

Johanna RELLENSMANN, Münster & Stanislaw SCHUKAJLOW,  
Münster

## **Warum zeichnest du nicht? Prädiktoren der Skizzennutzung durch Schüler\*innen beim mathematischen Modellieren**

### **Theoretischer Hintergrund**

Das Zeichnen einer Skizze gilt als hilfreiche Strategie beim Lösen einer geometrischen Modellierungsaufgabe. Obwohl 13- bis 15-jährige Schüler\*innen mit der Strategie der selbst erstellte Skizzen vertraut sind, wenden viele von ihnen die Zeichenstrategie nicht spontan an (Uesaka et al., 2007). Eine Möglichkeit, die Anwendung der Zeichenstrategie zu fördern, ist, die Schüler\*innen aufzufordern, vor dem Lösen einer Aufgabe eine Skizze anzufertigen. In der aktuellen Studie untersuchen wir, wie sich Zeichenaufforderungen auf die Skizzennutzung durch Schüler\*innen auswirken. Weitere Erklärungen dafür, warum Schüler\*innen selten Skizzen nutzen, umfassen unter anderem defizitäres Strategiewissen und einen Mangel in strategiebezogener Motivation (Borkowski et al., 2000). Spezifisches Strategiewissen über selbst erstellte Skizzen (Skizzenwissen) beinhaltet das Wissen über die Merkmale einer qualitativ guten Skizze zu einer Modellierungsaufgabe. Vorangegangene Studien zeigten, dass Skizzenwissen eine wichtige Voraussetzung für das Zeichnen qualitativ guter Skizzen ist (Rellensmann, Schukajlow, Blomberg et al., 2021). Ob das Skizzenwissen eine Voraussetzung für die Nutzung der Zeichenstrategie ist, ist eine offene Frage. Strategiebezogene Motivation (SBM) ist Motivation, die sich aus den Merkmalen von Strategien und ihrer Anwendung ergibt und strategiebezogene Entscheidungen (z. B. die Anwendung einer Zeichenstrategie) erklären kann (Schukajlow et al., 2021). Eine offene Frage ist, inwiefern SBM (Selbstwirksamkeitserwartungen, Utility Value und wahrgenommene Kosten) die Nutzung von Skizzen durch Schüler\*innen vorhersagt.

### **Fragestellung**

In diesem Beitrag analysieren wir die folgende Fragestellung: Welche Effekte haben Zeichenaufforderung, Skizzenwissen und SBM (Selbstwirksamkeitserwartung, Utility Value und Wahrgenommene Kosten) auf die Nutzung von Skizzen unter Kontrolle der mathematischen Fähigkeiten?

### **Methode**

*Teilnehmende und Ablauf* An der Studie nahmen 132 Schüler\*innen (45% weiblich, 15–16 Jahre alt) des neunten und zehnten Jahrgangs von zwei Re-

alschulen teil. Die Schüler\*innen wurden randomisiert einer von zwei Gruppen zugeordnet: Aufforderung eine Situations-skizze oder mathematische Skizze zu jeder Modellierungsaufgabe zu zeichnen ( $n = 91$ ) und keine Zeichenaufforderung ( $n = 41$ ). Am ersten Erhebungszeitpunkt bearbeiteten die Schüler\*innen einen Test zu mathematischen Fähigkeiten, einen Skizzenwissentest und einen Fragebogen zu SBM. Am zweiten Erhebungszeitpunkt lösten sie acht Modellierungsaufgaben mit bzw. ohne Zeichenaufforderung (Code 1 bzw. 0).

*Skizzennutzung* Für die acht Modellierungsaufgaben wurde erfasst, ob die bzw. der Schüler\*in eine Skizze erstellte (Code 1) oder nicht (Code 0).

*Mathematische Fähigkeiten* Der Test zu den mathematischen Fähigkeiten umfasste mathematische Aufgaben ohne einen Realitätsbezug (10 Items), die mit 0 (falsche Lösung) und 1 (richtige Lösung) kodiert wurden. Zum Beispiel sollten die Schüler\*innen eine Gleichung zu einem gegebenen rechtwinkligen Dreieck aufstellen oder eine quadratische Gleichung lösen.

*Skizzenwissen* Bei der Bearbeitung des Skizzenwissentests (16 Items) schätzten die Schüler\*innen die Nützlichkeit von jeweils drei Skizzen, die sich in der Skizzenqualität unterschieden, für das Lösen einer Textaufgabe auf einer Likertskala ein (Rellensmann et al., 2020). Die Angemessenheit der Einschätzungen wurde in eine Skala von 0 bis 3 transformiert.

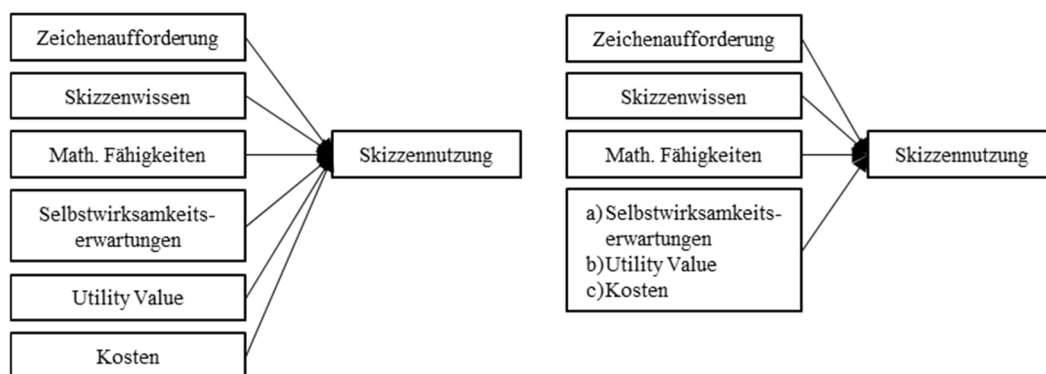
*Strategiebezogene Motivation* In einem Fragebogen bewerteten die Schüler\*innen Aussagen über die eigene Person und ihre strategiebezogene Motivation auf einer Likertskala. Aus den Items wurden Skalen zur Selbstwirksamkeitserwartung („Ich glaube, dass ich zu jeder Textaufgabe sehr gute Skizzen erstellen kann“, 4 Items), Utility Value („Ich glaube, dass das Zeichnen von Skizzen wichtig ist, weil es mir hilft, schwierige Textaufgaben zu lösen“, 4 Items) und Kosten („Es kostet mich viel Mühe, zu einer schwierigen Textaufgabe eine gute Skizze zu erstellen“, 3 Items) gebildet.

Interrater-Reliabilitäten (Fleiss'  $\kappa > .84$ ) and Skalenreliabilitäten (Cronbach's  $\alpha > .64$ ) waren zufriedenstellend für alle Skalen.

## **Ergebnisse**

Über die acht Modellierungsaufgaben hinweg, zeichneten 33% bzw. 21% der Schüler\*innen eine Skizze für eine Modellierungsaufgabe in den Gruppen mit bzw. ohne Zeichenaufforderung. Wir rechneten multiple Regressionsanalysen mit Zeichenaufforderung und Skizzenwissen als Prädiktoren und mathematischen Fähigkeiten als Kovariate (Abb. 1). In Modell 1 fügten wir Selbstwirksamkeitserwartungen, Utility Value und Kosten als simultane

Prädiktoren hinzu. In Modell 2 fungierten entweder Selbstwirksamkeitserwartungen (Modell 2a), Utility Value (Modell 2b) oder Kosten (Modell 2c) als separate Prädiktoren. In Modell 1 hatten Zeichenaufforderung, Skizzenwissen und Selbstwirksamkeitserwartung einen positiven Effekt auf die Skizzennutzung über den Einfluss von mathematischen Fähigkeiten hinaus. Utility Value und wahrgenommene Kosten sagten die Skizzennutzung nicht signifikant vorher. In den Modellen 2a, 2b und 2c zeigte sich ein positiver Effekt der Selbstwirksamkeitserwartungen und ein negativer Effekt der wahrgenommenen Kosten auf die Skizzennutzung. Utility Value sagte die Skizzennutzung nicht signifikant vorher.



**Abb. 1** Modell 1 (links) und Modell 2a-c (rechts)

## Diskussion

Wie in der bisherigen Forschung zeigte sich in der aktuellen Studie, dass viele Schüler\*innen spontan nicht zeichneten oder der Zeichenaufforderung nicht folgten. Wir identifizierten instruktionale, kognitive und motivationale Prädiktoren, die die Skizzennutzung über den Einfluss von mathematischen Fähigkeiten hinaus vorhersagten. Erstens zeigte sich, dass Schüler\*innen, die zum Zeichnen einer Skizze aufgefordert wurden, häufiger Skizzen zeichneten als Schüler\*innen, die spontan zeichneten. Lehrkräfte können ihre Schüler\*innen daher explizit auffordern eine Skizze zu einer Modellierungsaufgabe zu zeichnen, um ihnen strategiebezogene Erfahrungen zu ermöglichen. Zweitens bestätigte sich, dass Schüler\*innen mit gutem Skizzenwissen häufiger Skizzen zeichneten als Schüler\*innen mit schlechterem Skizzenwissen. Dieses Ergebnis ergänzt bisherige Forschungsbefunde zur Bedeutung des Skizzenwissens für die Skizzenqualität (Rellensmann, Schukajlow, Blomberg, et al., 2021). Folglich sollten Lehrkräfte Lerngelegenheiten zur Weiterentwicklung des Skizzenwissens schaffen (Rellensmann, Schukajlow, & Blomberg, 2021). Drittens ergänzen die Ergebnisse das Modell von Borkowski et al. (2000), indem sie Hinweise auf bedeutsame Komponenten strategiebezogener Motivation liefern: Schüler\*innen mit hohen Selbstwirksamkeitserwartungen zeichneten häufiger Skizzen als Schüler\*innen mit

niedrigeren Selbstwirksamkeitserwartungen. Außerdem zeichneten Schüler\*innen, die das Zeichnen als kostenintensiv (d.h. viel Zeit und Anstrengung erforderlich) wahrnahmen, seltener. Aufgrund der starken Korrelation zwischen Selbstwirksamkeitserwartungen und Kosten waren die Effekte der Kosten statistisch nicht signifikant, wenn Selbstwirksamkeitserwartungen simultan im Regressionsmodell berücksichtigt wurden. Entgegen unseren Erwartungen sagte Utility Value die Skizzennutzung in dieser Studie nicht vorher. Eine Erklärung ist, dass Utility Value dann handlungswirksam ist, wenn Schüler\*innen die freie Wahl zwischen verschiedenen Strategien haben. Ein weiterer unterrichtlicher Ansatzpunkt ist daher die Förderung strategiebezogener Motivation. Beispielsweise können Schüler\*innen bei der Konstruktion einer Skizze unterstützt werden (Zhang & Fiorella, 2019), um ihnen strategiebezogene Erfolgserlebnisse zu ermöglichen und so Selbstwirksamkeitserwartungen zu entwickeln und wahrgenommene Kosten zu senken.

## 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). University of Nebraska Press.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S. & Blomberg, J. (2021). Was ist eine gute Skizze? Strategiewissen beim mathematischen Modellieren im Bereich der Geometrie fördern. *Mathematik lehren*, 224, 22–27.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S., Blomberg, J. & Leopold, C. (2021). Does strategic knowledge matter? Effects of strategic knowledge about drawing on students' modeling competencies in the domain of geometry. *Mathematical Thinking and Learning*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.2012741>
- Rellensmann, J., Schukajlow, S. & Leopold, C. (2020). Measuring and investigating strategic knowledge about drawing to solve geometry modelling problems. *ZDM*, 52(1), 97–110. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01085-1>
- Schukajlow, S., Blomberg, J., Rellensmann, J. & Leopold, C. (2021). The role of strategy-based motivation in mathematical problem solving: The case of learner-generated drawings. *Learning and Instruction*, 80, Artikel 101561. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101561>
- Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. (2007). What kinds of perceptions and daily learning behaviors promote students' use of diagrams in mathematics problem solving? *Learning and Instruction*, 17, 322–335.
- Zhang, Q., & Fiorella, L. (2019). Role of generated and provided visuals in supporting learning from scientific text. *Contemporary Educational Psychology*, 59, Artikel 101808. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101808>