

Jenna Koenen¹
Lars Mariot²
Rüdiger Tiemann²

¹Technische Universität München
²Humboldt-Universität zu Berlin

Digital vs. Papier Lernerfolg und kognitive Belastung im Vergleich

Ausgangslage und theoretischer Hintergrund

Laborpraktika sind zentrale Bestandteile aller Studiengänge im Fach Chemie. Die Ziele der Praktika liegen in der Regel im kognitiven, psychomotorischen und affektiven Bereich (u.a. Hucke, 2000; Niedderer et al., 2003; Gokhale, 1995). In der Regel werden im Rahmen dieser Praktika papierbasierte Skripts zur Anleitung der Versuche verwendet. Diese adressieren primär den kognitiven Bereich, während sie gleichzeitig Anleitungen für die psychomotorische Umsetzung darstellen. Im Zuge der Digitalisierung werden nun mehr und mehr dieser Skripte in E-Learning-Formate überführt. Darunter werden Lernformen verstanden, die digitale Medien für die Repräsentation und Distribution von Lernmaterialien verwenden und/oder zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation dienen (Kerres, 2001). Obwohl es viele Theorien zur Gestaltung von Lernmaterialien gibt, wie beispielsweise die Theorie der kognitiven Belastung (Sweller et al., 2011) oder die Theorie des Multimedialen Lernens (Mayer, 2009), bleiben diese bei der Transformation häufig unberücksichtigt.

Zielsetzung

Im Zuge der Digitalisierung kommt es häufig vor, dass vorher papierbasierte Materialien einfach in ein digitalisiertes Format übertragen werden. Meist ungeklärt bleibt jedoch die Frage, wie sich diese Veränderung auf das Lernen von Studierenden auswirkt. Daher untersucht diese Studie:

- a) Inwieweit sich das Lernen mit den beiden verschiedenen Varianten (papierbasiert vs. digitalisiert) auf das Fachwissen der Studierenden auswirkt.
- b) Inwieweit sich die aktuelle Motivation und die kognitive Belastung beim Lernen mit diesen beiden Varianten voneinander unterscheiden.

Studiendesign

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragestellungen wurde eine Interventionsstudie im Prä-Post-Design durchgeführt. Dabei wurden zwei Versuchsskripte in jeweils zwei verschiedenen Varianten in einem rotierten Design implementiert (s. Tab. 1). Bei der ersten Variante handelt es sich um eine papierbasierte Version des Skripts, welches durch ein papierbasiertes Glossar am Ende des Skripts ergänzt ist. Die zweite Variante stellt eine digitalisierte Version des Skripts dar. Die Erläuterungen im Glossar können in dieser Variante jeweils über Hyperlinks durch Klicken auf den jeweiligen Fachbegriff erhalten werden. Inhaltlich können beide Varianten als vollkommen identisch betrachtet werden, lediglich die Umsetzung im jeweiligen Medium variiert. Prinzipiell weisen beide Varianten außerdem die gleiche Zugänglichkeit für die Studierenden auf. Implementiert wurden zwei Skripte für Versuchsanleitungen eines Physikalisch-chemischen Praktikums. Dabei handelt es sich um die Bestimmung der Temperaturabhängigkeit, der Wärmekapazität, sowie der Entropie und Enthalpie eines Festkörpers (Versuch 1) sowie die Spektroskopische Bestimmung von Dipolmomenten im elektronischen Zustand am Beispiel von Coumarin 7 (Versuch 2).











	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
1. Erhebung	Versuch 1 	Versuch 2 	Versuch 1 	Versuch 2 
2. Erhebung	Versuch 2 	Versuch 1 	Versuch 2 	Versuch 1 

Tabelle 1: Studiendesign ( papierbasiertes Skript,  digitalisiertes Skript)

Erhebungsinstrumente

Im Rahmen der Studie wurden verschiedene Testinstrumente eingesetzt. Zu Beginn der Studie wurden zunächst die kognitiven Fähigkeiten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer mithilfe des KFT-Tests erfasst (Heller & Perleth, 2002). Jeweils vor und nach der Bearbeitung des jeweiligen Skripts wurde das Fachwissen der Studierenden zu diesem Versuch erhoben. Bei dem Instrument handelte es sich um eine Eigenentwicklung zum Zwecke dieser Studie. Vor der Bearbeitung des jeweiligen Skripts wurde die aktuelle Motivation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhoben. Das Instrument von Rheinberg, Vollmeyer und Burns (2011) basiert auf den vier Subskalen Interesse, Erfolgswahrscheinlichkeit, Herausforderung und Misserfolgsbefürchtung, welche im Rahmen der Auswertung auch getrennt betrachtet wurden. Zur Untersuchung der kognitiven Belastung wurden verschiedene Items zur Erfassung der intrinsischen, der extrinsischen und der lernbezogenen Belastung (Ayres, 2006; Cierniak et al., 2009; Leppink et al., 2013; Paas, 1992; Salomon, 1984) verwendet und einmalig während der Bearbeitung sowie am Ende der Bearbeitung der jeweiligen Skripte implementiert.

Ergebnisse

An der Untersuchung nahmen $N = 16$ Studierende teil. Diese waren im Mittel 26.12 Jahre ($SD_{\text{Alter}} = 3.48$) alt und 62.5 % waren weiblich.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße wurde diese gesamte Analyse mit nicht-parametrischen Methoden durchgeführt. Diese sind gegenüber kleinen Stichproben deutlich robuster.

Die Arbeit mit dem Skript wird als zentraler Bestandteil bei der Vorbereitung eines Laborpraktikums angesehen. Diese Tätigkeit wurde im Rahmen der Studie genauer untersucht. Es zeigen sich zunächst signifikante Lernerfolge bei den Studierenden vom Prä- zum Post-Messzeitpunkt in beiden Versuchen sowie in der digitalen und papierbasierten Variante. Die Studierenden lernen demnach bei der Arbeit mit dem Skript in jedem Fall hinzu. Zwischen den einzelnen Gruppen und den beiden Varianten zeigen sich jedoch keine Unterschiede. Ebenso zeigen sich keine Reihenfolge-Effekte im Design. Lernen scheint demnach unabhängig davon zu sein, welcher Versuch in welcher Variante zuerst bearbeitet wird. Diese Tatsache führt im Folgenden dazu, dass die beiden Varianten eines Versuches jeweils direkt miteinander verglichen werden können. Für das Design bedeutet diese, dass Gruppe 1 und 4 und Gruppe 2 und 3 zusammengefasst werden.

Neben dem Lernerfolg selbst, ist aber auch die dafür aufgewendete Zeit, um diesen Erfolg zu erreichen, von Interesse. Für beide Versuche zeigt sich jedoch, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Lernzeit zwischen der papierbasierten und der digitalisierten Variante gibt. Demnach kann auch keine unterschiedliche Effizienz in der Bearbeitung angenommen werden.

Die Skripts waren in beiden Varianten durch ein Glossar mit zentralen Fachbegriffen ergänzt. In der papierbasierten Variante hing dieses dem Skript an. In der digitalisierten Variante konnten die identischen Erläuterungen durch ein Klicken auf den Begriff über

einen Hyperlink sofort erhalten werden. Auf Grund dieser leichteren Zugänglichkeit könnte angenommen werden, dass in der digitalisierten Variante mehr Fachbegriffe nachgeschlagen werden. Diese Annahme bestätigt sich jedoch nicht. In der papierbasierten Variante werden im Durchschnitt 8.62 Begriffe nachgeschlagen und in der digitalen Variante 8.75 Begriffe. Welche Begriffe nachgeschlagen werden, ist in hohem Maße individuell.

Auch weitere für das Lernen relevante Parameter, wie Interesse, Erfolgswahrscheinlichkeit und das Level an Herausforderung zeigen für beide Versuche keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Variante. Lediglich die Misserfolgsbefürchtung der Studierenden bei der Bearbeitung der digitalen Variante ($Mdn = 4.00$) ist signifikant höher als in der papierbasierten Variante ($Mdn = 1.70$; $U = 57.00$; $z = 2.63$; $p = .007$; $r = .658$). Dies lässt sich allerdings nur für Versuch 2 zeigen, nicht aber für Versuch 1.

Des Weiteren lassen sich auch in Bezug auf die kognitive Belastung der Studierenden beim Lernen keine systematischen Unterschiede finden. Für die intrinsische und die lernbezogene (germane load) kognitive Belastung ergeben sich zwischen den beiden Varianten bei beiden Versuchen keine systematischen Unterschiede. Bezüglich der extrinsischen Belastung zeigt sich in der papierbasierten Variante ($Mdn = .46$) des Versuches 1 eine höhere Belastung ($Mdn_{digital} = .34$; $U = 11.00$; $z = -2.21$; $p = .028$; $r = -.553$). Für Versuch 2 lässt sich dieser Unterschied allerdings nicht finden.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen daher insgesamt, dass sich keine systematischen Unterschiede zwischen der digitalisierten und der papierbasierten Variante zu geben scheint, die sich für beide Versuche finden lassen. Die beiden dargestellten Ausnahmen in Bezug auf die Misserfolgsbefürchtung und die extrinsische Belastung scheinen eher zufällige Befunde darzustellen, da sie sich jeweils nur für einen der untersuchten Versuche finden lassen. Es muss jedoch auch festgehalten werden, dass eine systematische weitere Untersuchung der Unterschiede zwischen der digitalisierten und der papierbasierten Variante aufgrund der vergleichsweise geringen Stichprobe und vor dem Hintergrund der aktuellen Debatte um die Digitalisierung durchaus notwendig wäre. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass eine reine Übertragung aus dem einen in das andere Format weder förderlich noch schädlich für das Lernen der Studierenden zu sein scheint. Damit bestätigen diese Ergebnisse aber indirekt auch die Aussage von Reeves, Herrington und Oliver (2004), nachdem unterschiedliche Medien auch verschiedene Instruktionsdesigns benötigen.

Literatur

- Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction, 16*(5), 389–400.
- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior, 25*(2), 315–324.
- Gokhale, A. A. (1995). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education, 7*(1), 22–30.
- Heller, K. A., & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeits-Test (Rev.) für 5.-12. Klasse (KFT 5-12+R)*. Göttingen: Beltz-Testgesellschaft.
- Hucke, L. (2000). *Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums*. Berlin: Logos-Verl.
- Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung*. München, Wien: Oldenbourg.
- Leppink, J., Paas, F., van der Vleuten, C. P. M., van Gog, T., & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods, 45*(4), 1058–1072.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. New York NY u.a.: Cambridge Univ. Press.
- Niedderer, H., Tiberghien, A., Haller, K., Hucke, L., Sander, F. & Fischer, H. (2003). *Talking Physics in Labwork Contexts. A Category Based Analysis of Videotapes*. In D. Psillos & H. Niedderer (Hrsg.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (Vol. 16, S. 31–40). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Paas, F. G. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology, 84*(4), 429–434.
- Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2004). A development research agenda for online collaborative learning. *Educational Technology Research and Development, 52*(4), 53–65.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostica, 48*, 57–66.
- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology, 76*(4), 647–658.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York. Springer.