

BRUNNER, Kirsten; LEUDERS, Timo & OBERSTEINER, Andreas
Freiburg, München

Wie Wissen den Blick auf mathematische Aufgaben zur Schwierigkeitseinschätzung schärft – eine Eyetracking-Studie

Genau diagnostische Einschätzungen von Lehrkräften sind wichtige Bestandteile des adaptiven Unterrichts (Hardy, Decristan, & Klieme, 2019). In diagnostischen Einschätzungen geht es um die Beurteilung der Leistungen der Lernenden, der Schwierigkeiten in Aufgaben oder der Aufgabenlösungen von Lernenden. Bisherige Studien konzentrierten sich hauptsächlich auf die Qualität der diagnostischen Beurteilungen, die mit diesen Beurteilungen verbundenen Unterrichtsaktivitäten (Leuders et al., 2022; Südkamp et al., 2012) oder die Rolle von fachdidaktischem Wissen (PCK) in Bezug zur Urteilsgenauigkeit (Ostermann, 2018; Rieu et al., 2022). Jedoch ist bisher weniger über die kognitiven Prozesse bekannt, die den diagnostischen Urteilen zugrunde liegen, und darüber, wie fachdidaktisches Wissen (PCK) diese Prozesse beeinflusst (Loibl et al., 2020). Dies ist bedauerlich, da ein solches Verständnis dazu beitragen würde, angehenden Lehrkräften eine effektive Ausbildung zu bieten (Südkamp et al., 2012). Insbesondere ist es wichtig zu wissen, welche Informationen eine Lehrkraft in einer diagnostischen Situation wahrnimmt und wie sie diese Informationen verarbeitet, um die Entstehung des diagnostischen Urteils zu verstehen (Loibl et al., 2020).

Im Mathematikunterricht spielen Aufgaben eine bedeutende Rolle (Sullivan et al., 2012). Welche Aufgabe wann und vor allem für wen geeignet ist, darüber muss die Lehrkraft genaue Entscheidungen treffen können. Sie sollte wissen, welche Schwierigkeiten den Lernenden bei der Bearbeitung einer Aufgabe begegnen, und einschätzen können, welche Hilfestellung für die Lernenden geeignet ist. Um das zu erreichen, ist ein geschulter diagnostischer Blick auf Aufgaben nötig, der es ermöglicht, relevante Aufgabenmerkmale zu identifizieren, die die Aufgabenschwierigkeit beeinflussen (Brunner et al., 2021).

Hier setzt die vorliegende Studie an. Sie hat zum Ziel, den Prozess der diagnostischen Urteilsfindung im Fach Mathematik, insbesondere Prozesse des Wahrnehmens und Interpretierens, in Abhängigkeit von spezifischem PCK zu beschreiben. Um die Prozesse des Wahrnehmens und Interpretierens relevanter Aufgabenmerkmale zu erfassen, wurden Eye-Tracking Daten und Verbalprotokolle angehender Mathematiklehrkräfte während der Schwierigkeitseinschätzung von Aufgaben aus dem Themenbereich der Funktionen erhoben. Ausgehend von der Eye-Mind-Hypothese (Just & Carpenter, 1976) welche besagt, dass Menschen hauptsächlich die Informationen verarbeiten,

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),

Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.

57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.

<https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0>

die sie gerade mit dem Auge fixieren, gehen wir davon aus, dass sich die Qualität der Wahrnehmung relevanter Aufgabenmerkmale in den Augenbewegungen widerspiegelt. In dieser experimentellen Interventionsstudie gehen wir der Frage nach, ob sich Wahrnehmungs- und Interpretationsprozesse schwierigkeitsgenerierender Aufgabenmerkmale durch eine experimentelle Manipulation von spezifischem PCK verbessern lassen. Wir erwarten, dass die Intervention von spezifischem PCK zu gezielteren Blicken auf relevante Aufgabenmerkmale sowie zu besseren Begründungen der Aufgabenschwierigkeit führt.

Methode

An der Studie nahmen 49 künftige Mathematiklehrkräfte (28 weiblich; 21 männlich; Alter: $M = 23,43$ Jahre; $SD = 2,07$) teil. Sie wurden vor und nach einer Intervention zu typischen Schülerfehlern im funktionalen Denken gebeten, die Schwierigkeit von 20 Aufgaben zu Funktionen einzuschätzen. Die Teilnehmenden wurden per Zufallsprinzip entweder der Interventionsgruppe ($n = 30$) oder der Kontrollgruppe ($n = 19$) zugeteilt. Nur die Teilnehmer der Interventionsgruppe erhielten eine zweistündige Schulung zu typischen Schülerfehlern im funktionalen Denken (d. h. spezifisches PCK) vor der zweiten Erhebung.

Die Aufgaben wurden so konzipiert, dass sie zwei unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden entsprechen, die aus theoretischer Sicht und in einer Pilotstudie empirisch bestätigt wurden. Einige der Aufgaben adressierten hierbei jeweils einen typischen und in der mathematikdidaktischen Literatur gut dokumentierten Schülerfehler (Hattikudur et al., 2012; Nitsch, 2015). Abbildung 1 zeigt ein Aufgabenbeispiel für den typischen Schülerfehler der „Steigung-Höhe-Verwechslung“.

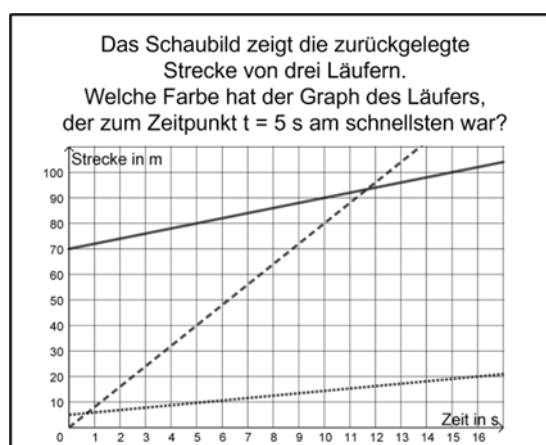


Abbildung 1: Beispielaufgabe für den Fehlertyp „Steigung-Höhe-Verwechslung“
Der Graph zeigt die von drei Läufern zurückgelegte Strecke, die Frage be-

zieht sich auf den Graphen, der den schnellsten Läufer bei $t = 5$ s zeigt. Lernende, die den Fehler „Steigung-Höhe-Verwechslung“ begehen, würden die Steigung mit dem Maximalwert (der Höhe) an einem bestimmten Punkt auf der x-Achse verwechseln. In dieser Aufgabe würden sie also fälschlicherweise annehmen, dass der obere Graph den schnellsten Läufer darstellt. Aus diesem Grund wurde der Bereich um den Punkt (5; 80) als das für die Schwierigkeitseinschätzung relevante Aufgabenmerkmal identifiziert, der für unsere Studie von Interesse ist.

Die Teilnehmenden betrachteten die 20 Aufgaben nacheinander auf einem Computerbildschirm. Sie sollten die Schwierigkeit jeder Aufgabe verbal auf einer vierstufigen Likert-Skala einschätzen (sehr leicht - ziemlich leicht - ziemlich schwierig - sehr schwierig). Die Blickbewegungen der Teilnehmenden wurden mit einem Eye-Tracker (250 Hz) aufgezeichnet. Nach jeder Einschätzung wurden die Teilnehmenden gebeten, eine Begründung für ihre Urteil zu geben. Die verbalen Aussagen wurden mit einem digitalen Audiorekorder aufgezeichnet und anschließend für die Analyse transkribiert.

Ergebnisse und Diskussion

Um den Einfluss der Intervention auf die Blickbewegungen und die Begründungsgenauigkeit zu testen wurde eine ANOVA mit Messwiederholung durchgeführt, wobei der Zeitpunkt (Prätest; Posttest) als Faktor innerhalb der Teilnehmenden und die Gruppe (Intervention; Kontrollgruppe) als Faktor zwischen den Teilnehmenden berücksichtigt wurden. Es wurde ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Zeitpunkt und der Gruppe auf die fokussierten Augenbewegungen der Teilnehmenden beobachtet ($F(1, 1, 47) = 69.01, p < .001, \eta^2 = .595$). Folglich führte die Intervention zu einer effizienteren Wahrnehmung der relevanten Aufgabenmerkmale. Des Weiteren zeigte die ANOVA einen entsprechenden Interaktionseffekt bezüglich der Begründungsgenauigkeit der Aufgabenschwierigkeit ($F(1, 1, 47) = 69.01, p < .001, \eta^2 = .595$). Teilnehmende der Interventionsgruppe verbesserten sich stärker als die Teilnehmenden der Kontrollgruppe darin, relevante Aufgabenmerkmale als potenziell herausfordernd für Lernende zu identifizieren.

Das durch die Intervention gesteigerte spezifische PCK ermöglichte den angehenden Lehrkräften, relevante Aufgabenmerkmale effizienter wahrzunehmen und Schwierigkeiten in Aufgaben genauer einzuschätzen. Durch unsere Studie konnten wir also zeigen, dass höheres spezifisches PCK die Sichtweise von Lehrkräften auf mathematische Aufgaben schärft. Dies kann den Lehrkräften ermöglichen, potenzielle Fehler von Lernenden bei mathematischen Aufgaben besser zu beurteilen. Da Aufgaben ein zentrales Medium für die Gestaltung von Mathematikunterricht sind (Sullivan et al., 2012), sind

die Ergebnisse dieser Studie ein wichtiger Schritt zu einem besseren Verständnis darüber, wie angehende Lehrkräfte ihr PCK über typische Schülerfehler nutzen, um Schwierigkeiten in mathematischen Aufgaben richtig zu beurteilen und somit geeignete Aufgaben für die Lernenden auszuwählen.

Literatur

- Brunner, K., Obersteiner, A., & Leuders, T. (2021). How prospective teachers detect potential difficulties in mathematical tasks—an eye tracking study. *RISTAL*, 4(1), 109–126. <https://doi.org/10.23770/rt1845>
- Hardy, I., Decristan, J., & Klieme, E. (2019). Adaptive teaching in research on learning and instruction. *Journal for Educational Research Online*, 11(2), 169–191. <https://doi.org/10.25656/01:18004>
- Hattikudur, S., Prather, R. W., Asquith, P., Alibali, M. W., Knuth, E. J., & Nathan, M. (2012). Constructing graphical representations: Middle schoolers' intuitions and developing knowledge about slope and y-intercept. *School Science and Mathematics*, 112(4), 230–240. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00138.x>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–354. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.4.329>
- Leuders, T., Loibl, K., Sommerhoff, D., Herppich, S., & Praetorius, A.-K. (2022). Toward an overarching framework for systematizing research perspectives on diagnostic thinking and practice. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 43(1), 13–38. <https://doi.org/10.1007/s13138-022-00199-6>
- Loibl, K., Leuders, T., & Dörfler, T. (2020). A framework for explaining teachers' diagnostic judgements by cognitive modeling (DiaCoM). *Teaching and Teacher Education*, 91, Article 103059. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103059>
- Nitsch, R. (2015). *Diagnose von Lernschwierigkeiten im Bereich funktionaler Zusammenhänge*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-10157-2>
- Rieu, A., Leuders, T., & Loibl, K. (2022). Teachers' diagnostic judgments on tasks as information processing—The role of pedagogical content knowledge for task diagnosis. *Teaching and Teacher Education*, 111, Article 103621. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103621>
- Südkamp, A., Kaiser, J., & Möller, J. (2012). Accuracy of teachers' judgments of students' academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 743–762. <https://doi.org/10.1037/a0027627>
- Sullivan, P., Clarke, D., & Clarke, B. (2012). *Teaching with tasks for effective mathematics learning*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4681-1_3