

ROSENDAHL, Annika; BECKSCHULTE, Catharina; QUARDER, Jascha
& SCHUKAJLOW, Stanislaw
Münster

Portfolio als Prüfungsform für mathematisches Modellieren mit digitalen Werkzeugen

Mathematisches Modellieren mit digitalen Werkzeugen ist in schulischen Curricula fest verankert und muss daher auch geprüft und bewertet werden. Die derzeit häufigste Form der Überprüfung mathematischer Modellierungskompetenzen stellen schriftliche Tests dar (Frejd, 2013). Frejd und Ärlebäck (2011) kamen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass dabei in der Regel lediglich Teilkompetenzen des Modellierens geprüft werden. Eine authentische digitalgestützte Modellierungsaufgabe wird in Abbildung 1 dargestellt. Zur Lösung der Aufgabe muss ein vollständiger Modellierungsprozess, der z. B. Recherchearbeit enthält, durchgeführt werden, was in klassischen Prüfungsformaten nur schwer umgesetzt werden kann.

Um Möglichkeiten zur Überprüfung authentischer mathematischer Modellierungen zu entwickeln, werden verschiedene alternative Prüfungsformate diskutiert – darunter Portfolios. Diese werden als Materialsammlung verstanden, in der Schüler*innen den Arbeitsprozess und ihre Leistung dokumentieren (Frejd, 2013). Der Einsatz von Portfolios im Mathematikunterricht kann eine umfangreichere Bewertung von mathematischen und außermathematischen Kompetenzen ermöglichen (Krall, 2023). Auch metakognitive Fähigkeiten und Lernstrategien können in die Bewertung einfließen (Keller, 2010). Frejd (2013) betont in einem Literature Review über Prüfungsformate, dass Portfolios das Potenzial haben, sich als valide und reliable Prüfungsmethode für mathematisches Modellieren zu etablieren.

Um dieses Potenzial im schulpraktischen Kontext genauer zu untersuchen, wurde das Projekt **AIPMo** (**A**lternative **P**rüfungsformate beim **m**athematischen **M**odellieren) entwickelt. Die vorliegende qualitative Interviewstudie geht der folgenden Forschungsfrage nach: *Welche Vor- und Nachteile ergeben sich aus Schüler*innenperspektive bei der Portfolioarbeit als alternative Prüfungsform zum mathematischen Modellieren mit digitalen Werkzeugen?*

Studie

Im Rahmen des AIPMo-Projekts wurde eine Unterrichtseinheit zum mathematischen Modellieren mit digitalen Werkzeugen entwickelt, die an einer nordrhein-westfälischen Gesamtschule mit acht Lernenden der 9. Jahrgangsstufe (5 weiblich, durchschnittliches Alter 15.38 Jahre) durchgeführt wurde. Die Einheit begann mit einer Einführungsstunde zu GeoGebra. Während vier 45-Minuten Unterrichtsstunden erstellten die Schüler*innen anschließend

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

Unsere erste gemeinsame Wohnungssuche

Anna und Ben sind ein Paar. Anna arbeitet in Aachen und Ben in Brühl. Die beiden wollen in eine gemeinsame Wohnung ziehen und suchen deshalb nach einem geeigneten Wohnort.

Welchen Wohnort könnt ihr Anna und Ben empfehlen?

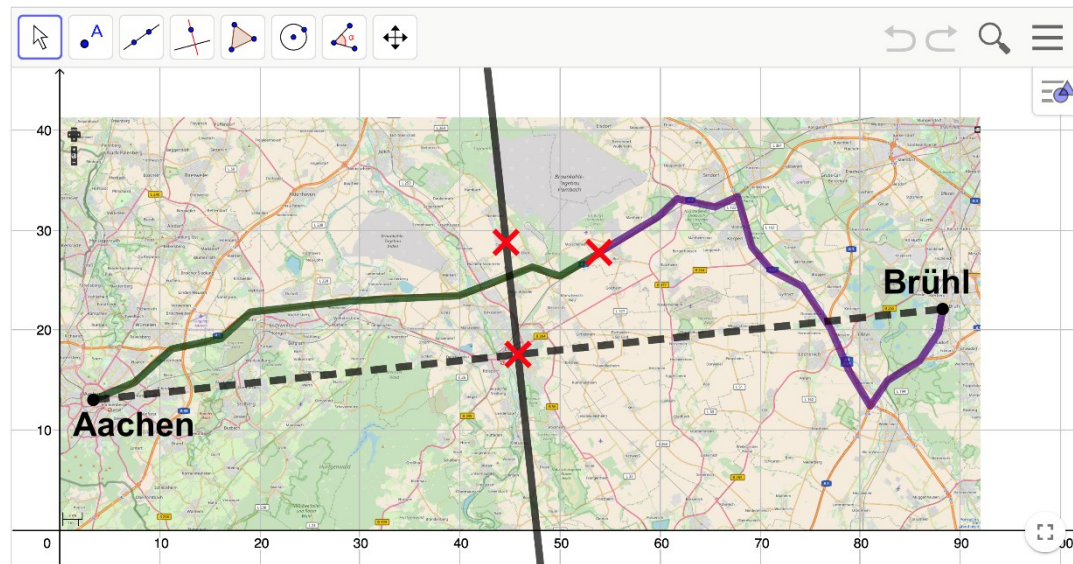


Abb. 1: Digitalgestützte Modellierungsaufgabe „Wohnungssuche“ mit drei möglichen Beispiellösungen (Quarder & Greefrath, 2024, S. 119)

ein digitales Portfolio, in dem sie die kooperative Bearbeitung einer aus vier zur Auswahl stehenden digitalgestützten Modellierungsaufgaben (u. a. die Aufgabe „Wohnungssuche“) dokumentierten. Zur Unterstützung diente zudem eine Arbeitsmappe, die strukturiert durch die Schritte (1) *Aufgabe vereinfachen*, (2) *Mathematik benutzen* und (3) *Lösung überprüfen* führte.

Zur Datenerhebung wurden anschließend leitfragengestützte qualitative Einzelinterviews geführt. Mithilfe eines Stimulus Recall wurden die Schüler*innen zu den Themenbereichen allgemeine Erfahrungen, Portfolioarbeit und Portfolioarbeit als Prüfungsformat beim mathematischen Modellieren befragt. Mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2014) wurden die Transkripte der Tonaufnahmen ausgewertet. Bei der Kodierung wurde eine hohe Intercoder-Reliabilität erreicht (Cohen's Kappa $\kappa = .84$).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der induktiv gebildeten Kategorien können der Abbildung 2 entnommen werden. Nachfolgend werden ausgewählte Aspekte erläutert, die sowohl den Vor- als auch den Nachteilen zugeordnet wurden.

Bei der Portfolioarbeit wurde in Bezug auf die Arbeitsphase die *Struktur* der Arbeitsmappe sowohl als Stärke als auch als Herausforderung hervorgehoben. Während manche Schüler*innen die angeleiteten Arbeitsschritte verwirrend empfanden, war es für einen Schüler hilfreich, dass „man so einen

bestimmten, quasi Faden [hat], den man abarbeitet [...] da kommt man nicht so schnell durcheinander“. Der Aspekt der Kooperation wurde ebenfalls sowohl negativ als auch positiv wahrgenommen. Vier Schüler*innen nannten die Zusammenarbeit als Vorteil, darunter betonte ein Schüler, dass „man dann auch besser [...] mit seinen Mitschülern so die Lösung vergleichen oder sich so gegenseitig auch helfen“ kann. Eine Schülerin gab jedoch zu bedenken, dass eine erfolgreiche Kooperation von zugeteilten Partner*innen abhängt: „[W]enn man nicht den richtigen Partner hat oder die Partnerin, dann ist das auch schwierig.“

Hinsichtlich des zeitlichen Aspekts des Prüfungsformats beschrieb eine Schülerin im Vergleich zu Klassenarbeiten: „HIER arbeitest du ja nicht nur eine Stunde dran, sondern ein bisschen länger. Das heißt, wenn du so nicht so guten Tag hast, dann kannst du das mit anderen Stunden halt ausgleichen.“ Andere Schüler*innen nahmen es als Nachteil wahr, dass die Portfolioarbeit mehr Zeit beansprucht als das Schreiben einer Klassenarbeit.

Im Rahmen des *digitalen Arbeitens* wurden technische Schwierigkeiten mit GeoGebra problematisiert: „Das war immer ein bisschen blöd, so wie man das verschieben konnte. Aber das ist ja das Programm, muss man sich halt da erst richtig auskennen“. Eine Schülerin beschrieb hingegen, wie sie GeoGebra als arbeitserleichternd erlebte, denn „man musste ja [...] nur drauf tippen und dann hat man die Lösung“. Generell berichteten die Schüler*innen, Spaß am digitalen Arbeiten zu haben.

	Wahrgenommene Vorteile	Wahrgenommene Nachteile		
Portfolioarbeit	Dokumentation	Aufwand Mangel an Erfahrung		
			Gedächtnisstütze	
			Nachvollziehbarkeit durch Lehrkräfte	
	Arbeitsphase	Kooperation Struktur Autonomie	Kooperation Struktur	
				Lerneffekte
				Kreative Freiheit
Prüfungsformat	Zeit Reduzierter Leistungsdruck	Zeit Täuschungsmöglichkeit		
	Aufgabenformat	Digitales Arbeiten Authentisches Modellieren Interesse	Digitales Arbeiten Herausforderung beim Modellieren	

Abb. 2: Vor- und Nachteile aus Perspektive der Schüler*innen

Diskussion

Die Studie deutet auf einige Vorteile von Portfolios als Prüfungsformat beim mathematischen Modellieren hin und kann somit die Ergebnisse von Krall

(2023) stützen. Zudem konnten neue Erkenntnisse hinsichtlich der wahrgenommenen Nachteile beim Modellieren mit digitalen Werkzeugen aufgezeigt werden, denn die Portfolioarbeit verdeutlicht, wie herausfordernd mathematisches Modellieren für Schüler*innen ist (Blum, 2011). Zudem zeigten sich Schwierigkeiten hinsichtlich des Aspekts Zeit und der Möglichkeit für Täuschungsversuche, die besonders in den Blick genommen werden müssen, wenn Portfolios Klassenarbeiten ersetzen sollen. Letzteres kann auf die Kooperation während der Aufgabenbearbeitung zurückgeführt werden, die bei schriftlichen Tests weniger stattfindet (Frejd & Ärlebäck, 2011).

Um das Potenzial von Portfolios als alternative Prüfungsform beim Modellieren weitergehend zu untersuchen, steht eine Studie zu Chancen und Herausforderungen aus Perspektive von Lehrkräften aus, da diese die Portfolios bewerten müssen. Zusätzlich wird eine quantitative Studie durchgeführt, die den Zusammenhang zwischen der summativen Bewertung von Portfolios und der benoteten Leistung in einem schriftlichen Modellierungstest bzw. der Mathematik-Schulnote untersucht. Insgesamt deutet die vorliegende Studie darauf hin, dass Portfolios ein interessantes Prüfungsformat beim Modellieren darstellen können und weitere empirische Forschung lohnenswert ist.

Literatur

- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (S. 15–30). Springer Netherlands.
- Frejd, P. (2013). Modes of Modelling Assessment—A Literature Review. *Educational Studies in Mathematics*, 84, 413–438.
- Frejd, P. & Ärlebäck, J. B. (2011). First Results from a Study Investigating Swedish Upper Secondary Students' Mathematical Modelling Competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14* (S. 407–416). Springer Netherlands.
- Keller, S. (2010). Portfolios und Bildungsstandards – kann das zusammengehen? In C. Biermann & K. Volkwein (Hrsg.), *Portfolio-Perspektiven. Schule und Unterricht mit Portfolios gestalten* (S. 68–77). Beltz.
- Krall, G. (2023). Teacher-designed mathematical portfolio assessments: Motivations, potential benefits, and lessons learned. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 23, 303–321.
- Quarder, J., & Greefrath, G. (2024). Mathematisches Modellieren mit digitalen Werkzeugen im Lehr-Lern-Labor-Seminar. Empirische Ergebnisse zur Förderung kognitiver Aspekte der bereichsspezifischen professionellen Diagnosekompetenz. In R. Kürten, G. Greefrath, & M. Hammann (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Laboren: Innovative Lehrformate in der Lehrerbildung zum Umgang mit Heterogenität und Inklusion* (S. 111–129). Waxmann.