

Evaluation adaptiven Feedbacks in Online-Aufgaben in der Chemie

Theoretischer Hintergrund

Der Übergang von der Schule zur Hochschule stellt die Studierenden vor eine Vielzahl von Herausforderungen (Inaltun et al., 2013). Ein Unterschied ist, dass Hilfestellung bzw. Feedback – sei es von der Lehrperson oder von anderen Studierenden – nun aktiv eingefordert werden muss (Rost, 2012). Doch mit dem Hilfesuchen geht eine weitere Herausforderung einher. Probleme müssen selbstständig erkannt und in Fragen gefasst werden, was ein adäquates Maß an Vorwissen voraussetzt (Jacobs, 1998), um den Problemgegenstand dem Gegenüber adäquat darlegen zu können. Viele Abbrechende berichten in diesem Zusammenhang auch von Schwierigkeiten ein gutes Verhältnis zu Lehrenden und Kommilitonen aufzubauen. Die hohen Abbruchquoten in Chemiestudiengängen an deutschen Universitäten von ca. 42 % seit 2006 verdeutlichen noch einmal, dass es nur einem Teil der Studierenden gelingt diese anfänglichen Hürden zu meistern. So wird Feedback an Hochschulen besonders selten von Studierenden aus der Gruppe der Studienabbrechenden in Anspruch genommen (Heublein et al., 2017). Dies geht einher mit dem Befund, dass fachliche Defizite, die nicht in der Studieneingangsphase aufgearbeitet werden, den Studienabbruch begünstigen. So konnte speziell für das erste Semester des Bachelorstudiengangs Chemie (belegt am Beispiel der Universität Duisburg-Essen und der Ruhr-Universität Bochum) gezeigt werden, dass Defizite im Vorwissen, bedingt durch die Kurswahl in der Oberstufe, durch bereits bestehende Lernangebote an Universitäten zurzeit nicht kompensiert werden (Averbeck et al., 2017).

Mit Feedback als einem der effektivsten Einflussfaktoren auf Lernprozesse (Hattie & Timperley, 2007) könnte man hier steuernd entgegenwirken. Mithilfe einer Online-Lernumgebung ließen sich – bei vorhandener Leistungsbereitschaft – auch die oben beschriebenen Hürden weitgehend überbrücken, gleichzeitig würde ein zeitlich und räumlich überwiegend unabhängiges Lernangebot entstehen. Einige Befunde aus der Feedback-Forschung belegen, dass insbesondere vorwissenschwachen Lernenden über informatives tutorielles Feedback (ITF) effektiv Hilfestellung gegeben werden kann (Jacobs, 1998; Narciss & Huth, 2006). ITF-Komponenten schließen dabei unter anderem detaillierte Informationen über gemachte Fehler und prozedurale Hilfestellungen zum Lösungsprozess mit ein. So erhalten in einer entsprechend konstruierten Lernumgebung auch vorwissenschwache Studierende, welche laut Heublein et al. (2017) einen akuten Feedbackbedarf aufweisen sowie zurückhaltenden Studierende durch informatives tutorielles Feedback im Lösungsprozess die Möglichkeit, aus ihren Fehlern zu lernen und Lücken im Vorwissen zu schließen, ohne selbst den Problemgegenstand verbalisieren zu müssen. Wenngleich Studien bislang den genauen Einfluss auf einen Zusammenhang von Vorwissen auf die Wirksamkeit und den Umfang von ITF-Komponenten nicht hinreichend klären konnten (Stark & Mandl, 2009; Smits et al., 2008), deutet die Feedback-Forschung in chemienahen Fächern darauf hin, dass es einen solchen Zusammenhang gibt (Albacete & VanLehn, 2000; Narciss et al., 2006). Detailliertes Feedback, reich an ITF-Komponenten, soll in diesem Zusammenhang besonders

vorwissenschwachen Lernenden helfen. Narciss et al. (2006) hat hierzu einen Bug-Related-Tutoring (BRT) Feedback-Algorithmus entwickelt, der reich an ITF Komponenten ist. Korrekatives Feedback wird hingegen besonders bei vorwissensstarken Lernenden als effektiv eingeschätzt (Smits et al., 2008). Dieses berichtet dem Rezipienten nur, dass es Fehler gibt und letztlich nach entsprechend vielen Fehlversuchen das korrekte Ergebnis.

Fragestellung

Diese Arbeit soll dazu dienen, die Feedback-Forschung im Fach Chemie weiterzubringen, indem sie die Frage behandelt, ob es in Abhängigkeit vom Vorwissen Feedback-Typen gibt, die sich besonders effizient zur Förderung des Fachwissens im Bereich der Allgemeinen Chemie eignen. Zum kontrollierten Vergleich der beiden Feedback-Algorithmen (BRT vs. KOR) wurde eine Online-Lernumgebung eingerichtet, die feedbackgestützte Lernaufgaben zum Selbststudium enthält. So wird durch einen Vergleich des ITF-reichen BRT-Algorithmus mit einem dreistufigen Algorithmus, der lediglich korrekatives (KOR) Feedback zur Verfügung stellt, überprüft, ob vorwissenschwache Studierende einen höheren Lernzuwachs durch Arbeit mit dem BRT-Algorithmus als durch die Arbeit mit dem KOR-Algorithmus erzielen. Fraglich ist zudem, ob sich im Vergleich zum BRT-Algorithmus die Arbeit mit dem KOR-Algorithmus für vorwissensstarke Studierende als vorteilhaft erweist.

Methode

Zum Vergleich der Wirksamkeit der beiden Feedback-Algorithmen ist eine Interventionsstudie im 2x2-Design für das Wintersemester 19/20 geplant. Die Studierenden werden entsprechend ihrer Kurswahl, die als guter Prädiktor für Vorwissen gilt (Averbeck et al. 2017), in zwei Teilstichproben aufgeteilt (hohes/ niedriges Vorwissen) und dann gleichmäßig zufällig auf die beiden Lernumgebungen BRT und KOR verteilt. Die Aufgaben, an die einer der beiden Feedback-Algorithmen gekoppelt wird, sind identisch. Variiert wird lediglich der Umfang des Feedbacks (BRT vs. KOR). Neben verschiedenen psychometrischen Kontrollvariablen, wie z.B. kognitiven Fähigkeiten, wird vor Beginn der Intervention ein Chemie Fachwissenstest (Freyer et al., 2013) durchgeführt. Nach dem Semester, in dem die Studierenden wöchentlich zu je einem der jeweils in der Vorlesungswoche behandelten Themenbereiche ein Set an feedbackgestützten Online-Aufgaben bekommen, wird erneut der Chemie Fachwissenstest durchgeführt. Zusätzlich werden die Klausurergebnisse und die Punktzahlen der jeweiligen Teilaufgaben erhoben. Mit den so gewonnenen Daten soll eine Aussage über die Lernwirksamkeit des jeweiligen Algorithmus in Abhängigkeit vom Vorwissen ermöglicht werden. Im Rahmen einer Vorstudie im WiSe 18/19 ($N = 104$) mit demselben Design wurden bereits 78 feedbackgestützte Online-Lernaufgaben zu insgesamt 13 Lernzielen pilotiert.

Ergebnisse der Pilotierung

Es liegen insgesamt $N = 81$ vollständige Datensätze von Studierenden vor, die am Prä- und Post-Test teilgenommen haben und die Klausur mitgeschrieben haben. Die Bearbeitung der Online-Aufgaben war freiwillig. Die Zugehörigkeit zur Interventionsgruppe (IG) wurde daher an die Bedingung geknüpft, dass mindestens 5 der 13 Aufgabensets mit mindestens 2 Aufgaben bearbeitet sein mussten. Daraus wurden 43 auswertbare Fälle für den Vergleich der beiden Algorithmen im Rahmen der Pilotierung erhalten. Die Übrigen wurden als Vergleichsgruppe ($n_{VG} = 38$) genutzt. Vergleicht man die VG hinsichtlich des Klausurergebnisses (50 Punkte Bestehensgrenze) mit denjenigen, die hinreichend viele

Online-Aufgaben bearbeitet haben, so stellt man fest, dass die IG im Mittel ($M = 58.4$, $SD = 16.4$) signifikant besser abschneidet als die VG ($M = 41.9$, $SD = 20.0$), die im Mittel die Klausur nicht bestanden hat ($t(79) = 4.069$, $p < .001$, $d = 0.901$). Betrachtet man die IG genauer in Bezug auf den Einfluss des jeweils vorliegenden Feedback-Algorithmus, so lässt sich über die gesamte Stichprobe zwar ein signifikanter Wissenszuwachs finden ($b_{\text{KOR}} \approx b_{\text{BRT}} = 0.81$, $t(39.17) = 5.55$, $p < .001$), jedoch konnte kein Vorteil eines Algorithmus gefunden werden. Ein Mehrebenen-Regressionsmodell für die Teilstichprobe früherer Grundkurschülern/-innen ($n = 19$) zeigt jedoch einen signifikanten Vorteil für den BRT-Algorithmus auf ($b_{\text{BRT}} - b_{\text{KOR}} = 0.83$, $t(14.65) = 3.12$, $p < .01$). Für frühere Leistungskurschüler/-innen ($n = 17$) lässt sich entgegen den Erwartungen vorläufig kein Vorteil für den KOR-Algorithmus aufzeigen ($b_{\text{KOR}} \approx b_{\text{BRT}} = 1.15$, $t(15.72) = 6.05$, $p < .001$). In einem entsprechenden Mehrebenen-Regressionsmodell wurde für eine statistische Power von $1 - \beta = .80$ für die Aufdeckung von mittleren Effekten der Stärke $f^2 = .15$ (Faul et al., 2009) inklusive Korrektur für hierarchische Datenstrukturen ein n von 42 Probanden pro Teilstichprobe (hohes/ niedriges Vorwissen), also ein $N_{\text{min}} = 84$ erhalten.

Diskussion und Ausblick

Die Pilotierung der feedbackgestützten Online-Lernaufgaben hat zufriedenstellende Ergebnisse in Bezug auf die Güte und Lernwirksamkeit der Aufgabenstämme und Anregungen zur Optimierung der Aufgabengestaltung. Das Lernen mit den Online-Aufgaben führt, ungeachtet dessen welcher Algorithmus genutzt wurde, zu signifikant besseren Klausurergebnissen. Als weiterer motivationaler Anreiz zur Bearbeitung der Lernaufgaben konnte für die Hauptstudie ein Bonuspunktesystem für die Klausur eingerichtet werden, das an den Lernfortschritt in der Online-Lernumgebung geknüpft ist. So soll gewährleistet sein, dass die Stichprobengröße über das Semester konstant gehalten werden kann.

Der dreistufige BRT-Feedback-Algorithmus von Narciss et al. (2006) wurde ursprünglich für einfache Mathematikaufgaben konstruiert. Dieser sieht fehlerspezifisches Feedback erst nach dem zweiten Lösungsversuch vor. In der ersten Feedback-Stufe gibt es lediglich korrekatives Feedback. Hinweise zum Fehlerort oder Hilfestellung zum Vorgehen werden erst nach dem zweiten Lösungsversuch zur Verfügung gestellt. Bei den vergleichsweise recht komplexen Aufgaben der Allgemeinen Chemie führte dies häufig zu Korrekturen durch Raten. Dem ursprünglichen Fehler wurde dabei nicht selten ein weiterer hinzugefügt. Aus diesem Grund wird der BRT-Algorithmus in der Hauptstudie bereits im ersten Feedback fehlerspezifisches Feedback bereitstellen. So soll ein besseres Lernen aus Fehlern ermöglicht und außerdem Frustration durch zu späte Hilfestellung vermieden werden.

Literatur

- Averbeck, D., Fleischer, J., Sumfleth, E., Leutner, D. & Brand, M. (2017). Analyse chemischen Fachwissens und dessen Einfluss auf Studienerfolg. In: C. Maurer (Ed.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. (S. 83-87). Universität Regensburg.
- Albacete, P.L. & VanLehn, K.A. (2000): Evaluating the Effectiveness of a Cognitive Tutor for Fundamental Physics Concepts. In: *Proceedings of the Cognitive Science Society 2000*. Retrieved from <http://escholarship.org/uc/item/0166b7p0>
- Müller, A., Ditton, H. (2014). Feedback: Begriff, Formen und Funktionen. In: Ditton, H., Müller, A. (Hrsg.), *Feedback und Rückmeldungen. Theoretische Grundlagen, empirische Befunde, praktische Anwendungsfelder*. (S. 11-28). Münster: Waxmann.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.
- Freyer, K. (2013). Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie (Band 156). Berlin: Logos.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2016). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77 (1), 81–112. DOI:10.3102/003465430298487
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. Hannover: DZHW.
- Inaltun, H., Irmak, M., Yanis, H. & Ercan, J. (2013). Investigating differences in preservice science teachers' resource management strategies in preparing laboratory report. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116, 4140-4144.
- Jacobs, B. (Medienzentrum der Philosophischen Fakultät der Universität Saarbrücken, Hrsg.). (1998). Aufgaben stellen und Feedback geben. Zugriff am 04.07.2018. Verfügbar unter <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/index.htm>
- Krause, U.-M., Stark, R. & Mandl, H. (2009). The effects of cooperative learning and feedback on e-learning in statistics. *Learning and Instruction*, 19 (2), 158–170. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.003>
- Narciss, S. & Huth, K. (2006). Fostering achievement and motivation with bug-related tutoring feedback in a computer-based training for written subtraction. *Learning and Instruction*, 16(4), 310–322. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2006.07.003.
- Rost. (2018). *Lern- und Arbeitstechniken für das Studium*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Smits, M.H.S.B., Boon, J., Sluijsmans, D.M.A. & van Gog, T. (2008). Content and timing of feedback in a web-based learning environment: Effects on learning as a function of prior knowledge. *Interactive Learning Environments*, 16(2), 183–193.