

Judith BLOMBERG, Stanislaw SCHUKAJLOW &
Johanna RELLENSMANN, Münster

Skizze? Brauche ich nicht! Zum Zusammenhang von Motivation und Strategienutzung beim Modellieren

Theoretischer Hintergrund

Das spontane Erstellen einer Skizze zu einer realitätsbezogenen (Modellierungs-) Aufgabe durch die Lernenden hat sich als potenziell leistungsförderliche Strategie erwiesen (Hembree, 1992; Uesaka, Manalo & Ichikawa, 2007). Als Lern- und Problemlösestrategie dient sie primär der Elaboration, der Organisation und der Mathematisierung der in einer Aufgabe ausschließlich verbal präsentierten Situationsbeschreibung. So wird aufbauend auf dem Textverstehen sowie unter Aktivierung des Vorwissens und subjektiver Vorstellungen ein mentales Modell der Situation konstruiert (Bannert & Schnotz, 2006; Cox, 1999). Dieses erleichtert das *Verstehen* der in der Aufgabe beschriebenen Situation und wird mit Hilfe der Skizze externalisiert. Durch die Darstellung der für das Problem relevanten Objekte und ihrer Beziehungen zueinander werden häufig Fehler im mentalen Modell entdeckt (Cox, 1999; Schukajlow & Leiss, 2011). Das Zeichnen einer Skizze unterstützt das *Strukturieren* und *Vereinfachen* der Situation. Eine damit verbundene Abstraktion dient als Grundlage für das Erinnern an ähnliche Sachverhalte (Ainsworth, 1999) und unterstützt damit das *Mathematisieren* der in der Aufgabe präsentierten Realsituation. Fallanalysen und eigene Befragungen Lernender zum wahrgenommenen Nutzen von Skizzen bei der Bearbeitung schwieriger Textaufgaben deuten darauf hin, dass Skizzen auch in anderen Teilprozessen des Modellierens, z. B. beim *Interpretieren*, *Validieren* und *Darlegen* des Ergebnisses und für *metakognitiven Aktivitäten* hilfreich sein können.

Trotz der positiven Effekte des Erstellens einer Skizze beim Modellieren, wird diese Strategie von den Lernenden wenig genutzt. In Pressleys (1986) Modell des *Good Strategy Users* werden u. a. motivationale Überzeugungen als Prädiktoren für die spontane Nutzung von Strategien angeführt. Die Erwartungs-Wert-Theorie zur Erklärung der Leistungsmotivation geht dabei von zwei Annahmen aus: Lernende zeichnen eher eine Skizze, wenn sie einerseits von der eigenen Fähigkeit, eine Skizze zu zeichnen, überzeugt sind und zweitens, wenn diese Strategie für sie einen individuellen Wert besitzt (Barron & Hulleman, 2015). Der Wert besteht dabei aus mehreren Komponenten: dem Interesse und der Freude, die beim Zeichnen einer Skizze erfahren wird (Intrinsic Value, IV), der persönlichen Bedeutung, eine gute Skizze zeichnen zu können (Attainment Value, AV) sowie dem Nutzen, der einer

Skizze zugesprochen wird (Utility Value, UV). Darüber hinaus kann das Zeichnen einer Skizze Kosten in Form von Mühe und Zeitaufwand verursachen.

Betrachtet man den Mathematik bezogenen Wert konnten Virtanen et al. (2015) zeigen, dass Intrinsic Value wesentlicher Prädiktor für die Verwendung von Lernstrategien ist. Berger und Karabenick (2011) wiesen positive Effekte sowohl der Selbstwirksamkeitserwartung (SE) als auch des Wertes auf die Strategienutzung für einzelne Lernstrategien in Mathematik nach. Bezogen auf das Erstellen von Skizzen liegen keine systematischen Untersuchungen des Zusammenhangs von Erwartungs-Wert-Variablen und Strategienutzung vor. Eine Analyse von Fallstudien deutet darauf hin, dass die spontane Strategienutzung nicht allein von der Fähigkeit zu zeichnen sondern auch von der wahrgenommenen Effizienz der Strategie abhängt (Ichikawa, 1993, zit. nach Uesaka et al., 2007). Uesaka et al. (2007) konnten zeigen, dass der den Skizzen zugesprochene Nutzen signifikant mit der tatsächlichen Strategienutzung korreliert.

Fragestellung

Für diese Studie ergibt sich daher folgende Fragestellung: Welcher Zusammenhang besteht zwischen den motivationalen Konstrukten Attainment Value, Intrinsic Value, Utility Value und Self-Efficacy bezogen auf das Fach Mathematik sowie auf das Erstellen von Skizzen und der Häufigkeit der Strategienutzung „Erstellen einer Skizze“ beim Modellieren?

Methodisches Vorgehen

Stichprobe und Ablauf. An der Studie nahmen 220 Lernende (49,5% weiblich, $M = 14,93$ Jahre) der 9. und 10. Jahrgangsstufe von einer Sekundar-, einer Real- und einer Gesamtschule teil. Die Untersuchung umfasste zwei Testtermine zwischen denen ein Zeitraum von zwei Wochen lag. Am ersten Termin beantworteten die Schülerinnen und Schüler einen Fragebogen zu motivationalen Konstrukten. Am zweiten Termin bearbeiteten sie acht Modellierungsaufgaben zum Themenbereich Satz des Pythagoras.

Motivation. Die Motivation wurde über drei Hauptskalen mit weiteren Subskalen zu IV, AV, UV und SE auf einer 5-stufigen Likert-Skala (1 = „stimmt genau“, ... 5 = „stimmt gar nicht“) erfasst. Die Items zur Messung der Motivation für das Fach Mathematik entstammen einer Skala von Eccles und Wigfield (1995). Eine zweite Skala misst die Motivation bezogen auf das Zeichnen einer Skizze beim Modellieren. In einer dritten Skala wurden für das Konstrukt UV Skizzen weitere prozessspezifische Subskalen entwickelt,

die sich an den Prozessen des Modellierens (Verstehen, Vereinfachen/Strukturieren, Mathematisieren, Interpretieren, Validieren, Darlegen, Metakognition) orientieren. Die Reliabilitäten der einzelnen Konstrukte sind überwiegend gut bis zufriedenstellend ($.55 < \alpha < .86$). Konfirmatorische Faktorenanalysen der drei Skalen weisen gute bis zufriedenstellende Fit-Werte auf (SRMR $< .05$, RMSEA $< .07$, CFI $> .93$).

Häufigkeit der Skizzennutzung. Die Skizzenquantität wurde je Modellierungsaufgabe dichotom erfasst. Code 0 wurde für eine Bearbeitung ohne, Code 1 für eine Bearbeitung mit Skizze vergeben. Die Messung der Skizzenquantität wies eine gute Reliabilität auf (Cronbachs $\alpha = .866$).

Untersuchungsergebnisse

Ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Skizzenquantität und motivationalen Konstrukten kann für IV Mathematik, IV Skizzen, UV Skizzen und SE Skizzen nachgewiesen werden. Für die prozessspezifische Skala zu UV Skizzen zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Skizzenquantität und dem wahrgenommenen Nutzen des Skizzierens für das Verstehen, Strukturieren/Vereinfachen und Mathematisieren des verbal präsentierten Problems.

Eine zusammenfassende Betrachtung verschiedener Modelle zeigt signifikante positive Effekte von IV Mathematik und IV Skizzen auf die Skizzenquantität. UV Skizzen leistet erst dann einen unabhängigen Beitrag zur Varianzaufklärung der Skizzenquantität, wenn dieses Konstrukt prozessspezifisch erfasst wird. In einem Modell mit prozessspezifischem UV Skizzen, AV Skizzen, IV Skizzen und SE Skizzen beeinflussen IV Skizzen, UV Verstehen, UV Mathematisieren und SE Skizzen die Skizzenquantität positiv. Mit diesem Modell wird eine Varianzaufklärung der Skizzenquantität von 16,2 % erreicht.

Diskussion und Ausblick

Analog zu Befunden aus der Lernstrategieforschung ist Intrinsic Value - hier bezogen auf das Fach Mathematik und auf das Erstellen einer Skizze - bedeutender Prädiktor für das spontane Erstellen einer Skizze beim Modellieren. Während sich keine weiteren Effekte Mathematik bezogener motivationaler Konstrukte zeigen, lassen sich positive Effekte der Selbstwirksamkeitserwartung, eine Skizze zu zeichnen, nachweisen. Außerdem zeichnen Lernende, die eine Skizze für das Verstehen oder Mathematisieren einer Sachsituation nützlich finden, signifikant häufiger eine Skizze.

Dies lässt intrapersonale Unterschiede in der Motivation gegenüber Mathematik und dem Zeichnen von Skizzen beim Modellieren vermuten und legt

eine strategiebezogene Messung zur Vorhersage der Strategieanwendung nahe. Weiter zu untersuchen sind Interaktions- und Mediationseffekte. Wirkt beispielsweise die Selbstwirksamkeitserwartung als Moderator für die Effekte der Wertvariablen (IV, AV, UV) auf die Skizzenquantität? Und welche Effekte haben motivationale Konstrukte über die Skizzennutzung bzw. Skizzenqualität auf die Modellierungsleistung?

Für die unterrichtliche Praxis stellt sich schließlich die Frage, wie sich die strategiebezogene Motivation z. B. durch unterrichtliche Intervention positiv beeinflussen lässt.

Literatur

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33 (2-3), 131-152.
- Bannert, M. & Schnotz, W. (2006). Vorstellungsbilder und Imagery-Strategien. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 72-88). Hogrefe.
- Barron, K. E. & Hulleman, C. S. (2015). Expectancy-Value-Cost Model of Motivation. In J. D. Wright (Ed.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (vol. 8, 2nd ed., pp. 503-509). Amsterdam: Elsevier.
- Berger, J.-L. & Karabenick, S. A. (2011). Motivation and students' use of learning strategies. Evidence of unidirectional effects in mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, 21 (3), 416-428.
- Cox, R. (1999). Representation construction, externalised cognition and individual differences. *Learning and Instruction*, 9 (4), 343-363.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (1995). In the Mind of the Actor. The Structure of Adolescents' Achievement Task Values and Expectancy-Related Beliefs. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21 (3), 215-225.
- Hembree, R. (1992). Experiments and Relational Studies in Problem Solving: A Meta-Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23 (3), 242-273.
- Ichikawa, S. (1993). Suugakuteki na kangaekata'wo megutte no soudan to sidou. In S. Ichikawa (Hrsg.), *Gakusyuuwo sasaeru nintikaunsering: Shinrigakuto kyouikuno aratanasetten* (S. 36-61). Tokyo: Brain Press.
- Pressley, M. (1986). The relevance of the Good Strategy User Model to the Teaching of Mathematics. *Educational Psychologist*, 21 (1-2), 139-161.
- Schukajlow, S. & Leiss, D. (2011). Selbstberichtete Strategienutzung und mathematische Modellierungskompetenz. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 32 (1), 53-77.
- 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 (3), 322-335.
- Virtanen, P., Nevgi, A. & Niemi, H. (2015). Self-Regulation in Higher Education. Students' Motivational, Regulational and Learning Strategies, and Their Relationships to Study Success. *Studies for the Learning Society*, 3 (1-2).