

Julian Küsel & Silvija Markic

Interaktive Lernmedien in der Ausbildung der Lehrer*innen der Naturwissenschaften

Abstract

Der Bedarf für das Lernen mit digitalen Medien in der Hochschulbildung ist insbesondere seit der COVID-19-Pandemie hoch. Deshalb wurden interaktive Medien nach dem Modell der Partizipativen Aktionsforschung für die Hochschullehre entwickelt und in der fachdidaktischen Lehre von Lehramtsstudierenden der Naturwissenschaften erprobt und evaluiert. Ein Mixed-Methods-Studiendesign mit 149 Teilnehmenden untersuchte das Unterstützungspotenzial dieser Medien. Die Nutzbarkeit, Lernwirksamkeit und Attraktivität der Medien wurden von Studierenden betont.

The need for learning with digital media in higher education is high, especially since the COVID-19 pandemic. To address this need, interactive learning media based on the Participatory Action Research model for higher education were developed, tested and evaluated in the science education of pre-service science teachers. A mixed-methods study design with 149 participants investigated the potential support of these media. The usability, learning effectiveness and attractiveness of the interactive media were emphasised by students.

Schlagwörter:

Digitalisierung der Hochschullehre, Interaktivität, digitale Medien
digitization of university teaching, interactivity, digital media

I. Einleitung

Die fortschreitende Digitalisierung in der Lebens- und Arbeitswelt hat neue Anforderungen an die Schul- und Hochschulbildung gesetzt. Hier wird mit dem Begriff der Digitalisierung grundsätzlich das Ersetzen des Analogen durch das Digitale beschrieben (vgl. Wolf & Strohschen, 2018). Der Begriff wird jedoch auch als Synonym für digitale Transformation oder auch digitalen Wandel genutzt, welcher die Veränderungsprozesse in der Gesellschaft durch digitale Technologie beschreibt (vgl. Dander, Bettinger, Ferrano, Leineweber & Rummler, 2020). Die Digitalisierung der Hochschullehre verursachte eine Weiterentwicklung der Lehre hin zu hybriden oder *blended* Lehrkonzepten, an der schon vor der COVID-19-Pandemie von vielen Lehrenden gearbeitet wurde. Diese Entwicklung wurde insbesondere durch die Aussetzung der Präsenzlehre an fast allen Hochschulen Deutschlands und der Welt in der Pandemie stark beschleunigt (vgl. Crawford, Butler-Henderson, Rudolph, Malkawi, Glowatz, Burton, Magni & Lam, 2020).

Diese Entwicklung wird auch von der Kultusministerkonferenz in ihren Strategiepapieren zur Digitalisierung der Bildung in Deutschland gefordert, die zur Lösung diver-



ser Herausforderungen beitragen könne (KMK, 2017; 2019). Die Kultusministerkonferenz fordert unter anderem, dass Hochschulen die „Chancen der Digitalisierung konsequent zur [...] Weiterentwicklung der Lehre“ (KMK, 2019: S. 4) nutzen und „forschungs-basierte und praxisorientierte Angebote für die digitale Gestaltung der Lehre und Konzepte“ (KMK, 2019: S. 5) entwickelt werden sollen.

Unterschiedliche Studien zeigen, dass die Benutzung von digitalen Medien bzw. *Information and Communication Technologies* (ICT) große Potenziale im Lehren wie auch im Lernen aufweisen (vgl. Hillmayr, Reinhold, Ziernwald & Reiss, 2017). Döbeli Honegger (2016: S. 64-72) nennt vier zentrale Gründe für die Nutzung von digitalen Medien im Bildungskontext: ICT prägt die Alltagsrealität der Lernenden, ICT fördert das Lernen, mit ICT lassen sich Abläufe effizienter gestalten und digitale Kompetenzen sind eine notwendige Kulturtechnik in der (zukünftigen) Informationsgesellschaft. Fachdidaktiker der Naturwissenschaften sehen großes Potenzial in vielen Aspekten des Lernens, besonders in der Prozess- und Modellvisualisierung und beim Experimentieren (vgl. Becker, Meßinger-Koppelt, Thyssen 2020; vgl. Hogarth, Bennett, Lubben, Campbell & Robinson, 2006; vgl. Maxton-Küchenmeister & Meßinger-Koppelt, 2014; vgl. Meßinger-Koppelt, Schanze & Groß, 2017). Es gibt jedoch keine grundsätzliche Überlegenheit beim Lernerfolg, wenn digitale Medien eingesetzt werden (Tulodziecki & Herzig, 2004), da das didaktische Konzept entscheidend ist (Kerres, 2013).

Insbesondere in der Hochschulbildung kann der Einsatz digitaler Lernkonzepte und -medien diese attraktiver, individueller, praxisnaher und flexibler machen (vgl. Arnold, Kilian & Thillosen, 2015; vgl. Dittler & Kreidl, 2018; vgl. Issing & Klimsa, 2009; vgl. Popp & Ciolau, 2017; vgl. Wachter, Ebner, Gröblinger, Kopp, Bratengeyer, Steinbacher, Freisleben-Teutscher & Kapper, 2016). Das Umfeld der Hochschulen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten und wird sich auch in Zukunft technisch und gesellschaftlich massiv verändern (vgl. Dittler & Kreidl, 2018). Durch die Digitalisierung veränderte Lebens- und Produktionsbedingungen des Arbeitsmarktes des 21. Jahrhunderts führen zur Veränderung der Inhalte und Studienziele. Auch die Anpassung der Hochschule als Institution für lebenslanges Lernen und berufliche Weiterbildungen verändert den Auftrag der Hochschule. Zuletzt führen Akademisierungsbestrebungen zu qualitativen und quantitativen Veränderungen in der Studierendenpopulation (vgl. Dittler & Kreidl, 2018). Dozierende könnten mit didaktisch erprobten digitalen Lernkonzepten partiell auf diese aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Hochschulen reagieren (vgl. Baker, Smith & Anissa, 2019; vgl. Braun, März, Mertens & Nisser, 2020; vgl. Saykili, 2019; vgl. Xu & Xu, 2019). Besonders Lehramtsstudierende könnten von einer Hochschullehre mit digitalen Medien profitieren. Sie könnten im Sinne des Beobachtungslernens oder Lernens am Modell (vgl. Bandura, 1977) selbst digitale Lernszenarien erleben und so in einem gewissen Rahmen fach- bzw. mediendidaktisches Wissen und *technological, pedagogical and content knowledge* (TPACK) (vgl. Koehler & Mishra, 2008) für ihr zukünftiges Unterrichten aufbauen (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 2002; vgl. Westmeyer, 2005).

In diesem Beitrag wird die Entwicklung und Evaluation von digitalen und interaktiven Lernmedien, sogenannten LearningBits, vorgestellt. Diese wurden für den Einsatz in

Lehrveranstaltungen des Lehramtsstudiums der Naturwissenschaften nach dem Modell der Partizipativen Aktionsforschung für die Hochschullehre entwickelt.

2. Theoretischer Hintergrund

Im Folgenden werden aktuelle Formen digitaler Lernkonzepte, wie das im Kontext der LearningBits benutzte *flipped classroom* vorgestellt. Daraufhin wird die Relevanz von Lernmedien in diesen Lernkonzepten thematisiert und auf die Interaktivität von Lernmedien eingegangen, die bei den LearningBits besonders genutzt wurde.

Digitale Medien in der Hochschullehre werden oft unter dem Begriff der Lehre 4.0 zusammengefasst. Mit dem Begriff werden innovative Lernformate wie *blended learning* (vgl. Sahni, 2019), *flipped classroom* (vgl. Al-Samarraie, Shamsuddin & Alzahrani, 2019), Online-Vorlesungen mit Videokonferenz (vgl. Young, Young & Cartwright, 2020), soziales und kollaboratives Lernen (vgl. Hernández-Sellés, Muñoz-Carril, González-Sanmamed, 2019), E-Portfolios, Simulationen und Planspiele (vgl. Vlachopoulos & Makri, 2017) oder *game-based learning* (vgl. Fromme, Jörissen & Unger, 2008) zusammengefasst. Auch das Lernen mit einem Lern-Management-System (LMS), in *Massive Open Online Courses* (MOOCs) (vgl. European Commission, 2013) und das Bereitstellen von Materialien als *Open Educational Resources* (OERs) (vgl. UNESCO, 2019) zählen dazu. Aktuelle Trends wie *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR) (vgl. Radianti, Majchrzak, Fromm & Wohlgenannt, 2020) und künstliche Intelligenz (KI) (vgl. Baker et al., 2019) werden für die Lehre entwickelt, beforscht und diskutiert. Diese Medien ermöglichen einen flexiblen orts- und zeitunabhängigen Zugang zu Inhalten und können ein gewisses Maß an Interaktivität, Adaptivität und Kollaboration bieten (vgl. Arnold et al., 2015; vgl. Issing & Klimsa, 2009; vgl. Means, Toyama, Murphy & Baki, 2013; vgl. Popp & Ciolau, 2017; vgl. Wachter et al., 2016). Die Digitalisierung verfolgt nicht das Ziel der Technisierung, sondern soll zu didaktischen, curricularen und organisatorischen Innovationen innerhalb der Lehre führen (vgl. Ehlers, 2018).

Eines der häufigsten verwendeten Lehrkonzepte ist das Konzept des *blended learnings* mit dem Schwerpunkt auf einem *flipped classroom*. Das Konzept des *flipped classrooms* ist ein Lehrmodell, welches die Vorteile des Lernens zu Hause und in Präsenz nutzen möchte. Die Studierenden lernen zu Hause bzw. ortsunabhängig grundlegende Inhalte selbstgesteuert und asynchron. Die ausgewählten Lernmaterialien können verschiedene Formate haben, wie Online-Videos, Texte, Podcasts, Interviews und Illustrationen (vgl. Bergmann & Sams, 2012; vgl. Strayer, 2012). In der Präsenzveranstaltung sind die Lernaktivitäten lernerzentriert, kollaborativ und interaktiv (vgl. Strayer, 2012). Diese beiden Phasen der Lehrveranstaltung sind – im Gegensatz zum traditionellen und lehrerzentrierten Vorlesungskonzept – *flipped* oder *inverted* (vgl. Bergmann & Sams, 2012). Studien zeigen, dass sich das Konzept des *flipped classrooms* positiv auf das Lernen der Studierenden auswirken kann (vgl. Strayer, 2012). Die Lernenden übernehmen Verantwortung für ihr eigenes Lernen und sind besser auf Präsenzveranstaltungen vorbereitet (vgl. Alvarez, 2012). Je nach Aktivität kann ein *flipped classroom* zu einer Verbesserung

der Problemlöse- und Anwendungskompetenz von Studierenden führen und eine interaktive Atmosphäre schaffen, die die intensive Kommunikation und Zusammenarbeit der Studierenden verbessert (vgl. Strayer, 2012).

Damit solche Lehrkonzepte jedoch erfolgreich sein können, werden didaktisch passende digitale Lernmedien benötigt, die auf pädagogischen Theorien und Konzepten basieren. Sie müssen mit dem didaktischen Konzept, also den Lernzielen und Methoden zusammenpassen (vgl. Herzig, 2014) und die Lernvoraussetzungen der Studierenden beachten und sie in ihrem selbstverantwortlichen Lernprozess unterstützen (vgl. Kerres, 2013; vgl. Otterborn, Schönborn, & Hultén, 2018). Nach Kerres (1998) und Bremer (2004) lassen sich für Medien in der Hochschullehre im Rahmen einer Lehrveranstaltung folgende Aufgaben unterscheiden: Wissens(re)präsentation, Wissensvermittlung, Wissensanwendung, Wissenskonstruktion und Wissenskommunikation. Herzig (2017) beschreibt die Nutzbarkeit von digitalen Lernmedien in der Lehre als Informationsquelle, als Lernhilfe, als Instrument zum Aufgabenlösen, als Gegenstand von Analysen, als Planungsinstrument, zum Austausch, zum Speichern von Informationen und der eigenen Präsentation von Ergebnissen und Informationen.

Die Entwicklung digitaler Lernmedien ist somit relevant für das Gelingen der digitalen Weiterentwicklung der Hochschullehre und wird deshalb auch von der Europäischen Kommission (vgl. European Commission, 2020) in ihrem Aktionsplan Digitale Bildung 2021-2027 unterstützt. Digitalen Lernmedien, die interaktiv sind, wird dabei großes Potenzial eingeräumt, z. B. in *blended learning*-Lehrkonzepten unterstützend auf das Lernen zu wirken (vgl. Castaño-Muñoz, Duart & Sancho-Vinuesa, 2014).

3. Interaktivität

Der Begriff der Interaktivität hat im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie in den letzten Jahren rasant an Popularität zugenommen (Haack, 2002). Fast jedes Softwareprodukt hat heute das Qualitätskriterium ‚interaktiv‘, ohne dass dabei genau über die Eingriffsmöglichkeiten des Nutzers differenziert wird. Schulmeister (2005) weist darauf hin, dass Interaktivität in Lernumgebungen oft mit Navigation verwechselt wird. Fast jedes Medium kann heutzutage zu Lernzwecken mit Interaktivität ausgestattet werden, z. B. interaktive Grafiken (vgl. Plass & Schwartz, 2014), interaktive Videos (vgl. Küsel & Markic, 2018) und interaktive Lernumgebungen (vgl. Kerres, 2013), die eine Vielzahl dieser Medien beinhalten.

Grundsätzlich bedeutet Interaktivität, dass Nutzende in eine wie auch immer gear-tete Software oder mediale Umgebung eingreifen können und Steuermöglichkeiten haben. Die Definitionen gehen jedoch nach Fachdisziplin und Anwendergruppen weit auseinander, wobei meist ein dynamischer Prozess zwischen den Lernenden und einem Medium gemeint ist, in dem die Lernenden auf die Aktionen des Lernsystems reagieren und umgekehrt (vgl. Domagk, Schwartz & Plass, 2010). Inwieweit und wie aktiv die Nutzenden eingreifen können, definiert den Grad der Interaktivität. Implizite Interaktionen zeichnen

sich durch ein geringes Maß an Interaktionen aus, in dem die Nutzenden nur passiv rezipieren, lesen und zuhören. Die Reihenfolge der Lerninhalte ist festgelegt und kann nicht durch die Nutzenden gesteuert werden. Eine Steigerung des Interaktivitätsgrades lässt sich durch unterschiedliche Implementierungen erreichen, die dazu führen, dass die Nutzenden höhere Freiheitsgrade in der Gestaltung haben. Dabei ist stets die Idee, dass die Nutzenden aktiver mit dem Medium oder durch das Medium mit einem Menschen interagieren (vgl. Haack, 2002; vgl. Niegemann, 2019). Nach Niegemann und Heidig (2019) können Interaktionen im Lernprozess unterschiedliche Funktionen einnehmen: motivationsfördernde Interaktionen, Information liefernde Interaktionen, Verstehen fördernde Interaktionen, Interaktionen, die das Behalten und Abrufen fördern, Interaktionen, die das Anwenden und den Transfer fördern sowie Interaktionen, die den Lernprozess regulieren.

Interaktivität wird in digitalen Lernmedien eine große Bedeutung zugewiesen, da es individualisiertes, motivierendes und multimediales Lernen verspricht (vgl. Niegemann & Heidig, 2019). Das individualisierte Lernen kann durch ein Medium erreicht werden, wenn es die Auswahl und Darbietung von Inhalten ermöglicht, die optimal zu den Lernenden passt. Das Programm soll auf Interessen und die individuellen Lernbedürfnisse Rücksicht nehmen und wissen, an welcher Stelle des Lernprozesses sich die Lernenden befinden. Entscheidend hierbei sind angemessene Formen des zyklischen Feedbacks, damit im individuellen Lerntempo vorangeschritten werden kann (vgl. Haack, 2002). Interaktive digitale Lernmedien versprechen deshalb, besonders individuelle Lernprozesse zu unterstützen (vgl. Petko & Reusser, 2005; vgl. Sosa, Berger, Saw & Mary, 2011). In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass individuelles interaktives Lernen mit digitalen Medien einen gewissen Grad an Adaptivität des Lernmediums einfordert (vgl. Niegemann & Heidig, 2019).

Der motivierende Charakter der Interaktivität erklärt sich durch den Einbezug der Lernenden in das Lerngeschehen (vgl. Haack, 2002; vgl. Niegemann, 2019), da die Präsentation von Inhalten in interaktiven Szenarien eine effektive Möglichkeit darstellt, dass Lernende zu aktiven Rezipienten werden (vgl. Reinmann, 2011). Eine gelungene Interaktivität kann Neugierde auf das Neue entstehen lassen (vgl. Schelhowe, 2007) und hat positive Effekte auf den Lernerfolg in Kleingruppen (vgl. Nussbaum, Alcoholado & Büchi, 2015) und im *blended learning*-Szenario (vgl. Castaño-Muñoz et al., 2014). Neben der Verbesserung des Behaltens durch wiederholende Elemente kann in Interaktionen, in denen die Lernenden produktiv tätig werden, eine vertiefte Verarbeitung der Inhalte gefördert werden (vgl. Haack, 2002). Multimediale Inhalte wie interaktive Visualisierungen oder Simulationen können dazu dienen, das Gelernte auf neue Situationen anzuwenden (vgl. Haack, 2002; vgl. Plass & Schwartz, 2014). Studien zeigen, dass ein hohes Maß an Interaktivität in digitalen Lernmedien, im Vergleich mit herkömmlichen Lehrmethoden, zu höheren Leistungsergebnissen führen könnte (vgl. Proske, Narciss & Körndle, 2007; vgl. Sosa et al., 2011).

4. LearningBits

Vor diesem Hintergrund und durch den praktischen Einsatz des *flipped classroom* Konzepts in der bisherigen Lehre der Autoren wurde deutlich, dass beim Einsatz dieses Lernkonzepts passende lernerzentrierte Medien fehlten. Mithilfe der Interaktivität sollten Studierende im selbstgesteuerten und individuellen Lernen unterstützt werden. Daraufhin wurden nach dem Modell der Partizipativen Aktionsforschung für die Hochschullehre sogenannte LearningBits entwickelt.

Die LearningBits wurden im Kontext der Lehrveranstaltung ‚Einführung in den naturwissenschaftlichen Sachunterricht‘ entwickelt, die das Konzept des *flipped classrooms* nutzt. In der Lehrveranstaltung werden deshalb grundsätzlich in der Vorbereitungs-, Präsenz- und Nachbereitungsphase gezielt digitale Lehr- und Lernmedien eingesetzt, insbesondere die LearningBits. Diese wurden im Lern-Management-System Moodle hinterlegt oder verlinkt, so dass die Studierenden mit ihren Geräten darauf zugreifen konnten. Das Konzept der Lehrveranstaltung wird seit 2018 in der Lehre eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt. Während der COVID-19-Pandemie wurde die Lehrveranstaltung von einem *flipped classroom* zu einer reinen Online-Lehrveranstaltung umgestaltet. Dabei wurde die Präsenzphase synchron mithilfe einer Videokonferenzsoftware angeboten. Die Nutzung der LearningBits und anderer Lernaktivitäten wurde nicht verändert, jedoch nutzten die Studierenden nun diese Medien in der Präsenzphase zuhause und nicht im Hörsaal. Das Konzept der Vorlesung ist in Küsel & Markic (2020) dargestellt.

4.1 Was sind LearningBits?

LearningBits sind von den Autoren entworfene, digitale Lernmedien, die neu für die Hochschullehre von Lehramtsstudierenden des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts erstellt wurden. Sie sind interaktiv, adaptiv, orientieren sich am *game-based learning* (vgl. Fromme et al., 2008) und *story-based learning* (vgl. Alexander, 2011; vgl. McQuiggan, Rowe, Lee & Lester, 2008) und können in unterschiedlichen Lernsituationen eingesetzt werden (z. B. in Vor- und Nachbereitung, synchron und asynchron, zu Hause und an der Hochschule). Die LearningBits folgen in ihrer Konzeption grundsätzlich dem Leitbild des Reflective Practitioner nach Schön (1983). Neben Wissen, Erfahrung, Persönlichkeit und Werten ist die Reflexivität ein zentrales Element der professionellen Handlungskompetenz (vgl. Schön, 1983) und so liegt auch in den LearningBits ein Fokus auf der Reflektion.

Die LearningBits bestehen aus einzelnen Elementen, die sich aufeinander beziehen. Gemeinsam bilden die Elemente das LearningBit zu einem bestimmten Thema. Die Nutzung einzelner Elemente hängt von der Zielsetzung des LearningBits und seiner didaktischen Konzeption ab. Folgende Elemente können genutzt werden:

- ‚Sensibilisierungsvideos‘ – Ziel der eingesetzten Videos ist es, Studierende in eine Situation zu bringen und dort eigene Erfahrungen machen zu lassen, die es ihnen erlauben, die Situation bestimmter Schüler*innen besser zu verstehen und reflektieren zu können.

- ‚Selbsteinschätzungsfragen‘ – Hier werden die Studierenden angehalten, sich selbst zu reflektieren und zu bewerten, z. B. ihre eigene Lehrpersönlichkeit.
- ‚Schüler*innenantworten antizipieren‘ – Die Studierenden sollen in diesem Element die Antworten von Schüler*innen auf Aufgaben in der Schule antizipieren, um die Vorstellungen und das Vorwissen dieser zu erfahren. Gleichzeitig reflektieren sie ihre eigenen Vorstellungen über ihre zukünftigen Schüler*innen.
- ‚Interaktive Aufgaben‘ – In Drag & Drop-, Zuteilungs-, Multiple-Choice und Textfeld-Aufgaben sollen Studierende ihr Wissen testen und vertiefen.
- ‚Interaktive Lerninhalte‘ – Wissensaufnahme durch interaktive Aufbereitung mit Bildern, Texten und Videos.
- ‚Kollaborative Elemente‘ – In digitalen Whiteboards wie Padlet oder Answergarden sollen die Studierenden ihre Meinung äußern, diese mit anderen diskutieren und für sich selbst die Multiperspektivität auf ein Thema reflektieren.
- ‚Spielerische Elemente‘ – In einem Memory spielen die Studierenden in 2er-Teams und testen ihr Wissen.

Diese Elemente sind grundsätzlich typisch für elaborierte Lernkonzepte mit digitalen Medien und werden von einigen Lern-Management-Systemen schon bereitgestellt. Der besondere Vorteil von LearningBits ist einerseits, dass diese Elemente zu einem ‚Lernpaket‘, also zu einer Einheit zusammengestellt werden. So können Elemente einfacher und individueller verbunden werden. Im LMS befindet sich damit nur eine leicht zu überblickende Aktivität bzw. Aufgabe für die Studierenden. Da die LearningBits SCORM-konform aufbereitet sind, erhalten Hochschullehrende im LMS leicht einen Überblick über die Ergebnisse der Studierenden. Durch die Erstellung mit einem Autorentool sind die Möglichkeiten der Interaktion der Lernenden im LearningBit weniger eingeschränkt im Vergleich zum LMS.

Andererseits kann ein LearningBit als ‚Lernpaket‘, also konkret als eine hochzuladene Datei zeitsparend in alle Kurse und in unterschiedliche LMS eingebunden werden. Das Teilen zwischen Hochschulen mit unterschiedlicher digitaler Infrastruktur wird so ermöglicht. Die Unabhängigkeit vom LMS ermöglicht schon in der Entwicklung eines LearningBits eine einfache Zusammenarbeit, ohne dass Zugänge zu unterschiedlichen Infrastrukturen oder besondere Kurserstellungen und -einstellungen nötig sind. Besonders für Hochschullehrende mit wenig Erfahrungen in der Funktionalität ihres LMS sind die LearningBits deshalb geeignet. Mit den kooperierenden Hochschullehrenden wurden bei Bedarf die Projektdateien des Autorentools ausgetauscht, damit eine standortgebundene weitere Entwicklung und Anpassung an die Lehre ermöglicht wird. Weiterentwicklungen, die durch die Zusammenarbeit entstanden, wurden gepflegt.

Da die LearningBits browserbasiert sind, können sie einfach genutzt, geteilt und in Lehrveranstaltungen eingesetzt werden. Technisch wurden die LearningBits mit HTML5 in der Autorensoftware Adobe Captivate umgesetzt. Alle Interaktionen und Elemente der LearningBits wurden mithilfe von Javascript programmiert. Inhalte dritter, wie Youtube-

Videos, Padlets, Answergardens, wurden eingebettet. Eingebunden in ein Lern-Management-System können sie einerseits bei der Durchführung der eigenen Lehrveranstaltung unterstützen, in dem die Lehrpersonen live sehen, wie weit einzelne Studierende mit dem jeweiligen LearningBit sind und wie sie auf Fragen geantwortet haben. Andererseits können LearningBits so auch als Diagnoseinstrument eingesetzt werden. Eventuelle Schwierigkeiten können aufgedeckt werden, sodass auf diese reagiert werden kann.

Die LearningBits können in unterschiedlichen Nutzungsszenarien, unabhängig vom Entwicklungskontext, eingesetzt werden. Ausgewählte LearningBits wurden deshalb auch in anderen Lehrveranstaltungen der Chemie- bzw. Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg sowie an der Leuphana Universität Lüneburg und der Universität Wien eingesetzt. Auf Grundlage dieser Erfahrungen und der begleitenden Forschung werden die LearningBits verbessert und als *Open Educational Ressource* (OER) im Sinne der Nachhaltigkeit bereitgestellt. Das soll dafür sorgen, dass die Medien auch von anderen Hochschullehrenden des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts und der Chemiedidaktik eingesetzt werden können.

In einem LearningBit reflektieren die Studierenden beispielsweise ihre Vorstellungen eines guten Unterrichts und in einem weiteren wird das Bewusstsein für die Vorstellungen von Schüler*innen geschärft. Es werden aber auch Inhalte wiederholt und geübt, z. B. zu den Grundlagen des Konstruktivismus oder den Ebenen des forschenden Lernens sowie des kooperativen Lernens. Unter www.visio6.de/LearningBits ist eine Übersicht über alle LearningBits erreichbar.

4.2 Exemplarisches LearningBit

Um die Eigenschaften der LearningBits präziser darzustellen, wird im Folgenden das LearningBit ‚Sprachsensibler naturwissenschaftlicher Unterricht‘ erläutert. Das LearningBit eignet sich besonders als Vorbereitung auf eine Sitzung zum sprachsensiblen Fachunterricht und wurde in Seminaren und Vorlesungen mehrfach eingesetzt. Für das LearningBit wird also nicht erwartet, dass Studierende bereits Vorwissen in diesem Thema mitbringen.

Das LearningBit ist in zwei Phasen gegliedert: Sensibilisierung und Erarbeitung des Themas. Nach dem LearningBit arbeiten die Studierenden in der Sitzung im Sinne des *flipped classrooms* in Gruppen (drei bis vier Studierende) und analysieren kooperativ ein Arbeitsblatt aus der Schule auf Stolpersteine, die das Arbeitsblatt bezüglich der Sprache (Deutsche Sprache wie auch die Fachsprache) aufweist.

4.2.1 Phase I des LearningBit: Sensibilisierung

Das LearningBit startet mit einem eingebundenen englischsprachigen ‚Sensibilisierungs-video‘ zum Thema ‚Philosophy of Science‘. In diesem dreiminütigen Video werden Begriffe wie ‚Science‘, ‚Scientific Method‘ und ‚Philosophy of Science‘ von einer Person mit Englisch als Muttersprache erläutert. Dabei werden keine weiteren vereinfachenden Illustrationen verwendet. Nachdem die Studierenden das Video gesehen haben, sollen sie die Frage „Würden Sie die Philosophie der Naturwissenschaft in Ihrem naturwissenschaftlichen

Unterricht thematisieren?“ beantworten. Dafür erscheint ein Textfeld, in das die Studierenden ihre Antwort eintragen können. Diese darf nicht kürzer als 20 Zeichen sein, so dass ein einfaches „Ja“ oder „Nein“ als Antwort nicht ausreichend ist. Hier sollen die Studierenden ihr Wissen, dass sie durch das Video erlangt haben, abrufen. Dieses bietet eine Möglichkeit für die Studierenden zu testen, was sie aus dem Video gelernt haben und wie leicht sie dies abrufen können. Diese erste Phase hat das Ziel, viele der Studierende bewusst vor die Herausforderung zu stellen, diese Aufgabe zu bearbeiten. Anschließend erscheint das ‚kollaborative Element‘ in Form eines Whiteboards, das mit dem Tool Padlet erstellt wurde und im LearningBit integriert ist. Die Studierenden sollen hier ihre Gefühle schriftlich beschreiben, die sie während des Anschauens des Videos hatten. Ca. 75 – 80 % der Studierenden empfanden das Lernen mit dem Video anstrengend (z.B. *„Das Video war furchtbar anstrengend zum Anschauen“*), weil die Person schnell spricht (z. B. *„(...) da der Sprecher sehr schnell gesprochen hatte“*) und es auf Englisch war (z. B. *„(...) finde ich die englischen Videos auch sehr anstrengend, bis ich da alles verstanden habe“*). Diese Bewertung durch die Studierenden war das Ziel des Lernmediums, da die Studierenden durch das Video und die Frage danach die Erfahrung machen sollten, dass es anstrengend und schwierig ist, in einer Fremdsprache zu lernen. In der folgenden Auflösung wird klargestellt, dass das Thema nicht ‚Philosophie der Naturwissenschaften‘, sondern ‚Sprachsensibler naturwissenschaftlicher Unterricht‘ ist. Es wird erklärt, dass die Übung dazu dienen sollte für kurze Zeit nachzuempfinden, was manche Schüler*innen in sechs bis sieben Unterrichtsstunden am Tag erleben.

4.2.2 Phase II des LearningBit: Erarbeitung des Themas

Im darauffolgenden Inhaltsteil des LearningBits wird auf die Schwierigkeiten der deutschen Sprache und der Fachsprache, Schwierigkeitstypen, Zahlen und Daten zur Nutzung von Fachbegriffen im naturwissenschaftlichen Unterricht und Faktoren, die bei Schüler*innen auf die sprachlichen Fähigkeiten Einfluss nehmen, eingegangen. Im Element ‚interaktive Lerninhalte‘ sind die Inhalte so aufgebaut, dass sich die Lernenden einzelne Inhalte selbstständig erarbeiten können. Dabei werden viele Symbole und Icons im Sinne einer bildhaften Darstellung als Hilfsmittel angezeigt, die die Informationen für die Studierenden weiter strukturieren sollen. Zwischendurch gibt es eine ‚interaktive Aufgabe‘, in der die Studierenden Begriffe den Schwierigkeitstypen zuordnen sollen und so das Gelernte üben. Auch sollen die Studierenden in einer ‚Selbsteinschätzungsfrage‘ überlegen, welche Verbindung Schüler*innen mit dem Begriff ‚Luft‘ haben, bevor dies im Unterricht behandelt wird. Zuletzt wird - wiederum mit dem Element ‚interaktive Lerninhalte‘ - der Einfluss auf das Lernen dieser Schüler*innen sowie Möglichkeiten der Lehrperson und der Schule, auf diese Herausforderung zu reagieren, vorgestellt.

4.3 Entwicklung nach dem Modell der Partizipativen Aktionsforschung

Die LearningBits wurden nach dem Modell der Partizipativen Aktionsforschung für die Hochschule (vgl. Tolsdorf & Markic, 2018) (weiter-)entwickelt. In dieser kooperativen

Entwicklung arbeiteten Chemiedidaktiker*innen unterschiedlicher Hochschulen, Studierende, eine Chemielehrerin und eine Deutschdidaktikerin zusammen in einem interdisziplinären Team. Dabei war das gesamte Team nicht zwangsläufig in der Erprobung in der universitären Praxis aktiv, sondern einzelne Mitglieder nahmen eine beratende Funktion ein. Die LearningBits wurden so schrittweise in einem kommunikativen, zyklischen Prozess entwickelt und erprobt (siehe Abb. 1). Dieser Prozess besteht aus (01) Problemfindung, (02) Teambildung, (03) Entwicklung, (04) Erprobung, (05) Evaluation und (06) Reflexion und Überarbeitung.

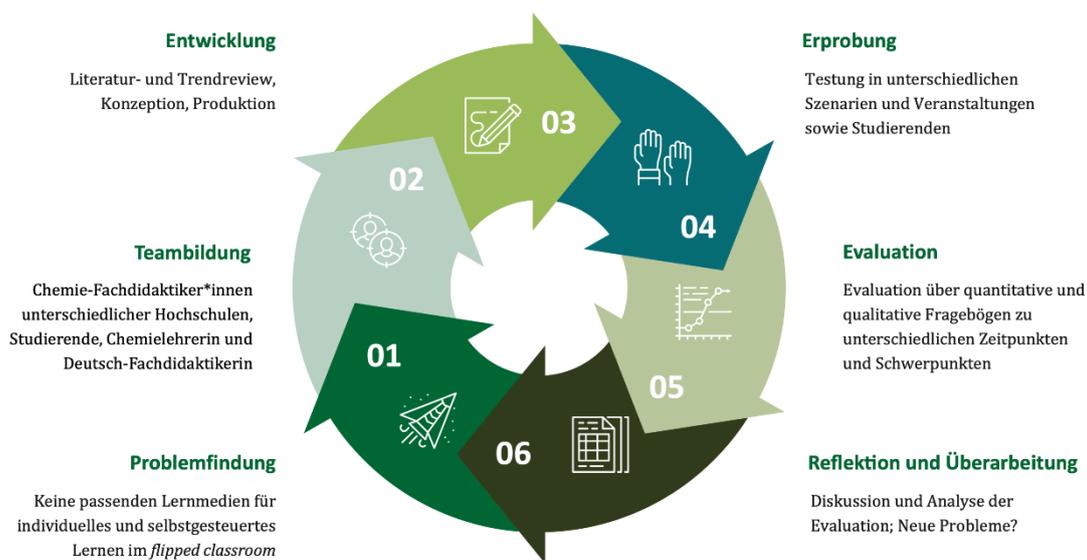


Abb. 1: Zyklische Entwicklung der LearningBits

Nach jeder Erprobung einzelner LearningBits wurden diese mithilfe von quantitativen und qualitativen Erhebungen der Studierenden mit kleiner Teilnehmerzahl, teilnehmender Beobachtung und Tests der Medien durch Hochschullehrende evaluiert. Diese gesammelten Informationen wurden in den weiteren Entwicklungsprozess miteinbezogen. Im Rahmen dieser vorliegenden Studie und als letzter Entwicklungszyklus, wurden alle entwickelten LearningBits mit großer Stichprobe evaluiert.

5. Evaluation der LearningBits

5.1 Forschungsfragen

Die folgenden Forschungsfragen (FF) leiteten die Evaluation der LearningBits:

- FF1 Wie bewerten Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften das Lernen mit den LearningBits?
- FF2 Wie bewerten Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften die *Usability* der LearningBits?

- FF3 Inwieweit unterstützen die LearningBits die Lehramtsstudierenden der Naturwissenschaften in ihren Lernaktivitäten?
- FF4 Welche Elemente der LearningBits unterstützten Lehramtsstudierende in den Naturwissenschaften in ihren Lernaktivitäten besonders?

5.2 Methode

Zur Beantwortung der genannten Forschungsfragen wurde ein Mixed-Methods-Studien-design mit quantitativen und qualitativen Daten gewählt. Die Erhebung wurde digital am Semesterende und damit gesammelt über alle LearningBits durchgeführt.

Das Ziel der Evaluation war es, allgemeine Aussagen über die interaktiven LearningBits zu sammeln, um einerseits Hinweise über die Bewertung von interaktiven Medien durch Studierende zu erlangen. Andererseits lag das Forschungsinteresse auf den genutzten Elementen, um dort relevante Erkenntnisse für die weitere Entwicklung von Lernmedien zu erhalten. Die Betrachtung einzelner LearningBits hätte dies nicht ermöglicht. Gezielte Befragungen nach einzelnen LearningBits wurden zur Weiterentwicklung bereits als Teil der Partizipativen Aktionsforschung durchgeführt. Zwischen den einzelnen LearningBits gibt es Unterschiede, jedoch wird trotz dessen diese Evaluation als ertragreich eingeschätzt, da die teilnehmenden Studierenden in den zwölf Semesterwochen 13 LearningBits bearbeiteten und so eine Gesamtevaluation ermöglicht wird. Mit Beschreibungstexten und Screenshots aus den LearningBits konnten sich die Studierenden in der Erhebung die Arbeit mit diesen wieder ins Gedächtnis rufen. Die Nutzungsdaten des LMS bestätigen, dass die Studierenden in dieser Zeit verstärkt die LearningBits als Vorbereitung für die Klausur nutzten.

Für Forschungsfrage 1 evaluieren die Studierenden in einem selbst entwickelten Fragebogen mit fünfstufiger Likert-Skala (1 – stimme gar nicht zu, 2 – stimme eher nicht zu, 3 – neutral, 4 – stimme eher zu, 5 – stimme voll zu) quantitativ in sieben Items die genutzten LearningBits als Lernmedium. Beispielsweise sollen die Teilnehmenden bewerten, inwieweit die LearningBits ihnen beim Lernen geholfen haben, inwieweit Inhalte einfach erschlossen werden konnten oder wie gut sie es fanden, LearningBits zu nutzen. Zusätzlich wurden qualitative Daten gesammelt, in denen die Studierenden in offenen Fragen im Fragebogen beantworten sollen, wie die LearningBits sie konkret unterstützt haben und was sie für Verbesserungspotenzial sehen.

Mit Hilfe der quantitativen *System Usability Scale* (vgl. Brooke, 1996; von den Autoren im Team übersetzt, fünfstufige Likert-Skala, 1 – stimme gar nicht zu, 2 – stimme eher nicht zu, 3 – neutral, 4 – stimme eher zu, 5 – stimme voll zu) wird die Forschungsfrage 2 mit insgesamt zehn Items bearbeitet. Der Begriff *Usability* beschreibt die Benutzerfreundlichkeit und Passung von Software für die Benutzer und den jeweiligen Kontext. Ein Produkt, das eine hohe *Usability* aufweist, sollte für den Benutzer einfach zu erlernen und zu benutzen sein sowie seine Funktionen im passenden Umgebungskontext ausführen. Relevante Eigenschaften sind dabei die Erlernbarkeit, Effizienz, Einprägsamkeit, Zufriedenheit und Zugänglichkeit für den Nutzenden (vgl. Peres, Pham & Phillips, 2013).

Für die Forschungsfrage 3 wurde ein selbst entwickelter Fragebogen mit fünfstufiger Likert-Skala (1 – stimme gar nicht zu, 2 – stimme eher nicht zu, 3 – neutral, 4 – stimme eher zu, 5 – stimme voll zu) genutzt, um zu ermitteln, inwieweit die LearningBits die Studierenden in Lernaktivitäten unterstützt haben. Dabei wurde die von Reusser (2014) definierte Kategorisierung von Lernaktivitäten verwendet (vgl. Tabelle 1). Dieser Fragebogen umfasste 16 Items.

Lernaktivität	Beschreibung der Lernaktivität
Kontakt herstellen	Problem erfahren und sich einlassen, Konfrontation mit Inhalt
Aufbauen	Neues Wissen mit dem Vorwissen verknüpfen, verstehen, Einsichten formulieren, neu strukturieren
Flexibilisieren	Vertiefen, durcharbeiten, Zusammenhänge erkennen, Perspektive wechseln, Erkenntnisse gewinnen
Konsolidieren	Einüben, festigen, wiederholen
Anwenden	Transfer, Anwendung, Strategien erkennen, reflektieren

Tab. 1: Lernaktivitäten der Lernenden nach Aebli (2011) und Reusser (1999; 2014)

Bezüglich der Forschungsfrage 4 bewerten die Studierenden (i) zuerst in einer Entscheidungsfrage (unterstützend, nicht unterstützend) die Unterstützung durch die Elemente der LearningBits (z. B. ‚Interaktive Lerninhalte‘ oder ‚Kollaborative Elemente‘) in Bezug auf die Lernaktivitäten. Dabei werden nur die Elemente abgefragt, die tatsächlich in dieser Lernaktivität genutzt wurden. (ii) In einer Folgefrage sollen sie entscheiden, welches Element sie am meisten unterstützt hat und (iii) in einer offenen Frage begründen, welche Attribute dieses Elements sie besonders unterstützt haben. In diesem Teil des Fragebogens wurde mit einem kleinen Beschreibungstext und Screenshots aus den LearningBits gearbeitet, um den Studierenden dies wieder in ihr Gedächtnis zu rufen.

Die Stichprobe dieser Studie besteht aus 149 Studierenden des Grundschullehramts mit dem Schwerpunkt naturwissenschaftlicher Sachunterricht. Im Durchschnitt sind diese 23 Jahre alt und befanden sich im dritten oder vierten Semester ihres Bachelorstudiums. 83,4 % der Teilnehmenden sind weiblich, was eine typische Verteilung für den Studiengang an der Hochschule der Autoren ist. Der Erhebungszeitraum lag im Wintersemester 2019/20 (N = 74) und im Sommersemester 2020 (N = 75). Die beiden Gruppen unterscheiden sich durch die online durchgeführte Lehre im Sommersemester 2020 aufgrund der COVID-19-Pandemie.

5.3 Ergebnisse

Im Folgenden wird auf die einzelnen Ergebnisse bezogen auf die vier Forschungsfragen eingegangen.

5.3.1 Forschungsfrage 1 – Evaluation der LearningBits

Die quantitative Befragung ($M_{\text{Gesamt}} = 3.87$; Likert 1–5; siehe Abb. 2) der Studierenden zeigt, dass die Studierenden es gut (1) und hilfreich (4) fanden, mit den LearningBits zu lernen. Es war für sie einfach die Inhalte zu erschließen (7). Die LearningBits haben die Qualität und die Methode ihres Lernens jedoch wenig verändert (3).

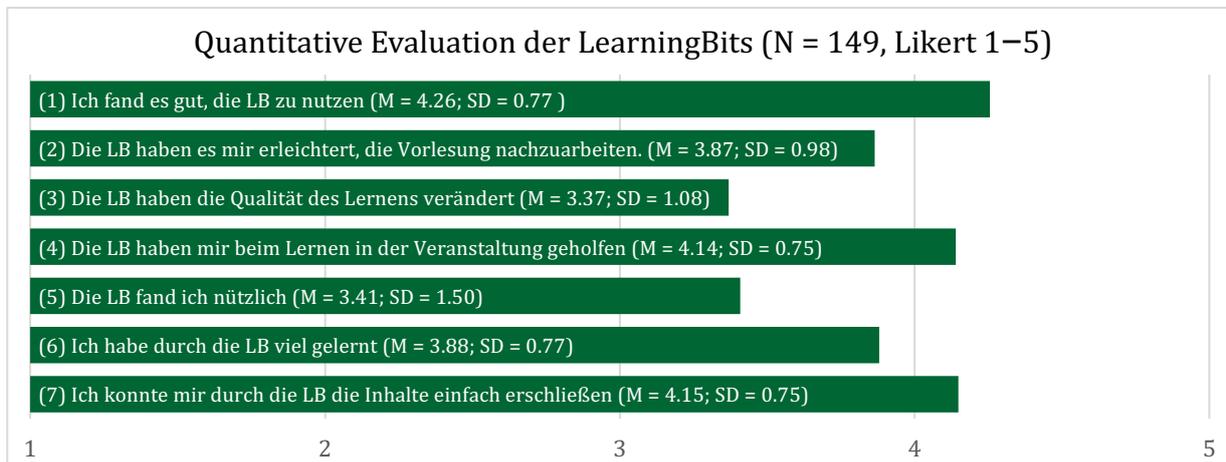


Abb. 2: Quantitative Evaluation der LearningBits

Die qualitativen Daten bestätigen diese Bewertung. Zusammenfassend berichten einige Studierende, dass die LearningBits den Einstieg in verschiedene Themen durch Problematifizierung und Sensibilisierung erleichtern. Viele der Probanden loben das individuelle Lernen mit den Medien und die Struktur. Die Medien hätten eine selbstständige Wiederholung und Reflektion sowie die Veranschaulichung und Vertiefung von Inhalten ermöglicht. Viele der Studierenden beschreiben die LearningBits als unterhaltsam, abwechslungsreich, spielerisch, einfach zu bedienen, Spaßig und mit einem guten Design. Bei der Frage nach Ideen zu Verbesserungen der LearningBits wünschen sich wenige Studierende kompaktere Inhalte mit weniger Text, leichtere interaktive Aufgaben und eine bessere Einbindung in die Veranstaltung.

Die Studierenden des Winter- und des Sommersemesters (Online-Semester) bewerten die LearningBits im qualitativen Teil der Studie sehr ähnlich, aber die quantitativen Daten zeigen, dass die Studierenden des Sommersemesters 2020 die LearningBits hinsichtlich ihres Lernens signifikant höher bewerten ($M_{\text{WiSe}} = 3.67$; $M_{\text{SoSe}} = 4.06$; $\Delta M = 0.39$; $p < .001$; $d = 0.61$).

5.3.2 Forschungsfrage 2 – Usability

Bei der *System Usability Scale* (vgl. Brooke, 1996; Likert eins bis fünf), bewerten die Studierenden die LearningBits mit einem hohen Wert von $M = 4.18$. Die LearningBits seien einfach zu nutzen ($M = 4.36$), nicht umständlich ($M = 4.31$) oder komplex ($M = 4.28$) und die Funktionalität war den Studierenden klar ($M = 4.23$). Insgesamt bewerten die Studierenden damit die *Usability* und Benutzerfreundlichkeit als sehr geeignet für sich und ihren

Lernkontext. Die Lehramtsstudierenden des Sommersemesters 2020 bewerten die *Usability* höher als die Lehramtsstudierenden des Wintersemesters 2019/20 ($M_{WiSe} = 4.01$; $M_{SoSe} = 4.34$; $\Delta M = 0.33$; $p < .001$; $d = 0.52$). Dieser Unterschied ist in allen Items des Fragebogens zu beobachten, besonders jedoch in der Einfachheit der Nutzung ($\Delta M = 0.47$).

5.3.3 Forschungsfrage 3 – Unterstützung in Lernaktivitäten

Die erhobenen quantitativen Daten zeigen mit Zustimmungswerten deutlich über $M = 3.70$ für alle Lernaktivitäten (siehe Abb. 3), dass die LearningBits den Studierenden geholfen haben. Die höchsten Bewertungen finden sich für die Lernaktivitäten ‚Konsolidieren‘ (Wiederholen, Üben; $M = 4.15$) und ‚Aufbauen‘ (Wissen verknüpfen, Verstehen, Strukturieren; $M = 3.94$). Die angehenden Lehrkräfte aus dem Sommersemester 2020 bewerten die LearningBits signifikant unterstützender als die Teilnehmenden aus dem Wintersemester 2019/20 ($M_{WiSe} = 3.71$; $M_{SoSe} = 4.09$; $\Delta M = 0.38$; $p < .001$; $d = 0.60$).

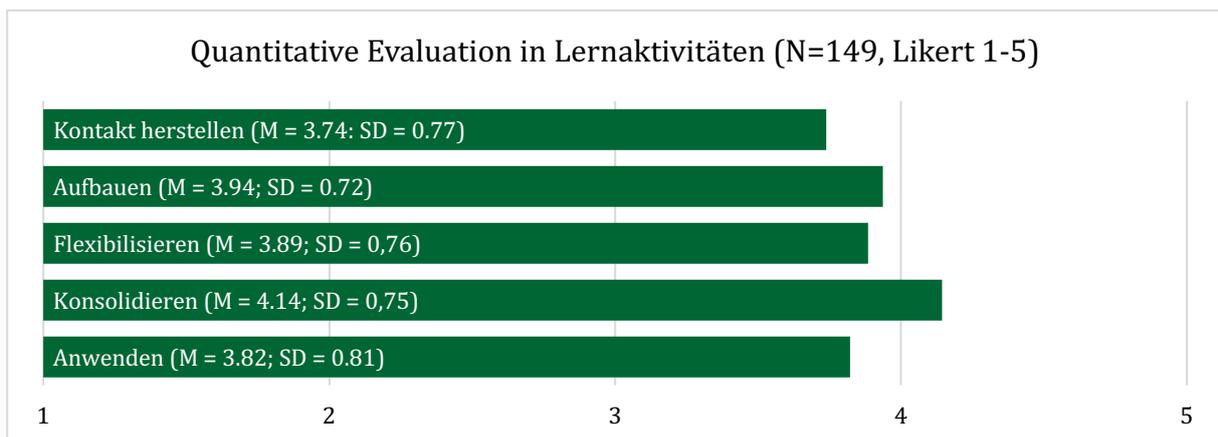


Abb. 3: Quantitative Evaluation in Lernaktivitäten

5.3.4 Forschungsfrage 4 – Unterstützung durch Elemente

Im Folgenden wird die Bewertung der einzelnen Elemente der LearningBits durch die Studierenden (N = 149) in Bezug auf die Lernaktivitäten dargestellt (siehe 4.1). Die Evaluation der Elemente folgt einem Dreischritt: (i) War das Element in der Lernaktivität unterstützend? (ja/nein); (ii) Welches Element hat am meisten unterstützt? (Auswahl des jeweiligen Elements) (iii) Welche Attribute des Elements haben am meisten unterstützt (offene Frage)? Zwischen den beiden Gruppen der Studierenden gab es nur sehr kleine Unterschiede in der Bewertung der Elemente, so dass diese hier zusammen dargestellt werden. Da nicht jedes Element in jeder Lernaktivität eingesetzt wurde, konnten nur die Elemente von den Studierenden bewertet werden, die tatsächlich eingesetzt wurden.

- ‚Interaktive Aufgaben‘: (i) Zwischen 85 % und 92 % der Studierenden bewerten ‚Interaktive Aufgaben‘ in allen Lernaktivitäten als unterstützend für ihr Lernen, wobei die höchste Bewertung beim ‚Kontakt herstellen‘ vorliegt. (ii) Ungefähr die

Hälfte der Studierenden nennen in der Folgefrage (Welches Element hat am meisten unterstützt?) ‚interaktive Aufgaben‘ in den Lernaktivitäten ‚Kontakt herstellen‘ (53 %), ‚Konsolidieren‘ (45 %), ‚Flexibilisieren‘ (45 %) und ‚Anwenden‘ (34 %) als besonders förderlich. (iii) Die erhobenen qualitativen Daten der offenen Frage zeigen, dass die Studierenden dieses Element unabhängig von der Lernaktivität als Möglichkeit zur Selbstkontrolle und als Übungsmöglichkeit wahrnehmen. Besonders das aktive, individuelle Auseinandersetzen führt laut der Studierenden zum Wissenszuwachs und zur Reflektion.

- ‚Interaktive Lerninhalte‘: (i) Dieses Element wurde von den Studierenden in allen Lernaktivitäten mit Zustimmungswerten zwischen 77 % und 89 % als unterstützend wahrgenommen. (ii) In den Lernaktivitäten ‚Aufbauen‘ (38 %), ‚Konsolidieren‘ (27 %), ‚Flexibilisieren‘ (36 %) und ‚Anwenden‘ (22 %) scheinen sie für ca. ein Drittel der Studierenden am meisten unterstützt zu haben. (iii) In der qualitativen Erhebung wurde besonders die übersichtliche Darstellung gelobt. Das selbstständige Gedankenmachen und die eigene Aktivität scheinen vor allem bei der Lernaktivität ‚Aufbauen‘ und beim ‚Flexibilisieren‘ laut Studierendenaussage unterstützend zu wirken.
- ‚Kollaborative Elemente‘: (i) Diese Elemente werden von mehr als der Hälfte der Studierenden beim ‚Aufbauen‘ (63 %) und ‚Anwenden‘ (69 %) als nützlich für ihr Lernen wahrgenommen. (iii) In qualitativen Aussagen bestätigen die Studierenden, dass diese besonders durch einen gewinnbringenden Austausch mit möglichem Perspektivwechsel unterstützen. Entstandene Whiteboards, Mindmaps o. ä. können als konkrete Zusammenfassung genutzt werden.
- ‚Selbsteinschätzungsfragen‘: (i) Diese Fragen scheinen besonders beim ‚Kontakt herstellen‘ und ‚Anwenden‘ (jeweils 81 % Zustimmung) förderlich für das Lernen zu sein. (ii) Beim ‚Anwenden‘ wählen 30 % der Studierenden dieses Element als besonders unterstützend. (iii) Die qualitativen Daten zeigen, dass ‚Selbsteinschätzungsfragen‘ für die Studierenden einen guten Impuls zur Reflektion der eigenen Lehrpersönlichkeit, auch im Vergleich mit Mitstudierenden ermöglichen.
- ‚Schüler*innenantworten antizipieren‘: (i) Dieses Element ist für 83 % der Studierenden in der Lernaktivität ‚Kontakt herstellen‘ unterstützend für ihr Lernen. (iii) Es regt laut Aussagen der Studierenden zum Reflektieren über den eigenen zukünftigen Unterricht an.
- ‚Sensibilisierungsvideos‘: (i) Diese Videos scheinen mit 59 % Zustimmungswerten nur für die Hälfte der Studierenden beim ‚Kontakt herstellen‘ hilfreich zu sein. (iii) Sie werden von den Studierenden qualitativ als informativ und veranschaulichend beschrieben.
- ‚Spielerische Elemente‘: (i) Für mehr als die Hälfte der Studierenden (63 %) sind ‚Spielerische Elemente‘ beim ‚Aufbauen‘ hilfreich. (iii) Diese Elemente wurden von einzelnen Studierenden als „*spaßig*“ bewertet und konnte laut Studierenden so Wissen festigen.

6. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die LearningBits angehende Lehrer*innen der Naturwissenschaften in ihrem Lernen unterstützen und zu einem erfolgreichen digitalen Lehrkonzept in der Hochschulbildung beitragen können. Der Einsatz der Medien als Teil des *flipped classroom*-Lehrkonzept ist gelungen. Sie können in allen Lernaktivitäten eingesetzt werden und zeigen eine hohe Benutzerfreundlichkeit. Besonders in der Lernaktivität ‚Konsolidieren‘, also beim Üben und Wiederholen, wurde die Nützlichkeit, Lerneffektivität und Attraktivität der LearningBits hervorgehoben. Einschränkend ist zu sagen, dass in dieser Studie nur Studierende einer Hochschule und einer Vorlesung befragt wurden und dass die Bewertung der LearningBits als Lernmedien natürlich stark vom Lehrkonzept der Vorlesung abhängig ist. Wie in 4.1. bereits berichtet, ist die gesammelte Bewertung mehrerer heterogener LearningBits eine Schwäche der Studie.

Diese Studie lässt vermuten, dass die Potenziale, die in der Literatur der Interaktivität zugewiesen werden, in der Hochschullehre ausgeschöpft werden könnten. Die Studierenden bewerten gesammelt über alle Forschungsfragen besonders die interaktiven Elemente, wie ‚Interaktive Aufgaben‘ und ‚Interaktive Lerninhalte‘ der LearningBits als unterstützend für ihr Lernen in der Hochschule. Diese interaktiven Elemente lassen sich flexibel in der Lehre einsetzen und scheinen motivierend, interessant und passend für die jeweiligen Inhalte und das Konzept der Lehrveranstaltung zu sein. Besonders in *blended learning* bzw. *flipped classroom* Lehrkonzepten lässt diese Studie dies vermuten. Die positive Bewertung der interaktiven Elemente in allen Lernaktivitäten lässt vermuten, dass Interaktivität, unabhängig von der Lernaktivität, Studierende in ihrem Lernen unterstützen kann. Nach Meinung der Autoren sollte deshalb das Potenzial der Interaktivität breiter in der Hochschulbildung genutzt werden und Hochschuldozierende sollten interaktive Lernmedien in ihren Lehrveranstaltungen entwickeln, erproben und evaluieren. Die Erkenntnisse über die Unterstützungsfähigkeit der Elemente der LearningBits könnten darüber hinaus bei der Konzeption anderer digitaler Lernmedien nützlich sein.

Die bessere Bewertung der LearningBits durch die Lehramtsstudierenden im Sommersemester 2020 lässt sich mit der pandemiebedingten Online-Lehre begründen, bei der die Lehrveranstaltungen synchron online und nicht im Präsenzunterricht stattfanden. Das Konzept der Vorlesung änderte sich dadurch jedoch kaum und auch die LearningBits wurden gleich eingesetzt. Es wird vermutet, dass die Studierenden sich durch das Online-Lernen intensiver und eventuell ernsthafter mit den Inhalten und dadurch auch mit den LearningBits beschäftigt haben und deswegen eine bessere Bewertung abgeben. Der Kontakt zu den Dozierenden war eingeschränkt, so dass die LearningBits eventuell direkte ‚Ansprechpartner*innen‘ wurden. Eventuell könnten Studierende die LearningBits auch höher bewerten, da diese, durch Wegfall von anderen sozialen Kontakten zu Mitstudierenden, als Lernmedium z. B. für die Klausur relevanter erschienen. Insgesamt, und das wurde von einzelnen Studierenden im direkten Feedback erwähnt, spielt das gesamte Veranstaltungskonzept in denen die Lernmedien eingesetzt wurden, eine Rolle in der Bewertung. Wir vermuten, dass es von den Studierenden honoriert wurde, dass die Vorlesung viele digitale und handlungsorientierte Konzepte nutzte – und das direkt am Beginn

des Online-Semesters. In dieser Zeit war es für viele Kolleg*innen schwierig, ihre Vorlesungen und Seminare in sehr kurzer Zeit digital umzusetzen. Dieser Vergleich könnte die bessere Bewertung erklären. In den qualitativen Daten des Sommersemesters wurden besonders die abwechslungsreiche Gestaltung durch Aktivitäten und die kreativen Tools von zahlreichen Studierenden gelobt. Diese Aspekte könnten für die Gestaltung digitaler, eventuell asynchroner Lernangebote von Hochschulen nach der COVID-19-Pandemie interessant sein und sollten weiter erforscht werden. Dies gilt besonders für Lehramtsstudierende, die ihre digitalen Kompetenzen, im Vergleich zur reinen Präsenzlehre, weiterentwickeln könnten.

Autorensoftware als Webangebot wie h5p.com oder learningapps.org können gute erste Anknüpfungspunkte sein, mit denen sich leicht interaktive Lernmedien von Hochschullehrenden erstellen lassen. Mit Lern-Management-Systemen wie z. B. Moodle oder komplexeren Autorentools wie z. B. eXeLearning können komplexere interaktive Lernmedien z. B. mit Lernendenverfolgung bzw. -diagnostik erstellt werden. In diesem Prozess sollten sich Hochschullehrende gegenseitig assistieren, sowie von Stellen an der Hochschule unterstützt werden, die die Digitalisierung der Lehre vorantreiben sollen (E-Learning- bzw. Digitalisierungs-Stellen). Vorlagen und Templates könnten so auch zusammen mit Verlagen im Bildungsbereich entwickelt werden. Wichtig ist aus unserer Sicht, dem Reflective Practitioner-Ansatz folgend, jedoch der Fokus der Lernmedien auf das individuelle Lernen und selbstständige Reflektieren und Sensibilisieren, insbesondere für Lehramtsstudierende. Dies soll auch als ein Weg gesehen werden, der Heterogenität der Gruppe der Studierenden entgegenzukommen.

Zusammenfassend bietet das Lernen mit interaktiven Lernmedien viel Potenzial und diese Studie zeigt, dass Studierende diese Medien für ihr Lernen als unterstützend bewerten. In Zukunft sollte diese Art der Lernmedien eine größere Rolle in der Hochschulbildung spielen.

Literatur

- Aebli, Hans (2011). *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Alexander, Bryan (2011): *The new digital storytelling. Creating Narratives with New Media*. Santa Barbara [u. a.]: Praeger Verlag.
- Alvarez, Brenda (2012). Flipping the classroom: Homework in class, lessons at home. In *Education Digest* 77(8), S. 18-21.
- Arnold, Patricia; Kilian, Lars; Thillosen, Anne & Zimmer, Gerhard (2015). *Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Bielefeld: Wbv.
- Al-Samarraie, Hosam; Shamsuddin, Aizat & Alzahrani, Ahmed Ibrahim (2019). A flipped classroom model in higher education: A review of the evidence across disciplines. In *Education Technology Research and Development* 68, S. 1017-1051.
<https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8>

- Baker, Toby; Smith, Laurie & Anissa, Nandra (2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the Future of Artificial Intelligence in Schools and Colleges*. <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted/> (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Bandura, Albert (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall.
- Becker, Sebastian; Meßinger-Koppelt, Jenny & Thyssen, Christoph (Hg.) (2020). *Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung.
- Bergmann, Jonathan & Sams, Aaron (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington (DC): International Society for Technology in Education.
- Braun, Anette; März, Anna; Mertens, Fabian & Nisser, Annerose (2020). *Rethinking Education in the Digital Age. European Parliamentary Research Service*. https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_STU%282020%29641528 (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Bremer, Claudia (2004). Szenarien mediengestützten Lehrens und Lernens in der Hochschule. In Löhrmann, Iris (Hg.), *Alice im Wunderland - E-Learning an deutschen Hochschulen. Vision und Wirklichkeit*. Bielefeld: Bertelsmann, S. 40-53.
- Brooke, John (1996). SUS: a "quick and dirty" usability scale. In Jordan, Patrick W.; Thomas, Bruce; Weerdmeester, Bernard A. & McClelland, Iaan Lyall (Hg.), *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis, S. 189-194. <https://doi.org/10.1201/9781498710411>
- Castaño-Muñoz, Jonatan; Duarte, Josep M. & Sancho-Vinuesa, Teresa (2014). The Internet in face-to-face higher education. Can interactive learning improve academic achievement? In *British Journal of Educational Technology* 45(1), S. 149-159. <https://doi.org/10.1111/bjet.12007>
- Crawford, Joseph; Butler-Henderson, Kerryn; Rudolph, Jürgen; Malkawi, Bashar; Glowatz, Matt; Burton, Rob; Magni, Paola A.; Lam, Sophia (2020). COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. In *Journal of Applied Learning and Teaching* 3, S. 9-28. <https://doi.org/10.37074/jalt.2020.3.1.7>
- Dander, Valentin; Bettinger, Patrick; Hebert, Estella; Leineweber, Christian & Rummler, Klaus (Hg.) (2020). *Digitalisierung – Subjekt – Bildung. Kritische Betrachtungen der digitalen Transformation*. Opladen: Verlag Barbara Budrich.
- Dittler, Ullrich & Kreidl, Christian (Hg.) (2018). *Hochschule der Zukunft. Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20403-7>
- Döbeli Honegger, Beat (2016). *Mehr als 0 und 1 - Schule in einer digitalisierten Welt*. Bern: hep Verlag.
- Domagk, Steffi, Schwartz, Ruth N., & Plass, Jan L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. In *Computers in Human Behavior* 26(5), S. 1024-1033. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.003>

- Ehlers, Ulf-Daniel (2018). Die Hochschule der Zukunft: Versuch einer Skizze. In Dittler, Ullrich & Kreidl, Christian (Hg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 81-100. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20403-7>
- European Commission (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027. Resetting education and training for the digital age*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1602778451601&uri=CELEX%3A52020DC0624> (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- European Commission (2013). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions—Opening up Education: Innovative Teaching and Learning for All Through New Technologies and Open Educational Resources*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/AUTO/?uri=celex:52013DC0654> (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Fromme, Johannes; Jörissen, Benjamin & Unger, Alexander (2008). Bildungspotenziale digitaler Spiele und Spielkulturen. In *MedienPädagogik 15 (Computerspiele und Videogames)*, S. 1-23. https://doi.org/10.21240/mpaed/15_16/2008.12.22.X
- Haack, Johannes (2002). Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.): *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis*, München: Verl. Internat. Psychoanalyse, S. 126-138.
- Hernández-Sellés, Nuria; Muñoz-Carril, Pablo-César & González-Sanmamed, Mercedes (2019). Computer-supported collaborative learning: An analysis of the relationship between interaction, emotional support and online collaborative tools. *Computers & Education 138*, S. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.012>
- Hillmayr, Delia; Reinhold, Frank; Ziernwald, Lisa & Reiss, Kristina (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann.
- Herzig, Bardo (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?*. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/Graue-Publikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Herzig, Bardo (2017). Die Bedeutung der (Allgemeinen) Didaktik für das Lehren und Lernen in virtuellen Räumen. In *MedienPädagogik 4 (Jahrbuch Medienpädagogik)*, S. 17-42. <https://doi.org/10.21240/mpaed/retro/2017.08.02.X>
- Hogarth, Sylvia; Bennett, Judith; Lubben, Fred; Campbell, Bob & Robinson, Alison (2006). ICT in Science Teaching. The effect of ICT teaching activities in science lessons on students' understanding of science ideas. In *Research Evidence in Education Library*. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.
- Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.) (2009). *Online-Lernen: Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. München: Oldenbourg.

- Kerres, Michael (1998). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung*. München: Oldenbourg.
- Kerres, Michael (2013). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote*. 4. Auflage, München: Oldenbourg.
- Koehler, Matthew J. & Mishra, Punya (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Hg.). *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. New York, NY: Routledge, S. 3-29.
- Küsel, Julian & Markic, Sivija (2018). «A Day of Noah » - Anchored Instruction and Digital Media in Science Class. In Eilks, Ingo; Markic, Silvija & Ralle, Bernd (Hg.), *Building Bridges Across Disciplines for Transformative Education and a Sustainable Future*. Aachen: Shaker, S. 599-607.
- Küsel, Julian & Markic, Silvija (2020). Using Flipped Classroom with Digital Media for Pre-Service Primary Science Teacher Education. In Levrini, Olivia & Tasquier, Giulia (Hg.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference. The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education*. S. 213-221.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2017). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz Bildung in der digitalen Welt*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2019). *Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2019/2019_03_14-Digitalisierung-Hochschullehre.pdf (zuletzt aufgerufen am 31.05.2021).
- Maxton-Küchenmeister, Jörg & Meßinger-Koppelt, Jenny (Hg.) (2014). *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- McQuiggan, Scott; Rowe, Jonathan; Lee, Sunyoung & Lester, James C. (2008). Story-Based Learning: The Impact of Narrative on Learning Experiences and Outcomes. In Woolf, Beverly P.; Aïmeur, Esmâ; Nkambou, Roger & Lajoie, Susanne (Hg.), *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5091*. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69132-7_56
- Means, Barbara; Toyama, Yukie; Murphy, Robert & Baki, Marianne (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta analysis of the empirical literature. In *Teachers College Record* 115(3), S. 1-47.
- Meßinger-Koppelt, Jenny; Schanze, Sasha & Groß, Jorge (Hg.) (2017). *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Niegemann, Helmut M. & Weinberger, Armin (Hg.) (2019). *Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9>
- Niegemann, Helmut M. (2019). Instructional Design. In Niegemann, Helmut M. & Weinberger, Armin (Hg.), S. 95-151.

- Niegemann, Helmut M. & Heidig, Steffi (2019). Interaktivität und Adaptivität in multimedialen Lernumgebungen. In Niegemann, Helmut & Weinberger, Armin (Hg.), S. 343-367.
- Nussbaum, Miguel; Alcoholado, Cristián & Büchi, Thomas (2015). A comparative analysis of interactive arithmetic learning in the classroom and computer lab. In *Computers in Human Behavior* 43, S. 183-188.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.031>
- Otterborn, Anna; Schönborn, Konrad & Hultén, Magnus (2018). Surveying preschool teachers' use of digital tablets: general and technology education related findings. In *International Journal of Technology and Design Education* 29, S. 717-737.
<https://doi.org/10.1007/s10798-018-9469-9>
- Peres, S. Camille; Pham, Tri & Phillips, Ronald (2013). Validation of the System Usability Scale (SUS). In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 57(1). S. 192-196. <https://doi.org/10.1177/1541931213571043>
- Petko, Domenik & Reusser, Kurt (2005). Das Potenzial interaktiver Lernressourcen zur Förderung von Lernprozessen. In Miller, Damian (Hg.), *E-Learning. Eine multiperspektivische Standortbestimmung*. Bern: Haupt, S. 183-202.
- Plass, Jan L. & Schwartz, Ruth N. (2014). Multimedia learning with simulations and microworlds. In Mayer, Richard E. (Hg.), *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 729-761.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.036>
- Popp, Heribert & Ciolau, Monika (2017). Lehre 4.0 revolutioniert E-Learning in Hochschule und Weiterbildung. In *DNH Die Neue Hochschule 04-2017*, S. 12-15.
- Proske, Antje; Narciss, Susanne & Körndle, Hermann (2007). Interactivity and learners' achievement in web-based learning. In *Journal of Interactive Learning Research* 18(4), S. 511-531.
- Radianti, Jaziar; Majchrzak, Tim A.; Fromm, Jennifer & Wohlgenannt, Isabell (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education* 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Reinmann, Gabi (2011). *Lehren und Lernen mit Medien. Studentext Didaktisches Design*. https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2011/04/Studentext_DD_April11.pdf (zuletzt aufgerufen am 31.05.2021).
- Reusser, Kurt (1999). *KAFKA und SAMBA als Grundfiguren der Artikulation des Lehr-Lerngeschehens. Skript zur Vorlesung «Allgemeine Didaktik»*. Zürich: Pädagogisches Institut der Universität Zürich.
- Reusser, Kurt (2014). Aufgaben — Träger von Lerngelegenheiten und Lernprozessen im kompetenzorientierten Unterricht. *Seminar* 20(4), S. 77-101.
- Sahni, Jolly (2019). Does Blended Learning Enhance Student Engagement? Evidence from Higher Education. In *Journal of e-Learning and Higher Education* 2019, 121518, S. 1-14. <https://doi.org/10.5171/2019.121518>

- Saykili, Abdullah (2019). Higher Education in The Digital Age: The Impact of Digital Connective Technologies. In *Journal of Educational Technology and Online Learning 2*, S. 1-15. <https://doi.org/10.31681/jetol.516971>
- Schelhowe, Heidi (2007): *Technologie, Imagination und Lernen: Grundlage für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*. Münster: Waxmann.
- Schön, Donald A. (1983). *The Reflective Practitioner. How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Schulmeister, Rolf (2005): *Interaktivität in Multimedia-Anwendungen*. <https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/interaktiv/InteraktivitaetSchulmeister.pdf> (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Sosa, Giovanni W.; Berger, Dale E.; Saw, Amanda T. & Mary, Justin C. (2011). Effectiveness of Computer- Assisted Instruction in Statistics: A Meta-Analysis. In *Review of Educational Research 81*(1), S. 97-128. <https://doi.org/10.3102/0034654310378174>
- Strayer, Jeremy F. (2012). How Learning in an Inverted Classroom Influences Cooperation, Innovation and Task Orientation. In *Learning Environments Research 15*, S. 171-193. <http://dx.doi.org/10.1007/s10984-012-9108-4>
- Schwarzer, Ralf & Jerusalem, Matthias (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In *Zeitschrift für Pädagogik 44*, S. 28-53.
- Tolsdorf, Yannik & Markic, Silvija (2018). *Participatory action research in university chemistry teacher training*. In *CEPS Journal 8*(4), S. 89-108. <https://doi.org/10.26529/cepsj.269>
- Tulodziecki, Gerhard & Herzig, Bardo (2004). *Mediendidaktik. Medienverwendung in Lehr- und Lernprozessen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- UNESCO (2019). *Draft Recommendation on Open Educational Resources (OER)*. General Conference, 40th Session, 8 October 2019. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936> (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).
- Vlachopoulos, Dimitrios & Makri, Agoritsa (2017). The effect of games and simulations on higher education: A systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education 14*(22). <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1>
- Wachter, Josef; Ebner, Martin; Gröblinger, Ortrun; Kopp, Michael; Bratengeyer, Erwin; Steinbacher, Hans-Peter; Freisleben-Teutscher, Christian & Kapper, Christine (Hg.) (2016). *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung*. Münster: Waxmann.
- Westmeyer, Hans (2005). Lerntheoretische Ansätze. In Weber, Hannelore & Rammsayer, Thomas (Hg.), *Handbuch der Persönlichkeitspsychologie und Differentiellen Psychologie*. Göttingen: Hogrefe, S. 81-92.
- Wolf, Thomas & Strohschen, Jacqueline-Helena (2018). Digitalisierung: Definition und Reife. Quantitative Bewertung der digitalen Reife. In *Informatik-Spektrum 41*, S. 56-64.

Xu, Di & Xu, Ying (2019). *The Promises and Limits of Online Higher Education*; American Enterprise Institute: Washington (DC). <https://www.aei.org/research-products/report/the-promises-and-limits-of-online-higher-education/> (zuletzt aufgerufen am 01.07.2021).

Young, Suzanne; Young, Helen & Cartwright, Ashley (2020). Does Lecture Format Matter? Exploring Student Preferences in Higher Education. In *Journal of Perspectives in Applied Academic Practice* 8(1), S. 30-40.
<https://doi.org/10.14297/jpaap.v8i1.406>

Über die Autor*innen

Julian Küsel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. An der Universität Bremen studierte er Chemie und Geschichte für das Lehramt in SI/SII. Nebenberuflich arbeitet er seit 8 Jahren in der digitalen (Lehr-)Medienproduktion. In seiner Dissertation entwickelt und beforcht er die digitale Hochschullehre in der Lehramtsausbildung der Chemie und des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts.

Korrespondenzadresse: julian.kuesel@ph-ludwigsburg.de

Prof.' Dr.' Silvija Markic ist Professorin für naturwissenschaftliches Lernen (Schwerpunkt: Chemie) an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Sie studierte Chemie und Mathematik für das Lehramt SII/SI an der Universität Dortmund und war bis März 2017 akademische Rätin am IDN – Abteilung Chemiedidaktik der Universität Bremen. Sie hat das Referendariat im Lande Bremen absolviert. Aktuelle Arbeitsschwerpunkte sind u. a. Lehrervorstellungen und Umgang mit sprachlicher Heterogenität und kultureller Diversität im Chemieunterricht.

Korrespondenzadresse: markic@ph-ludwigsburg.de