

GEISLER, Sebastian  
Potsdam

## **(Erfolgreicher) Übergang Schule – Hochschule: Ergebnisse zu relevanten Bedingungsfaktoren und Implikationen für Unterstützungsmaßnahmen**

Der Übergang von der Schule in ein Mathematikstudium ist für viele Studierende herausfordernd, was sich nicht zuletzt an geringen Bestehensquoten im ersten Fachsemester sowie hohen Abbruchquoten zu Studienbeginn zeigt (Geisler & Rolka, 2018; Heublein et al., 2022). Dabei sind Klausurleistungen (als objektives Maß) und Studienabbruch vis-à-vis Studienabschluss (als zertifizierte Maße) neben der Studienzufriedenheit (als subjektives Maß) wichtige Indikatoren für Studienerfolg (vgl. York et al., 2015) und damit auch einen (nicht) erfolgreichen Übergang in das Mathematikstudium, die im Folgenden herangezogen werden. Nach einem kurzen Überblick zu theoretischen Forschungsperspektiven, wird der Forschungsstand zu Bedingungsfaktoren für einen (nicht) erfolgreichen Übergang (gemessen an Leistung, Zufriedenheit und Studienabbruch) beschrieben, bevor mögliche Unterstützungsmaßnahmen abgeleitet werden.

### **Perspektiven auf den Übergang Schule – Hochschule**

Die bisherige Forschung zum Übergang in ein Studium sowie zu Studienabbruch hat verschiedene theoretische Perspektiven eingenommen. Für das Fach Mathematik besonders einflussreich waren dabei sozio-kulturelle Ansätze, lernpsychologische Theorien sowie kognitiv-stoffdidaktische Perspektiven (vgl. Gueudet, 2008; Sarcletti & Müller, 2011).

Letztere haben unter anderem dazu beigetragen, die Besonderheiten der Hochschulmathematik und damit auch Hürden von Studierenden (im Vergleich zur Schulmathematik) umfassend zu beschreiben. Kurz zusammengefasst, lässt sich feststellen, dass formale Definitionen und formal deduktive Beweise zentrale Inhalte von Mathematikvorlesungen sind. Allerdings werden oft nur fertige Beweise präsentiert, so dass der Beweisprozess implizit bleibt. Zudem sind viele Definitionen in hochverdichteter Fach- und Symbolsprache formuliert und genügen damit eher technischen Ansprüchen für Beweise, verbergen aber ihre phänomenologischen Wurzeln. Die Übungsaufgaben im Mathematikstudium sind ebenfalls durch Beweise geprägt, während schematische Rechenaufgaben und Anwendungen auf Realkontexte kaum eine Rolle mehr spielen (Engelbrecht, 2010; Gueudet, 2008; Heffendehl-Hebeker, 2017).

Für die Identifikation von möglichen Bedingungsfaktoren für einen erfolg-

reichen Übergang in das Mathematikstudium sind lernpsychologische Theorien besonders fruchtbar. Theorien zur Person-Umwelt-Passung folgend, ist eine ausreichende Passung zwischen Studierendenmerkmalen (kognitive, metakognitive, motivationale Merkmale) und Merkmalen der Lernumwelt Hochschule (Lerninhalte, Übungsaufgaben, Vorlesungsmerkmale, Anforderungen an Studierende) notwendig für einen erfolgreichen Übergang in das Studium (vgl. Lubinski & Benbow, 2000). Dabei determiniert die Passung zwischen motivationalen Merkmalen der Studierenden und den Umweltmerkmalen die Zufriedenheit der Studierenden, während die Passung zwischen (meta-) kognitiven Studierendenmerkmalen und den Umweltmerkmalen die Leistung der Studierenden beeinflusst. Hohe Zufriedenheit und gute Leistungen verringern das Risiko eines Studienabbruchs (vgl. auch Abbildung 1).

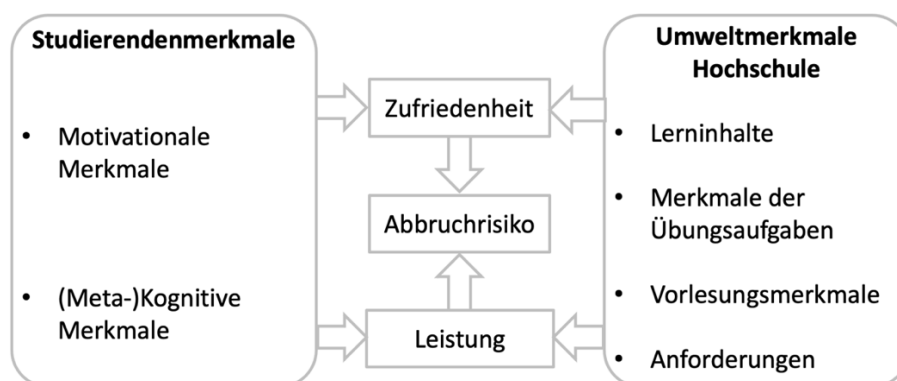


Abb. 1: Modell zur Person-Umwelt-Passung (angelehnt an Lubinski & Benbow, 2000)

### Studierendenmerkmale

Zu den (meta-) kognitiven Merkmalen können neben dem Vorwissen und Vornoten auch Lernstrategien gezählt werden. Sowohl bezüglich Vornoten als auch spezifischem mathematischem Vorwissen liegt klare Evidenz vor, dass diese mit mehr Leistung im Studium einhergeht (Halverscheid & Pustelnik, 2013; Rach & Heinze, 2017; Schneider & Preckel, 2017) jedoch wenig Einfluss auf das Abbruchrisiko nehmen. Interessanterweise wird der Zusammenhang zwischen diesen kognitiven Merkmalen und der Zufriedenheit der Studierenden kaum untersucht. Auch was Lernstrategien angeht, existieren hauptsächlich Studien, die den Zusammenhang zu Leistung analysieren. Dabei finden sich für klassische Lernstrategien, wie sie Wild (2005) beschreibt (kognitive, metakognitive und ressourcenbezogene Strategien) meist nur geringe Effekte (z. B. Griese, 2017; Schneider & Preckel, 2017). Insbesondere ist überraschend, dass die theoretisch besonders relevanten Elaborationsstrategien in vielen Studien nicht oder nur sehr schwach mit Leistung korrelieren. Vermutlich ist es auf Grund der Besonderheiten des Mathematikstudiums zweckmäßiger mathematikspezifische Lernstrategien

zu betrachten. Ansätze in diese Richtung scheinen vielversprechend (z. B. Liebendörfer et al., 2022; Rach & Heinze, 2013).

Motivationale Merkmale betreffen sowohl die Studienwahlmotive der Studierenden als auch ihre fachbezogene Motivation. Bezüglich Studienwahlmotiven zeigen bisherige Studien, dass eine intrinsisch motivierte Studienwahl vorteilhafter mit Blick auf den Studienerfolg ist, als eine extrinsisch geprägte Wahl (Di Martino & Gregorio, 2019; Geisler, 2020). Frühere Studien haben inkonsistente Ergebnisse zur Rolle von fachbezogener Motivation in der Studieneingangsphase geliefert. Ein möglicher Grund könnte sein, dass insbesondere bei Fragebogenitems nicht klar ist, ob die Studierenden diese auf die Schul- oder Hochschulmathematik beziehen. Ein vielversprechender Ansatz ist daher die Motivation getrennt nach Schul- und Hochschulmathematik zu konzeptualisieren (vgl. Ufer et al., 2017; Gildehaus et al., 2024). So zeigt sich beispielsweise für Interesse ein klarer Unterschied zwischen Schul- und Hochschulmathematik. Während das Interesse an Hochschulmathematik mit mehr Zufriedenheit und einem geringeren Risiko für Studienabbruch einhergeht, ist das Interesse an Schulmathematik nicht prädiktiv (Geisler et al., 2023a; Kosiol et al., 2019). Zudem erscheint nicht nur die fachbezogene Motivation zu Studienbeginn relevant, sondern auch deren Entwicklung während des ersten Fachsemesters (Geisler et al., 2023b).

### **Umweltmerkmale**

Typische Lerngelegenheiten (und damit potentielle Bedingungsfaktoren) im Mathematikstudium sind Vorlesungen und Übungsaufgaben (z. B. Pritchard, 2015). Dabei nimmt das selbstständige Arbeiten an Übungsaufgaben den Großteil der Lernzeit ein (vgl. Rach, 2014). Während die Mehrheit der Aufgaben von den Studierenden Beweise verlangen, finden sich unter den Beweisaufgaben jedoch auch viele eher rechnerische Beweise. Nur ungefähr die Hälfte der Übungsaufgaben verlangt Beweise unter Ausnutzung von Definitionen und anderen Sätzen (Weber & Lindmeier, 2020). Wlassak und Schöneburg-Lehnert (2022) konnten zeigen, dass Übungsaufgaben zwischen verschiedenen Universitäten deutlich in ihrem kognitiven Anspruch variieren – so dass im Sinne der Person-Umwelt-Passung Effekte auf den Studienerfolg erwartbar wären. Allerdings fehlen bislang empirische Erkenntnisse zu den tatsächlichen Einflüssen der Merkmale von Übungsaufgaben. Eine Ausnahme stellen hierbei Schnittstellenaufgaben dar. Diese scheinen verglichen mit traditionellen Aufgaben einen positiven Effekt auf die Motivation der Studierenden und damit vermutlich indirekt auch auf die Zufriedenheit zu haben (Rach & Schukajlow, 2023; Eichler & Isaev, 2023). Hellwig und Geisler (akzeptiert) konnten zeigen, dass die verwendeten Operatoren in Beweisaufgaben keinen Einfluss auf die Motivation der Studierenden haben.

Zu Vorlesungsmerkmalen gibt es bislang wenig empirische Studien, die auf der tatsächlichen Beobachtung von Vorlesungen basieren (Viirman, 2021). Zudem betrachten viele Studien nur einzelne Aspekte und nutzen verschiedene theoretische Perspektiven oder erheben nur in wenigen Kursen, so dass Vergleiche und Synthesen schwierig sind (Melhuish et al., 2022). Erste Studien, die auf systematischen Beobachtungen mehrerer Kurse mit strukturierten Beobachtungsprotokollen basieren, zeigen, dass formale Aspekte der Mathematik (formale Definitionen, fertige Beweise) gegenüber informellen Aspekten (z. B. Visualisierungen zu Definitionen, Phasen zur Findung von Beweisideen) überrepräsentiert sind (Umgelter & Geisler, 2024).

### Zusammenfassung zu Bedingungsfaktoren und Forschungsdesiderate

Die bisherigen Studien zeigen, dass motivationale Merkmale wie das Interesse hauptsächlich mit der Zufriedenheit der Studierenden zusammenhängen und darüber auch das Risiko eines Studienabbruchs verringern, während sie jedoch kaum Einfluss auf die Leistung nehmen. Im Gegensatz dazu ist für (meta-)kognitive Merkmale – insbesondere Vorwissen und Schulnoten – ein positiver Einfluss auf die Leistung gut belegt, während kein Einfluss auf Zufriedenheit und Abbruchrisiko nachgewiesen ist.

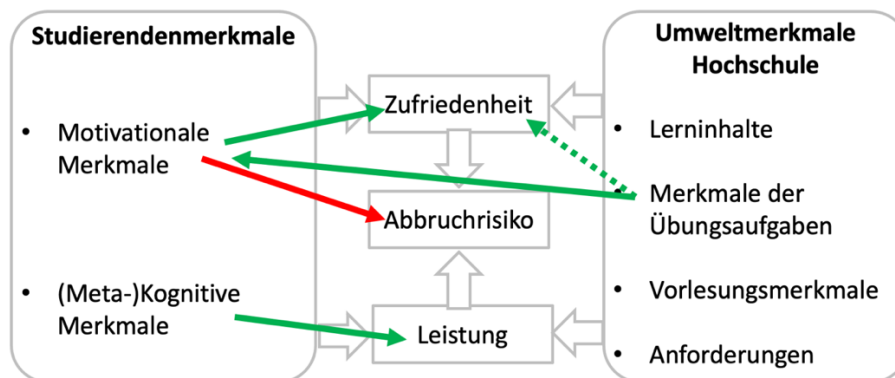


Abb. 2: Überblick über den Forschungsstand zu Bedingungsfaktoren für einen erfolgreichen Übergang Schule – Hochschule

Während der Einfluss von Studierendenmerkmalen auf Studienerfolg somit zum Teil gut empirisch belegt ist, gibt es kaum Forschung zu den Wirkungen der Merkmale der Lernumwelt Hochschule. Aktuelle Literature-Reviews (Di Martino et al., 2023; Melhuish et al., 2022) zeigen, dass zwar deskriptive Erkenntnisse über Merkmale von Mathematikvorlesungen vorliegen, jedoch praktisch keine Studien, die den Einfluss dieser Merkmale untersuchen. Somit liegt hier ein wichtiges Forschungsdesiderat. Auch Wechselwirkungen zwischen Studierenden- und Vorlesungsmerkmalen (im Sinne der Person-Umwelt-Passung) stellen ein wichtiges zukünftiges Forschungsthema dar (vgl. auch Sarcletti & Müller, 2011).

Auch Übungsaufgaben sind als Bedingungsfaktoren bislang kaum erforscht,

obwohl deren Bearbeitung einen Großteil der Lernzeit im Studium einnehmen. Einzig für Schnittstellenaufgaben sind positive Effekte auf die Motivation der Studierenden untersucht und bestätigt worden. Der Einfluss klassischer Übungsaufgaben stellt weiterhin ein wichtiges Forschungsdesiderat dar.

### **Unterstützungsmaßnahmen für einen erfolgreichen Übergang**

Die empirischen Ergebnisse zeigen, dass sowohl motivationale als auch (meta-)kognitive Studierendenmerkmale relevant für den Studienerfolg sind und somit bei diesen angesetzt werden kann. Jedoch erscheinen auch Übungsaufgaben als relevanter Ansatzpunkt zur Unterstützung.

Unterstützungsmaßnahmen, die auf motivationale Merkmale der Studierenden zielen, können sowohl die Motivation zur Aufnahme eines Mathematikstudiums in den Blick nehmen (Studienwahlmotive) als auch die Motivationsentwicklung im Studium. Mit Blick auf die Studienwahlmotive und eine gut informierte Studienfachwahl, haben Rach und Engelmann (2018) Workshops für Schüler\*innen vorgeschlagen, in denen die Inhalte und Anforderungen eines Mathematikstudiums transparent dargestellt werden und die Schüler\*innen mit Studierenden ins Gespräch kommen können. Für die Förderung der Motivationsentwicklung, können Value-Interventionen eingesetzt werden, die zum Beispiel darauf zielen, die Nützlichkeit und Relevanz der Fachinhalte zu betonen, sowie die eigenen Wertüberzeugungen zur Mathematik zu reflektieren (vgl. z. B. Liebendörfer & Schukajlow, 2020).

Viele Universitäten haben Vor- und Brückenkurse eingerichtet, um fehlendes Vorwissen von Studierenden auszugleichen (vgl. Greefrath et al., 2017). Eine realistische Einschätzung, ob das eigene Vorwissen den Anforderungen eines Mathematikstudiums gerecht wird, können (online) Self-Assessments liefern (z. B. Rach et al., 2023). Fehlende Lernstrategien – die gerade für die Selbststudienphasen relevant sind – können in Strategietrainings vermittelt werden. Die Akzeptanz solcher Trainings steigt, wenn diese auch mit inhaltlicher Unterstützung zu den Vorlesungen einhergeht, wie beispielsweise im Projekt MathePlus (vgl. Griese, 2017).

Mit Blick auf Übungsaufgaben, haben sich Schnittstellenaufgaben für Lehramtsstudierende bislang als hilfreich erwiesen. Von einer stärkeren Verknüpfung neuer Inhalte mit dem Vorwissen aus der Schule könnten aber auch Fachstudierende profitieren, so dass ein breiterer Einsatz vorteilhaft erscheint. Allerdings konnten Weber et al. (2023a) auch feststellen, dass die konkrete Gestaltung von Schnittstellenaufgaben entscheidend dafür ist, dass diese als relevant und hilfreich angesehen werden. Insbesondere müssen Do-

zierende profundes und aktuelles (!) Wissen über die Schulmathematik besitzen, um gute Schnittstellenaufgaben zu entwickeln.

Mehr gezielter und strukturierter Austausch zwischen Dozierenden an der Universität und Lehrkräften ist daher dringend notwendig. Im Projekt MaLe-MINT-Transfer (Weber et al., 2023b) wurden Beteiligte aus Bildungspolitik, Schule und Hochschule in moderierten Gesprächsrunden zusammengebracht und haben Aufgaben entwickelt, die in der Schule eingesetzt werden können und sowohl den Bildungsstandards als auch Anforderungen der Hochschuldozierenden genügen. Neben den entwickelten Aufgaben, die sich positiv auf das Vorwissen künftiger Studierender auswirken können, lieferte der Austausch auch ein besseres Verständnis für die Perspektive der jeweils anderen Institution.

Unterstützungsmaßnahmen können somit an verschiedenen Bedingungsfaktoren ansetzen. Weitere Forschung ist jedoch notwendig, um die Effektivität verschiedener Maßnahmen genauer zu untersuchen.

## Literatur

- Di Martino, P., & Gregorio, F. (2019). The mathematical crisis in secondary-tertiary transition. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(4), 825–843.
- Di Martino, P., Gregorio, F., & Iannone, P. (2023). The transition from school to university in mathematics education research: new trends and ideas from a systematic literature review. *ESM*, 113(1), 7–34.
- Eichler, A., & Isaev, V. (2023). Improving Prospective Teachers' Beliefs About a Double Discontinuity Between School Mathematics and University Mathematics. *JMD*, 44(1), 117–142.
- Engelbrecht, J. (2010). Adding structure to the transition process to advanced mathematical activity. *IJMEST*, 41(2), 143–154.
- Geisler, S. (2020). *Bleiben oder Gehen?! Eine empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren und Motiven für frühen Studienabbruch und Fachwechsel in Mathematik*. Dissertation. Ruhr-Universität Bochum.
- Geisler, S., & Rolka, K. (2018). Affective variables in the transition from school to university mathematics. In V. Durand-Guerrier, R. Hochmuth, S. Goodchild & N.M Hogstad (Hrsg.), *Proceedings of the Second Conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics* (S. 507–516). University of Agder and INDRUM.
- Geisler, S., Rach, S., & Rolka, K. (2023a). The Relation between Attitudes towards Mathematics and early Dropout from University Mathematics – the mediating Role of Satisfaction and Achievement. *ESM*, 112, 359–381.
- Geisler, S., Rach, S., & Rolka, K. (2023b). Development of Affect at the Transition to University Mathematics and its relation to Dropout - Identifying Mechanisms and deriving Support Measures. *ESM*, 113, 35-56.

- Gildehaus, L., Liebendörfer, M., & Schukajlow, S. (2024). Preservice teachers' mathematics-related values and expectancy of success in their first study year. *Quadrante*, 32(2), 25–48.
- Greefrath, G., Koepf, W., & Neugebauer, C. (2017). Is there a link between Preparatory Course Attendance and Academic Success? A Case Study of Degree Programmes in Electrical Engineering and Computer Science. *IJRUME*, 3(1), 143–167.
- Griese, B. (2017). *Learning Strategies in Engineering Mathematics. Conceptualisation, Development, and Evaluation of MP<sup>2</sup>-MathePlus*. Springer.
- Gueudet, G. (2008). Investigating the secondary-tertiary transition. *ESM*, 67(3), 237–254.
- Halverscheid, S., & Pustelnik, K. (2013). Studying math at the university: Is dropout predictable? In A. M. Lindmeier & A. Heinze (Hrsg.), *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. (Vol. 2, S. 417–424). PME.
- Hefendehl-Hebeker, L. (2017). Why linear algebra is difficult for many beginners. In R. Göller, R. Biehler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *Didactics of mathematics in higher education as a scientific discipline – Conference Proceedings* (S. 204–205). Universitätsbibliothek Kassel.
- Hellwig, L., & Geisler, S. (akzeptiert). Prompts in math problems: Are proof tasks considered more difficult by university students? Erscheint in T. Evans, O. Marmur, J. Hunter, & G. Leach (Hrsg.). *Proceedings of the 47th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. PME.
- Heublein, U., Hutzsch, C., & Schmelzer, R. (2022). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland*. DZHW.
- Kosiol, T., Rach, S., & Ufer, S. (2019). (Which) Mathematics Interest is Important for a Successful Transition to a University Study Program? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1359–1380.
- Liebendörfer, M., Göller, R., Gildehaus, L., Kortemeyer, J., Biehler, R., Hochmuth, R., Ostsieker, L., Rode, J., & Schaper, N. (2022). The role of learning strategies for performance in mathematics courses for engineers. *IJMEST*, 53(5), 1133–1152.
- Liebendörfer, M., & Schukajlow, S. (2020). Quality matters: how reflecting on the utility value of mathematics affects future teachers' interest. *ESM*, 105(2), 199–218.
- Lubinski, D., & Persson Benbow, C. (2000). States of Excellence. *American Psychologist*, 55(1), 137–150.
- Melhuish, K., Fukawa-Connelly, T., Dawkins, P. C., Woods, C., & Weber, K. (2022). Collegiate mathematics teaching in proof-based courses: What we now know and what we have yet to learn. *Journal of Mathematical Behavior*, 67(December 2021), 100986.
- Pritchard, D. (2015). Lectures and transition: from bottles to bonfires? In A. C. Croft, M. J. Grove, J. Kyle, & D. A. Lawson (Hrsg.), *Transitions in Undergraduate Mathematics Education*. (S. 57–69). University of Birmingham.
- Rach, S. (2014). *Charakteristika von Lehr-Lern-Prozessen im Mathematikstudium*. Waxmann.
- Rach, S., & Engelmann, L. (2018). Students' expectations concerning studying mathematics at university. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Hrsg.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.5, S.141). PME.

- Rach, S., & Heinze, A. (2013). Welche Studierenden sind im ersten Semester erfolgreich? Zur Rolle von Selbsterklärungen beim Mathematiklernen in der Studieneingangsphase. *JMD*, 34(1), 121–147.
- Rach, S., & Heinze, A. (2017). The Transition from School to University in Mathematics: Which Influence Do School-Related Variables Have? *IJSME*, 15(7), 1343–1363.
- Rach, S., & Schukajlow, S. (2023). Affecting Task Values, Costs, and Effort in University Mathematics Courses: the Role of Profession-Related Tasks on Motivational and Behavioral States. *IJSME*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10413-7>.
- Rach, S., Sommerhoff, D. & Ufer, S. (2023). Mathematics Online Assessment: Do future mathematics students find assessment-based feedback useful? In J. Härterich, M. Kallweit, K. Rolka & T. Skill (Hrsg.), *Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2021* (S. 3-14). wtm Verlag.
- Sarcelletti, A., & Müller, S. (2011). Zum Stand der Studienabbruchforschung. Theoretische Perspektiven, zentrale Ergebnisse und methodische Anforderungen an künftige Studien. *Zeitschrift Für Bildungsforschung*, (1), 235–248.
- Schneider, M., & Preckel, F. (2017). Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 143(6), 565–600.
- Ufer, S., Rach, S., & Kosiol, T. (2017). Interest in mathematics = interest in mathematics? What general measures of interest reflect when the object of interest changes. *ZDM-Mathematics Education*, 49(3), 397–409.
- Umgelter, K., & Geisler, S. (2024). Analysing the quality of real analysis lectures using a structured observation tool. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2309281>.
- Viirman, O. (2021). University Mathematics Lecturing as Modelling Mathematical Discourse. *IJRUME*, 7(4), 466-489.
- Weber, B. J., Breuer, J., & Lindmeier, A. (2023a). How do school-related mathematical problems become relevant for prospective teachers in mathematics courses at university? A qualitative interview study. *Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1080/14794802.2023.2243261>.
- Weber, B.-J. & Lindmeier, A. (2020). Viel Beweisen, kaum Rechnen? Gestaltungsmerkmale mathematischer Übungsaufgaben im Studium. *Mathematische Semesterberichte*, 39 (2), 223–245.
- Weber, B. J., Schumacher, M., Rolfes, T., Neumann, I., Abshagen, M., & Heinze, A. (2023b). Mathematical Prerequisites for STEM Studies: What Can Universities Demand, What Should Schools Provide? A Design-based Research Project On the Coordination Between both Institutions. *JMD*, 44(1), 83–116.
- Wild, K.-P. (2005). Individuelle Lernstrategien von Studierenden. Konsequenzen für die Hochschuldidaktik und die Hochschullehre. *Beiträge Zur Lehrerinnen- Und Lehrerbildung*, 23(2), 191–206.
- Wlassak, F., & Schöneburg-Lehnert, S. (2022). Was macht Übungsaufgaben eigentlich schwer? – Kognitive Gestaltungsmerkmale von Übungsaufgaben der Analysis I. *Mathematische Semesterberichte*, 69, 159–185.
- York, T. T., Gibson, C., & Rankin, S. (2015). Defining and measuring academic success. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 20(5), 1–20.