

Robert NEUMANN, Timo LEUDERS, Freiburg; Susanne PREDIGER, Stephan HUßMANN, Dortmund; Bärbel BARZEL, Essen; Mike ALTIERI, Müllheim

Wirksamkeit des KOSIMA-Unterrichtskonzept im Feld – Längsschnittliche Evaluation in Klasse 5 und 6

Im Rahmen des Projekts KOSIMA (Kontexte für sinnstiftendes Mathematisieren, vgl. Hußmann et al. 2011, Näheres unter www.ko-si-ma.de) entstanden Lernumgebungen, die in Form des Schulbuches Mathewerkstatt für den Einsatz im Mathematikunterricht der Klassenstufen 5-10 in nichtgymnasialen Schulformen angeboten werden. Nach vielfältigen Lernprozessstudien (Schacht 2012, Schnell 2014, Richter 2014, Schindler 2014, Zwetzscher 2015, Glade 2016) und einzelnen spezifischen Wirkungsstudien (Philipp 2012, Ganter 2013, Ehret 2017) sollten in der Studie KOSIMA-Wirko die Lerneffekte in einem längsschnittlichen und globaleren Design überprüft werden. Mit dieser Studie folgen wir dem Modell von Burkhardt & Schoenfeld (2003) in Bezug auf die Abfolge von 1) Laborstudie, 2) kontrollierter Feldstudie und 3) Implementationsstudie in der regulären Praxis.

Ein Fokus des Unterrichtskonzepts von KOSIMA liegt auf der Förderung von inhaltlichen Vorstellungen und prozessbezogenen Kompetenzen (Hußmann et al. 2011). Lernzuwächse in diesen Dimensionen können mit bewährten Verfahren erfasst werden. Weitere Konzeptelemente, wie z.B. die sinnstiftende Funktion der Kontexte, sind weniger einer Messung zugänglich und wurden für die quantitative Evaluation ausgeschlossen. Folgende Fragestellungen standen daher im Fokus der Untersuchung: (1) Wie entwickeln sich die mathematischen Leistungen der KOSIMA-Klassen im Vergleich zu anderen Klassen? (2) Wie entwickeln sich prozessbezogene Kompetenzen im Vergleich der Klassen? Für die mathematischen Leistungen wurde auf das arithmetische Basiswissen (Fertigkeiten und Zahl- und Operationsverständnis) fokussiert, ein für die Jahrgänge 5 und 6 zentraler Bereich. Für die prozessbezogenen Kompetenzen wurde der Schwerpunkt auf „Problemlösen und Explorieren“ gelegt, da dies durchgehend durch Erkundungs- und produktive Übungsaufgaben und eine eigene Lerneinheit zu Beginn von Klasse 6 gefördert wird. Als moderierende Faktoren wurden insbesondere die Lesekompetenz und die metakognitiven Kompetenzen kontrolliert. Im Folgenden werden zentrale Teilergebnisse dargestellt.

Anlage und Durchführung der Studie

Die Studie wurde von 2012 bis 2014 an Schulen durchgeführt, die das KOSIMA-Konzept eingeführt haben (bzw. an Vergleichsschulen, die mit ih-

rem bewährten Konzept und Material weiterarbeiten). Beteiligt waren insgesamt 42 Klassen aller nicht-gymnasialen Schulformen aus NRW und Baden-Württemberg mit insgesamt 862 Schülerinnen und Schülern. Dabei wurden die folgenden Instrumente eingesetzt (über den Einfluss weiterer Kontrollvariablen wird an späterer Stelle berichtet):

- BASIS-MATH-G (Moser Opitz et al. 2016): Dieser Test überprüft anhand von 19 Aufgaben zentrale arithmetische Basiskompetenzen (v.a. Zahl- und Operationsverständnis) und liegt in drei Versionen vor.
- PLEX – Problemlösen und Explorieren (Philipp 2012): Dieser Test erfasst die problemlösenden Teilfähigkeiten Beispiele betrachten, Strukturen erkennen und Vermutungen prüfen.

Die Tests wurden klassenweise im Zeitraum von Oktober 2012 bis Juli 2014 durchgeführt, wie in Abb. 1 dargestellt.

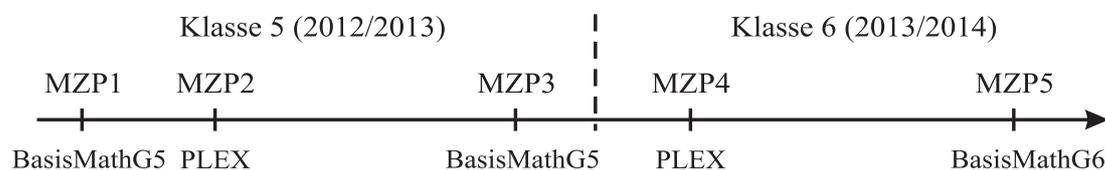


Abb. 1 Erhebungszeitpunkte der Studie

Exemplarische Ergebnisse

Lernzuwächse im arithmetischen Basiswissen: Die Klassen der Gesamtgruppe zeigen ein sehr heterogenes Bild, die Analysen erfolgen daher getrennt nach Schularten eines Bundeslandes als möglichst homogene Teilsample. Die größte schulhomogene Untergruppe bildeten insgesamt 312 Lernende der Gesamtschulen in NRW, die an allen 3 Messzeitpunkten (MZP) getestet wurden. Da der Test nicht zu allen Messzeitpunkten identisch war (Brüche und Dezimalzahlen in BasisMathG6), wurde mittels Ankeritems eine übergreifende Rasch-Skala entwickelt. In Abb. 2 ist die deskriptive Statistik der Testergebnisse (Personenfähigkeitswerte) dargestellt.

	KOSIMA-Klassen (n=144 SuS) m (SD)	Nicht-KOSIMA-Klassen (n=168 SuS) m (SD)
MZP 1 (Anfang Kl. 5)	0.17 (1.46)	0.43 (1.44)
MZP 3 (Ende Kl. 5)	0.63 (1.39)	0.91 (1.33)
MZP 5 (Ende Kl. 6)	1.29 (1.52)	1.33 (1.42)

Abb. 2 Deskriptive Statistik des Tests BasisMathG an den Messzeitpunkten 1, 3 und 5.

Die Lernzuwächse vom MZP 1 zum MZP 3 unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht signifikant. Zwischen dem MZP 3 und MZP 5 erscheint der relative Zuwachs der KOSIMA-Klassen geringfügig größer als der der Vergleichsgruppe (wenn auch mit $p = 0,15$ und $F = 1,89$ nicht signifikant). Die Ergebnisse in den anderen Schulformen zeigen ein analoges Bild.

Bei der Rasch-Skalierung musste eine Reihe von Items der Klasse 6 zur Erreichung von Eindimensionalität ausgeschlossen werden (vor allem zur Bruchrechnung und Dezimalzahlen). Bezieht man diese Items wieder ein, so wird allerdings der Lernzuwachs der KOSIMA-Klassen von MZP 3 zu MZP 5 statistisch signifikant größer ($p = 0,005$, $F = 5,34$, $\eta^2 = 0,03$). Es ist also anzunehmen, dass diese Klassen in einer weiteren Leistungsdimension einen stärkeren Zugewinn haben, möglicherweise aufgrund einer starken Vorstellungsorientierung. Diese Vermutung soll durch weitere Itemanalysen untersucht werden.

Lernzuwächse beim Problemlösen und Explorieren: Die Ergebnisse des PLEX-Tests zeigen ein sehr uneinheitliches Bild zwischen den Klassen. Es gab sowohl KOSIMA-Klassen als auch Nicht-KOSIMA-Klassen mit sehr hohen als auch sehr geringen Zuwächsen. Gerade im Bereich Problemlösen zeigen sich erhebliche Schwankungen in der konzeptgetreuen Umsetzung, diese ist in der Implementationsstudie allerdings weitaus schwieriger zu kontrollieren als in der kontrollierten Feldstudie, in der deutliche Vorteile des KOSIMA-Konzeptes zu erkennen waren (Philipp 2012). Abb. 3 zeigt den Vergleich von KOSIMA-Klassen baden-württembergischer Werkrealschulen, bei denen eine konzepttreue Umsetzung aufgrund langjähriger Kooperation festgestellt wurde. Eine Prüfung durch eine multivariate Varianzanalyse ergab für diese Teilstichprobe einen signifikanten Interaktionseffekt Zeit*Gruppe von $p = 0,012$ ($F=6,65$). Die Effektstärke betrug $\eta^2 = 0,1$.

	KOSIMA-Klassen (n=36 SuS) m (SD)	Nicht-KOSIMA-Klassen (n=25 SuS) m (SD)
MZP 2 (Anfang Kl. 5)	17,33 (5,82)	15,28 (3,50)
MZP 4 (Anfang Kl. 6)	22,06 (6,56)	16,16 (5,70)

Abb. 3 Deskriptive Statistik des Tests Problemlösen und Experimentieren an Messzeitpunkten 2 und 4

Diskussion

Im Gegensatz zu kontrollierten Interventionsstudien lassen sich in Implementationsstudien (wie dieser) viele Variablen nicht kontrollieren. So konnte die Zuteilung zu den Gruppen nicht randomisiert erfolgen, weil die Studie auf die aktive Meldung von Lehrpersonen angewiesen war. Auch sind Lehrerfahrung und ‚Lehrertypen‘ hinsichtlich der Passung des Konzeptes sehr unterschiedlich. Für viele Lehrkräfte bedeutete die Teilnahme an der Studie eine weitgehende Umstrukturierung ihres bisherigen Unterrichts. Insofern kann das Ergebnis, dass die mit dem KOSIMA-Konzept unterrichteten Lernenden im arithmetischen Basiswissen in Klasse 5 nicht schlechter und in Klasse 6 tendenziell etwas besser abgeschnitten haben, als ausgesprochen positiv gewertet werden. Denn trotz der großen Variati-

onsbreite in der konkreten Umsetzung des KOSIMA-Konzepts scheint sich die Förderung inhaltlicher Vorstellungen auch in den ersten Umsetzungsjahren zu bewähren.

Dagegen hängt das Problemlösen und Explorieren im größeren Ausmaß als die Vermittlung von Basiswissen von der Unterrichtskultur ab. Dies zeigt sich an den starken Schwankungen in den Lernzuwächsen zum Problemlösen.

Literatur

- Burkhardt, H., & Schoenfeld, A. H. (2003). Improving educational research: Toward a more useful, more influential, and better-funded enterprise. *Educational Researcher*, 32, 3-14.
- Ehret, C. (2017, im Druck), *Mathematisches Schreiben, Konstruktion eines didaktischen Modells zu einer fachbezogenen Prozesskompetenz*. Wiesbaden: Springer.
- Ganter, S. (2013). *Experimentieren - ein Weg zum Funktionalen Denken: Empirische Untersuchung zur Wirkung von Schülerexperimenten*. Hamburg: Kovac.
- Glade, M. (2016). *Individuelle Prozesse der fortschreitenden Schematisierung: Empirische Rekonstruktionen zum Anteil vom Anteil*. Wiesbaden: Springer.
- Hußmann, S., Leuders, T., Barzel, B., & Prediger, S. (2011). KOSIMA – ein fachdidaktisches Forschungs- und Entwicklungsprojekt. In R. Haug & L. Holzäpfel (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 419-422). Münster: wtm.
- Moser Opitz, E., Freeseemann, O., Grob, U. & Prediger, S. (2016). *BASIS-MATH-G 4+5. Gruppentest zur Basisdiagnostik Mathematik*. Bern: Hogrefe.
- Philipp, K. (2012). *Experimentelles Denken: theoretische und empirische Konkretisierung einer mathematischen Kompetenz*. Wiesbaden: Springer.
- Prediger, S., Barzel, B., Leuders, T., & Hußmann, S. (2011). Systematisieren und Sichern. *Nachhaltiges Lernen durch aktives Ordnen*. *Mathematik lehren*, 164, 2-9.
- Richter, V. (2014). *Routen zum Begriff der linearen Funktion - Entwicklung und Beforschung eines kontextgestützten und darstellungsreichen Unterrichtsdesigns*. Wiesbaden: Springer.
- Schacht, F. (2012). *Mathematische Begriffsbildung zwischen Implizitem und Explizitem. Individuelle Begriffsbildungsprozesse zum Muster- und Variablenbegriff*. Wiesbaden: Vieweg-Teubner.
- Schindler, M. (2014). *Auf dem Weg zum Begriff der negativen Zahl. Empirische Studie zur Ordnungsrelation für ganze Zahlen aus inferentieller Perspektive*. Berlin: Springer.
- Schnell, S. (2014). *Muster und Variabilität erkunden. Konstruktionsprozesse kontextspezifischer Vorstellungen zum Phänomen Zufall*. Wiesbaden: Springer.
- Zwetzschler, L. (2015). *Gleichwertigkeit von Termen - Entwicklung und Beforschung eines diagnosegeleiteten Lehr-Lernarrangements im Mathematikunterricht der 8. Klasse*. Wiesbaden: Springer.