

Aus Fehlern lernen – Wie gehen Grundschülerinnen und Grundschüler mit fehlerhaften Lösungsbeispielen um?

Ein weitgehender Konsens in Mathematikdidaktik und empirischer Bildungsforschung besteht darin, dass Fehler als Lerngelegenheiten anzusehen sind und dass ein lernproduktiver Umgang mit Fehlern eine wesentliche Bedeutung für den weiteren Aufbau mathematischer Kompetenz hat (z.B. Oser et al. 1999, 1998). Dabei ist der Umgang mit Fehlern ein Prozess, der in hohem Maße von individuellen Merkmalen, etwa im motivationalen und emotionalen Bereich, abhängt (z.B. Grassinger & Dresel, 2017; Grassinger et al., 2015). So ist beispielsweise anzunehmen, dass die emotionale Regulation beim Umgang mit Fehlern einen wichtigen Einfluss auf kognitive Prozesse des Lernens an Fehlern hat. Wenn Lernende etwa davon überzeugt sind, dass an Fehlern nicht gelernt werden kann oder wenn sie Angst haben, Fehler zu machen, so dürften sie sich weniger gut mit Fehlern auseinandersetzen und an ihnen lernen können. Eine entscheidende Rolle für den lernproduktiven Umgang mit Fehlern dürfte überdies Variablen aus dem metakognitiven Bereich (Cohors-Fresenborg & Kaune 2001; Helmke & Weinert 1997, Schoenfeld 1992) zukommen. Wenn Lernende beispielsweise Fähigkeiten und die Bereitschaft mitbringen, sich unter Verwendung metakognitiver Strategien mit Lösungen und Gedankengängen anderer Lerner auseinanderzusetzen – beispielsweise indem sie nachvollziehen, wie gedacht wurde, indem sie prüfen, inwiefern diese Lösungen bzw. Gedanken korrekt sind (Monitoring), indem sie überlegen, warum diese korrekt oder nicht korrekt sind, oder indem sie beurteilen, was aus den Lösungsversuchen bzw. Gedankengängen abgeleitet werden kann – so ist davon auszugehen, dass dies einen lernproduktiven Umgang mit Fehlern unterstützen kann. Dies setzt in der Regel voraus, dass Lernende dazu bereit sind, sich mit Fehlern und fehlerhaften Gedankengängen auseinanderzusetzen und dass sie eine grundsätzliche Wertschätzung auch fehlerhaften Gedankengängen gegenüber mitbringen. Umgekehrt dürften bestimmte Sichtweisen zu Fehlern und zum Umgang mit Fehlern einen lernproduktiven Umgang mit diesen behindern können: Wenn Lernende beispielsweise überzeugt sind, dass man aus fehlerhaften Gedankengängen nicht lernen kann oder sie gar befürchten, bei der Auseinandersetzung mit einem Fehler diesen auch selbst zu machen, so ist davon auszugehen, dass solche Sichtweisen Lernende eher daran hindern, sich mit Fehlern zu befassen.

Verschiedentlich wurde auf Potentiale von Metakognitionsförderung bereits in der Grundschule hingewiesen (z.B. Winkel, 2011), gleichzeitig besteht

gerade für junge Lernende ein besonderer Bedarf, metakognitive Strategien zu erwerben und zu lernen, diese erfolgreich zu nutzen. Es ist also eher damit zu rechnen, dass es gerade für Lernende in der Grundschule schwierig ist, lernproduktiv mit Fehlern umzugehen. Insbesondere wenn die Auseinandersetzung mit fehlerhaften Gedankengängen möglich, aber nicht etwa durch eine entsprechende Aufgabenstellung zwingend geboten ist, könnte es sein, dass Schülerinnen und Schüler die Auseinandersetzung mit Fehlern vermeiden und damit das Lernpotential der Fehler ungenutzt bleibt.

Da die empirische Erkenntnislage zum Umgang von Schülerinnen und Schülern mit Fehlern im Fach Mathematik nach wie vor Lücken aufweist, fokussiert diese Studie auf diesen Bereich. In einem Setting, in dem die Auseinandersetzung mit fehlerhaften Lösungsbeispielen möglich, aber nicht instruktional gefordert war, wurden daher die folgenden Forschungsfragen untersucht: *Wie gehen Grundschülerinnen und -schüler mit fehlerhaften Lösungsbeispielen um, wenn sie eine Aufgabe lösen sollen und fehlerhafte Lösungsbeispiele zur Verfügung gestellt bekommen? Welchen Grad an Auseinandersetzung mit den fehlerhaften Lösungsbeispielen berichten die Lernenden und welche Gründe für bzw. gegen die Auseinandersetzung geben sie jeweils an? Gibt es Zusammenhänge mit Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler zum Lernen an Fehlern?*

Untersuchungsdesign

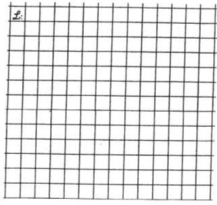
Um erste Erkenntnisse zu diesen Forschungsfragen zu gewinnen wurden Grundschülerinnen und -schüler der 4. Jahrgangsstufe zweier Schulklassen befragt (22 Schülerinnen und 17 Schüler, Alter 8-10 Jahre). In einem Paper-and-Pencil-Befragungsformat wurden die Lernenden gebeten, vier Aufgaben zu lösen. Auf jeweils der gleichen Seite des Fragebogens neben der Aufgabe wurde jeweils eine fehlerhafte Lösung einer fiktiven Schülerin bzw. eines fiktiven Schülers abgedruckt, zusammen mit einem Vermerk „[Name] hat die Aufgabe falsch gelöst:“ (s. Abb. 1). Die Art der Fehler wurde dabei systematisch variiert, das Beispiel in Abbildung 1 zeigt beispielsweise einen Fehler bei der mathematischen Modellierung der Sachsituation. Nach dem Aufschreiben der eigenen Lösung zur jeweiligen Aufgabe wurden die Lernenden gebeten, zu beantworten, inwiefern (und warum) sie das jeweilige fehlerhafte Lösungsbeispiel angesehen, und ggf. bei der eigenen Arbeit an der Lösung der Aufgabe herangezogen hatten.

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden nach einem Top-Down-Codierungsverfahren bestimmten Kategorien zugeordnet, so dass deskriptive Auswertungen möglich wurden. Zusätzlich erlauben es die offenen

Antworten der Lernenden zu den zusätzlichen Fragen, auch qualitative Einblicke in ihre Sichtweisen zu ihrem Umgang mit Fehlern zu gewinnen.

Löse die Aufgabe im Kasten:

Lilly darf jeden Tag 30 Minuten fernsehen.
 Um 12.15 Uhr endet der Unterricht. Ihr Schulweg dauert 15 Minuten. Daheim angekommen setzt sie sich an den Mittagstisch. Nachdem sie 30 Minuten gegessen hat, macht sie sich auf den Weg zum Klavierunterricht. Dieser ist nur 7 Minuten von daheim entfernt und dauert 45 Minuten.
 Lillys Lieblingsserie beginnt um 13.55 Uhr.
 F.: Schafft sie es rechtzeitig daheim zu sein, um ihre Serie anzusehen?



Ina hat die Aufgabe falsch gelöst!

Lillys Lieblingsserie beginnt um 13.55 Uhr.
 F.: Schafft sie es rechtzeitig daheim zu sein, um ihre Serie anzusehen?

x	15	min
+	30	min
+	7	min
+	45	min
97		
min		
97 min = 1 h 37 min		
12.15 Uhr + 1 h = 13.15 Uhr		
13.15 Uhr + 37 min = 13.52 Uhr		

Ja, sie schafft es rechtzeitig nach Hause, um ihre Serie anzusehen.

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Befragungsinstrument

Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die meisten Schülerinnen und Schüler die Sichtweise äußerten, dass man grundsätzlich aus den Fehlern anderer Kinder lernen kann. Dies bedeutet jedoch keineswegs, dass alle Kinder sich mit den fehlerhaften Lösungsbeispielen auseinandersetzten bzw. die Absicht äußerten, dies zu tun. Für ihre individuelle Auseinandersetzung mit Fehlern im Allgemeinen und mit den gegebenen fehlerhaften Lösungsbeispielen im Besonderen, aber auch gegen die Auseinandersetzung damit, lieferten die Schülerinnen und Schüler eine breite Palette an unterschiedlichen Gründen.

Gegen die Auseinandersetzung mit Fehlern anderer wurde beispielsweise argumentiert, dass einige Schülerinnen und Schüler mit dem Lösen der „Pflicht“-aufgaben und mit sich selbst beschäftigt waren, dass fehlerhafte Lösungen einen selbst durcheinander bringen können, man sich nicht auf die zu lösende Aufgabe konzentrieren könne oder dass kein Interesse am Ergebnis anderer Kinder bestünde.

Bestimmte Muster in derartigen Sichtweisen der Lernenden konnten mit einer Clusteranalyse beschrieben werden, die auch vorsichtige erste Schlüsse auf mögliche Zusammenhänge mit der Nutzung von fehlerhaften Lösungsbeispielen zulässt. Die hohe Komplexität des Zusammenspiels verschiedener

Variablen etwa des motivationalen oder des metakognitiven Bereichs beim Nutzen von Fehlern für das eigene Lernen spiegelt sich auch in den Daten dieser Studie wider. Im Hinblick auf die Unterrichtspraxis an der Grundschule sprechen die Daten dennoch dafür, dass fehlerhafte Lösungen einen wertvollen Gesprächsanlass mit Lernenden darstellen können. Insbesondere die Förderung des Einsatzes metakognitiver Strategien im Umgang mit Fehlern könnte so gestärkt werden, dass auch mögliche Ängste der Lernenden sukzessive abgebaut werden könnten. Diese Gesprächsanlässe und deren Ergebnisse könnten auch in entsprechende Schreiben münden, da durch die Verschriftlichung weitere Reflexion angeregt werden kann (z.B. Kuntze & Prediger, 2005). Fehler stellen nicht zuletzt auch einen Argumentationsanlass dar, der geeignet ist, den metakognitiv orientierten lernproduktiven Umgang mit dem jeweiligen Fehler zu unterstützen (Winkel, 2011).

Literatur

- Cohors-Fresenborg, E. & Kaune, C. (2001). Mechanisms of the Taking Effect of Metacognition in Understanding Processes in Mathematics Teaching. In G. Törner et al. (Hrsg.), *Developments in Mathematics Education in German-speaking Countries. Selected Papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics* (S. 29-38). Göttingen: Staats- und Universitätsbibliothek.
- Grassinger, R. & Dresel, M. (2017). Who learns from errors on a class test? Antecedents and profiles of adaptive reactions to errors in a failure situation. *Learning and Individual Differences*, 53, 61–68.
- Grassinger, R., Steuer, G., Berner, V., Zeinz, H., Scheunpflug, A. & Dresel, M. (2015). Ausprägung und Entwicklung. *Learning and Individual Differences*, 53, 61–68.
- Helmke, A. & Weinert, F. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Band 3: Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Kuntze, S. & Prediger, S. (2005). Ich schreibe, also denk' ich - Über Mathematik schreiben. *Praxis der Mathematik in der Schule (PM)*, 47(5), 1–6.
- 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. Beiträge und Nachträge zu einem interdisziplinären Symposium aus Anlass des 60. Geburtstages von Fritz Oser* (S. 11-41). Opladen: Leske+Budrich.
- Oser, F., Spychiger, M., Mahler, F., Gut, K., Hascher, T., Büeler, U. & Müller, V. (1998). *Lernen Menschen aus Fehlern? Zur Entwicklung einer Fehlerkultur in der Schule*. Wissenschaftlicher Zwischenbericht (2) an den Schweizerischen Nationalfond zur Förderung der wiss. Forschung Abt. I: Geistes- und Sozialwissenschaften.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.
- Winkel, K. (2011). Entwicklungsmechanismen von Metakognition im mathematischen Unterrichtsdiskurs der Grundschule. In Haug, R & Holzäpfel, L. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (S. 899-902). Münster: WTM.