ADEMMER, Claudia; ROSS, Natalie & PREDIGER, Susanne
Dortmund, Hamburg, Dortmund/Berlin

Was genau ist das nächste Lernziel? Lernpfade explizieren als Fortbildungsgegenstand für inklusiven Mathematikunterricht

Einleitung

Alle Lernenden gemäß ihren Lernständen und Lernendenprofilen optimal zu fördern, ist ein zentraler Anspruch inklusiven Unterrichtens, für den bislang allerdings die relevanten unterrichtlichen Praktiken noch zu wenig ausdifferenziert sind (Lambert & Tan, 2020). Zwei zentrale inklusive Praktiken sind das Setzen und Fördern differenzierter Lernziele entlang eines Lernpfades (Siemon, 2019). Während es empirische Untersuchungen in Bezug auf Lernpfade auf der Unterrichtsebene gibt (z.B. Siemon, 2019; Confrey et al., 2014; Clements & Sarama, 2009), ist bislang wenig spezifiziert, was Lehrkräfte im Umgang mit Lernpfaden lernen sollten und wie sie es lernen können. Dieser Kurzbeitrag aus einem Design-Research-Projekt auf Fortbildungsebene arbeitet beispielhaft heraus, wie Lehrkräfte angeleitet werden können, einen konkreten Lernpfad zum verstehensfundierten Aufbau der Volumenformel als wirksames Denkmodell für inklusive Praktiken zu nutzen.

Theoretische Rahmung

Lernpfade werden durch drei Komponenten charakterisiert: Lernziele, entwicklungslogische Verläufe und Unterrichtsaktivitäten (u.a. Confrey et al., 2014). Es handelt sich um didaktische Strukturierungen, die Verstehensprozesse von Lernenden hin zum anvisierten fachlichen Ziel anleiten sollen. Dazu wird ein intendierter Lernpfad in mehreren Lernstufen sequenziert, die signifikante Ebenen des Verstehens darstellen und entwicklungslogisch aufeinander aufbauen. Die *inklusive Praktik des Setzens differenzierter Lernziele* betrachtet jede Lernstufe zugleich als möglichen Lernausgangspunkt als auch als mögliches Teillernziel für unterschiedliche Lernende. Die *inklusive Praktik des Förderns von differenzierten Lernzielen* zielt auf das Initiieren von *Lernschritten* zwischen zwei Lernstufen. Hierfür sind mentale Konstruktionsprozesse notwendig, die durch Aktivitäten des Auffaltens und Verdichtens mittels Darstellungsvernetzung charakterisiert sind. Für die Unterrichtseinheit „Auf dem Weg zur Volumenformel“ (Prediger & Ademmer, 2019) wird als unterste Lernstufe das Volumen als Rauminhalt durch Ausmessen mit Einheitswürfeln gesetzt, bei der die Würfel ggf. einzeln gezählt werden. Auf Lernstufe 2 wird der Rauminhalt über strukturiertes Zählen von Bündeln erfasst. Das Erkennen dieser Bündelungszählweise als multiplikative Operation stellt Lernstufe 3 dar. Die Verallgemeinerung auf alle Quader

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.
57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0

und die Formalisierung der relevanten Strukturen (Rauminhalt = Grundschicht mal Höhe) markiert Lernstufe 4 in diesem intendierten Lernpfad (Battista, 2007). Durch die aufeinander bezogene Abfolge sollen das zugrunde gelegte Konzeptverstehen und das anvisierte Verständnis der Formel miteinander verbunden werden. Alle Stufen sind entlang des didaktischen Kerns "geschicktes Zählen" angeordnet und sind hierüber miteinander verknüpfbar. Wie Lehrkräfte sich diesen Lernpfad so aneignen können, dass er die Förderpraktiken fundieren kann, soll im Weiteren untersucht werden.

Methodischer Rahmen

Im Rahmen des Projekts *Mathe sicher können inklusiv* wurden gemäß des Design-Research-Ansatzes Fortbildungen in sechs Zyklen mit insgesamt 111 Lehrkräften entwickelt, erprobt, untersucht und weiterentwickelt. Sowohl die Fortbildungssitzungen als auch einzelne unterrichtliche Umsetzungen wurden videographiert und qualitativ ausgewertet. In diesem Kurzbeitrag werden exemplarisch die Arbeitsprodukte einer Gruppenarbeitsphase der Fortbildung analysiert, in der Sek I/II-Lehrkräfte nach Einführung des intendierten Lernpfads für die Volumenformel aufgefordert waren, die vier vorgegebenen Lernstufen in der entwicklungslogischen Abfolge möglichst konkret darzustellen.

Analyse

Abbildung 1 zeigt exemplarisch zwei Bilderfolgen zu den vier Lernstufen entlang des Lernpfads (und ihre Codierung durch die Forschenden), die zwei Lehrkräfte-Gruppen (mit unterschiedlich viel Unterstützung) erzeugt haben.

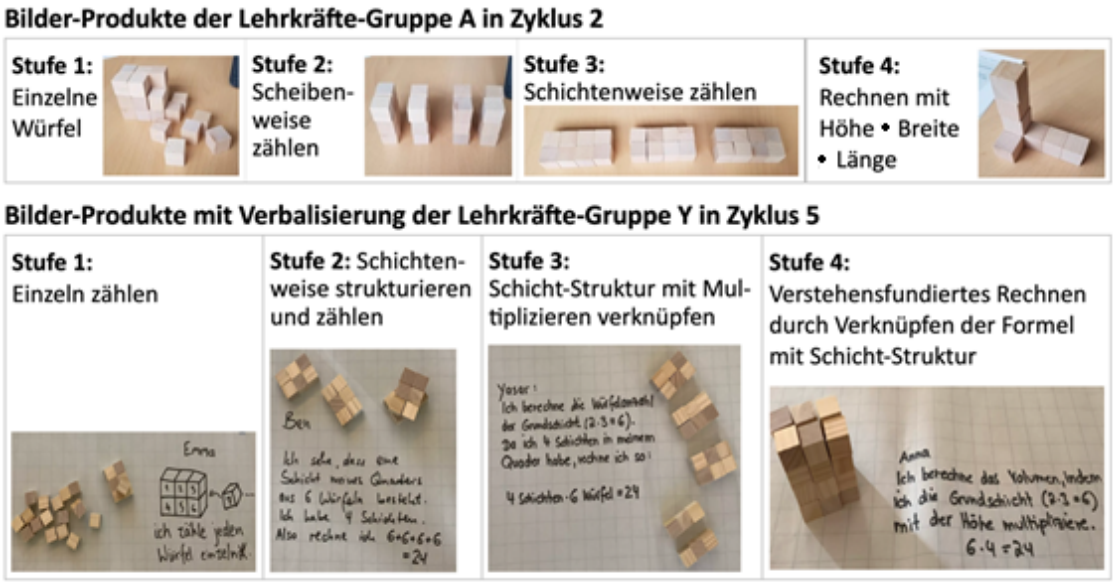

Abb. 1: Vergleich der Rekonstruktion von Lernstufen durch Lehrkräfte

Lehrkräfte-Gruppe A in Zyklus 2 veranschaulichte die Lernstufen ausschließlich auf der enaktiven Ebene über Würfelbauten. In Bild 1 erkennt man das unstrukturierte Zählen von Würfeln, das die Lernstufe 1 angemessen darstellt. Sowohl Bild 2 als auch Bild 3 verdeutlichen die Lernstufe 2, indem strukturiert in Scheiben bzw. Schichten gezählt wird. Bild 3 wird dabei fehlerhaft der Lernstufe 3 zugeordnet. Lernstufe 4 wird verkürzt über die Andeutung von drei Dimensionen abgebildet. Der Bruch zwischen Bild 2/3 und Bild 4 dieser Bildfolge illustriert in typischer Weise, wie in den Vorstellungen dieser Lehrkräfte eine Lernstufe nicht aus der vorangestellten Stufe entwickelt und damit das Merkmal der entwicklungslogischen Abfolge missachtet wird. Insgesamt sind die Vorstellungen ausschließlich enaktiv und damit weder hinreichend explizit artikuliert, noch fundiert repräsentiert. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die von den beteiligten Lehrkräften aufgebauten Vorstellungen zu den Lernstufen nur partiell tragfähig sind.

Lehrkräfte-Gruppe Y in Zyklus 5 nutzte zur Veranschaulichung des jeweiligen Verständnisses der Lernstufen sowohl enaktive als auch verbale und symbolische Darstellungen. In der Abfolge der Bilder wird eine durchgängige strukturelle Perspektive sichtbar und die Stufungen werden von Bild zu Bild entwicklungslogisch weitergeführt. Die Sprache wird zum einen genutzt, um die bedeutungstragenden Merkmale einer Lernstufe zu explizieren, zum anderen, um die Darstellungen auf der Lernstufe zu vernetzen. Insgesamt deutet diese Bilderfolge auf ein tragfähiges Durchdringen der Bedeutung der vier Lernstufen hin.

Die beiden Bilderfolgen können als typische Produkte aus den jeweiligen Zyklen betrachtet werden. Die Aktivität "Verstehensbilder rekonstruieren" wurde nach Zyklus 1 eingeführt, weil die verbalisierten Vorstellungen der Lehrkräfte zu den Lernstufen unterschiedlich zu sein schienen. Diese Annahme wurde durch die Aktivität ab Zyklus 2 bestätigt. Nach Zyklus 2 wurde die Aufgabenstellung mit Blick auf die Darstellungsvernetzung und den Lernschritten zwischen den Lernstufen so ausgeschärft, sodass in Zyklus 5 fast alle Gruppen zu tragfähigen Ergebnissen kamen.

Fazit und Ausblick

Es ist anzunehmen, dass es Lehrkräften schwerfallen wird, Lernstufen im Unterricht als differenzierte Lernziele zu setzen und zu fördern, wenn sie hierzu selbst keine adäquaten Vorstellungsbilder aufgebaut haben.

Dem Aufbau von tragfähigen mentalen Vorstellungen der einzelnen Lernstufen und ihrer Beziehungen zueinander ist deswegen in Fortbildungen zum inklusiven Unterrichten unbedingt ausreichend Raum zu geben. Hierbei kommt der Vernetzung von Darstellungen mittels bedeutungsbezogener

Sprachmittel eine doppelte Funktion zu, indem der Unterrichtsgegenstand auch zu einem Aktivitäts-Format in der Fortbildung wird. Dass der Aufbau tragfähiger Vorstellungen zum Lernpfad bei Lehrkräften durch geeignete Unterstützung gelingen kann, zeigen die positiven Entwicklungen über die verschiedenen Zyklen des Design-Research-Projektes.

Dank. Das Design-Research-Projekt Mathe sicher können inklusiv ist am Deutschen Zentrum für Lehrkräftebildung (Standort Dortmund) angesiedelt, gefördert durch das Ministerium für Schule und Bildung NRW.

Literaturverzeichnis

Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester (Hrsg.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (S. 843–908). Information Age.

Clements, D.H. & Sarama, J. (2009). Learning trajectories in early mathematics - sequences of acquisition and teaching. *Encyclopedia of language and literacy development* 7, (S. 1-6).

Confrey, J., Maloney, A.P. & Nguyen, K.H. (2014). Learning trajectories in mathematics. In A.P. Maloney, J. Confrey, & K.H. Nguyen (Hrsg.), *Learning over time: Learning trajectories in mathematics education* (Introduction). Information Age Publishing, Inc.

Lambert, R. & Tan, P. (2020). Does disability matter in mathematics educational research? A critical compari-son of research on students with and without disabilities. *Mathematics Education Research Journal, 32*(1), (S. 5–35). https://doi.org/10.1007/s13394-019-00299-6

Prediger, S. & Ademmer, C. (2019). Gemeinsam zum Volumen von Quadern: Eine inklusive und sprachsensible Unterrichtsreihe. *Mathematik lehren, 214*, (S. 13–18).

Siemon, D. (2019). Knowing and building on what students know: The case of multiplicative thinking. In D. Siemon, T. Barkatsas, & R. Seah (Hrsg.), *Researching and Using Progressions (Trajectories) in Mathematics Education* (S. 6–31). Brill.