

Sabrina HEIDERICH, Dortmund & Greta BRODOWSKI, Dortmund

Muster im Blick – Differenzierte Betrachtung mathematischer Potenziale zu Strukturierungsfähigkeiten

Das Projekt SMArt_Pattern (Sprache und Mathematik in Aufgabekulturen relational testen – Am Beispiel von Mustern und Strukturen) untersucht, inwieweit Ergebnisse aus psychometrischen Tests zur fluiden Intelligenz und der Mathematikleistung in einer normalverteilten und geschlechtsparitätischen Stichprobe ($n=80$) mit lernprozessorientierten Daten zur Strukturierungsfähigkeit – als zentrales Begabungsmerkmal – von Punktmustern zusammenhängen. Für eine Prozessanalyse wird das Verfahren des Eye Tracking mit einem begleitenden Interview kombiniert. Korrelations- und Clusteranalysen liefern tiefere Einsichten in Zusammenhänge und Inkohärenzen der Produkt- und Prozessparameter.

Statusdiagnostik vs. Prozessorientierung am Beispiel der Strukturierungsfähigkeit

Eine unstrittige, aber im Bereich von .3 bis .8 schwankende Korrelation zwischen Intelligenz und Mathematikleistung ist durch diverse Studien belegt (Lingel et al., 2014; Nolte, 2013; Brunner, 2008; Deary et al., 2007). Insbesondere die fluide Intelligenz wird als relevante Variable zur Erklärung mathematischer Leistungsunterschiede herangezogen (Primi et al., 2010; Taub et al., 2008). Mathematikleistung kann als domänenspezifisches Produkt (bspw. mittels Leistungstests) oder als schulischer Erfolg (bspw. über Schulnoten) gesehen werden (Büchter, 2011). Die hinter den Studien liegenden verschiedenen Designs und Testverfahren führen in den Korrelationen der statusdiagnostischen Variablen zu einer gewissen Spannbreite. Wird mathematische Begabung ebenfalls aus einer Prozessbrille betrachtet, geben fachbezogene Arbeitsprozesse tiefere Einblicke in Zusammenhänge. Die vorliegende Studie fokussiert auf das Erkennen von Mustern und Strukturen, das als ein Hauptmerkmal mathematischer Begabung gilt (Fritzlar, 2020). Dabei sollen die Ergebnisse aus den Leistungstests besser eingeordnet werden, indem sie mit situations- und prozessspezifischen Daten angereichert bzw. relativiert werden. Zunächst wird ein Fokus auf die Strukturierungsfähigkeit bei arithmetischen Aufgaben gelegt. Punktmuster stellen eine geeignete Grundlage dar, um ökonomische Alternativen zu Zählstrategien aufzubauen, die insbesondere leistungsstärkere Lernende nutzen. Strukturierungsprozesse lassen sich visuell per Eye-Tracking (d. h. die Fähigkeit, Muster und zugrunde liegende Strukturen visuell zu erfassen) und verbal per Interview (d. h. die Fähigkeit, Muster und zugrunde liegende Strukturen zu erklären) erheben. Dass Augenbewegungen zur Erfassung von Potenzialen geeignet

sind, wurde bereits für die Konstrukte Intelligenz, Mathematikleistung und Strukturierungsfähigkeit gezeigt (u. a. Strohmaier et al., 2019; Laurence et al., 2018; Lehner & Reiss, 2018; Lindmeier & Heinze, 2016; Obersteiner et al., 2014; Bornemann et al., 2010).

Forschungsfragen und Hypothesen

Es sollen tiefgründigere Zusammenhänge zwischen lernstandsorientierten Tests zur fluiden Intelligenz und Mathematikleistung und lernprozessorientierten Variablen zur Strukturierungsfähigkeit in arithmetischen Punktmustern mit folgender übergeordneter Frage erhoben werden:

Wie hängen die fluide Intelligenz und Mathematikleistung mit der Strukturierungsfähigkeit als mathematisches Begabungsmerkmal zusammen?

Eine Beantwortung erfolgt in drei Schritten: Zunächst wird mit einem Intra-Fokus auf die statusdiagnostischen Variablen eingegangen. Es folgt ein Intra-Fokus auf die prozessbezogenen Daten und schließlich wird ihre Interkorrelation betrachtet:

F1: Wie ist der Zusammenhang zwischen fluider Intelligenz und Mathematikleistung in einer normalverteilten Stichprobe? Können bestimmte Gruppen identifiziert und differenziert werden?

H1: Standardisierte Testverfahren zur Intelligenz und Mathematikleistung korrelieren bei normalverteilten Testergebnissen mit einem starken Effekt. Das überdurchschnittliche, durchschnittliche oder unterdurchschnittliche Abschneiden in dem einen Test hängt mit entsprechenden Leistungen in dem anderen Test zusammen.

F2: Welche prozessbezogenen Parameter der Strukturierungsfähigkeit stehen miteinander in Beziehung? Können bestimmte Gruppen identifiziert und differenziert werden?

H2: Aufgrund von Unterschieden lassen sich Gruppen bilden und voneinander abgrenzen. Dennoch korrelieren gewisse Parameter der visuellen und verbalen Strukturierungsfähigkeit signifikant miteinander.

F3: Welche prozessbezogenen Parameter der Strukturierungsfähigkeit stehen in Zusammenhang mit psychometrischen Daten zur fluiden Intelligenz und Mathematikleistung? Können bestimmte Gruppen identifiziert und differenziert werden?

H3: Der Zusammenhang zwischen den Eye-Tracking-Maßnahmen zur visuellen Strukturierungsfähigkeit und den Testergebnissen zur fluiden Intelli-

genz und Mathematikleistung ist signifikant. Aufgrund der Korrelation zwischen den statusdiagnostischen Testergebnissen und der verbalen Strukturierungsfähigkeit lassen sich unterschiedliche Gruppierungen bilden.

Methodisches Vorgehen

Als lernproduktorientierte Testleistung wird zum einen der CFT 20-R zur Ermittlung der fluiden Intelligenz verwendet, der die Fähigkeit zur Strukturierung von Musterdarstellungen als exklusives Format in seine Items integriert. Zum anderen überprüft der Deutsche Mathematiktest für neunte Klassen (DEMAT 9) die Mathematikleistung über eine curriculare Breite an mathematischen Inhalten, bei denen in vielfältiger Weise Strukturierungsfähigkeiten gefordert werden. Lernprozessorientierte Konstrukte zu einer visuellen und verbalen Strukturierungsfähigkeit werden mittels Mixed-Methods-Ansatz aus Eye-Tracking (Tobii Pro Glasses 2, 100 Hz, binokular, 4 Sensoren, integriertes Mikrofon) und begleitender Interview-Studie erhoben. Vorgegebene verbale und formale Beschreibungen zu arithmetisch strukturierten Punktebildern müssen von den Proband*innen bezüglich ihrer Stimmigkeit eingeordnet und erklärt werden. Die verbalisierte Qualität der Strukturierung wird mit einer mathematischen Graduierung inhaltlich kodiert. Unterschieden wird zwischen keinen, prozeduralen und strukturellen Erklärungen. Über das Eye Tracking werden Fixationsanzahl, Besuchsanzahl und Verweildauer als Parameter für die visuellen Strukturierungsprozesse erhoben. Aus diesen Daten wird zur Relativierung der zeitlichen Komponente ebenfalls die Fixationszahl- und die Besuchszahlintensität ermittelt. Zusammenhänge und Gruppierungen der Variablen werden mittels Korrelations- und Clusteranalysen ausgewertet. Die Korrelationstabellen bieten einen ersten Einblick in einfache Zusammenhänge und geben durch diffuse Ausprägungen Anhaltspunkte für ergiebige Gruppierungen. Diese werden über eine latente Profilanalyse (LPA) ermittelt. Die Stichprobe umfasst 80 geschlechtsparitätische Lernende der neunten Klasse ($M=15,6$ Jahre, $SD\pm 0,6$), deren fluider IQ und Mathematikleistung normalverteilt sind.

Globale Ergebnisse

Ziel ist es Einsichten in Zusammenhänge und Inkohärenzen der Produkt- und Prozessparameter zu erlangen. Bei den lernstandsorientierten Tests korrelieren der fluide IQ und T-Wert des DEMAT 9 mit $r = .5$ ($p < .01$). Es besteht somit ein monotoner Zusammenhang (F1). Die Untersuchung der prozessorientierten Tests lässt auf Unterschiede der visuellen und verbalen Strukturierungsfähigkeit mit Blick auf das jeweilige Darstellungsangebot der Items schließen. Bestimmte Eye Tracking-Maße haben dabei das Potenzial auf ver-

bale Strukturierungsfähigkeiten zu schließen (F2). Die Ergebnisse zur Interkorrelation zeigen, dass die produkt- und prozessorientierten Parameter jedoch nur sehr eingeschränkt in Verbindung stehen (F3).

Literatur

- Bornemann, B., Foth, M., Horn, J., Ries, J., Warmuth, E., Wartenburger, I. & van der Meer, E. (2010). Mathematical cognition: individual differences in resource allocation. *ZDM Mathematics Education*, 42, 555–567.
- Brunner, M. (2008). No g in education? *Learning and Individual Differences*, 18, 152–165.
- Büchter, A. (2011). *Zur Erforschung von Mathematikleistung. Theoretische Studie und empirische Untersuchung des Einflussfaktors Raumvorstellung*. Technische Universität Dortmund.
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P. & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13–21.
- Fritzlar, T. (2010). Begabung und Expertise. Eine mathematikdidaktische Perspektive. *mathematica didactica*, 33, 113–140.
- Laurence, P. G., Mecca, T. P., Serpa, A., Martin, R. & Macedo, E. C. (2018). Eye movements and cognitive strategy in a fluid intelligence test: Item type analysis. *Frontiers in Psychology*, 9, Artikel 380.
- Lehner, M.C. & Reiss, K. (2018). Entscheidungsstrategien an Vierfeldertafeln: Eine Analyse mit Blickbewegungen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39, 147–170.
- Lindmeier, A. & Heinze, A. (2016). Strategien bei der Anzahlerfassung in strukturierten Zahldarstellungen – eine vergleichende Eye-Tracking Studie. In Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 1381–1384). WTM.
- Lingel, K., Neuenhaus, N., Artelt, C. & Schneider, W. (2014). Der Einfluss des metakognitiven Wissens auf die Entwicklung der Mathematikleistung am Beginn der Sekundarstufe I. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35, 49–77.
- Nolte, M. (2013). Fragen zur Diagnostik besonderer mathematischer Begabung. In T. Fritzlar & F. Käpnick (Hrsg.), *Mathematische Begabungen: Denksätze zu einem komplexen Themenfeld aus verschiedenen Perspektiven* (S. 181–189). WTM.
- Obersteiner, A., Reiss, K., Ufer, S., Luwel, K. & Verschaffel, L. (2014). Do first graders make efficient use of external number representations? The case of the twenty-frame. *Cognition and Instruction*, 32, 353–373.
- Primi, R., Ferrão, M. E. & Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446–451.
- Strohmaier, A. R., Lehner, M. C., Beitlich, J. T. & Reiss, K. M. (2019). Eye Movements During Mathematical Word Problem Solving – Global Measures and Individual Differences. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 40(2), 255–287.
- Taub, G. E., Keith, T. Z., Floyd, R. G. & Mc Grew, K. S. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, 23(2), 187–198.