

Marcel KLINGER, Essen, Daniel THURM, Essen, Bärbel BARZEL, Essen

## **Evaluation der Rahmenbedingungen und Wirksamkeit einer DZLM-Fortbildungsreihe zum GTR auf Schülerebene**

Seit Beginn des Schuljahres 2014/15 ist der Gebrauch des grafikfähigen Taschenrechners (GTR) im Mathematikunterricht der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe in Nordrhein-Westfalen verbindlich. In diesem Kontext bietet das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW die Fortbildungsreihe „GTR kompakt“ an, welche Lehrerinnen und Lehrer darin unterstützen soll, den GTR didaktisch-reichhaltig in den eigenen Unterricht zu integrieren. Verschränkt mit der Fortbildung möchte das Forschungsprojekt „GTR NRW“ einerseits die Frage beantworten, welche *Rahmenbedingungen* bei der Konzeption und Durchführung einer solchen Fortbildungsveranstaltung zu berücksichtigen sind. Andererseits steht die Frage nach der *Wirksamkeit* der Lehrerfortbildung im Mittelpunkt. Hierbei handelt es sich um die leitenden Forschungsfragen des Projektes. Beide Fragen erstrecken sich auf die Einstellungen von Lehrerinnen und Lehrern u.a. zum grafikfähigen Taschenrechner, die tatsächliche Integration von technologischen Werkzeugen in den Unterricht sowie auf den Kompetenzstand von Schülerinnen und Schülern.

Für eine genaue Beschreibung der untersuchten Lehrerfortbildung sowie erste Ergebnisse auf Ebene der Lehrerinnen und Lehrer sowie deren Unterricht sei auf Thurm et al. (2015) in diesem Tagungsband verwiesen. Im Mittelpunkt dieses Berichtes steht die Beschreibung des Teilforschungsprojektes zur Untersuchung der Rahmenbedingungen sowie der Wirksamkeit auf Schülerebene.

Im Detail geben wir zunächst einige Ergebnisse vorangegangener Studien an, um Vorteile des Technologieeinsatzes im Mathematikunterricht aufzuzeigen. Wir geben sodann eine Übersicht über die von uns eingesetzten Erhebungswerkzeuge und fahren anschließend mit ersten Einblicken in frühe Ergebnisse unserer Forschung fort. Da es sich um ein laufendes Projekt handelt, sei betont, dass sich unsere Forschungsfragen derzeit noch nicht vollständig beantworten lassen. Wir beschränken uns daher auf die Quantifizierung häufiger Schülerfehler im Bereich funktionaler Zusammenhänge und schließen entsprechend mit einem Ausblick auf den weiteren geplanten Verlauf des Projektes.

## **1. Vorteile des Technologieeinsatzes im frühen Analysisunterricht**

Die Bedeutung des Darstellungswechsels zwischen unterschiedlichen Repräsentationen desselben mathematischen Objektes oder Zusammenhangs ist für den Aufbau tragfähiger Vorstellungen bekannt (Duval 2006; u.a.). Insbesondere im frühen Analysisunterricht, welcher große Teile des mathematischen Lerninhalts der Einführungsphase ausmacht, wirken vielfache Wechsel zwischen unterschiedlichen Repräsentationen funktionaler Zusammenhänge (symbolisch, graphisch, etc.) vernetzend auf das konzeptuelle Verständnis der Schülerinnen und Schüler (Hollar & Norwood 1999; Laakmann 2013; Penglase & Arnold 1996; u.a.).

Zur praktischen Ausnutzung dieses Zusammenhangs können insbesondere technologische Hilfsmittel, die einen schnellen und unaufwändigen Repräsentationswechsel erlauben, herangezogen werden (ebd.). Beispielhaft sei an dieser Stelle auf den GTR verwiesen.

Weiterhin stellen ebensolche Technologien ein nützliches Hilfsmittel im Entdeckenden Lernen dar. Wie dies im Kontext der Funktionenlehre praktisch realisiert werden kann, zeigen Barzel & Möller (2001).

Im Rahmen dieses Artikels können wir nur auf einen Teil des aktuellen Forschungsstandes eingehen. Die genannten und weitere Erkenntnisse wurden jedoch bei der Konzeption und Umsetzung der von uns untersuchten Fortbildungsreihe berücksichtigt. Es wurde insbesondere versucht, den aktuellen Forschungsstand und entsprechende praktische Konsequenzen an die teilnehmenden Lehrkräfte zu vermitteln.

## **2. Stichprobe und Untersuchungsdesign**

Zur Klärung der eingangs geschilderten Forschungsfragen wurde ein Pre-Posttest-Design mit nicht-äquivalenter Experimental- (554 Schülerinnen und Schüler) und Kontrollgruppe (2585 Schülerinnen und Schüler) gewählt. Die Schülerinnen und Schüler der Experimentalgruppe werden von Fortbildungsteilnehmenden der beforschten Lehrerfortbildung unterrichtet. Die Kontrollgruppe hingegen wird von Lehrerinnen und Lehrern unterrichtet, die an keiner Fortbildung zum GTR teilnehmen. Der aus 14 Items bestehende Pretest wurde bereits im November 2014 durchgeführt. Bei den Items handelt es sich um Adaptionen bestehender Tests (etwa OECD 2002; Nitsch 2014) sowie eigens entwickelten und zuvor pilotierten Items, welche überwiegend den Darstellungswechsel verschiedener Repräsentationen funktionaler Zusammenhänge erfordern. Es wurde außerdem darauf geachtet, dass das Itemset die drei Grundvorstellungen funktionaler Zusammenhänge (z.B. Büchter 2008) gleichermaßen beansprucht und erfordert. Der Test umfasste eine Nettolaufzeit von 45 Minuten und wurde – um Korre-

lationen durch unterschiedliche Fortschritte in der Bedienkompetenz auszu-schließen – ohne Verwendung technologiebasierter Hilfsmittel geschrieben. Der Posttest hingegen steht noch aus und ist für April 2015 terminiert.

### 3. Erste Ergebnisse

Nach Abschluss des ersten Leistungstests ließen sich bereits einige Schülerfehler beim Umgang mit Funktionen und funktionalen Zusammenhängen quantifizieren. So haben bei einem von Nitsch (2014, S. 10) entwickelten Item unabhängig von der untersuchten Stichprobengruppe 17,7 Prozent der Schülerinnen und Schüler für jene Antwortmöglichkeit entschieden, welche den Graph-als-Bild-Fehler repräsentiert (ebd.). Noch höhere Werte ergaben sich bei Items, bei welchen fälschlicherweise ein linearer Zusammenhang statt eines nicht-proportionalen angenommen werden konnte, also die Möglichkeit, sich der sog. „illusion of linearity“ hinzugeben (De Bock et al. 2007). Hier ergaben sich (in Abhängigkeit vom betrachteten Item) Anteile von 9,5 über 25,8 bis hin zu 75,2 Prozent. Die Varianz dieser Werte zeigt bereits, dass die Wahrscheinlichkeit einen derartigen Fehler zu begehen, in hohem Maße vom entsprechenden Aufgabenkontext abhängt.

Ein allgemeinerer Blick auf die Daten des Pretests zeigte eine leichte aber signifikante ( $p < 0,01$ ) Dominanz der Kontrollgruppe über die Experimentalgruppe. Für einen ersten Vergleich beider Gruppen wurde der Mittelwert des erreichten Scores (d.h. die Anzahl der korrekt bearbeiteten Items) herangezogen. Die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe lösten im Mittel 4,87 Items, während die Experimentalgruppe 4,57 korrekt bearbeitete. Ferner zeigten sich geschlechtsspezifische Abweichungen in den Leistungsdaten zu

Gunsten der Jungen (vgl. Abb. 1). Während diese durchschnittlich 5,31 Items lösten, ergab sich bei den Mädchen ein signifikant abweichender Mittelwert von 4,35 ( $p < 0,001$ ). Die Effekt-

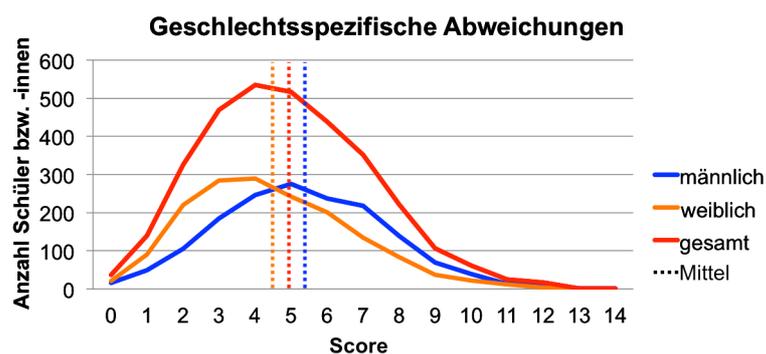


Abb. 1: Erreichter Testscore nach Geschlecht (1605 Jungen, 1639 Mädchen)

stärke betrug  $d = 0,39$  nach Cohen (1992). Dass mathematische Leistungstests häufig leichte Verzerrungen zu Gunsten der Jungen zeigen, ist in der Literatur bereits gut dokumentiert (vgl. etwa Brunner et al. 2011).

## 4. Ausblick

Zu erhoffen ist, dass die Auswertung des Posttests Einblicke in die Wirksamkeit der untersuchten Lehrerfortbildung in Form von Abweichungen zwischen den untersuchten Gruppen gewährt. Dabei sind die geschilderte Dominanz der Kontroll- über die Experimentalgruppe zu Beginn der Studie wie auch die beobachteten geschlechtsspezifischen Differenzen freilich weiteren Analysen zu unterziehen und entsprechend zu berücksichtigen. Weiterhin ist geplant, durch Anwendung des Rasch-Modells einen tieferen statistischen Dateneinblick sowie eine Verbindung beider Tests zu gewährleisten. Gewonnene Erkenntnisse hinsichtlich der Rahmenbedingungen sowie der Wirksamkeit sollen bei einer erneuten Auflage der Lehrerfortbildung Berücksichtigung finden.

## Literatur

- Barzel, B. & Möller, R. (2001). About the Use of the TI-92 for an Open Learning Approach to Power Functions. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33(1), 1–5.
- Brunner, M., Krauss, S. & Martignon, L. (2011). Eine alternative Modellierung von Geschlechtsunterschieden in Mathematik. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 32(2), 179–204.
- Büchter, A. (2008). Funktionale Zusammenhänge erkunden. *Mathematik lehren*, 148, 4–10.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159.
- De Bock, D., Van Dooren, W., Janssens, D. & Verschaffel, L. (2007). *The Illusion of Linearity: From Analysis to Improvement*. New York: Springer.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131.
- Hollar, J. C. & Norwood, K. (1999). The Effects of a Graphing-Approach Intermediate Algebra Curriculum on Students' Understanding of Function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 220–226.
- Laakmann, H. (2013). *Darstellungen und Darstellungswechsel als Mittel zur Begriffsbildung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Nitsch, R. (2014). Schülerfehler verstehen: Typische Fehlermuster im funktionalen Denken. *Mathematik lehren*, 184, 8–11.
- OECD (2002). *Beispielaufgaben aus der PISA 2000-Erhebung: Lesekompetenz, mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung*. Paris: OECD.
- Penglase, M. & Arnold, S. (1996). The Graphics Calculator in Mathematics Education: A Critical Review of Recent Research. *Mathematics Education Research Journal*, 8(1), 58–90.
- Thurm, D., Klinger, M. & Barzel, B. (2015). *Evaluation der Rahmenbedingungen und Wirksamkeit einer DZLM-Fortbildungsreihe zum GTR auf Lehrer- und Unterrichtsebene. In diesem Band*.