

Die Online-Lernmaterialien von studiVEMINT: Einsatzszenarien im Blended Learning Format in mathematischen Vorkursen

Fleischmann, Yael; Kempen, Leander; Mai, Tobias; Biehler, Rolf

Universität Paderborn

Zusammenfassung: In diesem Beitrag berichten wir von der Integration der studiVEMINT-Online-Lernmaterialien in einen Präsenzmathematikvorkurs an der Universität Paderborn im Jahr 2017. Wir beschreiben Einsatzszenarien für die Einbindung ausgewählter E-Learning Elemente in traditionelle Präsenzlehre und stellen exemplarische Evaluationsergebnisse vor.

Einleitung

Um Anfängerinnen und Anfängern mathemathikhaltiger Studiengänge den Einstieg in ihr Studium zu erleichtern, werden mittlerweile nahezu an allen deutschen Universitäten und Fachhochschulen mathematische Vor- und Brückenkurse angeboten (Biehler et al., 2014, S. 1). Bei der Konzeptionierung entsprechender Kursangebote gilt es, die jeweiligen Adressatenkreise und ihre jeweiligen Zielsetzungen zu bedenken, womit unmittelbar die Auswahl der Lerninhalte zusammenhängt. Auch die methodische Umsetzung entsprechender Lernangebote sollte bei dieser Form der (universitären) Lehre mitbedacht werden. Während bzgl. der inhaltlichen Ausgestaltung von Vor- und Brückenkursen bereits diverse Ausarbeitungen vorliegen (vgl. etwa Bausch et al., 2014; Hoppenbrock et al., 2015), wird in diesem Beitrag vor allem der Aspekt der methodischen Gestaltung bzw. Umsetzung fokussiert. Im Zentrum dieses Kapitels steht die Konstruktion und Durchführung eines Vorkursszenarios, in dem auf der Basis der studiVEMINT-Online-Lernmaterialien (www.go.upb.de/studivemint) ein Blended Learning-Szenario konstruiert wurde. Hierbei wurde die Präsenzlehre gezielt durch Bestandteile der multimedialen Lernmaterialien fachdidaktisch angereichert.

Im Projekt studiVEMINT werden seit 2014 im Auftrag des Ministeriums für Innovation und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (seit 2017 Ministerium für Kultur und Wissenschaft) Online-Lernmaterialien für Mathematik entwickelt. Alle Lerninhalte aus dem Projekt sind seit 2016 auf der Plattform Studiport (<https://studiport.de/>) öffentlich und kostenlos zugänglich. Aufbauend auf der Konzeption der (Vorkurs-)Lerninhalte des VEMINT-Projekts (www.vemint.de), wurden neue Lernmaterialien entwickelt, die sich inhaltlich an den Forderungen der nationalen Bildungsstandards (KMK 2012), den Inhalten des Kernlehrplans Mathematik für die Sekundarstufe 2 (Gymnasium/Gesamtschule) des Landes Nordrhein-Westfalen (Ministerium für Schule und Weiterbildung

des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014) und an den Vorschlägen aus dem Mindestanforderungskatalog der COSH-Gruppe(2014) orientieren. Insgesamt liegen Online-Lernmaterialien zu 13 Wissensgebieten vor, die inhaltlich-strukturell mit den online Selbsttests („Studichecks“) der Plattform Studiport abgestimmt sind.¹

Durch die konzeptionelle Anlage der Lernmaterialien sind verschiedene Zugänge und Bearbeitungsweisen der Lerninhalte denkbar (vgl. Gold et al., eingereicht). Es ist dabei gerade die didaktisch-motivierte Ausgestaltung der Lernmaterialien in verschiedene Strukturelemente (Hinführung, Erklärung, Zusammenfassung, Aufgaben, Anwendungen, etc.), die eine sinnvolle Integration der Lernmaterialien von studiVEMINT in die Präsenzlehre ermöglicht. Im Folgenden wird dargelegt, welche fachdidaktisch-motivierten Einsatzszenarien sich für den Einsatz der studiVEMINT-Lernmaterialien in Präsenzveranstaltungen anbieten. Weiter berichten wir von der konkreten Durchführung und Evaluation eines entlang dieser Einsatzszenarien gestalteten Vorkurses aus dem Jahr 2017.

Der Fokus des vorliegenden Beitrags liegt auf der Darstellung verschiedener Beispiele für die aufgeführten Einsatzszenarien der Online-Lernmaterialien in einem Präsenzvorlesung. Für ausführliche Darstellungen bzgl. der Evaluation des hier vorgestellten Ansatzes verweisen wir auf Fleischmann et al. (eingereicht).

Theoretischer Rahmen

Blended Learning Szenarien und die mit ihnen verbundenen Ziele

Die zunehmende Verfügbarkeit von Online-Lernmaterialien zur Mathematik ermöglicht die Anreicherung traditioneller (Präsenz-)Lehrveranstaltungen an der Universität durch den Einsatz eben solcher Materialien. Die durch eine konstruktive Verbindung von Präsenzphasen und selbstregulierenden E-Learningelementen geschaffenen Lernarrangements werden allgemein als „Blended Learning“ bezeichnet (Fischer, 2014, S. 100). Die Einbeziehung von Blended Learning Szenarien in die universitäre Lehre stellt einen aktuellen Trend hochschuldidaktischer Bestrebungen dar (Adams Becker et al., 2018, S. 4). Für die Konstruktion von Blended Learning Szenarien können methodische, affektive und inhaltlich fachbezogene Argumente herangezogen werden.

Allgemein bewirkt der Einbezug von E-Learning-Elementen in eine Vorlesung eine methodische Variation, mit der zunächst der sinkenden Aufmerksamkeit von Lernenden entgegengewirkt werden kann (vgl. Gerbig-Calcagni, 2009). Je nach Rahmen kann durch entsprechende Elemente auch die Kommunikation zwischen den beteiligten Personen verbessert und ein individuelles Arbeiten der Lernenden ermöglicht werden (Kempen & Wassong, 2017, S. 18 f.). Hervorzuheben ist hierbei auch die Etablierung eines Rituals des „Ankommens“ in einer Vorlesung. Es geht hierbei um eine gemeinsame Aktivität zu Beginn der Vorlesung, um sich in Ruhe in die Lernsituation und die Thematik einzufinden. Da die Studierenden aus ganz verschiedenen Rahmungen in den Lernraum einer Vorlesung eintreten, erscheint es sinnvoll, ihnen dieses Ankommen

¹ Die Wissensbereiche sind: (1) Rechenregeln und –gesetze, (2) Rechnen mit rationalen Zahlen, (3) Potenzen, Wurzeln und Logarithmen, (4) Terme und Gleichungen, (5) Elementare Funktionen, (6) Elementare Geometrie, (7) Trigonometrie, (8) Höhere Funktionen, (9) Differentialrechnung, (10) Integralrechnung, (11) Lineare Gleichungssysteme, (12) Vektoren und Analytische Geometrie und (13) Stochastik.

durch einführende Fragen o.ä. zu erleichtern. Auch mit e-Learning-Elementen können solche Rituale unterstützt werden, indem z.B. schnell Antworten der Lerngruppe erfasst und für alle sichtbar dargestellt werden können. Schließlich ermöglicht der individuelle Umgang mit digitalen Medien eine innere Differenzierung eines Lehrgangs, wodurch ein ‚Lernen im Gleichschritt‘ aufgelöst und selbstgesteuertes Lernen ermöglicht wird (Barzel et al., 2005, S. 31).

Auf der affektiven Ebene wird dem Einsatz von neuen bzw. digitalen Medien eine erhöhte Lernbereitschaft und Motivation auf Seiten der Lernenden zugeschrieben (Deimann, 2002). Fachbezogen soll die Integration fachdidaktisch motivierter und inhaltlich fokussierter Lernarrangements das inhaltliche Verständnis fördern. Dabei kann insbesondere durch die Verwendung verschiedener Darstellungen ein vernetztes Wissen erzielt werden. Auch bietet dynamische Geometriesoftware die Möglichkeit, geometrische Konstruktionen zu variieren und so durch Beobachtung (etwa von Ortslinien) neue Erkenntnisse bzw. Zusammenhänge auszumachen (vgl. hierzu auch die Idee des beweglichen Denkens in Roth, 2005). In diesem Sinne soll fachliches Wissen nicht einfach verstärkt, sondern auch reorganisiert werden (Hölz & Küttel, 2014, S. 282 ff.). Auch der Erwerb von Fachbegriffen und der mentale Aufbau von mathematischen Konzepten kann durch die Unterstützung von digitalen Medien gefördert werden (vgl. hierzu die Beispiele in Barzel et al., 2005).

Einsatzszenarien für digitale Werkzeuge

Kempen und Wassong (2017) beschreiben verschiedene Einsatzszenarien, wie mathematische (Präsenz-)Vorkurse fachdidaktisch gezielt durch die Nutzung mobiler Endgeräte bereichert werden können, sodass u.a. die zuvor formulierten Zielsetzungen erreicht werden können. Die von den Autoren beschriebenen didaktischen Bausteine für universitäre Lehrveranstaltungen werden im Folgenden kurz vorgestellt, da in den darauffolgenden Abschnitt auf diesen aufgebaut wird.

Durch das angeleitete *Brainstorming zu Beginn einer neuen Thematik* kann das entsprechende Vorwissen von Lernenden aufgearbeitet, angeglichen und systematisiert werden. Auf der Basis dieser Aufarbeitung des Vorwissens kann anschließend sinnstiftend die Erarbeitung neuer Inhalte erfolgen. Durch *fachliche Abstimmungen zu einer bestimmten Thematik* werden die Lernenden direkt in das Lehrgeschehen miteinbezogen. Audience-Response-System ermöglichen die anonyme Beteiligung, zum Beispiel durch die Beantwortung von Fragen, und zugleich die unmittelbare Auswertung der Beiträge. An Initialabstimmungen können Gespräche und Diskussionen anschließen, die als besonders gewinnbringend für den Lernprozess angesehen werden (vgl. Simpson & Oliver, 2007). Verschiedene Applikationen ermöglichen das *Erkunden und Erfahren der Bedeutung von Parametern* (etwa bei Funktionsgleichungen). Das Herausarbeiten von invarianten Momenten bei der Variation von Parametern ermöglicht die *Entdeckung von Gesetzen und Regelmäßigkeiten*. Neue Sachverhalte können sich Lernende auch durch eine individuelle *Internetrecherche punktuell* erarbeiten. Neben den neuen Inhalten und Darstellungsformen geht es dabei auch um das Kennenlernen und Bewerten von entsprechenden Internetangeboten. Durch *Einbezug diagnostischer Tests* in den Vorlesungsverlauf kann der Dozent Rückschlüsse über den Leistungsstand der Lerngruppe erhalten und auch die Lernenden erhalten eine entsprechende Rückmeldung, was auch

positive motivationale Auswirkungen haben kann. Schließlich können gezielt *neue Aufgabenformate* konstruiert werden, die mithilfe von digitalen Werkzeugen bearbeitet werden sollen, was durch die *direkte Verlinkung von Online-Lernmaterialien* (etwa unter Verwendung von QR-Codes) ermöglicht wird.

Die Einbindung von studiVEMINT in einen Präsenzkurs der Universität Paderborn

Rahmenbedingungen

Der Mathematik-Vorkurs P1 an der Universität Paderborn richtet sich an angehende Studierende der Fächer Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Maschinenbau, Chemie, Chemieingenieurwesen, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Elektrotechnik, Computer Engineering und Wirtschaftsinformatik. Das P im Namen kennzeichnet hierbei die Vorkurse mit hohem Präsenzanteil – im Gegensatz zu den ebenfalls angebotenen „E-Kursen“ mit geringem Präsenzanteil. Der Vorkurs findet jährlich im September vor dem Wintersemester statt; die Teilnahme ist freiwillig, wird nicht bewertet und den Studierenden im nachfolgenden Studium nicht angerechnet. Die Anzahl der im September 2017 regelmäßig an den Präsenzveranstaltungen des P1-Vorkurses teilnehmenden Studienanfängerinnen und Studienanfänger lag bei ca. 150.

Für die Studierenden waren in dem vierwöchigen Vorkurs in jeder Woche drei Präsenztage (Montag, Mittwoch und Freitag) an der Universität und zwei Selbstlertage (Dienstag und Donnerstag) vorgesehen (s. Tabelle 1).

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
9:00–12:00 Vorlesung	Selbstlern- tag	9:00–12:00 Vorlesung	Selbstlern- tag	9:00–12:00 Vorlesung
13:00–15:00 Übungen		13:00–15:00 Übungen		13:00–15:00 Übungen

Tab. 1: Allgemeine Struktur der Vorkurswochen des insgesamt vierwöchigen Präsenzkurses P1 an der Universität Paderborn (September 2017).

Das Programm der Präsenztage bestand aus einer Vorlesung (vormittags, dreistündig) und einer Übung (nachmittags, zweistündig). Während die Vorlesung als traditionelle Frontalveranstaltung zur Wissensvermittlung angelegt war, wurden in den Übungen am Nachmittag in Kleingruppen von zwischen 15 und 30 Studierenden (die Gruppengrößen variierten im Laufe des Vorkurses stark) Aufgaben zu den jeweils am Vormittag behandelten Inhalten unter der Betreuung eines Tutors bearbeitet. An den jeweils am Dienstag und Donnerstag vorgesehenen Selbstlertagen waren die Studierenden aufgefordert, den Vorlesungs- und Übungsstoff selbstständig zu wiederholen und zu vertiefen. Dieser Vorkurs wurde vor Beginn unserer Studie an der Universität Paderborn bereits seit mehreren Jahren mit dem beschriebenen Konzept durchgeführt. Die vorliegenden digitalen Lernmaterialien des studiVEMINT-Kurses wurden in die Vorkursvorlesungen erstmals

2017 eingebunden, sowie auch für die Selbstlerntage konkrete Aufträge zur eigenständigen Arbeit der Studierenden mit passenden Elementen des studiVEMINT-Kurses gestellt.

Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel der von uns im Jahr 2017 ergänzten Integration von digitalen Lernmaterialien in den Vorkurs war die methodische Bereicherung der Vorlesungskomponente sowie der Selbstlerntage des Präsenzkurses. Unsere Entwicklung des von der Struktur des oben beschriebenen Präsenzvorkurses unabhängig konzipierten studiVEMINT-Onlinekurses führte uns zu der Idee, den P1-Präsenzvorkurs durch die Integration digitaler Elemente methodisch und didaktisch zu erweitern. Die Einbindung von Arbeitsaufträgen mit den digitalen Lernmaterialien für die Selbstlerntage des Vorkurses sollte die Motivation der Studierenden beim selbstständigen Lernen steigern und sie gleichzeitig mit dem studiVEMINT-Material an eine zusätzliche, auch nach dem Vorkurs nutzbare Lernmaterialsammlung heranführen.

Zu der hier beschriebenen Integration wurde eine Begleitstudie durchgeführt. Diese sollte den Erfolg der Intervention sowie die Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung des studiVEMINT-Kurses im Zusammenhang mit einer Präsenzveranstaltung untersuchen. In diesem Sinne wurde die Studie von den folgenden Leitfragen getragen:

1. Wie lässt sich das studiVEMINT-Vorkursmaterial in die Präsenzlehre einbinden?
2. Welche Akzeptanz und Bewertung erfährt dieses Einbindungskonzept bei den Studierenden, insbesondere in Bezug auf die beiden folgenden Aspekte:
 - 2.1 Unterstützung des fachlichen Verständnisses und
 - 2.2 Motivation (i.S. von „Spaß“)?

Im Rahmen dieses Textes können wir die Ergebnisse der Studie zu diesen Fragen nicht vollumfänglich darstellen und beschränken uns daher auf einige, im weiteren Verlauf spezifizierte Teile unserer Ergebnisse.

Didaktische Rahmung und Einsatzszenarien

In diesem Abschnitt werden sowohl die Ziele wie auch die konkrete Gestaltung einzelner Integrationsmaßnahmen näher erläutert. Die digitalen Lernmaterialien kamen im Rahmen des Vorkurses 2017 in zwei unterschiedlichen Zusammenhängen zum Einsatz.

1. Einsatz an den Selbstlerntagen des Vorkurses: Für die Selbstlerntage wurden den Studierenden konkrete Aufträge zur selbstständigen Arbeit mit dem studiVEMINT-Onlinekurs gestellt. Aus Platzgründen können wir an dieser Stelle nicht näher auf die Einsatzszenarien an den Selbstlerntagen eingehen und verweisen für weitere Erläuterungen, Beispiele für die Arbeitsaufträge der Selbstlerntage und Evaluationsergebnisse auf Fleischmann et al. (eingereicht). Im Rahmen dieses Kapitels fokussieren wird die zweite Einsatzform der Materialien

2. Einsatz in der Vorlesung: Die Nutzung der Materialien in der Vorlesung erfolgte einerseits durch die Einbindung in den Vortrag des Dozenten, z. B. anhand einer mit dem präsentierten Veranschaulichung mathematischer Sachverhalte. Andererseits wurden

spezielle Elemente zur Aktivierung der Studierenden unter Benutzung des studiVEMINT-Materials integriert. Hierbei arbeiteten die Studierenden während der Vorlesungszeit eigenständig und am eigenen digitalen Endgerät an den Lernmaterialien. Diese Elemente zur Einbindung der studiVEMINT-Materialien in unterschiedlichen didaktischen Zusammenhängen innerhalb der Vorlesung wollen wir im Folgenden charakterisieren und beispielhaft vorstellen. Weitere Beispiele und Erläuterungen hierzu werden in Fleischmann et al. (eingereicht) gegeben. Der Fokus der folgenden Ausführungen liegt auf dem Aufzeigen von Beispielspektren zu den konkreten Einsatzszenarien und deren Umsetzung.

Zusammenfassend für den Einsatz in der Vorlesung lässt sich feststellen, dass es sich hierbei um eine fokussierte Integration der Lernmaterialien aus dem studiVEMINT-Kurs handelt. Von dem Lernmaterial unabhängige, im theoretischen Rahmen beschriebene Einsatzszenarien wie Brainstorming, fachliche Abstimmungen oder Internetrecherche, wurden in dieser Durchführung nicht eingesetzt.

Einsatz als Aktivierungselement in der Vorlesung

Eigenständiges Arbeiten mit Lerntexten: Dieses Szenario beinhaltet die Arbeit mit Texten und Abbildungen aus dem studiVEMINT-Kurs und umfasst das eigenständige Einarbeiten in ein Wissensgebiet anhand des Online-Lernmaterials. Nach Instruktion durch den Dozenten erarbeiteten sich die Studierenden in vorgegebenen Zeitfenstern (i.d.R. zwischen 10 und 20 Minuten) kleinere „Pakete“ von Inhalten aus dem Onlinekurs durch eigenständiges Lesen sowie dem Lösen von Aufgaben während der Vorlesungszeit (am eigenen Gerät; für die Aufgabenlösungen gibt es im studiVEMINT-Material dabei i. d. R. eine Eingabemöglichkeit mit Kontrollfunktion sowie immer eine ausführliche Musterlösung). Dies erfolgte typischerweise zu Beginn eines neuen Inhaltsbereiches in der Vorlesung oder an Stellen mit starkem Wiederholungsanteilen (im Sinne einer Festigung des gelernten Stoffes).

Die didaktischen Ziele dieser Arbeitsphasen lagen dabei u.a. in der Förderung des selbstregulierten Lernens (in Vorbereitung auf Arbeitstechniken im späteren Studium) und in der Ermöglichung von selbstbestimmten Lernprozessen (etwa bzgl. des Lerntempos). Zu betonen ist dabei auch die damit berücksichtigte konstruktivistische Sicht auf den (individuellen) Lernprozess. Die Lernenden können in diesem Szenario selbst ihre Lerngelegenheiten auswählen, subjektive Lernerfahrungen machen und somit individuell ihr Wissen um einen Fachinhalt erweitern. In diesem auch als „Elaboration“ beschriebenen Prozess des Lernens können ganz individuell die neuen Inhalte in das bestehende Vorwissen eingefügt werden (vgl. etwa Steiner, 1996, S. 208).

Die hierbei in den Online-Materialien eingestreuten Aufgaben dienten den Studierenden zugleich als Möglichkeit zur Evaluation des eigenen Wissensstandes. Dieses Einsatzszenario von Online-Lernmaterialien stellt eine Erweiterung der oben aufgeführten Szenarien von Kempen und Wassong (2017) dar. In Abbildung 1 ist beispielhaft ein Auszug aus dem studiVEMINT-Kurs zu sehen, der zum Einstieg in das Thema „Funktionen“ in der Vorlesung im Rahmen einer selbstständigen Einarbeitungsphase von ca. 5 Minuten Dauer zum Einsatz kam. Alle in der Vorlesung von den Studierenden zu verwendenden studiVEMINT-Inhalte wurden hierbei über eine eigens erstellte Homepage direkt verlinkt, sodass die Studierenden direkt auf die benötigten Materialien zugreifen konnten.

Funktionsbegriff

[Übersicht](#) [Hinführung](#) [Inhalte mit Erklärungen](#) [Aufgaben](#) [Anwendung](#) [Inhalte kompakt](#) [Symbolerklärung](#)

Anleitung: [Formeleingabe](#)

Hinführung

Aus der Schule kennen Sie Schaubilder von Funktionen:

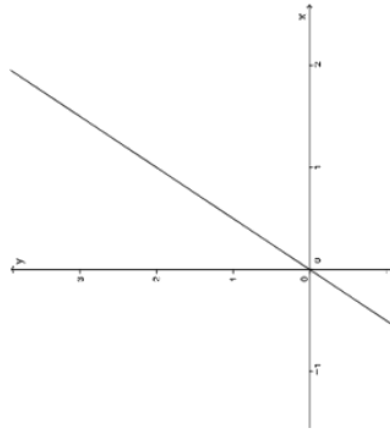


Bild 1 $f(x) = 2x$

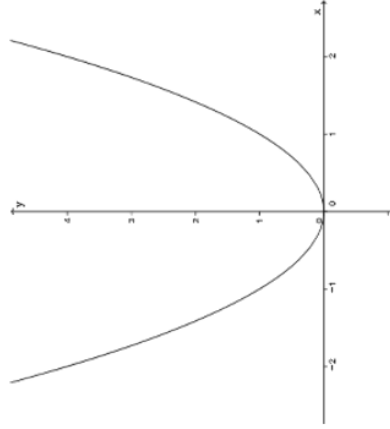


Bild 2 $f(x) = x^2$

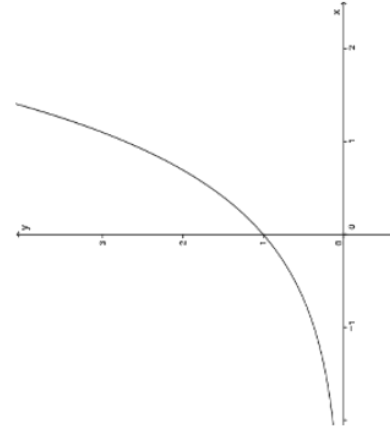


Bild 3 $f(x) = e^x$

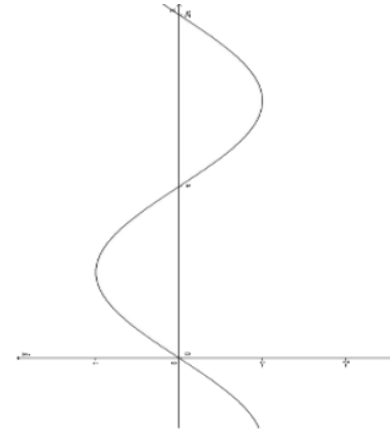


Bild 4 $f(x) = \sin(x)$

Wie in diesen Schaubildern werden in der Schulmathematik Funktionen meist nur durch ihre Funktionsvorschrift angegeben. In der Hochschulmathematik wird auch auf die Definitions- und Zielmenge einer Funktion Wert gelegt.

Wir wollen daher die Schreibweise

$$f : D \rightarrow Z, x \mapsto f(x)$$

einführen, wobei f die Funktion, D die Definitionsmenge, Z die Zielmenge, x das Argument und $f(x)$ die Funktionsvorschrift bezeichnet.

Powerrechnen: Hierbei handelt es sich um eine Art „Rechenwettbewerb“, wobei die Studierenden auf eine Aufgabensammlung im studiVEMINT Kurs verwiesen wurden. Dieses Element wurde als Erweiterung eines eigenständigen Aufgabenrechnens um einen Wettbewerbsansatz entwickelt, der die Motivation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer fördern soll. Diese Aufgaben enthalten i. d. R. die Möglichkeit der Lösungseingabe und der digitalen Überprüfung der Lösung auf Knopfdruck sowie eine ausführliche Musterlösung, die bei Bedarf ‚aufgeklappt‘ werden kann. Die Studierenden erhielten den Arbeitsauftrag, möglichst viele Aufgaben in einer vorgegebenen Zeitspanne (ca. 10 bis 20 min) zu rechnen.

Beispiel: In der Vorlesung zum Thema „Integrale und Integrationstechniken“ schloss sich an der Einführung in das Thema (Stammfunktionen und bestimmte Integrale; Integrationstechniken wie z. B. Summenregel, Faktorregel; Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung) eine 20-minütige Phase an, in der die Studierenden die eben vorgestellten Techniken an elementaren Aufgaben direkt anwenden und einüben sollten. Hierfür wurde auf eine Sammlung von ca. 20 Aufgaben im studiVEMINT-Onlinematerial verwiesen, die neben einer Lösungseingabe- und Kontrollfunktion auch jeweils ausführliche Musterlösungen enthält (einen Auszug der hierbei verwendeten Aufgaben wird in Abbildung 2 dargestellt). Im Anschluss an diese Rechenphase wurde vom Dozenten anhand einer Umfrage mit PINGO anonym erhoben, welche der Aufgaben(-teile) jeweils von einem Studierenden in der Zeit gelöst werden konnten, und das Ergebnis dieser Befragung sowie etwaige besonders problematische Aufgaben im Plenum diskutiert. Auf diese Weise konnten die Studierenden ihr eigenes Leistungsniveau vergleichen und ggf. gezielte Fragen an den Dozenten richten.

Aufgabe 3

Bestimmen Sie eine Stammfunktion F folgender Funktionen f (ohne Konstante).

a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = x^3 + x^2$, $F(x) =$ _____ ?

b) $f: \mathbb{R} \setminus \{0\} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = \cos(x) - \frac{1}{x}$, $F(x) =$ _____ ?

c) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = e^x - x^4$, $F(x) =$ _____ ?

Kontrolle

Lösung anzeigen

Aufgabe 4

Bestimmen Sie folgende Integrale mit dem Hauptsatz.

a) $\int_0^3 x^2 dx =$ _____ ? d) $\int_{-\pi}^{\pi} \sin(x) dx =$ _____ ?

b) $\int_{-1}^1 x^3 dx =$ _____ ? e) $\int_0^{\ln(2)} e^x dx =$ _____ ?

c) $\int_1^5 3x^2 dx =$ _____ ?

Kontrolle

Lösung anzeigen

Abb. 2: Auszug aus den zum Powerrechnen zum Thema Integrale verwendeten Aufgaben, jeweils mit Feldern zur Eingabe und Kontrolle der Lösung.

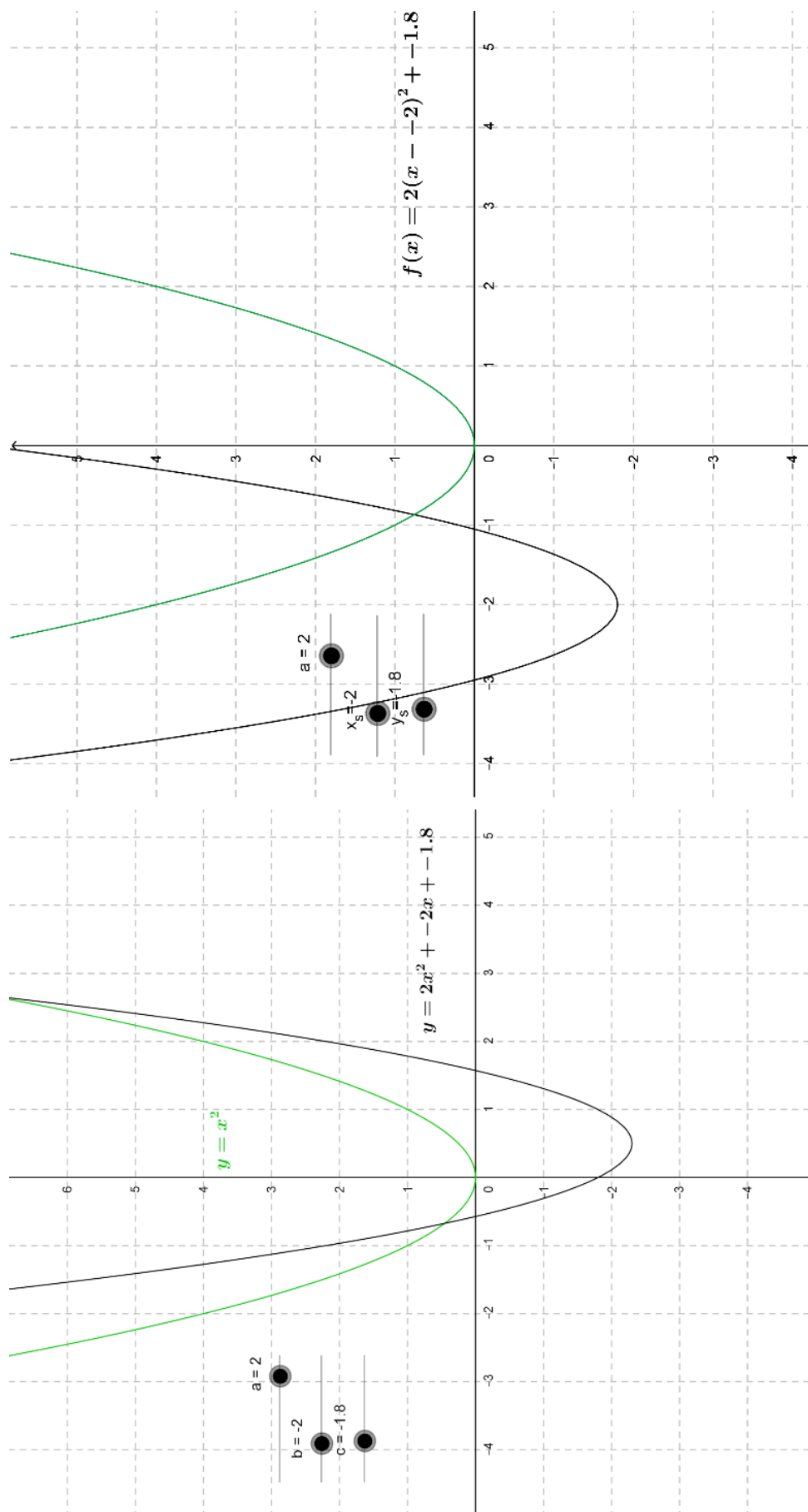


Abb. 3: Applets zur Gegenüberstellung von Parabeln in Normalenform und Scheitelpunktsform

Eigenständiges Erkunden eines Applets: Die in dem studiVEMINT-Kurs integrierten Applets wurden in der Vorlesung eingesetzt, um anhand eines konkreten, vom Dozenten an die Studierenden erteilten Arbeitsauftrags einen mathematischen Sachverhalt zu erkunden. Hierfür verwendeten die Studierenden ihr eigenes digitales Endgerät. Ziel dieser Elemente war es, den Studierenden durch die eigenständige Beschäftigung mit einer (dynamischen) Lernumgebung selbst das Entdecken mathematischer Zusammenhänge im Rahmen der Vorlesung zu ermöglichen und damit das Verständnis entsprechender Zusammenhänge besser zu fördern, als wenn der Dozent das Applet nur vorgeführt hätte. Als Beispiel hierfür ist in Abbildung 3 ein Screenshot zweier Applets zu sehen, in denen die Darstellungen einer Parabel durch die Manipulation der Parameter in der Parabelgleichung in Normalenform sowie in Scheitelpunktsform gegenübergestellt werden können. Der Dozent forderte die Studierenden hierbei dazu auf, bei den beiden Applets jeweils dieselben Parameter einzustellen und die Unterschiede in Bezug auf Öffnung, Nullstellen etc. in den resultierenden Parabeln zu beobachten und Zusammenhänge zwischen den Einstellungen der Parameter und den Funktionsgraphen herzustellen. Dieser Arbeitsauftrag konnte (musste aber nicht) von den Studierenden in Kommunikation mit ihren Sitznachbarn in der Vorlesung bearbeitet werden.

Einsatz als methodische Bereicherung des Dozentenvortrages

Neben der Einbindung von studiVEMINT als Aktivierungselement in der Vorlesung wurden digitale Elemente auch vom Dozenten in dessen Vortrag integriert.

Einbindung von Videos und Applets in den Dozentenvortrag: Der Dozent zeigte zur Visualisierung und dynamischen Veranschaulichung eines Zusammenhangs ein Video und erläuterte mit dessen Hilfe einen mathematischen Sachverhalt; alternativ wurde ein Applet zur Darstellung und Erklärung verwendet. Dies konnte entweder in Form einer kurzen Unterbrechung des Tafelvortrages zur Demonstration durch den Dozenten erfolgen, oder es wurde ein Applet im Anschluss an eine eigenständige Arbeitsphase der Studierenden vom Dozenten gezeigt. Letzteres wurde zum Beispiel für die in Abbildung 3 gezeigten beiden Applets im Rahmen einer an die selbstständige Arbeitsphase ange-schlossenen Ergebnissicherung im Plenum umgesetzt.

Verweise auf weiterführende Lernmaterialien: An verschiedenen Stellen der Vorlesung verwies der Dozent die Studierenden auf weiterführende Inhalte, die anhand konkret benannter Abschnitte des studiVEMINT-Lernmaterials (außerhalb der Vorlesungszeit) erarbeitet werden konnten. Hierdurch sollte auf mögliche Inhalte zur Erarbeitung in den Selbstlernphasen hingewiesen werden, deren Behandlung in der Vorlesung nicht erfolgen konnte und denen eine vergleichsweise geringere Priorität im Rahmen des Vorkurs-curriculums eingeräumt wurde. Beispielsweise wurde in der Vorlesung zum Thema Vektorrechnung und Skalarprodukte auf die Herleitung des Cosinussatzes zur Berechnung von Winkeln zwischen Vektoren sowie eine damit verbundenen Motivation des Skalarproduktes von Vektoren im studiVEMINT-Lernmaterial verwiesen.

Methodik und Durchführung der Evaluationsstudie

Für die Evaluation der Einsatzszenarien wurden verschiedene Daten zu verschiedenen Messzeitpunkten erhoben, um die Lehrinnovationen umfassend evaluieren zu können. In diesem Kapitel beschränken wir uns auf die Auswertung der Daten, die durch den Einsatz des Audience-Response-Systems (ARS) „PINGO“ (pingo.coactum.de) direkt in

den Vorlesungen erhoben wurden. Mithilfe von PINGO konnte der zeitliche Abstand zwischen Intervention und Evaluation minimiert und das jeweilige Element direkt im Kontext der Vorlesung beurteilt werden. Pro Vorlesung wurden zwischen zwei und sieben kurze Evaluationsfragen gestellt, die die Studierenden z. B. per Smartphone oder Laptop beantworten konnten.

Ergebnisse

Wir werden auf die weiter oben formulierten Forschungsfragen hier exemplarisch für das Einsatzszenario „Powerrechnen“ eingehen. Im Anschluss daran werden Gesamtevaluationsergebnisse zu den Einsatzszenarien dargestellt, um das Potential des Gesamtprojektes besser einordnen zu können.

Exemplarische Einzelergebnisse zum Powerrechnen mit Integralen: Nachfolgend stellen wir die Ergebnisse der PINGO-Befragungen zum Einsatzszenario „Powerrechnen“ (vgl. oben) vor, das in der Vorlesung zum Thema Integration durchgeführt wurde. Die Studierenden wurden direkt im Anschluss an die 20-minütige Bearbeitungsphase der Aufgaben mit Hilfe von PINGO (im Zuge mit der Abfrage der erfolgreich gelösten Aufgaben ebenfalls mit PINGO) nach ihrer Beurteilung dieses Aktivierungselementes befragt.

Bei den Ergebnissen der unmittelbaren Nachbefragung wird deutlich, dass ca. 81% der Studierenden den Mehrwert des „Powerrechnens“ für ihr Verständnis (sehr) positiv bewerten. Auch stimmen ca. 75% der Studierenden der Aussage (voll oder eher) zu, dass das Powerrechnen Spaß gemacht habe (Abbildung 4).

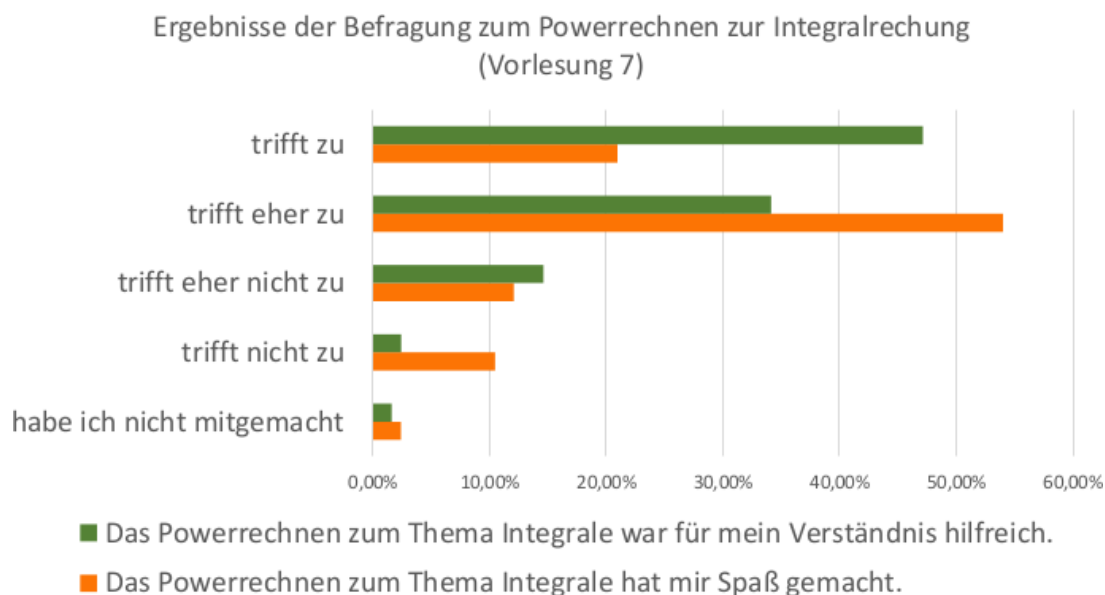


Abb. 4: Ergebnisse (in Prozent) bzgl. des Powerrechnens zum Thema Integralrechnung in der Vorlesung (Verständnis: N=123; Spaß: N=124) mit PINGO [Bewertung auf einer Vierer Likert-Skala: (1) „trifft zu“, ..., (4) „trifft nicht zu“ mit der Zusatzkategorie „habe ich nicht mitgemacht“]

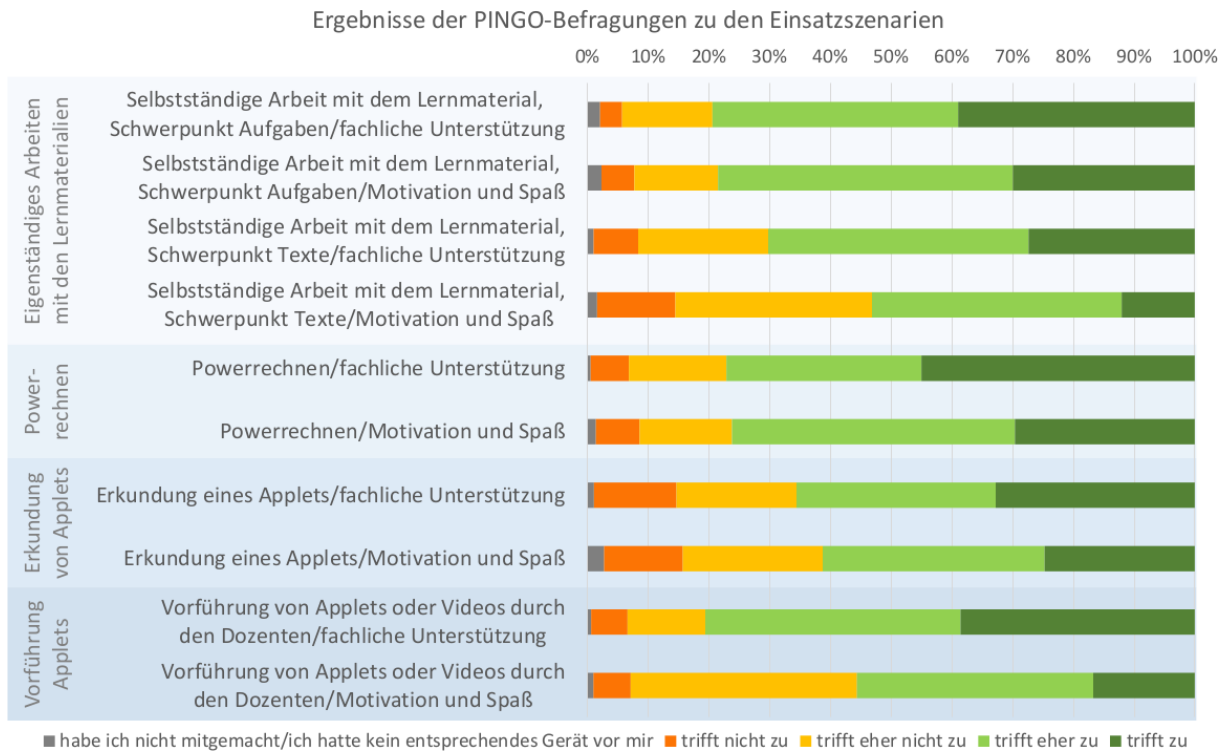


Abb. 5: Zusammenstellung aller PINGO-Befragungen zu Einsatzszenarien „Eigenständiges Arbeiten mit den Lernmaterialien“ (Anzahl N der Antworten im Folgenden in der Reihenfolge der obigen Darstellung von oben nach unten: $N=470$; $N=464$; $N=369$; $N=241$), „Powerrechnen“ ($N=349$; $N=348$), „Erkundung von Applets“ ($N=177$; $N=178$) und „Vorführung von Applets“ ($N=602$; $N=601$) in der Vorlesung. [Bewertung auf einer Vierer Likert-Skala: (1) „war hilfreich/hat Spaß gemacht“, ..., (4) „war nicht hilfreich/hat keinen Spaß gemacht“ mit der Zusatzkategorie „habe ich nicht mitgemacht“ bzw. „ich hatte kein entsprechendes Gerät vor mir“]

Gesamtergebnisse bzgl. des Einsatzes der digitalen Elemente: Für eine Gesamtevaluation des Einsatzes der digitalen Elemente haben wir alle in den Vorlesungen erhobenen Evaluationsdaten bzgl. der verschiedenen Einsatzszenarien zusammengelegt (exemplarisch für eine dieser Einzelbefragungen stehen die in Abbildung 4 dargestellten Ergebnisse zu einer Befragung zum Element *Powerrechnen*). Auf diese Weise erhalten wir eine Rückmeldung bzgl. der Einsatzszenarien, die sich nicht mehr lokal auf konkrete Einsätze zu bestimmten Fachinhalten beziehen, sondern global ein Feedback für die verschiedenen Einsatzszenarien beschreiben. Die Fragen zu den jeweiligen Einsatzszenarien wurden dabei immer analog zu den in Abbildung 4 dargestellten Fragen formuliert; d.h. die Studierenden wurden gebeten, anhand einer vierstufigen Likert-Skala (jeweils mit der Zusatzkategorie „ich habe nicht mitgemacht“ bzw. „ich hatte kein entsprechendes Gerät vor mir“) die Aussagen „(...) war für mein Verständnis hilfreich“ bzw. „(...) hat mir Spaß gemacht“ zu beurteilen.

Die in Abbildung 5 dargestellten Ergebnisse zeugen von der insgesamt sehr hohen Akzeptanz bzw. positiven Bewertung aller Einsatzszenarien durch die Studierenden. Dabei wird insgesamt der Beitrag der Verwendung der digitalen Materialien zur Verständnisförderung i. d. R. etwas höher eingeschätzt als der Beitrag im Hinblick auf Motivation und Spaß. Dieser Unterschied ist bei den Elementen mit Schwerpunkt Aufgaben und Powerrechnen am wenigsten ausgeprägt, die insgesamt eine hohe Bewertung in Bezug auf Verständnisunterstützung und Spaß erhalten. Der Vorführung von Applets durch den Dozenten wird zwar in Bezug auf die Verständnisförderung ein besonders hoher Wert zugeordnet, der Spaß bei dieser (eher passiven) Aktivität wird aber bei diesem

Element insgesamt, neben der eigenständigen Arbeit mit Texten, am geringsten eingeschätzt.

Reflexion und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir über die Einbindung der studiVEMINT-Lernmaterialien in den Präsenzvorkurs für angehende Studierenden der Ingenieurwissenschaften an der Universität Paderborn berichtet und damit exemplarisch einige Vorschläge unterbreitet, wie Lernmaterialien aus einem Online-Vorkurs ohne grundlegende Veränderung des allgemeinen Kurskonzepts in eine bestehende Präsenzveranstaltung integriert werden können. Wir haben uns dabei auf die Vorstellung unterschiedlicher Einsatzszenarien konzentriert, die wir eigens für diesen Mathematikvorkurs konzipiert haben. Wir sehen ein großes Potential für die Adaption dieser Einsatzszenarien in andere Lehr-Lernkonzepte, in denen die Integration digitaler Lernelemente in bestehende Präsenzlehre angestrebt wird. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Einbindung von Elementen zur Aktivierung der Studierenden von diesen sowohl als Lernunterstützung wahrgenommen wird als auch zu Motivation und Spaß beitragen. Damit bietet sich ein Ansatzpunkt zur Motivation und kognitiven Aktivierung der Studierenden im Rahmen des Ausbaus der methodischen Variationen der Lehrveranstaltungen. Dabei sind unsere Vorschläge als Anregungen zu verstehen, in welcher Form digitale Elemente (z. B. eigenständige Bearbeitung von Aufgaben, selbstständiges Erarbeiten von Lerninhalten anhand von Texten etc.) gezielt an bestimmten Stellen innerhalb einer Präsenzveranstaltung eingebunden werden können, ohne den grundsätzlichen Charakter letzterer zu verändern. Die Auswahl der geeigneten Lehrmaterialien und die Häufigkeit der Einzeleinbindungen ist hierbei nach den unterschiedlichen Rahmenbedingungen, Adressatenkreisen und Fachinhalten der jeweiligen Lehrveranstaltungen anzupassen.

Die vorgestellten Integrationsmaßnahmen stellen einen ersten Schritt in unseren Bestrebungen dar, Studierenden die Vorbereitung auf einen mathemathikhaltigen Studiengang im Rahmen von Vorkursen und durch die Einbindung innovativer Lehr-Lerngelegenheiten zu erleichtern. Neben der vorgestellten Selbsteinschätzung der Studierenden, in wieweit die Integration der digitalen Elemente für ihren Lernprozess förderlich war, sollte dieser Aspekt in Zukunft auch durch die Erhebung entsprechender leistungsbezogener Daten, die den tatsächlich festzustellenden Lernfortschritt fokussieren, überprüft werden. So könnte auch die Frage angegangen werden, in wieweit sich ggf. emotionale Einschätzungen auf den empfundenen Nutzen in Gegenüberstellung zum tatsächlichen Nutzen einer Maßnahme auswirken. Hierzu müssen geeignete Erhebungsinstrumente entwickelt werden, die idealerweise den unmittelbaren Charakter der Befragungsmethode durch Audience-Response-Systeme erhalten.

Hierbei versuchen wir, durch eine hohe methodische Vielfalt in den von uns angebotenen Vorkursen zum Lernerfolg der Studierenden beizutragen. Im Rahmen derzeit konzipierter Folgestudien soll in Zukunft insbesondere das Medium der Lernvideos stärker in den Fokus rücken. Befragungen unter den Studierenden weisen darauf hin, dass Lernvideos derzeit verstärkt zum eigenständigen Lernen und Wiederholen von Mathematik genutzt werden, sodass wir unsere bestehenden Lernmaterialien und damit auch die zur Verfügung stehenden Integrationselemente der Vorkursveranstaltungen um dieses Medium ergänzen wollen.

Literatur

- Adams Becker, S., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V., & Pomerantz, J. (2018). *The NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. Louisville, CO: EDUCAUSE. Abgerufen 28. Mai 2019, von <https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report>
- Barzel, B., Hußmann, S., & Leuders, T. (Hrsg.). (2005). *Computer, Internet & Co im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S., Wassong, T. (Hrsg.). (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Biehler, R., Bruder, R., Hochmuth, R., & Koepf, W. (2014). Einleitung. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth & W. Koepf (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 1-6). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- COSH-Gruppe (2014) Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0). (2014). Abgerufen 10. Mai 2019, von https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/makv20b_ohne_leerseiten.pdf
- Deimann, M. (2002). Motivationale Bedingungen beim Lernen mit Neuen Medien. *Medienunterstütztes Lernen – Beiträge von der WissPro-Wintertagung 2002*. Berichte des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg, FBI-HH-B-239/02. S. 61-70. Fischer, P. R. (2014). *Mathematische Vorkurse im Blended Learning Format. Konstruktion, Implementation und wissenschaftliche Evaluation*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Fleischmann, Y., Biehler, R., Gold, A., Mai, T., (eingereicht). Integration digitaler Lernmaterialien in die Präsenzlehre am Beispiel des Mathematikvorkurses für Ingenieure an der Universität Paderborn. In: R. Biehler, A. Eichler, R. Hochmuth, S. Rach, N. Schaper (Hrsg.): *Hochschuldidaktik Mathematik konkret – Beispiele für forschungsbasierte Lehrinnovationen aus dem Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik (khdM)*, Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Gerbig-Calcagni, I. (2009). *Wie aufmerksam sind Studierende in Vorlesungen und wie viel können sie behalten?* Digitale Dissertation, Pädagogische Hochschule Weingarten. Abgerufen am 15.2.2019, von <http://d-nb.info/1000576183/34>.
- Gold, A., Fleischmann, Y., Mai, T., Biehler, R., Kempen, L. (eingereicht). Die online Lernmaterialien in studiVEMINT: Nutzerstudien und Evaluation. In: R. Biehler, A. Eichler, R. Hochmuth, S. Rach, N. Schaper (Hrsg.): *Hochschuldidaktik Mathematik konkret – Beispiele für forschungsbasierte Lehrinnovationen aus dem Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik (khdM)*, Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Hoppenbrock, A., Biehler, R., Hochmuth, R., & Rück, H.-G. (Hrsg.). (2016). *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase - Herausforderungen und Lösungsansätze*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Kempen, L., & Wassong, T. (2017). VEMINT mobile with Apps: Der gezielte Einsatz von mobilen Endgeräten in einem Mathematik-Vorkurs unter Verwendung der multimedialen VEMINT-Materialien. In R. A.-K. Kordts-Freudinger, D. & N. Schaper (Hrsg.), *Hochschuldidaktik im Dialog: Beiträge der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Hochschuldidaktik (dghd) 2015* (S. 13-38). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

- Hölzl, R., & Küttel, M. (2014). Die kognitive Bedeutung von Werkzeugen für das Lernen und Lehren von Mathematik. In H. Linneweber-Lammerskitten (Hrsg.), *Fachdidaktik Mathematik. Grundbildung und Kompetenzaufbau im Unterricht der Sek. I und II* (S. 282-296). Seelze: Klett und Balmer Verlag Zug.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Mathematik*. Düsseldorf. Abgerufen 28. Mai 2019, von <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/>
- Roth, Jürgen (2005). *Bewegliches Denken im Mathematikunterricht. Texte zur mathematischen Forschung und Lehre* 44. Hildesheim: Franzbecker.
- Steiner, G. (1996). *Lernen. 20 Szenarien aus dem Alltag*. Bern: Hans Huber.
- Simpson, V., & Oliver, M. (2007). Electronic voting systems for lectures then and now: A comparison of research and practice. *Australian Journal of Educational Technology*, 23(2). 187-208.