

Lehren und Lernen mit Audience-Response-Systemen

Klaus Quibeldey-Cirkel

Abstract: Die Lernförderlichkeit des Fragenstellens mit mobilen Befragungstools, in der Didaktik Clicker oder Audience-Response-Systeme genannt, kurz ARS, wurde in den letzten zwanzig Jahren in zahlreichen Einzel- und Metastudien erforscht. Didaktisch eingesetzt, fördern Audience-Response-Systeme die Aufmerksamkeit, Interaktion und das aktive Mitdenken im Unterricht. Webbasierte Audience-Response-Systeme, die im Browser auf eigenen mobilen Endgeräten aufgerufen werden, erlauben neben dem Fragenstellen seitens der Lehrkraft auch das anonyme Fragenstellen seitens der Studierenden. Selbst ein Live-Feedback zum Tempo und zur Verständlichkeit des Vortrags ist technisch möglich, ohne Kosten und mit geringem Aufwand. Der Beitrag fasst die Ergebnisse der evidenzbasierten Lehr- und Lernforschung zu Audience-Response-Systemen zusammen, beschreibt die ARS-Technik und erläutert die Einsatzoptionen in traditionellen und Blended-Learning-Szenarien. Schließlich werden Empfehlungen gegeben für den Umgang mit der ARS-Technik, deren didaktische Nutzung und die inhaltliche Gestaltung der Fragen, zusammengetragen aus der Literatur und der Entwicklungs- und Lehrpraxis des Autors. Sie sollen als Handreichung den Einstieg in den ARS-gestützten fragengeleiteten Unterricht erleichtern.

Keywords: Audience Response System, Clicker, Live Feedback, Blended Learning

1 Kontext: Digitalisierung der Präsenzlehre

Die Metastudie von Schulmeister (2015) zur studentischen Anwesenheit belegt die große Bedeutung der Präsenzlehre für den Lernerfolg, siehe Abbildung 1. Die Optimierung der Präsenzlehre, und somit des Lernerfolgs, durch Einsatz digitaler Elemente wird zunehmend in der hochschuldidaktischen Forschung diskutiert (Schön et al. 2016). Die Diskussion fokussiert sich auf die digital vermittelte Interaktion zwischen Lehrkraft und Lernenden im Hörsaal und auf ein formatives Assessment mit mobilen Befragungstools (Ebner 2015; Gröbinger et al. 2016; Peez und Camuka 2014, 2015). Soll das analoge Lehrformat beibehalten werden (Kreide-Vorlesung oder Folienvortrag), geht es um die digitale *Anreicherung* des Unterrichts, soll ein digitales Lehr- und Lernformat anstelle des bisherigen eingeführt werden, um *Blended Learning*. In Blended-Learning-Szenarien, wie Peer Instruction (Mazur 1997) und Just-in-Time Teaching (Mazur und Watkins 2009), verschmelzen analoge und digitale Elemente und Formate. In der Präsenzphase dieser Szenarien ist die Befragung des Auditoriums zum Wissensstand und Verständnis essentiell. Die Schwierigkeiten bei analogen Befragungen großer Gruppen mit Abstimmungskarten oder per Handzeichen verdeutlicht Abbildung 2: unsichere und zeitaufwändige Auszählungen, gegenseitige Beeinflussung, keine direkte Rückmeldung oder Visualisierung der Ergebnisse, keine Anonymität während der Abstimmung. Abbildung 3 zeigt digitale Befragungstools, Clicker, bei deren Einsatz diese Schwierigkeiten nicht auftreten.

Die Orientierung des Bologna-Prozesses an „Intended Learning Outcomes“ (Kompetenzorientierung) impliziert einen Perspektivenwechsel in der Gestaltung der Hochschullehre: „The Shift from Teaching to Learning“. Das Lehren muss vom Lernen her betrachtet werden (Berendt 2005; Wildt und Wildt 2011). Die Lehrkraft soll den Lernprozess als Coach begleiten und trotz steigender Studierendenzahlen individuell unterstützen. Lernendenorientierung, Individualisierung und Kompetenzorientierung statt frontaler Wissensvermittlung – wie soll das in Zeiten voller Hörsäle gelingen?

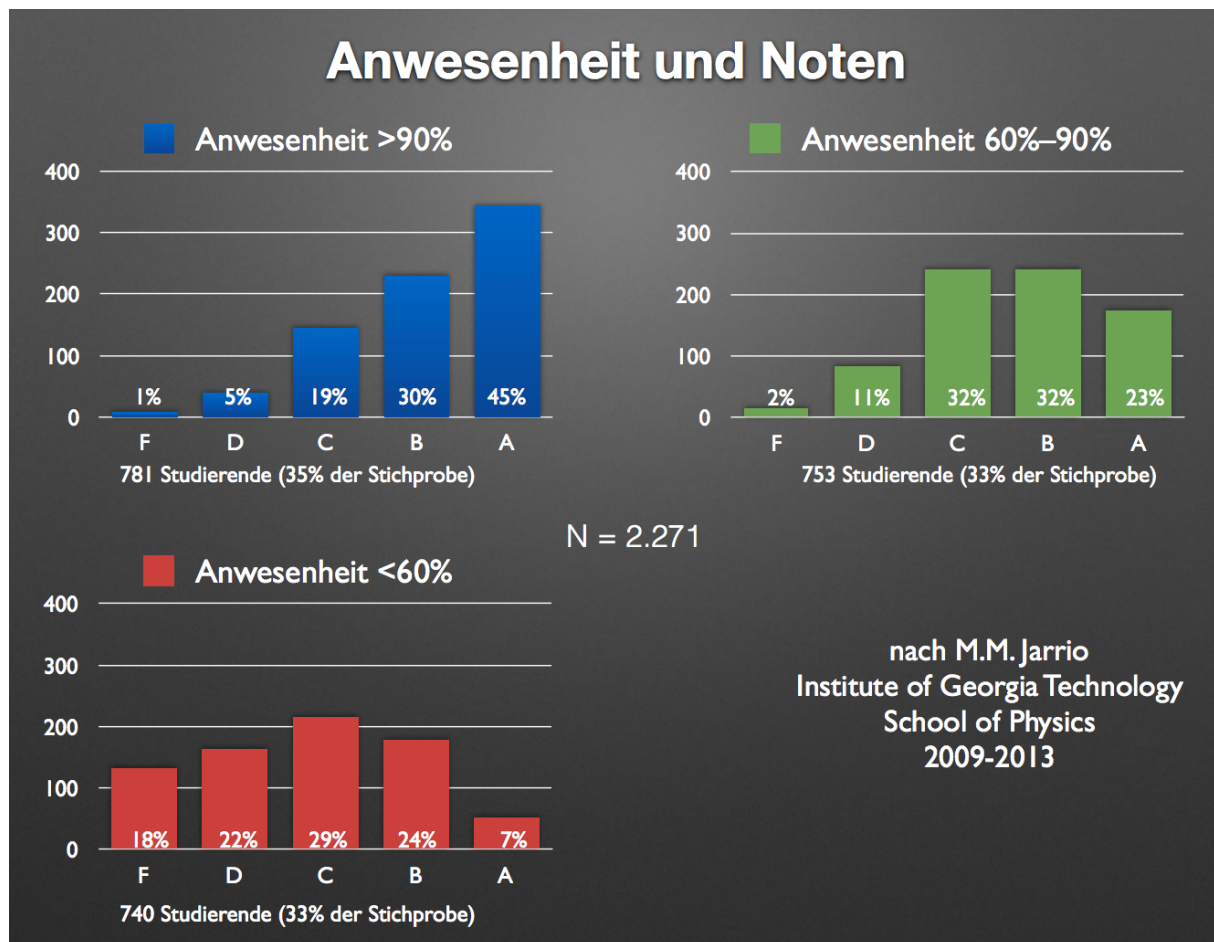


Abbildung 1: Korrelation zwischen Anwesenheit und Lernerfolg (A ist Bestnote) (Schulmeister 2015, S. 18)



Abbildung 2: Abstimmungskarten und Handzeichen als analoge Befragungstools (Wikimedia Commons 2007, 2011)



Abbildung 3: Digitale Befragungstools: Clicker (Frenger und Bernhardt 2015, S. 9)

2 Empirische Lehr- und Lernforschung zu ARS

Lehrende sind herausgefordert, ihre Studierenden zu befähigen, dass sie Wissen nicht nur aufnehmen und zur Prüfung parat haben, sondern das Gelernte auch später noch im Beruf abrufen und anwenden können. Die Bologna-Reform bezeichnet dies als Kompetenzorientierung der Lehre mit dem Bildungsziel *Employability*, Beschäftigungsfähigkeit (Schubarth und Speck 2014). Man sollte aber nicht nur die Zeit nach dem Studium bei der Curriculumsplanung und Gestaltung der Lehre im Visier haben, denn die Studiengänge sind in der Regel konsekutiv aufgebaut: Das Wissen aus dem Bachelor muss im Master verfügbar sein, um höhere Kompetenzziele zu erreichen. Auch innerhalb eines Studiengangs bauen die Module in der Regel aufeinander auf. In den Modulbeschreibungen werden sie als vorausgesetzte Module aufgeführt. Tabelle 1 gibt ein konkretes Beispiel.

Die in der Tabelle aufgeführten Module bilden das Fundament in der Informatikausbildung an der Technischen Hochschule Mittelhessen, THM. Das Fach- und Methodenwissen, das in den programmier- und softwaretechnischen Modulen vermittelt wird, muss im vierten Semester im großen Softwaretechnikprojekt (9 Credit Points) zur Verfügung stehen, und zwar größtenteils als praktische Handlungs- und Anwendungskompetenz. Die 20-jährige Lehrpraxis des Autors ist in diesem Aspekt ernüchternd: Das erforderliche Wissen ist in aller Regel im Projekt nicht abrufbar und muss bei Bedarf gegoogelt oder in den Vorlesungsskripten recherchiert, gelesen und wieder verstanden werden. Nach der Curriculums-Theorie müsste eigentlich das Wissen aus rund 2.700 Stunden Lernzeit verfügbar sein (1 Credit Point entspricht 30 Stunden), aber in der Praxis obsiegt das Vergessen. Im Masterstudium – zwei Jahre später – ist erfahrungsgemäß von den Vorlesungsinhalten der Bachelor-Module wenig präsent, auf das direkt aufgebaut werden könnte. Im Beispiel gibt es auch dort ein Software-Entwicklungsprojekt mit sogar 15 Credit Points, die wohl zum großen Teil zum Wiederholen relevanter vergessener Inhalte eingesetzt werden müssen. Fachliche Kompetenz nach dem ersten berufsqualifizierenden Abschluss (Bachelor) sieht anders aus.

Tabelle 1: Basis-Curriculum des Bachelorstudiums Informatik an der THM

	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

Die Kernfrage des Lehrens und Lernens lautet also: Wie können Fach- und Methodenwissen *effizient* vermittelt, *effektiv* angeeignet und *langfristig* über das einzelne Modul und über das Studium hinaus memoriert und abgerufen werden? Die empirische Lehr- und Lernforschung gibt Antworten auf Basis kognitionswissenschaftlicher, lern- und gedächtnispsychologischer Theorien und Erkenntnisse (Ambrose et al. 2010; Dunlosky et al. 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 (Agarwal et al. 2008; Roediger und Karpicke 2006)
- *Spacing Effect*: höhere Behaltensleistung durch zeitlich verteiltes wiederholtes Abrufen von Gedächtnisinhalten (Branwen 2017)

Seit Ebbinghaus (1885) ist die *Vergessenskurve* und deren Kompensation bekannt, siehe Abbildung 4. Um den Testeffekt und den Effekt des Verteilten Lernens für ein nachhaltiges Lehren und Lernen zu nutzen, wird der methodische Einsatz von Befragungstools (*Quizzing*) empfohlen (Pashler et al. 2007, S. 19ff.). Alle in diesem Beitrag referenzierten Metastudien zum Einsatz von Audience-Response-Systemen sind *evidenzbasiert*, das heißt, sie sind in großem Maßstab in verschiedenen Kontexten (Fachdisziplinen, Hochschulen) auf ihre Effektivität wissenschaftlich überprüft worden: Hunsu et al. 2016; Chien et al. 2016; Kay und LeSage 2009a, 2009b; Caldwell 2007; Fies und Marshall 2006. Darüber hinaus hat die umfangreichste aller Metastudien, die Hattie-Studie (Hattie 2009), mit mehr als 800 Meta-Analysen zu 50.000 Einzelstudien und 200 Millionen Lernenden, eine Rangliste der Lernförderlichkeit unter allen erforschten Faktoren ermittelt. Unter den 138 lernförderlichen Faktoren wurden als besonders effektiv die *formative Evaluation des Unterrichts* (Rang 3) und *Feedback* (Rang 10) eruiert. Diese beiden Faktoren können primär durch Befragungstools implementiert werden; sie helfen, das Lernen *sichtbar* zu machen (Hattie 2013; Quibeldey-Cirkel 2016).

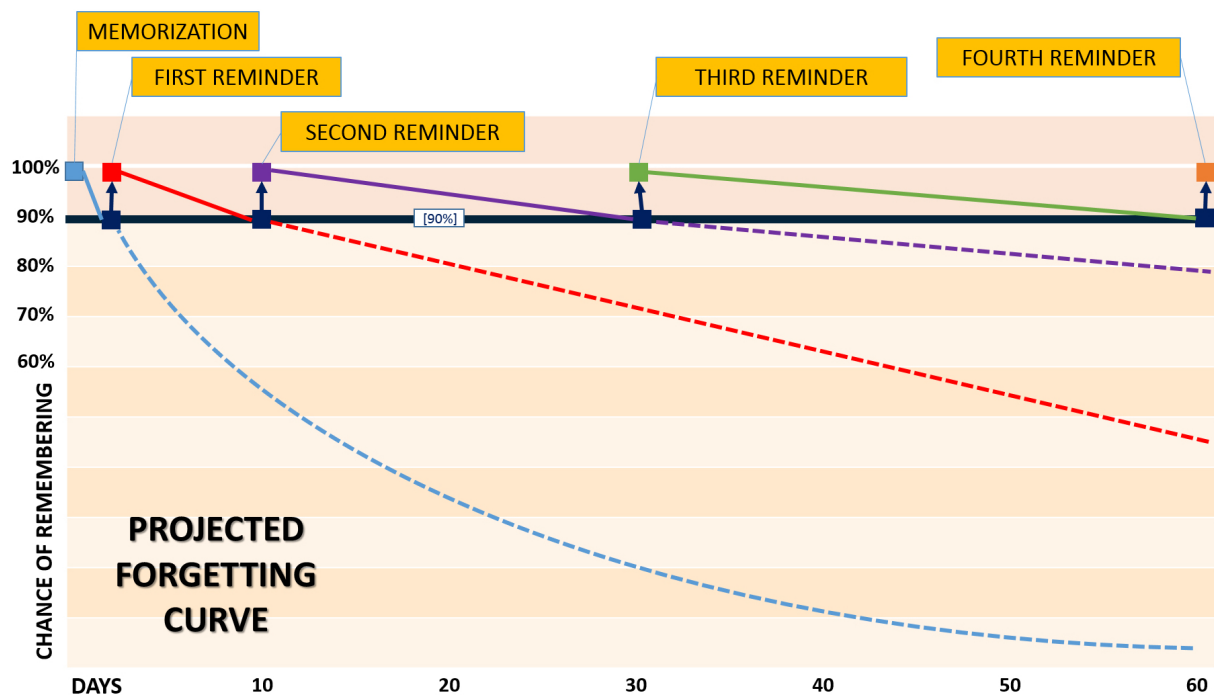


Abbildung 4: Vergessenskurve nach Ebbinghaus mit Wiederholungen des Gelernten (Wolf 2008)

Wer die Ebbinghaus-Vergessenskurve kennt, wundert sich nicht, dass „Practice testing“ und „Distributed practice“ die besten Lerntechniken sind. Tabelle 2 zeigt die Top 10 der effektivsten Lerntechniken.

Tabelle 2: Rangfolge der effektivsten Lerntechniken nach Dunlosky (2013)

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 re-search
#4	Elaborative interrogation	Generating an explanation for why an explicitly stated fact or concept is true	Promising, but needs more re-search
#5	Self-explanation	Explaining how new information is related to known information, or explaining steps taken during problem solving	Promising, but needs more re-search
#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 imaginary 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

Die Vielzahl an Pflichtprüfungen, gehäuft in der Prüfungswoche, wenig Zeit fürs regelmäßige Studieren aufgrund von Ablenkungen und Nebenjobs (Schulmeister 2015) und eine geringe Lernkompetenz haben das *Bulimie-Lernen* hervorgebracht: geballtes Pauken in der Woche vor der Klausur statt kontinuierliches Lernen während des Semesters. Nach wenigen Wochen ist ein Großteil des Prüfungsstoffs wieder vergessen. Verteiltes Lernen ist das probate Mittel gegen Aufschieberitis (Prokrastination) und Bulimie-Lernen. Lehrende können verteiltes Lernen in ihrer Unterrichtsplanung organisieren, 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 Assessment, die Abschlussklausur, kann in das Konzept des Verteilten Lernens übernommen werden, indem die Klausur erst deutlich später als die letzte Vorlesung stattfindet, am besten zum Ende der Semesterferien, und Klausuren als Teil des Lernprozesses begriffen werden, quasi als Lerngelegenheit, als weitere Iteration im Verteilten Lernen.

Das technische Mittel für das aktive Lernen durch Abrufen und zeitlich versetztes Wiederholen sind Befragungstools in Form von Clickern, webbasierten Audience-Response-Systemen, spielbasierten Quiz-Apps und digitalen Lernkarteien.

3 Mobile Befragungstools

Die Publikumsbefragung hat eine lange Tradition, nicht nur im Bildungskontext: Vom legendären Lichttest in der Fernsehspielshow „Wünsch Dir was“ von Dietmar Schönherr und Vivi Bach in den 1970er Jahren über den TED (Teledialogdienst) in Thomas Gottschalks „Wetten, dass ...?“ bis zum Publikumsjoker in Günther Jauchs Quizshow „Wer wird Millionär?“ – immer schon faszinierte das Live-Feedback eines großen Publikums. Übertragen auf den Hörsaal und sein Auditorium ist eine aufwändige Feedback-Technik heute nicht mehr erforderlich: Die Studierenden bringen ihre eigenen internetfähigen Geräte mit („Bring Your Own Device“, BYOD) und eine kostenlose Browser-App ersetzt den TED. Für den Einsatz eines Feedback- und Abstimmungssystems in der Lehre hat sich die Bezeichnung „Audience Response System“ (ARS) als didaktischer Fachbegriff etabliert (Schmidt und Hinderer 2016; Kibler 2015; Ebner 2015; Klinger et al. 2015). „Clicker“ bezeichnet üblicherweise ein hardwarebasiertes ARS.

3.1 Clicker

Die Entwicklung hardwarebasierter Audience-Response-Systeme geht zurück auf die 1950er Jahre. Eine ausführliche Darstellung geben Kundisch et al. (2012, S. 391) sowie Kay und LeSage (2009, S. 235). Begonnen hat die Entwicklung mit stationären, in den Sitzreihen fest eingebauten Systemen mit sehr komplexer technischer Ausstattung. Als komfortable kleine Handsender (Abbildungen 3 und 5) sind sie seit der Jahrtausendwende an US-amerikanischen High-Schools, Colleges und Universitäten weit verbreitet, seit etwa 2010 werden Clicker auch an deutschen Hochschulen zunehmend eingesetzt. Im Vergleich zu den softwarebasierten Audience-Response-Systemen, die in den letzten Jahren auf den Markt drängten (Schwartz et al. 2014), weisen Clicker technische und didaktische Unterschiede auf. Tabelle 3 nennt die wichtigsten Vor- und Nachteile.



Abbildung 5: Clicker versus Browser-App (Quelle: eigene Aufnahme)

Tabelle 3: Vor- und Nachteile von Clickern im Vergleich zu webbasierten Audience-Response-Systemen

Clicker-Vorteile

- ✓ technisch zuverlässig und robust
- ✓ garantierte Übertragungszeiten der Antworten, da eigenes Funknetz
- ✓ Technik und Format der Abstimmung bekannt aus Quizshows, deshalb nicht erklärungsbedürftig
- ✓ keine Rückfragen zur Bedienung seitens der Studierenden, da nur wenige Bedienoptionen: ABCD-Buttons
- ✓ keinerlei Ablenkung, da nur als Clicker nutzbar

Clicker-Nachteile

- Fragetext und Antwortoptionen werden nicht auf dem Clicker angezeigt
- kein Rückkanal, nur unidirektionales Fragenstellen seitens der Lehrkraft
- hohe Anschaffungskosten: 30-50 € pro Clicker
- logistischer und administrativer Aufwand: Aufbewahren, Transportieren, Verteilen und Einsammeln, Batteriewechsel

3.2 Webbasierte Response-Systeme

Mit der flächendeckenden Verbreitung mobiler Endgeräte in Form von Smartphones und Tablets und der zunehmenden WLAN-Abdeckung der Hörsäle und Seminarräume kam auch die Idee von Feedback- und Abstimmungs-Apps in der Lehre auf. Die meisten heute frei verfügbaren softwarebasierten ARS stammen aus hochschuleigenen Entwicklungen, meist aus Informatik-Fachbereichen. Mehrere Masterarbeiten und Dissertationen an deutschen Universitäten zu Konzeption, Entwicklung und Einsatz von ARS gingen aus Forschungs- und Evaluationsprojekten hervor (Krauss León 2016; van Koll 2015; Pohl 2015; Gehlen-Baum 2016; Hara 2016).

Die anfängliche Entwicklung als *native* Apps, spezifisch programmiert für die Smartphone-Betriebssysteme iOS und Android und separat verteilt in die App Stores von Apple und Google, wurde wegen des

Programmier-, Aktualisierungs- und Verteilungsaufwands bald aufgegeben (Schwartz et al. 2014). Heute sind softwarebasierte ARS webbasiert (HTML5), das heißt, sie benötigen keine Installation, werden im Browser des Smartphones aufgerufen, sind also unabhängig vom Betriebssystem. Browser-Apps bringen die Notwendigkeit der *Session-Verwaltung* mit sich. Clicker dagegen benötigen kein Sessionkonzept, keine Session-PIN als Zugangscode. Der Besitz des Clickers und dessen Funkkopplung mit dem Empfangssystem auf dem Laptop der Lehrkraft berechtigen zur Teilnahme an der Befragung.

Aus Kostengründen wird auf die Ausstattungsstrategie BYOD gesetzt, was aber in einem uneingeschränkten WLAN Risiken mit sich bringt, siehe Tabelle 4. Als Gegenmaßnahme könnte der WLAN-Betreiber den Adressraum einschränken oder die Lehrkraft bringt einen mobilen ARS-Router mit (Quibeldey-Cirkel et al. 2017b).

Tabelle 4: Vorteile hochentwickelter Browser-ARS und ihre Risiken

Vorteile	Risiken
✓ elaborierte Textauszeichnung und Frageformate, besonders geeignet für MINT-Fächer: Medieneinbindung, mathematischer Formelsatz, Syntax-Highlighting für Programmcode, rasterbasierte Bildfrage: „Wo steckt der Fehler?“ ✓ Online-Rückkanal: auch Studierende können Fragen stellen oder Verständnisprobleme live per Smileys (Abbildung 5), „Panik-Button“ oder „Stopp-Schild“ digital rückmelden	• Ablenkung der Studierenden durch Nutzung vorlesungsfremder Online-Dienste wie WhatsApp und YouTube (Gehlen-Baum 2016) • Verunsicherung der Lehrkraft durch technische Überforderung bei instabilem WLAN

3.3 Gamifizierte webbasierte Response-Systeme

Um die intrinsische Motivation zur Teilnahme an Abstimmungen zu steigern, wurden in einigen Audience-Response-Apps Spielelemente eingebaut. Unter Gamifizierung (Gamification, Kapp 2012) versteht man die Übernahme von Elementen, die originär aus Spielanwendungen stammen, wie Wettbewerb, einzeln oder in Teams, Hintergrundmusik, Soundeffekte, Countdown, Punkte und Ranglisten, in nicht spielbasierte Kontexte. Auch in der Hörsaallehre werden bereits gamifizierte Response-Systeme wie *Kahoot!* und *arsnova.click* didaktisch erprobt (Fallmann und Wala 2016; Wang et al. 2015; Quibeldey-Cirkel et al. 2017a). *Kahoot!* ist an US-amerikanischen Grundschulen weit verbreitet. Quizze, sogenannte *Kahoots*, zu den Lernzielen der Schulfächer in den verschiedenen Jahrgangsstufen werden auf der *Kahoot!*-Plattform als Open Educational Resources (OER) angeboten.

Im Vergleich zu *Kahoot!* bietet *arsnova.click* außer Multiple-Choice und Umfrage auch die numerische Schätzfrage und Kurzantwort als Frageformate an. Bis zu 26 Antwortoptionen sind möglich, so lang wie das Alphabet. Es können Emojis, Bilder, Videos und mathematische Formeln in TeX-Notation in den Fragetext und in die Antwortoptionen eingebunden werden. Zusätzlich gibt es eine Quelltext-Syntaxhervorhebung. Damit eignet sich die App besonders für MINT-Fächer, siehe Abbildung 6. Quizfrage und Antwortoptionen werden auch auf den Smartphones der Teilnehmenden angezeigt. Beim Abstimmen kann auf einer Prozentskala die *subjektive Antwortsicherheit* mitgeteilt werden: von 0 % „geraten“ bis 100 % „absolut sicher“. Der Mittelwert wird im Ergebnisdiagramm angezeigt (ARSnova 2017b).

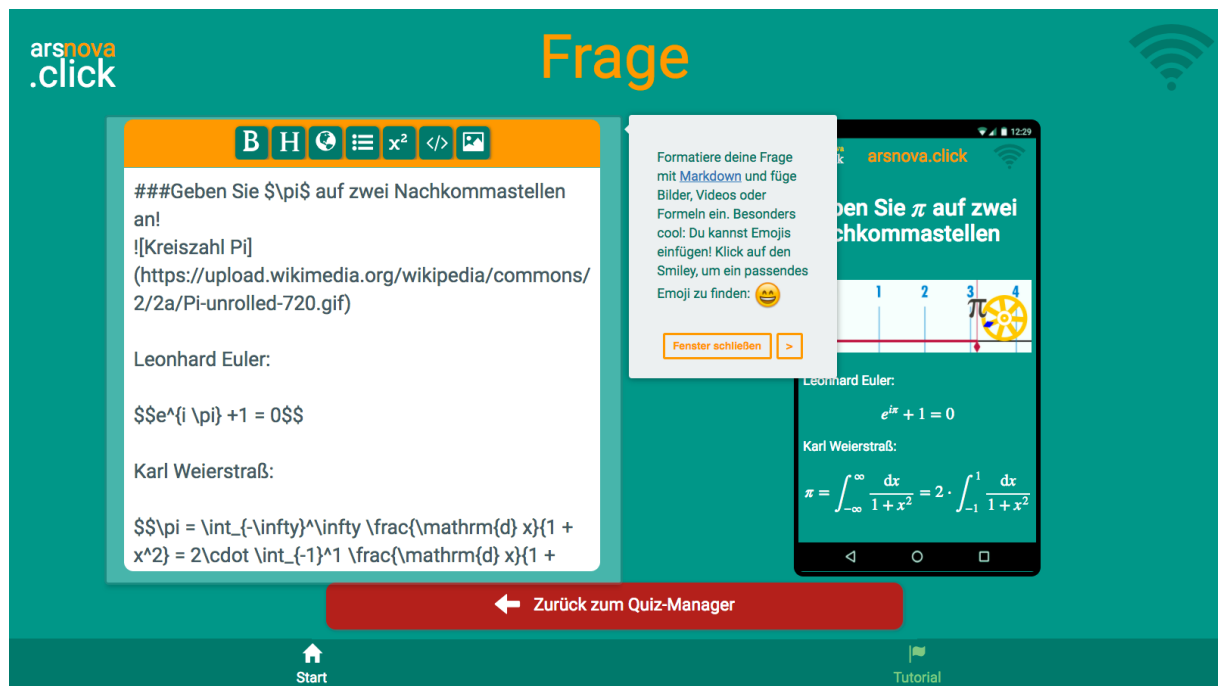


Abbildung 6: MINT-Quizfrage mit Medien und Formeln in arsnova.click (Quelle: eigene Aufnahme)

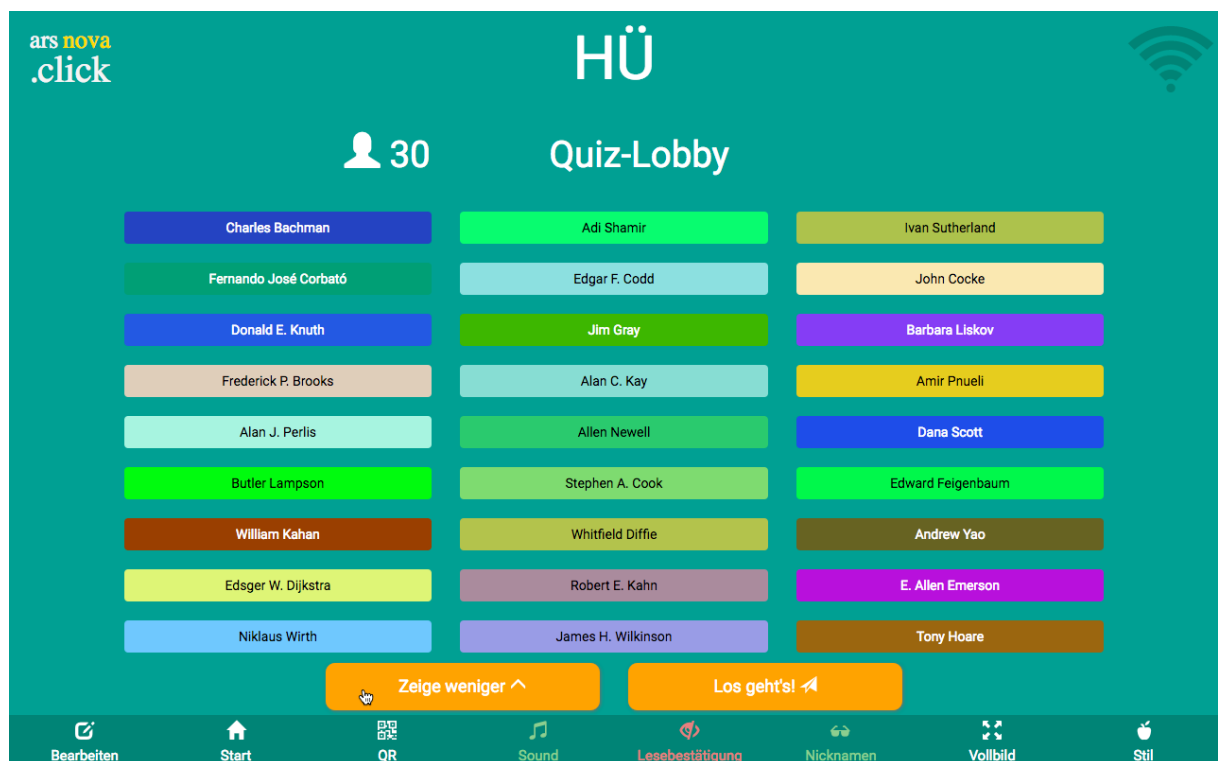


Abbildung 7: Quiz-Lobby mit Nicknamen der eintreffenden Players in arsnova.click (Quelle: eigene Aufnahme)

Die motivationale Besonderheit von *arsnova.click* ist die Option der *Bonusvergabe*. Extrinsische Anreize in Form von Bonuspunkten, anrechenbar auf die Abschlussprüfung eines Moduls, sind weit verbreitet an Hochschulen. Die Bonusvergabe erfolgt im Live-Wettbewerb am Anfang einer Vorlesung, um die Vorbereitung zu prüfen, und am Ende der Vorlesung, um die Aufmerksamkeit und Motivation der Studierenden hochzuhalten. Ein Wissensquiz mit Bonusvergabe am Anfang und Ende einer Vorlesung führt zu mehr und über das Semester anhaltende Präsenz und fördert das interaktive Lernen im

Hörsaal (Quibeldey-Cirkel et al. 2017a). Um die Anonymität bei der Projektion der Rangliste zu gewährleisten (durch selbst gewählte oder in Kategorien vorgegebene Nicknamen, Abbildung 7) und gleichzeitig die Realnamen der Teilnehmenden der Lehrkraft mitzuteilen, bietet *arsnova.click* eine Authentifizierung an. Dies geschieht über den Authentifizierungsdienst (LDAP) der Bildungseinrichtung.

3.4 Papier-Clicker: Plickers

Eine kostenlose und technisch einfache Alternative, besonders geeignet für Grundschulklassen, ist *Plickers*: plickers.com (Frenger und Bernhardt 2015, S. 18f.). Hier kommen statt Smartphones und Tablets seitens der Schülerinnen und Schüler Handzettel oder Karten mit einem QR-ähnlichen Code als Abstimmungstool zum Einsatz. Die Abstimmungskarten können in verschiedenen Größen heruntergeladen und ausgedruckt werden. Die Lehrkraft ist die einzige Person, die Zugang zum Web haben muss und ein Smartphone in der Klasse benutzt. Sie scannt mit der Smartphone-Kamera die hochgezeigten Karten, wobei die Codes in Echtzeit decodiert, ausgewertet (die nach oben gehaltene Kartenkante enthält die gewählte Antwortoption aus ABCD) und die Ergebnisse am Beamer angezeigt werden. Jede Karte ist genau einer Person zugeordnet. Die Abstimmung kann personalisiert, dem Sitzplatz zugeordnet oder anonym erfolgen. Es können maximal 63 Personen an der Abstimmung teilnehmen. Für den Hörsaal ist diese ARS-Variante eher ungeeignet, da mit zunehmender Entfernung zwischen Kamera und Karten die Zuverlässigkeit der Scanner-Software nachlässt (Frenger und Bernhardt 2015, S. 19).

3.5 Lernkartei-Systeme

Lernkarten sind ein altbewährtes analoges Befragungstool. Hier wird nicht ein Auditorium befragt, sondern die lernende Person befragt sich selbst. Die digitale Form der Lernkartei bietet neben dem mobilen Lernen im Quizformat viele weitere Vorteile: multimediale Lernkarten mit eingebetteten Video- und Audiodateien, mathematischer Formelsatz, Berechnung des Lernstands und mehr. Lernkarten-Apps gibt es zuhauf in den App Stores, aber nur wenige unterstützen das Konzept des Verteilten Lernens. In der Regel werden Lernkarten nur nach „gewusst“ oder „nicht gewusst“ im digitalen Karteikasten einsortiert. Eine Wiedervorlage der Lernkarten nach Wiederholungsalgorithmen von Leitner (2011) oder Woźniak und Gorzelańczyk 1994 ist nur in wenigen Lernkartei-Systemen implementiert. *Mnemosyne*, *Anki* und *SuperMemo* sind die bekanntesten Ausnahmen (Branwen 2017). Das Lernkartei-Projekt *arsnova.cards* bietet darüber hinaus auch automatisch verschickte Erinnerungen: Wann und welche Lernkarten wiederholt werden müssen, wird zur berechneten Zeit per Smartphone- oder E-Mail-Benachrichtigung mitgeteilt (ARSnova 2017c).

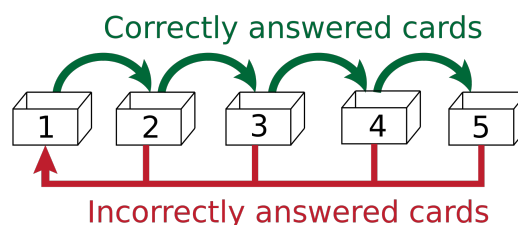


Abbildung 8: Wiederholungsalgorithmus nach Leitner: 5-Fächer-Lernsystem (Wikimedia Commons 2012)

Der Fünf-Fächer-Algorithmus nach Leitner (Abbildung 8) sieht vor, gelernte Inhalte in bestimmten Zeitintervallen zu wiederholen: Neue Lernkarten liegen im vordersten Fach des Karteikastens und wandern bei richtiger Beantwortung ins zweite Fach. Die Lernkarten dort werden alle zwei bis drei Tage zum wiederholten Lernen vorgelegt. Bei richtiger Beantwortung wandert die Lernkarte ins dritte Fach, dessen Karten alle zehn Tage wiederholt werden. Lernfragen im vierten Fach werden monatlich wiederholt und im fünften Fach nach drei Monaten. Danach bleiben sie nachhaltig im Langzeitgedächtnis.

haften. Bei falscher Beantwortung wandert jede Lernkarte, egal aus welchem Fach, zurück ins erste. Der Fünf-Fächer-Algorithmus kompensiert den Verlauf der Vergessenskurve nach Ebbinghaus, siehe Abbildung 4.

3.6 Funktionaler Vergleich

Wegen der Vielzahl digitaler Audience-Response-Systeme wurde in letzter Zeit versucht, die frei verfügbaren webbasierten Systeme funktional zu vergleichen (Hara 2016; Krauss León 2016; Brandhofer 2016; ELAN e.V. 2016; Frenger und Bernhardt 2015). Die Vergleichsstudien verwenden unterschiedliche Kriterien, im Allgemeinen die unterstützten Frageformate. Die Tabelle in Abbildung 9 aus der Dissertation von Hara (2016) berücksichtigt mit „team challenge“ auch das Kriterium Gamification und mit „live feedback“, ob ein Rückkanal angeboten wird. Es fehlen allerdings Kriterien, ob die Fragen und Antwortoptionen auf dem Endgerät angezeigt werden und auch noch später zur Verfügung stehen. Oder ob die Bewertungen als *Lernstandskontrolle* für die Lehrkraft und als *Lerntagebuch* für die Studentin und den Studenten kursbegleitend mitgeführt werden. Ist das der Fall, kommt auch der Datenschutz ins Spiel: Wo werden die personenbezogenen Daten gespeichert? Wird ein Verzeichnisse geführt? Gibt es eine Datenschutzerklärung?

ARS	single best choice	yes/no decision	true/false statement	scaling grades	Likert scale	multiple choice	free text	numeric	voting	learning card	image map	image submission	cloze	drawing	anonymous questions	live feedback	team challenge
AMCS ¹⁹	✓	×	×	×	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×
ARSnova ²⁰	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×
FreeQuizDome ²¹	✓	×	×	×	×	✓	✓	×	✓	×	×	✓	×	✓	×	×	×
ILIAS ²²	✓	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
invote ²³	✓	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Kahoot ²⁴	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
PINGO ²⁵	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Quiz Socket ²⁶	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
SMILE ²⁷	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	✓	×
Socrative ²⁸	✓	×	✓	×	×	✓	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓
StuReSy ²⁹	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	✓	×	×	×	×
TEDzi ³⁰	✓	✓	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
tweedback ³¹	✓	✓	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	✓	×

Abbildung 9: Funktionaler Vergleich webbasierter ARS (Hara 2016, S. 50)

Die derzeit einzigen *Open-Source*-Projekte unter allen Audience-Response-Systemen sind *PINGO*, entwickelt an der Universität Paderborn (PINGO 2017; Kundisch et al. 2013) und *ARSnova*, entwickelt an der Technischen Hochschule Mittelhessen (ARSnova 2017a; Quibeldey-Cirke 2016). Beide Systeme werden bereits seit 2012 zur allgemeinen Nutzung an anderen Hochschulen und Bildungseinrichtungen angeboten und zählen zu den bekanntesten in der deutschsprachigen Hochschuldidaktik.

4 Didaktische Einsatz-Szenarien

Entscheidend für die studentische Akzeptanz des ARS-Einsatzes ist die Anonymität der Teilnahme. Riegler (2012) unterstreicht, dass es den Studierenden dabei weniger um die Anonymität gegenüber der Lehrkraft gehe als vielmehr gegenüber den Peers im Plenum. Des Weiteren ist die Transparenz der Ergebnisse bei Wissensabfragen – Lernstand der Gruppe versus eigener Lernstand – von großer Bedeutung für die Beteiligung: Ergebnisse sollten stets unmittelbar durch Projektion am Beamer oder Anzeige auf den Endgeräten der Teilnehmenden für alle sichtbar sein. Für die Akzeptanz kontraproduktiv ist es, wenn nur die Lehrkraft alle Ergebnisse einsehen kann. Die Meta-Analyse von Hunsu, Adesope und Bayly (2016) bestätigt den signifikant positiven Einfluss von Abstimmung und sofortiger Ergebnisauswertung auf die *Selbstwirksamkeitserwartung* der Lernenden (*perceived self-efficacy* nach Bandura 1997). Die Studentin oder der Student ist überzeugt, durch die Beteiligung an Abstimmungen die Aufmerksamkeit der Lehrkraft gewinnen und sich in den Lehr- und Lernprozess aktiv einbringen zu können.

Weitere signifikant positive motivationale und affektive Effekte des ARS-Einsatzes sind (Kibler 2015; Kay und LeSage 2009; Caldwell 2007):

- Förderung der sozialen Interaktion unter den Studierenden (Eisbrecher-Effekt)
- Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die Lernziele und höhere Beteiligung am Unterricht
- Spaß am Unterricht und größere Zufriedenheit
- Förderung der regelmäßigen Anwesenheit über den gesamten Kursverlauf

Als Erklärungsansätze für die Lernförderlichkeit von Abstimmungssystemen diskutieren Chien et al. (2016) verschiedene Effekte:

- Neuheitseffekt: Die Neuheit von ARS in Lehrveranstaltungen fördert Aufmerksamkeit, Anstrengung und Ausdauer der Studierenden und dadurch auch die Lernleistung.
- Testeffekt: Die Überprüfung der Lerninhalte fördert den Informationsabruf und damit die Behaltensleistung.
- Feedbackeffekt: Die Rückmeldung der summierten Antworten und die Erklärungen der Lehrkraft wirken lernförderlich (Butler et al. 2013).

Vor diesem Hintergrund positiver Effekte auf das Lernverhalten spannt sich ein breites Spektrum für den *spontanen* und in Blended-Learning-Szenarien *integrierten* ARS-Einsatz auf. Die zahlreichen didaktischen Einsatzoptionen werden größtenteils durch innovative, von Hardware-Clickern nicht abgedeckte Funktionen implementiert, was aber in der Summe die Bedienung derart elaborierter Response-Systeme komplexer werden lässt. Um die Benutzungskomplexität spürbar zu reduzieren, wurden im ARSnova-Projekt *Use Cases* als Filter eingeführt, siehe Abbildung 10.

4.1 Umfragen

Audience-Response-Systeme eignen sich vor allem für Umfragen zum Vorwissen, zu Meinungen, Einstellungen und Erwartungen der Studierenden in Bezug zu den Lernzielen der Veranstaltung. Der Aufruf zur Beteiligung an einer Umfrage fördert *per se* die Aufmerksamkeit und Konzentration der Anwesenden, was in einem großen Auditorium den angenehmen Nebeneffekt der Reduktion allgemeiner Unruhe im Saal mit sich bringt. Inhaltlich geht es bei Umfragen meist um fachspezifische Erkenntnisgewinne und Evaluationen der Lehr- und Lernprozesse. Wenn das Befragungstool nur geschlossene Fragen zulässt (Antwort-Wahl-Verfahren wie Multiple und Single Choice), sollte stets auch eine *Option für Enthaltung* angeboten werden. Offene Fragen (Freitext als Antwort) ermöglichen eine stärkere Differenzierung und Individualisierung der Rückmeldungen. In kleineren Settings wie Seminaren und

Welche Frageformate und Funktionen brauchen Sie für Ihre Session?

 Nur die Publikumsfrage à la Günther Jauch: A B C D ohne Fragetext	☒
 Nur Quizfragen in den Formaten Multiple- und Single-Choice, Ja Nein	☐
 Nur Zwischenfragen & Kommentare (Kummerkasten)	☐
 Nur Live Feedback (Verständnisbarometer)	☐
 Nur Evaluationsfragen mit 5-stufiger Likert-Skala und Auswertung	☐
 Nur Lernkarten fürs Selbststudium: Session als Lernkartei	☐
 Interaktiver Vortrag	☐
 Eigene Funktions- und Formatauswahl	☐

Abbildung 10: Auswählbare Einsatz-Szenarien mit ARSnova (Quelle: eigene Aufnahme)

Übungen ist die Auswertung und Diskussion der Ergebnisse aus offenen Fragen direkt möglich. Im Hörsaal wäre zumindest eine spätere Auswertung und Rückmeldung durch die Lehrkraft dringend geboten, um den Studierenden Wertschätzung für ihre Beteiligung an der Umfrage entgegen zu bringen.

Beispiele für Umfragen mit ARS gibt es je nach Fachdisziplin viele. Hier ein paar Beispiele für Umfragen, über die in der Literatur häufig berichtet wird (Bruff 2009; Witt 2015):

- Umfragen zum erwarteten Ausgang von Hörsaalexperimenten in der Physik und Chemie
- Abfragen von Diagnosen und Therapievorschlägen in Medizinvorlesungen
- Experimente der Psychologie und Wahrnehmungsphysiologie mit dem Auditorium
- Demografische Befragungen zum Alter, Geschlecht, Sprachkompetenz, Stand im Studium, Kurswiederholung etc., um die Heterogenität der Lernenden bei der Lehrplanung und Unterrichtsgestaltung zu berücksichtigen (Schmucker und Häsel 2016)
- Evaluation von studentischen Referaten durch die Seminarteilnehmenden (Peer Assessment)
- Formative Lehrevaluation am Ende der Vorlesungsstunde mit wenigen Fragen, zum Beispiel: Was hat Ihnen heute besonders gut gefallen? Was nehmen Sie mit? Was haben Sie heute nicht verstanden?

4.2 Live-Feedback

Anonymes Live-Feedback zum Verständnis des gerade stattfindenden Lehrvortrags hilft sowohl der Lehrkraft als auch den Zuhörenden: Die Lehrkraft kann spontan auf rückgemeldete Defizite in ihrem Vortrag reagieren, zum Beispiel, wenn sie Fachbegriffe oder Abkürzungen verwendet, die sie zuvor nicht einführte, und deshalb einige Studierende inhaltlich nicht mehr folgen können. Der Einzelne im Auditorium kann unmittelbar sehen, wie viele der Anwesenden gleichfalls Schwierigkeiten beim Folgen der Vorlesung haben.

Im Gegensatz zu einem Hardware-Clicker organisiert ein webbasiertes ARS mit Live-Feedback einen Rückkanal (Abbildung 5), der zwar theoretisch in allen Lehr- und Lernsettings in analoger Form exis-

tiert, aber aus unterschiedlichen Gründen meist ungenutzt bleibt. So nimmt beispielsweise mit zunehmender Größe des Auditoriums der Mut der Studierenden, Fragen per Handaufheben zu stellen, deutlich ab.

4.3 Formatives Assessment

Ein formatives Assessment ermöglicht eine situative Entscheidung über die Ausgestaltung des Fortgangs einer Lehrveranstaltung aufgrund des aktuellen Lernstands der Gruppe. Im Gegensatz dazu ist die Abschlussklausur ein summatives Assessment und bietet keine Option zur Verbesserung der Präsenzlehre.

Die sofortige Rückmeldung der Abstimmergebnisse zu Wissens- und Verständnisfragen erlaubt ein Selbst-Monitoring und eine Selbstbewertung. Der ARS-Einsatz kann somit als Katalysator wirken, um die Metakognition der Lernenden zu erhöhen und um die Lernenden zu ermutigen, Verantwortung für den eigenen Lernprozess zu übernehmen, im Sinne von *self-regulated learning* (Bjork et al. 2013). Durch das anonyme, aber dennoch individuelle Feedback zum aktuellen Lernstand wird für die Lernenden eine sichere Lernumgebung geschaffen.

Ein formatives Assessment, differenziert nach Vorbereitung auf die Lehrveranstaltung und Lernleistung in der Veranstaltung (in Abbildung 11 umsetzbar mittels Vorbereitungsfragen und Hörsaalfragen und deren Bewertung), identifiziert im Lernprozess Probleme oder Nachholbedarf und hilft, die Lehre anzupassen und den Lernprozess zu steuern.

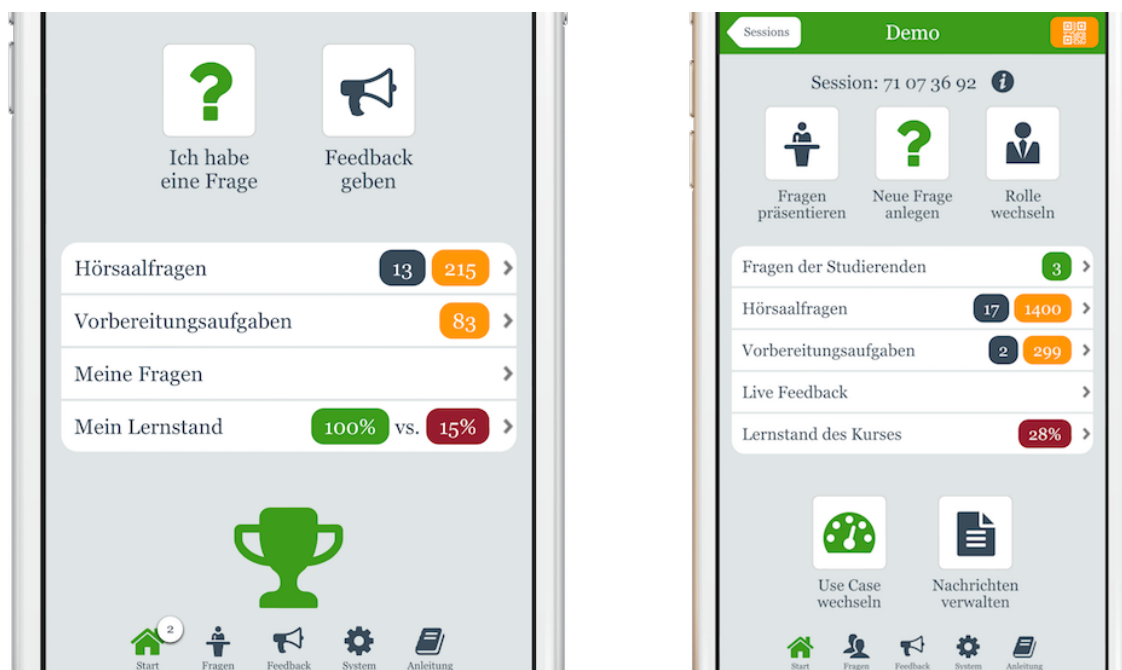


Abbildung 11: Lernstandsanzeige mit ARSnova (Quelle: eigene Aufnahme)

„Just-in-Time Teaching“ ist eine weithin propagierte Lehrstrategie (Mazur und Watkins 2009), die auf ein formatives Assessment und der Rückmeldung der Lernenden zu den Hausaufgaben basiert, sodass die Lehrkraft die nächste Vorlesung inhaltlich angepasst vorbereiten kann. Das am Vorabend der Vorlesung via ARS ausgewertete anonyme Feedback (Beantwortung der Lernkontrollfragen zu den Lehrvideos, Rückfragen zu den Übungsaufgaben) erlaubt es Lehrenden, ihren Unterricht auf die tatsächli-

chen Bedürfnisse der Lernenden auszurichten. Das ARSnova-Projekt unterstützt „Just-in-Time Teaching“, indem es zwischen Vorbereitungsaufgaben und Hörsaalfragen (Abbildung 11) unterscheidet und jeweils eine Lernstandsanzeige anbietet.

4.4 Peer Instruction

Peer Instruction nach Mazur (1997) zählt zu den wirksamsten Lehr- und Lernmethoden. Sie ermöglicht auch in großen Vorlesungen Interaktion und Partizipation. Sie ergänzt den Frontalunterricht durch Diskussionen mit den Sitznachbarn über eine konzeptionelle Frage des Faches. An die Partner- oder Kleingruppenarbeit schließt sich bei Bedarf eine Diskussion im Plenum an.

Mit Peer Instruction wird die klassische 90-Minuten-Vorlesung durch drei bis vier Konzeptfragen, in der Literatur *Clicker-Fragen* genannt (Riegler 2012), strukturell aufgebrochen. Die Studierenden denken zunächst über die in einem Impulsvortrag erläuterte Frage nach und beantworten sie anonym per Clicker oder Smartphone. Anschließend diskutieren sie mit ihren Sitznachbarn, warum sie sich für eine bestimmte Antwortoption entschieden haben und versuchen gegebenenfalls, andere von ihren Argumenten zu überzeugen. Hierfür steht der Begriff Peer Instruction: Die Studierenden unterrichten sich gegenseitig. Die Lehrkraft geht außen entlang der Sitzreihen durch den Hörsaal und versucht herauszuhören, ob die Konzepte und die Terminologie des Faches beim Argumentieren korrekt angewendet werden, und leistet bei Bedarf Hilfestellung. Nach der Peer-Instruction-Phase wird ein zweites Mal über die Frage abgestimmt. Die Lehrkraft schaltet jetzt erst die Statistik der beiden Abstimmungsrounden mit der hervorgehobenen richtigen Antwort frei, siehe Abbildung 12. Abschließend erläutert jemand aus dem Plenum oder die Lehrkraft die richtige Antwort und nennt Argumente gegen die irreführenden Antworten (Distraktoren).

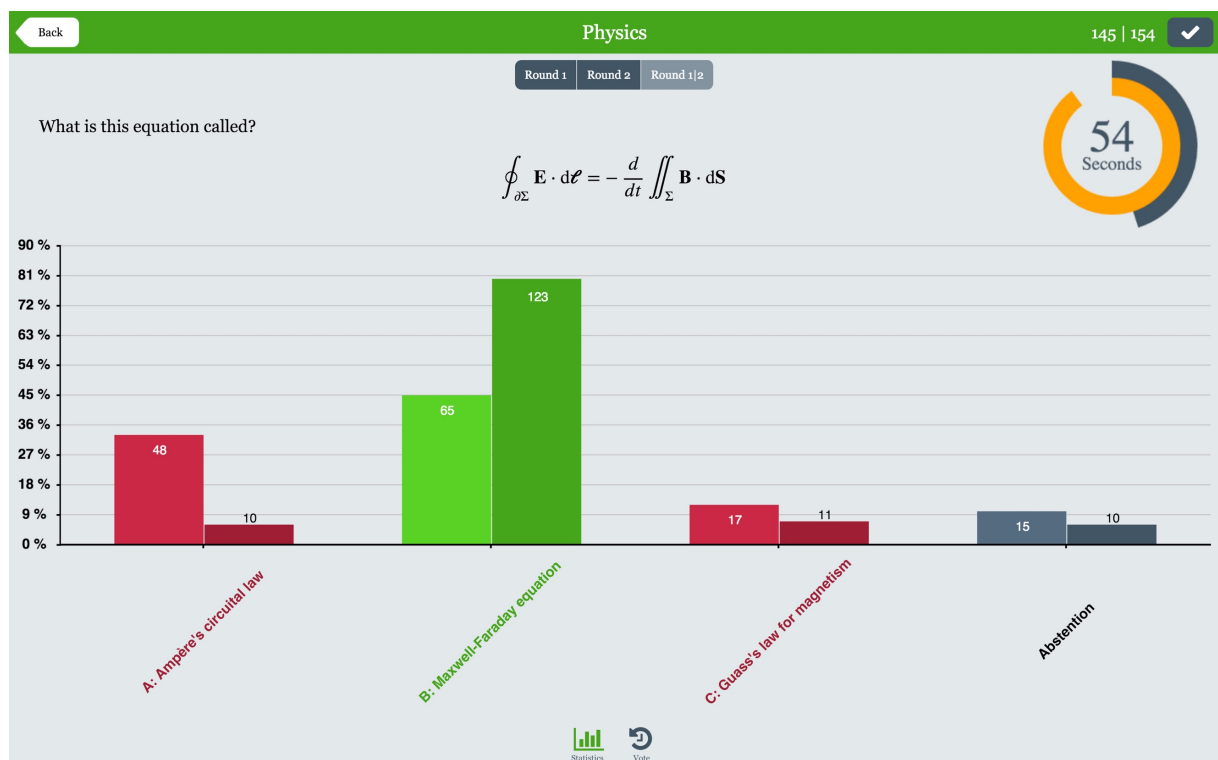


Abbildung 12: Visualisierung einer Zwei-Runden-Abstimmung mit ARSnova (Quelle: eigene Aufnahme)

4.5 Interaktive Präsentation

Es gibt verschiedene ARS-Techniken, um das Feedback der Studierenden situativ und unmittelbar zu visualisieren, zum Beispiel mit *Google Slides* oder einer *Twitterwall* (Malte Persike, zitiert in Schneider und Mustafić 2015, S. 29). Im ARSnova-Projekt wurde der Use Case „Interaktive Präsentation“ implementiert. Mit dessen Funktionsumfang kann die Lehrkraft mit dem Auditorium interagieren, *während* sie vorträgt, siehe Abbildung 13. Die Studierenden können auf dem Smartphone Fragen und Kommentare zur gezeigten Folie schreiben. Ein auffälliges Sprechblasen-Icon weist auf neue Kommentare hin. Auch werden das Live-Feedback zu Tempo und Verständlichkeit des Vortrags (Typ des Smileys repräsentiert den Mittelwert) und die Anzahl der Zwischenfragen auf der Folie angezeigt. Ein Klick auf das Kommentar-Icon oder Fragezeichen genügt und die Rückmeldungen der Studierenden werden angezeigt. Wird die Folie mit Wissens- und Verständnisfragen kombiniert, kann die Lehrkraft am Ende ihres Vortrags an der Lernstandsanzeige des Kurses ablesen, ob die Lernziele der Vorlesung erreicht wurden.

Wird eine bestimmte Schwelle von „Abgehängt“- bzw. „You’ve lost me“-Rückmeldungen überschritten (Abbildung 5), so zeigt sich ein Warndreieck anstelle des Smileys auf allen Folien. Dieses kann nur manuell zurückgesetzt werden, was Gelegenheit bietet, ein aktuelles Stimmungs- oder Verständnisbild über den Use Case „Live-Feedback“ einzuholen.

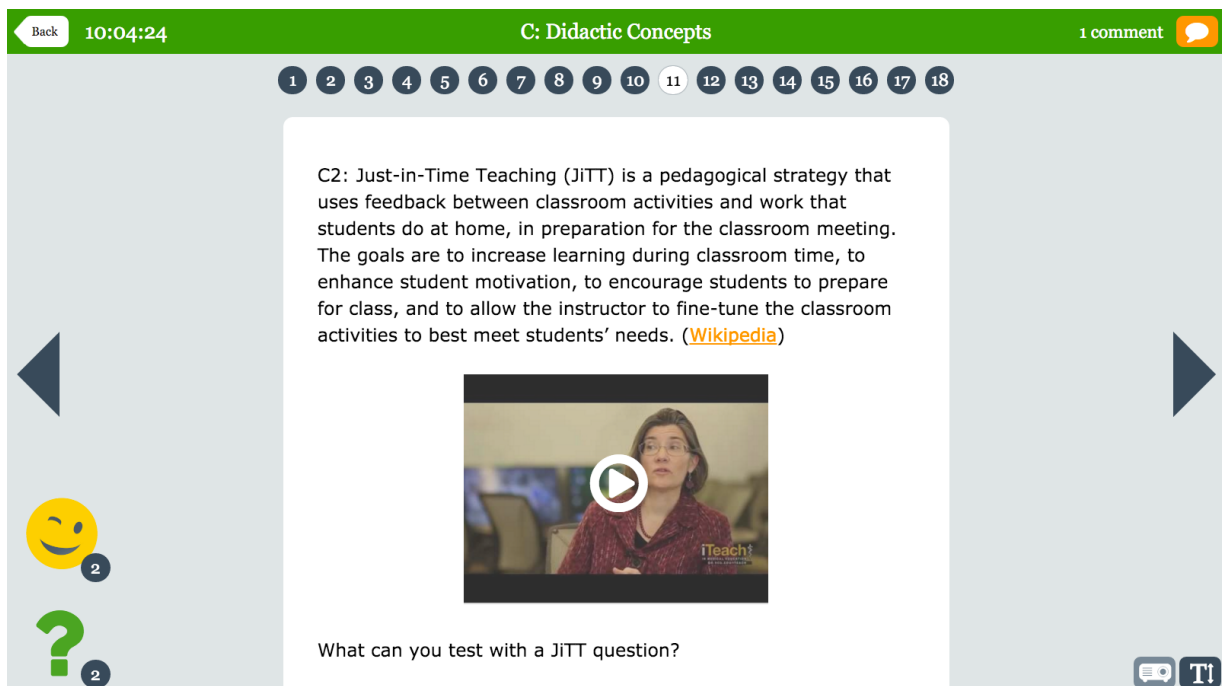


Abbildung 13: interaktive Präsentation mit ARSnova (Quelle: eigene Aufnahme)

4.6 Aufwandsbetrachtung

Der Einsatz von Technik ist mit Aufwand verbunden. Die Digitalisierung der Lehre bringt zusätzlich eine didaktische Lernkurve mit sich. In der Summe handelt es sich um Aufwände, die neben dem regulären Lehrdeputat aufzubringen sind (an Fachhochschulen 18 SWS). Auch hier hilft es, Nutzen und Aufwand gegenüberzustellen und die Einstiegsschwelle in die Technik niedrig zu halten. Das wurde im ARSnova-Projekt in mehreren wissenschaftlichen Usability-Testreihen erforscht und umgesetzt: Die Nutzung des Audience-Response-Systems wird in *Use Cases* angeboten mit unterschiedlichen Aufwänden, siehe Abbildung 10. Die niedrigste Einstiegsschwelle wurde mit ABCD-Fragen als Einfachauswahl (Single Choice) implementiert. Wie bei der Publikumsfrage in „Wer wird Millionär?“ werden die Studierenden

aufgerufen, unter vier Optionen abzustimmen, wobei die Frage auf der Folie, als Tafelanschrieb oder verbal zu kommunizieren ist.

Alle anderen Use Cases setzen voraus, dass sich die Lehrkraft mit der Gesamtfunktionalität des Systems vertraut gemacht hat. Der Aufwand für die ARS-Nutzung und die entsprechende Anpassung von Lehrkonzepten kann mit zusätzlich zum Lehrdeputat zu erbringenden Semesterwochenstunden (SWS) abgeschätzt werden:

- 0 bis 0,5 SWS: Es wird ein ARS mit Rückkanal als digitaler „Kummerkasten“ eingesetzt, wobei neben Kummer vor allem auch Fragen zu den Inhalten der aktuellen Vorlesung geäußert werden sollen. Auf die Fragen wird zu Beginn der nächsten Vorlesung oder im Kursforum der Lernplattform eingegangen.
- 0,5 bis 2 SWS: Die Vorlesung wird mit drei bis fünf Verständnisfragen nach einzelnen Lehrabschnitten angereichert.
- 2 bis 3 SWS: Die Vorlesung wird gemäß den Lehrmethoden Just-in-Time Teaching und Peer Instruction didaktisch neu konzeptioniert und umfasst drei bis vier Clicker-Fragen pro Doppelstunde. Die Neukonzeption einer Vorlesung ist aufwändig. Der Aufwand wird aber in folgenden Semestern deutlich geringer.

Für Lehrende, die den Einsatz eines Audience-Response-Systems erlernen wollen, werden derzeit didaktische Bausteine entwickelt, die auf das Musterkonzept (Design Patterns) aus der Informatik rekurrieren (Wedekind 2015). Das renommierte Informations- und Qualifizierungsportal e-teaching.org geht diesen Weg. Ein Beispiel für die Vermittlung von didaktischem Erfahrungswissen in Pattern-Form gibt Witt (2015) mit der Darstellung des Themas „Abstimmungssysteme (Didaktik)“. Der Aufwand für das Recherchieren und Studieren der einschlägigen ARS-Literatur, die Auswahl eines geeigneten Response-Tools und das didaktische Einbetten in den Unterricht kann durch ARS-Patterns deutlich reduziert werden (Klinger et al. 2015). Didaktik-Patterns werden in einem einheitlichen Textformat beschrieben: Name des Patterns, Rahmenbedingungen, Problemstellung, Lösung, Details, Stolpersteine, Vorteile, Nachteile, Beispiele, Werkzeuge und weiterführende Informationen. So wurde bereits das Erfahrungswissen von Hochschullehrenden, die ARS-Technik im Unterricht einsetzen, eine ARS-Didaktik seit mehreren Jahren praktizieren und Evaluationen des Einsatzes publiziert haben, im Pattern-Format dokumentiert, zum Beispiel das ARS-Pattern „Wissens- oder Meinungsabfrage in der Großvorlesung“ (Klinger et al. 2015, S. 78-80).

5 Good Practices

Der erfolgreiche Einsatz eines Audience-Response-Systems setzt eine bestimmte Einstellung zu Lehre und Technik voraus:

- Die Lehrkraft muss didaktisch aufgeschlossen und am Lernerfolg der Studierenden glaubhaft interessiert sein. Dazu muss sie die Perspektive der Lernenden einnehmen können, Empathie aufbringen und lernendenorientiert unterrichten wollen.
- Eine technikaffine Einstellung ist Bedingung, die Bereitschaft zur intensiven Mediennutzung jenseits von PowerPoint und Beamer. Soll ein webbasiertes Audience-Response-System eingesetzt werden, so ist auch ein allgemeines Verständnis, wie das Web funktioniert, wichtig. Der Browser auf dem Smartphone sollte keine unbekannte Größe sein.
- *Didaktisches Stehvermögen*: Wer Tempo und Inhalt seines Unterrichts aufgrund von Live-Feedback aus dem Stehgreif anpassen will, muss *agil* unterrichten können. Ein mit ARS-Technik unterstützter fragengeleiteter Vortrag kennt keine rhetorischen Fragen; das Auditorium antwortet immer.

Aber es gibt *Good Practices*, einen umfangreichen Fundus an Erfahrungen im Einsatz von Audience-Response-Systemen in der Lehre: Bruff 2009; Burgess et al. 2016; Caldwell 2007; Kay und LeSage 2009b; Peez und Camuka 2014, 2015; Schmidt und Hinderer 2016; Witt 2015. Wenn man diese Erfahrungen, wie im Folgenden für den Einsatz eines webbasierten ARS skizziert, in der Vorbereitung und Durchführung seines Unterrichts berücksichtigt, werden sich die gewünschten lernförderlichen Effekte auch zeigen.

5.1 ARS-Technik

Nadelöhr Access Point: Der Internetzugang im Hörsaal erweist sich oft als Nadelöhr, verstopft durch Facebook, WhatsApp & Co. Das liegt häufig an der Installation von Access Points, die eigentlich für Heimnetzwerke bestimmt und nur für etwa 50 gleichzeitige Verbindungen ausgelegt sind. Es sei denn, die IT-Verantwortlichen wissen um diese Einschränkung und investieren in die Enterprise-Version der Access Points, die 500 bis 1.000 gleichzeitige Verbindungen ermöglichen, aber auch 10 bis 20 Mal teurer sind. Eine Nachfrage in der IT-Abteilung dürfte aufschlussreich sein. Oft steht aber auch das Mobilfunknetz im Hörsaal zur Verfügung. Die Lehrkraft sollte in diesem Fall die Studierenden darauf hinweisen, bei Verbindungsproblemen das WLAN auf dem Smartphone abzuschalten. Zumindest sollte gewährleistet sein, dass die Lehrkraft während des ARS-Einsatzes störungsfrei online ist. Es ist gut zu wissen, wie man einen mobilen Hotspot auf seinem Smartphone einrichtet. Vielleicht gibt es ja auch einen LAN-Anschluss für die Lehrkraft am Rednerpult.

Abstimmen in Gruppen: Sollten nicht alle auf den ARS-Server gelangen, so gibt es eine einfache organisatorische Lösung mit didaktischem Potenzial: das Abstimmen durch Sitzgruppen im Hörsaal. Drei bis fünf Studierende stimmen dabei gemeinsam über ein Smartphone ab. Das fördert ganz nebenbei das kollaborative soziale Lernen in der Gruppe. Schließlich geht es in den ARS-Szenarien keineswegs um eine vollzählige Beteiligung der Anwesenden, sondern um Stimmungsbilder und repräsentative Umfragen.

Kein Überraschungseffekt: Kündigen Sie Ihren Studierenden den geplanten ARS-Einsatz auf der Lernplattform an. Erklären Sie, warum Sie ein Audience-Response-System einsetzen wollen (Hinweis auf Studien zur Lernförderlichkeit), dass die Umfragen anonym erfolgen und keine Prüfung darstellen. Neben einer anhaltenden Nutzungsakzeptanz sorgen Sie so dafür, dass es beim ersten Einsatz nicht zu einem massiven gleichzeitigen Download der Web-App und damit zu einer WLAN-Überlastung kommt. Wenn die Studierenden bereits vor der Vorlesung die Web-App auf dem Gerät aufgerufen haben, das sie mit in den Hörsaal bringen, dann ist die Anwendung (zumindest bei HTML5-Apps) bereits im Browser vorhanden. Wenn Ihre Studierenden das System zuhause und in aller Ruhe kennengelernt haben, können Sie im Hörsaal ohne weitere Erklärungen zur Technik und Bedienung die erste Abstimmung starten. Idealerweise haben Sie vor der ersten Vorlesung eine ARS-Befragung zum Vorwissen und zu den Erwartungen erstellt und präsentieren die Ergebnisse zu Beginn der Vorlesung am Beamer. Auf diese Weise sind das Befragungstool und seine Bedeutung für Ihren Unterricht bestens eingeführt.

Medienwechsel: Ein webbasierte ARS läuft in einem Browser; Microsoft PowerPoint, Apple Keynote oder Adobe Reader sind Desktop-Anwendungen. Wechseln Sie aus der Folienansicht Ihrer Präsentation stets über die Tastatur – Tastenkombination aus ALT und Tab oder auf einer Mac-Tastatur aus CMD ⌘ und Tab – zur ARS-Ansicht im Browser und zurück, siehe Abbildung 14. Ein Suchen nach dem Browser mit der Maus in der Taskleiste wirkt unbeholfen und wird als Medienbruch empfunden. Erfahrende Vortragende wissen, dass man dem Auditorium keine Folie im Editiermodus präsentiert. Das gilt auch für ein ARS: Jeder Browser hat eine Vollbildansicht oder einen Präsentationsmodus. Mit dem Tastengriff STRG bzw. CMD ⌘ und + können Sie die ARS-Ansicht beliebig vergrößern, bis auch die hinterste Sitzreihe im Audimax die Frage und Antwortoptionen gut sehen kann.

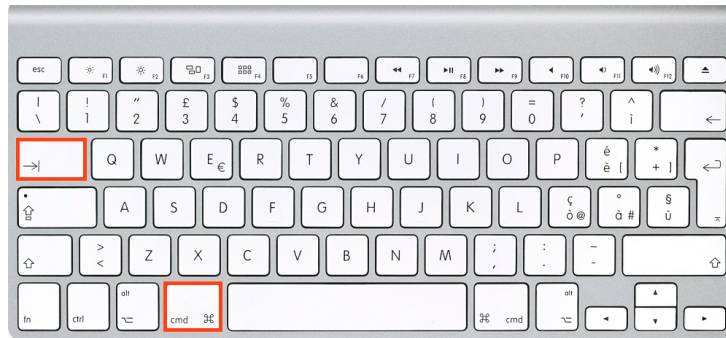


Abbildung 14: Medienwechsel zwischen Präsentation und ARS per Tastenkombination (Quelle: eigene Aufnahme)

Rollenwechsel: Spielen Sie Ihr Quiz oder die geplante Abstimmung in beiden Rollen einmal vollständig durch, bevor Sie in den Hörsaal gehen. Dazu brauchen Sie entweder einen zweiten Browser auf Ihrem Laptop oder Sie beantworten die Fragen auf Ihrem Smartphone. Letzteres erlaubt Ihnen zu prüfen, ob der Fragetext und die Antwortoptionen mit eventuell eingebundenen Bildern, Videos oder Formeln gut lesbar auf einem kleinen Display angezeigt werden.

5.2 ARS-Didaktik

Tasten Sie sich an die Funktionalität eines webbasierten ARS schrittweise heran. Beginnen Sie mit der Funktion, die der eines simplen Hardware-Clickers entspricht, und stellen Sie nur ABCD-Fragen. Wenn es für Ihr Unterrichtsfach zweckmäßig scheint, erkunden Sie auch die elaborierten Frageformate komplexerer Response-Systeme, siehe die Kriterien der Vergleichstabelle in Abbildung 9. Erst wenn Sie die Technik beherrschen (nicht umgekehrt), testen Sie die Rückkanal-Optionen – Live-Feedback und Zwischenfragen – zur Anpassung Ihres Unterrichts an das Verständnis Ihrer Studierenden.

Weniger ist meist mehr: Stellen Sie nicht zu viele Umfragen in den 90 Minuten Ihrer Vorlesung. Das führt dazu, dass sich die Studierenden fortwährend mit ihren Smartphones beschäftigen. Neben dem Risiko der Ablenkung führen ständige Umfragen auch zur Abnutzung des Audience-Response-Effekts. Besser ist es, erst am Ende einer Lerneinheit zwei bis drei Verständnisfragen zu stellen oder Sie stellen die Vorlesung nach der Lehr- und Lernmethode Peer Instruction auf wenige Konzeptfragen um.

Die Antwort nicht zu wissen ist auch eine Antwort: Stellen Sie keine Frage ohne eine Option für Enthaltung („weiß nicht“), sonst verfälschen geratene Antworten die Repräsentativität aller Antworten. Das könnte Sie über den tatsächlichen Wissensstand Ihres Auditoriums täuschen.

Zeit fürs Abstimmen: Setzen Sie den Countdown für eine Abstimmung oder MC-Frage nicht zu kurz an; zwanzig Sekunden pro Antwortoption ist ein guter Erfahrungswert. Besonders in einer Quizrunde unter Wettbewerbsbedingungen mit einem spielbasierten ARS wie *Kahoot!*, *Socrative* oder *arsnova.click* sollte jeder die Chance zur akzeptierten Abstimmung haben und seinen Nicknamen im Ranking sehen, auch bei einer schlechten Platzierung. Die intrinsische Motivation des Spieltriebs bleibt so erhalten.

Erlemann et al. (2014) haben ihre Empfehlungen für den didaktischen Einsatz eines Audience-Response-Systems prägnant zusammengefasst. Die Empfehlungen decken sich mit den Erfahrungen des Autors:

„Integration in das didaktische Konzept: Der Einsatz von Mobile Response Systemen soll nicht zu einer ‚Gag-Didaktik‘ führen, sondern überlegt und begründet erfolgen. Es soll zu einer geschickten inhaltlichen und methodischen Rhythmisierung beitragen. Diese wiederum orientiert sich vor allem an den Lernzielen, den Lerninhalten und der Zielgruppe. Sonst wird aus einem lernfördernden Medium schließlich ein Strohfeuer, das schnell seine Wirkung verliert und eher zu einem Ärgernis wird.“

Interesse zeigen für die Resultate: Selbst wenn es nur eine kleine, kurze Umfrage ist: Von den Studierenden werden Beiträge erwartet. Diese sind entsprechend zu würdigen, indem sie analysiert, zur Diskussion gestellt und kommentiert werden. Solche Wertschätzung ist ein wichtiger Lernmotivator und stellt zudem sicher, dass sich die Studierenden auch bei nachfolgenden Umfragen beteiligen. Der Einsatz eines Mobile Response Systems ist also immer auch vom Ende, dem Resultat, her zu planen.

Dramaturgie: Teilnehmende neugierig machen: Bevor die Lernenden durch den Einsatz des Clickers auf den Inhalt neugierig gemacht werden können, muss die Gruppe auf den Gebrauch des Tools eingestimmt werden. Auch wenn das System einfach zu bedienen ist und auf jedem Pult mindestens ein Laptop steht oder ein Smartphone liegt, braucht es ein gewisses Maß an Überwindung, mitzumachen. Mit einer animierenden Anmoderation sollen die Studierenden deshalb neugierig gemacht werden auf die folgenden Resultate, zu denen sie selbst einen substantiellen Anteil liefern können.

Es geht um eine Standortbestimmung, nicht um eine repräsentative Studie: Auch wenn das Tool eine hohe Erreichbarkeit aufweist, werden noch lange nicht alle anwesenden Studierenden mitmachen. Hier gilt: Wer dabei ist, ist richtig und wichtig. Zu langes Warten oder gar Zwang vernichtet einen der Vorzüge dieses Instruments, nämlich quasi in Echtzeit ein Bild der Gruppe zu erhalten. Das Resultat einer Befragung mit dem Mobile Response System ist in jedem Fall eine Standortbestimmung der Gruppe und als solche zu betrachten. Damit gibt sie einerseits auch eine Rückmeldung an die Studierenden, die nicht teilnahmen, und lässt andererseits für Dozierende Rückschlüsse über die Gruppe zu.

Sich nicht von technischen Schwierigkeiten ablenken lassen: Allenfalls behindern auch technische Hürden einzelne Studierende beim Mitmachen. Hier jeweils alle technischen Schwierigkeiten aus dem Weg räumen zu wollen, wäre nicht zielführend, weil schlicht zu zeitaufwendig. Im Einzelfall kann den Betroffenen Support in der Pause angeboten werden. Wichtig ist zudem der Hinweis, dass der Einsatz des Systems wiederholt erfolgt und dass auch aus der Reflexion der Resultate, zu denen man nicht selbst beitrug, gelernt werden kann. (...)

Zeit für Diskussion und Reflexion einplanen: Zu guter Letzt: Wer sich für die Ergebnisse interessiert und diese als Gruppenbild zur Diskussion stellt, muss dafür genügend Zeit einplanen. Der Spiegel in Form der präsentierten Resultate wird einiges auslösen – unabhängig von den gestellten Fragen. In solchen Momenten geschehen wichtige Lernprozesse und es lohnt sich deshalb, hier Zeit zu investieren.“ (Erlmann et al. 2014, S. 8ff., die Referenzen im Zitat wurden ausgelassen)

5.3 Fragensdesign

Die lernförderliche Nutzung eines Response-Systems steht und fällt mit der Qualität der Fragen. Der Mehrwert liegt nicht in der Technologie selbst, sondern in der Methode des Fragenstellens. Das erwartete Lernergebnis kann nur so gut sein wie die gestellte Frage. Deshalb sollten lieber wenige, aber dafür qualitativ hochwertige Fragen gestellt werden. Insbesondere tiefgründige Verständnisfragen und Fragen zur Transferförderung des erworbenen Wissens haben sich als lernförderlich erwiesen, selbstredend, dass deren Formulierung sehr aufwändig ist (Pashler et al. 2007, S. 29ff.; Schneider und Mustafić 2015, S. 125ff.; Caldwell 2007).

Wie Multiple-Choice-Fragen formal gestaltet werden sollten, beschreibt ausführlich das E-Assessment-Zentrum der Universität Bremen in einem Online-Leitfaden (Bücking 2017). Wenn es das ARS erlaubt, sind Lückentext und Kurzantwort einer Multiple-Choice-Frage vorzuziehen, weil sie in der Regel eine größere kognitive Anstrengung erfordern. Nach der Abstimmung sollten die korrekte und die abgegebene Antwort als persönliches Feedback zum Lernprozess auf dem mobilen Endgerät markiert sein.

Die wichtigsten inhaltlichen Gestaltungsprinzipien sind schnell zusammengefasst:

- Jede Frage adressiert nur ein bestimmtes Lernziel und ist klausurrelevant.

- Die Frage sollte möglichst eine „wünschenswerte Erschwernis“ (*desirable difficulty*, Bjork und Bjork 2014) beinhalten, um der Verstehensillusion entgegenzuwirken und die Lösung durch kognitive Anstrengung im Langzeitgedächtnis zu halten (Bjork et al. 2013).
- Eine neue Lerneinheit sollte mit Testfragen eingeführt werden, um relevantes Vorwissen der Studierenden zu aktivieren und ihre Aufmerksamkeit auf das neue Thema zu lenken (Pashler et al. 2007, S. 19f.).
- Fragenkataloge für fachspezifische Konzeptfragen (Clicker-Fragen für Peer Instruction) sind als Open Educational Resources im Netz verfügbar und sollten wegen ihrer erprobten Qualität genutzt werden (Riegler 2012).
- Nach Möglichkeit sollten authentische praxisnahe Fragen aus dem Berufsleben gestellt werden: Fallbeispiele, Fallvignetten, berufstypische Situationen, Experimente.

6 Fazit

Lernen ist ein aktiver und sozialer Prozess. Lehrende, die den Lernprozess im Hörsaal unterstützen wollen, sind herausgefordert, Anreize zur aktiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten zu geben. Seit Sokrates wird als Erkenntnismethode das *Fragenstellen* im Unterricht praktiziert (Sokratische Methode). Die Lernförderlichkeit des fragend-entwickelnden Unterrichtens gilt heute als empirisch gesichert. Aktives Lernen durch Abfragen und Bewerten des Wissensstands mit Audience-Response-Systemen ruft den *Testing Effect* hervor, wiederholtes Abfragen des Gelernten in länger werdenden Abständen den *Spacing Effect*. Beide Lerneffekte tragen entscheidend zur Verfestigung und Nachhaltigkeit des Wissens bei.

Mit Audience-Response-Systemen lassen sich zwei zentrale Gestaltungskriterien guter Lehre erfüllen: erstens *individuelles Feedback* zum Lernstand relativ zum Lernziel und zweitens *Reflexion der eigenen Lehrpraxis* durch formatives Assessment. Die ARS-Technik allein bewirkt wenig; ihr Einsatz muss wie jede andere Lerntechnologie didaktisch geplant werden, um lernförderlich zu sein. Dabei ist das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu bedenken: Die digitale Anreicherung einer traditionellen Vorlesung erfordert einen geringen Aufwand, die Integration in Lehr- und Lernmethoden wie Peer Instruction und Just-in-Time Teaching einen hohen wegen der Neukonzeption der Veranstaltung.

Zuletzt ein Wort der Beruhigung: Haben Sie keine Angst vor der Digitalisierung Ihrer Präsenzlehre. Der Einsatz eines Audience-Response-Systems im Hörsaal oder Seminarraum wird wegen des Neuheitseffekts, der Bekanntheit der Publikumsfrage aus „Wer wird Millionär?“ und des Spaßfaktors in der spielerischen Quiz-Variante garantiert von den Studierenden begrüßt. Ein Akzeptanzproblem gibt es nicht. Auch auf Seiten der Didaktik bewegen Sie sich auf sicherem Terrain: Die lernförderlichen Effekte des ARS-Einsatzes sind durch die empirische Lehr- und Lernforschung bestätigt. Informiert man sich vor dem ersten ARS-Einsatz über die technischen und didaktischen Hürden und Fallstricke, so wird die digitale Anreicherung der eigenen Präsenzlehre ohne Frustration und mit geringem Aufwand gelingen.

Literaturverzeichnis

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. doi: 10.1002/acp.1391
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. ARSnova (2017a). <https://arsnova.voting> (Version 2.5.0) Web-App. Open Source: <https://github.com/thm-projects/arsnova-mobile>. Zugriffen: 13. Mai 2017.

4. ARSnova (2017b). <https://arsnova.click> (Version 2.0). Web-App. Open Source: <https://github.com/thm-projects/arsnova.click>. Zugriffen: 13. Mai 2017.
5. ARSnova (2017c). <https://arsnova.cards> (Version 3.1.0). Web-App. Open Source: <https://github.com/thm-projects/arsnova-flashcards>. Zugriffen: 13. Mai 2017.
6. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
7. Berendt, B. (2005). The Shift from Teaching to Learning – mehr als eine ‚Redewendung‘: Relevanz – Forschungshintergrund – Umsetzung. In: U. Welbers & O. Gaus (Hrsg.), *The Shift from Teaching to Learning* (S. 35-41). Bielefeld: wbv.
8. Bjork, E. L. & Bjork, R. A. (2014). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. In: M. A. Gernsbacher, J. Pomerantz (Hrsg.), *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society* 2. Aufl. (S. 59-68). New York: Worth.
9. Bjork, R. A., Dunlosky, J. & Kornell, N. (2013). Self-regulated learning: Beliefs, techniques, and illusions. *Annual Review of Psychology* 64, 417-444.
10. Brandhofer, G. (2016). Audience-Response-Systeme. Resource document. <http://www.brandhofer.cc/audience-response-systeme/>. Zugriffen: 13. Mai 2017.
11. Branwen, G. (2017). Spaced Repetition: Efficient memorization using the spacing effect: literature review of widespread applicability, tips on use & what it's good for. (psychology). Resource document. <https://www.gwern.net/Spaced%20repetition>. Zugriffen: 13. Mai 2017.
12. Bruff, D. (2009). *Teaching with classroom response systems: Creating active learning environments*. San Francisco: Jossey-Bass.
13. Bücking, J. (2017). MC-Leitfaden: Tipps zur Erstellung von MC-Fragen. Resource document. http://www.eassessment.uni-bremen.de/mc_leitfaden.php. Zugriffen: 13. Mai 2017.
14. Burgess, S., Bingley, S. & Banks, D. (2016). Blending Audience Response Systems into an Information Systems Professional Course. *Issues in Informing Science and Information Technology* 13, 245-267.
15. Butler, A. C., Godbole, N. & Marsh, E. J. (2013). Explanation feedback is better than correct answer feedback for promoting transfer of learning. *Journal of Educational Psychology* 105, 290-298.
16. Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *Life Sciences Education* 6(1), S. 9-20. doi: 10.1187/cbe.06-12-0205
17. 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.
18. Dunlosky, J. (2013). Strengthening the Student Toolbox: Study Strategies to Boost Learning. *American Educator* 37(3), 12-21.
19. Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J. & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest* 14, 4-58. doi: 10.1177/1529100612453266
20. Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Leipzig: Duncker & Humblot.
21. Ebner, M. (Hrsg.). (2015). *Forum neue Medien in der Lehre Austria. Themenschwerpunkt: Audience-Response-Systeme*.
22. ELAN e. V. (2016). Funktionsumfang ausgewählter ARS-Systeme. Resource document. http://ep.elan-ev.de/wiki/Funktionsumfang_ausgew%C3%A4hlter_ARS-Systeme. Zugriffen: 13. Mai 2017.
23. Erlemann, J., Johnner, R. & Müller Werder, C. (2014). Mobile Response Tool: Funktionsweise und didaktische Möglichkeiten. Resource document. https://www.e-teaching.org/etresources/pdf/erfahrungsbericht_2014_erlemann_johner_werder_mobile_response_tool.pdf. Zugriffen: 13. Mai 2017.
24. Fallmann, I. & Wala, T. (2016). Die Quizshow im Hörsaal. Studierendenorientiertes Lernen mit Kahoot!. Tagungsband: FFH Forschungsforum 2016, Wien.

25. Fies, C. & Marshall, J. (2006). Classroom response systems: A review of the literature. *Journal of Science Education and Technology* 15(1), 101-109. DOI: 10.1007/s10956-006-0360-1
26. Frenger, R., Bernhardt, S. (2015). Abschlussbericht Audience-Response-Systeme an der JLU. Resource document. <http://www.uni-giessen.de/fbz/svc/hrz/org/mitarb/abt/3/Archiv/projekte/mob-abst-projekt-bericht>. Zugriffen: 13. Mai 2017.
27. Gehlen-Baum, V. (2016). *Mobile Geräte in der Präsenzlehre: Ablenkung oder Lernchance? – Von der unstrukturierten Nutzung von Smartphone & Co. hin zu einem orchestrierten Modell für Vorlesungen*. Dissertation. Ludwig-Maximilian-Universität München.
28. Gröbinger, O., Kopp, M. & Hoffmann, B. (2016). Audience Response Systems as an instrument of quality assurance in academic teaching. In: *Proceedings of the 10th Annual International Technology, Education and Development Conference*. Valencia: INTED. (S. 3473-3482).
29. Hara, T. C. (2016). *Analyses on tech-enhanced and anonymous Peer Discussion as well as anonymous Control Facilities for tech-enhanced Learning*. Dissertation, TU Dresden.
30. Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
31. Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen*. Baltmannsweiler: Schneider.
32. 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. doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.013
33. Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer & Co., Wiley.
34. Kay, R. H. & LeSage, A. (2009a). A strategic assessment of audience response systems used in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology* 25(2), 235-249.
35. Kay, R. H. & LeSage, A. (2009b). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. In: *Computers & Education* 53(3), 819-827.
36. Kibler, S. (2015). Audience Response Systeme – Möglichkeiten und Grenzen ihres Einsatzes bei der Vermittlung von Informationskompetenz. In: *Wissenschaftliche Bibliotheken. b.i.t. online* 18, 2, 118-125.
37. Klinger, M., Egloffstein, M. & Schön, D. (2015): Wir haben eine Lösung, aber wo ist das Problem? – Entwicklung von Entwurfsmustern für ARS-Szenarien auf Basis von empirischer Wirkungsforschung. In: H. Pongratz, R. Keil (Hrsg.), *DeLFI 2015 – Die 13. E-Learning Fachtagung der Gesellschaft für Informatik*. Bonn: Gesellschaft für Informatik. (S. 71-80).
38. Koll van, S. (2015). *Webbasiertes Feedback in der Hochschullehre*. Dissertation. Uni Köln.
39. Krauss León, C. (2016). *Interaktion: Live-Feedback-Systeme und Evaluationstools in Vorlesungen*. Master-Thesis. TU Dresden.
40. Kundisch, D., Magenheimer, J., Beutner, M., Herrmann, P., Reinhardt, W. & Zoyke, A. (2013). Classroom Response Systems. *Informatik Spektrum* 36(2), 389-393.
41. Leitner, S. (2011). *So lernt man lernen: Der Weg zum Erfolg*. 18. Aufl. Freiburg: Herder.
42. Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
43. Mazur, E., Watkins, J. (2009): Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. In: S. Simkins, M. Maier, (Hrsg.), *Just-in-Time Teaching Across the Disciplines* (S. 39-62). Sterling VA: Stylus Publishing.
44. 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.
45. Peez, G. & Camuka, A. (2014). Einsatz eines „Audience Response Systems“ in der Hochschullehre – Fragekategorien, didaktische Strukturierungen und Praxisreflexionen zur Partizipation im Hörsaal. Resource document. medienimpulse-online – Beiträge zur Medienpädagogik. <http://www.medienimpulse.at/articles/view/656>. Zugriffen: 13. Mai 2017.
46. Peez, G. & Camuka, A. (2015). Das macht auf jeden Fall die Stunde spannender...: Strukturmerkmale eines Audience Response Systems und dessen Nutzungsakzeptanz im Hörsaal. Resource document. medienimpulse-online – Beiträge zur Medienpädagogik. <http://www.medienimpulse.at/articles/view/793>. Zugriffen: 13. Mai 2017.

47. PINGO (2017). <https://pingo.upb.de> (Version 3.0). Web-App. Open Source: <https://github.com/PingoUPB>. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
48. Pohl, A. (2015). *Fostering Awareness and Collaboration in Large Class Lecturers*. Dissertation. Ludwig-Maximilian-Universität München.
49. Quibeldey-Cirkel, K. (2016). Lernwiderstände sichtbar machen mit dem Audience Response System ARSnova. In: T. Knaus & O. Engel (Hrsg.), *Wi(e)derstände: Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (S. 183-198). Reihe fraMediale. Bd. 5. München: kopaed.
50. Quibeldey-Cirkel, K., Fullarton, C. M. & Hoeck, T. W. (2017a). arsnova.click: a Game-based Audience-Response System for STEM Courses. *9th International Conference on Education and New Learning Technologies*. Barcelona: IATED.
51. Quibeldey-Cirkel, K., Gerhardt, D. & Käsler, T. (2017b, in Vorbereitung). Strategien für die Implementierung eines skalierbaren Audience-Response-Systems: vom Router- bis zum Cloud-Deployment. In: *Proceedings zum Workshop Audience Response Systems. DeLFI 2017*. Bonn: Gesellschaft für Informatik.
52. Riegler, P. (2012). Interaktion im Hörsaal – die Publikumsfrage. *Die Neue Hochschule* 4, 112-115.
53. Roediger, H. L. III. & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science* 17, 249-255. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x
54. Schmidt, T., Hinderer, L. (2016). *Interaktive Präsenzlehre – Empfehlungen für den gewinnbringenden Einsatz von Audience Response Systems (ARS) in der Hochschullehre*. Freiburg: Universität Freiburg.
55. Schmucker, S., Häsel, S. (2016). Heterogenität und Leistung von Studierendengruppen - Schnelle Einschätzung dank Hörsaalabstimmungssystemen. In: Universität Hamburg (Hrsg.), *Synergie. Fachmagazin für Digitalisierung in der Lehre* 1, (S. 60-65). Hamburg.
56. Schneider, M. & Mustafić, M. (Hrsg.). (2015). *Gute Hochschullehre: Eine evidenzbasierte Orientierungshilfe: Wie man Vorlesungen, Seminare und Projekte effektiv gestaltet*. Berlin, Heidelberg: Springer.
57. Schön, S., Ebner, M. & Schön, M. (2016). *Verschmelzung von digitalen und analogen Lehr- und Lernformaten*. Arbeitspapier Nr. 25. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung.
58. Schubarth, W., Speck, K. (2014). *Fachgutachten: Employability und Praxisbezüge im wissenschaftlichen Studium*. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz. Resource document. www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/Fachgutachten_Employability-Praxisbezeuge.pdf. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
59. Schulmeister, R. (2015). Abwesenheit von Lehrveranstaltungen. Ein nur scheinbar triviales Problem. Eine Meta-Studie von 300 empirischen Arbeiten. Resource document. <http://rolf.schulmeister.com/pdfs/Abwesenheit.pdf>. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
60. Schwartz, P., Nitsche, K. & Eymann, T. (2014). Der Markt für Audience Response Systeme – eine explorative Marktstudie. In: S. Trahasch, R. Plötzner, G. Schneider, G. Gayer, D. Sassi, N. Wöhrle (Hrsg.), *DeLFI 2014 – Die 12. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e. V.* (S. 277-285). Bonn: Gesellschaft für Informatik.
61. Wang, A. I., Zhu, M. & Saetre, R. (2015): Does Gamification of a Student Response System Boost Student Engagement, Motivation and Learning? – An Evaluation of the Game-based Student Response System Kahoot! Resource document. http://www.idi.ntnu.no/~alfw/publications/comparison_3_quiz-methods-paper-draft.pdf. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
62. Wedekind, J. (2015). Didaktische Entwurfsmuster und Unterrichtsmethoden – unterrichtspraktische Überlegungen. Resource document. https://www.e-teaching.org/materialien/artikel/lang-text_2015_wedekind-joachim_didaktische-entwurfsmuster-und-unterrichtsmethoden.pdf. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
63. Wikimedia Commons (2007). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EPSA_General_Assembly.jpg. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
64. Wikimedia Commons (2011). <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greek-student-assembly.jpg>. Zugegriffen: 13. Mai 2017.

65. Wikimedia Commons (2012). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leitner_system_alternative.svg. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
66. Wildt, J. & Wildt, B. (2011): Lernprozessorientiertes Prüfen im „Constructive Alignment“: Ein Beitrag zur Förderung der Qualität von Hochschulbildung durch eine Weiterentwicklung des Prüfungssystems. In: Berendt, B., Voss, H.P., Wildt, J. (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten. Teil H. Prüfungen und Leistungskontrollen*. Berlin: Raabe.
67. Witt, H. (2015). Abstimmungssysteme (Didaktik). Resource document. <http://e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/abstimmungssysteme>. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
68. Wolf, G. (2008). Want to Remember Everything You'll Ever Learn? Surrender to This Algorithm. Resource Document. <https://www.wired.com/2008/04/ff-wozniak/>. Zugegriffen: 13. Mai 2017.
69. Woźniak, P. A. & Gorzelańczyk, E. J. (1994). Optimization of repetition spacing in the practice of learning. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 54, 59-62.

Autorenkurzportrait

Quibeldey-Cirkel, Klaus, Prof. Dr., klaus.quibeldey-cirkel@mni.thm.de

Klaus Quibeldey-Cirkel ist Professor für Informatik an der Technischen Hochschule Mittelhessen, THM. Seine Schwerpunkte in Lehre und Forschung sind Web Engineering, Usability Engineering, Audience Response Systems und Mediendidaktik. Er ist Leiter des Open-Source-Projekts ARSnova und E-Learning-Beauftragter der THM.