

BECKSCHULTE, Catharina & SCHUKAJLOW, Stanislaw
Münster

Bewertung von Lösungen zu einer offenen Modellierungsaufgabe – Eine Studie zum Vergleich eines schematischen und eines nicht-schematischen Ansatzes

Einleitung

„Brauche ich das für die Klassenarbeit?“ – Eine Frage, die vielen Lehrkräften bekannt ist. Da mathematisches Modellieren als eine von sieben allgemeinen mathematischen Kompetenzen in den deutschen Bildungsstandards verankert ist, sind Modellierungsaufgaben in die Leistungsmessung zu integrieren, da andernfalls die Bedeutung seitens der Lernenden verkannt bliebe (Maaß 2008). Modellierungskompetenzen zu bewerten, stellt jedoch eine Herausforderung für Lehrkräfte dar (Greefrath & Maaß 2020). Dies liegt unter anderem am kleinschrittigeren Aufbau von Prüfungsaufgaben im Vergleich zu Aufgaben für den Unterricht und dem damit einhergehenden Problem, die für Modellierungsaufgaben wichtige Authentizität zu bewahren (vgl. ebd.).

In der Modellierungsdiskussion werden verschiedene Bewertungsvorschläge auf Grundlage von Teilkompetenzen des Modellierens diskutiert (vgl. u.a. Borromeo Ferri 2018). Doch sind solche Kriterien hilfreich, um verschiedene Lösungen zu einer offenen Modellierungsaufgabe in ihrer Qualität zu unterscheiden? Mit dieser Motivation wurde eine Studie zur Bewertung von Modellierungskompetenzen entwickelt, die in diesem Beitrag mit- samt ersten Pilotierungsergebnissen vorgestellt wird.

Theoretischer Hintergrund

Lösungswege offener mathematischer Modellierungsaufgaben unterscheiden sich nach Schukajlow & Krug (2018) beispielsweise (1) in der Variation durch verschiedene Annahmen zu fehlenden Angaben und (2) in der Variation durch verschiedene mathematische Verfahren und deren unterschiedliche Komplexität. In der Variation durch verschiedene Annahmen können numerische und nicht-numerische Annahmen unterschieden werden: Nicht-numerische Annahmen beziehen sich auf situative Bedingungen und numerische Annahmen auf fehlende Größenangaben (Krawitz et al. 2022).

In der Offenheit von Modellierungsaufgaben begründet sich auch die Herausforderung an deren Bewertung. Das Konstrukt der Bewertungskompetenz von Lehrkräften im Bereich der mathematischen Modellierung ist bislang wenig erforscht (Borromeo Ferri 2022). Einigkeit besteht in der Notwendigkeit für Bewertungskriterien, die Lehrkräften helfen, nicht nur die

rein mathematischen Aspekte des Modellierens zu berücksichtigen (Greefrath & Maaß 2020). Je nach verwendeter Modellierungsaufgabe gibt es verschiedene Vorschläge für Bewertungsschemata in der Fachliteratur (vgl. u.a. Maaß 2008; Leiß und Müller 2008; Borromeo Ferri 2018). Diese orientieren sich an idealtypischen Modellierungsprozessen, wie sie aus Modellierungskreisläufen bekannt sind.

In der Literatur zu findende Instrumente zur Überprüfung von Modellierungskompetenzen konzentrieren sich häufig nur auf einzelne Teilkompetenzen (vgl. u. a. Hankeln und Beckschulte 2020). Dies begründet sich in der Abhängigkeit einzelner Modellierungsschritte. Wie ist es beispielsweise zu gewichten, wenn in einer Lösung sinnvolle Vereinfachungen getroffen werden, die jedoch in ein weniger komplexes mathematisches Modell resultieren – in einer anderen Lösung ein komplexes mathematisches Modell verwendet wird, das auf weniger sinnvollen Vereinfachungen beruht? Aufgaben zu Teilkompetenzen des Modellierens erlauben die gezielte Diagnose und Bewertung einer einzelnen Teilkompetenz, wobei die Erfassung etwa von Interpretieren und Validieren hier eine Herausforderung darstellt. Für die Leistungsbewertung im Unterricht muss es auch das Ziel sein, Lösungen zu Aufgaben zu bewerten, die einen gesamten Modellierungsprozess erfordern.

Forschungsfragen und Methode der Studie

Aus dieser Motivation ergeben sich die zentralen Forschungsfragen der in diesem Beitrag vorgestellten Studie:

- Bewerten Lehramtsstudierende Lösungen zu einer Modellierungsaufgabe unterschiedlich, wenn diese in (1) der Sinnhaftigkeit der Annahmen und (2) der Komplexität des mathematischen Modells variieren?
- Inwiefern beeinflusst es die Bewertung von Lösungen zu einer Modellierungsaufgabe, ob Punkte schematisch oder nicht schematisch vergeben werden?

Um diese Fragen zu untersuchen, wurde eine quantitative Studie konzipiert, welche die Bewertung durch Lehramtsstudierende von Lösungen zu einer Modellierungsaufgabe analysiert. Dazu wird die Modellierungsaufgabe „Tower“ verwendet, in der es darum geht, die Fläche einer Büro-Etage anhand eines Grundrisses zu modellieren (Abbildung 1). Für die Studie werden vier Lösungen der Tower-Aufgabe betrachtet, die sich in Anlehnung an die Theorie zu multiplen Lösungen in den Vereinfachungen und Mathematisierungen unterscheiden (vgl. Tabelle 1). Die Qualität der weiteren Lösungsschritte wird konstant gehalten, um den Fokus auf die Schritte Vereinfachen und Mathematisieren zu legen. Dies ist in der Einordnung der Ergebnisse aufgrund der Abhängigkeit der Teilschritte zu berücksichtigen.

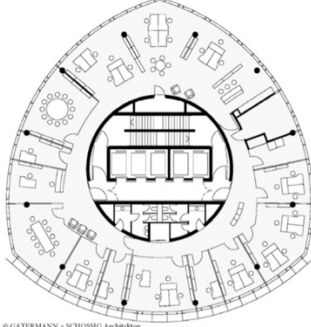

	<p>Aufgabe Tower In Köln Deutz steht der sogenannte Köln-Triangle, ein Turm mit ganz besonderer Form. Der 103,20 m große Turm hat 29 Etagen und auf dem Dach eine Aussichtsplattform. Neben Etagen mit Veranstaltungsräumen und Restaurants gibt es auch einige Etagen, die sich Geschäftsleute als Büros mieten können. Unten seht ihr einen Grundriss einer solchen Büro-Etage, die Aufzüge, das Treppenhaus und die Toiletten abgebildet. <i>Wie viele Quadratmeter hat eine solche Büro-Etage?</i></p>	
---	---	---

Abb. 1: Modellierungsaufgabe Tower (Grundriss: KölnTriangle © Gatermann + Schossig Architekten; Bildaufnahme: privat)

In Bezug auf Vereinfachungen unterscheiden sich die Lösungen, die sinnvolle bzw. nicht sinnvolle nicht-numerische Annahmen enthalten. Bei den Mathematisierungen wird jeweils eine Form eines komplexen Modells und eines weniger komplexen Modells unterschieden. Diese Unterscheidung liegt in den gröberen vs. feineren Flächeneinteilungen des Grundrisses in dem einfacheren vs. komplexeren Modell.

Tabelle 1: Variation in den vier Lösungen zur Tower-Aufgabe

Lösung	Vereinfachen/Annahmen treffen	Punkte	Mathematisieren	Punkte
1	Sinnvolle Annahme	2/2	Weniger komplexes Modell	1/2
2	Sinnvolle Annahme	2/2	Komplexes Modell	2/2
3	Weniger sinnvolle Annahme	1/2	Weniger komplexes Modell	1/2
4	Weniger sinnvolle Annahme	1/2	Komplexes Modell	2/2

Die Bewertung der Lösungen seitens der Studierenden wurde anhand eines Online-Fragebogens erhoben. Zusätzlich wurden den Proband*innen die vier Lösungen zeitgleich und übersichtlich auf Papier vorgelegt. Neben der Bewertung der Lösungen werden im Fragebogen Begründungen für die Be-punktung sowie weitere Variablen, wie etwa das fachdidaktische Wissen zum Modellieren, erhoben.

Um die erste Forschungsfrage zu beantworten, wird zunächst analysiert, inwiefern die Studierenden die antizipierte Reihenfolge der vier unterschiedlichen Lösungen in ihrer Bewertung berücksichtigen und somit Unterschiede in der Sinnhaftigkeit der Annahmen und der Komplexität des Modells der jeweiligen Lösung erkennen. Für die zweite Forschungsfrage werden dann

diesbezügliche Unterschiede in den beiden randomisierten Gruppen (1) schematisch und (2) nicht-schematisch untersucht. Studierende der schematischen Gruppe bewerten die Lösungen anhand der vorgegebenen Bewertungskriterien "Vereinfachen/Annahmen treffen" und "Mathematisieren". In der anderen Gruppe erfolgt die Bewertung ohne Vorgabe.

Ausblick auf das weitere Vorgehen

Erste Pilotierungsergebnisse ($N = 48$) deuten darauf hin, dass die Proband:innen die vier Lösungen signifikant unterschiedlich bewerten und dabei die antizipierte Reihenfolge (vgl. Tabelle 1) berücksichtigen. Weitere Analysen mit größerem Stichprobenumfang sind im Anschluss an die Pilotierung geplant. Beispielsweise soll untersucht werden, inwiefern etwa das fachdidaktische Wissen zum Modellieren oder affektive Merkmale mit der Bewertung von Modellierungskompetenzen zusammenhängen. Zudem werden die Begründungen für die Bepunktungen mithilfe qualitativer Methoden betrachtet und in Beziehung zu den quantitativen Ergebnissen gesetzt.

Literatur

- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. Springer International Publishing.
- Borromeo Ferri, R. (2022). Schriftliche Lösungen von Modellierungsaufgaben bewerten – eine explorative Studie mit Mathematiklehrkräften aus der Sekundarstufe. In N. Buchholtz, B. Schwarz, K. Vorhölter (Hrsg.): *Initiationen mathematikdidaktischer Forschung* (S. 111-135). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Greefrath, G., & Maaß, K. (Hrsg.) (2020). *Modellierungskompetenzen – Diagnose und Bewertung*. Springer.
- Hankeln, C., & Beckschulte, C. (2020). Teilkompetenzen des Modellierens und ihre Erfassung – Darstellung einer Testentwicklung. In G. Greefrath & K. Maaß (Hrsg.): *Modellierungskompetenzen – Diagnose und Bewertung* (S. 65-86). Springer.
- Krawitz, J., Schukajlow, S., Kanefke, J., & Rakoczy, K. (2022). Making realistic assumption in mathematical modelling. In Fernandez, Llinares et al. (Hrsg.): *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (S. 59-66). Spain: PME.
- Krug, A., & Schukajlow, S. (2018). Multiple Lösungen beim mathematischen Modellieren - Konzeption und Evaluation einer Lernumgebung. In S. Schukajlow & W. Blum (Hrsg.): *Evaluierte Lernumgebungen zum Modellieren* (S. 241-264). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Leiß, D., & Müller, M. (2008). Offene Aufgaben – auch ein offenes Problem der Bewertung? *Praxis Schule*, 5–10(5), 13–17.
- Maaß, K. (2008). *Mathematisches Modellieren. Aufgaben für die Sekundarstufe I*. Cornelsen Scriptor.