

KOMM, Ellen & HUHMAN, Tobias
Pädagogische Hochschule Weingarten

Heterogenität begegnen - Lernumgebungen gestalten: Mathematische Entdeckungsmöglichkeiten und - wirklichkeiten im Grundschulunterricht

Das angemessene Umgehen mit Heterogenität ist eine wesentliche Herausforderung im Mathematikunterricht der Grundschule. Darauf bezogene fachdidaktische Perspektiven zum Lehren und Lernen von Mathematik sowie zum Selbstverständnis des Faches sind Grundlagen sowohl für theoretische als auch handlungsorientierte Ansätze. Davon ausgehend intendieren wir die Schaffung von heterogenitätssensiblen Entdeckungsmöglichkeiten zum Mathematiklernen in substanziellen Lernumgebungen, und analysieren die darauf bezogene Entstehung und Entfaltung von Entdeckungswirklichkeiten im Sinne individueller Lernwege.

Heterogenitätsbegriff

Aspekte von Heterogenität manifestieren sich im Mathematikunterricht an verschiedenen Vorgehensweisen, Denkwegen und Lösungen von Schüler*innen. Mit Bezug zu unterschiedlichen Leistungsniveaus wird die „vertikale Heterogenität“ bezeichnet. Unterschiede unabhängig des Leistungsniveaus werden begrifflich als „horizontale Heterogenität“ erfasst (Spiegel & Walter, 2005, S. 220).

Mathematikdidaktische Perspektiven zum Umgang mit Heterogenität

Zum Umgang mit vertikaler und horizontaler Heterogenität werden drei fachdidaktische Perspektiven zu Prozessen des Lernens und Lehrens von Mathematik sowie zur prozessorientierten Sicht auf das Wesen der Mathematik beleuchtet. Die (i) *Perspektive des Lernens* umfasst selbiges als konstruktivistisch und strukturgenetisch verankerten Prozess des Entdeckens (Winter, 2016) und Nacherfindens (Freudenthal, 1973, S. 116). Das heißt, dass Lernen „nicht schon durch Information von außen geschieht, sondern durch eigenes aktives Handeln unter Rekurs auf die schon vorhandene kognitive Struktur“ (Nebler nach Winter, 2016, S. 3) und damit *vom Kinde* aus grundgelegt ist. Einem solchen entdeckenden Lernverständnis trägt die (ii) *Perspektive des Lehrens* als ein Lehren mit substanziellen Lernumgebungen (Wollring, 2008) Rechnung. Die dabei beinhalteten Artikulationsformen Handeln, Sprechen und Schreiben ermöglichen den Lernenden eigenes aktives Tätig-Sein und sowohl flüchtiges als auch nicht-flüchtiges Darstellen von Arbeitsprozessen und -produkten: Im sogenannten „Raum zum Gestalten“, dem „Spiel-Raum“, sind Lernende handelnd mit materiellen Repräsentationen tätig. Der sogenannte „Raum zum Behalten“, der „Dokumenten-

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>

Raum“ (nach Wollring 2008 „die Dokumente“) ist, im Gegensatz zum „Spiel-Raum“, nicht-flüchtig und umfasst alle Dokumentationen, die für weiteres Arbeiten festgehalten werden und sollte zusätzlich Möglichkeiten zur Aufarbeitung bieten (ebd.). Beide Perspektiven werden jeweils grundriert durch eine prozessorientierte (iii) *Perspektive auf das Verständnis des Wesens der Mathematik*, welches diese als strukturgebende und -erkennende Tätigkeit auffasst (vgl. auch Freudenthal, 1973). In wie fern leisten diese drei Perspektiven nun einen Beitrag zum Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht (Huhmann & Komm, 2022, S. 78f)? Die Perspektive des Lernens durch Entdecken und Nacherfinden (i) setzt am individuellen Vorwissen der Lernenden an, um davon ausgehend bestehende Strukturen weiterzuentwickeln. Die Perspektive des Lehrens mit substanziellen Lernumgebungen (ii) ermöglicht durch die artikulationsreiche Gestaltung von Lernumgebungen Tätigkeiten mit geringer Eingangs- und hoher Ausgangsschwelle: Von Handlungen mit materiellen Repräsentanten im Spiel-Raum bis hin zu symbolischen Auseinandersetzungen im Dokumenten-Raum. Dadurch kann Artikulationsunterstützung als sachgemäße, an dem Individuum orientierte Entwicklungshilfe bezeichnet werden (Wollring, 2008, S. 17). Die Perspektive von Mathematik als Tätigkeit (iii) ermöglicht Teilhabe für möglichst alle Schüler*innen, insbesondere auch bezüglich vertikaler Heterogenität: Partizipation am fachlichen Diskurs ist über individuelle *Prozesse* auch dann möglich, wenn diese nicht mit *Produkten* in Form von standardisierten, konventionellen oder fehlerfreien Ergebnissen einhergehen.

Forschungsprojekt

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Heterogenität gestalten, starke Grundschulen entwickeln“ (gefördert vom MWK Baden-Württemberg) befasst sich unser mathematikdidaktisches Teilprojekt mit heterogenitätssensibler Unterrichtsgestaltung. Dies mit dem Fokus, möglichst für alle Lernenden Entdecken nachhaltig zu gestalten durch Initiieren, Begleiten und Unterstützen. In einem design-based-research Setting wird die Frage, wie Kinder Mathematik in substanziellen Lernumgebungen mit Hilfe ihrer Dokumentationen entdecken können, beforscht. Auf der *Ebene des Gestaltens von Lernumgebungen* wird der Frage nach der Schaffung von *Entdeckungsmöglichkeiten* durch eine artikulationsverbindende Gestaltung nachgegangen, indem die Verbindung von Spiel- und Dokumenten-Räumen einer Lernumgebung anhand von Unterrichtsplanungen, -beobachtungen und -reflexionen inhaltsanalytisch (Kuckartz, 2018) analysiert wird. Resultierend daraus findet ein Redesign ausgewählter Lernumgebungen statt. Darauf basierend werden auf der *Ebene des Verstehens von Lernprozessen* individuelle *Entdeckungswirklichkeiten* innerhalb der (re)designnten Lernumgebungen erforscht. Hierzu

wurden Lernsituation mit zwei oder drei Lernenden videographiert und inhaltsanalytisch ausgewertet (Kuckartz, 2018).

Ergebnisse

Auf der Gestaltungsebene wurden deduktiv Kategorien zu ermöglichten Aktivitäten im Spiel- und Dokumentenraum sowie zur Verbindung von Spiel- und Dokumentenräumen gebildet und induktiv ausdifferenziert. Zentrale Aktivitäten, die im *Spiel-Raum* ermöglicht werden, umfassen das Wahrnehmen von sowie das Handeln mit materiellen Repräsentanten, entweder in Form gegenständlicher Objekte wie zum Beispiel Plättchen oder in Form erstellter, flexibler Dokumentationseinheiten, wie z.B. kleinen Notiz- oder Klebezettel. Durch solche flexible bzw. dynamisierbare Dokumentationseinheiten werden strukturierende Handlungen ermöglicht. Der *Dokumenten-Raum* ermöglicht insbesondere ein wiederholtes und dauerhaftes Wahrnehmen des Dokumentierten. *Verbindungen zwischen Spiel- und Dokumenten-Räumen* können auf zweierlei Weise existieren: vom Spiel- zum Dokumentenraum, indem konkret ausgeführte Handlungen dokumentiert werden können (handlungsbasiertes Dokumentieren); vom Dokumenten- zum Spiel-Raum, indem die Auseinandersetzung mit Dokumenten neue oder erneute Erfahrungen im Spiel-Raum anregt (dokumentationsbasiertes Folge-Handeln). Anhand der Existenz dieser Verbindungen lassen sich verschiedene Verbundenheitsgrade substantieller Lernumgebungen kategorisieren: unverbunden, einseitig verbunden und reziprok verbunden. Reziprok gestaltete Lernumgebungen umfassen sowohl eine Verbindung vom Spiel- zum Dokumenten-Raum als auch umgekehrt und bieten daher ein breites Spektrum an Entdeckungsmöglichkeiten. Insbesondere trifft dies zu sofern sie dynamisierbare Dokumentationseinheiten beinhalten, welche im Spiel-Raum zusätzlich zu anderen materiellen Repräsentanten als Handlungsobjekte fungieren können, und durch Folge-Handlungen somit weitere Entdeckungsmöglichkeiten durch deren Strukturierung bieten (Huhmann & Komm, 2022, S. 80 f). Diesen Erkenntnissen folgend wurden drei Lernumgebungen entsprechend einer reziproken Verbundenheit von Spiel- und Dokumenten-Räumen (re)designt. Sie umfassen geometrische Begriffsentwicklung, Zahlzerlegung und kombinatorische Anzahlbestimmung. Auf der Ebene des Verstehens von Lernprozessen wurden individuelle Lernprozesse als Entdeckungswirklichkeiten im Rahmen dieser weiterentwickelten Lernumgebungen anhand zweier Dimensionen, Kategorien und Fällen, strukturiert (Kuckartz, 2018, S. 49). Zusammenfassend werden nun zentrale Ergebnisse der fallübergreifenden Analyse vorgestellt. Insgesamt trat eine individuelle Nutzung der ermöglichten Aktivitäten in Spiel- und Dokumenten-Räumen auf, die individuelle Lernwege bezüglich ihrer Verbindung beinhalten und

ein breites Spektrum an vertikaler und horizontaler Heterogenität aufweisen. Insbesondere konnten bestimmte Aktivitäten bezüglich verschiedener Entdeckungen und Zielsetzungen kategorisiert werden (Huhmann & Komm, 2021, S. 164). Hierzu zählen (1) Handeln mit materiellen Repräsentanten, um Lösungen zu finden und zu dokumentieren, (2) Wahrnehmen, Analysieren und Refokussieren dokumentierter Lösungen, um weitere zu finden und neu gefundene mit bereits gefundenen zu vergleichen, (3) intuitives oder extern angeregtes Strukturieren mit Dokumentationseinheiten (insbesondere Seriieren, Klassifizieren oder Kombinationen aus beidem), um weitere oder fehlende Lösungen zu finden sowie das (4) Seriieren von Dokumentations-einheiten, um Eigenschaften gefundener Lösungsmengen zu reflektieren.

Fazit

Die Ergebnisse zeigen, wie Entdeckungsmöglichkeiten in reziprok gestalteten Lernumgebungen geschaffen und genutzt werden. Die strukturierenden Aktivitäten mit Dokumentationseinheiten entfalten ein breites Spektrum individueller Entdeckungswirklichkeiten sowohl bezüglich der vertikalen als auch der horizontalen Dimension von Heterogenität.

Literatur

- Huhmann, T., & Komm, E. (2022). Mathematikdidaktische Perspektiven zum Umgang mit Heterogenität. In R. Grassinger, N. Hodaie, S. Immerfall, A. Kürzinger, & S. Schnebel (Hrsg.), *BildungsWelten Grundschule - Heterogenität gestalten: Band 1. Heterogenität in Grundschulen: Mehrperspektivische Zugänge* (S. 73–86). Waxmann.
- Huhmann, T., & Komm, E. (2022). Critical thinking in early arithmetics: Discovering and reflecting on task solutions within reciprocally designed learning environments. In B. Maj-Tatsis & K. Tatsis (Hrsg.), *Critical Thinking Practices in Mathematics Education and Beyond* (S. 158–170). Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematik als pädagogische Aufgabe Band 1* (2. Aufl., / von Hans Freudenthal; Bd. 1). Klett.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). Grundlagentexte Methoden. Beltz Juventa.
- Spiegel, H., & Walter, M. (2005). Heterogenität im Mathematikunterricht der Grundschule. In K. Bräu (Hrsg.), *Paderborner Beiträge zur Unterrichtsforschung und Lehrerbildung: Vol. 9. Heterogenität als Chance: Vom produktiven Umgang mit Gleichheit und Differenz in der Schule* (S. 219–238). Lit-Verl.
- Winter, H. (2016). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht: Einblicke in die Ideengeschichte und ihre Bedeutung für die Pädagogik* (3. Aufl.). Springer Spektrum.
- Wollring, B. (2008). Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule. In Kasseler Forschergruppe (Hrsg.), *Lehren - Lernen - Literacy: Vol. 2. Lernumgebungen auf dem Prüfstand: Zwischenergebnisse aus den Forschungsprojekten* (S. 9–26). Kassel Univ. Press.