

Jacqueline BONOW, Gießen

Rechendreiecke physisch und virtuell: Potenziale in inklusiven Settings

Problemaufriss und Forschungsschwerpunkte

Physische Arbeitsmittel nehmen einen zentralen Stellenwert im Mathematikunterricht der Primarstufe ein. Durch das wachsende Angebot an Tablet-Apps gibt es Arbeitsmittel zunehmend auch in virtueller Form. Die wenigen Erkenntnisse mathematikdidaktischer Forschung zu den Nutzungsweisen von Lernenden bei der Verwendung physischer und virtueller Arbeitsmittel (z.B. Walter, 2018) zeigen, dass die Potenziale der Arbeitsmittel abhängig von den zu bearbeitenden Aufgabenstellungen und den damit verbundenen Bearbeitungsprozessen zum Tragen kommen. Dementsprechend sollte nicht die Frage nach dem Einsatz physischer *oder* virtueller Materialien gestellt werden, sondern im Sinne eines „Duo of Artefact“ (Soury-Lavergne, 2016) gezielt abgewogen werden, wie physische *und* virtuelle Arbeitsmittel kombiniert eingesetzt werden können, um das fachliche Lernen aus mathematikdidaktischer Sicht sinnvoll zu unterstützen und zu bereichern. Da Arbeitsmittel auch für den inklusiven Mathematikunterricht von zentraler Bedeutung sind (Korff, 2016), widmet sich das im Folgenden beschriebene Forschungsprojekt den Potenzialen physischer und virtueller Arbeitsmittel für *alle* Lernenden – von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf bis hin zu besonders begabten Lernenden. Exemplarisch soll anhand des physischen Rechendreiecks mit Plättchen und dessen virtueller Entsprechung in Form der Tablet-App „Das interaktive Rechendreieck“ (Urff, 2012) untersucht werden, welche Potenziale die Kombination des physischen und virtuellen Arbeitsmittels in inklusiven Settings bietet. Um diesem Forschungsinteresse nachgehen zu können, gilt es zunächst die Nutzungsweisen bei der Verwendung der Arbeitsmittel zu beschreiben. Zentral wird hierbei sein, ob die Kinder die mathematikdidaktischen Potenziale der App nutzen und ob sie dadurch in ihren allgemeinen mathematischen Kompetenzen gefördert werden. Auf Grundlage dessen sollen Differenzierungspotenziale des physischen sowie des virtuellen Arbeitsmittels für den inklusiven Mathematikunterricht abgeleitet werden. Im Sinne eines „Duo of Artefact“ ist das Ziel, Rückschlüsse für eine sinnvolle Verknüpfung von physischem und virtuellem Rechendreieck ziehen zu können.

Kombination physischer und virtueller Arbeitsmittel

Da in der Primarstufe Primärerfahrungen mit physischen Arbeitsmitteln die Grundlage für ein weiterführendes Lernen mit digitalen Medien bilden (Ladel, 2018), wird eine sinnvolle Kombination von physischem und virtuellem Rechendreieck im Sinne eines „Duo of Artefact“ (Soury-Lavergne, 2016) angestrebt. Dies bedeutet, physische und virtuelle Arbeitsmittel so miteinander zu kombinieren, dass die Vorteile beider Materialien genutzt und ihre jeweiligen Grenzen überwunden werden können. Dabei stellt das virtuelle Arbeitsmittel keine exakte Reproduktion des physischen dar. Gemeinsamkeiten zwischen den beiden Arbeitsmitteln ermöglichen zwar einen Transfer des erworbenen Wissens, dennoch bringen vor allem die Unterschiede Potenziale bei der Erarbeitung mathematischer Strukturen und Konzepte mit sich. Unterschiede zwischen dem physischen Rechendreieck und dessen virtueller Entsprechung in Form der Tablet-App „Das interaktive Rechendreieck“ liegen vor allem in den folgenden mathematikdidaktischen Potenzialen der App (Walter, 2018; Rink & Walter, 2020):

- *Verlagerung der kognitiven Beanspruchung*: Kinder mit Schwierigkeiten beim Rechnen haben häufig Probleme, arithmetische Zusammenhänge bei substanziellen Aufgabenformaten zu entdecken, zu beschreiben und zu begründen. Indem die App beim Hinzufügen, Verschieben oder Löschen von Plättchen in den Innenfeldern das Berechnen der Summen in den Außenfeldern übernimmt, können kognitive Ressourcen frei werden, die für eine Fokussierung auf die Zusammenhänge genutzt werden können.

- *Vernetzung und Synchronität der Darstellungsebenen*: Bei der App sind die ikonischen Darstellungen der Plättchen in den Innenfeldern mit den symbolischen Darstellungen der Summen in den Außenfeldern vernetzt: Wird ein Plättchen hinzugefügt, verschoben oder gelöscht, passen sich die Summen automatisch an. Dies kann die Lernenden dabei unterstützen, Zusammenhänge untersuchen und reflektieren zu können.

- *Multitouch-Bedienung*: Die App bietet die Möglichkeit, mehrere Plättchen simultan mittels mehrerer Finger hinzuzufügen. Dies gilt vor allem bei der Darstellung von Anzahlen als vielversprechendes Potenzial, um zählende Vorgehensweisen zugunsten operativer Strategien abzulösen.

Konzeption der Lernumgebung zu Rechendreiecken

Grundlage der Lernumgebung sind verschiedene Problemstellungen zu Rechendreiecken, die unterschiedliche inhaltliche sowie allgemeine mathematische Kompetenzen fördern (z.B. das Erkennen und Beschreiben von Mustern, das Begründen von Zusammenhängen oder Problemlösen). Die Lern-

umgebung ist so gestaltet, dass sie die konstitutiven Merkmale der natürlichen Differenzierung (Müller & Wittmann, 2001) sowie die Ansprüche an substanzielle Lernumgebungen (Hirt & Wälti, 2012) erfüllt, um für den Einsatz in inklusiven Settings geeignet zu sein. Demnach bekommen alle Kinder das gleiche Lernangebot, welches sie auf ihrem individuellen Niveau bearbeiten können. Zum Bearbeiten der Forscheraufträge zu Rechendreiecken stehen den Lernenden das physische sowie das virtuelle Arbeitsmittel zur Verfügung, wobei der Einsatz je nach Forscherauftrag wie folgt variiert:

Forscherauftrag	Arbeitsmittel Version A	Arbeitsmittel Version B
1. Rechendreiecke berechnen	erst physisch, dann virtuell	
2. Meine eigenen Rechendreiecke	physisch oder virtuell	
3. Probieren und Kombinieren	erst physisch, dann virtuell	erst virtuell, dann physisch
4. Muster erforschen und fortsetzen	erst virtuell, dann physisch	erst physisch, dann virtuell
5. Rechendreiecke mit Außensumme 10	physisch oder virtuell	
6. (Un-)gerade Außensumme	physisch oder virtuell	

Tab.: Einsatz des physischen und virtuellen Rechendreiecks

Die Einführung, bei der verschiedene Rechendreiecke zu berechnen sind, findet zunächst mit dem physischen und dann mit dem virtuellen Arbeitsmittel statt (1), damit die Kinder mit den Arbeitsmitteln vertraut werden. Für andere Forscheraufträge ist die Wahl des Arbeitsmittels freigestellt (2, 5 und 6), wohingegen bei Arbeitsaufträgen, die eine unterschiedliche Materialnutzung oder spezifische Potenziale eines Materials im Sinne eines „Duo of Artefact“ vermuten lassen, die Wahl der Arbeitsmittel vorgegeben ist (3 und 4). Hier wird die Verwendung beider Arbeitsmittel eingefordert, um Unterschiede in den Nutzungsweisen erkennen und daraus Differenzierungspotenziale der jeweiligen Arbeitsmittel ableiten zu können.

Design der empirischen Untersuchung und erste Erfahrungen

Die Pilotierung fand mit sechs Kindern Ende des zweiten Schuljahres statt, von denen ein Kind einen sonderpädagogischen Förderbedarf im Bereich Lernen aufwies und ein Kind von der Mathematiklehrkraft als mathematisch besonders begabt beschrieben wurde. Die Lernenden arbeiteten in einem Zweiersetting jeweils drei Doppelstunden, wobei die Forscheraufträge zunächst in Einzelarbeit mit dem physischen bzw. virtuellen Arbeitsmittel bearbeitet wurden, bevor ein Austausch in Partnerarbeit erfolgte.

Bezüglich der Nutzungsweisen der Lernenden bei der Verwendung des physischen und des virtuellen Rechendreiecks lässt sich festhalten, dass die Schülerinnen und Schüler die Arbeitsmittel individuell sehr unterschiedlich verwendeten. Dabei wurden die mathematikdidaktischen Potenziale der Tablet-App häufig nicht automatisch von den Kindern genutzt. Diese Erfahrung entspricht damit ähnlichen Erkenntnissen, die Walter (2018) bereits zu anderen virtuellen Arbeitsmitteln gewinnen konnte. Demnach muss der Umgang mit der Tablet-App und den innenwohnenden mathematikdidaktischen Potenzialen, wie bei anderen Arbeitsmitteln auch, erst erlernt werden. Außerdem sind geeignete Aufgaben- und Problemstellungen sowie Impulse notwendig, um adäquate Nutzungsweisen zu initiieren und dadurch Problemlöseprozesse zu unterstützen. Diesbezüglich kann die Pilotierung wichtige Erkenntnisse liefern, auf deren Grundlage abgewogen werden kann, wann der Einsatz des virtuellen oder des physischen Arbeitsmittels im Sinne eines „Duo of Artefact“ eher geeignet ist, um das Bearbeiten spezifischer Problemstellungen zu unterstützen. Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes sollen diese Erfahrungen genauer untersucht werden. Ausgehend von den Nutzungsweisen bei der Verwendung der Arbeitsmittel sollen ihre Differenzierungspotenziale für den inklusiven Mathematikunterricht in den Blick genommen werden.

Literatur

- Hirt, U. & Wälti, B. (2012). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht. Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte*. Seelze: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.
- Korff, N. (2016). *Inklusiver Mathematikunterricht in der Primarstufe. Erfahrungen, Perspektiven und Herausforderungen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Ladel, S. (2018). Sinnvolle Kombination virtueller und physischer Materialien. In S. Ladel, J. Knopf & A. Weinberger (Hrsg.), *Digitalisierung und Bildung* (S. 3–22). Wiesbaden: Springer VS.
- Müller, G. N. & Wittmann, E. Ch. (2001). *Das Zahlenbuch. Mathematik im 1. Schuljahr. Lehrerband*. Leipzig: Klett.
- Rink, R. & Walter, D. (2020). *Digitale Medien im Mathematikunterricht – Ideen für die Grundschule*. Berlin: Cornelsen.
- Soury-Lavergne, S. (2016). Duos of artefacts, connecting technology and manipulatives to enhance mathematical learning. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01492990/document> (06.01.2020).
- Urff, C. (2012). Das interaktive Rechendreieck. <http://www.lernsoftware-mathematik.de/?p=1384> (06.01.2020).
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps. Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden: Springer Spektrum.