

Frank HEINRICH, Braunschweig

Fehler in eigenen Problembearbeitungsprozessen erkennen

Die Förderung der Problemlösefähigkeit gilt seit längerem als ein wichtiges Ziel von Mathematikunterricht. Zu seiner Ansteuerung werden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen. Unter anderem wird einem geeigneten Umgang mit Fehlern ein hoher Stellenwert eingeräumt. Ziel eines solchen Umgangs mit Fehlern besteht insbesondere darin, dass Lernende negatives Wissen (OSER u.a. 1999) im Hinblick auf das Lösen mathematischer Probleme erwerben. Darunter sei Wissen über mögliche Fehler und über mögliche lösungshemmende Verhaltensweisen beim Bearbeiten mathematischer Probleme verstanden. Mit dem Erwerb solchen Wissens ist die Erwartung verbunden, dass bestimmte Fehler oder defizitäre Verhaltensweisen zukünftig vermieden werden können. Zudem wird erwartet, dass durch den Erwerb negativen Wissens das Wissen um das Richtige verstärkt wird. Der Aufbau von negativem Wissen erfolgt u.a. über einen konstruktiven Umgang mit Fehlern (vgl. z.B. HEINZE 2010). Dazu gehört, dass Lernende den Fehler erkennen, ihn analysieren können und Möglichkeiten haben, ihn zu korrigieren (vgl. z.B. OSER u.a. 1999, PREDIGER & WITTMANN 2009). Es bedarf Lernangebote, die diese Tätigkeiten anregen und fördern. Dabei ist es möglich, dass sich Lernende sowohl mit eigenen als auch mit fremden Fehlern auseinandersetzen. Die Beschäftigung mit eigenen Fehlern kann entweder nur durch die betreffende Person selbst, also eigenständig erfolgen oder unter Beteiligung weiterer Personen wie Lehrer(in) oder Mitschüler. Im Folgenden geht es um die eigenständige Beschäftigung mit eigenen Fehlern.

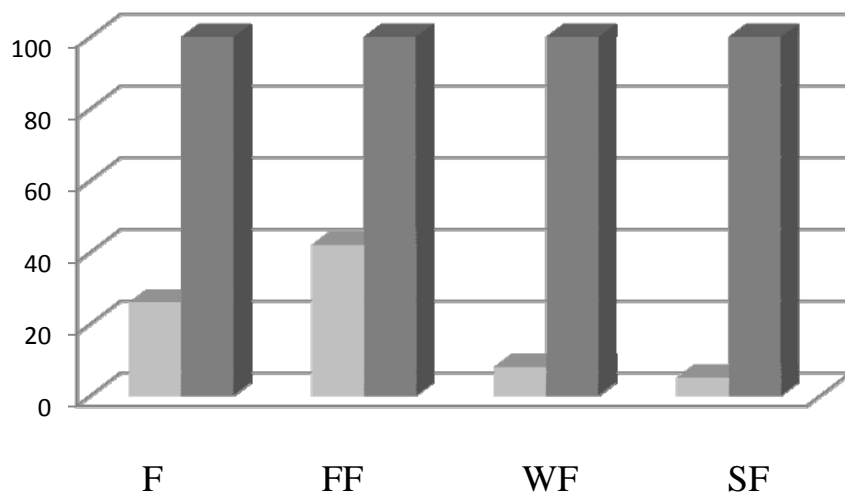
Es ist ein pädagogischer Grundsatz, dass didaktische Maßnahmen dort ansetzen sollen, wo sich Lernende in ihrer Entwicklung gerade befinden. Im Hinblick auf die Ausbildung negativen Wissens im Kontext der Förderung der Problemlösefähigkeit ist es daher wichtig zu erforschen, was Lernende im Erkennen eigener Fehler selbstständig zu leisten vermögen. Entsprechende Befunde geben Hinweise, wo und wie weitere (lehrerseitig inszenierte) Ausbildungsmaßnahmen ansetzen können und welcher Art sie sein sollten. Im Rahmen einer darauf bezogenen empirischen Erkundungsstudie wurde und wird (anknüpfend an frühere eigene Untersuchungen) folgenden Fragen nachgegangen:

1. Welche eigenen Fehler werden von Lernenden in welchem Ausmaß selbst erkannt, a) im realen Handlungsvollzug, also während der Arbeit am Problem und b) retrospektiv, also in nachträglicher Auseinandersetzung mit den Spuren des Getanen?

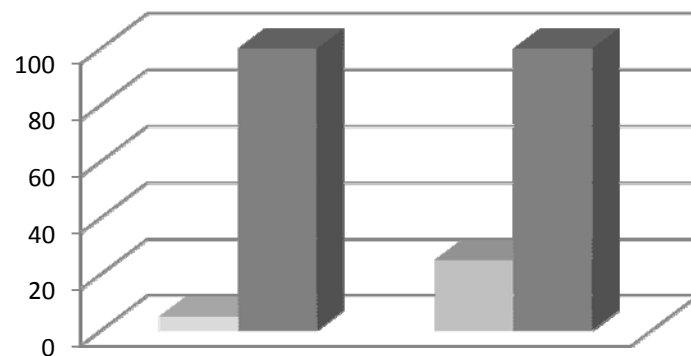
2. Welche Anregungen liefern die erhaltenen Befunde für das Lernen aus Fehlern und damit für die Ausbildung negativen Wissens im Hinblick auf die Förderung der Problemlösefähigkeit?

Als Probanden agierten Studierende für ein Lehramt Mathematik an der TU Braunschweig sowie Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 11/12 aus Gymnasien in der Region Braunschweig. Es handelte sich um explizit untrainierte Personen in puncto Heuristik und zugleich um mathematisch leistungsfähige Personen aus der jeweiligen Population. Sie hatten geometrische Beweisprobleme zu bearbeiten und waren dabei angehalten, (in einer abgeschwächten Form) laut zu denken. Der jeweilige Bearbeitungsgang wurde auf Video aufgezeichnet. Die Bearbeitungszeit für ein Problem betrug ca. 60 Minuten. Die Analyse der Rohmaterialien und Folgedokumente erfolgte in mehreren Bearbeitungsstufen in einem kleinen Expertenteam nach der Methode der konsensuellen Validierung (MAIER 1991). Das Analyseteam hat nach Fehlern (F) gefahndet und sich an einer Fehlereinteilung von GEERING (1995) orientiert. Dabei wurde zwischen Fertigungsfehlern (FF), Wissensfehlern (WF) und „Strategiefehlern“ (SF) unterschieden. Von Fertigungsfehlern ist die Rede, wenn bekannte grundlegende und weitgehend automatisierte mathematische Tätigkeiten wie z.B. elementare Termumformungen nicht korrekt ausgeführt werden. Wissensfehler liegen dann vor, wenn (in der Regel bekannte) mathematische Wissensselemente nicht oder nicht korrekt eingesetzt werden. Strategiefehler meinen ungeeignete Vorgehensweisen oder logische Fehler bei der Lösungssuche. Es handelt sich dabei um defizitäre bzw. problematische Verhaltensweisen im strategischen Vorgehen, also um Vorgehensweisen, die das Finden einer Lösung be- oder verhindern. Derartige Fehler sind bezogen auf Evaluatoren im hohen Maße von deren subjektiven Annahmen abhängig.

Es wird hier ein Zwischenstandbericht gegeben, in dem 23 Problembearbeitungsprozesse (davon 5 von Studierenden und 18 von Schülerinnen und Schülern) mit 143 vom Expertenteam identifizierten Fehlern die empirische Basis bilden. In der folgenden Darstellung ist zu erkennen, dass im realen Handlungsvollzug die Probanden vor allem Fertigungsfehler aus eigener Kraft aufspürten, Wissens- und insbesondere Strategiefehler hingegen kaum eigenständig erkannt wurden. Die jeweils links angeordnete (hellgrau eingefärbte) Säule weist den prozentualen Anteil der erkannten Fehler(art) aus. Im Weiteren geht es um die selbst erkannten Strategiefehler. Für den eher geringen Anteil (5%) sind verschiedene Erklärungen möglich. Unter anderem kann man vermuten, dass es den Probanden während der angestregten Arbeit am Problem kaum möglich war, ihre Aufmerksamkeit zugleich noch prüfend auf das strategische Vorgehen zu richten.



Eine Auseinandersetzung mit dem Getanen aus einer gewissen Distanz heraus könnte dazu führen, dass mehr ungeeignete strategische Vorgehensweisen identifiziert werden als während der Arbeit am Problem, da der Druck, eine Lösung zu finden, entfällt und der schon abgeschlossene Bearbeitungsprozess nunmehr mit anderen Augen gesehen werden kann. Von dieser Annahme geleitet, kam es bei der Durchführung der Studie zu folgender Maßnahme. Unmittelbar nach Beendigung der Problemlösebemühungen sieht sich der jeweilige Proband die Aufzeichnung von seiner Arbeit am Problem an und ist dabei angehalten, zu sagen, was ihm beim Betrachten durch den Kopf geht. Mit dieser Maßnahme war die Hoffnung verbunden, dass die Probanden aus eigener Kraft weitere strategische Defizite bemerken würden.



In der in der Abbildung links stehenden Säulenreihe ist nochmals der prozentuale Anteil der im realen Handlungsvollzug selbst erkannten Strategiefehler dargestellt. Der rechts stehenden Säulenreihe ist zu entnehmen, wie hoch der Anteil dieser selbst erkannten Fehler nach der retrospektiven Auseinandersetzung insgesamt ausfiel. Probanden haben erwartungsgemäß weitere strategische Defizite bemerkt, und zwar mehr als im realen Handlungsvollzug. Trotzdem fällt die Gesamtausbeute an erkannten Strategiede-

fiziten vor dem Hintergrund der besonderen Bedeutung eines geeigneten strategischen Vorgehens beim Bearbeiten mathematischer Probleme doch eher niedrig aus. Zudem war festzustellen, dass diejenigen defizitären Verhaltensweisen im strategischen Bereich, die vom Expertenteam als besonders beachtenswert herausgestellt wurden, von den Probanden zumeist nicht oder nur ansatzweise selbst erkannt worden sind. Darüber hinaus haben Versuchspersonen hin und wieder (angebliche) Fehler ihres Lösungsvorgehens angesprochen, die aber keine waren bzw. sind.

Sollten die vorläufigen Befunde in einem größeren Rahmen Bestätigung erfahren, kann gefolgert werden, dass eine in der beschriebenen Weise angeregte retrospektive Auseinandersetzung mit dem Getanen zumindest ansatzweise Potenzial birgt, aus eigener Kraft auf strategische Defizite aufmerksam zu werden. Da aber gerade relevante Strategiefehler kaum als solche selbst erkannt worden sind, bedarf es zusätzlicher Lernangebote, die darauf gerichtet sind, Lernenden diese Strategiefehler mit ihren möglichen Auswirkungen auf den Bearbeitungsgang erleben lassen. Und natürlich muss es im Rahmen entsprechender Angebote auch darum gehen, Fehlvorstellungen über mögliche lösungshinderliche Verhaltensweisen auszuräumen. Eine Maßnahme zur Ansteuerung dieser Ziele ist eine videobasierte Expertensitzung. Dabei gibt ein Experte der bzw. dem Lernenden beim gemeinsamen Betrachten der Videoaufzeichnung Erläuterungen zum Lösungsverhalten und Ratschläge zu dessen Verbesserung. Eine solche Expertensitzung wurde (aus organisatorischen Gründen nur) mit fünf Studierenden durchgeführt und erbrachte durchweg positive Rückmeldungen seitens der Versuchspersonen. Es wurde von ihnen zum Ausdruck gebracht, dass man auf diese Weise hilfreiche Rückmeldungen erhält, u.a. zu Handlungen, die man zukünftig vermeiden sollte.

Literatur

- Geering, P. (1995): Aus Fehlern lernen im Mathematikunterricht. In: E. Beck, T. Guldemann & M. Zutavern (Hrsg.): Eigenständig lernen. Kollegium 2, S. 59 – 70, St. Gallen: UVG Konstanz
- Heinze, A. (2010): Muss man das Lernen aus Fehlern lernen? PPP-Dokument anlässlich eines Vortrags auf der Landesfachtagung Mathematik in Plön
- Maier, H. (1991): Interpretative Forschung im Bereich der Mathematikdidaktik. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 1991, S. 97 – 107. Bad Salzdetfurth: Franzbecker
- Oser, F., Hascher, T. & Spychiger, M. (1999): Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In: W. Althof (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern, S. 11 – 41. Opladen: Leske + Budrich
- Prediger, S. & Wittmann, G. (2009): Aus Fehlern lernen – (wie) ist das möglich? In: PM, Heft 27, S. 1 – 8