

Diagnose prozeduralen und konzeptuellen Wissens von MINT- StudienanfängerInnen

Die Entwicklung von e-Learning-Materialien, wie z. B. onlinebasierten Einstufungstests oder Selbstlernmodulen, wird derzeit an vielen Hochschulen und Universitäten verstärkt wissenschaftlich begleitet und auf Wirkungsweisen hin untersucht (Biehler et al. 2014). Damit reagieren Mathematiklehrende an Universitäten und Fachhochschulen auf eine zunehmende Heterogenität unter den Studierenden und hohe Abbruchquoten in mathematikhaltigen Studiengängen (Dieter & Törner 2012, Knospe 2011). In diesem Zusammenhang evaluieren und digitalisieren bundesweit viele Projekte bestehende oder in den letzten Jahren entwickelte Übergangsangebote, wie Vor- und Brückenkurse, zur Erleichterung des Studieneinstiegs mit jeweils unterschiedlich konzipierten online-Anteilen (z.B. Vemint, Optes).

Empirischer und theoretischer Hintergrund

Von online-basierten Übergangsangeboten wird ein hohes Potential für individuelle Förderung, Flexibilität und Adaptivität erwartet. Auch suggerieren online-Angebote auf Dauer ressourcenschonender zu sein als Präsenzveranstaltungen. Insofern versprechen E-Learning-Angebote in der Studieneingangsphase, zur Erleichterung des Studieneinstiegs beizutragen und positiven Einfluss auf den langfristigen Studienerfolg zu nehmen. Evaluationsergebnisse deuten darauf hin, dass sich Studierende mit besseren Abitur- und Mathematiknoten häufiger für Vorkurs-Varianten mit erhöhtem online-Anteil (also weniger Präsenzphasen zugunsten von Selbstlernphasen) entscheiden (Fischer 2014, Biehler et al. 2014, Derr et. Al 2018).

Allerdings bewirken Bearbeitungszeit von online-Materialien sowie Anzahl besuchter Übungen und Vorlesungen während der Vorkurse keinen oder nur einen schwach positiv signifikanten Effekt auf Nachtestergebnisse. Nur für die Anzahl aufgerufener online-Tests kann ein signifikanter Effekt auf Nachtestergebnisse nachgewiesen werden (Fischer 2014, Derr et al. 2018). Weitere Untersuchungen zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen Vorwissen, Schulleistung und Studienerfolg besteht und sich die Vorkursteilnahme besonders für Studierende mit wenig Vorwissen und geringer Schulleistung positiv auswirkt (Derr et al. 2018, Hall et al. 2015, Greefrath 2017).

In den Evaluationsergebnissen zu den Übergangsangeboten des Projekts Optes wurden in allen zehn während des Vorkurses bearbeiteten mathematischen Themenbereichen Wissenslücken unter den Studierenden festgestellt. Allerdings zeigte das verwendete Prä-Post-Test-Design keine signifikanten

Unterschiede zwischen den Themenbereichen hinsichtlich der Relevanz für den Studienerfolg (Derr et al. 2018). Eine Verortung der fachspezifischen Schwierigkeiten während der Studieneingangsphase in spezifische mathematische Themenbereiche ist anhand bisheriger Untersuchungen nicht möglich.

Für den Inhaltsbereich Funktionen und Analysis entwickelte und validierte Klinger ein Testinstrument und Kompetenzmodell zum funktionalen Denken. Für Jugendliche in der Sekundarstufe deuten die mit Hilfe dieses Instruments erzielten Forschungsergebnisse auf Herausforderungen hin, wenn Themenbereiche miteinander vernetzt und Zusammenhänge erkannt werden müssen (Klinger 2018). Mit Verweis auf diese Ergebnisse betont Klinger die Bedeutung konzeptuellen Wissens für das Erschließen themenübergreifender Zusammenhänge (ebd. S. 427f).

Forschungsfragen und Methoden

Ausgehend von den genannten Vorarbeiten und Erkenntnissen werden im Rahmen dieses Projektes Wirksamkeit (I) und Wirkungsweisen (II) von mathematikbezogenen online-Lernmaterialien in der Studieneingangsphase untersucht. Durch die online-Lernmaterialien initiierte Lernprozesse der Studierenden werden analysiert, um dadurch Erkenntnisse zu Gestaltungsprinzipien und Gelingensbedingungen von online-Lernmaterialien konstruieren zu können. Dies dient in Verbindung mit quantitativen Erhebungen in einem quasi-experimentellen Prä-Post-Design der Beantwortung zweier übergreifender Forschungsfragen:

I. Wie können für den Lerngegenstand Grundlagen der Analysis und Funktionen adaptive digitale online-Lernmaterialien für Studierende im Service-Bereich der Mathematik gestaltet werden, die konzeptuelles und prozedurales Wissen und Können fördern?

II. Welche Wirksamkeit sowie Wirkungsweisen und Gelingensbedingungen der entwickelten online-Lernmaterialien können hinsichtlich des Aufbaus konzeptuellen Verständnisses bzw. prozeduraler Fertigkeiten rekonstruiert werden?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden in einem Entwicklungsforschungsprojekt quantitative und qualitative Teilstudien miteinander verzahnt. Konkreter werden Zusammenhänge zwischen Vorkursteilnahme und Studienerfolg in der Studieneingangsphase unter Berücksichtigung weiterer Prädiktoren (I) sowie das Design adaptiver online-Lernmaterialien und damit zusammenhängende Lernprozesse (II) vertieft analysiert. Der qualitative Teil der Studie (II) folgt dem Forschungsprogramm der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung und orientiert sich am Dortmunder Modell (Prediger

et al. 2012). In mehreren Zyklen werden abwechselnd leitfadengestützte Video-Analysen durchgeführt und einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen sowie die verwendeten online-Materialien auf Grundlage der Video-Analysen weiterentwickelt. Dadurch können initiierte Lernprozesse der Studierenden analysiert und Erkenntnisse zu Gestaltungsprinzipien, situativen Potentialen und Gelingensbedingungen von online-Lernmaterialien rekonstruiert werden.

Für den quantitativen Teil der Studie (I) wurde unter Verwendung des Test-Instruments FALKE zum funktionalen Denken (Klinger 2018) ein digitaler diagnostischer Test konzipiert und zu Beginn der WS 2017/18 und 2018/19 zusammen mit der Erhebung weiterer Hintergrundfaktoren eingesetzt werden. Darüber hinaus soll die quantitative Teilstudie zudem einer Überprüfung der Übertragungsmöglichkeit von Klingers Ergebnissen (ebd.) von der Sekundarstufe auf die Studieneingangsphase dienen.

Zwischenergebnisse

Der diagnostische Test besteht aus 21 Items (Cronbachs- α = 0,886; Trennschärfen 0,221-0,713 bei $n=353$ Teilnehmenden), wobei 11 Items direkt aus Klingers Test-Instrument (s.o.) entnommen sind (Cronbachs- α = 0,848; Trennschärfen 0,551-0,713) und vergleichbare Reliabilitätswerte aufzeigen (Klingers Cronbachs- α für Test mit 16 Items: 0,79). Der Test wurde den Studierenden während der ersten Semesterwoche zusammen mit einem Fragebogen zur Erhebung der Hintergrundfaktoren (demographische Daten, Computer-Affinität, allgemeine Selbstwirksamkeit und mathematikbezogenes Selbstkonzept) online zugänglich gemacht.

Die Summe der erreichten Punkte im Test (maximal 27) korrelierte nicht mit der von den Studierenden angegebenen Abiturnote, allerdings konnte eine Korrelation zwischen der erreichten Punktzahl in der letzten Mathematikprüfung (Schule) und der erreichten Punktzahl im Test festgestellt werden (Korrelation nach Pearson $-0,327^{**}$).

Von den 353 Studierenden, die an der Erhebung teilnahmen, hatten 189 zuvor einen mathematischen Vorkurs besucht. VorkursteilnehmerInnen ($M = 16,8$, $SD = 7,5$) erreichten im Mittel 3 Punkte mehr als Studierende, die nicht an einem Vorkurs teilgenommen hatten ($M = 20,0$, $SD = 6,8$). Die Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich des Testergebnisses signifikant ($t(331,172) = -4,211$, $p = 0,000$).

Allerdings unterscheiden sich VorkursteilnehmerInnen und Nicht-VorkursteilnehmerInnen im Mittel nicht signifikant hinsichtlich der erreichten Punkte in der letzten Mathematikprüfung ($t(351)=0,414$, $p=0,100$). Die Zusammenhänge weiterer Hintergrundfaktoren wie Computer-Affinität, der

allgemeinen Selbstwirksamkeit und des mathematikbezogenen Selbstkonzepts werden in einem nächsten Schritt analysiert.

Ausblick

Inwiefern sich die Vorkursteilnahme (an der Universität Freiburg) auf den Studienerfolg (operationalisiert als Leistung in der Modulabschlussklausur) auswirkt, wird mithilfe der Klausurergebnisse der StudienteilnehmerInnen im Wintersemester 2018/2019 geprüft.

Literatur

- Biehler, R., Fischer, P., Hochmuth, R. & Wassong, T. (2014). Eine Vergleichsstudie zum Einsatz von Math-Bridge und VEMINT an den Universitäten Kassel und Paderborn. In: I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse (S. 103-121)*. Wiesbaden: Springer.
- Derr, K., Hübl, R. & Ahmed, Z. (2018). Prior knowledge in mathematics and study success in engineering: informational value of learner data collected from a web-based pre-course. *European Journal of Engineering Education EJEE*, 43 (6), 911-926.
- Dieter, M. & Törner, G. (2012). Vier von fünf geben auf. Studienabbruch und Fachwechsel in der Mathematik, *Forschung u. Lehre*, 12 (10), 826–827.
- Fischer, P. R. (2014): *Mathematische Vorkurse im Blended Learning Format. Konstruktion, Implementation und wissenschaftliche Evaluation*. Wiesbaden: Springer.
- Greerath 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. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3 (1), 143-167.
- Hall, C.W., Kauffmann, P.J., Wuensch, K.L., Swart, W.E., DeUrquidi, K.A., Griffin, O.H. & Duncan, C.S. (2015). Aptitude and Personality Traits in Retention of Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 104 (2), 167–188.
- Klinger, M. (2018). *Funktionales Denken beim Übergang von der Funktionenlehre zur Analysis. Entwicklung eines Testinstruments und Empirische Befunde aus der gymnasialen Oberstufe*, Essen: Springer.
- Knospe, H. (2011): Der Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen von 2002 bis 2010. *Proceedings des 9. Workshops Mathematik für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge, Wismarer Frege-Reihe*, 8–13.
- Prediger, S, Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J. & Ralle, B. (2012): Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *MNU*, 65(8), 452–457.