“ (Oser & Hascher 1996, zit. nach Schoy-Lutz 2005, S. 33).

Wie schon in dieser Definition anklingt, können Fehler sowohl Produkt- als auch Prozesscharakter haben (vgl. Radatz 1980). Bezogen auf Fehler im Mathematikunterricht sind an der Oberfläche liegende, unmittelbar zugängliche *Fehlermuster* oder *Fehlerphänomene* die Produkte, hinter denen tiefer liegende *Fehlerursachen* oder *Fehlerstrategien* als Prozesse stehen; sie lassen sich nur über Verfahren der Fehleranalyse erschließen. Zwischen Fehlermustern und Fehlerursachen besteht allerdings keine Eins-zu-Eins-Zuordnung, da ein Fehlermuster aus unterschiedlichen Fehlerursachen resultieren kann.

In Bezug auf die Fehlerursachen lassen sich zwei Kategorien von Fehlern unterscheiden (vgl. Radatz 1980):

- *Flüchtigkeitsfehler*, umgangssprachlich auch als „Leichtsinnfehler“ bezeichnet, lassen sich dadurch charakterisieren, dass die betreffende Person einen solchen Fehler, wenn sie darauf aufmerksam (gemacht) wird, sofort korrigieren kann.
- *Systematische Fehler* liegen insbesondere dann vor, wenn dasselbe Fehlermuster bei Aufgaben eines bestimmten Typs immer wieder auftritt (was auch obige Bezeichnung als Fehlerstrategie rechtfertigt). Diese Fehler sind Indikatoren für ein tiefer liegendes falsches Verständnis mathematischer Begriffe und Verfahren.

Es wird vielfach die These vertreten, dass im Mathematikunterricht auftretende Fehler überwiegend systematische Fehler und nur zu einem kleinen Teil Flüchtigkeitsfehler sind (vgl. Radatz 1980; Schoy-Lutz 2005). Diese These bildet letztlich die Basis für Fehleranalysen.

Fehler sind für den individuellen Lernprozess von großer Bedeutung und können ihn beeinflussen (vgl. Weinert 1999). Dieser Einfluss ist allerdings – in verschiedener Hinsicht – ambivalent: Fehler können einerseits *Lernchancen* darstellen, wenn sie als solche erkannt werden und zu einer Einsicht führen, andererseits aber auch *Lernhindernisse*, wenn sie den weiteren Lernprozess hemmen (z. B. bei kumulativen Lerninhalten). Auch in Bezug auf den motivationalen Bereich erweisen sich Fehler als „janusköpfige Motivationsfaktoren“ (ebd., S. 105). Wie Fehler erlebt werden, ob positiv oder negativ, ob motivational stimulierend oder frustrierend, hängt entscheidend davon ab, ob sie im Kontext von Lernsituationen oder von Leistungssituationen auftreten.

Fehler sind ein wesentliches Element vieler Lerntheorien. Explizit auf das Lernen durch Fehler bezieht sich das Konstrukt *negatives Wissen* (vgl. Oser u. a. 1999). Negatives Wissen ist Wissen, das sich darauf bezieht, was nicht zu einer Sache gehört (*Abgrenzungswissen*) oder was in einer bestimmten Situation nicht getan werden darf (*Fehlerwissen*). Negativem Wissen wird eine Schutzfunktion für das positive Wissen zugeschrieben (*Schutzwissen*): Umfangreiches Wissen darüber, was eine Sache nicht ist oder was nicht getan werden darf, lässt das positive Wissen sehr viel klarer hervortreten. Das Lernen aus Fehlern und die Genese negativen Wissens sind allerdings kein Automatismus; sie setzen vielmehr das Erkennen des Fehlers, die Einsicht, warum der Fehler entstanden ist, und die Möglichkeit zur Korrektur des Fehlers voraus.

2 Fehleranalysen

In der Einführung zu diesem Minisymposium werden zwei klassische Idealtypen der Fehleranalyse in der Bruchrechnung ausgemacht und anschließend Entwicklungslinien hin zu einer empirischen Forschung zum Bruchzahlbegriff und zur Bruchrechnung aufgezeigt. Es handelt sich um Forschungsansätze, bei denen Schülerfehler zum Bruchzahlbegriff und in der Bruchrechnung expliziter *Forschungsgegenstand* sind.

Darüber hinaus spielen Fehleranalysen aber auch in verschiedenen Bereichen mathematikdidaktischer Forschung eine wichtige Rolle als flexibel und vielfältig einsetzbare *Forschungsmethode*:

- Fehleranalysen bilden traditionell eine wichtige Quelle, um das *Denken von Schülern* zu beschreiben. In Interviewsituation sind fehlerhafte Lösungen diesbezüglich oftmals wesentlich ergiebiger als korrekte.
- Fehleranalysen liefern die für Leistungstests so wichtigen *Distraktoren* (Falschantworten) zu einzelnen Items; diese müssen so gewählt werden, dass sie häufige Fehlermuster abbilden.
- Fehleranalysen sind eine inhaltliche Grundlage für die *Entwicklung tutorieller Lernsoftware* (vgl. Hennecke 1999) wie auch zuvor schon für das Erstellen von Lernprogrammen in gedruckter Form.
- Fehleranalysen sind ein methodischer Weg, um über *Lernerfolgsmessungen* Lehrgänge zur Bruchrechnung zu evaluieren (vgl. Pallack 2002 zur Evaluierung eines computergestützten Lernarrangements).
- Fehleranalysen werden letztlich auch für *interaktionsanalytische Studien* verwendet, als ein Verfahren, um Interaktionsprozesse aufzudecken und zu beschreiben.

Fehleranalysen sind nicht zuletzt ein unverzichtbarer Bestandteil der *Lehrerbildung und Lehrerfortbildung*. Dies zeigen sowohl der Umfang, den diese Thematik in der Monographie zur Didaktik der Bruchrechnung von Padberg (2002) einnimmt, als auch Lehrbücher, die das Denken von Schülern –in verschiedenen Bereichen – explizit thematisieren.

3 Fehlerkultur

Die Forderungen nach einer *Fehlerkultur* im Mathematikunterricht haben verschiedene Ansatzpunkte, so die Thesen, dass Fehler häufig systematische Fehler sind, dass das Lernen aus Fehlern nicht automatisch erfolgt und dass Fehler im Lernprozess eine ambivalente Rolle spielen können.

Eine Fehlerkultur beinhaltet einen produktiven Umgang mit Fehlern: Fehler sollen als Lerngelegenheiten verstanden werden. Dies umfasst zumindest zwei verschiedene Aspekte (vgl. Spychiger u. a. 1999, S. 46):

- Eine Fehlerkultur ist zunächst eine *Aufgabenkultur*: Sie erfordert auch offene Aufgaben und kreative Phasen. Dabei auftretende Fehler sind nicht immer offensichtlich, die Aufgaben regen eine authentische Kommunikation an, die nicht ausschließlich über die Lehrkraft läuft.
- Eine Fehlerkultur ist stets auch eine *Vertrauenskultur*: Dies beinhaltet insbesondere eine transparente Trennung von Leistung und Lernen – es muss deutlich werden, wann Fehler Lerngelegenheiten sind und wann die Beurteilungsfunktion zum Tragen kommt. Dazu muss die Lehrkraft generell als unterstützend im Lernprozess wahrgenommen werden.

Ansätze zu einer *Evaluation der Fehlerkultur* im Mathematikunterricht decken typische Handlungsmuster von Lehrkräften im Umgang mit Fehlern auf (Oser u. a. 1999, S. 25 ff.; Schoy-Lutz 2005, S. 292 ff.). Sie können zu einer Bestandsaufnahme des Status quo der Fehlerkultur beitragen und darüber hinaus Grundlage einer Weiterentwicklung der Fehlerkultur sein.

Fehleranalysen waren und sind eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung einer Fehlerkultur im Mathematikunterricht. Erst das Wissen darüber und das Bewusstsein dafür, welche Fehlermuster in einem bestimmten Bereich auftreten und welche Fehlerursachen dahinter stehen können, welche Rolle Fehler im Lernprozess spielen und welche Voraussetzungen für einen produktiven Umgang mit Fehlern im Mathematikunterricht gelten, ermöglichen die Ausbildung einer Fehlerkultur. Dies gilt sowohl für die Forschung innerhalb der mathematikdidaktischen Scientific Community als auch für den individuellen Lern- und Professionalisierungsprozess einer jeden Lehrkraft.

Literatur

- [1] Althof, Wolfgang (1999) (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Leske + Budrich: Opladen
- [2] Hennecke, Martin (1999): Online-Diagnose in intelligenten mathematischen Lehr-Lern-Systemen. VDI Verlag: Düsseldorf
- [3] Oser, Fritz; Hascher, Tina & Spychiger Maria (1999): Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In: [1], S. 11–42
- [4] Padberg, Friedhelm (2002): Didaktik der Bruchrechnung. Elsevier/Spektrum: München (3. Auflage)
- [5] Pallack, Andreas (2002): Nachhilfelehrer Computer. Franzbecker: Hildesheim, Berlin
- [6] Radatz, Hendrik (1980): Fehleranalysen im Mathematikunterricht. Vieweg: Braunschweig, Wiesbaden
- [7] Schoy-Lutz, Monika (2005): Fehlerkultur im Mathematikunterricht. Theoretische Grundlegung und evaluierte unterrichtspraktische Erprobung anhand der Unterrichtseinheit „Einführung in die Satzgruppe des Pythagoras“. Franzbecker: Hildesheim, Berlin
- [8] Spychiger, Maria; Oser, Fritz; Hascher, Tina & Mahler, Fabienne (1999): Entwicklung einer Fehlerkultur in der Schule. In: [1], S. 43–70
- [9] Weinert, Franz E. (1999): Aus Fehlern lernen und Fehler vermeiden lernen. In: [1], S. 101–110