

BILLIGEN, Anna-Maria
Wuppertal

Förderung mathematischer Potenziale im inklusiven Mathematikunterricht – Analyse von Kooperationsprozessen

Ziel eines inklusiven Bildungssystems ist es, dass alle Kinder ihr individuelles Potenzial voll entfalten können (UN, 2006). Während zahlreiche Bemühungen vor allem mathematische Schwierigkeiten fokussieren, ist die Förderung mathematischer Potenziale im inklusiven Unterricht bisher wenig beforscht. Mit Blick auf Konzepte zur Förderung mathematischer Potenziale fällt auf, dass diese vielfach eher exklusiv angelegt sind (Kinder-Uni etc.), wodurch wenige Möglichkeiten des fachlichen Austauschs aller Kinder einer Lerngruppe sowie des produktiven mit- und voneinander Lernens eröffnet werden (Billigen et al., 2023). Doch gerade diese soziale Aushandlung wird in der mathematikdidaktischen Forschung als zentral für die Entwicklung neuen mathematischen Wissens angesehen (u. a. Miller, 1986). Im Forschungsprojekt werden im Sinne der fachdidaktischen Entwicklungsfor- schung Lernumgebungen (LU) zur Förderung mathematischer Potenziale im inklusiven Unterricht entwickelt sowie Aushandlungsprozesse in heterogenen Lerngruppen untersucht.

Kooperative Lernsettings

Um mathematische Potenziale im inklusiven Unterricht zu fördern und zugleich die soziale und fachliche Teilhabe aller Kinder zu ermöglichen, ist es bedeutsam, dass LU sowohl die individuelle Durchdringung eines Lerngegenstands als auch fachliche Austauschprozesse in heterogenen Lerngruppen am gemeinsamen Gegenstand eröffnen. Gerade die Heterogenität der Lernenden kann den Erkenntnissen aller zugutekommen, sodass die gemeinsame Auseinandersetzung mit einem gemeinsamen Gegenstand gehaltvolle Lernprozesse anstoßen kann (Feuser, 2005). Folglich sollte sich ein inklusiver Unterricht in einem Spannungsfeld von individuellen und gemeinsamen Lernsituationen bewegen (Wocken, 1998). Neben der natürlichen Differenzierung (Krauthausen & Scherer, 2019), stellt insbesondere die Parallelisierung von Lernangeboten (Nührenbörger & Pust, 2023) eine Möglichkeit dar, einer großen Heterogenitätsspanne von mathematischen Schwierigkeiten bis Potenziale gerecht zu werden.

Design der Lernumgebung

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine neuartige Konzeption einer inklusiven LU entwickelt und erprobt, die die natürliche Differenzierung mit der Parallelisierung von Aufgabenformaten bewusst kombiniert (Abb. 1). So

arbeiten die Kinder in Sequenz 1 (S1) in einer natürlich differenzierend angelegten Einführungsstunde in Einzelarbeit und anschließender Austauschphase im Plenum, um mit der LU vertraut zu werden. In S2 erkunden die Kinder parallelisierte, natürlich differenzierende Entdeckungsaufgaben in zieldifferenten Zweierteams (Variante A und B), die auf Basis der in S1 entstandenen Lernendenprodukte sowie der Austauschphase im Plenum gebildet wurden. In S3 bearbeiten die Kinder einen gemeinsamen Forschungsauftrag in heterogen aus Variante A und B zusammengesetzten Zweierteams. Diese Kombination von natürlich differenzierenden Aufgabenformaten mit einer parallelisierten Sequenz zielt darauf, individuelle Zugänge zum Lerngegenstand und zieldifferente Erkundungen mathematischer Beziehungen auf unterschiedlichen Niveaus zu eröffnen sowie einen gehaltvollen Austausch zwischen den Kindern in S3 zu ermöglichen, indem diese ihre Erkenntnisse aus der vorherigen Bearbeitung (S2) einbringen können (Billigen et al., 2023).

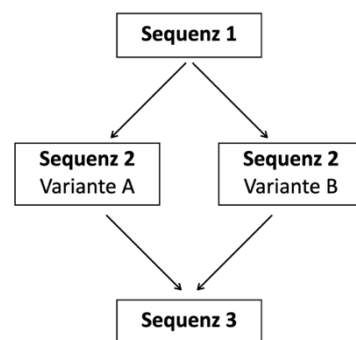


Abb. 1: Aufbau der LU

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde u. a. die LU „Pentominos an der Hundertertafel“ (angel. an Hirt & Wälti, 2022) entwickelt, die mit 49 Viertklässler*innen in drei Zyklen erprobt wurde. In der LU werden Pentominos so in die Hundertertafel (HT) gelegt, dass diese jeweils fünf Zahlen abdecken, die von den Lernenden addiert werden. S1 regt zu Entdeckungen erster Beziehungen an: „Finde die größte Summe, die du mit einem Pentomino abdecken kannst. Erkläre und begründe.“ In der parallelisierten S2 eröffnet Variante A gehaltvolle Entdeckungen hinsichtlich operativer Beziehungen zwischen Summen durch das Verschieben eines Pentominos (Abb. 2). Variante B regt zu strukturell komplexeren Erkundungen der Summen hinsichtlich der Teilbarkeit durch fünf an (Abb. 3). Die individuellen Entdeckungen können in den heterogen aus Variante A und B zusammengesetzten Zweierteams in S3 genutzt werden, um gemeinsam mehrere Begründungen zu entwickeln (Abb. 4).

- a) Wählt ein Pentomino und legt es auf die Hundertertafel. Berechnet die Summe der abgedeckten Zahlen.
- b) Verschiebt das Pentomino in kleinen Schritten. Berechnet jedes Mal die Summe. Was fällt euch auf?
- c) Wählt nun ein anderes Pentomino. Berechnet und verschiebt. Was fällt euch auf? Erklärt.

Abb. 2: Sequenz 2 – Variante A

Welche Pentominos kann man so legen, dass die Summe der abgedeckten Zahlen durch 5 teilbar ist? Warum ist das so? Begründet.

Abb. 3: Sequenz 2 – Variante B

Findet verschiedene Möglichkeiten, die Summe 125 abzudecken. Erklärt und begründet eure Strategie.

Abb. 4: Sequenz 3

Ausschnitt einer Fallanalyse

Im nachfolgenden Ausschnitt einer Fallanalyse werden mit Hilfe des Epistemologischen Dreiecks (Steinbring, 2009) Momente fachlicher Teilhabe sowie des von- und miteinander Lernens rekonstruiert (vgl. hierzu Billigen et al., 2023). Hierauf aufbauend werden die Kooperationsprozesse im Zusammenspiel von individuellem Zugang und fachlicher Teilhabe charakterisiert. Im Vorfeld der Szene bearbeiteten Lotta und Lenny mit je einem anderen Kind S2. Durch die Bearbeitung von Variante A fand Lotta heraus, wie sich die Summe unabhängig des gewählten Pentominos verändert, wenn man das Pentomino um ein Feld nach rechts/links/oben/unten verschiebt. Lenny bearbeitete Variante B, fand spezielle Pentominos, die in Abhängigkeit von ihrer Lage eine durch fünf teilbare Summe abdecken und begründete dies. In S3 bringen Lotta und Lenny nun ihre individuellen Entdeckungen aus S2 in die gemeinsame Bearbeitung des neuen Forschungsauftrags (Abb. 4) ein.

Lenny Uh, das ist wie meine Fünfreihending. Wir können vielleicht die gleichen Tricks nutzen, also vielleicht nehmen die Tricks, die ich gefunden habe. So, wir diesen nicht [*schiebt ein Pentomino beiseite*], weil das ergibt keine Fünferreihe, diesen [*schiebt ein weiteres Pentomino beiseite*] gibt keine Fünferreihe, diesen auch nicht [*schiebt ein weiteres Pentomino beiseite*] (...)

Nachdem Lenny fünf Pentominos herausgesucht hat, die durch fünf teilbar sind, legt er eines auf die HT (grüne Markierung), berechnet die Summe und schiebt es dann um ein Feld nach oben. An dieser Stelle setzt die folgende Szene an:

6	7	8	9	10
16	17	18	19	20
26	27	28	29	30
36	37	38	39	40

Lotta Wie viel waren das? [*schiebt das Pentomino zurück auf die grüne Markierung*]

Lenny Das war hundertfünfunddreißig.

Lotta Ah warte, dann muss man da links rüber [*verschiebt das Pentomino um ein Feld nach links*], weil man muss ja minus rechnen, und dann, weil minus fünfzig geht ja nicht, dann wären das fünfundvierzig weniger, deswegen muss man minus fünf rechnen.

Lenny Achso, dann muss man zwei rüber.

Lotta [*verschiebt das Pentomino auf die blau markierten Felder*]

Zu Beginn stellt für Lenny die Pentominosumme 125 das fragliche *Zeichen* dar, das er zu deuten versucht. Seine Sortieraktivitäten deuten darauf hin, dass er arithmetische Kenntnisse (5|125) sowie die von ihm entdeckten Pentominos aus S2 als *Referenzkontext* heranzieht, um ein passendes Pentomino zu finden. Für die Platzierung des Pentominos zieht Lenny vermutlich arithmetisches Wissen zu Summen und Summanden heran (*Referenzkontext*), um die gelegte Summe 135 zu verringern. Für Lotta stellt daraufhin die Anforderung 135 zu verringern das zu deutende *Zeichen* dar. Hierzu zieht sie ihr Wissen aus S2 über operative Veränderungen durch Verschieben von Pentominos auf der HT heran (*Referenzkontext*), indem sie Lenny erklärt, dass

man das Pentomino nicht nach oben, sondern nach links verschieben müsse. Lenny greift ihre Idee auf und verringert die Summe um 10, indem er das Pentomino um zwei Felder nach links verschiebt. Durch die Kooperation gelangen die Kinder gemeinsam zu einer möglichen Lösung (*Begriffsaspekt*).

Fazit und Ausblick

Die Analyse obiger Szene gibt erste Hinweise dahingehend, dass die Parallelisierung der LU in S2 beiden Kindern ermöglicht, sich individuell mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen und gehaltvolle Entdeckungen zu machen. Diese brachten sie gemeinsam als komplementäre Referenzkontexte in die Bearbeitung des neuen Forschungsauftrags in S3 ein. Die Analyse erster weiterer Szenen legt die Vermutung nahe, dass möglicherweise diese Form des speziell initiierten und zieldifferenten individuellen Zugangs in S2 die fachliche Teilhabe beider Kinder begünstigen könnte. Die vorliegende Szene verdeutlicht zudem, dass beide Kinder durch den gemeinsamen fachlichen Austausch profitierten. Durch diesen werden auch besondere mathematische Potenziale angeregt, indem eine Erweiterung Lennys Referenzkontextes beobachtet werden konnte. Die bisherigen Analysen geben ersten Anlass zur Annahme, dass möglicherweise gerade das Zusammenspiel aus natürlicher Differenzierung sowie Parallelisierung reichhaltige Möglichkeiten für die soziale und fachliche Teilhabe sowie die individuelle Potenzialförderung der Kinder eröffnen kann. Durch weitere Analysen wird dieses Zusammenspiel untersucht und charakterisiert.

Literatur

- Billigen, A.-M., Söbbeke, E. & Sprenger, L. (ersch. 2023). Cooperation processes in inclusive learning situations with a special focus on mathematical potential. *Proceedings of the 13th Congress of European Research in Mathematics Education*.
- Feuser, G. (2005). *Behinderte Kinder und Jugendliche. Zwischen Integration und Aussonderung*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Hirt, U. & Wälti, B. (2022). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht*. Klett Kallmeyer.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2019). *Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht. Konzepte und Praxisbeispiele aus der Grundschule*. Klett Kallmeyer.
- Miller, M. (1986). *Kollektive Lernprozesse*. Suhrkamp.
- Nührenbörger, M. & Pust, S. (2023). *Mit Unterschieden rechnen. Lernumgebungen und Materialien für einen differenzierten Anfangsunterricht Mathematik*. Kallmeyer.
- Steinbring, H. (2009). *The Construction of New Mathematical Knowledge in Classroom Interaction. An Epistemological Perspective*. Springer.
- United Nations (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*.
- Wocken, H. (1998). Gemeinsame Lernsituationen. Eine Skizze zur Theorie des gemeinsamen Unterrichts. In A. Hildes Schmidt & I. Schnell (Hrsg.), *Integrationspädagogik: Auf dem Weg zu einer Schule für alle*, (37–52). Juventa.