

Johanna RELLENSMANN, Münster, Stanislaw SCHUKAJLOW, Münster, Judith BLOMBERG, Münster & Claudia LEOPOLD, Fribourg

Effekte des Skizzenwissens auf die Modellierungsleistung: Eine Interventionsstudie

1. Theoretischer Hintergrund

Die Entwicklung von mathematischen Modellierungskompetenzen ist ein wichtiges Ziel des Mathematikunterrichts. Da Schülerinnen und Schüler jedoch häufig beim selbständigen Lösen von Modellierungsaufgaben scheitern, stellt sich die Frage, wie sie beim mathematischen Modellieren unterstützt werden können. Ein Ansatz ist, den Einsatz von Strategien zu fördern (z. B. durch die explizite Aufforderung „Zeichne eine Skizze“). Im Bereich der Geometrie gilt das Zeichnen einer situationalen oder mathematischen Skizze als hilfreiche Strategie (Rellensmann, Schukajlow & Leopold, 2017). Empirische Befunde zeigen, dass die Aufforderung zum Zeichnen einer Skizze jedoch häufig nur dann wirksam war, wenn ihr ein Training zum Zeichnen von Skizzen vorangegangen war (z. B. Csíkos, Szitányi & Kelemen, 2012). Eine Erklärung dafür ist, dass die Schülerinnen und Schüler in den Trainings strategisches Wissen zu den Merkmalen hilfreicher Skizzen (Skizzenwissen) erwarben. Dem theoretischen Modell von Borkowski, Chan und Muthukrishna (2000) folgend sollte ein elaborierteres Skizzenwissen eine Voraussetzung für das Zeichnen von Skizzen (situationalen und mathematischen) höherer Qualität sein, die wiederum mit einer höheren Modellierungsleistung zusammenhängen.

2. Fragestellung

In dieser Studie untersuchten wir, welche Effekte die spezifische Vermittlung von Wissen zu situationalen oder/und mathematischen Skizzen auf die Modellierungsleistung hat und ob der Zuwachs im Skizzenwissen und die Qualität der gezeichneten situationalen und mathematischen Skizzen diesen Effekt vermitteln. Wir postulierten hierfür ein Mehrebenenpfadmodell, in dem Zusammenhänge auf der Aufgabenebene und auf der Schülerebene simultan berücksichtigt wurden (Abb. 1). Auf der Aufgabenebene wurden zufällige Effekte definiert (Pfade mit Kreis in Abb. 1). Das heißt, die Effekte variieren zwischen Schülerinnen und Schülern.

3. Methode

Teilnehmer und Ablauf An der Studie nahmen 473 Schülerinnen und Schüler (46% weiblich, $M = 14,69$ Jahre alt) des neunten Jahrgangs von fünf Realschulen teil. Die experimentelle Studie umfasste einen Prätest, eine 90-minütige Intervention und einen Posttest. Für die 90-minütige Intervention wurden die Schülerinnen und Schüler randomisiert einer von drei Experimentalgruppen – in denen Skizzenwissen zu situationalen Skizzen (EG1, $n = 115$), Skizzenwissen zu mathematischen Skizzen (EG2, $n = 124$) bzw. Skizzenwissen zu situationalen und mathematischen Skizzen (EG3, $n = 125$) vermittelt wurde – oder der Kontrollgruppe (KG, $n = 109$) zugewiesen. Die Intervention wurde von geschulten Untersuchungsleitern durchgeführt, die durch die Interventionsbedingungen rotierten.

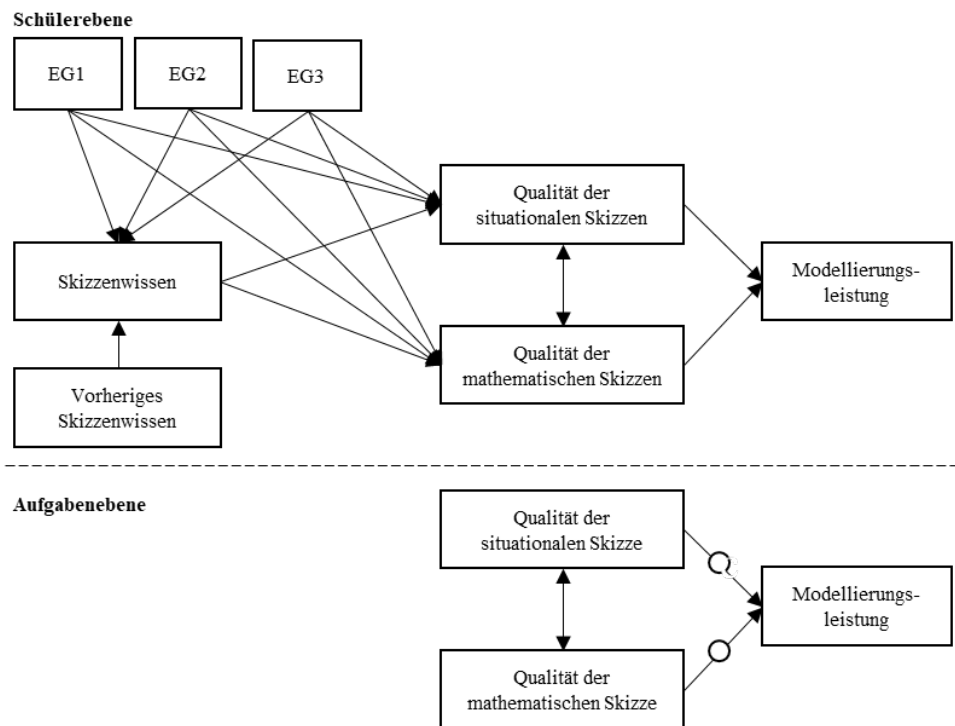


Abb. 1 Untersuchtes Wirkungsmodell

Skizzenwissen Das Skizzenwissen der Schülerinnen und Schüler wurde im Prä- und Posttest mit einem zuvor entwickelten und validierten Instrument erfasst (Rellensmann, Schukajlow & Leopold, 2019). Acht identische Items wurden als Ankeritems im Prä- und Posttest verwendet und acht unterschiedliche Items rotierten im Prä- und Posttest. Die Items bezogen sich je zur Hälfte auf situationale und mathematische Skizzen. Die Schülerinnen und Schüler wurden gebeten, die Nützlichkeit von jeweils drei Skizzen, die sich in der Skizzenqualität unterschieden, für das Lösen einer Textaufgabe einzuschätzen. Nach einer Raschskalierung wurden die WLE-Fähigkeitsschätzer für die weiteren Analysen exportiert.

Skizzenart und Skizzenqualität Im Posttest bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler sechs Modellierungsaufgaben mit der Aufforderung zum Zeichnen einer Skizze. In einem ersten Schritt wurde eine Skizze nach Maßgabe des Verhältnisses an situativ bzw. mathematisch dargestellten Objekten dem situationalen bzw. mathematischen Skizzentyp zugeordnet. Im zweiten Schritt wurde die Qualität der Skizze eingeschätzt. Code 0 wurde für eine falsche Skizze vergeben, Code 1 für eine richtige Skizze mit unvollständigen Zahlangaben und Code 2 für eine richtige und vollständige Skizze. Intercoder- und Skalen-Reliabilitäten sind als gut einzuschätzen.

Modellierungsleistung Die Modellierungsleistung wurde anhand der Lösungsqualität der sechs Modellierungsaufgaben des Posttests gemessen. Für eine vollständig richtige Lösung der Aufgabe wurde Code 2 vergeben, eine falsche Lösung aufgrund eines innermathematischen Verfahrensfehlers wurde mit Code 1 bewertet und für eine falsche Lösung aufgrund eines falschen mathematischen Modells wurde Code 0 vergeben. Die Intercoder- und Skala-Reliabilitäten waren gut bis sehr gut.

4. Ergebnisse

Im Vergleich mit weniger komplexen Modellen zeigte das in Abb. 1 dargestellte Mehrebenenmodell mit zufälligen Effekten die beste Modellpassung. Varianz in der Modellierungsleistung entfiel sowohl auf die Aufgabenebene (62%) als auch auf die Schülerebene (21%).

Auf der Schülerebene zeigte sich, dass die Lernenden der EG1, EG2 und EG3 ihr Skizzenwissen unter Kontrolle des Vorwissens im Vergleich zur KG verbesserten. Jedoch zeigten die Lernenden der EG1, EG2 und EG3 auf der Schülerebene wider Erwarten keine bessere durchschnittliche Modellierungsleistung als die Kontrollgruppe. Jedoch hatte die Vermittlung von Skizzenwissen einen indirekten positiven Effekt auf die Modellierungsleistung, der durch den Zuwachs im Skizzenwissen und die Qualität der mathematischen Skizzen mediiert wurde. Die Lernenden der EG1, EG2 und EG3 zeigten einen vergleichbaren Skizzenwissenszuwachs sowie eine vergleichbare durchschnittliche Skizzenqualität und Modellierungsleistung. Auf der Schülerebene hing nur die Qualität der mathematischen Skizzen mit der Modellierungsleistung zusammen. Das heißt, Schülerinnen und Schüler, die eine höhere durchschnittliche Qualität bei mathematischen Skizzen erreichten, zeigten eine bessere durchschnittliche Modellierungsleistung.

Auf der Aufgabenebene fanden wir einen positiven Zusammenhang zwischen der Skizzenqualität und der Modellierungsleistung für situationale und mathematische Skizzen. Das heißt, ein Schüler, der eine bessere situative oder mathematische Skizze zeichnete, löste die entsprechende Modellierungsaufgabe häufig besser als ein Schüler mit einer weniger guten Skizze. Die

Zusammenhänge zwischen der Skizzenqualität und der Modellierungsleistung variierten zudem zwischen Schülerinnen und Schülern.

5. Diskussion

Die Studie hat gezeigt, dass Skizzenwissen durch eine 90-minütige Intervention gefördert werden kann. Jedoch erwies sich die Förderung des Skizzenwissens nicht als wirksamer Weg, um die Modellierungsleistung zu verbessern. Die Analyse des Wirkungsmodells zeigte jedoch einen indirekten Effekt, der über den Skizzenwissenszuwachs und die Qualität der mathematischen Skizzen mediiert wurde. Damit konnte das theoretische Modell von Borkowski et al. (2000) für die Strategie des Zeichnens einer Skizze bestätigt werden. Eine Verbesserung der Modellierungsleistung ist bei kombinierter Förderung des Strategiewissens und der Strategieanwendung zu erwarten. Bisher haben wir uns nur auf die Förderung des Strategiewissens konzentriert. Auf der Aufgabenebene zeigte sich erwartungsgemäß, dass situative und mathematische Skizzen beim mathematischen Modellieren hilfreich sein können und dass die Skizzenqualität wichtig für deren Wirksamkeit ist (Rellensmann, 2019). Auf der Schülerebene zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Skizzenqualität und der Modellierungsleistung nur für mathematische Skizzen. Eine Erklärung ist das Leistungsniveau der Lernenden, da mathematisch schwächere Lernende vermehrt situative Skizzen zeichnen (Van Garderen, Scheuermann & Jackson, 2013).

Literatur

- Borkowski, J. G., Chan, L. K. & Muthukrishna, N. (2000). A process-oriented model of metacognition: Links between motivation and executive functioning. In G. Schraw & J. C. Impara (Hrsg.), *Issues in the measurement of metacognition* (S. 1-41). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Csikós, C., Sztányi, J. & Kelemen, R. (2012). The effects of using drawings in developing young children's mathematical word problem solving: A design experiment with third-grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 47-65.
- Rellensmann, J. (2019). *Selbst erstellte Skizzen beim mathematischen Modellieren. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S. & Leopold, C. (2017). Make a drawing. Effects of strategic knowledge, drawing accuracy, and type of drawing on students' mathematical modelling performance. *Educational Studies in Mathematics*, 95(1), 53-78.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S. & Leopold, C. (2019). Measuring and investigating strategic knowledge about drawing to solve geometry modelling problems. *ZDM Mathematics Education*, 1-14.
- Van Garderen, D., Scheuermann, A. & Jackson, C. (2013). Examining how students with diverse abilities use diagrams to solve mathematics word problems. *Learning Disability Quarterly*, 36(3), 145-160.