

Katharina LOIBL, Nikol RUMMEL, Ruhr-Universität Bochum,
Lars HOLZÄPFEL, Pädagogische Hochschule Freiburg

Aufgreifen von Schülerlösungen in nachfolgenden Instruktionsphasen ist wichtig für den Lernerfolg

1. Aufgreifen von Schülerlösungen

Wenn Schülerinnen und Schüler selbstständig Aufgaben bearbeiten, generieren sie eigene Lösungsansätze. Diese Lösungsansätze sind in der Regel nicht vollständig und oftmals auch fehlerhaft (Kapur & Bielaczyc, 2012). Für die Lehrperson ist eine Korrektur aller Schülerbearbeitung während dieser Bearbeitungsphase nicht leistbar. Die Schülerprodukte können jedoch in nachfolgender Instruktion aufgegriffen werden um das formal intendierte Vorgehen (d.h. den normativ korrekten Lösungsansatz) verständlich einzuführen (Lengnink, Prediger & Weber, 2011). Durch diesen Abgleich zwischen Schülerprodukten und formal intendiertem Vorgehen wird negatives Wissen gefördert. Mit negativem Wissen ist die Abgrenzung kanonischer Lösungen und Konzepte von fehlerhaften Prozeduren und Ideen gemeint (Oser, Hascher & Spychiger, 1999). Befunde zum Lernen aus fehlerhaften Lösungsbeispielen lassen zudem darauf schließen, dass der Vergleich von fehlerhaften oder unvollständigen Lösungen mit der formal intendierten Lösung die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die Aspekte lenkt, in denen sich die Lösungen noch unterscheiden (Durkin & Rittle-Johnson, 2012; Große & Renkl, 2007), so dass die Schülerinnen und Schüler auf die relevanten Aspekte fokussieren.

Kapur (2010) untersucht selbstständige Aufgabenbearbeitung mit anschließendem Aufgreifen der Schülerlösungen. Diesen Ansatz nennt er *Productive Failure*. Lernende suchen zunächst eigenständig Lösungswege für eine Aufgabe zu einem noch unbekanntem Konzept. Obwohl die Lösungswege in der Regel nicht mit der Norm übereinstimmen, scheinen die Lernenden von der nachfolgenden Instruktion, in der typische Schülerlösungen aufgegriffen werden, besonders gut zu lernen. Insbesondere in Hinblick auf das konzeptuelle Verständniswissen konnte Kapur (2010) in mehreren Studien zeigen, dass Lernende, die gemäß dem Productive Failure Ansatz gelernt hatten, im Vergleich zu Lernenden, die erst Instruktion erhielten und anschließend Übungsaufgaben bearbeiteten (Kontrollgruppe), im Nachtest bessere Ergebnisse erzielten. Die Studien von Kapur lassen jedoch offen, ob dieser positive Effekt auf die eigenständige Aufgabenbearbeitung zurückzuführen ist oder auf die besondere Art der Instruktion, in der typische Schülerlösungen aufgegriffen und mit dem formal intendierten Vorgehen in Einklang gebracht werden.

2. Studiendesign

Um den Effekt beider postulierten Wirkmechanismen (eigenständige Aufgabenbearbeitung und Aufgreifen von Schülerlösungen) systematisch zu untersuchen, variierten wir in einer quasi-experimentellen Studie mit 240 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 10 beide Faktoren (Zeitpunkt der Instruktion: zu Beginn oder nach der eigenständigen Aufgabenbearbeitung; Art der Instruktion: mit oder ohne Aufgreifen typischer Schülerlösungen) in einem 2x2 Design. Als Inhaltsgebiet diente das Konzept der Varianz, da Schülerinnen und Schüler hier in der Regel bereits erste formelle sowie informelle, intuitive Vorstellungen haben (in der Regel auch durch Anknüpfung an lebensweltliche Vorerfahrungen), das formale, normative Vorgehen (Standardabweichung oder Mittlerer absoluter Abstand zum Mittelwert) jedoch noch nicht bekannt ist.

In den Bedingungen mit eigenständiger Bearbeitung wurden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert in Kleingruppen verschiedene eigene Lösungsansätze zu einer Aufgabe entwickeln. Während dieser Phase, die eine Schulstunde dauerte, erhielten sie keine inhaltliche Unterstützung oder Feedback zu ihren Lösungsansätzen. Erst in der nachfolgenden Instruktion lernten sie das formal intendierte Vorgehen (d.h. den normativ korrekten Lösungsansatz). Auch die Instruktionsphase dauerte eine Schulstunde. In den Bedingungen, die mit Instruktion begannen, lernten die Schülerinnen und Schüler zunächst das formal intendierte Vorgehen angeleitet durch die Lehrperson. Anschließend lösten sie analoge Aufgaben in Kleingruppen.

In den Bedingungen mit Aufgreifen typischer Schülerlösungen wurden in der Instruktion das Konzept und die Formel der Standardabweichung (bzw. des Mittleren absoluten Abstands zum Mittelwert) basierend auf typischen Schülerlösungen hergeleitet. Vor- und Nachteile verschiedener Schülerlösungen wurden diskutiert und relevante Aspekte identifiziert, die in der jeweiligen Schülerlösung problematisch sind. In den Bedingungen ohne Schülerlösungen fokussierte die Lehrperson bei der Einführung des Konzepts und der Formel auf das formal intendierte Vorgehen unter Zuhilfenahme einer Musterlösung.

Anschließend bearbeiteten alle Schülerinnen und Schüler einen Nachtest. Der Nachtest diente zur Erfassung des Lernerfolgs und beinhaltete Aufgaben zum konzeptuellen Verständniswissen und prozedurale Aufgaben.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse des Posttest wurden mit einer MANOVA mit den Faktoren Zeitpunkt der Instruktion und Art der Instruktion und den abhängigen Variablen prozedurales Wissen und konzeptuelles Verständniswissen ausge-

wertet. Für *prozedurales Wissen* wurde der Haupteffekt Zeitpunkt der Instruktion marginal signifikant ($F[1,236]= 2.81, p=.095, \eta_p^2= .01$). Schülerinnen und Schüler, die Übungsaufgaben rechneten nachdem sie das formal intendierte Vorgehen erlernten, schnitten hier besser ab. Weder der Haupteffekt Art der Instruktion ($F[1,236]= 0.16, p= .69$) noch die Interaktion ($F[1,236]= 1.93, p= .17$) wurde signifikant.

Für das *konzeptuelle Verständniswissen* zeigten die Ergebnisse ein anderes Muster: Der Haupteffekt Zeitpunkt der Instruktion wurde signifikant ($F[1,236]= 10.02, p= .002, \eta_p^2= .04$). Hier schnitten Schülerinnen und Schüler mit eigenständiger Bearbeitung vor der Instruktion besser ab als Schülerinnen und Schüler, die mit der Instruktion starteten. Zudem wurde der Haupteffekt Zeitpunkt der Instruktion signifikant ($F[1,236]= 29.35, p<.01, \eta_p^2= .11$). Das Aufgreifen der Schülerlösungen wirkte sich positiv auf den Verständniserwerb aus. Zudem zeigte der signifikante Interaktionseffekt ($F[1,236]= 5.90, p=.02, \eta_p^2=.02$), dass die Art der Instruktion einen höheren Effekt hat, wenn die Schülerinnen und Schüler zuvor eigenständig Aufgaben bearbeiteten. Dahingegen war die eigenständige Bearbeitung nicht lernförderlich, wenn in der nachfolgenden Instruktion keine Schülerlösungen aufgegriffen wurden. Die Mittelwerte und Standardabweichungen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

		Art der Instruktion	
		Standardinstruktion	Instruktion mit Aufgreifen von Schülerlösungen
Zeitpunkt der Instruktion	Aufgabenbearbeitung vor Instruktion	Proz: 3.24 (0.99) Konz: 1.29 (1.02) ($N = 51$)	Proz: 2.99 (1.27) Konz: 2.63 (1.53) ($N = 56$)
	Instruktion vor Aufgabenbearbeitung	Proz: 3.27 (1.02) Konz: 1.17 (1.23) ($N = 62$)	Proz: 3.41 (0.91) Konz: 1.68 (1.35) ($N = 71$)

4. Diskussion und Fazit

Die Ergebnisse deuten auf einen dualen Wirkmechanismus hin: Zum einen fördert die eigenständige Bearbeitung unbekannter Aufgaben den Verständniserwerb in der nachfolgenden Instruktion. Es ist anzunehmen, dass dies auf die Aktivierung von Vorwissen und Vorstellungen zurückzuführen ist (Schwartz & Martin, 2004). Zum anderen wirkt sich das Aufgreifen typ-

sicher Schülerfehler in der Instruktion positiv auf den Verständniserwerb aus. Dieser positive Effekt kann durch die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf diejenigen Aspekte, die sich zwischen den Schülerlösungen und der normativen Lösung unterscheiden, erklärt werden (vgl. Durkin & Rittle-Johnson, 2012; Große & Renkl, 2007). Hierdurch wird wiederum negatives Wissen gefördert (Oser et al., 1999). Die Ergebnisse der Studie zeigen zudem, dass sich die Wirkung beider Faktoren unterscheidet: Selbst wenn die Kombination beider Faktoren am effektivsten ist, ist das Aufgreifen von Schülerlösungen auch ohne vorangehende eigenständige Bearbeitung wirksam. Dahingegen ist das Aufgreifen von Schülerlösungen in der anschließenden Instruktion eine wichtige Bedingung für die Effektivität der selbstständigen Aufgabenbearbeitung, die andernfalls ihre Wirkung nicht entfalten kann.

Literatur

- Durkin, K. & Rittle-Johnson, B. (2012). The effectiveness of using incorrect examples to support learning about decimal magnitude. *Learning and Instruction*, 22(3), 206-214.
- Große, C. S. & Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction*, 17(6), 612-634.
- Kapur, M. (2010). A further study of productive failure in mathematical problem solving: Unpacking the design components. *Instructional Science*, 39(4), 561-579.
- Kapur, M. & Bielaczyc, K. (2012). Designing for Productive Failure. *The Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 45-83.
- Lengnink, K., Prediger, S. & Weber, C. (2011). Lernende abholen, wo sie stehen - Individuelle Vorstellungen aktivieren und nutzen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 53(40), 2-7.
- Oser, F., Hascher, T. & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des negativen Wissens. In W. Althof (Hrsg.), *Fehlerwelten* (S. 11-41). Opladen: Leske + Budrich.
- Schwartz, D. L. & Martin, T. (2004). Inventing to prepare for future learning: The hidden efficiency of encouraging original student production in statistics instruction. *Cognition and Instruction*, 22(2), 129-184.