

Hendrik KASTEN, Heidelberg, Denis VOGEL, Heidelberg,  
Markus VOGEL, Heidelberg, Hendrik LOHSE-BOSSENZ, Heidelberg &  
Stephanie HAAß, Heidelberg

## **Eine Untersuchung der Darstellungswahl bei der Nutzung der Heidelberger Mathematik-Medienplattform MaMpf**

### **Motivation**

Eine wesentliche Aufgabe von Studierenden der Mathematik lässt sich darin beschreiben, dass diese die dargebotenen abstrakten Inhalte und Strukturen erfassen, mit vorhandenem Wissen vernetzen und darüber hinaus sich selbstständig neues mathematisches Wissen aneignen. Ein wesentliches Kennzeichen der Strukturen mathematischer Begrifflichkeiten ist ihre hierarchische Anordnung. Die deduktive logische Struktur der Sachebene ist jedoch von der Ebene der Vorstellungen dazu abzugrenzen (Tall & Vinner, 1981). Entsprechend gilt es, beide Ebenen im Vorlesungsbetrieb voneinander zu trennen, wenn tragfähige Vorstellungen (Vogel & Wittmann, 2010) mathematischer Begrifflichkeiten und eigenständige mathematische Arbeitsweisen als prozedurales Wissen (Anderson, 2001) angebahnt werden sollen. Die Herausforderung besteht darin, die im Fortgang der Mathematik entstandene deduktive Welt mathematischen Wissens um Problemstrukturen, denen optimale Lösungen zugeführt wurden, den Studierenden so zugänglich zu machen, dass diese Gelegenheiten zum eigenen mathematischen Tun und zur persönlichen Ausgestaltung von Lernwegen erhalten. Hierzu bedarf es der Bereitstellung mathematischer Entdeckungsräume, die adaptiv gestaltet individuelle Möglichkeiten der Anknüpfung und der Unterstützung im eigenaktiven Lernprozess bieten. Eine bloße Stoffdarbietung, bei der *eigentliche Mathematik als Fertigfabrikat* vermittelt wird (Freudenthal, 1973), kann diesen Anspruch nicht einlösen. Den Lernenden verbleibt in diesem Fall die Rolle des rezeptiven Zuschauers, Platz für eigenes mathematisches Tun im Sinne kognitiver Aktivierung (Kunter & Trautwein, 2013) ist nicht gegeben.

### **Theoretischer Hintergrund**

Aufgrund ihrer nichtlinearen Struktur und technischen Möglichkeiten sind digitale Hypermediasysteme prädestiniert, Gelegenheiten zum eigenständigen Entdecken von Mathematik zu bieten und so zur Verbindung von mathematischer Sachebene und persönlicher Vorstellungsebene beizutragen. Ein Mehrwert einer solchen multipel repräsentierenden Lernumgebung ist aber nicht per se zu erwarten, sondern hängt einerseits von der Gestaltung (*characteristics of the provided representations*) und andererseits von individuellen Dispositionen der Nutzenden (*learner characteristics*; Ott et al.,

2018) ab. Für die Gestaltung einer multimedialen Lernumgebung wie der eines Hypermediasystems sind Clark und Mayer (2011) zufolge grundsätzliche Designprinzipien zu beachten, die auf der weithin rezipierten Theorie multimedialen Lernens von Mayer (2005), der Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), fußen. Diese verstehen sich als Gestaltungsrichtlinien, die darauf hinzielen, die Kohärenzbildung bei den adressierten Personen zu unterstützen, ohne die kein Benefit im Umgang mit multiplen Repräsentationssystemen zu erwarten ist (Seufert, 2003). Die Kohärenzbildung ist hierbei zum einen auf die Ebene der Informationskodierung zu beziehen und zum anderen auf die semantische Ebene dahingehend, dass multiple Zugänge zum Sachgegenstand, wie etwa einer mathematischen Theorie, möglich sind.

Empirische Befunde zeigen, dass die Befolgung der Gestaltungsrichtlinien allein nicht die Kohärenzbildung und damit den Lernerfolg gewährleisten (Gerjets et al., 2009). Die nötige Orientierung im nichtlinearen Informationsraum eines Hypermediasystems kann jedoch durch die konzeptuelle Organisation in Concept-Maps und semantische Stützen effektiv unterstützt werden (Schnotz & Heiß, 2009). Forschungserkenntnisse zur Wechselwirkung mit Steuerungsmöglichkeiten und Strukturierungsgraden können gezielt genutzt werden, um Hypermediasysteme adaptiv im Sinne der individuellen Lern dispositionen der Nutzenden zu gestalten (Ruttun & Macredie, 2012).

### **Die Mathematik-Medienplattform MaMpf**

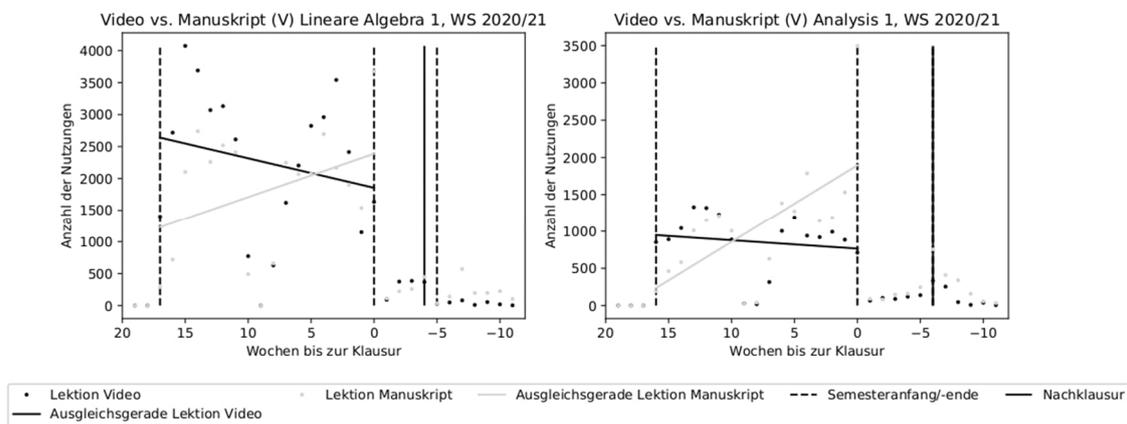
Die Heidelberger Mathematik-Medienplattform MaMpf folgt konsequent den Leitideen einer delinearisierten Stoffdarbietung und der Ausschöpfung multimedialer Unterstützungsmöglichkeiten durch adaptive Lern- und Zugangswege für den Vorstellungsaufbau. Sie wurde 2017 von Denis Vogel aufgesetzt und seither in Kooperation des Autorenteam unter Berücksichtigung der oben genannten Designkriterien zu einem umfänglichen Hypermediasystem ausgebaut und erforscht. Der in MaMpf integrierte Hypermedia-player und -editor ermöglicht die Darstellung der Gliederung mathematischer Argumentationsketten in Definitionen, Sätze und Beweise in mathematischen Videos wie etwa Vorlesungsaufzeichnungen. Zudem können zeit- bzw. seitengenaue Referenzen auf beliebige Videos bzw. Manuskripte aus der MaMpf-Datenbank realisiert werden, was Querverbindungen sowohl innerhalb einer Vorlesung als auch über verschiedene Vorlesungen hinweg ermöglicht. Sämtliche in MaMpf eingestellten Medien lassen sich überdies mit Schlagworten versehen, die ebenfalls miteinander verlinkt werden können. Die aus diesen Informationen von MaMpf dynamisch erzeugten Hyper-Concept-Maps stellen eine zusätzliche, semantische Navigationsebene dar. Mittlerweile kommt MaMpf in zahlreichen Lehrveranstaltungen der Universität Heidelberg in Mathematik, Informatik, Physik und Computerlinguistik zum

Einsatz. In der universitätsweiten Lehrformatebefragung im Sommer 2020 wurde MaMpf – gerade im Vergleich zu den sonst eingesetzten Lernplattformen – sehr positiv bewertet.

## Untersuchung des Nutzerverhaltens

Seit dem Winter 2019/20 erfasst MaMpf automatisiert anonymisierte Informationen über das Verhalten der Nutzenden, indem es ausgehend von jedem Einloggsvorgang randomisiert je eine eigene Sitzungs-ID erstellt und dieser den zugehörigen, zeitgenauen Klick-Pfad durch die Unterseiten von MaMpf zuordnet. Mittlerweile über 250.000 Sitzungen mit über 5 Millionen Seitenaufrufen erlauben statistische Einsichten in die Nutzung. Aufgrund der Besonderheit von MaMpf als Hypermediasystem liegt hierbei ein Fokus auf die Untersuchung der nutzendenseitigen Medienwahl nahe, um zu erfassen, ob letztere zu flexibler Darstellungswahl (*flexible representational choice*; Acevedo Nistal et al., 2009) fähig sind, ihnen also die Orientierung im nichtlinearen Informationsraum von MaMpf gelingt. Ein einfaches Beispiel für eine solche Darstellungswahl ist:

Während der Corona-Pandemie fand die Lehre an der Universität Heidelberg über drei Semester ausschließlich online statt. Um die darauf nicht ausgelegte IT-Infrastruktur zu schonen, sollten dabei große Lehrveranstaltungen asynchron gelesen werden. In vielen Vorlesungen wurden daraufhin die einzelnen Termine inhaltlich identisch als Video und als Manuskript angeboten.



Die Abbildung zeigt exemplarisch für die Vorlesungen Lineare Algebra 1 und Analysis 1 des Wintersemesters 2020/21 wochengenau und nach Medientyp sortiert die jeweiligen Vorlesungsaufrufe. Neben den in der Statistik klar erkennbaren Rahmendaten des Semesters, wie etwa den Weihnachtsferien, lässt sich im Laufe der Vorlesungszeit eine Verschiebung weg von der Video- und hin zu der Manuskriptnutzung ablesen. Da Medientypen und inhaltliche Äquivalenz der Medien eines jeden Termins den Studierenden bekannt waren, liegen dem Effekt qualifizierte Entscheidungen zugrunde. Ein

Erklärungsansatz ist, dass mit Nahen der Abschlussprüfungen die Ökonomie des Lernens – unter möglichem Verzicht auf Details lässt sich ein gegebener Inhalt schneller als Manuskript denn als Video konsumieren – zunehmend wichtiger wurde. Die Abrufdaten zu den einzelnen Terminen zeigen zudem, dass in der zeitversetzten Nutzung die Manuskripte dominierten, was nahelegt, dass diese beim Nachschlagen in älterem Material präferiert wurden.

Zusätzlich zu Fragen der Darstellungswahl untersucht das MaMpf-Team, wie die speziellen Designmerkmale von MaMpf, so etwa die Navigation über Hyper-Concept-Maps, von den Studierenden angenommen werden.

## Literatur

- Acevedo Nistal, A., Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J. & Verschaffel, L. (2009). Conceptualising, investigating and stimulating representational flexibility in mathematical problem solving and learning. A critical review. *ZDM-Mathematics Education*, 41(5), 627–636.
- Anderson, J. R. (2001). *Kognitive Psychologie*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2011). *E-Learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (3. Aufl.). Pfeiffer.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematik als pädagogische Aufgabe*. Klett.
- Gerjets, P., Scheiter, K., Opfermann, M., Hesse, F. & Eysink, T. (2009). Learning with hypermedia: The influence of representational formats and different levels of learner control on performance and learning behavior. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 360–370.
- Kunter, M. & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. UTB.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Ott, N., Brünken, R., Vogel, M. & Malone, S. (2018). Multiple symbolic representations: The combination of formula and text supports problem solving in the mathematical field of propositional logic. *Learning and Instruction*, 58, 88–105.
- Ruttun, R. D. & Macredie, R. D. (2012). The effects of individual differences and visual instructional aids on disorientation, learning performance and attitudes in a Hypermedia Learning System. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2182–2198.
- Schnotz, W. & Heiß, A. (2009). Semantic scaffolds in hypermedia learning environments. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 371–380.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13, 227–237.
- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169.
- Vogel, M. & Wittmann, G. (2010). Mit Darstellungen arbeiten – tragfähige Vorstellungen entwickeln. *PM – Praxis der Mathematik in der Schule*, 52(32), 1–8.