

Johannes Huwer, Christoph Thyssen & Christoph Vogelsang

Lehre:digital – Erwerb digitaler Lehrkompetenz im fächerübergreifenden Kontext Chemie, Biologie und Physik

1 Einleitung

Sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene werden politische Rahmenbedingungen (z. B. KMK, 2016) geschaffen, Unterricht des 21. Jahrhunderts unter Berücksichtigung einer zielführenden Digitalisierung zu ermöglichen. Eine der Herausforderungen ist die Rekrutierung bzw. Ausbildung geeigneter Lehrkräfte. Hierfür sind zahlreiche Einzelinitiativen bis hin zu übergreifenden Initiativen wie der Qualitäts-offensive Lehrerbildung mit Fokus auf Digitalisierung zu nennen, welche über notwendige Kompetenzen von Lehrkräften in diesem Kontext diskutieren.

Jedoch werden diese Diskussionen im Hinblick auf das Lernen und Lehren im Zeitalter der Digitalisierung häufig zu allgemein geführt. Eine genauere Analyse zeigt, dass hierbei Akteure, Adressaten und Ebenen unterschieden werden müssen, um den beiden Anforderungsbereichen a) dem Lernen mit und b) dem Lernen über digitale Medien gerecht zu werden. Die den Fachdidaktiken originär zugewiesene Aufgabe, das Unterrichten von Fachinhalten zu vermitteln, stößt im Kontext der Digitalisierung auf das Problem einer unter diesen beiden Aspekten unscharfen Grenz-ziehung bzw. Aufgabenzuweisung.

Während das Lernen mit digitalen Medien im Sinne einer methodischen Entscheidung klar im Aufgabenbereich der Fachdidaktiken anzusiedeln ist, besteht im Hinblick auf das Lernen über Medien, d. h. digitale Medien als Lerngegenstand, keine direkt klare Zuordnung: während digitale, forschungsrelevante Methoden der Fachwissenschaften z. B. im Bereich der Erkenntnisgewinnung didaktisch reflektierter Bestandteil der fachdidaktischen Ausbildung sind, weist das Lernen über Medien zur Kompetenzentwicklung in allgemein-alltagsrelevanten Bereichen (z. B. digitales Copyright) keinen originären Bezug zu den Fachdidaktiken der etablierten Schulfächer auf (einzig eine Fachdidaktik „Mediendidaktik“ impliziert hier explizite Schnittstellen zu diesen Kompetenzen). In diesem Beitrag wird ein Lehr-Lernprojekt vorgestellt, das sich auf die primär fachdidaktische Domäne, nämlich das Lehren und Lernen mit digitalen Medien, bezieht, aber auch Bezüge zum Lernen über digitale Medien beinhaltet und insbesondere Lehrkräfte in diesem Bereich adressiert.

2 Zielsetzung und Gestaltungskriterien

Angelehnt an obige Darlegung ist es das Ziel des Lehr-Lernprojekts, primär angehenden Lehrkräften Grundlagenkompetenzen zum Umgang mit digitalen Medien im Kontext des Naturwissenschaftsunterrichts der Klassenstufe 5/6 in gestufter

Form zu vermitteln. Aufgrund der Beobachtung (Vogelsang et al., 2019), dass Lehramtsstudierende mangels entsprechender Kenntnisse selbst das Lernen mit digitalen Medien noch wenig realisieren können, soll die Entwicklung eines Kompetenzniveaus unterstützt werden, das ihnen eine Unterrichtsplanung und -durchführung unter Einbindung digitaler Medien ermöglicht. Kern des Lehr-Lernprojekts ist eine onlinebasierte Lehr-Lern-Plattform, die sich in verschiedene thematische Module gliedert (Abb. 1). Diese wiederum beinhalten Kurse, bestehend aus strukturierten Lernaufgaben, die sich auf den Einsatz verschiedener digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht und zu dessen Planung beziehen. Die Kurse sind darauf ausgelegt, von Studierenden selbstständig im Eigenstudium bearbeitet zu werden.

Übergreifend erfolgte die Gestaltung der Plattform gemäß den Prinzipien des „learning technology by design“ und „scaffolding authentic technology experiences“, wie sie von Tondeur et al. (2012, S. 139) im Rahmen eines Reviews von Studien zur Gestaltung von Lernumgebungen ermittelt wurden. Alle Lernszenarien auf der Plattform werden daher in naturwissenschaftsdidaktische, unterrichtsrelevante Anforderungssituationen eingebettet, anders als bei reinen „Software/Hardware-Bedienungskursen“. Zudem müssen die Studierenden in den Kursen zu den Modulen solche digitalen Werkzeuge nutzen, die auch in realen Unterrichtssettings verwendet werden können. Die Konzeption berücksichtigt mit den Kriterien Curriculumsbezug (die Kurse beziehen sich auf curricular relevante fachliche Inhalte der Klassenstufe 5/6), Domänenspezifität (die Kurse fokussieren auf Anforderungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts) und Situationsbezug (der Umgang mit digitalen Werkzeugen wird im Zusammenhang mit konkreten unterrichtlichen Situationen der Schulpraxis erlernt) zudem die Vorschläge von Lipowsky (2009, 2010) für die Gestaltung erfolgreicher Fortbildungen. Enge Rahmenbedingungen auf Seiten der curricularen Vorgaben und Gestaltungsräume legten nahe, kein großes Gesamtpaket „Digitalisierung“ anzubieten, sondern vielmehr eine Plattform als modularen „Werkzeugkasten“ im Sinne von Microteaching zu gestalten (Maxton-Küchenmeister & Meßinger-Koppelt, 2018).

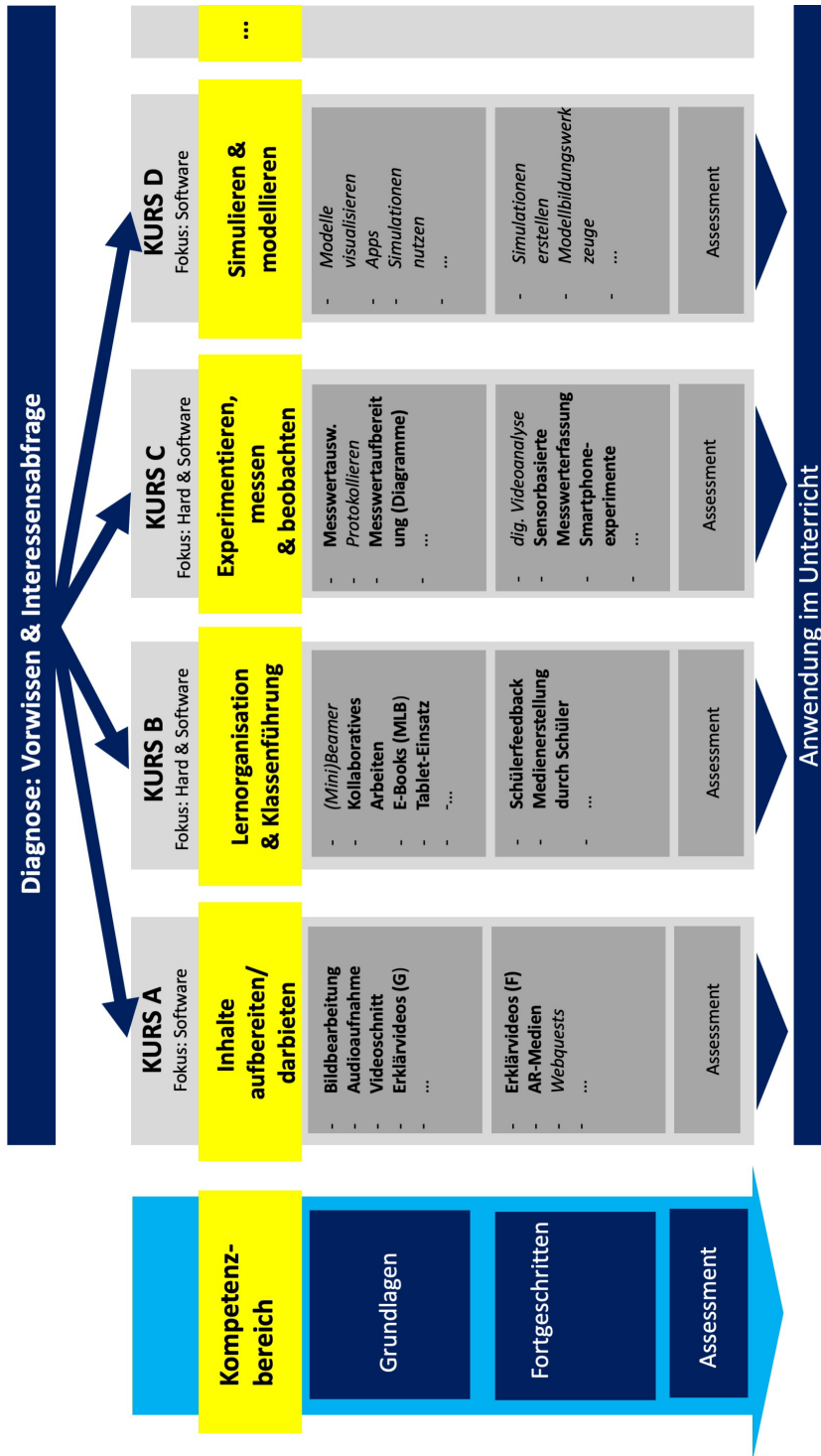


Abb. 1: Graphische Darstellung der Struktur der Lehr-Lernplattform mit den drei vorgestellten Modulen (Kurse A–C), welche Kurse die einzelnen Tools beinhalten

Die Module der Lehr-Lern-Plattform sollen zentrale Felder der naturwissenschaftlichen Unterrichtsgestaltung – angefangen bei der Vorbereitung von Unterricht (z. B. bei der Medienerstellung) bis hin zum Einsatz von digitalen Tools im Unterricht selbst (z. B. zur Messwerterfassung oder zur Unterstützung des Classroom Managements in typischen Unterrichtssituationen) – aus der Perspektive der Lehrkraft abdecken. Über eine gezielte Stufung der Kursinhalte in Grundlagenkurse und Fortgeschrittenenkurse können die Lernenden eigenständig Einstiegskurse identifizieren und damit ihre Lernzeit effektiv nutzen. Durch die Tatsache, dass sich die Umsetzung der Kursinhalte auf fachdidaktische Anforderungen der Schulpraxis beziehen und die Produkte der Lerneinheiten anschließend auch direkt im Unterricht eingesetzt werden könnten, besteht ein Anreiz zur Auseinandersetzung mit den Aufgaben. Um fachinhaltliche Hürden gering zu halten, sind die Ausgangspunkte immer konkrete Lehranforderungen für den Naturwissenschaftsunterricht der Klassenstufen 5/6 bzw. teilweise auch 7. So konnten auf fachlich vergleichsweise „unkritischem“ Niveau auch Kursaufgaben für interdisziplinäre Kontexte erstellt werden (Biologie, Chemie, Physik), wodurch das Konzept für Studierende aller drei Fachrichtungen fachlich zugänglich ist und eine Fokussierung auf die digitale Komponente und fachdidaktische Theorie bzw. Unterrichtspraxis erleichtert wird. Die Nutzung der Module soll primär im Selbststudium erfolgen, optional soll aber auch eine Einbettung in Präsenzlehrveranstaltungen der universitären Lehre oder auch in der Weiterbildung von Lehrkräften – vgl. Flipped-Classroom Konzept (Werner et al., 2018) – möglich sein, um die Kontaktzeit sinnvoller für Reflexionen zum Medieneinsatz nutzen zu können, als für das Erlernen des Umgangs mit den digitalen Werkzeugen. Die Plattform schafft durch den Fokus auf das Lernen mit digitalen Medien, Raum in der Präsenzveranstaltung für das Lernen über digitale Medien. Damit die Nutzung im Selbststudium möglich ist, muss die Plattform daher ausreichende Möglichkeiten für eigenständige Kontrollen im Sinne eines Assessments des eigenen Lernerfolgs bieten und auch eine an Lernende individuell angepasste Nutzung der einzelnen Bestandteile erlauben, die einen an das jeweilige Vorwissen orientierten Verlauf nehmen kann.

Hinsichtlich des benötigten Vorwissens auf Seiten der Adressaten sind fachdidaktische Vorkenntnisse auf dem Niveau eines typischen Bachelors of Education im Naturwissenschaftslehramt hilfreich (das Prinzip der Trennung von didaktischen und methodischen Überlegungen sowie die Gliederung von Lernprozessen sollten angewendet werden können), um die fachdidaktischen Erläuterungen bei der Materialgestaltung, Konzeption der Lernorganisation oder der Umsetzung des Medieneinsatzes im Klassenverband in den Kursen besser nachvollziehen zu können. Ferner sind erste schulpraktische Erfahrungen im Sinne eines „Praxissemesters“ oder von Schulpraktika hilfreich, da dann die unterrichtspraktische Relevanz klarer wird und die Reflexion der Szenarien in den Kursen zielgerichteter durchlaufen werden kann.

3 Good-Practice Beispiele

In den folgenden Abschnitten werden exemplarisch Bestandteile der Module genauer dargestellt. Noch nicht alle geplanten Elemente der Plattform sind bisher realisiert, so ist bspw. Modul D noch in Planung.

3.1 Modul A

Modul A hat als Hauptfokus den Einsatz von Software zur Medienerstellung (vgl. Abb. 1). Geeignete Vorgehensweisen und Softwareprodukte inklusive ihrer Bedienung bzw. typischer Workflows werden beispielhaft im fachlichen Kontext der Wärmeisolation unter Berücksichtigung fachdidaktischer Zielsetzungen eingeführt und eingeübt. Dabei wird entsprechendes digitales Ausgangsmaterial als Basis für alle nachfolgenden Bearbeitungsschritte zur Verfügung gestellt, um nach jedem Modulteil ein im Unterricht einsetzbares Medienprodukt zu erhalten. Zu Beginn eines jeden Kurses wird das angestrebte Endprodukt im Vergleich zum Ausgangsmaterial vorgestellt, so dass a) das avisierte Ziel, b) notwendige Veränderungen am Ausgangsmaterial und c) Verbesserungen des Mediums unter fachdidaktischen Aspekten transparent werden.

Fertigkeiten werden aufbauend auf basaler Bildbearbeitung von Graphiken/Abbildungen für eine Präsentation oder ein Arbeitsblatt und weiterführenden Methoden und Techniken zur Erstellung von Medien mit steigendem Komplexitätsgrad erworben, wobei jeweils mit Ergebnissen der vorherigen Module weitergearbeitet werden kann. Dabei werden die bereits erstellten Medien weiter optimiert oder für neue Einsatzbereiche umgearbeitet. Im ersten Modul „Bildbearbeitung“ zur Anpassung von Abbildungen, werden dabei grundlegende Techniken der Bildbearbeitung ebenso vermittelt wie Know-How im Hinblick auf Vor- und Nachteile einzelner Grafikformate, die als Speicherformate existieren. Dies umfasst z. B. den Unterschied zwischen Pixel- und Vektorgrafiken mit daraus resultierenden Konsequenzen auf die Skalierbarkeit von Abbildungen ebenso wie die mit bestimmten Dateiformaten einhergehenden Einschränkungen im Hinblick auf z. B. die Möglichkeit einen transparenten Hintergrund bzw. freigestellte Objekte nutzen zu können. Dazu werden in einem ersten Tutorial Beschriftungen modifiziert, Objekte bzw. Bereiche gelöscht oder freigestellt und der Hintergrund entfernt. In einem zweiten Tutorial werden dann Ausschnittsvergrößerungen graphisch ansprechend eingefügt.

Die im ersten Kurs „Bildbearbeitung“ generierten Grafiken (bzw. Teilabbildungen daraus) dienen nachfolgend im Kurs „Stop-Motion“ als Elemente, die bei der Erstellung eines Stop-Motion Videos zur modellhaften Darstellung von Wärmeabgabe bzw. Isolationsprinzipien auf Teilchenebene genutzt werden. Hierbei wird unter Anleitung der Schritt vom selbst erstellten, statisch-visuellen Medium zum dynamisch-visuellen Medium vollzogen. Dieser Kurs erlaubt, dass die Kursteilnehmer technische Kompetenzen (z. B. das Schneiden von Filmmaterial, Einblendung von Schrift) entwickeln können, um eigenständig z. B. Erklärvideos anzufertigen, die modellhaft reale Phänomene erläutern. Zur weiteren Optimierung werden im

Zuge einer Vertonung dieses Videos auch Grundlagen der Audioaufnahme und des Audioschnitts erschließbar.

Im sich daran anschließenden Kurs kann das selbst erstellte Stop-Motion Video mit passenden Filmsequenzen, die reale Phänomene im Bereich der Wärmeisolation zeigen, erweitert werden. Dabei werden an einem entsprechenden Video, das auf einen passenden Bereich beschnitten wird, und der Fusion mit dem eigenen Video die Grundlagen des Videoschnitts zugänglich macht, so dass als Produkt ein als Lehrfilm einsetzbares Video entsteht, das ausgehend vom Phänomen eine Erklärung auf Teilchenebene liefert. Hierbei werden fachdidaktische Überlegungen zur Darstellung der fachlichen Zusammenhänge und deren technische Realisierung auf Medienebene berücksichtigt. Zur Demonstration und Vermittlung einer eher fortgeschrittenen Technik bzw. eines bisher noch nicht als Standard eingestuft Mediums werden Teile der in den vorherigen Grafiken und Videos zur virtuellen Erweiterung (vgl. Abb. 2) von Abbildungen eines Arbeitsblattes durch Augmented Reality (AR) genutzt (Huwer et al., 2019). Beim Durchlaufen dieses Tutorials entsteht also eine individuell abrufbare und interaktiv steuerbare virtuelle Zusatzebene des Arbeitsblattes, die die makroskopischen Abbildungen um die virtuelle Teilchenebene ergänzt. Im Lernprozess können damit über das analoge Medium hinausgehende, z. T. dynamische Visualisierungen on-demand vom Lerner abgerufen und mit dem Arbeitsblatt verschränkt werden.

Arbeitsblatt

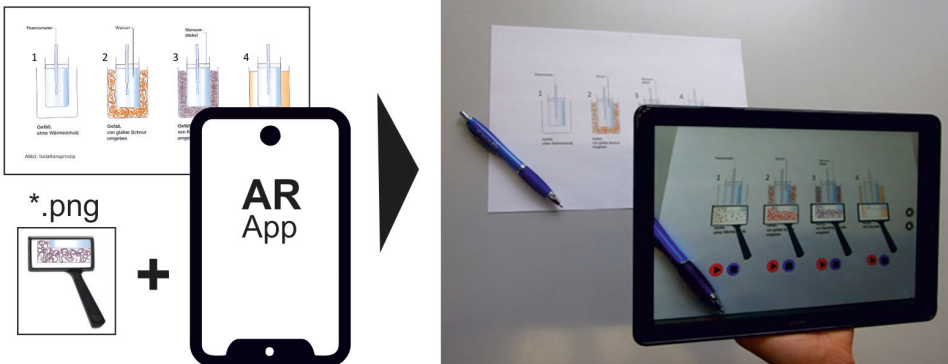


Abb. 2: Einbezug der Teilchenebene durch Augmented Reality

Die Angebote sind niederschwellig gestaltet. Um einen Einstieg in allen Bearbeitungsstufen bzw. Modulen zu ermöglichen, werden beispielhafte Ergebnisse der jeweiligen Kurse als Ausgangsmaterial für Folgemodule und -kurse zum Download angeboten. Die eingesetzte Software wurde unter zwei Aspekten ausgewählt: Alle Softwarepakete mussten kostenfrei verfügbar sein und eine akzeptable Nutzerfreundlichkeit aufweisen. Ausgewählt wurden GIMP, Inkscape, Shortcut, StopMotion-Studio, HP-Reveal (Aurasma), zu denen Google im Internet eindeutige Quellen bzw. Historien listet und zu denen Produkthomepages existieren.

3.2 Modul B

Modul B hat als Hauptfokus Aspekte der Lernorganisation und Klassenführung. Im jeweiligen fachlichen Kontext des Naturwissenschaftsunterrichts werden sowohl eine unterrichtspraktische und eine didaktische Vorgehensweise als auch die Bedienung der notwendigen Software eingeführt und eingeübt. Insgesamt stehen in Modul B folgende Teilkurse zur Auswahl:

3.2.1 Grundlagenkurs 1: kollaboratives Arbeiten

Im Kontext „Änderungen der Aggregatzustände“ sollen die Schülerinnen und Schüler gemeinsam mit der Lehrkraft ein funktionales Tafelbild erstellen. Die digitale Kollaboration wird mit der freien Software „Keynote“ (Apple) realisiert.

3.2.2 Grundlagenkurs 2: Multitouch-Learning-Book

Im Kontext „Stoffgemische und ihre Trennung“ soll ein digitaler Lernbegleiter (Huwer & Brünken, 2018) in Form eines Multitouch-Learning-Books erstellt werden. Ein Multitouch-Learning-Book (MLB) ist ein interaktives E-Book mit integrierten multimedialen Inhalten, indem multimediale Zusatzmaterialien, wie Arbeitsblätter, gestufte Hilfen für Aufgaben und Experimente eingebunden werden (Ulrich & Huwer, 2017; Huwer & Eilks, 2017; Huwer, Seibert & Brünken, 2018). In einem Video werden verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten von Multitouch Learning Books vorgestellt. Das Erstellen der MLBs wird mit der Software „iBooks Author“ realisiert.

3.2.3 Fortgeschrittenenkurs 1: Schülerfeedback (Learning Apps und Plickers)

Dieser Kurs befasst sich mit dem Unterrichtsbaustein der „Hypothesenabfrage vor einer Versuchsdurchführung“. Im Kontext eines Experiments zur Dichtebestimmung soll einmal eine voll digitale Feedbackvariante (mit der Software „Learningsapps“) und einmal eine halb-digitale Variante (mit „Plickers“) erstellt werden.

3.2.4 Fortgeschrittenenkurs 2: Widgeterstellung für Erweiterung der Multitouch-Learning-Books mit Bookry

Im Kontext „Aggregatzustandsänderungen“ soll ein digitaler Lernbegleiter in Form eines Multitouch-Learning-Books erweitert werden. Hierzu werden verschiedene interaktive „Widgets“ (kleine interaktive Aufgaben) in Form von Zuordnungsaufgaben mit Self-Assessment (Huwer, Bock & Seibert, 2018) mit der Plattform „Bookry.com“ realisiert, welche einen Export erlaubt, sodass diese Widgets direkt in ein MLB im Programm „iBooks Author“ aus dem Grundlagenkurs eingebaut werden können.

3.2.5 Aufbau der Kurse

Alle Kurse im Modul B haben dabei einen ähnlichen Aufbau, welcher am Beispiel des Grundlagenkurses „Multitouch Learning Books“ dargestellt wird:

Situationsbeschreibung: In der Situationsbeschreibung wird eine möglichst authentische (Rahmen)Situation aus dem NW-Unterricht präsentiert. Dieser Beschrei-

bung folgen allgemeine Informationen und didaktische Kommentare aus der aktuellen Forschung zu den eingesetzten Tools. Besonders ist, dass im gesamten Modul B immer ein „Demovideo“ eingebaut ist. Dieses zeigt der Lehrkraft das bisherige (meistens) analoge Vorgehen im Unterricht oder in der Unterrichtsvorbereitung, ehe dann eine digital unterstützte Variante präsentiert wird, die anschließend umgesetzt und erlernt wird.

Vorbereitungen zur Nutzung der Übungen und Übungsaufgabe: In dieser Vorbereitung wird gezeigt, welche Materialien (einschließlich Software) man zur Durchführung der Übung benötigt. Es wird auch erklärt, wie man die notwendige Software ggf. aus verschiedenen Quellen (Internet, App-Store, Play Store, etc.) herunterlädt und installiert. In der Übungsaufgabe werden die Nutzer aufgefordert, ein fertiges Produkt – hier ein MLB – nachzubauen. Ein zum Download angebotenes eBook dient als Vorlage. Zum Nachbauen stehen alle Materialien zur Verfügung, die auch im Best-Practice Beispiel zu finden sind. Darüber hinaus gibt es alternative Schritt-für-Schritt Anleitungen (PDF oder Video-Tutorials).

Assessment: Hier werden die Nutzer der Plattform dazu aufgefordert zu einem eigenen Thema ein MLB ohne bereitgestelltes Material zu erstellen und dabei der eigenen didaktischen Kreativität freien Lauf zu lassen. Ausgangspunkt dienen dazu die erlernten Techniken sowie die didaktischen Überlegungen der geführten Übung.

3.3 Modul C

Modul C fokussiert zum einen den Einsatz von Software zum Umgang mit Messwerten, zum anderen die Messwerterfassung mit entsprechender Hardware. Geeignete Vorgehensweisen und Softwareprodukte inklusive ihrer Bedienung werden beispielhaft im fachlichen Kontext „Wetter“ unter Berücksichtigung fachdidaktischer Zielsetzungen eingeführt und eingeübt, da die meisten naturwissenschaftlichen Curricula der Bundesländer die Langzeiterfassung von Wetterdaten als obligatorischen Inhalt vorsehen. Bspw. formuliert der Kernlehrplan Physik des Landes Nordrhein-Westfalen für die Realschule als Kompetenzerwartung: „Die Schülerinnen und Schüler können Langzeitbeobachtungen (u. a. zum Wetter) regelmäßig und sorgfältig durchführen und dabei zentrale Messgrößen systematisch aufzeichnen.“ (MSW, 2011, S. 24). Modul C gliedert sich in zwei große Kurse, die einem ähnlichen Aufbau wie die Kurse zu Modul B folgen. Zunächst wird jeweils in einer Situationsbeschreibung eine authentische, unterrichtliche Rahmensituation dargestellt, worauf eine Vorbereitung auf die sich anschließenden Lernaufgaben erfolgt. Danach folgen die eigentlichen Lernaufgaben mit entsprechenden Best-Practice-Beispielen bzgl. des Unterrichts. Die Aufgaben werden jeweils abschließend von einem didaktischen Kommentar abgerundet. Dieser dient als Anregung zur Weiterarbeit und liefert Vorschläge zur Einbettung der erlernten Techniken in den Unterricht.

3.3.1 Kurs „Messwerte digital protokollieren & auswerten“

Der erste Kurs enthält Einführungen und Übungen zum Erwerb grundlegender Fertigkeiten im Umgang mit Tabellenkalkulationen, da diese die grundlegende Soft-

wareklasse für die Darstellung und Aufbereitung von Messwerten bilden. Damit die Kursnutzer verschiedene Standardsoftware verwenden können, wurden die Szenarien für verschiedene Tabellenkalkulationen angeboten (AndrOpen Office, Libre Office, Excel). Dies ermöglicht die Wahl zwischen kostenfreier und kostenpflichtiger Software. Am Beginn des Szenarios wählen die Nutzer die entsprechende Software. Dieser Kurs folgt einem schrittweisen Aufbau, in dessen Verlauf die Komplexität der Anforderungen sukzessive gesteigert wird, wobei jeweils mit Ergebnissen der vorherigen Schritte weitergearbeitet werden muss.

Nach einer kurzen allgemeinen Einführung in das Themenfeld „Messwerte digital protokollieren & auswerten“ werden im ersten Schritt „Messdaten zusammenführen“ Techniken zum Zusammenführen von Tabellen (z. B. Transponieren) vermittelt. Diese Tätigkeiten zur Verarbeitung von Daten in Tabellenkalkulationen sind deshalb wichtig, weil viele Studierende kaum Vorwissen in diesem Bereich in der Schule oder im Studium erworben haben (Vogelsang, Finger, Laumann & Thyssen, 2019a). Für das Szenario werden dabei tabellierte Messwerte zur Verfügung gestellt. Die im ersten Schritt verwendeten Messdaten werden im zweiten Schritt „Diagramme digital erzeugen“ genutzt, um Messwertdiagramme zu erstellen. Dabei werden im Szenario entsprechende Vorgaben zur Darstellung gemacht. Hierbei geht es bspw. um Techniken zur Skalierung, gemeinsamen Darstellung von Werten verschiedener Messreihen in einem Diagramm und zur Beschriftung von Diagrammen. Im dritten Schritt „Messwerte digital auswerten“ werden Kenntnisse zur Anfertigung von Berechnungen in Tabellenkalkulationen vermittelt. Im realisierten Beispiel wird die einfache Berechnung von Mittelwerten gefordert, die zugleich exemplarisch für weitere Möglichkeiten für Berechnungen innerhalb einer Tabellenkalkulation steht. Der gesamte Kurs endet mit einer Übungsaufgabe zur Sicherung, in der sämtliche Techniken, die in den vorherigen Schritten erlernt wurden, integriert angewendet werden müssen.

3.3.2 Kurs „Messwerte digital aufnehmen“

Der zweite Kurs „Messwerte digital aufnehmen“ enthält Einführungen und Übungen zum Erwerb grundlegender Fertigkeiten im Umgang mit verschiedenen digitalen Geräten zur Aufnahme von Messdaten. Dieser Kurs unterscheidet sich vom ersten Kurs grundlegend darin, dass zur Bearbeitung der Lernszenarien die Nutzung eines eigenen Endgeräts (z. B. Tablet, PC) meist nicht mehr ausreichend ist, sondern zusätzlich externe Sensoren verwendet werden müssen, die meist in so genannten Datenloggern oder Messwerterfassungssystemen verbaut sind. Dies stellt eine grundsätzliche Hürde zur Nutzung dieses Kurses im Selbststudium dar. Da kommerziell unterschiedlichste Messwerterfassungssysteme verfügbar sind, ist der Kurs so aufgebaut, dass der Umgang mit verschiedenen exemplarischen Beispielen für solche Systeme erlernt werden kann.

Die Auswahl erfolgte anhand verschiedener Kriterien. Es wurde zunächst darauf geachtet, dass die Beispiele jeweils eine bestimmte Art der Datenerfassung oder -übertragung repräsentieren. Sie sollten aber auch möglichst kostengünstig verfügbar

sein und zuverlässig funktionieren, falls doch ein Nutzer die entsprechenden Geräte für das Selbststudium anschaffen und verwenden möchte. Als drittes Kriterium wurden zudem Messwerterfassungssysteme ausgewählt, die insbesondere für den Kontext Wetter gut zur Erfassung geeignet sind. Aus diesem Grund wurden bspw. auch digitale Wetterstationen mit eingeschlossen, die meist mehrere verschiedene Sensoren umfassen. Dem gegenüber ermöglichen viele günstige Systeme meist nur die Erfassung einer physikalischen Größe (z. B. Temperatur, Luftdruck). Als viertes Kriterium sollten Lernaufgaben für verschiedene Endgeräte bzw. Betriebssysteme bereitgestellt werden. Auf Basis der Kriterien wurden die Szenarien des Kurses für folgende Systeme erstellt:

- Datenlogger mit USB-Schnittstelle: UT330 (benötigt Windows)
- Datenlogger mit Bluetooth-Schnittstelle: HOB0 (benötigt iOS oder Android)
- Wetterstation mit USB-Schnittstelle: freeTec (benötigt Windows)
- Wetterstation mit WLAN-Schnittstelle: Netatmo (benötigt iOS oder Android)
- Smartphonesensoren: phyphox (benötigt iOS oder Android, nicht im Themenfeld Wetter)
- USB-Sensor: CO2-Monitor-mini (benötigt Windows)

Grundsätzlich lassen sich Messwerterfassungssysteme danach unterscheiden, auf welche Weise die erfassten Daten zur weiteren Verarbeitung an ein externes System übertragen werden. Im Kurs sind daher exemplarische Beispiele für die Übertragung per USB-Schnittstelle, Bluetooth oder WLAN enthalten. Die Übung zur Nutzung von Smartphone-Sensoren benötigt keine zusätzlichen externen Geräte, sondern nutzt die internen Sensoren des Telefons. Je nach verwendetem Modell ist das Szenario allerdings nicht im Selbststudium bearbeitbar, da nicht in allen Smartphones dieselbe Bandbreite an Sensoren verbaut ist (z. B. fehlt der Luftdruck-Sensor). Zugleich eignen sich Smartphones weniger zur Erfassung von Wetterdaten (weil die Temperaturmessung bspw. durch die Eigenerwärmung des Smartphones beeinflusst wird), weshalb dieses Szenario als einziges vom fachinhaltlichen Kontext des Moduls abweicht. Da Smartphonesensoren aber für andere fachinhaltliche Kontexte, die aber meist in höheren Klassenstufen curricular eingebettet sind (z. B. der Mechanik), ein sinnvolles und gut verfügbares digitales Werkzeug zur Messwerterfassung darstellen, wurde für die Lehr-Lern-Plattform dennoch eine Lernaufgabe zum exemplarischen Einsatz erstellt, um die gesamte Bandbreite gängiger Messwerterfassungssysteme abbilden zu können.

Die einzelnen Lernaufgaben haben einen ähnlichen Aufbau wie im ersten Kurs des Moduls C. Es wird eine fachdidaktisch relevante Situation beschrieben und eine daran angelehnte Lernaufgabe formuliert. Diese besteht jeweils darin, die für die Situation erforderlichen Messwerte aufzunehmen und zur Auswertung aufzubereiten. Die Tutorials enthalten daher neben der Bedienung der Messwerterfassungssysteme auch technische Hinweise zur Installation und Kalibrierung der jeweils benötigten Software, die notwendig ist, die Messwerterfassungssysteme auszulesen. Der gesamte Kurs hat dadurch eher einen explorativen Charakter und die Kommentare zum

Einsatz der Systeme im Unterricht beziehen sich stärker auf organisatorische Aspekte als im ersten Kurs des Moduls C.

4 Evaluation und Erfahrungen mit der Plattform

Der erste Piloteinsatz der Module A und B wurde im Rahmen von zwei Blended Learning-Szenarien an der Technischen Universität Kaiserslautern und der Pädagogischen Hochschule Weingarten untersucht. Dabei diente die Plattform als Begleitung für Kontaktveranstaltungen. Die gesamten Szenarien wurden im Rahmen einer Prä-Post-Befragung der Studierenden mit Hilfe des standardisierten Fragebogens untersucht, der zur Evaluation der Lehrveranstaltungen, die im Rahmen des Kollegs Didaktik:digital der Joachim Herz Stiftung (JHS, 2020) entwickelt wurde, untersucht (insgesamt N=14 Studierende). Im Fragebogen werden angelehnt an die Theorie geplanten Verhaltens (Fishbein & Ajzen, 2010) unter anderem Einstellungen, subjektive Normerwartungen, erwartete Umsetzungsschwierigkeiten und die motivationale Orientierung zum Einsatz digitaler Werkzeuge im Naturwissenschaftsunterricht erfragt (Vogelsang, Finger, Laumann & Thyssen, 2019b). Als zentrale Zielvariable für die Evaluation von Lehrveranstaltungen fungiert hier die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden bzgl. des Einsatzes digitaler Werkzeuge im Unterricht. Die Items beziehen sich jeweils auf spezifische digitale Werkzeuge oder Einsatzformen, die naturwissenschaftsspezifisch, aber auch fachübergreifend, formuliert sind (Bsp.: „Ich komme gut damit zurecht, Lernvideos oder Animationen für meinen Unterricht zu erstellen.“) Antwortformat ist eine vierstufige Likert-Skala, bei der nur die Enden benannt sind (1=stimme gar nicht zu; 4=stimme voll zu). In Abb. 3 sind die jeweiligen Werkzeuge bzw. Einsatzzwecke zur Übersicht stichwortartig genannt. Zur Auswertung wurden itemweise Mittelwerte gebildet.

Es ergaben sich positive Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartung in den adressierten Fähigkeitsbereichen. Werden alle Items zu einer Skala der gesamten Selbstwirksamkeitserwartung zusammengefasst (zum Hintergrund Vogelsang et al., 2019a), ergibt sich eine signifikante Steigerung mit mittlerem bis großem Effekt ($d=0.76$), die im Vergleich der typischen Wirkung von Präsenzveranstaltungen, wie sie im Kolleg Didaktik:digital untersucht wurden, entspricht (Vogelsang et al., 2019a). Vor dem Hintergrund der im Vergleich geringeren Kursdauer bzw. Kontaktzeit war der Einsatz der Kursplattform in diesem Sinne etwas effektiver.

Bezogen auf die untersuchte Kohorte des Standorts Weingarten ergaben sich zu einer späteren Follow-Up-Erhebung sogar noch weitere Steigerungen der Selbstwirksamkeit ($d=0.57$ im Vergleich zum zweiten Messzeitpunkt). Inwiefern dies auf die alleinige Beschäftigung mit der Plattform zurückzuführen ist, ist allerdings unklar. Es ergaben sich zwar auch Änderungen bezüglich der Einstellungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht ($d=0.44$) und der motivationalen Orientierung zum Medieneinsatz ($d=0.20$), diese erwiesen sich aber nicht als statistisch signifikant. Generell muss für die Aussagekraft dieser Pilot-Ergebnisse aber die geringe Stichprobengröße und die nicht vollständige Vergleichbarkeit des Einsatzes der Plattform in

beiden Kursformaten berücksichtigt werden, da je nach Voraussetzungen der Studierenden andere Schwerpunkte gesetzt wurden.

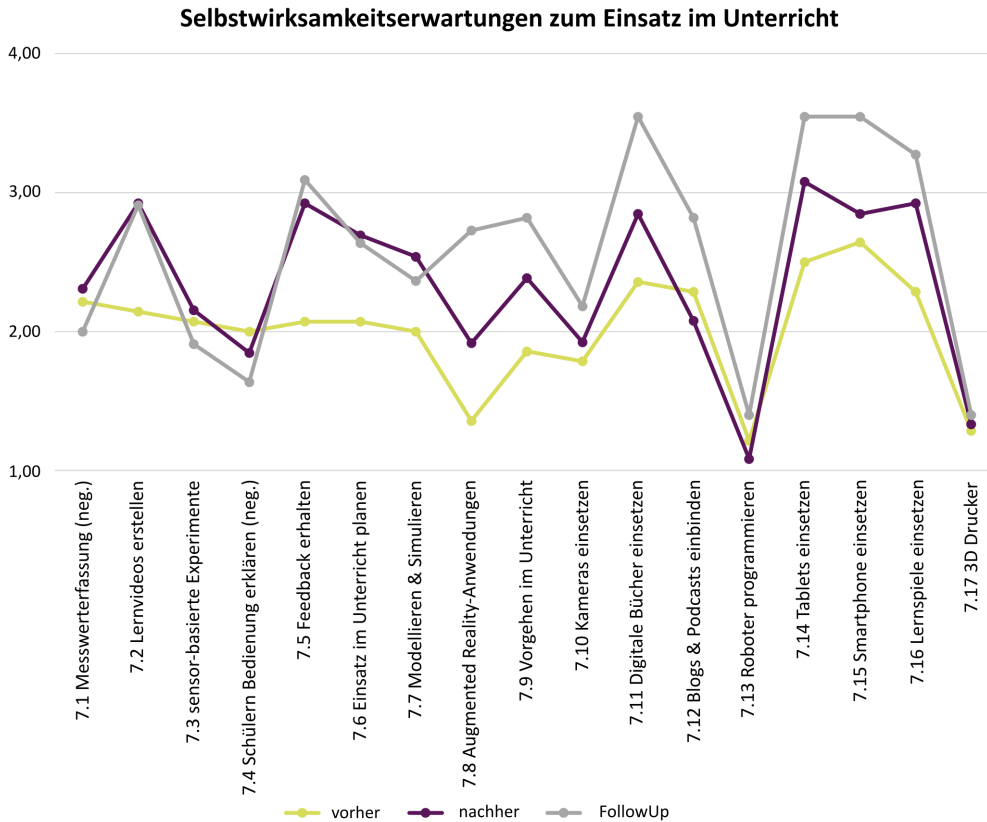


Abb. 3: Profil der Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden in der Evaluation

Als für die Zukunft generell relevantes Problem im Bereich der Lehre zu digitalen Tools und Medien zeichneten sich auch bei der Entwicklung der Lehr-Lern-Plattform die z.T. extrem kurzen Entwicklungszyklen von Software ab. Updatezyklen bringen es mit sich, dass z. B. Userinterfaces und Bedienoberflächen sehr häufig ihr Aussehen verändern, Funktionen verschwinden oder hinzukommen. In einigen Fällen werden auch Schnittstellen oder Kommunikationsprotokolle modifiziert, hinzugefügt oder gestrichen, was im Gegensatz zu Änderungen des Designs häufig nicht einmal direkt auffällt und dennoch zu Komplikationen bei der Umsetzung von Lernaufgaben führt. Aber auch die offensichtliche Veränderung von Bedienoberflächen, insbesondere die Neugestaltungen der Menüstrukturen, erschweren es bzw. machen es unmöglich, bei der Gestaltung von Medien für einen Onlinekurs immer mit den neuesten Versionen kompatibel zu bleiben. So sind z. B. in Erklärvideos, die über ein Screenrecording die Bedienung einer Software erläutern sollen, die zu absolvierenden Schritte und Menüs nicht mehr stimmig, was insbesondere

bei der Zielgruppe der eher Unerfahrenen zu Problemen führt. Aus diesem Grund ist es hilfreich bzw. notwendig, die in Tutorials genutzten Programme auch als ältere, zum Zeitpunkt der Videoerstellung aktuellen, Versionen zum Download bereit zu halten. Aus dieser Notwendigkeit resultiert neben dem Kostenfaktor ein Vorteil von freier Open-Source-Software, da für viele dieser Programme auch ältere Versionen für die Lerner zur Installation vorgehalten werden können. Dies stellt sicher, dass im Lernprozess immer mit den zum Tutorial passenden Versionen gearbeitet werden kann, wodurch viele Verständnisprobleme durch Abweichungen vermieden werden können. Im Falle von kommerzieller Software ist dies aus Copyrightgründen nicht möglich. Die Arbeit mit notwendigen externen Geräten schränkt die Nutzbarkeit einer Online-Plattform ebenfalls ein. Einige Kurse der Plattform lassen sich daher praktisch fast nur in Präsenzveranstaltungen oder nach eigenständiger Materialbeschaffung durchführen.

Folgt man den Rahmenvorgaben der Kultusministerkonferenz (KMK, 2016), wird deutlich, dass digitale Medien als Element der Unterrichtsplanung und Durchführung wesentliche Bestandteile der Lehramtsausbildung in den Fachdidaktiken sein müssen, im Gegensatz dazu jedoch digitale Medien als Unterrichtsgegenstand nicht zwingend ein Basiselement einer universitären fachdidaktischen Ausbildung sein müssen, die zukünftigen Lehrkräften das Unterrichten ermöglicht. Im Rahmen der hier entwickelten Plattform wurde der Schwerpunkt auch auf das Lernen mit digitalen Medien gelegt, kleinere Elemente der Module beinhalten aber auch Reflexionen über den Medieneinsatz und damit auch Hinweise zum Lernen über Medien. Zwar resultiert aus der fächerübergreifenden Umsetzung der KMK Standards eine prinzipielle Notwendigkeit für die Thematisierung von beiden Aspekten, jedoch bleibt die inhaltliche Ausschärfung aufgrund der fehlenden Fachzuweisung offen, was die Entwicklung entsprechender Curricula für die Lehramtsausbildung schwierig bis unmöglich macht. Das Lernen über Medien als fachdidaktisch relevanter Inhalt der Lehramtsausbildung ist nur dann begründet und zwingend, wenn die digitalen Medien einen fachwissenschaftlichen Bezug in den Schulfächern haben. Eine unterrichtliche Umsetzung dazu kann paradoxerweise dann sogar ohne digitale Medien stattfinden. Verschärft wird dieses Problem der inhaltlichen Unschärfe und wie weit eine Lehrkraft auf die Vermittlung von Kompetenzen zu digitalen Medien, d. h. das Lernen über Medien, in den Fachdidaktiken vorbereitet werden muss, aufgrund der fachübergreifenden Integration der KMK-Standards für Schülerinnen und Schüler (KMK, 2016). Hier können daher variabel und in unterschiedliche Lehrveranstaltungen oder als Selbstlernkurs einzusetzende Angebote hilfreich sein, wie es bei der Entwicklung der Online-Plattform angestrebt wurde. Eine Ergänzung um fachspezifische Elemente zum Lernen über Medien ist dabei weiterhin möglich.

Danksagung

Dieses Projekt entstand im Rahmen des Kollegs Didaktik: digital der Joachim Herz Stiftung, Hamburg. Wir danken für die Unterstützung.

Literatur

- Fishbein, M. & Ajzen, I. (2010). *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach*. New York: Psychology Press.
- Huwer, J. & Eilks, I. (2017). Multitouch Learning Books für schulische und außerschulische Bildung. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze, & J. Groß (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer* (S. 81–94). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Huwer, J., Lauer, L., Dörrenbächer-Ulrich, L., Thyssen, C. & Perels, F. (2019). Chemie neu erleben mit Augmented Reality. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* (5), 420–427.
- Huwer, J., Seibert, J. & Brünken, J. (2018). Multitouch Learning Books als Versuchsanleitungen beim Forschenden Experimentieren am Beispiel von Süßungsmitteln. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 2018 (03), 181–186.
- Huwer, J., Bock, A. & Seibert, J. (2018). The School Book 4.0: The Multitouch Learning Book as a Learning Companion. *American Journal of Educational Research*, 6 (6), 763–772. doi:10.12691/education-6-6-27
- Huwer, J. & Brünken, R. (2018). Naturwissenschaften auf neuen Wegen – Individualisierung mit Tablets im Chemieunterricht. *Computer + Unterricht*, 110(3), 7–10.
- Joachim Herz Stiftung (2020) Verfügbar unter <https://www.joachim-herz-stiftung.de/was-wir-tun/naturwissenschaften-begreifen/naturwissenschaften-vermitteln/kolleg-didaktik:digital/> [26.06.2020]
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2016). *Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf. [21.01.2019]
- Lipowsky, F. (2009). Unterrichtsentwicklung durch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für Lehrpersonen, *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27 (3), 346–360.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf – Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In Müller, Florian H. (Hrsg.): *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–70). Münster: Waxmann
- Maxton-Küchenmeister, J. & J. Meßinger-Koppelt, J. (2018), *Naturwissenschaften Digital – Toolbox für den Unterricht*, Hamburg: Joachim Herz Stiftung.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011): *Kernlehrplan für die Realschule in Nordrhein-Westfalen. Physik*. Düsseldorf: MSW.

- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P. & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence, *Computers & Education*, 59 (1), 134–144.
- Ulrich, N. & Huwer, J. (2017). Digitale (Schul-)Bücher – Vom E-Book zum Multi-touch Learning Book. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze, & J. Groß (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer* (S. 63–71). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019a). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25, 115–129.
<https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>
- Vogelsang, C., Laumann, D., Thyssen, C. & Finger, A. (2019b). Den Einsatz digitaler Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht lehren – Untersuchung der Lehrinitiative Didaktik: digital im Spannungsfeld von standortübergreifender Wirkungsanalyse und standortspezifischer Evaluation. In Heuchemer, S., Spöth, S. & Szczyrba, B. (Hrsg.). *Hochschuldidaktik erforscht Qualität – Profilbildung und Wertefragen in der Hochschulentwicklung III* (S. 115–127). Köln: Cologne Open Science.
- Werner J., Ebel C., Spannagel C. & Bayer S. (Hrsg.) (2018). *Flipped Classroom – Zeit für deinen Unterricht*. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

Sachzusammenhänge verstehen und in einer digitalen Lernumgebung aufbereiten – eine Kooperation zwischen Fach- und Mediendidaktik

1 Einleitung

Bis zum Jahr 2016 war die Nutzung digitaler Medien weder systematisch noch verbindlich in die Ausbildung von Grundschullehramtsstudierenden an der Universität Bremen eingebunden. In einem von der Deutschen Telekom Stiftung geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde dieses Desiderat aufgegriffen und insofern adressiert, als das Ziel verfolgt wurde, die Kernbereiche medienpädagogischer Kompetenz (Blömeke, 2000; 2001) über Konkretisierungen in Form von sieben an unterschiedlichen Stellen des Studiums verankerten Umsetzungskonzepten in den Studienplänen zu implementieren. Über eine breite Kooperation zwischen den Fachdidaktiken Deutsch, Mathematik und Sachunterricht sowie der Arbeitslehre, der Informatik, der pädagogischen Psychologie und der Medienpädagogik konnte das Ziel verfolgt werden, die Gestaltung und Nutzung digitaler Medien in die Lehramtsausbildung einzubinden. Dabei orientierten sich die Vorhaben unter dem Titel *Digitale Medien Inklusive!* stets daran, inklusiven Unterricht und heterogene Lerngruppen besonders zu berücksichtigen. Da eine flächendeckende inklusive Beschulung in Bremen bereits umgesetzt ist, sollte das Potenzial digitaler Medien gerade auch für die Gestaltung inklusiver Lernkontexte besonderes Augenmerk erfahren.

Zu den entwickelten Konzepten unter dem Dach des Projekts *Digitale Medien Inklusive!* zählen im Detail:

- **Let's move:** Virtuelles Handeln und Bauen in der Mathematikdidaktik
- **Let's tell interactive stories:** Trickfilme und Hörspiele in der Deutschdidaktik
- **Let's figure it out:** Sachlernaufgaben mit digitalen Lösungshilfen in der Sachunterrichtsdidaktik
- **Let's relate:** Geschichten über Geschichte in der Deutsch- und Sachunterrichtsdidaktik
- **Let's consider:** Lern- und Unterrichtssoftware in der Deutsch- und Mathematikdidaktik
- **Let's explore:** Gestaltung digitaler, webbasierter Lernumgebungen in der Sachunterrichtsdidaktik
- **Let's design:** Sinne und Sensoren als Querschnittsaufgabe für algorithmisches Denken

Aus den Konzepten *Let's explore* und *Let's figure it out* ist während des Projektzeitraums eine Veranstaltungskooperation hervorgegangen, die im Wintersemester 2019/2020 nun bereits im dritten Durchgang umgesetzt und perspektivisch weiterentwickelt wird.

2 Ausgangslage und konzeptionelle Basis

Unter dem Titel *Naturwissenschaften und Technik verstehen und multimedial vermitteln* werden Studierende des 5. Bachelorsemesters adressiert. Das vierstündige Seminar ist in ein Praxismodul eingebunden, das darauf zielt, Fachdidaktik und Fachwissenschaft zueinander in Verbindung zu setzen. Inhaltlich greift es einen Themenschwerpunkt aus Naturwissenschaft und Technik auf, der im Verlauf des Semesters gemeinsam mit Studierenden fachlich, fachdidaktisch und medial bearbeitet wird. Beispielsweise bildet im Wintersemester 2019/2020 der Schwerpunkt *Energie und Technik in Zeiten des Klimawandels* die inhaltliche Klammer und macht eine große Bandbreite möglicher Themen und Fragestellungen auf.

Neben der Erarbeitung fachwissenschaftlicher Grundlagen werden in Kleingruppen zu einem selbst gewählten Unterthema theoriegeleitet didaktische Strukturierungen entwickelt. Ziel ist es, dass Studierende in Kleingruppen ein in besagtem Inhaltsbereich verankertes, spezifisches Thema mit Bezügen zur Lebenswelt von Grundschüler*innen auswählen, es fachwissenschaftlich durchdringen und auf dieser Basis fach- und mediendidaktisch begründete Aufgaben und Lernmedien für den Grundschulunterricht konzipieren. Die Studierenden arrangieren die von ihnen entwickelten medialen Produkte im Laufe des Seminars in einer von ihnen selbst erstellten digitalen, webbasierten Lernumgebung.

Im Seminar sind daher neben dem fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Schwerpunkt des Moduls vier weitere vierstündige Veranstaltungstermine mit Workshopcharakter verankert, in denen sich die Studierenden fokussiert mit den Potenzialen digitaler Medien für die Gestaltung eines digital gestützten Sachunterrichts in der Grundschule auseinandersetzen und darüber hinaus das Erstellen und die Pflege ihrer webbasierten Lernumgebungen erlernen. Das Seminar schließt mit Präsentationen der Kleingruppenarbeiten sowie einer Seminarreflexion. Die Studierenden erhalten darüber hinaus in einem angeknüpften Praxisorientierten Element (PoE) die Chance, die im Seminarkontext entwickelten webbasierten Lernumgebungen in der Grundschulpraxis einzusetzen, sie zu evaluieren und sukzessive vor dem Hintergrund des bildungspraktischen Gebrauchswerts weiterzuentwickeln.

Im Zentrum der Konzeption der Lernumgebungen für den Grundschulunterricht beschäftigen sich die Studierenden mit Fragestellungen des Wechselverhältnisses von didaktischen und technischen Ebenen für die Gestaltung von digital gestütztem Lernen und Lehren. Fokussiert werden dabei sowohl die Frage nach dem didaktisch Sinnvollen als auch die Frage nach dem technisch Machbaren (siehe Abbildung 1, vgl. hierzu auch Staden, 2018).