

Jon FLORIN, Muttenz, Chantal STRASSER, Muttenz & Christine STREIT, Muttenz

Entwicklung eines Testinstruments zum Multiplikationsverständnis

1. Rahmung

Für Kinder auf der Primarschulstufe ist die Fähigkeit zum inhaltlich plausiblen und flexiblen Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsarten der arithmetischen Grundoperationen ein häufig genanntes Indiz für Operationsverständnis (Huinker, 1993; Bönig, 1995; Gerster & Schultz, 2004; Schäfer, 2005; Moser Opitz, 2005; Royar, 2013; Freeseemann & Breucker, 2014). Dabei werden diejenigen Übersetzungsrichtungen, in denen die symbolische Darstellung entweder als Ausgangs- oder als Endpunkt des Übersetzungsprozesses vorkommt, als zentral angesehen. Operationsverständnis wird also beschrieben als die Fähigkeit, zwischen realer Situation und formaler mathematischer Schreibweise zu übersetzen (Freeseemann & Breucker, 2014, S. 9; Moser Opitz & Schmassmann, 2007, S. 266; Royar, 2013, S. 120).

Betrachtet man ausschließlich oder vorwiegend die arithmetische Grundoperation der Multiplikation, so wird für diese Einschränkung des Konstrukts Operationsverständnis auch die Bezeichnung „Operationsverständnis der Multiplikation“ (Gerster & Schultz, 2004, S. 390ff; Schäfer, 2005, S. 218ff) oder „Multiplikationsverständnis“ verwendet oder aber vom „Darstellungswechsel bei der Multiplikation“ gesprochen. Kuhnke (2013) analysiert für die Multiplikation anhand von Einzelinterviews den Prozess dieses Darstellungswechsels und zeigt auf, wie sich die Vorstellungen von Operationen entwickeln und durch gezielte Interventionen verändern können.

2. Entwicklung des Testinstruments

Im Rahmen der Interventionsstudie MALKA (Mathematik lernen und kooperieren von Anfang an) wird in den Jahren 2019 und 2020 in der Schweiz ein Testinstrument zum Multiplikationsverständnis eingesetzt. Damit soll erfasst werden, ob und inwieweit die Förderung des Multiplikationsverständnisses in der 2. Klasse einen Einfluss auf die Rechenleistung der Kinder hat.

Quantitative Untersuchungen zum Operationsverständnis sind bislang rar, entsprechend füllt dieses Testinstrument eine Forschungslücke. Die Entwicklungsarbeiten basierten auf einer Vorversion (Royar, Streit & Ziska, 2014), aus welcher einzelne Items übernommen wurden.

Aus Gründen der Testökonomie wird bei dem vorliegenden Testinstrument lediglich die Fähigkeit der Kinder geprüft, ausgehend von realen Situationen oder Bildern in die formale Sprache der Mathematik zu übersetzen. Untersuchungen zur Frage inwieweit bei der anderen Übersetzungsrichtung dieselbe oder andere Fähigkeiten der Kinder geprüft werden, sind selten und die Ergebnisse sind bisher uneinheitlich.

Das vorliegende Testinstrument besteht aus zwei Testversionen, welche die Fähigkeiten der Kinder zu Beginn der 2. Primarschulklasse (Praetest) und am Ende der 2. Primarschulklasse (Posttest) erfassen.

Beide Testversionen wurden mehrfach erprobt und nach entsprechender Itemanalyse angepasst bzw. verfeinert. Die Items wurden im Hinblick auf ihre Verständlichkeit sowie auch auf die üblichen Gütekriterien aus der klassischen Testtheorie ausgewählt und verbessert. Zur Bewertung der unterschiedlichen Kinderlösungen zur offenen Fragestellung „Finde eine passende Rechnung“ wurde ein Codiermanual entwickelt. Dieses berücksichtigt die strukturelle Passung des von den Kindern angegebenen Terms zur ursprünglichen Situation. Letztendlich wurden die Bearbeitungen mit Hilfe des Codiermanuals jeweils mit 0 oder mit 1 codiert. Ebenfalls geprüft wurde die Passung des Testinstruments und der einzelnen Items ins Rasch-Modell der IRT (Moosbrugger & Kelava, 2012; Strobl, 2015).

3. Praetest

Der Praetest erfasst das Multiplikationsverständnis der Kinder zu Beginn der 2. Klasse, d.h. zu einem Zeitpunkt, in dem die Multiplikation mit den Kindern noch nicht behandelt worden ist. Die Items zum Multiplikationsverständnis erlauben daher auch eine Bearbeitung mit Additionsrechnungen. Die Kinder werden bei der Mehrzahl der Items dazu aufgefordert, zu einem Bild oder zu einer Rechengeschichte einen passenden Term anzugeben („Finde eine passende Rechnung“).

Dieser Test wurde in mehreren Versionen mit insgesamt 266 Kindern aus 20 Schulklassen erprobt. Die im Projekt letztendlich eingesetzte Version des Tests umfasst 26 Items und wurde von 1084 Kindern in den 68 Schulklassen des Forschungsprojektes MALKA bearbeitet.

Der Schwierigkeitsgrad der einzelnen Items liegt zwischen 0.36 und 0.91, die Trennschärfe der einzelnen Items liegt zwischen 0.30 und 0.59, die Reliabilität des Testinstruments (Cronbachsches Alpha) beträgt $\alpha=0.89$.

Die Passung der einzelnen Items zum Rasch-Modell der Items Response Theorie ist gegeben. Die Infit-MSQ-Werte der einzelnen Items liegen zwischen 0.85 und 1.21 (R-package eRm) bzw. 0.88 und 1.19 (R-package TAM).

4. Posttest

Der Posttest wurde auf Basis des Praetests erstellt (Strasser, 2020) und enthält 14 Brückenitems zwecks Erfassung des Lernfortschrittes im Rahmen der geplanten Interventionsstudie. Im Posttest werden die Kinder nach Bearbeitung aller Brückenitems mit der Aufforderung „Finde eine passende Malrechnung“ auch explizit nach „Malrechnungen“ gefragt.

Der Posttest wurde mit 148 Kindern aus 8 verschiedenen Schulklassen erprobt. Er umfasste bei dieser Erprobung 34 Items.

Der Schwierigkeitsgrad der Items liegt zwischen 0.36 und 0.96, die Reliabilität des Testinstruments (Cronbachsches Alpha) beträgt $\alpha=0.89$.

Mit denselben Kindern wurden zwecks Messung der Validität auch ein Test zu allgemeinen mathematischen Kompetenzen eingesetzt. Mit 67 der 148 Kinder wurde zudem ein mündliches Interview mit der Aufforderung, einen vorgegebenen Multiplikationsterm mit Wendepfättchen darzustellen (Erfassung der Leistung bei der „anderen“ Übersetzungsrichtung), durchgeführt.

Die Leistung der Kinder im Posttest korreliert mit $r=0.718$ ($p<0.01$) mit deren allgemeinen mathematischen Leistung sowie mit $r=0.482$ ($p<0.01$) mit deren Leistung im mündlichen Interview.

5. Ausblick

Der erprobte Posttest wird vor Einsatz im Forschungsprojekt MALKA noch einmal sprachlich überarbeitet und die Anzahl der Items auf 26 reduziert. Die Passung ins Rasch-Modell wird durch Reduktion der Anzahl an Items noch verbessert.

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes MALKA werden die Strukturdaten für alle Kinder erhoben sowie die verschiedenen Tests zum Abschluss des Erhebungszeitraumes durchgeführt.

Es folgen verschiedene DIF-Analysen für die einzelnen Items sowohl des Prae- als auch des Posttests sowie die Erfassung des Lernfortschrittes der Kinder in den verschiedenen Interventionsgruppen. Auch wird ausgewertet, in welchem Ausmaß die Tests fürs Multiplikationsverständnis mit den allgemeinen mathematischen Kompetenzen der Kinder zu den verschiedenen Testzeitpunkten korrelieren.

Literatur (Auswahl)

- Bönig, D. (1995). *Multiplikation und Division: Empirische Untersuchungen zum Operationsverständnis bei Grundschulern*. Münster: Waxmann.
- Freeseemann, O. & Breucker, T. (2014). Förderung flexibler Übersetzungsprozesse. *Grundschulunterricht Mathematik*, 1, 8–12.
- Gerster, H.-D. & Schultz, R. (2004). *Schwierigkeiten beim Erwerb mathematischer Konzepte im Anfangsunterricht*. Pädagogische Hochschule Freiburg: Institut für Mathematik und Informatik und ihre Didaktiken.
- Kuhnke, K. (2013). *Vorgehensweisen von Grundschulkindern beim Darstellungswechsel: Eine Untersuchung am Beispiel der Multiplikation im 2. Schuljahr*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.). (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion: Mit 66 Abbildungen und 41 Tabellen* (2., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Berlin Heidelberg: Springer.
- Moser Opitz, E. (2005). Lernschwierigkeiten Mathematik in Klasse 5 und 8. *VHN*, 74 Jg., 113–128.
- Moser Opitz, E. & Schmassmann, M. (2007). Grundoperationen. In *Heil- und Sonderpädagogik. Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen* (S. 266–279). Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Royar, T. (2013). *Handlung – Vorstellung – Formalisierung: Entwicklung und Evaluation einer Aufgabenreihe zur Überprüfung des Operationsverständnisses für Regel- und Förderklassen*. Hamburg: Kovač.
- Royar, T., Streit, C. & Ziska, S. (2014). Entwicklung eines Instruments zur Erfassung des Operationsverständnisses der Multiplikation. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 1019–1022.
- Schäfer, J. (2005). *Rechenschwäche in der Eingangsstufe der Hauptschule: Lernstand, Einstellungen und Wahrnehmungsleistungen; eine empirische Studie*. Hamburg: Kovač.
- Strasser, C. (2020). *Entwicklung eines Testinstruments zum Multiplikationsverständnis*. Masterarbeit an der Universität Basel (noch nicht publiziert).
- Strobl, C., (2015). *Das Rasch-Modell: Eine verständliche Einführung für Studium und Praxis* (3. erweiterte Auflage). München Mering: Reiner Hampp Verlag.