

Innovationen in der Hochschullehre

Digital gegen das Bulimie-Lernen: Quizen im Hörsaal und zu Hause, Podcasts für unterwegs

Bewerbung um ein Senior-Fellowship des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft
und der DATEV-Stiftung Zukunft

Bewerbungsrunde 2018

Fächergruppe: Ingenieurwissenschaften

Prof. Dr. Klaus Quibeldey-Cirkel

Technische Hochschule Mittelhessen, THM

Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik

Wiesenstraße 14, 35390 Gießen

klaus.quibeldey-cirkel@mni.thm.de

Leitfragen

| | | |
|----|---|----------|
| 1. | Persönliche Motivation für ein Senior-Fellowship | 1 |
| 2. | Das zentrale Problem: Aufschieben und Vergessen im Studium | 1 |
| 3. | Ziele und Innovationsgehalt des Entwicklungsvorhabens | 3 |
| 4. | Curriculare Implementierung der Lehrinnovation | 8 |
| 5. | Risiken und Evaluation | 8 |
| 6. | Verstetigung | 8 |
| 7. | Übertragbarkeit | 9 |
| 8. | Austausch mit anderen Fellows des Programms | 9 |
| 9. | Einbindung und Vernetzung in die Hochschulorganisation | 9 |

1. Persönliche Motivation für ein Senior-Fellowship

Als Informatikdozent, der bislang über hundert Bachelor- und Masterarbeiten betreut hat, stelle ich immer wieder gravierende Wissensdefizite bei den Absolventen und Absolventinnen fest. Trotz guter Noten fehlen häufig ausgerechnet die Kompetenzen, die in den entsprechenden Modulen explizit benannt sind und vornehmlich entwickelt werden sollen. Viele Studierende zeigten im Abschlusskolloquium fachliche Kompetenzmängel, die auch in ihrer Thesis sichtbar sind, zum Beispiel: keine ingenieurgemäße Qualitätssicherung durch Testautomation, keine standardkonforme Programmdokumentation, keine Verwendung der in den Modulen gelehrt Entwurfsmuster – allesamt wichtige Kriterien für die berufliche Kompetenz.

Meine Schlussfolgerung: Die in den Modulen eingesetzten Lehrmethoden, Übungs- und Prüfungsformate sowie die Lernstrategien und Lernaktivitäten der Studierenden im Selbststudium und in Präsenzveranstaltungen haben *keine Langzeitwirkung* und sind unzureichend auf das curriculare Qualifikationsziel abgestimmt; sie sichern „nur“ den kurzfristigen Prüfungserfolg im jeweiligen Modul.

Die Teilnahme an einem hochschuldidaktischen Workshop über evidenzbasierte Lehr- und Lernformen und Methoden zur Optimierung des Lernerfolgs gab den Anstoß für mein Entwicklungsvorhaben.¹ Um die im Workshop vermittelten kognitiven Lernmethoden mit empirisch belegter Langzeitwirkung in meine Module zu integrieren, was einer Neukonzeption der Module gleichkommt, sind Freiräume und Ressourcen erforderlich, die mir durch ein Fellowship ermöglicht würden. Mit den Fellows über die Nachhaltigkeit von Lehr- und Lernmethoden zu diskutieren und begleitend zu reflektieren, erhoffe ich mir als sehr inspirierend und bereichernd für mein Entwicklungsvorhaben.

2. Das zentrale Problem: Aufschieben und Vergessen im Studium

Die Lehrinnovation adressiert das *Nachhaltigkeitsproblem* des Lehrens und Lernens: Wie kann Fach- und Methodenwissen *effizient* vermittelt, *effektiv* angeeignet und *langfristig* über das einzelne Modul und über das Studium hinaus abgerufen und situativ adäquat angewendet werden? Die empirische Lehr- und Lernforschung gibt Antworten auf Basis kognitionswissenschaftlicher, lern- und gedächtnispsychologischer Theorien und Erkenntnisse (Ambrose et al. 2010; Dunlosky 2013; Pashler et al. 2007). Für die Behaltensleistung von ausschlaggebender Bedeutung sind zwei seit über hundert Jahren erforschte lernförderliche Effekte:

- *Testing Effect*: höhere Behaltensleistung durch aktives Abrufen von Gedächtnisinhalten statt wiederholtes passives Lesen (Argawal et al. 2008; Roediger & Karpicke 2006)
- *Spacing Effect*: langfristiges Behalten durch zeitlich verteiltes Testen (Larsen et al. 2009)

Seit Hermann Ebbinghaus (1885) ist die *Vergessenskurve* und deren iterative Kompensation bekannt, Abbildung 1. Um den Testeffekt und den Effekt des verteilten Testens für ein nachhaltiges Lehren und Lernen zu nutzen, wird der methodische Einsatz von Befragungstools empfohlen: *Quizzing* – im Hörsaal mit einem Audience-Response-System oder einer Quiz-App (Pashler et al. 2007, S. 19ff.), zu Hause mit Lernkarteien und Wiederholungsalgorithmen nach Leitner (2011) oder Woźniak (Woźniak & Gorzelańczyk 1994). Es gibt einen großen Fundus an

¹ Inhalte des Workshops: <http://www.agww-hessen.de/wbtext.cfm?ID=860> (Abruf am 08.07.2018)

empirischen Studien zur Lernförderlichkeit von Befragungstools aufgrund des Testeffekts, vor allem für Audience-Response-Systeme: Hunsu et al. 2016, Chien et al. 2016 oder Kay & LeSage 2009. Allerdings nehmen diese Studien nur die Lernförderlichkeit zum Erreichen der Lernziele eines einzelnen Moduls in den Fokus. Es fehlen bislang Langzeitstudien, die das Erreichen des Qualifikationsziels eines mehrsemestrigen Studienabschnitts empirisch untersuchen.

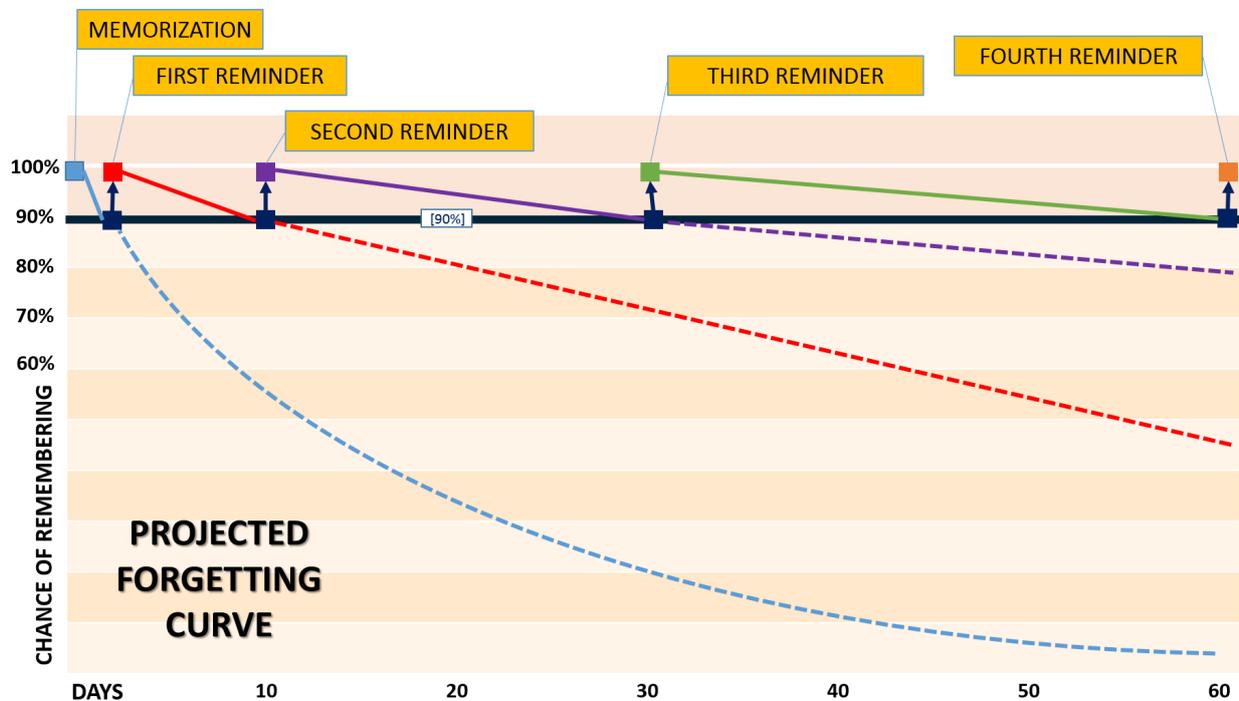


Abbildung 1: Vergessenskurve nach Ebbinghaus mit Wiederholungen des Gelernten (Quelle: Wikimedia Commons)

Verteiltes Lernen – die Kombination der effektivsten Lerntechniken *Practice testing* und *Distributed practice*, Tabelle 1 – ist das probate Mittel gegen das Aufschieben und Vergessen im Studium. Die Kenntnis davon genügt nicht: Lehrende müssen *Verteiltes Lernen* in ihre Lehre integrieren und immer wieder einfordern.

| Rang | Lerntechnik | Beschreibung | Effektivität |
|------|---------------------------|--|--|
| #1 | Practice testing | Self-testing or taking practice tests on to-be-learned material | Very effective under a wide array of situations |
| #2 | Distributed practice | Implementing a schedule of practice that spreads out study activities over time | Very effective under a wide array of situations |
| #3 | Interleaved practice | Implementing a schedule of practice that mixes different kinds of problems, or a schedule of study that mixes different kinds of material, within a single study session | Promising for math and concept learning, but needs more research |
| #4 | Elaborative interrogation | Generating an explanation for why an explicitly stated fact or concept is true | Promising, but needs more research |
| #5 | Self-explanation | Explaining how new information is related to known information, or explaining steps taken during problem solving | Promising, but needs more research |

| | | | |
|-----|------------------------------|--|---|
| #6 | Rereading | Restudying text material again after an initial reading | Distributed rereading can be helpful, but time could be better spent using another strategy |
| #7 | Highlighting and underlining | Marking potentially important portions of to-be-learned materials while reading. | Not particularly helpful, but can be used as a first step toward further study |
| #8 | Summarization | Writing summaries (of various lengths) of to-be-learned texts | Helpful only with training on how to summarize |
| #9 | Keyword mnemonic | Using keywords and mental imagery to associate verbal materials | Somewhat helpful for learning languages, but benefits are short lived |
| #10 | Imagery for text | Attempting to form mental images of text materials while rereading or listening | Benefits limited to imagery-friendly text, and needs more research |

Tabelle 1: Top Ten der effektivsten Lerntechniken nach (Dunlosky 2013, S. 13 und 20)

3. Ziele und Innovationsgehalt des Entwicklungsvorhabens

Das Vorhaben fokussiert die *modulübergreifende Kompetenzorientierung der Lehre* im Sinne des Bologna-Prozesses (Schaper 2012, Wildt & Wildt 2011). Im Bachelorstudiengang Informatik soll das Qualifikationsziel „Web-Engineering“² in den ersten drei Semestern (Grundstudium) nachhaltig gelehrt werden. Die Methoden des Lehrens, Lernens und Prüfens in den programmier- und softwaretechnischen Modulen sollen nach dem „Constructive Alignment“-Konzept von John Biggs (Biggs & Tang 2011) kohärent auf das Kompetenzziel abgestimmt werden, vgl. Abbildung 2.

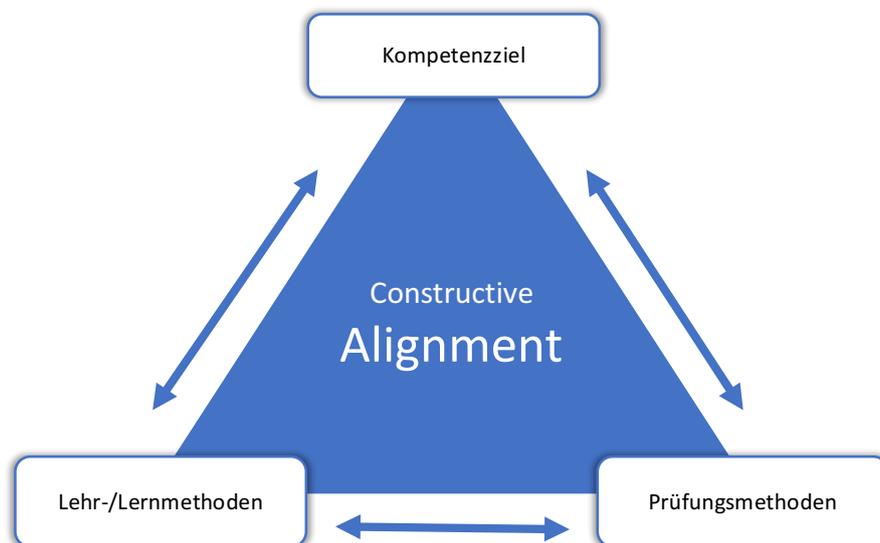


Abbildung 2: Ausrichten von Lehren, Lernen und Prüfen über mehrere Module hinweg auf das Qualifikationsziel „Web-Engineering“

² Beispielhafte Beschreibung des Qualifikationsprofils:

<https://de.webmasters-europe.org/berufsprofile/web-entwickler> (Abruf am 08.07.2018)

Die Neukonzeption der für das Qualifikationsziel relevanten Module – „Objektorientierte Programmierung“ im ersten, „Internetbasierte Systeme“ im zweiten und „Softwaretechnik“ im dritten Semester – ist im Rahmen des Vorhabens möglich, da der Antragsteller die Module turnusmäßig hintereinander lehrt, Tabelle 2.

| | Modul | SWS | CrP |
|---------------------------|--|-----------|-----------|
| 1. Semester | Objektorientierte Programmierung | 6 | 6 |
| | Grundlagen der Informatik | 4 | 6 |
| | Rechnernetze und ihre Anwendungen | 4 | 6 |
| | Diskrete Mathematik | 6 | 6 |
| | Naturwissenschaftliche und technische Grundlagen | 4 | 6 |
| | Gesamt 1. Semester | 24 | 30 |
| 2. Semester | Programmierung interaktiver Systeme | 6 | 6 |
| | Algorithmen und Datenstrukturen | 6 | 6 |
| | DV-orientierte Betriebswirtschaftslehre | 2 | 3 |
| | Recht für Informatiker | 2 | 3 |
| | Lineare Algebra | 4 | 6 |
| | Internetbasierte Systeme | 4 | 6 |
| Gesamt 2. Semester | 24 | 30 | |
| 3. Semester | Konzepte systemnaher Programmierung | 4 | 6 |
| | Compilerbau | 6 | 6 |
| | Datenbanksysteme | 6 | 6 |
| | Softwaretechnik | 4 | 6 |
| | Stochastik | 4 | 6 |
| | Gesamt 3. Semester | 24 | 30 |

Tabelle 2: Basis-Curriculum des Bachelorstudiums Informatik an der THM mit den im Entwicklungsvorhaben für das Qualifikationsziel „Web-Engineering“ neu zu konzipierenden Modulen

Die in der Tabelle aufgeführten Module bilden insgesamt das Fundament der Informatikausbildung an der THM. Das Fach- und Methodenwissen, das in den programmier- und softwaretechnischen Modulen zur Erreichung der Qualifikation „Web-Engineering“ vermittelt wird, soll im vierten Semester im großen Softwaretechnik-Projekt zur Verfügung stehen, und zwar größtenteils abrufbar aus dem Gedächtnis.

Die 20-jährige Lehrpraxis des Antragstellers ist in diesem Aspekt ernüchternd: Das erforderliche Wissen ist in der Regel zum Projektstart nicht ausreichend vorhanden und muss bei Bedarf gegoogelt oder in den Vorlesungsunterlagen recherchiert, gelesen und wieder verstanden werden. Nach der Curriculumstheorie müsste eigentlich das Wissen aus rund 2.700 Stunden Lernzeit verfügbar sein (Tabelle 2, ein Credit Point entspricht 30 Stunden), aber in der Praxis obsiegt das Vergessen. Im Masterstudium – zwei Jahre später – ist erfahrungsgemäß von den Vorlesungsinhalten der Bachelormodule noch deutlich weniger präsent, auf das direkt aufgebaut werden könnte. Auch dort gibt es ein großes Entwicklungsprojekt mit 15 Credit Points, die großenteils zum Wiederholen vorausgesetzter, aber vergessener Inhalte eingesetzt werden müssen. Handlungskompetenz nach dem ersten berufsqualifizierenden Abschluss sieht anders aus.

Lehrende sind herausgefordert, ihre Studierenden so anzuleiten, dass sie neues Wissen nicht nur aufnehmen und zur Modulprüfung parat haben, sondern das Gelernte auch später im Beruf aus dem Gedächtnis abrufen und anwenden können. Der Bologna-Prozess bezeichnet diese *curriculare* Kompetenzorientierung des Lehrens und Prüfens mit *Employability*, beruflicher Handlungskompetenz oder Beschäftigungsfähigkeit (Schubarth & Speck 2014).

Im Entwicklungsvorhaben werden bei der Neukonzeption der Module, die für die Beschäftigung als „Web-Entwickler/in“ spezifisch sind, Lehrmethoden gemäß „What Works Clearinghouse“ (Pashler et al. 2007) eingesetzt, vgl. Tabelle 3.

| Table 2. Recommendations and corresponding Level of Evidence to support each | |
|--|-------------------|
| Recommendation | Level of Evidence |
| 1. Space learning over time. <i>Arrange to review key elements of course content after a delay of several weeks to several months after initial presentation.</i> | Moderate |
| 2. Interleave worked example solutions with problem solving exercises. <i>Have students alternate between reading already worked solutions and trying to solve problems on their own.</i> | Moderate |
| 3. Combine graphics with verbal descriptions. <i>Combine graphical presentations (e.g., graphs, figures) that illustrate key processes and procedures with verbal descriptions.</i> | Moderate |
| 4. Connect and integrate abstract and concrete representations of concepts. <i>Connect and integrate abstract representations of a concept with concrete representations of the same concept.</i> | Moderate |
| 5. Use quizzing to promote learning. <i>Use quizzing with active retrieval of information at all phases of the learning process to exploit the ability of retrieval directly to facilitate long-lasting memory traces.</i> | 5a. Low |
| 5a. <i>Use pre-questions to introduce a new topic</i> | 5b. Strong |
| 5b. <i>Use quizzes to re-expose students to key content</i> | |
| 6. Help students allocate study time efficiently. <i>Assist students in identifying what material they know well, and what needs further study, by teaching children how to judge what they have learned.</i> | 6a. Low |
| 6a. <i>Teach students how to use delayed judgments of learning to identify content that needs further study</i> | 6b. Low |
| 6b. <i>Use Tests and Quizzes to Identify Content that Needs to be Learned</i> | |
| 7. Ask deep explanatory questions. <i>Use instructional prompts that encourage students to pose and answer “deep-level” questions on course material. These questions enable students to respond with explanations and supports deep understanding of taught material.</i> | 7. Strong |

Tabelle 3: Evidenzbasierte Lehrmethoden nach „What Works Clearinghouse“ (Pashler et al. 2007, S. 2)

Verteiltes Lernen

Um das Ziel des nachhaltigen Lehrens und Lernens zu erreichen, sind *konzertierte* Strategien beider Akteursgruppen – Lehrende und Lernende – gegen das Aufschieben (Prokrastinieren) im Studium (Tillmann et al. 2016) und das dadurch bedingte Bulimie-Lernen erforderlich. Verteiltes Lernen ist dementsprechend in die Verlaufsstruktur der Vorlesungen zu integrieren (Benassi et al. 2014). Auf Seiten der Lehrperson erfolgt die Integration von Konzeptfragen im Hörsaal nach der Methode „Peer Instruction“ von Eric Mazur (Mazur & Watkins 2009) und Wissensquizzen zum formativen Prüfen des Selbststudiums und der Lernstände, auf Seiten der Studierenden durch Selbstbefragung und gegenseitiges Abfragen mithilfe von Lernkarten. Lehrstrategien und Lernstrategien werden inhaltlich und zeitlich miteinander verzahnt. Diese Verzahnung fördert das kontinuierliche wiederholende Lernen im Studium.

Lehrende können die Strategie des Verteilten Lernens in ihren Unterricht zeitlich-strukturell integrieren, indem sie bereits gelerntes Fakten- und Methodenwissen über länger werdende Zeitabschnitte jeweils zu Beginn des Unterrichts wiederholt abfragen oder in neue Aufgaben mit aktuell erworbenem Wissen und Verständnis einbauen. Auch das summative Prüfen, die Abschlussklausur, sollte in das Konzept des Verteilten Lernens integriert werden, indem die Klausur erst deutlich später als die letzte Vorlesung stattfindet, optimal zum Ende der Semesterferien. Prüfungen werden als Teil des Lernprozesses begriffen, quasi als Lerntests, als weitere Wiederholungen, um die Ebbinghaus-Vergessenskurve langfristig zu kompensieren.

Digitalisierungsstrategie: Formatives Assessment und Lernstandskontrolle

Das angestrebte Ziel des nachhaltigen Lehrens und Lernens soll durch die folgenden Lehr- und Lernwerkzeuge, entwickelt an der THM in Open-Source-Projekten³, unterstützt werden:

- Audience-Response-App <https://arsnova.io> für das formative Assessment mit individueller und Gruppen-Lernstandsanzeige, siehe die Screenshots in Abbildung 3.
- Lernkartei-App <https://informatik.cards> mit Audio-Podcasts zu den Lernkarteien und automatischer Benachrichtigung (via Mail oder Push-Nachrichten aufs Smartphone), sobald Lernkarten zu wiederholen sind.
- Quiz-App <https://arsnova.click> mit Hörsaalfragen unter Wettbewerbsbedingungen und Gamification-Elementen wie Ranglisten mit Nicknamen, Countdown, Sound- und Animationseffekten.

Die sofortige Auswertung der Wissens- und Verständnisfragen erlaubt ein Selbst-Monitoring und eine Selbstbewertung. Der regelmäßige Einsatz dieser Befragungstools kann als Katalysator wirken, um die Metakognition der Lernenden anzuregen und um die Lernenden zu ermutigen, Verantwortung für den eigenen Lernprozess zu übernehmen, im Sinne von *self-regulated learning* (Bjork et al. 2013). Ein formatives Assessment, differenziert nach Vorbereitung auf die Lehrveranstaltung und Lernleistung in der Veranstaltung, umsetzbar mit Vorbereitungsaufgaben und Hörsaalfragen sowie den zugehörigen Lernstandsanzeigen (Abbildung 3), identifiziert den individuellen Nachholbedarf und auch den der Gruppe. Individuelle Probleme im Lernprozess können der Lehrkraft über den Button „Ich habe eine Frage“ anonym und zeitnah mitgeteilt werden. Das formative Assessment und die Lernstandsanzeigen helfen, die Lehre anzupassen, Lerninhalte gezielt zu wiederholen und den Lernprozess zu steuern.

³ <https://github.com/thm-projects> (Abruf am 08.07.2018)

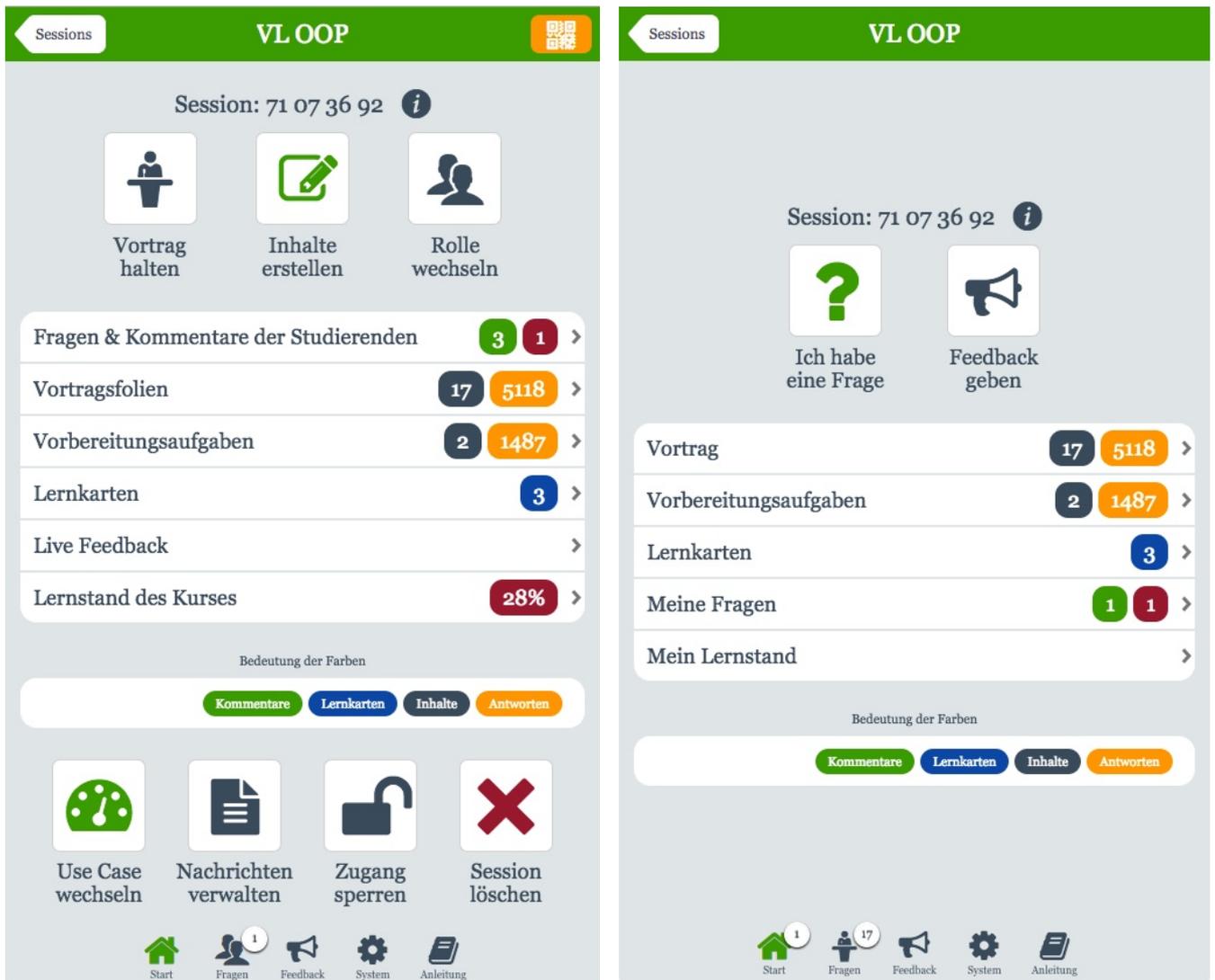


Abbildung 3: Web-App <https://arsnova.io> mit Lernstandsanzeige: Ansicht der Lehrkraft vs. studentische Ansicht

Erwartete Ergebnisse

- 50 multimediale Lernkarteien mit insgesamt 2.500 Lernkarten zum Qualifikationsziel „Web-Engineering“; zu jeder Lernkartei gibt es einen Podcast für das auditive „Unterwegs-Lernen“, wobei die Fragen per Smartphone beantwortet werden (adressiert Punkt 1 in der Tabelle 3 der evidenzbasierten Lehrmethoden)
- 100 Konzeptfragen nach der Peer-Instruction-Methode zum Qualifikationsziel (adressiert Punkt 7 in der Tabelle)



Abbildung 4: Im Vorhaben eingesetzte Lernkartei-App <https://informatik.cards>

- 30 thematische Wiederholungsquizze mit je 5 Fragen zum Qualifikationsziel (adressiert Punkt 5b in der Tabelle)
- 3 Open-Source-Fallstudien – arsnova.click, arsnova.io und arsnova.cards – mit jeweils 10 praktischen Übungsaufgaben und Musterlösungen (adressiert Punkt 2 in der Tabelle)

4. Curriculare Implementierung der Lehrinnovation

Primär adressiert die Lehrinnovation den programmier- und softwaretechnischen Pflichtbereich der ersten drei Semester des Bachelorstudiums Informatik im Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik (MNI) der THM. Da es sich um einen wesentlichen Teil der Grundausbildung in der Informatik handelt, lässt sich die Lehrinnovation auch in den angewandten Informatiken der THM einsetzen, zum Beispiel in der Wirtschaftsinformatik, Medien-Informatik oder Ingenieur-Informatik.

5. Risiken und Evaluation

Die im Erstantrag genannten Risiken „Qualität der Lernkarten“ und „Motivation der Lernenden“ wurden zwischenzeitlich in einem Pilotprojekt des hochschuldidaktischen Zentrums der THM bewertet und als gering eingestuft. Lernkarten werden jetzt entweder von der Lehrperson erstellt oder, wenn von wissenschaftlichen Hilfskräften erstellt, von der Lehrperson auf Qualität geprüft und autorisiert.

Die Motivation der Studierenden, sich in der Vorlesung an Quizzen zu beteiligen und zu Hause auf der Lernkartei-Plattform kontinuierlich und wiederholt mit den angebotenen Lernkarteien zu lernen, wird durch die in den Apps integrierte *Bonusvergabe* wesentlich gefördert. Lehrende setzen als Partizipationsanreize auf bonusprämierte Wettbewerbs-Quizze, implementiert in der spielbasierten Quiz-App <https://arsnova.click>. Die Lernförderlichkeit des verteilten Lernens mithilfe von Hörsaal-Quizzen und Lernkarteien wird den Studierenden zu Kursbeginn anhand von einschlägigen Studien verbal und über das Konzeptpapier des Entwicklungsvorhabens verdeutlicht.

Die Lehrinnovation wird wissenschaftlich vom THM-Zentrum für kooperatives Lehren und Lernen (ZekoLL) begleitet. Es werden die Lernstände der Experimental- und Kontrollgruppen zu Beginn des Softwaretechnikprojekts im vierten Semester ermittelt und verglichen. Die im Lehrprojekt erstellten Lernkarteien dienen dabei als diagnostisches Assessment der Projektteilnehmenden. Es wird geprüft, inwieweit das vorausgesetzte programmier- und softwaretechnische Vorwissen aus den ersten drei Semestern zum Projektstart noch abrufbar ist.

6. Verstetigung

Die Nachhaltigkeit des Entwicklungsvorhabens wird über den Austausch der Ergebnisse mit den Kolleginnen und Kollegen erreicht, die abwechselnd mit dem Antragsteller die Module OOP, IBS, SWT und SWTP lehren. Die thematischen Lernkarteien, Wissensquizze und Peer-Instruction-Konzeptfragen werden gemeinsam in den Tools aktualisiert und erweitert.

7. Übertragbarkeit

Das Transferpotenzial der Lehrinnovation ist insbesondere dort gegeben, wo Module aufeinander aufbauen und in der Modulbeschreibung explizit das Fakten- und Methodenwissen aus anderen Modulen vorausgesetzt wird. Die Inhalte der MINT-Fächer eignen sich besonders für automatisch auswertbare Multiple-Choice-Fragen.

Die Lernkarteien und Podcasts zum Qualifikationsziel „Web-Engineering“ können direkt in den Bindestrich-Informatiken der THM und anderer Hochschulen eingesetzt werden, wie zum Beispiel in der Wirtschafts-, Ingenieur- und Medien-Informatik oder im Studiengang „Social Media Systems“ der THM. Darüber hinaus sind die Lernkarteien auf <https://informatik.cards> auch einzeln oder gesamt als *Open Educational Resources* (OER) in der beruflichen Ausbildung zum/zur „Fachinformatiker/in der Fachrichtung Anwendungsentwicklung“⁴ einsetzbar.

8. Austausch mit anderen Fellows des Programms

Der Antragsteller erhofft sich, dass die Fellows des Programms voneinander lernen und beispielsweise Methoden anderer Fellows in ihren eigenen Lehrveranstaltungen erproben. Das vorgestellte Konzept der Integration des Verteilten Lernens in die Präsenzlehre würde sich dazu gut eignen. Auf diese Weise könnten Effekte verglichen und die Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Einsatz noch besser ermittelt werden. Idealerweise finden sich Informatik-Fellows, die bei der gegenseitigen Qualitätssicherung der Lernkarteien auf der OER-Plattform <https://informatik.cards> mitmachen.

9. Einbindung und Vernetzung in die Hochschulorganisation

Die Lehrinnovation ist hochschulweit eingebunden und vernetzt durch (1) die wissenschaftliche Begleitung und Evaluation durch das THM-Zentrum für kooperatives Lehren und Lernen (ZekoLL) und (2) die regelmäßigen Rückmeldungen in die THM-Arbeitsgruppe Qualität in Lehre und Studium (AG QLS). Des Weiteren werden die derzeit über 4.000 Lehrenden, die <https://arsnova.io> einsetzen, in der App auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, ihre mehr als 40.000 Hörsaal- und Vorbereitungsfragen sowie Peer-Instruction-Konzeptfragen auf digitale Lernkarten zu übertragen.⁵

Literatur

- [1] Agarwal, P. K., Karpicke, J. D., Kang, S. H. K., Roediger, H. L. III. & McDermott, K. B. (2008). Examining the testing effect with open- and closed-book tests. *Applied Cognitive Psychology* 22, 861-876.
- [2] Ambrose, S. A., Bridges, M. W., Di Pietro, M., Lovett, M. C. & Norman, M. K. (2010). *How learning works: 7 research-based principles for smart teaching*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [3] Benassi, V. A., Overson, C. E., & Hakala, C. M. (2014). *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum*. Retrieved from the Society

⁴ <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/7856.pdf> (Abruf am 08.07.2018)

⁵ Aktuelle Statistik unter <https://arsnova.thm.de/blog/#uni> (Abruf am 08.07.2018)

for the Teaching of Psychology website:

<http://teachpsych.org/ebooks/asle2014/index.php>. Abruf am 08.07.2018.

- [4] Biggs, J. B. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. 4. Aufl. Berkshire: Open University Press.
- [5] Bjork, R. A., Dunlosky, J. & Kornell, N. (2013). Self-regulated learning: Beliefs, techniques, and illusions. *Annual Review of Psychology* 64, 417-444.
- [6] Chien, Y.-T., Chang, Y.-H. & Chang, C.-Y. (2016). Do we click in the right way? A meta-analytic review of clicker-integrated instruction. *Educational Research Review* 17, 1-18.
- [7] Dunlosky, J. (2013). Strengthening the Student Toolbox: Study Strategies to Boost Learning. *American Educator* 37(3), 12-21.
- [8] Hochschulrektorenkonferenz (Hrsg.). *Diploma Supplement: Funktion – Inhalte – Umsetzung. Service-Stelle Bologna*. Beiträge zur Hochschulpolitik 4/2005. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz.
- [9] Hunsu, N. J., Adesope, O. & Bayly, D. J. (2016). A meta-analysis of the effects of audience response systems (clicker-based technologies) on cognition and affect. *Computers & Education*, 94, 102-119.
- [10] Kay, R. H. & LeSage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. In: *Computers & Education* 53(3), 819-827
- [11] Larsen, D. P., Butler, A. C. & Roediger, H. L. III (2009). Repeated testing improves long-term retention relative to repeated study: a randomised controlled trial. *Medical Education* 43, 1174–1181.
- [12] Leitner, S. (2011). *So lernt man lernen: Der Weg zum Erfolg*. 18. Aufl. Freiburg: Herder.
- [13] Mazur, E.; Watkins, J. (200). Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. In: S. Simkins & M. Maier (Hrsg.), *Just in Time Teaching Across the Disciplines*. Sterling, VA: Stylus Publishing. S. 39-62.
- [14] Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K., McDaniel, M. & Metcalfe, J. (2007). *Organizing instruction and study to improve student learning. IES Practice Guide*. NCER 2007-2004. National Center for Education Research.
- [15] Roediger, H. L. III. & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science* 17, 249-255.
- [16] Schaper, N. (2012). *Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre*. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz.
- [17] Schubarth, W., Speck, K. (2014). *Fachgutachten: Employability und Praxisbezüge im wissenschaftlichen Studium*. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz.
- [18] Tillmann A., Niemeyer J. & Krömker, D.: „Das schaue ich mir morgen an“ - Aufschiebeverhalten bei der Nutzung von eLectures; eine Analyse. DeLFI 2016: 47-57.
- [19] Wildt, J. & Wildt, B. (2011). Lernprozessorientiertes Prüfen im „Constructive Alignment“. Ein Beitrag zur Förderung der Qualität von Hochschulbildung durch eine Weiterentwicklung des Prüfsystems. In: B. Berendt, J. Wildt & B. Szczyrba (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten*. Berlin: Raabe (NHHL 2.50.11.11).
- [20] Woźniak, P. A. & Gorzelańczyk, E. J. (1994). Optimization of repetition spacing in the practice of learning. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 54, 59-62.