

Stephanie KEPP, Dortmund & Stephan HUSSMANN, Dortmund

Gezieltes Systematisieren und Sichern von Wissen als Grundlage für die erfolgreiche Reaktivierung

Forschungsinteresse

Wissensaufbau in der Mathematik ist ein kumulativer Prozess. Dies ist insbesondere dem strukturellen Aufbau mathematischer Theorien geschuldet. Daher muss erworbenes Wissen - auch zu einem späteren Zeitpunkt - in neuen Situationen aktiviert und weiterentwickelt werden. Mathematisches Vorwissen abzurufen ist aber nicht immer uneingeschränkt möglich (Winter, 1996). Das bedeutet nicht zwangsläufig, dass ein Lerninhalt nicht ausreichend konsolidiert und wieder vergessen wurde, vielfach fehlt nur ein geeigneter Hinweisreiz, um das Wissen wieder verfügbar zu machen (Urhahne et al., 2019). Zusätzlich zur Frage, wie Wissen nachhaltig erworben und gesichert werden kann, ist es also von Bedeutung, wie Wissen in neuen Situationen zielgerichtet hervorgeholt und aktiviert werden kann. Von besonderem Interesse ist dabei, wie so genannte Prozesse des „*Einpackens*“ und „*Auspackens*“ von Wissen in Beziehung zueinanderstehen. Zusätzlich relevant ist zudem die Frage, wie verschiedene Wissensarten diese Prozesse beeinflussen.

Insbesondere beim Übergang von Primar- zur Sekundarstufe I sind diese Prozesse von großem Interesse. Nach erfolgtem Wechsel wird von den Lernenden erwartet, zuvor erworbenes Wissen unter neuen Rahmenbedingungen abzurufen, abzugleichen und auf neue Themen zu transferieren. Ein interessanter Forschungsgegenstand ist hierbei die Schriftliche Subtraktion. Zum einen existieren zu selbiger eine Vielzahl von Forschungsbefunden, die unter dieser Forschungsperspektive gut genutzt und neu interpretiert werden können. Dabei bleibt die Stellenwertüberschreitung als konzeptuelle Hürde für die Lernenden eine zur Betrachtung lohnenswerte Stelle. Zum anderen liegen konzeptuelle und prozedurale Wissensarten nah beieinander, so dass sich eine differenzierte Betrachtung beider Arten von Wissen vornehmen lässt.

Im vorliegenden Beitrag wird ein laufendes Dissertationsprojekt vorgestellt, das dieses Forschungsinteresse aufgreift. In diesem Projekt werden Materialien zum *Kernprozess des Ordnen*s (Prediger et al., 2011) am Beispiel der Schriftlichen Subtraktion entwickelt und beforscht. Das Format des *Wissensspeichers* steht dabei im Fokus, da sich dieser an der Nahtstelle zwischen dem Systematisieren und Sichern und dem Reaktivieren von Vorwissen befindet. Detaillierte Einsichten in diese Prozesse zu bekommen, bedeutet ei-

nerseits gelingende Prozesse des „*Ein- und Auspackens*“ tragfähiger Schemata zu rekonstruieren. Andererseits können Schlüsse gezogen werden, welche Rolle Beispiele und inhaltliche Darstellungen beim Wissensaufbau einnehmen.

Theoretischer Rahmen

Die Studie erfolgt exemplarisch am Algorithmus der Schriftlichen Subtraktion. Zur Ausführung dessen stehen fünf verschiedene Verfahren dessen zur Verfügung, die sich durch die Auswahl der Grundvorstellung der Subtraktion sowie die verwendete Technik zur Stellenwertüberschreitung, dem Entbündeln, Erweitern oder Auffüllen, unterscheiden.

Der Kernprozess des Ordnen, im Sinne eines Systematisierens und Sicherns von mathematischen Lerninhalten, lässt sich zwischen denen des Erkundens und des Vertiefens verorten (Barzel et al., 2011). Ziel dieser Phase ist es die Ideen und Erfahrungen der Lernenden aus der Erkundenphase in „zusammenhängendes und konsolidiertes Wissen und Können zu überführen“ (Prediger et al., 2011, S. 1) und dieses im Anschluss nachhaltig zu sichern, so dass es langfristig verfügbar bleibt. Zur Konkretisierung des Ordnen sowie zur Betrachtung der Prozesse des „Einpackens“ und „Auspackens“ von Wissen, ist eine Ausdifferenzierung des Wissensbegriffs bedeutsam. Unter Zuhilfenahme einer Wissensmatrix (Prediger et al., 2011) wird eine Klassifizierung einzelner Wissens Elemente vorgenommen: Demnach ist mathematisches Wissen zunächst charakterisiert durch eine Unterscheidung nach der Art des Wissens, konzeptuelles Wissen einerseits und prozedurales Wissen andererseits. Die schriftliche Subtraktion als Verfahren lässt sich im Bereich des prozeduralen Wissens verorten, *Entbündeln* als Aspekt des Algorithmus‘ hingegen als konzeptuelles Wissen. Hat man die Art des Wissens identifiziert, lässt sich dieses weiter in verschiedene Wissensfacetten ausdifferenzieren (z.B. „explizite Formulierung“ oder „Bedeutung und Vernetzung“). Möchte man zum Beispiel inhaltliche Vorstellungen und Darstellungen zum Verfahren der schriftlichen Subtraktion „einpacken“, spielt die Wissensfacette „Bedeutung und Vernetzung“ (z.B. die Vorstellung des Entbündelns) eine große Rolle (Prediger et al., 2011). Wichtig im Prozess des Systematisierens und Sicherns ist die kognitive Verarbeitung des Lerninhalts. Hierzu nutzt man die sogenannten *Aneignungshandlungen*, bewusste Handlungen, die gezielt dazu dienen, dass sich die Lernenden das neue Wissen aneignen“ (Prediger et al., 2011, S. 7). Innerhalb dieser werden z.B. Darstellungswechsel initiiert sowie explizite Reflektionen des Lerngegenstands eingefordert. Zentral für die Aneignungshandlungen ist auch die Sicherung des Wis-

sens, z.B. in einem Wissensspeicher. Durch die Repräsentation eines Beispiels und einer Darstellung im Wissensspeicher sollen die zentralen Aspekte des Gelernten verdichtet und reaktivierbar gemacht werden.

Für die Arbeit wird folgende allgemeine Forschungsfrage bearbeitet: Inwiefern hängen Prozesse des Systematisierens und Sicherns mit den Prozessen der (Re-)Aktivierung von Wissen in neuen Situationen zusammen, untersucht am Beispiel der schriftlichen Subtraktion? Welche Rolle spielen dabei Beispiele und konzeptuell gehaltvolle Darstellungen?

Das Untersuchungsdesign

Das Projekt lässt sich der fachdidaktischen Entwicklungsforschung zuordnen (Hußmann et al., 2013). Es wurde ein mehrteiliges Lehr-/Lern-Arrangement zum Systematisieren und Sichern sowie zum Reaktivieren von Vorwissen mit Hilfe des Wissensspeichers am Beispiel der Schriftlichen Subtraktion entwickelt. Im Verlauf des Dissertationsprojekts hat eine Eingrenzung auf die Übertragstechnik des *Entbündelns* stattgefunden. Das Designexperiment wurde in vier Serien von jeweils vier Sitzungen à 45-65 Minuten mit jeweils ein bis zwei Kindern am Ende der dritten Klasse durchgeführt. Alle Lernprozesse wurden videographiert und in Ausschnitten transkribiert. Die Äußerungen der Lernenden befinden sich zum jetzigen Zeitpunkt in der Analyse. Basis für den in diesem Beitrag dargestellten Zugriff sind Interviews von Tom, der die dritte Klasse besucht. Zunächst werden die Lernprozesse beim Bearbeiten der Ordnen-Aufgabe und Ausgestalten des Wissensspeichers in den Blick genommen. Im Anschluss liegt der Fokus auf dem Prozess des (Re-)Aktivierens des Wissens. In allen betrachteten Fällen stellt sich die Stellenwertüberschreitung bei der schriftlichen Subtraktion, hier unter Verwendung des *Entbündelns*, dabei als konzeptuelle Hürde heraus.

Erste Ergebnisse der Analysen

Tom berechnet im Interview zunächst im Rahmen der betrachteten Ordnen-aufgabe das Beispiel zur schriftlichen Subtraktion. Hieran erklärt er auch das Vorgehen auf prozeduraler Ebene gemäß der Wissensfacette „Explizite Formulierung“. Außerdem vollzieht Tom einen Darstellungswechsel vom Symbolischen hin zur Öhl'schen Schreibweise. Er erklärt den Zusammenhang zwischen den beiden Darstellungen, indem er bestimmte Aspekte in beiden identifiziert und einander zuordnet, so auch das *Entbündeln*. Seine Erkenntnisse überträgt er anschließend in den Wissensspeicher. Die Vernetzung der Darstellungen am Rechenbeispiel lässt vermuten, dass Tom die schriftliche Subtraktion nicht nur prozedural durchführen kann, sondern auch ein tragfä-

higes konzeptuelles Verständnis aufgebaut hat. In dem anschließenden Interview zeigt sich jedoch, dass Tom das „Auspacken“ und eine Übertragung des Konzepts des *Entbündelns* auf eine neue Situation noch nicht gelingen.

Fazit und Ausblick

Sowohl die Analyse von Toms Prozessen als auch die anderer Lernender lässt die Vermutung aufkommen, dass der Prozess des Systematisieren und Sicherns zwar ein inhaltliches Verständnis des *Entbündelns* an der Zehnerstelle ermöglicht, dies allerdings kein Garant dafür ist, dass Lernende dies nach Reaktivierung dieses Wissens auf eine neue Situation transferieren können.

Ursächlich dafür ist vermutlich, dass die während eines Lernprozesses verwendeten Darstellungen oder Beispiele anders strukturiert sind, als es für das Auspacken notwendig wäre. Konkret lässt sich annehmen, dass die Öhl'sche Schreibweise im Lernprozess hilfreich, für den Transfer jedoch hinderlich ist. Ideen, wie dieser Schwierigkeit im konkreten Fall begegnet und das Untersuchungsdesign im Weiteren ausgestaltet werden kann, werden im Vortrag diskutiert. Hinsichtlich der Frage wie ein erfolgreicher Prozess des „Einpackens“ allgemein aussehen kann, der ein „Auspacken“, und unter anderem einen Transfer des zuvor erworbenen Wissens, ermöglicht, kann noch keine Aussage getroffen werden. Für eine Beantwortung dieser stehen weitere Operationalisierungen der Prozesse des „Einpackens“ und „Auspackens“ aus. Unter dieser Voraussetzung kann dann für weitere Analysen auch die Rolle des Beispiels innerhalb dieser Prozesse konkretisiert werden.

Literatur

- Barzel, B., Prediger, S., Leuders, T. & Hußmann S. (2011). Kontexte und Kernprozesse in der Mathewerkstatt. In R. Haug & L. Holzäpfle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (S. 71–74). WTM Verlag.
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger S. & Ralle, B. (2013). Gegenstandorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen. Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: Zur Begründung und Umsetzung genuin fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (S. 25–42). Waxmann.
- Prediger, S., Barzel, B., Leuders, T. & Hußmann, S. (2011). Systematisieren und Sichern – Nachhaltiges Lernen durch aktives Ordnen. *Mathematik Lehren*, 164, 2–9.
- Urhahne, D., Dresel, M. & Fischer, F. (2019). *Psychologie für den Lehrberuf*. Springer Verlag GmbH.
- Winter, H. (1996); Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *DMV Mitteilungen*, 2(96), 35–41.