

Lisa-Marie WIENECKE, Lüneburg, Dominik LEISS, Lüneburg & Timo EHMKE, Lüneburg

## **Das Anfertigen von Notizen als Lernstrategie beim mathematischen Modellieren**

Nicht erst seit den unbefriedigenden PISA-Ergebnissen und dem damit verbundenen Ziel der mathematisch mündigen Teilhabe an der Gesellschaft wird eine Reform des Mathematikunterrichts und der Aufgabekultur angestrebt. Anwendungsorientierter Mathematikunterricht mit entsprechenden Modellierungsaufgaben wird in der Mathematikdidaktik seit mehreren Jahrzehnten postuliert und intensiv erforscht.

### **Theoretischer Hintergrund**

Beim mathematischen Modellieren steht im Vordergrund, dass Schüler\*innen eine realitätsbezogene Situation durch den Einsatz mathematischer Mittel verstehen, strukturieren und die zugrundeliegende Fragestellung einer Lösung zuführen. Zahlreiche empirische Studien zeigen, dass der damit einhergehende Übersetzungsprozess zwischen Realität und Mathematik mit kognitiven Barrieren verbunden ist (Galbraith & Stillman, 2006; Wijaya et al., 2014), jedoch stellt bereits das Verstehen der realen Problemsituation – also die mentale Konstruktion eines adäquaten Situationsmodells vor dem Übersetzungsprozess – Lernende vor Probleme (Leiss et al., 2010). Entsprechend gilt es im Rahmen der unterrichtlichen Vermittlung von Modellierungskompetenz die Lesekompetenz sowie diesbezügliche Lernstrategien zu fokussieren (Schnotz & Dutke, 2004). Eine Strategie im Umgang mit diesen kognitiven Barrieren stellt das Anfertigen von Notizen während der Auseinandersetzung mit der zumeist textlich gegebenen Realsituation dar. Nach Lonka et al. (1994) und Slotte et al. (2001) sind in diesem Rahmen diverse Formen von Notizen in ihrer Form, Struktur und Wortwahl zu unterscheiden (bspw. Notizen in Form einer Concept Map in eigenen Worten), welche an verschiedenen Stellen des Arbeitsprozesses als Elaborationsstrategien verwendet werden können, um sich mit der Realsituation intensiv auseinanderzusetzen, dargestellte Informationen explizit zu machen und zielgerichtet neu zu strukturieren (Staub, 2006).

Erste Studien (z.B. Leiss et al., 2019) konnten zeigen, dass das Anfertigen von Notizen durchaus häufig von Schüler\*innen eingesetzt wird und positive Effekte hinsichtlich der erfolgreichen Bearbeitung von Modellierungsaufgaben bestehen. Differenzielle Analysen hinsichtlich der Gestaltung von Notizen (bspw. qualitative und quantitative Charakteristika) und dem spezifischen Einfluss auf den Lösungsprozess stellen allerdings ein Forschungsdesiderat dar.

## Methode

Hieran knüpft das vorliegende Projekt an, das einerseits untersucht, inwiefern personen- bzw. aufgabenbezogene Merkmale mit spezifischen Elementen im Rahmen der Anfertigung von Notizen einhergehen und andererseits den Zusammenhang dieser Elemente mit einer erfolgreichen Aufgabenbearbeitung analysiert. Im Rahmen einer Studie der Arbeitsgruppe Fach und Sprache haben Schüler\*innen hierfür jeweils eine von zwei offenen mathematischen Modellierungsaufgaben (*Backofen & Tanken*) innerhalb einer paper-pencil-Testung im Klassenverband bearbeitet. Die Aufgaben bestanden jeweils aus einem lebensweltlichen Aufgabenstamm, einer Modellierungs-Fragestellung und dem gezielten Hinweis, ausführlich den Weg zur Lösung zu notieren. Beide Aufgaben gleichen sich sowohl in ihrer Schwierigkeit (Lösungsrate), der mathematischen Leitidee (funktionaler Zusammenhang), den geforderten mathematischen Kompetenzen (Modellieren & technisches Abreiten), der inhaltlichen Grundproblematik (finanzielle Entscheidungsaufgabe), der Anzahl (ir)relevanter Zahlenangaben im Text, der Komplexität der Einheiten als auch in ihrem selbstberichteten Interesse der Schüler\*innen. Jedoch sind die Aufgabenkontexte unterschiedlich: In der einen Aufgabe sind die Schüler\*innen aufgefordert, zu errechnen, inwieweit sich die Anschaffung eines neuen Backofens durch eingesparte Stromkosten lohnen kann. Eine Situation, mit der die meisten Schüler\*innen nur wenige Erfahrung haben werden. In der anderen Aufgabe war zu errechnen, ab wann das Tanken an einer anderen Tankstelle günstiger ist, was zumindest eine im Alltag passiv erlebte Situation beschreibt. Insofern wäre zu erwarten, dass die Aufgabe *Backofen* im Hinblick auf die Konstruktion eines Situationsmodells anspruchsvoller ist als die Aufgabe *Tanken*. Darüber hinaus bearbeiteten die Schüler\*innen einen verkürzten C-Test zum Erfassen der sprachlichen Fähigkeiten, einer Selbsteinschätzung zum Interesse an der Aufgabe und soziodemografischen Daten.

Anhand eines Kodiermanuals wurden neben der Korrektheit der mathematischen Lösung die Notizen der Schüler\*innen, bspw. Unterstreichungen oder das eigenständige Verknüpfen der herausgeschriebenen Daten erfasst. Die kodierten Daten wurden anschließend in SPSS übertragen, gerated und anhand von Häufigkeitsanalysen betrachtet, bevor Korrelationen und Regressionen gerechnet wurden. Ein im Hinblick auf die Ergebnisse besonders nennenswerter Code ist die *Elaboration der Daten*, der differenziert, ob die Schüler\*innen lediglich die (relevanten) numerischen Daten des Aufgabentextes aufschreiben und die Notizen als bloße Entlastung des Arbeitsgedächtnisses dienen (Score 0) oder ob mit der Notation auch eine gewisse Weiter-

verarbeitung der Informationen verbunden ist (Score 1). Die folgenden Ergebnisse basieren dabei auf einer Stichprobe von  $n = 866$  Proband\*innen (48,8% ♀/ 51,2% ♂) der Jahrgänge 7 und 8 aus 17 Schulen in Hamburg und Lüneburg.

## **Ergebnisse**

Die Analysen zeigen u.a., dass höhere Sprachkompetenzen, ein höheres Interesse an den Aufgaben und der soziale Hintergrund signifikant mit einer größeren Häufigkeit von Notizen einhergehen. Zudem hängen das Anfertigen von Notizen sowie eine weiterführende Elaboration der Daten im Aufgabentext signifikant mit der Lösungsrate der Aufgabe zusammen. Signifikante Korrelationen bestehen auch zwischen dem Unterstreichen und Herausschreiben der zur Lösung benötigten Zahldaten und der Lösungsrate – eine negative Korrelation dagegen mit dem Herausschreiben irrelevanter Informationen. Anhand einer linearen Regression (AV: erfolgreiche Aufgabebearbeitung), in der diese Faktoren sowie das über die Schulstufe erhobene Geschlecht als unabhängige Variable einbezogen wurden, konnte eine mittlere Varianzaufklärung erzielt werden. Den höchsten standardisierten Koeffizienten wies dabei das eigenständige Strukturieren der im Aufgabentext gegebenen Informationen auf. Jedoch wurden bei der *Tanken*-Aufgabe lediglich zwei Drittel der bei *Backofen* aufgeklärten Varianz verzeichnet. Unterschiede zwischen den Aufgaben finden sich insbesondere im Anfertigen von Notizen im Allgemeinen und im Notieren von Einheiten, welche beide bei der Aufgabe *Tanken* verstärkt auftraten.

## **Diskussion**

Die Analysen weisen darauf hin, dass die Konstruktion des Situationsmodells bei Backofen schwieriger sein könnte. Desto überraschender ist es, dass obwohl beide Aufgaben sich in einer Vielzahl von Charakteristika ähneln, die Schüler\*innen mehr Notizen bei der *Tanken*-Aufgabe anfertigen. Dieser Unterschied und einige weitere deuten darauf hin, dass es andere relevante Prädiktoren gibt, die bisher nicht berücksichtigt wurden. An diesem Punkt können weitere Forschungen ansetzen und beispielsweise Einflüsse weiterer Faktoren, wie das kognitiv-fachliche oder sprachliche Schwierigkeitsniveau untersuchen.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Schulen das Notizenmachen gezielt als Lern- und Erarbeitungsstrategie einsetzen sollten. Dabei ist zu beachten, dass die Schüler\*innen die hier gezeigten Vorteile - insbesondere die Elaboration relevanter Informationen im Text - nutzen. Ebenso kann es von Vorteil sein, die Schüler\*innen anzuleiten, bereits beim Aufschreiben zu

überlegen, welche Zahlenangaben für die Lösung der Aufgabe tatsächlich relevant sind, da ein negativ-korrelierender Zusammenhang zwischen erfolgreichem Lösen und dem Unterstreichen und Ausschreiben irrelevanter Zahlenangaben besteht. Langfristig könnte die Umsetzung der hier vorgeschlagenen Strategien die Herausbildung mathematisch mündiger Bürger\*innen unterstützen.

Die Befunde zeigen zwar, dass der Einsatz von Notizen bei mathematischen Modellierungsaufgaben mit der Lösungsrate korreliert, können jedoch nicht im Detail erklären, bei welchen Aufgabenmerkmalen Notizen in welcher Weise wirken. Entsprechend könnte sowohl eine explorative als auch eine diesbezügliche Trainingsstudie, die anders als im vorliegenden Fall, bewusst die Strategieexpertise der Proband\*innen beeinflusst, positive Befunde für die unterrichtliche Behandlung von Modellierungsaufgaben und damit langfristig für die Bildung mathematisch mündiger Bürger\*innen liefern.

**Acknowledgment.** Die beschriebenen Daten wurden im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Fach und Sprache (<http://www.fach-und-sprache.de>) erhoben.

## Literatur

- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W. & Niss, M. (2007). Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI study. Springer.
- Galbraith, P. & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 143–162.
- Leiss, D., Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R., & Pekrun, R. (2010). The role of the situation model in mathematical modelling: Task analyses, student competencies, and teacher interventions. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 119–141.
- Leiss, D., Plath, J. & Schwippert, K. (2019). Language and Mathematics - Key Factors influencing the Comprehension Process in reality-based Tasks. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(2), 131–153.
- Lonka, K., Lindblom-Ylänne, S. & Maury, S. (1994). The Effect of Study Strategies on Learning from Text. *Learning and Instruction*, 4(3), 253–71.
- Schnotz, W. & Dutke, S. (2004). *Kognitionspsychologische Grundlagen der Lesekompetenz: Mehrebenenverarbeitung anhand multipler Informationsquellen*. Verlag für Sozialwissenschaften.
- Slotte, V., Lonka, K. & Lindblom-Ylänne, S. (2001). Study-strategy use in learning from text. Does gender make any difference? *Instructional Science*, 29(3), 255–72.
- Staub, F. C. (2006). Notizenmachen: Funktionen, Formen und Werkzeugcharakter von Notizen. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (59–71). Hogrefe.
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M. & Doorman, M. (2015). Opportunity-to-learn context- based tasks provided by mathematics textbooks. *Educational Studies in Mathematics*, 89(1), 41– 65.