

Roland Küstermann
Matthias Kunkel
André Mersch
Anne Schreiber *Hrsg.*

RESEARCH

Selbststudium im digitalen Wandel

Digitales, begleitetes Selbststudium in
der Mathematik – MINT meistern mit
optes

OPEN ACCESS



Springer Spektrum

Selbststudium im digitalen Wandel

Roland Küstermann · Matthias Kunkel ·
André Mersch · Anne Schreiber
(Hrsg.)

Selbststudium im digitalen Wandel

Digitales, begleitetes Selbststudium in
der Mathematik – MINT meistern mit
optes

Mit Geleitworten von
Prof.'in Dr.-Ing. Yvonne-Christin Bartel,
Prof.'in Dr. Gabi Reinmann und Prof. Dr. Peter Väterlein



Springer Spektrum

Hrsg.

Roland Küstermann
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Karlsruhe, Deutschland

Matthias Kunkel
ILIAS open source e-Learning e.V.
Köln, Deutschland

Andre Mersch
Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Lemgo, Deutschland

Anne Schreiber
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Karlsruhe, Deutschland

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01PL17012 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



ISBN 978-3-658-31278-7

ISBN 978-3-658-31279-4 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en) 2021, korrigierte Publikation 2021. Dieses Buch ist eine Open-Access-Publikation.

Open Access Dieses Buch wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Buch enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Geleitwort DHBW

Junge Menschen, die heute ein Hochschulstudium aufnehmen, weisen eine große Heterogenität hinsichtlich ihrer Bildungslaufbahnen auf. Sie haben diverse sozio-kulturelle Hintergründe und sie haben verschiedene Schultypen in anderen Städten, Regionen oder Ländern besucht. Dadurch sind ihre Ausgangsvoraussetzungen für ein Hochschulstudium sehr unterschiedlich. Die Unterschiede in Bezug auf Kenntnisse und Fähigkeiten werden besonders in den mathematischen Fächern von MINT-Studiengängen deutlich, die traditionell für einen signifikanten Anteil der Studienabbrüche verantwortlich sind.

Für Hochschulen ist es somit eine Herausforderung, sowohl in Bezug auf die Didaktik als auch im Hinblick auf die notwendigen Ressourcen, die unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen am Anfang des Studiums individuell auszugleichen und den Studierenden damit eine höhere Chance auf einen erfolgreichen Studienabschluss zu geben. Dies gilt in besonderem Maß für die Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW), deren Intensivstudiengänge wenig Luft zum „Lücken füllen“ lassen.

Ziel des Bund-Länder-Programms „Qualitätspakt Lehre“ war und ist die Verbesserung der Studienbedingungen und der Lehrqualität an deutschen Hochschulen. Für viele der teilnehmenden Hochschulen, wie auch für die DHBW, liegt ein Schlüssel für ein erfolgreiches Studium in der Studieneingangsphase. Und so hat die DHBW gemeinsam mit ihren Konsortialpartnern in dem hier vorgestellten Projekt optes das Ziel verfolgt, angehenden und bereits eingeschriebenen Studierenden die Möglichkeit zu geben, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten in Mathematik zu testen und bei Bedarf zu verbessern. Der konsequent digitale Ansatz von optes ermöglicht es den Teilnehmenden, das Vorkursprogramm unabhängig von Ort und Zeit zu nutzen. Zusätzlich zu diesen digitalen Angeboten helfen E-Mentor*innen und E-Tutor*innen bei Bedarf weiter und begleiten so in persönlichem Austausch das Selbststudium der teilnehmenden Studierenden.

Das Projekt optes ist gleichzeitig ein Beispiel für eine neue, digital unterstützte und individualisierte Hochschullehre. Denn nicht nur die Eingangsvoraussetzungen der Studierenden werden immer diverser. Dasselbe gilt auch für die Kompetenzen, die die Studierenden während des Studiums erwerben sollen und wollen. Die Digitalisierung von Lehrinhalten kann hier einen unterstützenden Ansatz bieten. Parallel dazu wächst angesichts des immer rascher werdenden technischen Fortschritts die Bedeutung flexibler und individueller Weiterbildungsangebote, für die optes durch seine adaptive Gestaltung und webbasierte Aufbereitung ebenfalls ein Vorbild sein kann.

Stuttgart

Prof. Dr. Peter Väterlein
(Vizepräsident der Dualen Hochschule Baden-Württemberg)

Geleitwort TH OWL

Seit acht Jahren ist das Verbundprojekt optes – Optimierung der Selbststudiumsphase – mit insgesamt vier Teilprojekten an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) verankert. Das Projekt hat die Digitale Lehre in dieser Zeit nachhaltig positiv beeinflusst. Als wichtiges Ziel der Hochschulentwicklung, bei der wir auch weiterhin einen Schwerpunkt auf die gezielte Weiterentwicklung von Blended- und E-Learning-Angeboten legen, begrüßen wir dieses sehr.

Seit 2012 sind die Teilprojekte E-Mentoring und E-Tutoring an der TH OWL ansässig. Mit Beginn der zweiten Förderphase im Jahr 2016 kamen die Teilprojekte E-Portfolio und Fallstudie Mathematik hinzu. In diesem Zusammenhang konnte mit der Julius-Maximilians-Universität Würzburg ein starker Partner gefunden werden, an dessen Standort der mathematikdidaktische Schwerpunkt des Teilprojekts Fallstudie Mathematik fachlich begleitet wird.

Die Studienanfängerinnen und Studienanfänger der TH OWL profitieren von dem umfangreichen Mathematikvorkurs, der im Rahmen des optes-Verbunds an den verschiedenen Standorten der Projektpartner entwickelt wurde. An der TH OWL sind die entwickelten Inhalte in ein umfassendes Vorkurskonzept integriert, welches neben den mathematischen Inhalten auch Vorkurse in den Bereichen Physik und Chemie umfasst. Unterstützt werden die Erstsemester während dieser Phase durch überfachliche Lernangebote, wie Selbstlernkurse zu Zeitmanagement und Lernplanerstellung. Die Studierenden erhalten zudem durch das E-Mentoring, eine virtuelle Begleitung in Form von Chats, Foren sowie Online-Workshops, persönliche Unterstützung, die durch erfahrene Studentinnen und Studenten erfolgt und über die ersten zwei Semester mit unterschiedlichen Angeboten fortgeführt wird.

Aber nicht nur Studienanfängerinnen und Studienanfänger profitieren von den Angeboten des optes-Verbunds. Die Teilprojekte E-Tutoring und E-Portfolio gewähren den Lehrenden der TH OWL die Möglichkeit, Anleitung und Unterstützung in der Digitalisierung der eigenen Lehre zu erhalten. Regelmäßig wiederkehrende Veranstaltungsformate bieten zudem die Gelegenheit, sich über Neuheiten im Umgang mit dem Lernmanagementsystem ILIAS und der Digitalen Lehre zu informieren sowie sich mit Kollegen und Kolleginnen und den Mitarbeitenden des optes-Teams auszutauschen.

Abgerundet wird das Angebot durch die Beratung und Unterstützung der Lehrenden bei der Erstellung und Durchführung von E-Klausuren.

Die TH OWL profitiert in großem Maße von der eingebrachten Expertise der Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeiter vor Ort und an den weiteren Standorten des Gesamtprojekts. Die einzelnen Teilprojekte haben die Entwicklung der Digitalen Lehre in entscheidenden Bereichen vorangetrieben sowie Perspektiven

für flexible Lernszenarien eröffnet. Viele Maßnahmen und Arbeitsergebnisse sollen auch über die Projektlaufzeit hinaus an der TH OWL eingesetzt werden.

Das Präsidium der Hochschule richtet seinen Dank an alle Projektbeteiligten für die gute und ergebnisreiche Zusammenarbeit. Wir blicken auf eine erfolgreiche Projektlaufzeit zurück und schreiten, dank ihres Engagements, mit wertvollen Impulsen und zielführenden Maßnahmen zur Unterstützung von Lehrenden und Studierenden einer zunehmend digitalen Hochschullandschaft entgegen.

Alle interessierten Leserinnen und Leser möchten wir dazu ermutigen, die in der Projektlaufzeit erzielten Ergebnisse selbst zu erproben und sich ein Bild von der Qualität und Vielfältigkeit der generierten Möglichkeiten zu machen. Die Digitale Lehre – auch im ausgewogenen Maß mit der Präsenzlehre – erfordert Anstrengung und einen Schritt aus der eigenen „Komfortzone“, ist aber eine Bereicherung für Lehrende und Studierende zugleich.

Lemgo

Prof.'in Dr.-Ing. Yvonne-Christin Bartel
*(Vizepräsidentin für Bildung und Internationalisierung
der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe)*

Geleitwort HUL

Der „Qualitätspakt Lehre“ (QPL) hat seinen Fokus von Anfang an auf die Entwicklung von Angeboten für Studium und Lehre sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Bedingungen für erfolgreiches Lehren und Lernen gelegt. Qualitätssichernde Arbeitspakete, Evaluationen und Vernetzungen zum gegenseitigen Lernen aus guten Beispielen und Fehlern wurden in vielen QPL-Projekten integriert. Nichtsdestotrotz blieb, so meine Einschätzung, die Rolle der verschiedenen Varianten einer wissenschaftlichen Begleitung von Entwicklungsprojekten für die Hochschullehre tendenziell offen. Im Zuge unserer Mitarbeit im optes-Projekt haben wir uns kontinuierlich mit der Frage auseinandergesetzt, was die Funktion einer wissenschaftlichen Begleitung ist und wie sie den Projekterfolg unterstützen kann.

Während des Projekts waren wir als Team an mehreren Hochschulstandorten tätig: von der Universität der Bundeswehr München über die Zeppelin Universität Friedrichshafen bis an die Universität Hamburg. Möglich war dies nur deshalb, weil wir – anders als die anderen Verbundpartner – selbst nicht an der Implementierung des optes-Angebots beteiligt waren. Unsere Aufgabe war es, durch Evaluation, Feedback, Einbringen didaktischer Expertise, Beratung und eigene Inputs dazu beizutragen, das Ziel von optes zu erreichen: nämlich hohe Abbruchquoten in MINT-Studiengängen und große Unterschiede in mathematischen Vorkenntnissen der Schulabsolvent*innen durch ein verbessertes begleitetes Selbststudium während der Studieneingangsphase zu reduzieren.

Unsere Rolle im Projekt war nicht statisch: Die Aufgabenschwerpunkte verlagerten sich während der Projektlaufzeit, lagen zu Beginn vor allem in der Prozessbegleitung und im Wissensmanagement und verschoben sich zunehmend hin zur Evaluation als Instrument der didaktischen Qualitätssicherung. Wir evaluierten zusammen mit den Teilprojekten regelmäßig Zwischenergebnisse, ließen die jeweils neuen Erkenntnisse via Information und Beratung ins Projekt zurückfließen und haben so einen Beitrag dazu geleistet, dass die verschiedenen Komponenten von optes weiterentwickelt sowie didaktisch sinnvoll miteinander verknüpft und ziel führend kombiniert werden konnten. In der zweiten Projekthälfte brachten wir vermehrt eigene didaktische Entwicklungen ein, die vor allem an der impliziten Rolle des Übens in optes anknüpften: Ziel war es, den Stellenwert des Übens für Selbstlernkompetenzen und die Verzahnung des Übens mit den in optes entwickelten Angeboten herauszuarbeiten.

Nach mehrjähriger Zusammenarbeit liegen nun die Projektergebnisse vor und können von interessierten Hochschulen und Bildungseinrichtungen kostenlos genutzt sowie dank der freien Lizenzierung an eigene Bedürfnisse und Rahmenbe-

dingungen angepasst werden. Ich wünsche optes, dass eine aktive Anwender*innen-Community entsteht, die in regem Austausch die vorliegenden Angebote weiterentwickelt und in der Bildungslandschaft verankert.

Hamburg

Prof.'in Dr. Gabi Reinmann
*(Leiterin des Hamburger Zentrums für Universitäres
Lehren und Lernen)*

Vorwort ILIAS

Für ILIAS als Lernmanagementsystem und für ILIAS als Verein war optes ein sehr wichtiges und wegweisendes Projekt. Es hat die Entwicklung der Software nachhaltig geprägt. Und ILIAS-Anwenderinnen und -Anwender weltweit profitieren inzwischen von den Features, die aus dem optes-Projekt heraus entstanden sind.

Durch die Förderung des Projekts und die damit für Weiterentwicklungen zur Verfügung stehenden Mittel war es möglich, ILIAS für die spezifischen Bedarfe des E-Learnings in der Mathematik fit zu machen. Zwar hatten ILIAS-nutzende Mathematiker*innen zuvor schon konkrete Vorstellungen davon, was das Lernmanagementsystem (LMS) können müsste, damit mathematische Formeln sauber in allen Browsern dargestellt und Graphen und Kurven ohne proprietäre Lösungen eingebunden werden könnten. Aber erst durch die Projektförderung von optes konnten diese Anforderungen zielgerichtet angegangen und letztlich für alle Anwender*innen umgesetzt werden.

Auch die didaktischen Ansprüche an das LMS und die daraus resultierenden Weiterentwicklungen haben bestehende Konzepte entscheidend vorangetrieben und besser nutzbar gemacht. So wurde der Lernzielorientierte Kurs (LoK) im großen Umfang ausgebaut und flexibler gemacht. Neue Features wie das E-Portfolio und das Kompetenzmanagement wurden aufgegriffen und für optes miteinander verzahnt, um die Kompetenzentwicklung der Lernenden besser darstellbar zu machen. Zahlreiche weitere Beispiele wären zu nennen.

Das Außergewöhnliche bei all diesen Entwicklungen war, dass trotz der spezifischen Interessen in den zahlreichen Teilprojekten immer alle Akteure den gemeinsamen Wunsch nach einer allgemeinen Weiterentwicklung der Software als besonders wichtig angesehen haben. Anders als oftmals in Förderprojekten üblich, entstanden in optes keine Einzelanwendungen, die mit dem Projektende wieder untergehen.

Gemeinsames Ziel war die Verbesserung der Standard-Software für alle Anwender*innen – auch wenn dies mitunter zu Abstrichen bei der gewünschten Funktionalität für einzelne Teilprojekte in optes selbst führte. Dank des Commitments aller Beteiligten können optes-Materialien auch in Zukunft mit jedem normalen ILIAS genutzt werden. Und alle in optes entstandenen Kurse, Lernmodule, Fragenpools und Dokumente sind als Open Educational Resources (OER) frei und uneingeschränkt von allen nutzbar.

Für den ILIAS open source e-Learning e.V. und seine Mitglieder ist optes ein sehr gelungenes Beispiel für die Vorteile und Stärken von Open Source und OER in der Hochschullehre. Es hat viel Spaß gemacht, ein Teil von optes gewesen zu sein.

Köln

Matthias Kunkel

(Geschäftsführer des ILIAS open source e-Learning e.V.)

Vorwort Projektleitung optes

Die bildungspolitische Entscheidung, den Akademisierungsgrad der Schulabgänger*innen weiter zu erhöhen und die damit einhergehende Steigerung der Heterogenität der Bildungsbiografien zu fördern, führte an den Hochschulen zu stetig steigenden Schwundquoten. Das vom BMBF aufgelegte Programm „Qualitätspakt Lehre“ (QPL) befasst sich im Rahmen der Qualitätsoffensive unter anderem mit diesem Thema.

Vor diesem Hintergrund ist es unser Ansatz im Projekt optes, skalierbare, nachhaltig leistbare und adaptive Lösungsansätze für die Studieneingangsphase zu entwickeln, mit dem Ziel, Studierende besser auf ihren Studienstart vorzubereiten. Gleichzeitig adressieren wir die Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte, um Lehre für möglichst viele Lerntypen attraktiv, innovativ und verständlich zu gestalten. In diesem Zuge haben wir das Thema Digitalisierung an Hochschulen aufgegriffen, den Medieneinsatz in der Hochschullehre und Studierendenbegleitung fokussiert und sind somit allgegenwärtigen Problemen im Hochschulkontext, wie zum Beispiel hohen Studienabbruchquoten in den MINT-Fächern, begegnet.

Konkret haben wir unter anderem ein webbasiertes Studienvorbereitungsprogramm im Fach Mathematik mit entsprechenden flankierenden Begleitmaßnahmen wie Mentoring und Tutoring aufgesetzt, das in seiner Form als einzigartig zu beschreiben ist. Mit unserem Ansatz des zeit- und ortsunabhängigen Zugriffs auf ein Online-Programm mit ausdifferenzierten mathematischen Inhalten schlagen wir eine flexible Gestaltung der Studienvorbereitung vor. Die begleitende Unterstützung integriert die Sichtweise und Erfahrung von Studierenden. Damit erhöhen wir die Bindung der betreuten Studieninteressierten an die aufnehmende Hochschule frühzeitig. Zudem ist es uns gelungen, dies nicht auf eine ausgewählte Zielgruppe einer bestimmten Hochschulart zu projizieren. In einem Projektverbund aus verschiedenen Hochschularten aus unterschiedlichen Bundesländern der Republik wurden kollaborativ digitale Lern- und Lehrinhalte entwickelt, erprobt und implementiert. Somit konnten wir in diesem Projekt den Zielkonflikt zwischen Modularität und möglichst hoher Verzahnung lösen. Klar definierte Schnittstellen in den Zuständigkeiten, konsequentes Projektmanagement und nicht zuletzt der Wille aller Beteiligten, an einem Gesamtkonzept mitzuwirken, führten das Projekt zum Erfolg.

optes ist für mich besonders geprägt von innovativen Lern- und Lehrinhalten sowie hochschulübergreifender und konstruktiver Projektarbeit. Mit dem vorliegenden Sammelband erschließt sich uns die Möglichkeit, die vielschichtige explorative aber auch nachhaltig implementierte Arbeit der letzten Jahre aus dem Projekt optes darzustellen. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Mitwirkenden im

Projekt optes und allen Beteiligten an den Partnerhochschulen aus der ersten und zweiten Förderphase ganz herzlich bedanken.

Karlsruhe

Prof. Dr. Roland Küstermann
(Prorektor und Dekan der Fakultät Technik, DHBW Karlsruhe)

Inhaltsüberblick

Geleitwort DHBW.....	V
Geleitwort TH OWL	VII
Geleitwort HUL.....	IX
Vorwort ILIAS	XI
Vorwort Projektleitung optes	XIII
Inhaltsverzeichnis.....	XIX
Einleitung	1
<i>André Mersch</i>	
Teil I: Digitales, begleitetes Selbststudium in der Mathematik – MINT meistern mit optes	5
1 Digitales, begleitetes Selbststudium	7
<i>Daria Paul, Christian Schmidt, Gabi Reinmann, Victoria Marquardt</i>	
2 Lernmanagementsysteme als Rahmenbedingung.....	17
<i>Matthias Kunkel</i>	
3 Studien-Mathematikvorbereitung.....	21
<i>Katja Derr, Reinhold Hübl, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel</i>	
4 Üben als reflexive Praxis und Übeangebote im Rahmen von optes	43
<i>Gabi Reinmann, Christian Schmidt, Victoria Marquardt, Daria Paul</i>	
5 Selbstreflexion mit Hilfe von E-Portfolios.....	55
<i>Oliver Samoila</i>	
Teil II: Digitale Unterstützung im Selbststudium.....	61
6 Klassifizierung mathematischer Handlungsaspekte im optes-Vorkurs	63
<i>Anna-Katharina Roos, Hans-Georg Weigand, Jan Wörler</i>	
7 Umgang mit Heterogenität – Das Konzept der A-/B-Kurse.....	83
<i>Nikta Shayanfar, Hans-Georg Weigand</i>	
8 Adaptives Üben, adaptive Aufgabentrainings, Modelle grundlegenden Wissens und Könnens	93
<i>Gerhard Götz, Myriam Hamich, Guido Pinkernell, David Schönwälder, Daniel Ullrich, Sebastian Wankerl</i>	

9	Formatives E-Assessment und Diagnostik	127
	<i>Katja Derr</i>	
10	Der Fragetyp STACK.....	141
	<i>Miriam Weigel</i>	
11	E-Assessment Service Unit: Beratung, Konzeption und Durchführung von E-Klausuren.....	147
	<i>Anja Richter, Manfred Daniel</i>	
12	E-Klausur-Infrastruktur mit ILIAS.....	167
	<i>Cüneyt Sandal, Manfred Daniel</i>	
Teil III: Digitale Lerninhalte im Selbststudium – Lernprozessgestaltung.....		
		175
13	Curriculum	177
	<i>Reinhold Hübl, Katja Derr, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel</i>	
14	Lernzielorientierte Kurse.....	183
	<i>Katja Derr, Edith Mechelke-Schwede, Miriam Weigel</i>	
15	Lernmodule Grundlagenmathematik.....	193
	<i>Katja Derr, Reinhold Hübl, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel</i>	
16	Überfachliche Lernmodule.....	207
	<i>Yvonne Fischer</i>	
17	Gestaltungselemente und Usability	213
	<i>Katja Derr, Edith Mechelke-Schwede</i>	
Teil IV: Persönliche Lernprozessbegleitung zum Selbststudium.....		
		225
18	E-Mentoring	227
	<i>Louise Hoffmann</i>	
19	E-Tutoring.....	235
	<i>André Mersch, Alina Seibt</i>	
20	Inverted Precourses: Mathematikvorkurse an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe.....	245
	<i>Janina Stemmer</i>	
21	Mathematiklehrveranstaltung neu – digital und invertiert.....	255
	<i>Marc Peterfi, Manfred Daniel</i>	

22	Softwareentwicklungen zur Lernprozessbegleitung.....	267
	<i>Oliver Samoila</i>	
Teil V: Praxiserfahrungen aus dem Verbundprojekt optes273		
23	Projekt- und Wissensmanagement in Verbundprojekten	275
	<i>Albena Ivanova, Alexandra Kölle, Nina Magdanz, Anne Schreiber</i>	
24	Qualitätssicherung im optes-Projekt.....	289
	<i>Christian Schmidt, Gabi Reinmann</i>	
25	Evaluation im Projekt optes	299
	<i>Christian Schmidt, Victoria Marquardt, Gabi Reinmann, Daria Paul</i>	
26	Projektergebnisse als freie Bildungsinhalte (OER)	307
	<i>Matthias Kunkel</i>	
27	Nachhaltige Softwareentwicklungen im Verbundprojekt optes	317
	<i>Matthias Kunkel, Oliver Samoila</i>	
Teil VI: Verstetigung und Transfer.....325		
28	Möglichkeiten der Dissemination in einem Verbundprojekt.....	327
	<i>Daniel Köhler</i>	
29	Transfer der Ergebnisse in ein Anwendernetzwerk.....	331
	<i>Daniel Köhler</i>	
30	Schlusswort	339
	<i>André Mersch</i>	
	Erratum zu: Selbststudium im digitalen Wandel.....	E1
	<i>Roland Küstermann, Matthias Kunkel, André Mersch und Anne Schreiber</i>	
	Autor*innenverzeichnis	341

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort DHBW.....	V
Geleitwort TH OWL	VII
Geleitwort HUL.....	IX
Vorwort ILIAS	XI
Vorwort Projektleitung optes	XIII
Inhaltsüberblick	XV
Einleitung	1
<i>André Mersch</i>	
Teil I: Digitales, begleitetes Selbststudium in der Mathematik – MINT meistern mit optes	5
1 Digitales, begleitetes Selbststudium	7
<i>Daria Paul, Christian Schmidt, Gabi Reinmann, Victoria Marquardt</i>	
1.1 Zielrichtung: Mathematische Selbstlernkompetenz	8
1.2 Fachbezug: Erfassen, Bewerten, Üben.....	9
1.3 Eingrenzung: Lernziele, Fähigkeiten und Fertigkeiten	11
1.4 Rollen im Selbststudium: Entwickelnde, Betreuende und Begleitende	12
1.5 Begleitung vor und während des Studiums.....	13
Literatur.....	14
2 Lernmanagementsysteme als Rahmenbedingung.....	17
<i>Matthias Kunkel</i>	
3 Studien-Mathematikvorbereitung.....	21
<i>Katja Derr, Reinhold Hübl, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel</i>	
3.1 Einleitung: Vorkurse in Mathematik.....	21
3.2 Ablauf des optes-Vorkurses an der DHBW Mannheim	23
3.2.1 Diagnostischer Einstiegstest über alle Kursthemen	24
3.2.2 Lernzielorientierte Kurse.....	24
3.2.3 Zusatzangebote	25
3.2.4 Abschlusstest über alle Kursthemen (Lernerfolgskontrolle)	25
3.3 Datenbasis	26
3.3.1 Demografische Daten	26
3.3.2 Definition Studienerfolg.....	27

3.3.3	Zusammenhang Vorwissen und Studienerfolg	28
3.3.4	Vorkursteilnahme und Klausur Mathematik I	32
3.4	Lernerfolg im Vorkurs	33
3.4.1	Zusatzangebote	34
3.4.2	Lernaktivitäten	35
3.4.3	Zusammenhang Vorwissen, Lernerfolg im Vorkurs, Studienerfolg	36
3.5	Fazit	37
	Literatur	39
4	Üben als reflexive Praxis und Übeangebote im Rahmen von optes	43
	<i>Gabi Reinmann, Christian Schmidt, Victoria Marquardt, Daria Paul</i>	
4.1	Einführung	43
4.2	Üben als elementare Form des Lernens	44
4.2.1	Konstituierende Merkmale des Übens	44
4.2.2	Determinanten des Übens	46
4.3	Üben in der Mathematik	47
4.4	Üben aus fachdidaktischer und allgemeindidaktischer Sicht	48
4.5	Üben in optes	49
4.5.1	Direkte Übeangebote und das Üben unterstützende Angebote	49
4.5.2	Diagnose und Zusammenspiel von Angeboten	50
4.6	Zusammenfassung und Fazit	51
	Literatur	52
5	Selbstreflexion mit Hilfe von E-Portfolios	55
	<i>Oliver Samoila</i>	
	Literatur	60
Teil II: Digitale Unterstützung im Selbststudium		61
6	Klassifizierung mathematischer Handlungsaspekte im optes-Vorkurs	63
	<i>Anna-Katharina Roos, Hans-Georg Weigand, Jan Wörler</i>	
6.1	optes-Onlinekurs Mathematik	63
6.2	Einführung eines Kompetenzmodells in optes	64
6.2.1	Das schweizerische HarmoS-Modell	65
6.2.2	Das Kompetenzmodell in optes	66
6.2.3	Aufgaben im Rahmen des Kompetenzmodells	68
6.3	Grundzüge und Vorbereitungen einer empirischen Validierung des Kompetenzmodells	68
6.3.1	Methodik der Untersuchung	69
6.3.2	Ergebnisse	70

6.4	Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	79
	Literatur	81
7	Umgang mit Heterogenität – Das Konzept der A-/B-Kurse.....	83
	<i>Nikta Shayanfar, Hans-Georg Weigand</i>	
7.1	Die „Lernzielorientierten Kurse“	83
7.2	Beispiele für die LoKs	84
7.3	Eingehen auf die Heterogenität	86
7.4	Das Konzept der A- und B-Kurse	87
7.5	Zur Erstellung der B-Kurse.....	89
7.6	Ausblick	90
	Literatur.....	91
8	Adaptives Üben, adaptive Aufgabentrainings, Modelle grundlegenden Wissens und Könnens	93
	<i>Gerhard Götz, Myriam Hamich, Guido Pinkernell, David Schönwälder, Daniel Ullrich, Sebastian Wankerl</i>	
8.1	Arithmetik	97
8.2	Funktionale Zusammenhänge	103
8.3	Geometrie.....	111
8.4	Adaptives Empfehlungssystem	120
	Literatur.....	122
9	Formatives E-Assessment und Diagnostik	127
	<i>Katja Derr</i>	
9.1	Offene und geschlossene Fragen.....	128
9.2	Feedback	129
	9.2.1 Verifikationsfeedback.....	129
	9.2.2 Elaborationsfeedback (Erweitertes Feedback).....	130
9.3	Erstellung von Online-Tests.....	130
	9.3.1 Hinweise zur Formulierung von Fragen	131
	9.3.2 Hinweise zur Formulierung von Antworten und Antwortmöglichkeiten	131
	9.3.3 Hinweise zur Gestaltung von Feedback auf Fragen	133
	9.3.4 Hinweise zur Gestaltung von Feedback auf Tests	133
9.4	ILIAS-Fragetypen	134
9.5	Konzept für die Erstellung von Aufgaben und Tests in optes	135
	Literatur.....	138
10	Der Fragetyp STACK.....	141
	<i>Miriam Weigel</i>	
	Literatur.....	145

11	E-Assessment Service Unit: Beratung, Konzeption und Durchführung von E-Klausuren.....	147
	<i>Anja Richter, Manfred Daniel</i>	
11.1	Die Entwicklung von E-Klausuren im Projekt optes	147
11.2	Ziele und Aufgaben der E-Assessment Service Unit (EASU)	148
11.3	Der E-Klausur-Prozess an der DHBW Karlsruhe und die Beratung dazu	149
11.3.1	Die Vorbereitungsphase	149
11.3.2	Die Durchführungsphase	154
11.3.3	Die Nachbereitungsphase	157
11.4	Drei Umsetzungsbeispiele.....	158
11.4.1	E-Klausur „Simulationstechnik“ im Studiengang Maschinenbau.....	159
11.4.2	E-Klausur „Analysis und Lineare Algebra“ im Studiengang Wirtschaftsinformatik	161
11.4.3	E-Klausur „Produktmanagement“ im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen.....	162
11.4.4	Erkenntnisse aus den Beispielen.....	163
11.5	Rahmenbedingungen für eine weitere Verstetigung	164
12	E-Klausur-Infrastruktur mit ILIAS.....	167
	<i>Cüneyt Sandal, Manfred Daniel</i>	
12.1	Infrastruktur	167
12.1.1	Server.....	168
12.1.2	Client-Rechner.....	169
12.1.3	Safe Exam Browser	170
12.2	Ablauf des E-Klausur-Prozesses aus technischer Sicht.....	171
12.3	Einsatz von Drittsoftware.....	172
12.4	Ausblick	173
Teil III: Digitale Lerninhalte im Selbststudium – Lernprozessgestaltung.....		175
13	Curriculum	177
	<i>Reinhold Hübl, Katja Derr, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel</i>	
	Literatur.....	180
14	Lernzielorientierte Kurse.....	183
	<i>Katja Derr, Edith Mechelke-Schwede, Miriam Weigel</i>	
14.1	Lernzielorientierung im optes-Vorkurs	183
14.2	Beispiel für einen Lernzielorientierten Kurs (Funktionen)	185

14.3	Bearbeitungszeit.....	188
14.4	Einstiegstest und Abschlusstest als übergeordnete Lernzielorientierte Kurse	189
	Literatur.....	190
15	Lernmodule Grundlagenmathematik.....	193
	<i>Katja Derr, Reinhold Hübl, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel</i>	
15.1	Beispiele.....	194
15.2	Visualisierungen	196
15.3	Üben.....	198
15.4	Zusatzinformationen	202
	Literatur.....	204
16	Überfachliche Lernmodule.....	207
	<i>Yvonne Fischer</i>	
16.1	Lernzieltaxonomien und erstes Konzept.....	207
16.2	Überarbeitung und Richtungswechsel.....	208
16.3	Themen und konkrete Umsetzung	209
16.4	Verknüpfung mit den (mathematischen) Inhalten.....	210
	Literatur.....	212
	Weiterführende Literatur.....	212
17	Gestaltungselemente und Usability	213
	<i>Katja Derr, Edith Mechelke-Schwede</i>	
17.1	Einstieg	214
17.2	Navigation und Orientierung.....	217
17.3	Grafische Elemente und Icons	220
	Literatur.....	223
Teil IV: Persönliche Lernprozessbegleitung zum Selbststudium.....		225
18	E-Mentoring.....	227
	<i>Louise Hoffmann</i>	
18.1	E-Mentoring an der TH OWL.....	227
18.2	Ausbildung der E-Mentor*innen.....	228
18.3	Einsatz der E-Mentor*innen	230
	18.3.1 Der Online-Kurs „Studyguide“.....	230
	18.3.2 Weitere Einsätze der E-Mentor*innen.....	232
18.4	Fazit	232
	Literatur.....	233

19	E-Tutoring.....	235
	<i>André Mersch, Alina Seibt</i>	
19.1	Das E-Tutoring an der TH OWL	235
19.2	Die Ausbildung zum E-Tutor bzw. zur E-Tutorin	237
19.3	Einsatz der E-Tutor*innen	239
19.4	Marketing.....	241
19.5	Fazit – Übertragbarkeit an andere Hochschulen	242
	Literatur.....	242
	Weiterführende Literatur.....	243
20	Inverted Precourses: Mathematikvorkurse an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe.....	245
	<i>Janina Stemmer</i>	
20.1	Der umgedrehte Vorkurs.....	246
20.2	Digitale Unterstützungsangebote	249
20.3	Begleitetes Lernen vor Ort.....	250
20.4	Marketing und Motivation der Studierenden	252
20.5	Evaluation	253
	Literatur.....	254
21	Mathematiklehrveranstaltung neu – digital und invertiert.....	255
	<i>Marc Peterfi, Manfred Daniel</i>	
21.1	Einleitung.....	255
21.2	Das Grundkonzept: Inverted Classroom	256
21.3	Lernmaterial und Tests im Selbststudium.....	257
	21.3.1 Lernmodule	257
	21.3.2 Präsenzvorbereitende Tests	258
	21.3.3 Präsenzsitzungen	260
	21.3.4 Freier Trainingsplatz	261
	21.3.5 Elektronische Klausur und elektronische Probeklausur	262
21.4	Lessons Learned und Evaluation	262
21.5	Nutzbarkeit der digitalen Mathematiklehrveranstaltung in anderen Kontexten	264
	Literatur.....	265
22	Softwareentwicklungen zur Lernprozessbegleitung.....	267
	<i>Oliver Samoila</i>	

Teil V: Praxiserfahrungen aus dem Verbundprojekt optes	273
23 Projekt- und Wissensmanagement in Verbundprojekten	275
<i>Albena Ivanova, Alexandra Kölle, Nina Magdanz, Anne Schreiber</i>	
23.1 Einführung: Warum Projekt- und Wissensmanagement in optes..	275
23.2 Aufgaben von Projekt- und Wissensmanagement in optes	276
23.3 Instrumente von Projekt- und Wissensmanagement in optes.....	279
23.4 Herausforderungen im Projekt- und Wissensmanagement in optes	283
23.5 Lessons Learned und Fazit.....	286
Literatur.....	287
24 Qualitätssicherung im optes-Projekt.....	289
<i>Christian Schmidt, Gabi Reinmann</i>	
24.1 Qualität und Qualitätsmanagement im Wandel der Zeit	289
24.2 Grundsätze und Dimensionen der Qualitätssicherung in optes	290
24.3 Gegenstandsbereich der Qualitätssicherung.....	291
24.4 Qualitätskriterien für E-Learning-Projekte	291
24.5 Qualitätssicherung durch zyklisches Re-Design	293
24.6 Weitere qualitätssichernde Maßnahmen	294
24.7 Zusammenfassung und Fazit.....	296
Literatur.....	296
25 Evaluation im Projekt optes	299
<i>Christian Schmidt, Victoria Marquardt, Gabi Reinmann, Daria Paul</i>	
25.1 Theoretische Fundierung.....	299
25.2 Entwicklung der Evaluationsansätze im Projektverlauf – Von der „Hilfe zur Selbsthilfe“ zum modularisierten Online-Fragebogen.....	299
25.3 Evaluationsgegenstände und Evaluationsarten	300
25.4 Evaluationsbereiche und Evaluationsziele	301
25.4.1 Evaluationen der optes-Umgebung.....	301
25.4.2 Evaluationen der optes-Implementation	301
25.5 Evaluationskriterien	302
25.6 Evaluationsmethoden.....	303
25.7 Rückmeldungen an das Projekt.....	304
25.8 Abschließende Erkenntnisse	304
Literatur.....	305
26 Projektergebnisse als freie Bildungsinhalte (OER).....	307
<i>Matthias Kunkel</i>	
26.1 Das Lizenzmodell der Creative Commons.....	308
26.2 Auswahl der Creative-Commons-Lizenzen für optes	310

26.3	Umsetzung im Projektalltag.....	312
	Literatur.....	314
27	Nachhaltige Softwareentwicklungen im Verbundprojekt optes	317
	<i>Matthias Kunkel, Oliver Samoila</i>	
27.1	Der ILIAS-Softwareentwicklungsprozess.....	318
27.2	Koordinierte Softwareentwicklung im optes-Projekt.....	321
27.3	optes-Entwicklungsvorhaben	322
Teil VI: Verstetigung und Transfer		325
28	Möglichkeiten der Dissemination in einem Verbundprojekt.....	327
	<i>Daniel Köhler</i>	
29	Transfer der Ergebnisse in ein Anwendernetzwerk.....	331
	<i>Daniel Köhler</i>	
29.1	Materialienpool.....	331
29.2	Anwenderforum	333
29.3	Resümee.....	337
30	Schlusswort	339
	<i>André Mersch</i>	
	Erratum zu: Selbststudium im digitalen Wandel.....	E1
	<i>Roland Küstermann, Matthias Kunkel, André Mersch und Anne Schreiber</i>	
	Autor*innenverzeichnis	341

Einleitung



André Mersch

2010, Köln, Treffen der ILIAS-Arbeitsgruppe E-Assessment: Viele richtungsweisende Ideen zur Weiterentwicklung der Test- und Assessment-Funktionalitäten des Lernmanagementsystems (LMS) ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitsorganisationssystem) liegen auf dem Tisch. Seit seiner Entwicklung 1998 wurde ILIAS darauf ausgerichtet, nicht nur die Distribution von Materialien und die Organisation von Lernprozessen zu ermöglichen, sondern auch die Interaktion Lernender mit dem System und die Kollaboration mithilfe der Software zu unterstützen.

Vor allem die Anwendung im Feld der Grundlagenmathematik ist während dieser Treffen ein Thema, denn: Nicht erst seit gestern - schon von 2010 aus gesehen - ist festzustellen, dass die Mathematik eines der herausforderndsten Fächer für viele Studienanfänger*innen in MINT-Studiengängen und das Fehlen elementarer mathematischer Fähigkeiten in letzter Konsequenz ein signifikanter Grund für den Abbruch des Studiums ist.

Vor diesem Hintergrund entwerfen die Anwesenden eine erste Konzeptidee, wie unter maßgeschneidertem Einsatz von ILIAS Studierende im Selbststudium die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bearbeitung der Mathematikanteile ihrer MINT-Studiengänge schaffen können. Schnell ist dabei klar: Das wird aufwendig. Die dazu notwendigen konzeptionellen und technischen Voraussetzungen zu schaffen, wird einen Mitteleinsatz notwendig machen, der das in der ILIAS-Community zwar stark etablierte, doch gerade bei großen Entwicklungsprojekten an seine finanziellen Grenzen stoßende Crowdfunding-Prinzip überfordert.

Zu dieser Zeit ist das durch den Bund aufgelegte, zwei Milliarden Euro umfassende Förderprogramm Qualitätspakt Lehre (QPL) soeben angekündigt. In den folgenden Monaten konkretisiert sich das Vorhaben, die formulierten Ideen im Rahmen dieses Förderprogramms umzusetzen. Projektpartner finden sich, Teilprojektzuschreibungen werden vorgenommen und die Schreibearbeit beginnt.

Im Zuge der zweiten QPL-Förderrunde reichen die Duale Hochschule Baden-Württemberg, der ILIAS open source e-Learning e.V., die Universitäten der Bundeswehr in Hamburg und München und die Hochschule Ostwestfalen-Lippe (heute Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe) den gemeinsamen Antrag „optes –

Optimierung der Selbststudiumsphase“¹ ein – bzw. wollen den Antrag einreichen. In letzter Minute erreicht die Beteiligten die Botschaft, dass entgegen den zuvor festgelegten Förderbedingungen die Hochschulen der Bundeswehr nicht antragsberichtig sind – das Projekt steht vor dem Aus.

Um die bisher geleistete Arbeit dennoch mit der Einreichung eines Antrags abzuschließen, entsteht die Lösung, die Bundeswehrhochschulen durch eine privilegierte Partnerschaft an dem Projekt zu beteiligen. Diese erlaubt es, die dortige Expertise unter Berücksichtigung der veränderten Rahmenbedingungen in das Projekt einzubinden.

Die große Befürchtung, die formale Hürde könnte die Förderung verhindern, bewahrheitet sich nicht. Der Antrag überzeugt die Gutachter*innen und optes kann starten.

Das Projekt stellt sich von Beginn an als Mammutaufgabe dar. Etwa 20 Stellen an sechs Standorten sind zu besetzen, Projektstrukturen aufzubauen und Prozesse zu definieren. Dabei ist nicht nur die projektinterne Strukturierung herausfordernd, sondern auch die Etablierung der Projekte an den beteiligten Hochschulen. Das BMBF betritt mit der QPL-Förderlinie Neuland, die bewilligten Stellen passen nicht in die gewohnten Raster. Die Entwicklung eines „Third Space“ zwischen Lehre und Forschung an Hochschulen lässt sich in optes aus erster Hand beobachten.

Projektintern ist eine große Zahl an Teilprojekten zu koordinieren, die inhaltlich in starkem Zusammenhang stehen, um den Projekterfolg sicherzustellen. Der Projektplan zeichnet sich durch eine enge zeitliche Taktung und große Abhängigkeiten bei der Zulieferung von Ergebnissen zwischen den Teilprojekten aus.

Gleichzeitig sind die Teilprojekte räumlich an weit voneinander entfernten Standorten angesiedelt und die Fachkulturen der beteiligten Disziplinen wie auch die Organisationsstrukturen der vertretenen Hochschultypen hochgradig divers.

Über den gesamten Projektzeitraum muss ein kontinuierlicher Austausch aller Beteiligten sicher-, stets Transparenz darüber hergestellt werden, wer sich auf welchem Arbeitsstand befindet, und dieser muss auch noch zum Projektplan passen.

Um diese Komplexität handhabbar zu machen, ist schon im Antragsentwurf klar, dass kontinuierlicher, tiefgehender Austausch der Schlüssel zum Erfolg ist. Deshalb werden, neben der zwischen den Teilprojekten laufenden operativen Abstimmung einzelner Mitarbeiter*innen, quartalsmäßige Präsenztreffen und monatliche Videokonferenzen des gesamten Projektteams durchgeführt.

Ein Teilprojekt befasst sich gesondert mit dem Projekt- und Wissensmanagement, eines mit der Inhalts- und Prozessevaluation sowie der Qualitätssicherung und eines ausdrücklich mit der Dissemination der entwickelten Produkte und der

¹ Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01PL17012 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.



Einspeisung externer Nutzer*innenerfahrungen im laufenden Projekt - allesamt Maßnahmen, die in anderen Verbundprojekten nebenbei zu erledigen sind - und genau deshalb häufig der Grund für Fehlschläge.

Die enge Prozessbegleitung legt im Verlauf der ersten Förderphase strukturelle und inhaltliche Problemstellen offen, die aufgrund der Aufdeckung und Bearbeitung den Projekterfolg nicht gefährden, aber strukturelle Anpassungen für die zweite Phase notwendig machen.

So kommen in der zweiten ebenfalls erfolgreich beantragten Förderphase neben der mathematisch-inhaltlichen Perspektive eine fachdidaktische sowie ein Teilprojekt zur adaptiven Präsentation von Lerninhalten hinzu.

Unter dem Leitmotiv, einen eigenständigen didaktischen Ansatz eines begleiteten digitalen Selbststudiums zu entwickeln, gestaltet sich die Arbeit in optes über insgesamt acht Jahre Förderdauer.

Die Ergebnisse dieser intensiven Zeit präsentieren wir Ihnen in dem vorliegenden Band. Wir haben den Versuch unternommen, die Schilderungen der Einzelmaßnahmen so zu strukturieren und die Beiträge so aufeinander zu beziehen, dass Ihnen einerseits die starke Vernetzung der Angebote deutlich und so das große Ganze erkennbar wird, andererseits die einzelnen Artikel aber auch eigenständig funktionieren, um Ihnen die Möglichkeit zu geben, sich lediglich einzelne Aspekte des optes-Portfolios zu erschließen. Dieser Ansatz folgt der fundamentalen optes-Idee, nach der sich die entwickelten Maßnahmen als einzelne Komponenten, aber auch als vernetztes Ganzes einsetzen lassen und aufgrund der freien Lizenzierung immer so angepasst werden können, wie es vor dem Hintergrund der konkreten Rahmenbedingungen an Ihren Bildungseinrichtungen, in Schule, Hochschule oder in der Weiterbildung sinnvoll ist.

So können Sie dem durch die folgenden Seiten vorgegebenen Weg über die Schilderung der konzeptionellen und operativen Grundlagen eines digitalen, begleiteten Selbststudiums, der Lernprozessgestaltung mithilfe der mathematischen und überfachlichen Selbststudiumsmaterialien, den Maßnahmen zur Begleitung Studierender und Lehrender bei der Gestaltung und dem Lernen im Selbststudium, bis hin zu den gesammelten Praxiserfahrungen und Evaluationsergebnissen folgen², oder Sie nehmen das detaillierte Inhaltsverzeichnis hervor und wählen die Komponenten aus, die Sie besonders interessieren.

² Sämtliche Darstellungen und Bildschirmaufnahmen, die in den Beiträgen explizit ohne Quelle versehen wurden sind eigene Darstellungen aus *optes.de* bzw. seinen verwandten ILIAS-Auftritten.

In jedem Fall wünschen Ihnen alle am Projekt Beteiligten viele spannende Erkenntnisse – und auch ein bisschen Spaß dabei. Wenn Sie dabei fündig werden, freuen wir uns, wenn Sie dem *optes-Anwendernetzwerk*³ beitreten, die Materialien und Konzepte einsetzen und zu ihrer Weiterentwicklung beitragen.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/ die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



³ Da in der Printversion dieser Publikation die Verlinkungen nicht aktiviert werden können, sind die Informationen zu optes auf *optes.de* und die Informationen zum Anwendernetzwerk sowie der Materialienpool unter *anwender.optes.de* zu finden.

Teil I:

Digitales, begleitetes Selbststudium in der Mathematik – MINT meistern mit optes

Das digitale, begleitete Selbststudium in der Mathematik beinhaltet verschiedene Dimensionen und somit auch Ausgestaltungsmöglichkeiten. In erster Linie wird die Dimension der Fachdisziplin Mathematik und deren Lerninhalte angesprochen. Hierbei stellt sich die Frage, welche mathematischen Inhalte benötigt werden, damit Studierende ihr Studium erfolgreich absolvieren können. Gleichbedeutend rückt die Dimension der Rahmenbedingungen für ein digitales Selbststudium in den Vordergrund, also die Aufgabe, wie diese mathematischen Inhalte aufbereitet und digital abgebildet werden können. Ferner besteht die Perspektive der Lernenden und die Frage, welcher didaktische Ansatz für ein digitales Selbststudium geeignet ist. Zu bedenken ist hier darüber hinaus auch der Zeitpunkt des Einsatzes des Selbststudiums – vor Studienbeginn, um eine Homogenität im Wissensstand herzustellen, oder während des Studiums, um Lehrveranstaltungen zu unterstützen oder zu ergänzen.

Auf diese Fragestellungen soll in Teil I näher eingegangen werden. Kapitel 1 stellt das digitale, begleitete Selbststudium als eigenständigen didaktischen Ansatz im Bereich Mathematik vor und grenzt die Begrifflichkeiten ein. Die digitale Dimension des Selbststudiums, genauer gesagt die Rahmenbedingungen zur Nutzung eines Lernmanagementsystems für das Selbststudium, wird in Kapitel 2 näher ausgeführt. In Kapitel 3 wird ein Ansatz der Studien- und Mathematikvorbereitung im Kanon des Mathematik-Studiums unter Berücksichtigung diverser Elemente vorgestellt. Der didaktische Ansatz des reflexiven „Übens“ sowie die Darstellung von verschiedenen Angeboten zum Üben wird in 4 erläutert. Ergänzt wird die Komponente des selbstgestalteten Lernens von Studierenden um die Möglichkeit der Selbstreflexion über E-Portfolio-Arbeit (Kapitel 5).



1 Digitales, begleitetes Selbststudium

Daria Paul, Christian Schmidt, Gabi Reinmann, Victoria Marquardt

Beim Begriff „Selbststudium“ handelt es sich genauer betrachtet um einen Pleonasmus, denn wer studiert, muss dies – in jedem denkbaren Lernsetting – genau genommen immer selbst tun. Trotzdem hat sich der Begriff in der Hochschullehre etabliert, um den selbstgesteuerten und selbstorganisierten Anteil der Studiertätigkeit hervorzuheben, welcher seit der Bologna-Reform (1999) auch formal durch die Vergabe von Credit Points berücksichtigt wird (Kleß 2017).

Besonders in den sogenannten MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) spielt das Selbststudium als Bearbeitung von Übungs- und Anwendungsaufgaben seit jeher eine große Rolle – neben dem eigenen Erschließen und Begreifen komplexer Zusammenhänge, wie das auch in anderen Fächern der Fall ist.

Kritisch für das Selbststudium ist die Studieneingangsphase: Im Vergleich zur Schule wird von den Studierenden nun erwartet, dass sie eigenverantwortlicher, meist auch mehr und schneller lernen. Von Anfang an den rechten Einstieg in diese neue Phase zu finden, ist bei mathematischen Inhalten auch deswegen essenziell, weil sie häufig aufeinander aufbauen. Curriculare Unterschiede im Mathematikunterricht der Sekundarstufe führen außerdem zu unterschiedlichem Vorwissen bei Studierenden einer Kohorte. In der Folge mangelt es Studienanfänger*innen nicht selten an der erforderlichen mathematischen Wissensbasis. Alles zusammen führt dazu, dass ein intensives, individuell angepasstes Selbststudium in den MINT-Fächern von Beginn an erfolgsentscheidend werden kann.

Das Projekt optes zielt darauf ab, die Fähigkeit der Studierenden zum Selbststudium in Mathematik-affinen Grundlagenfächern zu verbessern. Ziel ist es, die bestehende Heterogenität im mathematischen Grundlagenwissen von Studienanfänger*innen auszugleichen und die Abbruchquote in den MINT-Fächern durch eine bessere Betreuung in der Selbststudienphase zu reduzieren.

Das optes-Lernszenario lässt sich im weitesten Sinne als „digitales, begleitetes Selbststudium“ (als spezielle Variante des Selbststudiums) beschreiben. Wir orientieren uns hier an den Definitionen von Landwehr und Müller (2008, S. 16 ff.):

Das Selbststudium ist von der klassischen Lehre (auch als Kontaktstudium bezeichnet) durch folgende Merkmale zu unterscheiden:

- Studierende bestimmen den äußeren Rahmen (Zeitpunkt, Dauer, Ort, Gruppenzusammensetzung etc.) selbst.

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

- Sie legen zudem die detaillierte Verlaufsstruktur des Lern- und Arbeitsprozesses selbst fest.
- Die Präsenz von Lehrenden ist dabei möglich, aber kein zentrales Element.

Das „begleitete Selbststudium“ ist eines, das sich zum einen auf curricular festgelegte Ziele und Inhalte bezieht (im Gegensatz zum freien Selbststudium) und das zum anderen von Lehrenden initiiert, unterstützt und/oder überprüft und besprochen wird (im Gegensatz zum individuellen Selbststudium). Ziel des begleiteten Selbststudiums aber ist letztlich vor allem das individuelle, optional auch das freie Selbststudium. Die Begleitung des Selbststudiums erfordert didaktische Gestaltungsmaßnahmen (Reinmann 2015) sowie eine Förderung der Kompetenzen derjenigen, die diese Begleitung leisten sollen (Böhmer und Mersch 2010, S. 233).

1.1 Zielrichtung: Mathematische Selbstlernkompetenz

Eine Optimierung des Selbststudiums kann nachhaltig nur erfolgen, wenn es gelingt, Studierende mit Maßnahmen darin zu unterstützen, „Selbstlernkompetenz“ aufzubauen. Selbstlernkompetenz ist eine Form der Lernkompetenz, die speziell im Selbststudium gebraucht wird. „Lernkompetenz“ wiederum ist eine besondere Form von Handlungskompetenz, mit dem eigenen Lernvorgang in spezifischen Lernsituationen bewusst umzugehen (Euler und Hahn 2007, S. 268).

(Selbst-)Lernkompetenz kann man (und dies entspricht dem am weitesten verbreiteten Verständnis von Kompetenz) nach drei Dimensionen aufschlüsseln, nämlich nach:

- a) dem Wissen über den jeweiligen Gegenstand des Lernens,
- b) dem Können im Umgang mit dem jeweiligen Gegenstand des Lernens und
- c) der Einstellung gegenüber dem jeweiligen Gegenstand des Lernens.

Die Besonderheit von optes besteht darin, dass sich Wissen, Können und Einstellung sowohl auf einen fachlichen Gegenstand (Mathematik) als auch auf einen fachübergreifenden Gegenstand (Selbststudium) beziehen. In Anlehnung an Euler und Hahn (2007, S. 133 ff.) lässt sich die angestrebte mathematische Selbstlernkompetenz als eine Kombination aus Sach- und Selbstkompetenz verstehen. In diesem Zusammenhang wird auch die Sozialkompetenz – also die Kompetenz im Umgang mit anderen Menschen – nicht ausgeschlossen, sofern sie dazu dient, auf diesem Wege die Sach- und/oder Selbstkompetenz zu erhöhen. Im Kontext der MINT-Fächer ist die mathematische Selbstlernkompetenz ein wesentlicher Aspekt der Studierfähigkeit.

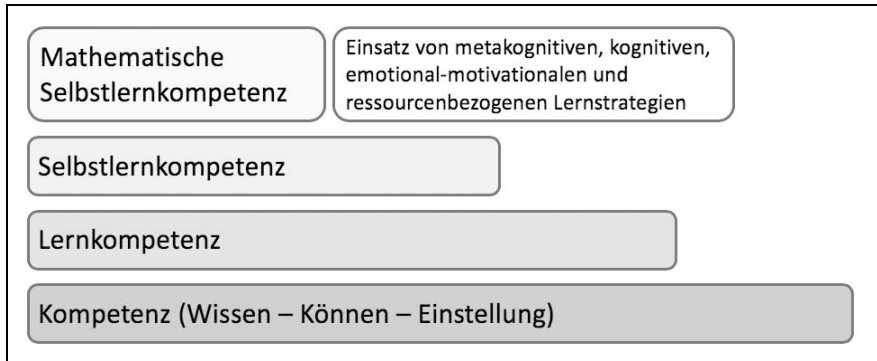


Abbildung 1: Komponenten der Selbstlernkompetenz

Es besteht ein relativ breiter Konsens darüber, dass erfolgreiches Selbstlernen fachspezifische Lernstrategien erfordert (Böhmer und Mersch 2010). Diese muss man kennen (Wissen), man muss ihnen positiv gegenüberstehen (Einstellung) und sie beherrschen (Können).

Eine relativ trennscharfe Unterscheidung differenziert Lernstrategien (Mandl und Friedrich 2005) weiterhin in:

- a) *metakognitive* Lernstrategien (Strategien zur Planung, Überwachung, Bewertung und Regulation des eigenen Lernprozesses),
- b) *kognitive* Lernstrategien (Strategien zum Verstehen und Behalten neuer fachlicher Information, zum Strukturieren von Information sowie zur Anwendung, zum Transfer und zur Vernetzung neu erworbenen Wissens),
- c) *emotional-motivationale* Lernstrategien (Strategien zur Initiierung und Aufrechterhaltung von Anstrengung, zur Interessenentwicklung, zur Kontrolle von Gefühlen etc.) sowie
- d) *ressourcenbezogene* Lernstrategien (Strategien zum Umgang mit Zeit, zur Kooperation mit anderen, zur Beschaffung und Nutzung von Lernhilfen und Medien etc.).

1.2 Fachbezug: Erfassen, Bewerten, Üben

Die in opotes fokussierte mathematische Selbstlernkompetenz unterscheidet sich von Selbstlernkompetenzen in anderen Studienfächern vor allem darin, dass bei ihr der Fachbezug eine wichtige Rolle spielt, denn: Fachliche Defizite kumulieren in der Mathematik rascher und führen schneller zu Abbruchszenarien als in anderen (z. B. geistes- und sozialwissenschaftlichen) Domänen. Obschon also einer-

Tabelle 1: Fachbezogenes Raster zur Einordnung von Maßnahmen zur Förderung von Selbstlernkompetenz

	metakognitiv	kognitiv	emotional-motivational	ressourcenbezogen
Erfassen	✓			
Bewerten	✓		✓	
Üben		✓		✓

seits eine Selbstlernkompetenz erforderlich ist, die für das Selbststudium in *allen* Studiengängen Relevanz hat, braucht diese im Bereich Mathematik andererseits eine besonders enge Verbindung zur Sachkompetenz. Maßnahmen zur Förderung von Selbstlernkompetenz bzw. konkreten Lernstrategien können daher inhaltlich durch Kategorien wie Erfassen, Bewerten und Üben spezifiziert werden.

- *Erfassen:* In einem ersten Schritt kommt dem Erfassen von Defiziten – also dem (diagnostischen) Assessment – eine besonders hohe Bedeutung zu. Schwächen, aber auch Stärken frühzeitig zu erkennen, ist folglich eine zentrale *metakognitive* Lernstrategie, die Studierende erlernen oder festigen sollten. Maßnahmen zur Förderung der Selbstlernkompetenz müssen daher die Tätigkeit und Fähigkeit zur selbständigen Fehlerdiagnose und Stärken-Schwächen-Analyse unterstützen.
- *Bewerten:* In einem zweiten Schritt kommt es darauf an, erkannte Defizite angemessen, zum Beispiel hinsichtlich ihres Umfangs und ihrer Relevanz, zu bewerten (*metakognitiver* Aspekt). Des Weiteren gilt es, erkannte Schwächen auch zu akzeptieren und als Motiv für mehr Anstrengung oder die Nutzung anderer Strategien im Selbststudium zu verwenden sowie die Motivationskraft von Stärken zu entfalten (*emotional-motivationaler* Aspekt). Maßnahmen zur Förderung der Selbstlernkompetenz müssen also die (Selbst-)Reflexion der eigenen Lernergebnisse und dahinterliegender Lernprozesse in einem umfassenden Sinne unterstützen.
- *Üben:* Wenn vor allem Defizite und Schwächen erkannt, eingeordnet und als Impuls für weiteres Handeln gedeutet wurden, sind diese in einem dritten Schritt zu beheben. Im Bereich der Mathematik ist dies in hohem Maße mit Üben verbunden (Aebli 2006, S. 326 ff.), wobei keineswegs nur der Aufbau von Routinen, sondern ein Verstehen durch variable Übungsmöglichkeiten gemeint ist (*kognitiver* Aspekt). Daneben sollen Studierende beim Üben lernen,

vorhandene soziale wie auch materiale Ressourcen zu nutzen (*ressourcenbezogener* Aspekt). Maßnahmen zur Förderung der Selbstlernkompetenz müssen folglich die Studierenden darin unterstützen, selbstständig Defizite zu beheben und Schwächen auszugleichen.

Erfassen im Sinne einer selbstständigen Fehlerdiagnose und Stärken-Schwächen-Analyse, Bewerten im Sinne einer Selbstreflexion von Lernergebnissen und -prozessen sowie Üben im Sinne der selbstständigen Behebung von Defiziten und des selbstständigen Ausgleichs von Schwächen sind so gesehen spezifische Anker für die Erarbeitung von Maßnahmen zur Förderung mathematischer Selbstlernkompetenz bzw. der dafür relevanten Lernstrategien.

1.3 Eingrenzung: Lernziele, Fähigkeiten und Fertigkeiten

Einen Kern von optes bilden innerhalb der Kompetenzorientierung die mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sich konkret einüben lassen. Hier wird vor allem das Können fokussiert. Dazu lassen sich vergleichsweise konkret Lernziele formulieren und Verfahren der Rückmeldung vom Lernstand an den Lernenden selbst sowie an lehrende und unterstützende Personen erarbeiten. Üben und Erfassen greifen hier eng ineinander. Im Bereich der Mathematik erfolgt dies am besten über Aufgaben, die als Übungsaufgaben wie auch als Tests verwendet werden können. Ergebnisse aus Übungsaufgaben und Tests geben Auskunft über Lernerfolge und noch bestehende Defizite. Diese Informationen sollten übersichtlich und verständlich aufbereitet werden (z. B. in E-Portfolios), um Lernenden, aber auch Lehrenden eine gezielte Weiterarbeit zu ermöglichen.

Eine wichtige Rolle spielen hier die *Lernziele* in Form von Angaben möglichst konkreter Kenntnisse und Vorgehensweisen, welche Studierende beherrschen müssen, um bestimmte mathematische Fragen beantworten bzw. mathematische Probleme lösen zu können. Ohne Lernziele dieser Art lässt sich weder erfassen, wie der Stand des Wissens und Könnens eines Studierenden ist, noch lassen sich Folgerungen für ein weiteres Üben bzw. Fördern ableiten. Für alle Angebote, speziell Übungsangebote, sind die Lernziele daher die Grundlage. Auf der Basis von Lernzielen und dazugehöriger Aufgaben für verschiedene mathematische Themengebiete lassen sich mathematische Fertigkeiten und Fähigkeiten bestimmen:

- *Fertigkeiten* beschreiben das Können der Studierenden bei der Lösung mathematischer Aufgaben in einem Themengebiet mit Angabe der Vorgehensweisen. Eine mathematische Fertigkeit ist also ein durch Üben entwickeltes Handlungsmuster, das dazu dient, bestimmte mathematische Aufgaben zu bearbeiten. Fertigkeiten sind inhaltsgebunden und geben an, was Studierende „hier und jetzt“ können müssen.

- *Fähigkeiten* beschreiben auf einem abstrakteren Niveau das Können der Studierenden bei der Bearbeitung mathematischer Probleme in einem Themengebiet ohne konkreten Aufgabenbezug. Eine mathematische Fähigkeit ist also ein ganzes Bündel von Fertigkeiten, das auf verschiedene mathematische Themengebiete angewendet werden kann. Fähigkeiten sind inhaltlich flexibler und geben perspektivisch an, was Studierende können müssen.

Mit diesem Vorgehen in optes wird die Kompetenzorientierung „heruntergebrochen“ und die Erarbeitung von Lern- und Übungsmaterial erleichtert. Über eine Fähigkeitsmatrix werden Rückmeldungen zum mathematischen Können der Studierenden in einer Form ermöglicht, die konkrete Folgerungen für weiteres Lernen und Üben nach sich zieht. Hier kommt es unter anderem darauf an, Rückmeldungen so aufzubereiten, dass Studierende sowohl motiviert als auch in der Lage sind, in Kombination mit den oben genannten Lernkompetenzen Schlüsse für die weitere Entwicklung ihrer mathematischen Kompetenzen zu ziehen.

1.4 Rollen im Selbststudium: Entwickelnde, Betreuende und Begleitende

In allen optes-Teilprojekten stehen die Studierenden als Lernende im Mittelpunkt des Interesses. Das Konzept des *begleiteten* Selbststudiums aber macht bereits deutlich, dass Lehrende oder Peers mit Lehrfunktionen (bei ausreichender Vorbereitung) ebenfalls sehr wichtig sind, nämlich um die Studierenden (in ihrem Selbststudium) zu begleiten.

Es erscheint vor diesem Hintergrund sinnvoll, zwischen den Personengruppen „Lehrende“ (Hochschullehrende, wissenschaftliche Mitarbeitende) und „Studierende“ einerseits und verschiedenen Rollen in der Begleitung des Selbststudiums andererseits zu unterscheiden. Während sich Einzelne nur *einer* Personengruppe zuordnen können, ist die Zuweisung einer Rolle mit konkreten Aufgaben flexibel, sodass eine Person – wie in optes der Fall – auch mehrere Rollen haben kann, nämlich die folgenden:

- *Entwickelnde* von Maßnahmen: Dabei handelt es sich meist um Lehrende, die Maßnahmen zur Verbesserung des Selbststudiums (auch auf der Meta-Ebene zur Schulung von Personen, die bestimmte Rollen übernehmen) erarbeiten; in optes können sie darin auch von Studierenden (in der Rolle als Begleitende von Lehrenden) unterstützt werden.

- *Betreuende* von Studierenden: Dies sind Lehrende oder Studierende, die Lernende bei der Nutzung von Maßnahmen zur Verbesserung des Selbststudiums zur Seite stehen, im Bedarfsfall Feedback geben oder anderweitig unterstützend tätig werden. Diese Rolle wird in opes als Mentor*innen-Rolle bezeichnet (siehe Kapitel 18).
- *Begleitende* von Lehrenden: Gemeint sind hier in der Regel Studierende, im Bedarfsfall aber auch andere (erfahrenere) Lehrende, welche die Entwickler*innen von Maßnahmen zur Verbesserung des Selbststudiums unterstützen. Diese Rolle wird in opes als Tutor*innen-Rolle bezeichnet (siehe Kapitel 19).

In den einzelnen Teilprojekten von opes sind alle Rollen in unterschiedlicher Gewichtung und Ausprägung gegeben. Mit den verschiedenen Rollen im Rahmen des digitalen, begleitetes Selbststudiums sind unterschiedliche Herausforderungen verbunden. Diese können sich je nach Form und Zeitpunkt der Begleitung unterscheiden.

1.5 Begleitung vor und während des Studiums

Die Begleitung des Selbststudiums kann sowohl die Phase vor als auch die während des Studiums abdecken. In beiden Fällen werden die (angehenden) Studierenden mit dem Ziel begleitet, Kompetenzen für eine erfolgreiche Bewältigung des Selbststudiums zu fördern. Zu unterscheiden sind daher zwei Maßnahmenbündel an zwei Zeitpunkten zur Begleitung des Selbststudiums:

- studienvorbereitende Maßnahmen, also ein begleitetes Selbststudium *vor* dem Studium (Synonym: Propädeutika), und
- studienunterstützende Maßnahmen, also ein begleitetes Selbststudium *während* des Studiums.

„Maßnahme“ fungiert an dieser Stelle als übergeordnete Bezeichnung für Konzepte, Materialien, Methoden und Werkzeuge für die Verbesserung des Selbststudiums. Die Maßnahmen vor und während des Studiums können unter bestimmten Bedingungen gleich sein oder sich ähneln; sie können aber auch aufgrund abweichender Zielsetzungen mehr oder weniger unterschiedlich gestaltet sein.

Die in opes entwickelten Maßnahmen zur Unterstützung des Selbststudiums können zu Kursen zusammengestellt werden, welche sich nach Art der Begleitung und Ausmaß der Digitalisierung weiter differenzieren lassen in reine Online-Kurse, betreute E-Learning-Kurse und in umfangreichere E-Learning-Angebote, die im Sinne des Blended Learnings auf verschiedene Weise mit Präsenzveranstaltungen verknüpft sind (Staker und Horn 2012).

Reine Online-Kurse begleiten Studierende in ihrem Selbststudium ausschließlich virtuell mit vorab aufbereiteten Lerninhalten und Unterstützungsmaterialien wie beispielsweise Glossaren und Links zu weiterführenden Informationen. Wie in optes der Fall, kann man das auch mit überfachlichen Online-Angeboten zur Förderung der Selbstlernkompetenz verbinden. Reine Online-Maßnahmen müssen selbsterklärend sein und auch in heterogenen Studierendengruppen funktionieren. In der Erstellung sind diese entsprechend aufwändig, im Einsatz dafür dann effizient und hoch skalierbar. Daher eignen sich diese besonders für optionale Vorkurse, die von Studieninteressierten genutzt werden, um sich mit den mathematischen Anforderungen des angestrebten Studienfachs vertraut zu machen, Wissenslücken aufzudecken und vor Aufnahme des Studiums selbstgesteuert auszugleichen.

Beim betreuten E-Learning werden zusätzlich Maßnahmen implementiert, die es den Studierenden ermöglichen, während der Erarbeitung der Lerninhalte Rückfragen zu stellen, die dann von zuvor geschulten Tutor*innen beantwortet werden. Auch dieser Fall ist mit optes umsetzbar. Eine Betreuung macht es zudem möglich, den Lernprozess durch regelmäßige Diskussionsanreize, Aufgabenstellungen, Feedback zu den Lösungen sowie die Vorgabe von Lernplänen dynamischer und interaktiver zu gestalten. Der große Vorteil einer (e-)tutoriellen Begleitung des Selbststudiums liegt darin, dass auf Fragen und Bearbeitungsprobleme der Studierenden zeitnah und individuell eingegangen werden kann. Im Idealfall lässt sich so verhindern, dass Studierende die Motivation verlieren und den Kurs abbrechen. In der Umsetzung ist die betreute Variante entsprechend aufwändiger und an den Stellen einzusetzen, wo das Abbruchrisiko am größten ist.

Eine durchdachte Kombination von Online- und Präsenz-Maßnahmen – eine Option auch in optes – erscheint letztlich am besten für die Begleitung des Selbststudiums geeignet zu sein, setzt aber auch ein hohes Maß an Gestaltungskompetenz und einen nicht unerheblichen Betreuungsaufwand voraus.

Literatur

- Aebli, H. (2006). *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Böhmer, M. & Mersch, A. (2010). Selbststudium und Web 2.0. In K.-U. Hugger & M. Walber (Hrsg.), *Digitale Lernwelten. Konzepte, Beispiele und Perspektiven* (S. 229-244). Wiesbaden: VS Verlag.
- Euler, D. & Hahn, A. (2007). *Wirtschaftsdidaktik*. Bern: Haupt.
- Kleiß, E. (2017). Einstellung von Lehrenden zum Selbststudium. *die hochschullehre, Jg. 3*, 1–14. Verfügbar unter http://www.hochschullehre.org/wp-content/files/die_hochschullehre_2017_kless_selbststudium.pdf [10.06.2020].
- Landwehr, N. & Müller, E. (2006). *Begleitetes Selbststudium. Didaktische Grundlagen und Umsetzungshilfen*. Bern: h.e.p. Verlag.
- Mandl, H. & Friedrich, H. F. (Hrsg.) (2005). *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen: Hogrefe.

- Reinmann, G. (2015). *Studententext Didaktisches Design*. Hamburg. Verfügbar unter https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/07/Studententext_DD_Sept2015.pdf [12.06.2020].
- Staker, H. & Horn, M. B. (2012). Classifying K–12 Blended Learning. *Innosight Institute*. Verfügbar unter <https://eric.ed.gov/?id=ED535180> [10.06.2020].

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





2 Lernmanagementsysteme als Rahmenbedingung

Matthias Kunkel

Im optes-Projekt wurden eine Vielzahl von inhaltlichen Angeboten entwickelt, die zur Durchführung unterschiedliche softwaretechnische Unterstützung brauchen. Aufgebaut wurde zum Beispiel ein Mathematik-Propädeutikum aus thematisch abgestimmten Vorkursen, in denen Lernmodule und Glossare zur Wissensvermittlung und Tests zum Üben und zum Überprüfen des individuellen Lernstands verwendet werden (siehe Kapitel 14). Elektronische Portfolios wurden benötigt, um den Reflexionsprozess der Lernenden zu unterstützen und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten im Rahmen des E-Tutoring-Ansatzes zu dokumentieren (siehe Kapitel 5). Für E-Klausuren (siehe Kapitel 11) brauchte es ebenso ein mächtiges Test-Tool wie für den Freien Trainingsplatz (siehe Kapitel 4), auf dem Anwender*innen ihre Fähigkeit zum Lösen mathematischer Aufgaben trainieren können. Dies sind nur einige Beispiele.

Für jedes der genannten Angebote hätte das Projektteam ein eigenständiges, dafür spezialisiertes Software-Tool finden und einsetzen können. Allerdings sah der in optes verfolgte Ansatz auch vor, dass diese Angebote miteinander verknüpft sind. Der Test sollte zum Beispiel Daten auf Basis gegebener Antworten an das Kompetenzmanagement von ILIAS übermitteln, aus dem das Portfolio wiederum eine Visualisierung des Kompetenzstands jeder anwendenden Person generieren kann. Oder eine ursprünglich für den Vorkurs erstellte Frage sollte auch in einer E-Klausur oder im Freien Trainingsplatz wiederverwendet werden können. Damit existierten zahlreiche Anforderungen an Schnittstellen, an die Wiederverwendbarkeit von Inhalten und Daten und an die Flexibilität der gewählten Softwarelösung.¹

Mit ILIAS stand schon vor Projektbeginn ein Lernmanagementsystem (LMS) zur freien Verfügung, das diese verschiedenen Prozesse bereits unterstützte oder für das mit überschaubarem Aufwand die noch nicht vorhandene Funktionalität umsetzbar war. An Stelle einer Vielzahl unterschiedlicher Softwareanwendungen mit unterschiedlicher Ergonomie, eigener Benutzerverwaltung und divergierender

¹ Die starke Verzahnung der verschiedenen Angebote und der dafür genutzten Funktionen ist auch der Grund, warum in optes keine SCORM-Lernmodule verwendet werden – obwohl das dem Wunsch der Wiederverwendung von optes-Angeboten entgegenkäme. Aber im Gegensatz zu den verwendeten ILIAS-Lernmodulen unterstützen SCORM-Module vom Standard her genau nicht die gewünschte Vernetzung von Objekten. Ziel ist es vielmehr, die Abhängigkeit eines Lernmoduls von anderen Anwendungen möglichst gering zu halten und dessen Wiederverwendung in verschiedensten Kontexten zu ermöglichen.

Softwareanforderungen, konnte das optes-Gesamtvorhaben mit Hilfe von ILIAS auf einer einzigen softwaretechnischen Plattform entwickelt und bereitgestellt werden.

Die Vorteile dieser Lösung waren nicht nur eine einheitliche Benutzerführung in allen Teilbereichen der Plattform, eine gemeinsame Benutzerverwaltung und Zugriffskontrolle für alle Anwendungen sowie ein überschaubarer Aufwand für die Systemadministration, da nur eine Softwareanwendung betreut werden musste. Dass es für die Nutzung der optes-Angebote nur eines Lernmanagementsystems bedarf, war auch für die Weitergabe der optes-Angebote im Zuge der Dissemination der Projektergebnisse von entscheidendem Vorteil.

Anwender*innen, deren Hochschule bereits ILIAS nutzten, konnten relativ einfach die optes-Angebote in ihre bestehende Plattform integrieren und verwenden.² Anwender*innen, die noch kein LMS besaßen, mussten zur Nutzung von optes nur ILIAS installieren und die optes-Angebote importieren. Und Anwender*innen, die ein anderes LMS verwendeten, konnten eine ILIAS-Installation parallel zu ihrer zentralen Lernplattform betreiben und die optes-Angebote per LTI-Schnittstelle³ in ihr LMS einbinden.

Durch die Verwendung eines Standard-Lernmanagementsystems, dessen Entwicklung unabhängig vom optes-Projekt verläuft, wurde außerdem die Nachhaltigkeit der Nutzung der optes-Angebote gesichert. Denn auch nach dem Ende der Projektförderung von optes wird ILIAS durch seine breit aufgestellte Community weiterentwickelt und genutzt. Die in ILIAS entwickelten Angebote sind damit auch ohne die Förderung von optes nutzbar und wiederverwendbar. Wäre hingegen für optes eine eigene Softwarelösung entwickelt worden, könnte deren Betrieb und Pflege nach Projektende nicht mehr gewährleistet werden. Zudem wären für eine vollständige Neuentwicklung unverhältnismäßig mehr Finanzmittel notwendig gewesen als für die punktuelle Erweiterung eines an sich schon ausgereiften und leistungsfähigen Systems wie ILIAS.

Die Verwendung eines Standard-Lernmanagementsystems an Stelle einer auf das Projekt optimierten Einzellösung verlangte von den Projektbeteiligten aber auch Kompromisse. So mussten Wünsche an die Weiterentwicklung von ILIAS immer in den regulären Anforderungs- und Abstimmungsprozess des Open-

² Damit dieser Vorteil zum Tragen kommt, mussten die Angebote in ILIAS für eine Standard-Version des Lernmanagementsystem entwickelt werden und durften kein spezifisch angepasstes ILIAS benötigen. Siehe hierzu auch die Aspekte von Anpassungs- und Kernentwicklung in Kapitel 27.

³ Die Möglichkeit, ILIAS-Kurse und Lerninhalte über eine LTI-Schnittstelle in andere LMS zu provisionieren, steht erst seit Anfang 2018 zur Verfügung und wurde mit der ILIAS-Version 5.3 eingeführt. Hochschulen, die z. B. das an vielen Einrichtungen genutzte LMS Moodle verwenden, können mathematische Vorkurse von optes über die LTI-Schnittstelle in Moodle bereitstellen. Die Studierenden nutzen den Vorkurs dann scheinbar im ihnen bekannten LMS, bewegen sich de facto aber auf dem ILIAS-Server und nutzen die dort vorhandenen Inhalte und Funktionen.

Source-Projekts eingebracht und verhandelt werden.⁴ Nicht immer konnten sich hierbei die Projektbeteiligten durchsetzen. Oftmals waren auch Zugeständnisse bei Funktionalität und Umsetzung notwendig, damit die neu geschaffene Funktionalität in das Standard-ILIAS passte, nicht eine unnötig hohe Komplexität bei der Bedienbarkeit schuf und die betroffenen Softwarekomponenten auch in anderen Szenarien noch gut funktionierten und nutzbar waren.

Mit der Nutzung einer Standard-Software wie ILIAS an Stelle einer projekteigenen Einzellösung waren alle Teilprojekte auch gezwungen, die Entwicklung ihrer inhaltlichen Angebote an den Release-Zyklus von ILIAS anzupassen. Wurde für optes ein neues Feature in ILIAS entwickelt, stand dieses auf der optes-Plattform wie auf allen anderen ILIAS-Installationen erst dann zur Verfügung, nachdem die neue ILIAS-Version fertig entwickelt, getestet und veröffentlicht wurde. Teilprojekte mussten so mitunter ein Jahr und mehr auf ein benötigtes Feature warten.⁵ Ein entsprechend vorausschauendes Projektmanagement war deshalb nötig.

Dafür profitierte das optes-Projekt im gesamten Förderzeitraum von der dynamischen Entwicklung der Standard-Version von ILIAS. So standen dem Projektteam im Laufe der Zeit verschiedene neue Funktionen zur Verfügung, deren Entwicklung von anderen Anwender*innen finanziert und umgesetzt wurde. Sobald diese Features in den neuen ILIAS-Versionen der Allgemeinheit zur Verfügung standen, waren sie auch für die Umsetzung der optes-Szenarien nutzbar. Hätte es solche Synergieeffekte nicht gegeben, wären für die softwaretechnische Umsetzung der verschiedenen Anwendungsszenarien von optes wesentlich mehr Finanzmittel notwendig gewesen.

Nicht alle gewünschten und von optes benötigten Funktionen konnten aber für den Kern von ILIAS implementiert werden. Zwei für optes und die Nutzung mathematischer Inhalte wesentliche Features wurden als Plug-ins konzipiert und umgesetzt: die Einbindung des STACK-Fragetyps⁶ und die Darstellung geometrischer Objekte mit GeoGebra.

In beiden Fällen wird eine externe und unabhängig von ILIAS existierende Software über eine Plug-in-Schnittstelle in ILIAS eingebunden und nutzbar gemacht. Dieser technische Umstand ist aber weder für die Autor*innen, die Inhalte erstellen, noch für die Lerner*innen, die diese nutzen, spürbar. Wie bei einem vom ILIAS-Kern bereitgestellten Feature wird auch hier wird die Funktionalität der jeweiligen Drittsoftware innerhalb des Lernmanagementsystems bereitgestellt und für die Anwender*innen nutzbar gemacht.

⁴ Der Softwareentwicklungsprozess von ILIAS und seine Anforderungen und Abläufe wird beschrieben in Kapitel 27.

⁵ Kapitel 27 gibt einen Einblick in den Releasezyklus von ILIAS, die zu Projektbeginn genutzte Möglichkeit der beschleunigten Softwareentwicklung mit Release-Branches und den Gründen zum Wechsel auf Standard-Versionen für ILIAS.

⁶ Zur Bedeutung von STACK und seiner Nutzung in ILIAS siehe Kapitel 10.

Und auch bei der Weiterentwicklung der STACK-Unterstützung in ILIAS entstanden ähnliche Synergieeffekte wie bei der Entwicklung des Standard-ILIAS. Während die Erstimplementierung von STACK in ILIAS zunächst vor allem von Hochschulen betrieben wurde, die direkt an optes beteiligt waren, übernahmen mit der Zeit andere Hochschulen die Finanzierung, um die Unterstützung von STACK in ILIAS weiter zu verbessern.

Auch wenn ILIAS strengere Rahmenbedingungen für das optes-Projekt geschaffen hat, als dies vielleicht bei einer softwaretechnischen Einzellösung der Fall gewesen wäre – vor allem auf lange Sicht überwiegen die Vorteile durch den Einsatz einer sich kontinuierlich weiterentwickelnden Standardlösung. Und nur mit diesem Ansatz ist eine Weitergabe und Weiternutzung der in optes erstellten Inhalte möglich und damit deren Nachhaltigkeit gesichert.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/ die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





3 Studien-Mathematikvorbereitung

Katja Derr, Reinhold Hübl, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel

3.1 Einleitung: Vorkurse in Mathematik

Ausgangssituation des Projekts optes war, dass viele angehende Studierende nicht ausreichend auf die Anforderungen eines (MINT-)Studiums vorbereitet sind: Einerseits fachlich, und zwar im Bereich der Grundlagenmathematik, andererseits überfachlich, also in Bezug auf die Fähigkeit, selbstständig und zielorientiert zu lernen. Auch acht Jahre nach Projektstart hat dieser Befund seine Gültigkeit: Lückenhaftes Wissen und fehlende Routine führen dazu, dass viele Studienanfänger*innen Probleme haben, den Vorlesungen im ersten Semester zu folgen. Wissensdefizite können sich so in kurzer Zeit aufsummieren und den Studienerfolg gefährden.

Auch wenn die Entscheidung für einen Studienabbruch von einer Vielzahl individueller Faktoren beeinflusst wird (z. B. Georg 2008; Blüthmann, Thiel und Wolfram 2011), sind Überforderung und Leistungsprobleme in MINT-Fächern die am häufigsten genannten Gründe für das vorzeitige Beenden eines Studiums (Heublein et al. 2017a; für Baden-Württemberg: Heublein et al. 2017b). Umgekehrt haben sich schulische Leistungen im Fach Mathematik oder die Teilnahme an Mathematik-Leistungskursen als guter Indikator für späteren Studienerfolg in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen erwiesen (Tynjälä et al. 2005; Greefrath et al. 2014;). Ähnlich zuverlässige Prädiktoren sind Ergebnisse in diagnostischen Mathematiktests (Abel und Weber 2014; Haase 2014; Knospe 2011). Studierende mit soliden Vorkenntnissen in Mathematik haben also bessere Chancen, ihr MINT-Studium zu beenden (Trapmann et al. 2007). Dementsprechend sinnvoll erscheint es, der Heterogenität des Vorwissens mit zusätzlichen Förderangeboten zu begegnen (Biehler 2018). Ob sie tatsächlich zur Verbesserung des Vorwissens und damit zur Verringerung der Zahl von Studienabbrüchen beitragen, ist allerdings schwer nachzuweisen.

„Traditionelle“ Vorkurse finden in der Regel erst kurz vor dem regulären Studienbeginn statt. In sehr kurzer Zeit werden sehr viele Lerninhalte in komprimierter Form vermittelt, was gerade Studienanfänger*innen mit größeren Wissenslücken überfordern und verunsichern kann. Da die Kurse *vor* dem Studium stattfinden, also weder institutionalisiert noch verpflichtend sind, ist eine systematische Auswertung der Teilnehmerdaten meist erschwert.

Webbasierte Programme haben zwar den Vorteil, dass viele Daten in der Lernumgebung gespeichert sind, doch auch hier können technische, administrative oder

datenschutzrechtliche Hürden eine quantitative Evaluation erschweren und Verknüpfung mit Daten zum späteren Studienerfolg verhindern.

Auch haben nicht alle angehenden Studierenden das notwendige überfachliche Vorwissen. E-Learning-Programme verlangen ein höheres Maß an Planung, Zeitmanagement und Selbstkontrolle (Reinmann 2010). Gerade Lernende mit geringem Fachwissen haben Schwierigkeiten, den Lernprozess zu planen und neigen eher zu Prokrastination (Helmke und Schrader 2000, Artino und Stephens 2009, Michinov et al. 2011).

Angesichts dieser konzeptionellen und methodischen Schwierigkeiten können Vorkurs-Evaluationen oft nur die allgemeine Zufriedenheit mit dem Programm attestieren (Price und Oliver 2007). Im Rahmen des optes-Projekts wurde zusätzlich zu den Evaluationsumfragen eine umfassende quantitative Analyse durchgeführt, die die genannten Probleme und Interaktionen zwischen Einflussfaktoren im Blick behält und dennoch valide Aussagen über Zusammenhänge zwischen Vorkursteilnahme und späterem Studienerfolg erlaubt.

Das Teilprojekt Formatives E-Assessment und Propädeutika, das an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim angesiedelt ist, war für die Konzeption und Erstellung der mathematischen Lerninhalte und Selbsttests zuständig. Parallel dazu wurde ein datenbasiertes Evaluationskonzept umgesetzt. Während des mehrjährigen Zyklus aus Pilotphase, Datenanalyse und Re-Pilotierung konnte immer wieder auf unerwartete Probleme reagiert werden, die dann für das folgende Jahr (und für alle anderen Hochschulen) ausgeräumt wurden.

Neben der allgemeinen Qualitätskontrolle und der Analyse der Zufriedenheit der Lernenden mit dem Angebot (siehe auch Kapitel 25) wurde als weiteres Evaluationsziel definiert, den Erfolg der Maßnahme in Bezug auf die Ausgangssituation – mangelnde Vorkenntnisse in Mathematik und das damit verbundene Risiko des Studienabbruchs – aufzuzeigen. Der zunächst nur angenommene Zusammenhang zwischen fehlenden Mathematik-Vorkenntnissen und Studienerfolg in einem technischen Studiengang musste also in einem ersten Schritt für die DHBW Mannheim nachgewiesen werden (siehe Kapitel 3.3.3). Basierend auf diesem Ausgangsmodell konnten dann Zusammenhänge zwischen Vorkurs-Teilnahme und späterem Studienerfolg untersucht werden. Dabei lag der Fokus auf der Gruppe von Studienanfänger*innen mit geringen Mathematik-Vorkenntnissen und auf der Frage, welche Lernformen und Zusatzangebote für diese „Risikogruppe“ besonders geeignet sind. Es ergaben sich folgende Evaluationsziele und Fragestellungen:

Qualitätssicherung

Die Lernmaterialien werden von den angehenden Studierenden der DHBW Mannheim umfassend genutzt und als hilfreich für ihre Studienvorbereitung angesehen. Das inhaltliche, technische und organisatorische Design wird überwiegend positiv aufgenommen. Dieses Evaluationsziel wurde über jährliche Teilnehmerbefragungen adressiert. Auf die Ergebnisse wird im Kapitel 25 im Detail eingegangen.

Wirkungsanalyse

Unter Berücksichtigung des Zusammenspiels von Vorwissen, Vorkursteilnahme und Studienerfolg werden die folgenden Hypothesen für die Fakultät Technik der DHBW Mannheim untersucht:

1. Mathematik-Vorkenntnisse (gemessen über einen diagnostischen Test) sind ein zuverlässiger Prädiktor für Mathematikleistungen im Studium und für Studienerfolg insgesamt.
2. Vorkursteilnehmer*innen und Nicht-Teilnehmer*innen unterscheiden sich in Bezug auf die Mathematikleistungen im Studium und den Studienerfolg insgesamt.
3. Die Teilnahme am Vorkurs führt zu einem Lernzuwachs (gemessen über die Differenz zwischen Einstiegstest und Abschlusstest).
4. Die Art der Teilnahme (Selbststudium, Betreutes E-Learning, Präsenz) hat Einfluss auf den Lernerfolg der „Risikogruppe“.
5. Die Teilnahme am Vorkurs und/oder der Lernerfolg im Vorkurs wirken sich positiv auf spätere Studienleistungen der „Risikogruppe“ aus.

3.2 Ablauf des optes-Vorkurses an der DHBW Mannheim

Das inhaltliche Konzept für die in optes eingesetzten webbasierten Lernmaterialien wurde in Kooperation mit den optes-Projektpartnern entwickelt und abgestimmt (siehe auch Kapitel 13). Die mathematischen Kurse sind in sich abgeschlossen und können im Selbststudium bearbeitet werden. Aus den schon genannten Gründen empfiehlt sich aber die Einbettung in ein didaktisches Konzept mit Hilfs- und Betreuungsangeboten. Die Ausgestaltung der Kurse bzw. ihre Integration in bestehende Programme zur Studienvorbereitung liegt in der Verantwortung der Hochschulen. Auch an den optes-Partnerhochschulen ist die Studienvorbereitung Mathematik unterschiedlich aufgebaut und bedient sich unterschiedlicher Lehrszenarien und Betreuungskonzepten.

Die Studienvorbereitung der DHBW Mannheim steht ab Juni jedes Jahres online zur Verfügung. Die angehenden Studierenden werden von den Studiensekretariaten oder ihren Arbeitgebern auf das Angebot hingewiesen oder finden es über die Homepage der Hochschule. Sie können sich selbst für den Vorkurs registrieren.

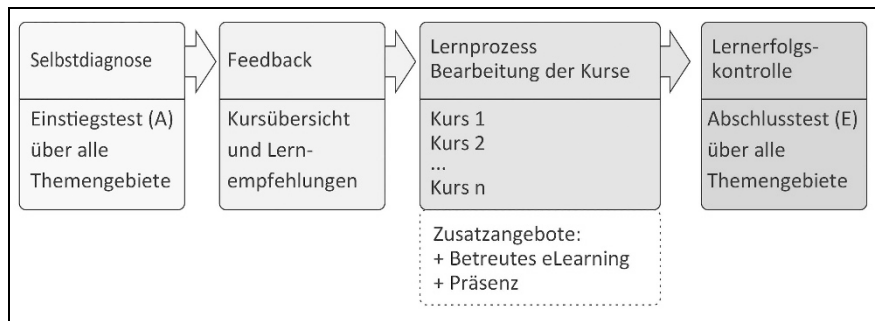


Abbildung 1: Ablauf des Vorkurses und Zusatzangebote an der DHBW Mannheim

3.2.1 Diagnostischer Einstiegstest über alle Kursthemen

Der Vorkurs beginnt mit einem Diagnostischen Einstiegstest (siehe auch Kapitel 9). Die Durchführung des Tests ist freiwillig, allerdings werden die Studienanfänger*innen auf der Website auf die Relevanz der Grundlagenmathematik für ihr Studium hingewiesen und aufgefordert, das Angebot zur Selbsteinschätzung ernst zu nehmen. Der Test ist analog zum Kursangebot nach mathematischen Themenbereichen gegliedert (siehe Kapitel 13) und jedes Thema wird durch mindestens fünf Aufgaben repräsentiert (siehe auch Kapitel 9).

3.2.2 Lernzielorientierte Kurse

Nach Abgabe des Tests erhalten die Teilnehmer*innen ein Feedback mit Gesamtpunktzahl, einem allgemeinen Text zur Interpretationshilfe sowie einer Auswertung nach den mathematischen Kategorien. Liegt das Testergebnis in einem Themengebiet unter einem vorher definierten Mindestwert, wird die Bearbeitung des dazugehörigen Kurses empfohlen. In optes wird mit dem Kursformat „Lernzielorientierter Kurs“ (LoK) gearbeitet, d. h. alle Lerninhalte sind einem Lernziel zugeordnet. Jeder LoK beginnt mit einem kurzen Einstiegstest (B), der die drei bis fünf Lernziele des Kurses abdeckt. Basierend auf dem Testergebnis wird die Bearbeitung eines oder mehrerer Lernmodule empfohlen. Am Ende jedes Kurses kann die Erreichung der Lernziele über einen Selbsttest (Abschlusstest D) überprüft werden. Eine detaillierte Beschreibung der Lernzielorientierten Kurse in optes findet sich in Kapitel 14.

Die Bearbeitung der Kurse im Selbststudium eignet sich vor allem für Studienanfänger*innen, die kleinere Wissenslücken schließen möchten und über angemessene Lernstrategien verfügen. Vorkursteilnehmer*innen, die eine stärkere Unterstützung benötigen, können zwischen den Zusatzangeboten „Betreutes E-Learning“ und „Präsenzkurse“ wählen.

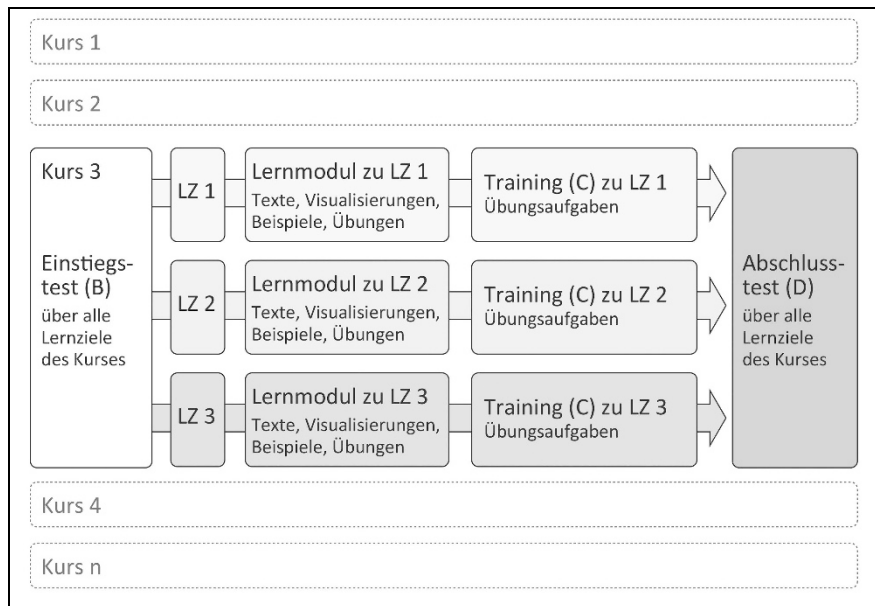


Abbildung 2: Aufbau eines Lernzielorientierten Kurses (LoK)

3.2.3 Zusatzangebote

Die ersten beiden Jahre des optes-Projekts wurden genutzt, um erste Piloten zu testen und ein zuverlässiges Testdesign zu entwickeln. Ab 2014 wurden dann zum ersten Mal die Zusatzangebote pilotiert. Im einmonatigen Kurs „Betreutes E-Learning“ werden die Lernenden in Gruppen von zehn bis zwölf Teilnehmer*innen von E-Dozent*innen betreut. Die Kommunikation läuft über themenspezifische Foren, in Einzelfällen auch über E-Mail. Neben der stärkeren Strukturierung des Lernplans und der Kommunikation in der Gruppe besteht der zentrale Unterschied zum Selbststudium in einer höheren Verbindlichkeit. Die Kursteilnahme wird nur bestätigt, wenn pro Woche ein Aufgabenblatt bearbeitet und hochgeladen wurde.

Die kostenpflichtigen Präsenzangebote dauern fünf bzw. zehn Tage, mit jeweils drei Stunden Vorlesung am Vormittag und begleiteten Übungen am Nachmittag.

3.2.4 Abschlusstest über alle Kursthemen (Lernerfolgskontrolle)

Zur Erfassung des Lernerfolgs wird in der ersten Woche nach Studienbeginn in den PC-Räumen der Hochschule ein weiterer Test über alle Kursthemen durchgeführt. Dieser deckt die gleichen mathematischen Grundlagenthemen wie der Diag-

nostische Einstiegstest (A) ab und ist vom Schwierigkeitsgrad mit diesem vergleichbar. An diesem Test nehmen alle Studienanfänger*innen der Fakultät Technik der DHBW Mannheim teil, sodass auch die Mathematik-Kenntnisse der Nicht-Vorkursteilnehmer*innen erfasst und mit dem späteren Studienerfolg in Beziehung gesetzt werden können.

3.3 Datenbasis

An der Fakultät Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim beginnen jedes Jahr circa 700 Studienanfänger*innen ihr Studium in den Studiengängen Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Mechatronik oder Wirtschaftsingenieurwesen. Das Studium besteht aus sich abwechselnden dreimonatigen Theorie- und Praxisphasen und wird nach drei Jahren mit einer Bachelorarbeit und 210 ECTS¹-Punkten abgeschlossen.

Alle Studienanfänger*innen sind gleichzeitig bei einem Partnerunternehmen der DHBW angestellt. Sie haben also ein Bewerbungsverfahren durchlaufen und der erfolgreiche Abschluss des Bachelor-Studiums ist Bestandteil ihres Arbeitsvertrags. Aufgrund dieser systemischen Unterschiede sind die Abbruchzahlen im Vergleich zu Universitäten oder Fachhochschulen deutlich geringer (Bauer-Hailer und Wezel 2008; Kramer et al. 2011). Dennoch hat die DHBW analog zum allgemeinen Hochschultrend einen deutlichen Anstieg der Studienabbrüche zu verzeichnen. Im Jahr 2011 lag die Quote erstmals über 10% und im Jahr 2014 schon bei 15% (DHBW Präsidium 2012, 2016). Zum Vergleich: Im Bundesdurchschnitt ergaben sich im gleichen Zeitraum Abbruchquoten von über 30% an Universitäten und 25% an Fachhochschulen (Heublein und Schmelzer 2018).

3.3.1 Demografische Daten

Die meisten Studienanfänger*innen der Fakultät Technik der DHBW Mannheim haben ihre Hochschulzugangsberechtigung in Baden-Württemberg (25%) oder den anliegenden Bundesländern Rheinland-Pfalz (22%) und Hessen (17%) erworben. Zwei weitere größere Gruppen sind Studienanfänger*innen aus Nordrhein-Westfalen (11%) und Bayern (9%), 14,5% stammen aus dem sonstigen Bundesgebiet oder dem Ausland (1,5%). Mit 15% sind weibliche Studierende deutlich in der Unterzahl, insbesondere in den Studiengängen Informatik (11%) und Elektrotechnik und Maschinenbau (jeweils 12%).

Die Mehrzahl der Studienanfänger*innen hat die Allgemeine Hochschulreife (AHR) an einem Gymnasium oder einer Gesamtschule erworben (70%). 15% beginnen ihr Studium mit Allgemeiner Hochschulreife von einem Beruflichen Gym-

¹ European Credit Transfer and Accumulation System

nasium, 12% mit Fachhochschulreife (FHR). „Nicht-traditionelle“ Studienanfänger*innen mit sogenanntem „Meisterabitur“ oder Allgemeiner Hochschulreife über ein Kolleg, eine Abendschule oder aus dem Ausland machen nur 3% aus.

Das Durchschnittsalter zu Studienbeginn liegt bei 20,3 Jahren. Durch die Einführung von G8 (2011 in Bayern, 2012 in Baden-Württemberg, 2013 in Hessen und NRW) ist die Gruppe der Studienanfänger*innen, die ihr Studium mit 18 Jahren beginnen, etwas größer geworden. Die Effekte sind allerdings geringer als erwartet. Das Alter korreliert mit der Art der Hochschulzugangsberechtigung, mit älteren Studienanfänger*innen in den Gruppen AHR: Berufliches Gymnasium (Durchschnittsalter 20,4 Jahre) und FHR (22,2 Jahre), während Studienanfänger*innen mit AHR: Gymnasium oder Gesamtschule im Schnitt 19,8 Jahre alt sind.

3.3.2 *Definition Studienerfolg*

Für die Untersuchung des Studienerfolgs standen die gesamten Klausurnoten der Fakultät Technik zur Verfügung, inklusive kumuliertem Grade Point Average (GPA) und ECTS-Punkten. Aus diesen Daten ließ sich auf einen Studienabbruch schließen, wenn ab einem bestimmten Zeitpunkt Klausurnoten fehlen oder die benötigte Zahl an ECTS-Punkten nicht erreicht wurde.

Für die Analyse war es außerdem von Bedeutung, aus welchem Grund ein Studium abgebrochen wurde; nach Sichtung der Klausurergebnisse ließen sich nämlich nicht alle Studienabbrüche eindeutig auf Leistungsprobleme zurückführen. Gerade im ersten Studienjahr erkennen viele Studierende, dass ihnen die gewählte Studienrichtung nicht zusagt, sie sich etwas Anderes vorgestellt haben oder generell mit dem Hochschultyp unzufrieden sind. Diese Gruppe von Abbrecher*innen wechselt meist in einen anderen Studiengang oder an eine andere Hochschule (Heublein et al. 2017b).

Da der Studienabbruch aufgrund von Leistungsproblemen im Fokus der Studie stand, wurden Studierende, die das Studium trotz guter oder sehr guter Klausurergebnisse beendet haben ($GPA \geq 2,5$) aus der Analyse ausgeschlossen. Studierende wurden als Studienabbrecher*innen aufgrund von Leistungsproblemen gewertet, wenn der letzte Versuch einer oder mehr als einer Klausur nicht bestanden wurde ($Note > 4,0$). Da auch das Verpassen von Prüfungsterminen ein Indiz für Leistungsprobleme sein kann, wurden sehr lückenhafte Datensätze in Kombination mit einem $GPA \geq 2,5$ nicht aus der Analyse ausgeschlossen.

Auf Basis der vorliegenden Daten wurde angenommen, dass 20% der Studierenden ihr technisches Studium an der DHBW aufgrund von Leistungsproblemen abgebrochen haben. 2% der Studierenden haben ihr Studium abgebrochen, obwohl ihre Studienleistungen gut oder sehr gut waren. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über den Datensatz der Jahrgänge 2011 bis 2015, deren Studienverlaufsdaten für diesen Bericht vollständig vorlagen.

Tabelle 1: Studienerfolgs-/Abbruchzahlen DHBW Mannheim Fakultät Technik (Datenbasis: eingeschriebene Studierende der Jahrgänge 2011 bis 2015; fehlend: $n = 79$; Studienanfänger*innen, für die keine Daten zur Vorkursteilnahme vorliegen)

	2011	2012	2013	2014	2015	Gesamt
Studium erfolgreich beendet	589	651	550	532	552	2874 (78%)
Studienabbruch aufgrund von Leistungsproblemen	91	179	158	168	142	738 (20%)
Studienabbruch trotz guter Leistung	35	12	13	8	13	81 (2%)
Gesamt	715	842	721	708	707	3693

Um die Relevanz der Studienleistungen im Fach Mathematik für den späteren Studienerfolg nachzuweisen, wurde der Zusammenhang zwischen einzelnen Klausurergebnissen und den beiden Studienerfolgsvariablen (GPA und Studienabbruch ja/nein) untersucht.

Für alle Mathematikklausuren ergaben sich gute bis sehr gute Korrelationen mit dem GPA am Ende des Studiums (zwischen $r = 0,60$ und $r = 0,66$), ähnlich gute Werte wurden für besonders Mathematik-lastige Fächer wie Elektrotechnik oder Regelungstechnik erzielt ($r = 0,60$ bzw. $0,65$). Eine einfache lineare Regression mit der Mathematik-Klausur, die im ersten Studienjahr geschrieben wird, als Prädiktor von kumuliertem GPA war signifikant ($F(1, 3486) = 2572,9, p < 0,001$) und erklärte 43% der Varianz.

Eine binärlogistische Regressionsanalyse mit der abhängigen Variablen Studienabbruch (j/n) zeigte ebenfalls einen starken Zusammenhang. Mit jeder Verbesserung in der Klausur Mathematik I um eine Note stieg die Wahrscheinlichkeit, das Studium abzuschließen um mehr als das Vierfache (odds ratio = 4,5; $\chi^2(n = 3694, 1) = 808,5, p < 0,001$; erklärte Varianz = 33%).

Die Klausur Mathematik I, die im ersten Studienjahr geschrieben wird, konnte somit als guter früher Prädiktor für den späteren Studienerfolg identifiziert werden.

3.3.3 Zusammenhang Vorwissen und Studienerfolg

Zur Bestätigung der Vorannahme, dass die Vorkenntnisse in Mathematik mit dem späteren Studienerfolg korrelieren, wurde das Ergebnis im Diagnostischen Einstiegstest A (bzw. Abschlusstest E für alle Nicht-Vorkursteilnehmer*innen) sowie Informationen zur Schulbildung und weitere potenziell relevante demografische Faktoren wie Alter, Geschlecht oder Bundesland in Bezug zum Studienerfolg gesetzt (siehe Tabelle 2 und Abschnitt 3.3.1).

Tabelle 2: Untersuchte Einflussfaktoren

Variable	Kategorien/Ausprägungen	Art/Anzahl
Jahrgang	2011-2015 (vollständige Jahrgänge); 2016-2018 (noch nicht abgeschlossene Jahrgänge)	8
Studiengang	Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen	5
Bundesland	Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen, NRW, Bayern, Sonstige	6
Geschlecht	männlich, weiblich	2
Alter	in Jahren	Skala
Abstand Schule-Hochschule	in Jahren	Skala
Art der Hochschulzugangsberechtigung	Fachhochschulreife (FHR); Allgemeine Hochschulreife Berufliches Gymnasium (AHR: Bgym) oder Gymnasium (AHR: AGym)	3
HZB-Note	Note im Schul-Abschlusszeugnis / in der Hochschulzugangsberechtigung (1-4)	Skala
Vorkursteilnahme	Keine Teilnahme am Vorkurs (0) versus Teilnahme (1)	0/1
Einstiegstest (%)	Ergebnis im Diagnostischen Einstiegstest (Vorkurs-Teilnehmer*innen) bzw. im Abschlusstest (erster Test für Nicht-Teilnehmer*innen) in Prozent	Skala (0-100)
Studienerfolg (abhängige Variablen)		
Mathematik I	Klausurergebnis Mathematik I (1-5)	Skala (1-5)
GPA*	Kumulierter Grade Point Average am Ende des Studiums (1-4)	Skala (1-4)
Studienabbruch*	Studienabbruch aufgrund von Leistungsproblemen (0) bzw. mit Studienerfolg (1)	0/1

*nur JG 2011-2015

Hinweis: In früheren Analysen wurde auch die Mathematik-Schulnote in die multiple Regression einbezogen. Allerdings war der Einfluss dieser Variable im Vergleich zum Einstiegstest deutlich schwächer. Da beide Variablen ein Maß für die fachbezogenen Vorkenntnisse darstellen, die Datensätze beim Einstiegstest aber vollständiger waren, wurde die Rolle der Mathematiknote hier nicht nochmal dokumentiert. In Derr, Hübl und Ahmed (2018) wurde auch der Einfluss von nicht-

kognitiven Variablen wie Einstellung gegenüber dem Fach Mathematik untersucht. Durch die starke Konfundierung mit den Leistungsvariablen wurden sie in dieser Analyse ausgeschlossen.

Einfache und multiple Regression mit den Leistungen im ersten Studienjahr (Mathematik I), am Ende des Studiums (kumulierter GPA) sowie die Variable Studienabbruch bestätigten weitgehend die Vorannahmen.

Tabelle 3 zeigt im Vergleich die Ergebnisse für Mathematik I ($n = 3120$) und GPA ($n = 2627$) (zur besseren Vergleichbarkeit werden die Analysen für die Jahre 2011 bis 2015 dargestellt; die Regressionen für Mathematik I für die Jahrgänge 2016-2018 erzeugen sehr ähnliche Resultate).

Stärkste und über alle Jahrgänge stabile Prädiktoren waren die Note im Schulabschlusszeugnis (HZB-Note) und das Ergebnis im Diagnostischen Einstiegstest (in %). Nach dem Modell wurde mit jeder Verbesserung der Note im Abschlusszeugnis eine Verbesserung des Ergebnisses in Mathematik I um eine halbe Note prognostiziert ($B = 0,48$). Analog dazu eine Verbesserung des GPA am Ende des Studiums um 0,33. In allen einfachen Regressionen und auch im multiplen Modell über alle Jahrgänge war dieser Faktor hochsignifikant mit $p < 0,01$.

Ähnlich stabil war der Zusammenhang zwischen Mathematik-Vorwissen und Studienerfolg: Das Testergebnis im Diagnostischen Einstiegstest bzw. Abschluss-test (in Prozent richtiger Antworten) lässt sich einer Verbesserung der Mathematiknote von 0,02 zuordnen. Studierenden mit einem Testergebnis von beispielsweise 50% wird also eine um 0,2 bessere Mathematik-I-Klausurnote vorhergesagt als vergleichbaren Studierenden mit einem Testergebnis von 40%. Einem Abstand von 50% in diesem Test lässt sich also eine ganze Notenstufe in Mathematik I zuordnen.

In Bezug auf den GPA am Ende des Studiums war der Einfluss des Einstiegstests erwartungsgemäß schwächer ($B = 0,01$), aber immer noch signifikant ($p < 0,01$). Auch die Art der Hochschulzugangsberechtigung hatte einen bedeutsamen Einfluss im Modell. Studierende, die die Allgemeine Hochschulreife an einem allgemeinbildenden Gymnasium erworben haben, haben nach dem Modell ein um fast 0,4 Notenpunkte besseres Klausurergebnis in Mathematik I.

Für die demografischen Variablen ergaben sich sowohl in den einfachen als auch in den multiplen Regressionsmodellen immer wieder signifikante Ergebnisse, diese waren aber entweder inkonsistent von Jahr zu Jahr oder ließen sich auf Interaktionen mit den schulbezogenen Daten zurückführen. Beispielsweise wurden für weibliche Studierende bessere Studienleistungen vorhergesagt, die deskriptiven Verteilungen zeigten aber, dass Frauen häufiger gute und sehr gute HZB-Noten und/oder ein Gymnasium besucht hatten.

Unerwartete und unregelmäßige Effekte wurden für das Alter und für das Bundesland, in dem die HZB erworben wurde, beobachtet. Auch dies war durch den Einfluss schulbezogener Variablen beeinflusst, da beispielsweise Schüler*innen, die direkt vom Gymnasium auf die Hochschule wechseln, meist jünger sind als

Absolvent*innen mit Fachhochschulreife, andererseits aber die Varianzen mit steigendem Alter immer größer werden (die Mehrheit aller Fälle liegt im Bereich 18 bis 21 Jahre, und der Datensatz im Bereich 22 bis 49 Jahre ist sehr heterogen).

Tabelle 3: Multiple lineare Regression mit Mathematik I (erstes Studienjahr) und GPA am Ende des Studiums, Jahrgänge 2011-2015

	Mathematik I ($n = 3120$)			GPA ($n = 2627$)		
	B	$SE B$	\bullet	B	$SE B$	\bullet
(Konstante)	0,10	0,27		2,76	0,11	
Jahrgang ^a : 2012	0,05	0,02	0,04	0,02	0,01	0,05*
Jahrgang: 2013	-0,08	0,02	-0,10**	-0,01	0,01	-0,03
Jahrgang: 2014	-0,04	0,01	-0,06**	0,00	0,01	0,00
Jahrgang: 2015	-0,17	0,05	-0,07**	-0,01	0,02	-0,01
Studiengang ^b : WIW	0,24	0,06	0,09**	-0,03	0,02	-0,03
Studiengang: MT	0,23	0,05	0,09**	-0,04	0,02	-0,04
Studiengang: EL	0,26	0,05	0,11**	-0,16	0,02	-0,16**
Studiengang: MB	0,46	0,05	0,22**	-0,06	0,02	-0,07**
Land ^c : Rheinland-Pfalz	0,11	0,04	0,05*	0,04	0,02	0,05*
Land: Hessen	0,08	0,05	0,03	-0,03	0,02	-0,03
Land: NRW	0,00	0,06	0,00	-0,04	0,02	-0,03
Land: Bayern	0,12	0,06	0,04*	0,04	0,02	0,03
Land: Sonstige	-0,14	0,05	-0,05*	-0,09	0,02	-0,09**
Geschlecht	0,20	0,05	0,07**	0,02	0,02	0,02
Alter	-0,01	0,01	-0,01	0,00	0,01	-0,01
Abstand Schule-HS	0,05	0,01	0,08**	0,02	0,01	0,08**
AHR ^d : Bgym	0,14	0,06	0,05*	-0,01	0,03	-0,01
AHR: Agym	0,38	0,06	0,17**	0,07	0,02	0,08**
HZB-Note	0,48	0,03	0,26**	0,33	0,01	0,46**
Vorkursteilnahme	0,25	0,04	0,09**	0,08	0,02	0,07**
Einstiegstest (%)	0,02	0,00	0,29**	0,01	0,00	0,19**

B : unstandardisierter Regressionskoeffizient; $SE B$: Standardfehler B ; β : standardisierter Regressionskoeffizient; Signifikanzlevels: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

^a Jahrgang 2011 = baseline versus 2012, 2013, 2014, 2015

^b Studiengang Informatik = baseline versus Wirtschaftsingenieurwesen (WIW), Mechanik (MT), Elektrotechnik (EL), Maschinenbau (MB)

^c Land Ba-Wü = baseline versus Rheinland-Pfalz, Hessen, NRW, Bayern, alle anderen

^d Art der HZB: FHR = baseline versus AHR: BGym (Berufliches Gymnasium) und AHR: AGym (Allgemeines Gymnasium)

Als Tendenz lässt sich sagen, dass ältere Studierende im ersten Studienjahr etwas häufiger das Studium abbrechen, darüber hinaus scheint das Alter beim Studienerfolg aber keine Rolle zu spielen.

Beim Vergleich der fünf größten Bundesländer im Datensatz (Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Bayern) schnitten die Schüler*innen aus Baden-Württemberg erstaunlich schwach ab, vor allem der Unterschied zu Bayern war deutlich. Die Detail-Analyse zeigte, dass Studienanfänger*innen aus den weiter entfernten Bundesländern Bayern und NRW insgesamt bessere Eingangsvoraussetzungen in Bezug auf Vorkenntnisse und schulischen Hintergrund mitbringen. Ein Ansatz zur Interpretation könnte sein, dass sich leistungsstarke Schüler*innen stärker mit ihrer Studienplatzwahl beschäftigen und sich bewusst für ein duales Studium in einem anderen Bundesland oder bei einem bestimmten Unternehmen entschieden haben. Allerdings lässt sich der Leistungsunterschied zwischen Baden-Württemberg und den näher an Mannheim gelegenen Bundesländern Rheinland-Pfalz und Hessen so nicht unbedingt erklären. Möglicherweise spielt auch die Abschaffung der Leistungskurse in Baden-Württemberg eine Rolle. In vergleichbaren Untersuchungen konnte der Besuch eines Leistungskurses mit deutlich besseren Studienleistungen in Verbindung gebracht werden (z. B. Knospe 2011; Greefrath und Hoever 2016).

Beim Vergleich der Bundesländer und der Altersgruppen wurde auch der Einfluss der Einführung des achtjährigen Gymnasiums untersucht. Es konnte aber kein positiver oder negativer Einfluss auf spätere Studienleistungen gefunden werden.

Insgesamt konnte über die multiplen Regressionen bis zu 30% der Varianz in Mathematik I und bis zu 33% der Varianz im kumulierten GPA aufgeklärt werden.

Eine binärlogistische Regression mit den Eingangsvoraussetzungen und der Variable „Studienabbruch“ zeigte sehr ähnliche Zusammenhänge, allerdings war in diesen Analysen die HZB-Note ein stärkerer Prädiktor als das Ergebnis im Mathematik-Einstiegstest.

Für die weiteren Analysen lässt sich festhalten, dass ein Ergebnis im Diagnostischen Einstiegstest unter 50% ein Risiko für den weiteren Studienerfolg darstellt.

3.3.4 *Vorkursteilnahme und Klausur Mathematik I*

Wie angenommen erwiesen sich die Ergebnisse im Diagnostischen Einstiegstest als zuverlässiger Prädiktor für Mathematikleistungen im Studium und für den Studienerfolg insgesamt. Tabelle 3 zeigt darüber hinaus ein um 0,25 Notenpunkte besseres Ergebnis in Mathematik I für Vorkursteilnehmer*innen im Vergleich zu Nicht-Teilnehmern. In Bezug auf den Studienabbruch zeigte die binärlogistische Regression eine Verdopplung der Wahrscheinlichkeit, das Studium zu beenden (Odds Ratio oder $\text{Exp}(B) = 1,99$).

Vorkursteilnehmer*innen und Nicht-Teilnehmer*innen unterscheiden sich also in Bezug auf die Mathematikleistungen im Studium und den Studienerfolg insgesamt. Bei der Interpretation ist allerdings ein starker Bias zu berücksichtigen, da die Teilnahme am Vorkurs freiwillig war. Es ist davon auszugehen, dass die Entscheidung für oder gegen eine Kursform stark mit dem fachlichen Vorwissen

interagiert. Tabelle 4 zeigt die Unterschiede in den beiden Gruppen für die Jahrgänge 2014 bis 2018.

Die Ergebnisse in der Klausur Mathematik I bei Vorkursteilnehmer*innen liegen also im Durchschnitt eine halbe Note über den Ergebnissen der Nicht-Teilnehmer*innen. Darüber hinaus liegt ihr Testergebnis im Einstiegstest mit gut 50% korrekter Antworten über dem Testergebnis von Nicht-Teilnehmer*innen (46%) und ihre Note im Schulabschlusszeugnis ist um 0,2 Notenpunkte besser. In einer Varianzanalyse sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen für alle drei Variablen signifikant ($p < 0,001$; ANOVA HZB-Note: $F(1, 3162) = 73,5$; Einstiegstest: $F(1, 3163) = 45,8$; Mathematik I: $F(1, 3162) = 117,7$).

Tabelle 4: Vorkursteilnehmer*innen/Nicht-Teilnehmer*innen: HZB-Note, Ergebnis im Diagnostischen Einstiegstest und Klausurergebnis Mathematik I

	2014	2015	2016	2017	2018	Gesamt
Vorkursteilnahme						
<i>n</i>	554	504	553	488	436	2535
HZB-Note	2,2	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1
Diagnostischer Einstiegstest A (%)*	50,3	49,4	51,2	50,3	50,0	50,3
Mathematik I	2,7	2,8	2,7	2,6	2,7	2,7
keine Vorkursteilnahme						
<i>n</i>	94	134	149	114	139	630
HZB-Note	2,5	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3
Erster Test (E) (%)	47,6	42,6	44,3	48,1	45,8	45,5
Mathematik I	3,3	3,3	3,2	3,0	3,1	3,2

* für Vorkurs-Nicht-Teilnehmer*innen war der Abschlusstest E der Test; Datenbasis: Teilnehmer*innen an der Klausur Mathematik I

3.4 Lernerfolg im Vorkurs

Bei der Lernerfolgsanalyse war vor allem von Interesse, ob die Startposition von Studierenden der „Risikogruppe“ durch die Teilnahme am Vorkurs verbessert werden kann.

Als Lernerfolg im Vorkurs wurde die Differenz zwischen Diagnostischem Einstiegstest und parallelisiertem Abschlusstest über alle Themengebiete definiert (= Gain Score). Es wurde angenommen, dass die Teilnahme am Vorkurs zu einer Verbesserung im Abschlusstest führt und dass sich die Art der Teilnahme auf den Lernzuwachs auswirkt.

Zunächst wurde über Varianzanalysen untersucht, welche Faktoren sich positiv auf den Lernerfolg im Vorkurs auswirken. Im Durchschnitt lagen die Einstiegstest-ergebnisse der Kursteilnehmer*innen in den Jahren 2014 bis 2018 bei 50,2 und die

Abschlussstestergebnisse bei 55,6 ($n = 2620$) (Testergebnisse in Prozent), der Gain Score aller Vorkursteilnehmer*innen also bei 5,4.

3.4.1 Zusatzangebote

Tabelle 5 zeigt die Teilnehmerzahlen im Vorkurs von 2014 bis 2018. Mit etwa 60% macht die Gruppe der Studienanfänger*innen, die den Vorkurs im Selbststudium bearbeitet, die größte Gruppe aus. Die Zusatzangebote (Betreutes E-Learning und Präsenzkurs) werden vor allem bei weniger gutem Einstiegstestergebnis empfohlen, waren aber für alle Studienanfänger*innen offen.

Seit Einführung des Betreuten E-Learnings ist der Anteil der Teilnehmer*innen sukzessive angestiegen, da auch die Partnerunternehmen dieses Angebot zunehmend in ihre Vor-Praktika integriert haben. Auch der Anteil an Studienanfänger*innen, die beide Angebote belegen, ist seit 2014 erheblich gestiegen.

Tabelle 5: Vorkurs-Teilnahmezahlen nach Art des Kursangebots

	2014	2015	2016	2017	2018	Gesamt
Selbststudium	383	371	389	316	212	1671
Präsenzkurs	85	64	72	90	46	357
Betreutes E-Learning	77	50	86	71	140	424
Präsenz plus E-Learning	26	33	17	19	71	166
Gesamt	571	518	564	496	469	2618

Der Lernerfolg bzw. Gain Score war bei Teilnahme an einem Zusatzangebot höher, als bei der Bearbeitung der Materialien im Selbststudium. Auch die Art des Zusatzangebots hatte einen signifikanten Einfluss auf den Abstand zwischen Einstiegs- und Abschlussstestergebnis.

Studienanfänger*innen, die an einem Präsenzkurs teilgenommen haben, erzielten mit einem durchschnittlichen Gain Score von 5,1 deutlich geringere Lernzuwächse als die Teilnehmer*innen am Kurs „Betreutes E-Learning“ (+7,1). Lernende, die an beiden Kursformen teilgenommen haben, erreichten einen ähnlichen Lernzuwachs (+6,7).

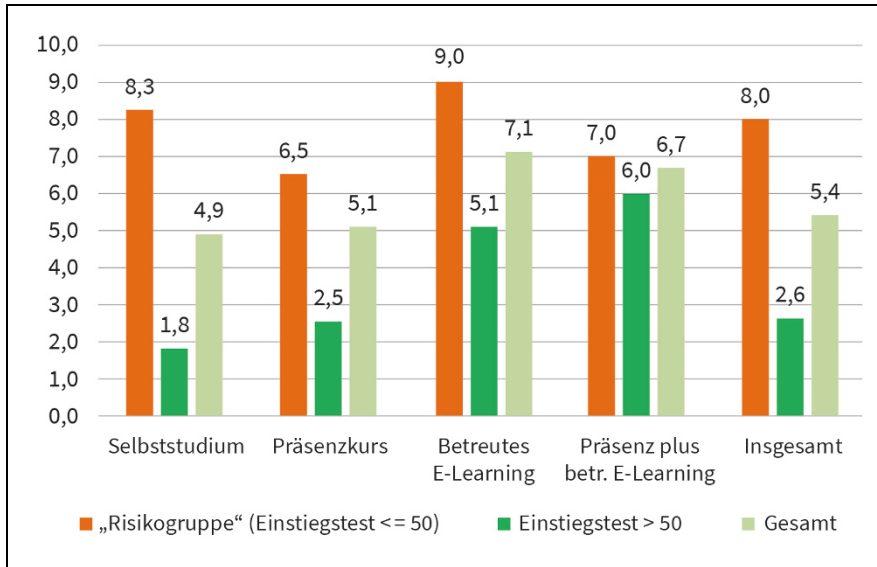


Abbildung 3: Lernerfolg im Vorkurs (Abschlusstest minus Einstiegstest) in den Jahren 2014 bis 2018, Vergleich Selbststudium und Zusatzangebote

3.4.2 Lernaktivitäten

Für die Messung der Lernaktivitäten im Vorkurs wurden Selbstauskünfte der Studierenden sowie Logfiles ausgewertet. Im Evaluationsfragebogen hatten die Studienanfänger*innen die Bearbeitungszeit pro Woche angegeben, außerdem die Zahl der Lernmodule, die sie insgesamt bearbeitet hatten, und eine allgemeine Selbsteinschätzung zur Lernintensität. Tatsächlich konnte für Teilnehmer*innen mit mehr Lernzeit pro Woche bzw. einer höheren Anzahl an bearbeiteten Lernmodulen auch ein höherer Lernzuwachs beobachtet werden, bei im Durchschnitt niedrigeren Einstiegstestergebnissen. Die Varianzanalyse führte allerdings zu keinem signifikanten Ergebnis, und die Varianzen innerhalb der Gruppen waren sehr hoch.

Die Logfiles des Lernmanagementsystems lieferten drei weitere Anhaltspunkte: die Anzahl der besuchten Lernmoduleseiten, die Zahl der Forumsbeiträge sowie die Zahl der durchgeführten Online-Selbsttests.

Während sich für die Zahl der aufgerufenen Lernmoduleseiten und die Anzahl der Forum-Posts kein Zusammenhang mit dem Lernzuwachs zeigen ließ, war der Zusammenhang zwischen der Zahl der durchgeführten Selbsttests und dem Lernerfolg im Vorkurs signifikant (siehe auch Derr et al. 2018). Dies gilt insbesondere für die „Risikogruppe“, deren Lernerfolg durch eine hohe Anzahl an Selbsttests erheblich gesteigert wurde (siehe Abbildung 4).

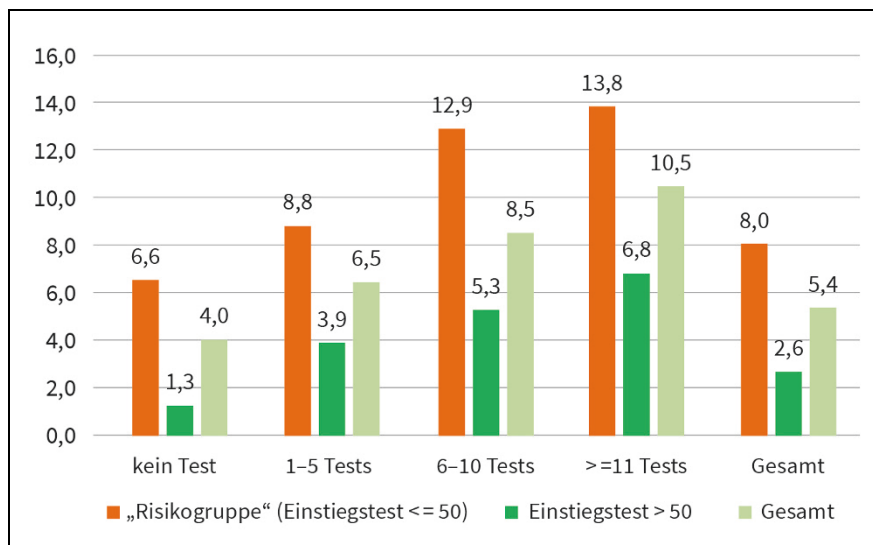


Abbildung 4: Lernerfolg im Vorkurs (Abschlusstest minus Einstiegstest) in den Jahren 2014 bis 2018 nach Anzahl der durchgeführten Selbsttests

3.4.3 Zusammenhang Vorwissen, Lernerfolg im Vorkurs, Studienerfolg

Zum Abschluss wurde untersucht, ob die Teilnahme am Vorkurs bzw. der Lernerfolg im Vorkurs sich positiv auf spätere Studienleistungen der „Risikogruppe“ auswirken. Es wurde eine lineare Regression mit der abhängigen Variable Mathematik I und allen bisher relevanten Prädiktoren Einstiegstestergebnis, HZB-Note, Art der Hochschulzugangsberechtigung plus Lernerfolg im Vorkurs (Gain Score), Art der Vorkursteilnahme (Selbststudium oder Zusatzangebot) und Zahl der Online-Selbsttests gerechnet. Tabelle 6 zeigt den Vergleich zwischen der Regression mit den Prädiktoren, die sich auf das Vorwissen der Studienanfänger*innen beziehen (Modell 1), und der Regression mit den Vorkurs-Variablen.

Für alle Variablen konnte ein signifikanter positiver Zusammenhang mit den Mathematikleistungen im ersten Studienjahr festgestellt werden. Für den Lernerfolg im Vorkurs beispielsweise ($B = 0,01$) wurde einem oder einer Studierenden mit einem Gain Score von 20 eine Verbesserung der Mathematiknote um 0,2 Notenpunkte gegenüber einem oder einer Studierenden mit ähnlichen Eingangsvoraussetzungen und einem Gain Score von 0 vorhergesagt.

Der Teilnahme am Betreuten E-Learning im Vergleich zum Selbststudium lässt sich ein Anstieg in der Mathematiklausurnote um 0,1 zuordnen. Der Unterschied zwischen Präsenzkursen und dem Selbststudium hingegen ist nicht signifikant.

Zu guter Letzt zeigt sich auch für die Zahl der durchgeführten Selbsttests ein signifikanter Zusammenhang. Nach dem Modell wird pro zusätzlich durchgeführtem Test ein Anstieg der Note in Mathematik I um 0,2 Notenpunkte vorhergesagt.

Auch wenn die hier gezeigten Effekte nicht sehr stark sind und das Modell nur 25% der Varianz in Mathematik I aufklärt, ist doch bemerkenswert, dass sich eine erfolgreiche Vorkursteilnahme noch in der Mathematik-I-Klausur nachweisen lässt, die einige Monate später durchgeführt wird, und dass der Einfluss der dominanten Prädiktoren Vorwissen und schulbezogene Leistungen zumindest abgeschwächt werden kann.

Tabelle 6: Multiple lineare Regression mit Mathematik I, Vorkursteilnehmer*innen 2014-2018 (n = 2532)

	<i>Modell 1: Prädiktoren</i>			<i>Modell 2: Vorkursteilnahme</i>		
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β
(Konstante)	0,73	0,11		0,66	0,11	
AHR ^a : Bgym	0,14	0,07	0,05**	0,15	0,07	0,05**
AHR: Agym	0,37	0,06	0,16**	0,33	0,06	0,15**
HZB-Note	0,49	0,03	0,27**	0,43	0,04	0,24**
Einstiegstest (%)	0,02	0,00	0,27**	0,02	0,00	0,32**
Gain Score				0,01	0,00	0,11**
Zusatzangebot ^b : Präsenz				0,03	0,05	0,01
Zusatzangebot: Betreutes E-Learning				0,14	0,05	0,05**
Zusatzangebot: beides				0,10	0,07	0,03
Anzahl Selbsttests				0,02	0,00	0,09**

B: unstandardisierter Regressionskoeffizient; *SE B*: Standardfehler *B*; β : standardisierter Regressions-koeffizient; Signifikanzlevels: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

^a Art der HZB: FHR = baseline versus AHR: BGym (Berufliches Gymnasium) und AHR: AGym (Allgemeines Gymnasium)

^b Art des Vorkurses: Selbststudium = Baseline versus Zusatzangebote

3.5 Fazit

Die mehrjährigen Analysen der Einstiegstestergebnisse an der Fakultät Technik der DHBW Mannheim zeigen erhebliche Unterschiede im mathematischen Vorwissen der Studienanfänger*innen, mit dementsprechend ungleichen Erfolgchancen.

Sämtliche Vorannahmen zum Zusammenhang zwischen Vorkenntnissen, Leistungen im Fach Mathematik und dem Studienerfolg in den Ingenieurwissenschaften konnten für die Studienanfänger*innen der DHBW Mannheim bestätigt werden. In allen fünf Studiengängen bestand ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Mathematik-Vorwissen, gemessen über den Diagnostischen

Einstiegstest, und späterem Studienerfolg, gemessen über die Klausur Mathematik I, den kumulierten GPA am Ende des Studiums und die dichotome Variable Studienabbruch.

Neben den Einstiegstestergebnissen erwies sich die Note im Schulabschlusszeugnis als weiterer starker und konsistenter Prädiktor. Auch für die Art der Hochschulzugangsberechtigung zeigten sich signifikante Unterschiede, mit im Durchschnitt besseren Leistungen von Studienanfänger*innen mit allgemeiner Hochschulreife im Vergleich zu Studienanfänger*innen mit Fachhochschulreife.

Inkonsistent oder konfundiert mit den genannten Prädiktoren waren das Geschlecht der Studienanfänger*innen, ihr Alter bzw. der Abstand zwischen Schule und Hochschule sowie das Bundesland, in dem der Schulabschluss gemacht wurde.

Die hohe Heterogenität der Studienanfänger*innen stellt ein Hauptproblem bei der Gestaltung adäquater Vorkursangebote dar, dies betrifft sowohl das fachliche Vorwissen als auch die Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen.

So lässt sich zwar ein positiver Zusammenhang zwischen Lernerfolg im Vorkurs und den späteren Studienleistungen in Mathematik zeigen, doch die Stärke dieses Zusammenhangs war wiederum von den Ergebnissen im Einstiegstest beeinflusst. Für Studienanfänger*innen mit guten Vorkenntnissen zu Beginn des Vorkurses war auch der Effekt des Lernerfolgs auf das Ergebnis in Mathematik I stärker. Die Erwartung, dass Studierende der „Risikogruppe“ überproportional vom Vorkurs profitieren würden, wurde somit nicht erfüllt.

Vor diesem Hintergrund war es von besonderem Interesse, welche Faktoren sich positiv auf den Lernerfolg der „Risikogruppe“ auswirken können. Einen guten Lernerfolg im Vorkurs erzielten diese Studierenden vor allem dann, wenn sie zusätzlich zum Selbststudium aktiv am Kurs „Betreutes E-Learning“ teilnahmen. „Aktive Teilnahme“ ließ sich nach den hier gemachten Analysen am besten über die Zahl durchgeführter Online-Tests operationalisieren. Andere Variablen zur Lernaktivität wie die Zahl der besuchten Seiten oder die Selbstauskunft zur Lernzeit waren deutlich weniger aussagekräftig.

Es bieten sich unterschiedliche Ansätze zur Interpretation dieser Ergebnisse an. Bezüglich der Eingangsvoraussetzungen der Teilnehmer*innen zeigte sich beispielsweise, dass der Präsenzkurs tendenziell von Studienanfänger*innen mit Fachhochschulreife oder weniger guten HZB-Noten bevorzugt wurde, auch die Einstiegstestergebnisse dieser Gruppe waren etwas schwächer.

Als weiterer Einflussfaktor sind konzeptionelle Unterschiede zu nennen, da im Betreuten E-Learning über die Abgabe und Korrektur von Übungen eine stärkere Verbindlichkeit hergestellt wurde. Vor allem für die „Risikogruppe“ scheint die Vorgabe eines Lernplans in Kombination mit verbindlichen wöchentlichen Abgabeterminen hilfreich zu sein (Azevedo und Cromley 2004; Artino und Stephens 2009). Die längere Kursdauer ermöglicht außerdem intensivere Übungsphasen. Bei der Analyse des Lernverhaltens der Präsenzkursteilnehmer*innen zeigte sich

darüber hinaus, dass diese die Online-Lernplattform nur selten oder gar nicht besucht hatten, dass also über die Teilnahme an der Präsenzveranstaltung hinaus keine Lernaktivitäten stattgefunden haben.

Abschließend ist zu erwähnen, dass ganz offenbar viele angehende Studierende die Relevanz des Grundlagenwissens (und damit des Vorkurses) nicht richtig einschätzen (Schiefele, Streblov und Brinkmann 2007). Insbesondere die „Risiko-Gruppe“ entscheidet sich seltener für die Teilnahme an Mathematik-Vorkursen als Studienanfänger*innen mit besserer mathematischer Vorbildung (Heublein et al. 2017b). Darum ist es wichtig, möglichst viele angehende Studierende möglichst früh zur Durchführung des Diagnostischen Einstiegstests zu bewegen. An der DHBW Mannheim ist es gelungen, durch Maßnahmen wie das Verteilen von Info-Material, E-Mail-Erinnerungen sowie eine enge Kooperation mit den Partnerunternehmen eine Test-Teilnehmerquote von 75% zu erreichen.

Doch gerade in der Gruppe der fehlenden 25% sind überproportional viele spätere Studienabbrecher*innen. Angesichts des dominanten Einflusses des Vorwissens auf die Beteiligung *und* den Lernerfolg ist eine Reduzierung der Heterogenität der Studienanfänger*innen über zeitlich begrenzte Angebote wie den hier evaluierten Mathematik-Vorkurs also eher nicht zu erwarten (siehe auch Lagerlöf und Seltzer 2009; Greefrath und Hoever 2016; Rach und Heinze 2017).

Gleichzeitig zeigen die Auswertungen, dass Vor- und Brückenkurse benötigt und genutzt werden (Bargel 2015), und dass auch Studierende der „Risikogruppe“ von einer Teilnahme profitieren, wenn sie die notwendige Unterstützung erhalten.

Ein wichtiger Punkt ist dabei die Stärkung der überfachlichen Kompetenzen. Dies betrifft beispielsweise Aspekte der Selbstorganisation, wie Zeitmanagement oder Schaffung einer adäquaten Lernumgebung. Im Rahmen des optes-Projekts sind Kurse zu überfachlichen Lerninhalten entwickelt worden, die hier Abhilfe schaffen können (siehe auch Kapitel 5 und Kapitel 16).

Darüber hinaus erfordert selbstreguliertes Lernen die Fähigkeit zur Reflexion über den eigenen Wissensstand und zur angemessenen Reaktion auf gegebenenfalls bestehende Wissenslücken (Reinmann, Schmidt und Marquardt 2019). So sind es viele Studienanfänger*innen (noch) nicht gewohnt, auf ihre Kommiliton*innen oder Dozent*innen zuzugehen und sich aktiv um Hilfsangebote zu bemühen. Auch die Entwicklung dieser Fähigkeiten braucht Zeit (Zimmerman 2000). Durch Denkanstöße in Forumsdiskussionen, Austausch über fachliche Themen oder die Vermittlung von Lerngruppen können Vorkurse einen wichtigen Beitrag zur Erleichterung der Studieneingangsphase leisten.

Literatur

Abel, H. & Weber, B. (2014). 28 Jahre Esslinger Modell – Studienanfänger und Mathematik. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven*.

- Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (S. 9–19). Wiesbaden: Springer.
- Artino, A. R. & Stephens, J. M. (2009). Academic motivation and self-regulation: A comparative analysis of undergraduate and graduate students learning online. *Internet and Higher Education*, 12, 146–151.
- Azevedo, R. & Cromley, J. G. (2004). Does Training on Self-Regulated Learning Facilitate Students' Learning With Hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 523–535.
- Bargel, T. (2015). *Studieneingangsphase und heterogene Studentenschaft – neue Angebote und ihr Nutzen. Befunde des 12. Studierendensurveys an Universitäten und Fachhochschulen* (Hefte zur Bildungs- und Hochschulforschung Nr. 83). Universität Konstanz: Arbeitsgruppe Hochschulforschung.
- Bauer-Hailer, U. & Wezel, H.-U. (2008). Die Berufsakademie: Eine baden-württembergische Erfolgsgeschichte. *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg*, (9), 18–20.
- Biehler, R. (2018). Die Schnittstelle Schule-Hochschule. Übersicht und Fokus. *Der Mathematikunterricht*, 64(5), 3–15.
- Blüthmann, I., Thiel, F. & Wolfgramm, C. (2011). Abbruchtendenzen in den Bachelorstudiengängen. Individuelle Schwierigkeiten oder mangelhafte Studienbedingungen? *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung*, 20(1), 110–126.
- Derr, K., Hübl, R. & Ahmed, M. Z. (2018). Prior knowledge in mathematics and study success in engineering. Informational value of learner data collected from a web-based pre-course. *European Journal of Engineering Education*, 10(3), 1–16.
- DHBW Präsidium. (2012). *Jahresbericht der Dualen Hochschule Baden-Württemberg 2011/2012*. Stuttgart: Duale Hochschule Baden-Württemberg.
- DHBW Präsidium. (2016). *Jahresbericht der Dualen Hochschule Baden-Württemberg*. Stuttgart: Duale Hochschule Baden-Württemberg.
- Georg, W. (2008). Individuelle und institutionelle Faktoren der Bereitschaft zum Studienabbruch – eine Mehrebenenanalyse mit Daten des Konstanzer Studierendensurveys. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 28(2), 191–206.
- Greefrath, G. & Hoever, G. (2016). Was bewirken Mathematik-Vorkurse? Eine Untersuchung zum Studienerfolg nach Vorkursteilnahme an der FH Aachen. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze* (S. 517–530). Berlin: Springer Spektrum.
- Greefrath, G., Neugebauer, C., Koepf, W. & Hoever, G. (2014). Studieneingangstests und Studienerfolg. Mögliche Zusammenhänge am Beispiel zweier Hochschulen. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 451–454). Münster: WTM.
- Haase, D. (2014). Studieren im MINT-Kolleg Baden-Württemberg. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & Th. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (S. 123–136). Wiesbaden: Springer.
- Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2000). Procrastination im Studium – Erscheinungsformen und motivationale Bedingungen. In K. P. Wild & U. Schiefele (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung* (S. 207–225). München: Waxmann.
- Heublein, U. & Schmelzer, R. (2018). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016* (DZHW Projektbericht). Hannover: DZHW.

- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017a). *Motive und Ursachen des Studienabbruchs an baden-württembergischen Hochschulen und beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher* (DZHW Projektbericht, Bd. 6). Hannover: DZHW.
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017b). *Zwischen Studienerwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen* (Forum Hochschule, Bd. 1). Hannover: DZHW.
- Knospe, H. (2011). Der Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen von 2002 bis 2010. Proceedings des 9. Workshops Mathematik für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge. *Wismarer Frege-Reihe, Vol. 2, No. 2011*, 8–13.
- Kramer, J., Nagy, G., Trautwein, U., Lüdtke, O., Jonkmann, K., Maaz, K. & Treptow, R. (2011). Die Klasse an die Universität, die Masse an die anderen Hochschulen? Wie sich Studierende unterschiedlicher Hochschultypen unterscheiden. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 14*, 465–487.
- Lagerlöf, J. N. M. & Seltzer, A. J. (2009). The effects of remedial mathematics on the learning of economics: evidence from a natural experiment. *The Journal of Economic Education, 40*(2), 115–137.
- Michinov, N., Brunot, S., Le Bohec, O., Juhel, J. & Delaval, M. (2011). Procrastination, participation, and performance in online learning environments. *Computers & Education, 56*(1), 243–252.
- Price, S. & Oliver, M. (2007). A Framework for Conceptualising the Impact of Technology on Teaching and Learning. *Educational Technology & Society, 10*(1), 16–27.
- Rach, S. & Heinze, A. (2017). The Transition from School to University in Mathematics: Which Influence Do School-Related Variables Have? *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(7), 1343–1363.
- Reinmann, G. (2010). Selbstorganisation auf dem Prüfstand: Das Web 2.0 und seine Grenzen (losigkeit). In K.-U. Hugger & M. Walber (Hrsg.), *Digitale Lernwelten. Konzepte, Beispiele und Perspektiven* (S. 75–89). Wiesbaden: VS Verlag.
- Reinmann, G., Schmidt, C. & Marquardt, V. (2019). Förderung des Übens als reflexive Praxis im Hochschulkontext. Hochschul-Didaktische Überlegungen zur Bedeutung des Übens für Brückenkurse in der Mathematik. *Impact Free, (21)*. Verfügbar unter https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2019/04/Impact_Free_21.pdf [10.06.2020].
- Schiefele, U., Streblov, L. & Brinkmann, J. (2007). Aussteigen oder Durchhalten. Was unterscheidet Studienabbrecher von anderen Studierenden? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 39*(3), 127–140.
- Trapmann, S., Hell, B., Weigand, S. & Schuler, H. (2007). Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs – eine Metaanalyse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 21*(1), 11–27.
- Tynjälä, P., Salminen, R. T., Sutela, T., Nuutinen, A. & Pitkänen, S. (2005). Factors related to study success in engineering education. *European Journal of Engineering Education, 30*(2), 221–231.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation. A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Hrsg.), *Handbook of self-regulation* (S. 13–40). New York, NY: Academic Press.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





4 Üben als reflexive Praxis und Übangebote im Rahmen von optes

Gabi Reinmann, Christian Schmidt, Victoria Marquardt, Daria Paul

4.1 Einführung

An vielen Hochschulen werden mathematische Brückenkurse angeboten, um Studierenden den Übergang von der Schule zur Hochschule zu erleichtern. Sie sollen in diesen Angeboten in der Regel Defizite identifizieren und ausgleichen sowie mathematische Inhalte auffrischen und festigen. Während dieses Ziel flächendeckend zu gelten scheint, ist die didaktische Konzeption der Brückenkurse durchaus unterschiedlich.

Digitale Medien spielen in vielen Angeboten eine zentrale Rolle (Bausch et al. 2014), da sie geeignete Merkmale bzw. Funktionen für das Üben umfassen. Übungsprogramme (zunächst Computer-Based Trainings, später Web-Based Trainings) mit automatischen Feedback-Funktionen und diversen Individualisierungsmöglichkeiten haben von jeher vor allem Effizienzvorteile versprochen. Heute finden sich auf diesem Gebiet reine Online-Varianten ebenso wie Blended-Learning-Angebote und in vielen Fällen gibt es Koppelungen mit Self-Assessment-Möglichkeiten (Greefrath et al. 2015).

Die weite Verbreitung von Brückenkursen, die erkannte Relevanz und zahlreiche praktische Lösungsversuche unter Nutzung digitaler Medien stehen aus einer hochschuldidaktischen Perspektive in einem deutlichen Missverhältnis zur verfügbaren Theorie und Empirie des Übens als einer Lernform, die auch an Hochschulen ihre Bedeutung und Berechtigung hat. Theoretisch sind allgemeindidaktische und lerntheoretische Bestimmungen des Lernens in der Regel unterkomplex: Üben wird als sekundär betrachtet und dem Lernen gegenübergestellt, während die Möglichkeit, Üben als eine elementare Lernform zu betrachten, in vielen Fällen außen vor bleibt (Brinkmann 2012). Empirisch konzentrieren sich Studien und Erkenntnisse auf spezielle Domänen (z. B. Musik, Bewegung, Lesen, Schreiben, Rechnen) sowie auf die Schule – oft begleitet vom schlechten Ruf des Übens als Pauken, Drill-and-Practice oder Maßnahme der Disziplinierung. Anzunehmen ist des Weiteren, dass man das Üben als Lernform an Hochschulen im Zuge konstruktivistischer Ansätze schlichtweg aus den Augen verloren hat.

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

4.2 Üben als elementare Form des Lernens

Die Anzahl der Autor*innen, die sich mit dem Üben aus einer allgemeindidaktischen Perspektive beschäftigen, ist überschaubar, hat sich über die Jahrzehnte nur wenig vergrößert und ist weitgehend auf die Schule beschränkt geblieben. Eine frühe Beschäftigung mit dem Üben liefert Bollnow (1978). Er plädiert dafür, beim Üben nicht nur den äußeren Effekt im Blick zu haben (Üben als Mittel zum Zweck), sondern dem Akt des Übens als solchen, der damit verbundenen Konzentration und Sorgfalt, aber auch der (potenziell möglichen) Freude am Prozess Aufmerksamkeit zu schenken (Üben als Selbstzweck).

Aebli hat in den 1980er Jahren das Üben ebenfalls aufgegriffen und es zu einer der Grundformen des Lehrens erklärt (Aebli 2006). Ähnlich wie Bollnow entkräftet er die Kritik am Üben als sinnentleert und ineffektiv, indem er betont, dass es keineswegs nur um den Aufbau von Routinen, sondern um ein Verstehen durch variable Übungsmöglichkeiten gehe. Auch Prange (2005) sieht im Üben eine zentrale „Operation des Lernens“, mit der Fähigkeiten und Fertigkeiten aufgebaut werden.

Brinkmann (2011, 2012) geht (auch methodisch) über die genannten pädagogischen und lernpsychologischen Vorstellungen hinaus. Er macht neben anderen Aspekten auf die Selbstbildung und Übung als Lebenskunst aufmerksam. „Üben (als Prozess) ist Ausüben (einer Sache) im Einüben (einer Fähigkeit) bei gleichzeitigem Sich-selbst-üben“ (Brinkmann 2012, S. 38). In diesem Sinne Üben als Praxis (gegebenenfalls auch als akademische Praxis) zu begreifen und die Persönlichkeitsbildung einzubeziehen, scheint in hohem Maße kompatibel mit dem Anspruch akademischen Lehrens und Lernens (Prenzel 2015). Die weiteren Ausführungen lehnen sich daher überwiegend an Brinkmann (2012) und seine phänomenologische und historisch-rekonstruktive Analyse des Übens an, in der Erwartung, damit den Bogen zur akademischen Lehre zu schlagen und ein Bindeglied zwischen hochschul- und fachdidaktischen Anforderungen zu entwerfen.

4.2.1 Konstituierende Merkmale des Übens

Üben zielt darauf ab, handlungsrelevante Fähigkeiten und Fertigkeiten aufzubauen, um etwas zu können bzw. besser zu können (als zuvor). Geübt wird, wenn man eine angestrebte Fertigkeit oder Fähigkeit (noch) nicht beherrscht, scheitert und es erneut versucht. Eine grundlegende Voraussetzung für das Üben ist, dass Übende eigene Erwartungen an ihr Handeln haben, weil sie es nur dann als unzulänglich erleben können. Scheitern resultiert aus der Enttäuschung einer Selbsterwartung und ist vermutlich ein wichtiges Motiv zum Üben (Brinkmann 2012). „Die Negativität im Üben – die Erfahrung von Enttäuschung, Irritation, Verfehlen, Vergessen, Scheitern – gehört somit elementar zum Üben hinzu“ (Brinkmann 2012, S. 396). Die übende Person braucht entsprechend die Einstellung, eigenes

Ungenügen bzw. Nicht-Können auszuhalten. Genau dies könnte der entscheidende erste Schritt zur Motivation sein, etwas zu üben.

Unabhängig davon, was man übt, besteht das Ziel in der Regel darin, das, was man übt, am Ende besser zu können, zu perfektionieren oder vollkommener zu machen. Das Primat des Könnens (Brinkmann 2012) ist demnach ein weiteres zentrales Merkmal des Übens. Es hat Schnittstellen zu anderen didaktischen Konzepten, vor allem zur „Meisterlehre“ (Cognitive Apprenticeship: Collins, Brown und Newman 1989) und zum „gezielten Training“ (Deliberate Practice: Ericsson, Krampe und Tesch-Römer 1993).

Ein weiteres, mit dem Primat des Könnens eng verwobenes Merkmal des Übens ist die Wiederholung. „Etwas zu wiederholen bedeutet weder eine Iteration völlig identischer Elemente noch eine Wiederkehr von gänzlich Verschiedenem“ (Brinkmann 2012, S. 39). Phänomenologische Analysen des Übens (ebd.) stellen das Wiederholen in ein anderes Licht als es psychologische Analysen tun. Während es in der Lernpsychologie darum geht, durch Wiederholung Wissensstrukturen zu festigen und/oder zu automatisieren und prozedurales Wissen zu generieren (Anderson 1993), hebt die Phänomenologie zum einen den Spielraum des Übens hervor, der sich durch wiederholende Aktivitäten ergibt, und betont zum anderen den Widerstreit zwischen dem Willen, etwas zu beherrschen (Können), und der Erkenntnis der damit verbundenen Grenzen (Scheitern). Wiederholung kann entschleunigenden (bis hin zu meditativen) Charakter annehmen und Formen des Resonanzlebens (etwa im Einüben einer Sache) ermöglichen (Rosa 2016).

In Abgrenzung zum mechanischen Pauken verlangt das Üben als eine elementare Lernform in Bildungskontexten nach Reflexion, also danach, Übungsprozesse auch zu unterbrechen, zu bewerten und Folgerungen für das weitere Üben zu ziehen (Bollnow 1978). Das Merkmal der Reflexion und die damit verbundene Iteration (üben – scheitern – reflektieren – weiter üben) erinnert an Konzepte des Erfahrungslernens bzw. reflexiven Lernens, wie es zum Beispiel mit dem „experiential learning cycle“ von David Kolb (1984) postuliert wird. Allein das Tätig-Sein (Erfahrungen machen, experimentieren) garantiert noch kein Lernen; erst Reflexion ermöglicht es, aus dem aktivem Tun zu lernen, Begriffe zu bilden, neue Ordnungen zu erkennen und letztlich auch das Lernen, respektive Üben, zu lernen. In diese Richtung gehen etwa metakognitive Ansätze zum Selbstlernen (Friedrich und Mandl 2006). Auch hier ist Reflexion Voraussetzung dafür, dass man lernt, wie man effektiv lernt (also auch übt), unter welchen Voraussetzungen dies am besten gelingt, wie man sich hierzu motiviert und vorhandene soziale oder materiale Ressourcen nutzen kann.

4.2.2 *Determinanten des Übens*

Wovon hängt es ab, dass Üben als ein elementarer Prozess des Lernens möglich wird und die Merkmale (Zulassen von Scheitern, Primat des Könnens, Wiederholung, Reflexion) entfaltet, die als konstituierend für das Üben gelten? Insgesamt betrachtet lassen sich dazu wenige gesicherte Aussagen machen. Im Folgenden werden einige externe und interne Determinanten für gelingendes Üben, wie man sie in der Literatur findet, aufgelistet.

Zu den externen Determinanten zählen in der Regel Rahmenbedingungen des Übens wie Materialien, Aufgaben und Instrumente (auch Medien) sowie Lehrende, die etwas vormachen, unterstützen oder korrigieren, und Peers bzw. Mitlernende (Brinkmann 2011). Man könnte auch in Anlehnung an die Metakognitionsforschung von materiellen und sozialen Ressourcen sprechen, die den Übenden zur Verfügung stehen, von diesen aber als solche erkannt und genutzt werden müssen, bevor sie wirksam werden. Alle Ressourcen zum Üben – so ließe sich theoretisch postulieren – sollten dafür geeignet sein, dass Lernende Kenntnisse, Fertigkeiten, Fähigkeiten oder Haltungen variierend wiederholen, aber eben auch in Hinblick auf das angestrebte Können reflektieren.

Lehrende, gegebenenfalls auch Mitlernende, können Feedback geben und den Prozess des Übens begleiten, sofern die dazu erforderlichen Fähigkeiten vorhanden sind. Wie in der „Meisterlehre“ herausgearbeitet, sind Aspekte von Coaching und Scaffolding (Collins et al. 1989) wichtige Determinanten dafür, dass Expertise durch Üben ausgebildet wird. Günstige Rahmenbedingungen für das Üben sollten in der Folge solche sein, die Lernende gezielt und möglichst individuell dabei unterstützen, die eigenen Erwartungen an ihr Können zu formulieren, im Prozess des Übens Momente des Scheiterns auszuhalten, Fehler und Unvollkommenheiten zu analysieren und daraus Motivation für weiteres Üben zu schöpfen.

Interne Determinanten gelingenden Übens sind zum einen abhängig vom Ziel und letztlich auch von den externen Bedingungen des Übens, mit denen Lernende in Interaktion treten. Zum anderen aber lassen sich wiederum theoretisch begründet einige grundlegende Voraussetzungen für ein Üben im hier gemeinten Sinne annehmen. Zu nennen sind zunächst einmal Einsicht und Problembewusstsein: Lernende müssen erkennen und für sich zu dem Schluss kommen, dass ihre Kenntnisse, Fähigkeiten oder Haltungen unzulänglich sind. Damit verbunden sind explizite Erwartungen an das eigene Können und die Motivation, die eigene Leistung zu steigern (Brinkmann 2011). Erst dann stellt sich auch eine Bereitschaft zum Üben ein. Konzentration und Durchhaltevermögen (auch im Falle des Scheiterns) können als weitere interne Determinanten gelingenden Übens angesehen werden. Allerdings sind Einsicht und Problembewusstsein, Selbsterwartung und Motivation sowie Konzentration und Durchhaltevermögen nicht zwangsläufig nur Voraussetzungen des Übens, sondern prinzipiell auch Folgen des Übens, die im Prozess erst entstehen und dann wachsen können (Brinkmann 2012; Meyer 1987).

4.3 Üben in der Mathematik

Der Übebegriff in der Mathematik ist (anders als etwa in der allgemeinen Hochschuldidaktik) etabliert und zudem in weiten Teilen lernpsychologisch geprägt. Geübt wird, um das Gelernte zu sichern, zu vertiefen und die Fähigkeit zu entwickeln, das Gelernte in ähnlichen Situationen anzuwenden (Scherer und Weigand 2017). Man geht davon aus, dass das Üben in der Mathematik diejenigen Lerntätigkeiten umfasst, die „darauf ausgerichtet sind, neue oder schon früher kennengelernte (mathematische) Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren sowie Vorgehensstrategien in variierenden Kontexten verfügbar zu haben und verständig verwenden zu können“ (Bruder 2008, S. 4). Das gelingt nicht durch bloßes Zuschauen oder einfaches Nachahmen von Lösungsbeispielen, sondern verlangt danach, mathematische Aufgaben selbst zu bearbeiten und dies wiederholt zu tun (Scherer und Weigand 2017).

In der mathematikdidaktischen Literatur findet man mehrere Versuche, Übungsformate zu unterscheiden und zu ordnen. Eine Möglichkeit besteht darin, Ansätze des Übens nach den Zielen einzuteilen, die sie verfolgen. Bruder (2008) zum Beispiel geht von drei Formaten des Übens aus: (a) intelligentes Üben, (b) produktives bzw. vernetzendes Üben und (c) reflektierendes Üben. Intelligentes Üben zielt darauf ab, dass Lernende mathematische Zusammenhänge möglichst tief verstehen und das Üben selbst erlernen, also eine Kompetenz zum Üben (im Sinne einer Lernkompetenz) aufbauen. Produktives bzw. vernetzendes Üben hat zum Ziel, mathematische Themenfelder zu verknüpfen und größere Sinnzusammenhänge für die Lernenden zu schaffen. Reflektierendes Üben soll vor allem die Reflexion der Übenden anregen und letztlich die Selbstkompetenz (im Sinne einer Urteilskompetenz über die eigene Kompetenz) fördern. Reflektiert werden soll sowohl der Gegenstand als auch der Prozess des Übens, wozu Aspekte des intelligenten und produktiven Übens ebenfalls verwendet werden können. Die drei Übungsformate sind nicht trennscharf; hinzukommt, dass die Bezeichnungen inkonsistent verwendet werden (Leuders 2009).

Eine andere Unterscheidung trennt zwischen (a) vermischten Kopfübungen und (b) komplexen Übungen. Während vermischte Kopfübungen dazu dienen, Basiswissen durch explizite Wiederholung sozusagen wachzuhalten, sollen in komplexen Übungen bei der konkreten Anwendung Grundlagen mit geübt werden. Die dort stattfindenden Wiederholungen sind also eher implizit (Bruder 2008). Der Verweis auf explizite und implizite Wiederholung zeigt unter anderem, dass Übungen im Laufe einer mathematischen Lehr-Lerneinheit an verschiedenen Stellen mit unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt werden können.

Scherer und Weigand (2017) gehen einen anderen Weg und unterscheiden verschiedene didaktische Prinzipien in Übungen, verstanden als Gestaltungsregeln sowie Analyse- und Beurteilungskriterien (Scherer und Weigand 2017). So besagt etwa das Prinzip der konsequenten Wiederholung, dass regelmäßig geübt werden muss. Das Prinzip der integrierten Wiederholung zielt darauf ab, beim Üben immer

wieder bereits gelernte Dinge aufzugreifen. Das Prinzip der Stabilisierung besteht darin, etwas wiederholt in herausfordernden und anregenden Kontexten zu üben, wenn man das zu Lernende verfügbar halten will. Prinzipien dieser Art führen in letzter Konsequenz dazu, nicht nur die Art der Aufgaben, mit denen man übt, im Blick zu haben, sondern auch die Art, wann, wie oft, in welcher Reihenfolge und Variabilität Übungen angeboten werden.

Bruder (2008) kommt zu dem Schluss, dass es aufgrund der großen Vielfalt an Übungen schwierig ist, die Qualität von Übungen an einzelnen Aufgaben bzw. Materialien und Instrumenten festzumachen. Entscheidend sei vielmehr die Art ihrer Zusammenstellung.

4.4 Üben aus fachdidaktischer und allgemeindidaktischer Sicht

Vergleicht man die allgemeindidaktischen mit den fachdidaktischen Überlegungen und Ansätzen des Übens, fallen Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf. So nimmt die Mathematikdidaktik für die Schule durchaus Anleihen bei der allgemeinen Didaktik (Bruder 2008), die dann auch auf den Kontext Hochschule übertragen werden. Eine Verbindung zur allgemeinen Hochschuldidaktik wird jedoch in der fachdidaktischen Literatur kaum hergestellt. Fachdidaktische Ausführungen zum Üben konzentrieren sich tendenziell darauf, verschiedene Übeformen zu finden und einzuteilen, mit anderen Lernformen zu verbinden und in einen möglichst facettenreichen Unterricht einzubetten. Leitend scheinen die Lernpsychologie und die Metakognitionsforschung zu sein. Allgemeindidaktische Arbeiten, wie die von Brinkmann (2011, 2012), bemühen sich dagegen, den charakteristischen Kern des Übens als eine elementare Lernform herauszuarbeiten, und beziehen neben psychologischen auch historisch-rekonstruktive und phänomenologische Herangehensweisen zur Analyse und zum Verstehen des Übens mit ein.

Deutlich gemeinsam ist der allgemein- und fachdidaktischen Auseinandersetzung mit dem Üben die Konzentration auf das Können als Ergebnis. Auch die Wiederholung als notwendiger Bestandteil auf dem Weg zum Können scheint Konsens zu sein. Allgemein- wie auch fachdidaktisch betrachtet stößt ein mechanisches Üben im Sinne des Einpaukens auf Ablehnung, was sich zum Beispiel in Forderungen nach Reflexion oder nach reflexionsfördernder Aufgabengestaltung zeigt. Die Thematisierung von Erwartungen sowie Erlebnissen des Scheiterns

findet sich in allgemeindidaktischen Überlegungen als konstituierendes Moment. In fachdidaktischen Überlegungen scheint das Thema beim Üben selbst nicht dominant zu sein, findet aber in der Auseinandersetzung mit Fehlern durchaus Beachtung, zum Beispiel bei der Einbindung von individuellen (fehlerbehafteten) Präkonzepten bzw. Fehlvorstellungen (z. B. Prediger und Wittmann 2009) sowie bei der Analyse der Fehlerkultur (z. B. Schoy-Lutz 2005).

Als unbefriedigend lassen sich Erkenntnisse zur Motivation in beiden Herangehensweisen zum Üben bezeichnen. Zwar gibt es Empfehlungen, die alle einen großen Plausibilitätscharakter haben (Bruder 2008), theoretisch begründete oder gar empirisch belegte Zusammenhänge zwischen der didaktischen Gestaltung von Übungsangeboten und unterstützenden Maßnahmen einerseits und der Bereitschaft zum Üben, Durchhaltevermögen beim Üben, Interesse am Üben oder einer motivational verankerten Übekompetenz andererseits sind jedoch nicht verfügbar. Brinkmanns (2012) Ausführungen und Deutung zum Scheitern könnten ein wesentlicher Anker sein, um diese Lücke zumindest theoretisch zu schließen.

4.5 Üben in optes

Als Verbundprojekt verfolgt optes das übergeordnete Ziel, die Studierenden beim Selbstlernen in mathematik-affinen Grundlagenfächern zu fördern. Studierende sollen ihre mathematischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten verbessern und gleichzeitig das Selbstlernen optimieren. Damit Studierende insbesondere zu Studienbeginn mathematisches Wissen und Können einüben und das Üben selbst lernen, stellt optes schwerpunktmäßig verschiedene materielle (elektronische) Ressourcen bereit, ergänzt durch Konzepte und Materialien, die den zusätzlichen Einsatz sozialer Ressourcen für Lehrende und Lernende unterstützen (Schmidt und Adler 2014; Derr, Hübl und Podgayetskaya 2015).

Die einzelnen Ressourcen zum Üben in optes können danach unterschieden werden, ob sie direkt dem Üben mathematischer Fähigkeiten und Fertigkeiten dienen (direkte Übeangebote) oder den Umgang mit diesen Materialien unterstützen (das Üben unterstützende Angebote).

4.5.1 Direkte Übeangebote und das Üben unterstützende Angebote

Inhaltlich steht hinter dem optes-Angebot ein mathematisches Curriculum (siehe Kapitel 13). Um die im Curriculum geforderten mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufzubauen, kommen Materialien in unterschiedlichen Formen, wie (Erklär-)Texte, Übungsaufgaben, Musterlösungen oder Lernvideos, zum Einsatz.

Der zentrale Zugang zu diesen direkten Übeangeboten erfolgt in opes thematisch geordnet über sogenannte Lernzielorientierte Kurse (LoK, siehe Kapitel 14). Sie enthalten neben Lerntexten auch Tests sowie thematische Trainings, in denen Lernende Aufgaben bearbeiten und somit üben können. Ergänzend zu den LoKs wird den Studierenden mit dem Freien Trainingsplatz ein zusätzlicher Bereich zum Üben angeboten, in welchem sie wiederholt Aufgaben ihrer Wahl (z. B. gefiltert nach Themengebiet und/oder Schwierigkeit) bearbeiten können. Der Freie Trainingsplatz bietet neben optionalen Übemöglichkeiten die Chance, Einblick in die verschiedenen Themengebiete zu erhalten und auf einfache Weise das eigene Können und Nicht-Können zu testen. Durch ein direktes Feedback werden die Studierenden in die passenden LoKs weitergeleitet, um dort die mathematischen Lerninhalte detaillierter zu bearbeiten.

Flankierend zu den direkten Übeangeboten gibt es im Rahmen von opes verschiedene das Üben unterstützende Angebote. Hierzu zählen diagnostische Tests zur Überprüfung der eigenen Fähigkeiten (siehe Kapitel 9), überfachliche Lernmodule (siehe Kapitel 16) und das E-Portfolio (siehe Kapitel 5) mit Lernzielübersicht, Lernjournal oder Fähigkeitsmatrix sowie die Lernbegleitung (siehe Kapitel 18). Zwar beeinflussen diese Angebote den Umgang der Studierenden mit den direkten Übemöglichkeiten nicht direkt, unterstützen aber den Aufbau von Selbstlern- und Übekompetenz: Sie bieten den Lernenden formative Rückmeldungen und helfen, den aktuellen Leistungsstand zu diagnostizieren, das Lernergebnis und den Lernprozess zu reflektieren und darauf aufbauend den weiteren Lernprozess zu planen.

4.5.2 *Diagnose und Zusammenspiel von Angeboten*

Studierende starten zu Beginn ihres Lernprozesses idealerweise mit einem Test zur Diagnose ihrer fachlichen und überfachlichen Kompetenzen. Auf Basis des Ergebnisses werden anschließend individuelle Lernempfehlungen generiert. Das Ergebnis und die Lernempfehlungen unterstützen Studierende darin, den eigenen Kenntnisstand einzuschätzen und mit eigenen Erwartungen abzugleichen. Gleichzeitig wird so der Umfang des Vorkurs-Programms wie auch die benötigte Lernzeit für die Studierenden eingegrenzt. Lernende können an dieser Stelle aber auch erstmals erleben zu scheitern, wenn die eigenen Erwartungen von den Ergebnissen des Tests stark abweichen. Negativen Empfindungen, die daraus resultieren können, wird in opes mit den das Üben unterstützenden Angeboten entgegengewirkt: Die Studierenden erhalten etwa Hinweise, wie sie konstruktiv mit Fehlern – die zum Lernen dazugehören – umgehen können, oder sie werden auf überfachliche Lernmodule zu Themen wie Zeit- oder Stressmanagement verwiesen.

Ein Üben als reflexive Praxis in Momenten des Scheiterns und als ein Prozess der Selbstbildung, wie es Brinkmann (2011, 2012) beschreibt, erfordert allerdings ein nicht automatisiertes individuelles Feedback, was soziale Ressourcen voraussetzt. Im Falle von optes sind dies die Lernbegleiter*innen: Sie unterstützen die Studierenden, konstruktiv mit Selbsterwartungen, Enttäuschungen und dem Erleben von Negativität beim Üben umzugehen und die materiellen Ressourcen (gerade) auch in motivationalen Tiefs gezielt zu nutzen.

Ergänzend hierzu wird den Lernenden durch die Bereitstellung eines E-Portfolios die Möglichkeit geboten, beim Üben auch innezuhalten und über erzielte oder fehlende Fortschritte sowie die individuelle Arbeitsweise nachzudenken. Darüber hinaus dient diese Lernprozess-Dokumentation den Lernbegleitern als Grundlage für ihre individuelle Beratung.

4.6 Zusammenfassung und Fazit

Beleuchtet man das Üben als elementare Lernform im akademischen Kontext aus allgemeindidaktischer und fachdidaktischer Perspektive, werden Gemeinsamkeiten, Unterschiede sowie die Notwendigkeit deutlich, einen ganzheitlichen Blick einzunehmen, um das Üben an Hochschulen zu verstehen und zu verbessern. Am Beispiel des optes-Angebots lässt sich exemplarisch zeigen, wie sich die zum reflexiven Üben notwendigen materiellen und sozialen Ressourcen in Form von direkten Übeangeboten und das Üben unterstützenden Angeboten verzahnen und zu einem umfassenden Mathematik-Brückenkurs kombinieren lassen.

Die beschriebenen Aspekte zur Förderung des reflektierten Übens sowie die materiellen und sozialen Ressourcen sind in optes so verfügbar, dass man sie flexibel einsetzen und anpassen kann. Sie bilden ein hochschuldidaktisches Rahmenkonzept für (Online-)Mathematik-Brückenkurse, das dabei helfen soll, die Chancen und die Bedeutung zu erkennen, die das Üben gerade für Mathematik in der Studieneingangsphase hat. Dazu gehört auch, den Blick auf das Üben als mögliche Form der Persönlichkeitsentwicklung zu erweitern. Inwiefern die genannten Ressourcen und Abläufe sich auf andere Kontexte übertragen lassen, hängt letztlich von den jeweiligen Rahmenbedingungen ab. Prinzipiell möglich erscheint – auf einer abstrakteren Ebene – auch ein Transfer auf andere Übe-Gegenstände als Mathematik. Für die Mathematik speziell am Übergang zwischen Schule und Hochschule aber stellt optes ein Brückenkursangebot dar, das sich von anderen vor allem darin unterscheidet, dass direkte Übeangebote und das Üben unterstützende Angebote die beiden tragenden Säulen bilden und zu einem ganzheitlichen Konzept verzahnt worden sind.

Literatur

- Aebli, H. (2006). *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S. & Wassong, T. (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer.
- Bollnow, O. F. (1978). *Vom Geist des Übens. Eine Rückbesinnung auf elementare didaktische Erfahrung*. Freiburg: Herder.
- Brinkmann, M. (2011). Üben. In J. Kade, W. Helsper, C. Lüders, B. Egloff, F.-O. Radtke & W. Thole (Hrsg.), *Pädagogisches Wissen. Erziehungswissenschaft in Grundbegriffen* (S. 140–146). Stuttgart: Kohlhammer.
- Brinkmann, M. (2012). *Pädagogische Übung: Praxis und Theorie einer elementaren Lernform*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Bruder, R. (2008). Üben mit Konzept. *Mathematik lehren*, Bd. 147, 4–11.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching The Crafts of Reading, Writing and Mathematics. In L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, Learning and Instruction. Essays In Honour Of Robert Glaser* (S. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Derr, K., Hübl, R. & Podgayetskaya, T. (2015). Formative Evaluation und Datenanalyse als Basis zur schrittweisen Optimierung eines Online-Vorkurses Mathematik. In Nistor N. & Schirlitz S. (Hrsg.), *Digitale Medien und Interdisziplinarität. Herausforderungen, Erfahrungen, Perspektiven* (S. 186–196). Münster: Waxmann.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Römer, C. (1993). The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406.
- Friedrich, H. F. & Mandl, H. (2006). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In H. F. Friedrich & H. Mandl (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 1–23). Göttingen: Hogrefe.
- Greefrath, G., Hoever, G., Kürten, R. & Neugebauer, C. (2015). Vorkurse und Mathematiktests zu Studienbeginn – Möglichkeiten und Grenzen. In J. Roth, T. Bauer, H. Koch & S. Prediger (Hrsg.), *Übergänge konstruktiv gestalten Ansätze für eine zielgruppenspezifische Hochschuldidaktik Mathematik* (S. 19–32). Wiesbaden: Springer.
- Kolb, D. A. (1984). The Process of Experiential Learning. In D. A. Kolb (Hrsg.), *Experiential Learning – Experience as the Source of Learning and Development* (S. 20-38). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Leuders, T. (2009). Intelligent üben und Mathematik erleben. In T. Leuders, L. Hefendehl-Hebeker & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Mathematische Momente* (S. 130–143). Berlin: Cornelsen.
- Meyer, H. (1987). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband*. Berlin: Cornelsen.
- Prange, K. (2005). *Die Zeigestruktur der Erziehung. Grundriss der Operativen Pädagogik*. Paderborn: Schöningh.
- Prediger, S. & Wittmann, G. (2009). Aus Fehlern lernen – (wie) ist das möglich? *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 27, 1–8.
- Prenzel, M. (2015). Institutionelle Strategien zur Verbesserung der Lehre an Hochschulen: Ein Beispiel. In Wissenschaftsrat (Hrsg.), *Jahresbericht 2015 des Wissenschaftsrates* (S. 50–61). Verfügbar unter https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/Jahresbericht_2015.pdf;jsessionid=2AF6D2382C65D717A831A09614934170.delivery1-master?__blob=publicationFile&v=3 [10.06.2020].
- Rosa, H. (2016). *Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung*. Berlin: Suhrkamp.

- Scherer, P. & Weigand, H.-G. (2017). Mathematikdidaktische Prinzipien. In M. Abshagen, B. Barzel, J. Kramer, T. Riecke-Baulecke, B. Rösken-Winter & C. Selzer (Hrsg.), *Basiswissen Lehrerbildung: Mathematik unterrichten* (S. 28–42). Seelze: Kallmeyer.
- Schmidt, C. & Adler, F. (2014). Herausforderungen an die wissenschaftliche Begleitung von E-Learning-Projekten im Hochschulverbund und konkrete Ansätze aus einem Beispielvorhaben. *Interdisziplinäre Zeitschrift für Technologie und Lernen (iT&L)*, 1, 21–35.
- Schoy-Lutz, M. (2005). *Fehlerkultur im Mathematikunterricht: theoretische Grundlegung und evaluierte unterrichtspraktische Erprobung anhand der Unterrichtseinheit „Einführung in die Satzgruppe des Pythagoras“*. Hildesheim u.a.: Franzbecker.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



5 Selbstreflexion mit Hilfe von E-Portfolios



Oliver Samoila

Selbstlernmaterialien, Übungsmöglichkeiten, formative Assessments und Unterstützung in diesen Lern- und Arbeitsphasen sind Bausteine, die sich für gewöhnlich in Online- aber auch Präsenzbrückenkursen oder -vorkursen finden – wenn auch der Fokus sich von Angebot zu Angebot unterscheiden mag. Studierfähigkeit zu Studienbeginn ist in Zeiten von und nach dem Bologna-Prozess das Credo von selbstbestimmtem, selbstorganisiertem und vor allem kompetenzorientiertem Lernen. Doch wie lässt sich dies in Zeiten von stetig wachsenden Blended- und Distance-Learning-Szenarien verzahnen?

Vorkurse inmitten des Übergangs Schule-Hochschule bergen eine heterogene Zielgruppe von Bald-Studierenden. Heterogen in ihrem Vorwissen, heterogen in den Lern- und Arbeitsmethoden, die aus der individuellen Schulkarriere mitgebracht werden, heterogen in Bezug auf den Kontakt und die Selbstverständlichkeit, mit digitalen Lernangeboten zu arbeiten, heterogen in der Fähigkeit sich selbst zu organisieren oder sich selbst, auch im Bezug zu der unbekanntem Grundgesamtheit von baldigen Kommiliton*innen, in der eigenen Leistungsfähigkeit einzuschätzen.

Zur Vermittlung zwischen der inhaltlichen Ebene (vorrangig Mathematik), der sozialen Ebene („E-Mentoring“ – siehe Kapitel 18) und Peer-Learning) und den einzelnen Lernenden dient das sogenannte E-Portfolio. Bereits seit der ersten Förderphase von optes stellt das E-Portfolio der einzelnen Studierenden das Bindeglied zwischen inhaltlicher Arbeit in den Kursen, den damit verbundenen formativen Assessments und der Lernprozessbegleitung über E-Mentor*innen dar. Diese Verzahnung ist eines der Alleinstellungsmerkmale der Angebote von optes.

Das Portfolio in optes ist mit Sicherheit ein wenig anders als andere Portfolio-Szenarien und -Anwendungen. Das ist bereits in seiner oben angedeuteten Funktion begründet. Mit Portfolio-Arbeit soll Reflexion angeregt werden. Das Portfolio stellt dabei den Ort der Reflexion bzw. die Ablage der Reflexionen dar. Im klassischen Sinne des (gleich ob analogen oder digitalen) Portfolios steht reflexives Schreiben im Vordergrund.¹ Die Sache oder die Situation, der sich die Reflexion widmet, oder auch die Rekapitulation der persönlichen Entwicklungsschritte, findet für gewöhnlich außerhalb des Portfolios statt – externe Auslöser, deren Aufarbeitung dann im Portfolio mündet. Das Portfolio in optes orientiert sich

¹ Zu dem allgemeinen Prozess der Portfolio-Arbeit siehe Schaffert (2007, S. 79ff).

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

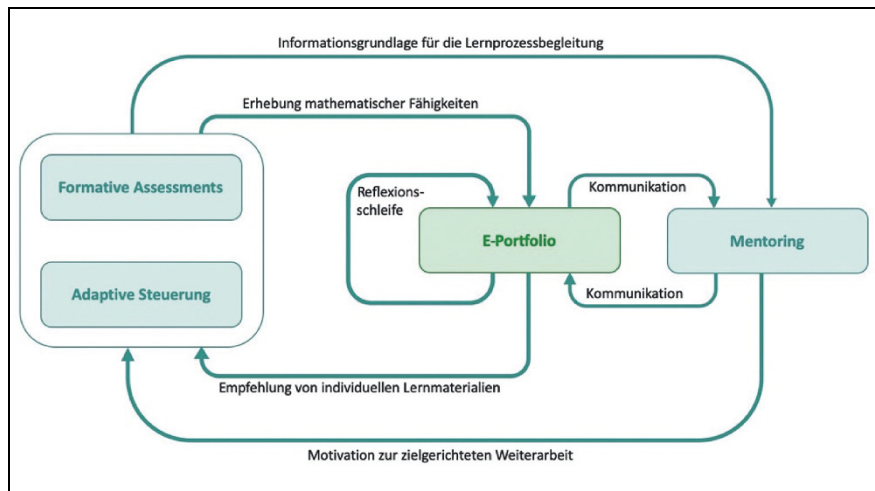


Abbildung 1: Einbezug des E-Portfolios in andere optes-Angebote

stark an den Bedarfen, die der Online-Vorkurs, das E-Mentoring und die äußeren Rahmenbedingungen mitbringen. Das elektronische Portfolio im Lernmanagementsystem ILIAS, welches die Umwelt des Vorkurses und seiner rahmenden Angebote ist, wurde um drei Werkzeuge erweitert, die ein Self-Monitoring ermöglichen.² Die damit im Portfolio dargebotenen Informationen liefern eine wesentliche Grundlage für Reflexionsprozesse – auf inhaltlicher, prozessualer und bilanzierender Ebene des eigenen Lernens.

Die Werkzeuge werden gemeinsam mit dem Gesamtaufbau des Portfolios im kommenden Abschnitt aufgezeigt:

- Überblick
- Lernverlauf
- Lernjournal
- Mathematische Fähigkeiten
- Lernzielübersicht
- Soft Skills
- Weiteres

Das jeweils individuelle Portfolio eines jeden Lernenden wird mit diesem Basis-setting für ihn zur Verfügung gestellt und entwickelt sich von da aus gemäß der eigenen Lernfortschritte weiter:

² Die Portfolio-Komponente wurde außerdem um diverse Funktionen erweitert und durchlief etliche Maßnahmen zur Steigerung der Usability – beides mit dem Ziel einer erleichterten Nutzung und einer erhöhten Akzeptanz bei der Nutzergruppe.

Überblick

Um Studierenden einen Einstieg in den Online-Vorkurs, aber auch in die digitale Arbeit mit dem individuellen Portfolio zu geben, erhalten sie in ihrem Portfolio als erstes grundlegende Erklärungen zum Umfang des Portfolios und zur Zielsetzung. Dazu werden in kurzen Begleittexten und mittels Illustrationen auch die kommenden Abschnitte (Lernverlauf, Lernjournal, ...) zielgruppengerecht erläutert. Ebenso erhalten die Studierenden bereits im Überblick die Möglichkeit, ihr Profil, ähnlich einer digitalen Visitenkarte, mit Informationen zu füllen – nicht zuletzt, damit auch E-Mentor*innen (und gegebenenfalls Kommiliton*innen) das Portfolio einer Person zuordnen können.

Lernverlauf

Der Lernverlauf im Portfolio³ enthält eine chronologische Abfolge aller Lernleistungen, die von ILIAS erfasst werden können. Dazu gehören als zentrale Elemente:

- die Lernfortschritte, die durch das Bearbeiten von Lernmodulen und formativen Assessments erzielt werden,
- die Attestierung von Lernzielen in den mathematischen Lernangeboten,
- das Erreichen von Kompetenzausprägungen in formativen Assessments
- und auch die Vergabe von Badges für einzelne Leistungen bei mathematischen und überfachlichen Lernaktivitäten.

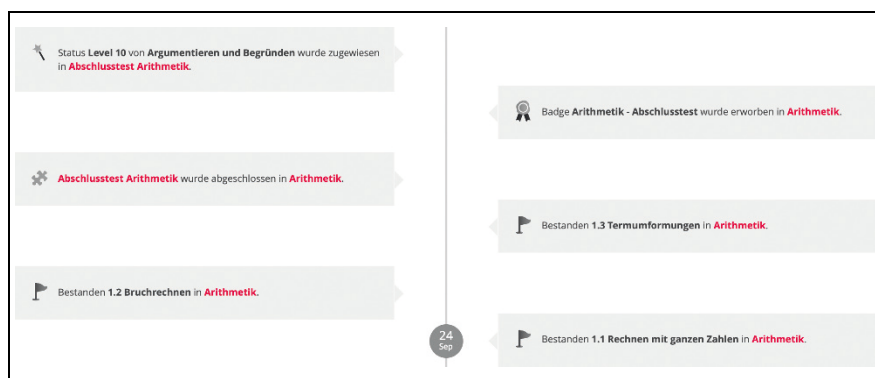


Abbildung 2: Lernverlauf im Portfolio

Zum einen wird somit Aktivität im Einzelnen aber auch über Zeiträume ersichtlich, zum anderen wird Studierenden eine vereinfachte Möglichkeit geboten, in der Vielzahl von Leistungsanerkennungen den Überblick zu wahren.

³ Im optes-Setting entspricht der Lernverlauf, der dem Lernenden im Bereich Lernerfolge bereitgestellt wird, eins zu eins dem Lernverlauf, der im Portfolio abgebildet wird.

Lernjournal

Das Lernjournal ist als zentrales Element der Reflexion, als Zielort für reflexives Schreiben, konzipiert worden. Im Lernjournal, welches über einen eingebetteten Blog realisiert wurde, sollen sich Lernende anhand von Leitfragen⁴ mit dem eigenen Lernen, sowie Lernleistungen und -entwicklungen auseinandersetzen.

Neben den Leitfragen sollen aber auch die Instrumente *Lernverlauf*, *Lernzielübersicht* und die Anzeige der *mathematischen und überfachlichen Fähigkeiten* Reflexionsanlässe bieten.

Für die Lernprozessbegleitung über E-Mentor*innen bildet die studentische Reflexion im Portfolio neben den Instrumenten den Konnex zur inhaltlichen Bearbeitung. Außerdem soll eine Grundlage für Feedback entstehen, um entsprechende Unterstützungsmaßnahmen anbieten zu können.

Mathematische Fähigkeiten – Verortung auf Prozessebene

Im Projekt optes wurde eine Zweitauswertung von formativen Assessments auf der Ebene von Kompetenzen konzipiert, entwickelt und erprobt. Das bedeutet, dass die Testfragen (mathematische Aufgaben), denen sich die Lernenden ohnehin zu Trainings- und zu Leistungszwecken stellen, nicht nur auf dem Punktschema für den Test ausgewertet werden. Die Testfragen tragen als gesonderte Information eine Zuweisung zu Kompetenzen (in optes als mathematische Fähigkeiten bezeichnet). Somit wird Lernenden neben der inhaltlichen Auswertung eine Rückmeldung zu ihrer individuellen Kompetenzentwicklung und ihrem Entwicklungsstand gegeben.⁵ Das Portfolio ist dabei das Medium, welches den Studierenden, aber auch den E-Mentor*innen, diese Informationen zugänglich macht und als Kommunikationsanlass dient.

⁴ In den ersten Jahren, in denen die Portfolio-Konzeption in optes vorangetrieben wurde, wurde dafür im Wesentlichen auf Leitfragen von Rambow und Nückles (Rambow und Nückles 2002, S. 113ff; Rambow 2005) zurückgegriffen. Später wurden in Anlehnung an diese Anpassungen an die optes-spezifischen Lernangebote vorgenommen. Inzwischen ergänzen sich diese außerdem mit Lernangeboten aus dem Bereich des E-Mentorings – auch um für die Lernenden ein in sich abgestimmtes Angebot bereitzustellen.

⁵ Ausführliche Informationen dazu in Samoila (2016).

Lernzielübersicht – Verortung auf inhaltlicher Ebene

Das opes-Curriculum wurde über sogenannte Lernzielorientierte Kurse⁶ abgebildet. Diese Kurse enthalten in der Regel drei bis fünf Lernziele, welche wiederum aus Lernmaterialien und Assessments bestehen. Ein Lernziel zu erreichen heißt, einen Themenbereich abzuschließen und dies attestiert zu bekommen. Die Lernzielübersicht im Portfolio übernimmt die Zusammenschau dieser Informationen aus allen Kursen und bietet daher Übersicht über den individuellen Stand und Anregung zur Weiterarbeit an den Stellen, die noch nicht als erreicht gekennzeichnet sind.⁷

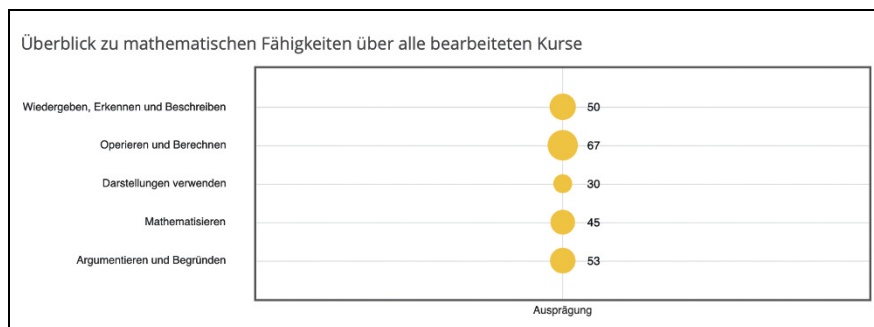


Abbildung 3: Mathematische Fähigkeiten im Portfolio

Soft Skills

opes fokussiert neben den mathematisch-inhaltlichen Themen auch stark den Bereich überfachlicher Fähigkeiten, welche Studierende benötigen, um erfolgreich das Studium zu absolvieren. Bereits in der ersten Förderphase wurde dazu in Anlehnung an den Deutschen Qualifikationsrahmen eine modifizierte Umfrage zur Selbsteinschätzung konzipiert und entwickelt wie auch erprobt. Studienanfänger*innen sehen sich circa 20 Fragenstellungen aus den Bereichen Sozialkompetenz, Methoden- und Medienkompetenz sowie personaler Kompetenz gegenüber. Die Antworten münden im eigenen Portfolio und dienen sowohl der eigenständigen Reflexion als auch zur Beratungsgrundlage für E-Mentor*innen.

Weiteres

Im Bereich Weiteres des jeweils persönlichen Portfolios befinden sich Hinweise, inwiefern das Portfolio über die vordefinierten Angebote hinaus verwendet werden

⁶ Bei Lernzielorientierten Kursen (LoK) handelt es sich um ein adaptives Kursformat in ILIAS, d.h. Lernende bekommen in Abhängigkeit von erbrachten Leistungen Empfehlungen zu weiteren Lernhandlungen (Kunkel 2011, S. 330ff).

⁷ Umgesetzt wird dies innerhalb von ILIAS mit Hilfe des Seitenelements „Meine Kurse“.

kann. Dies betrifft Möglichkeiten der inhaltlichen Ausgestaltung, aber auch einer Weiterführung in den anstehenden Studienverlauf.

Literatur

- Kunkel, M. (2011). *Das offizielle ILIAS 4-Praxisbuch. Gemeinsam online lernen, arbeiten und kommunizieren*. München: Addison-Wesley Verlag.
- Rambow, R. (2005). Hinweise zur Erstellung des Lerntagebuchs. Verfügbar unter <https://www.ph-freiburg.de/fileadmin/dateien/fakultaet1/psychologie/Uploads/guentert/Leitfaden-Lerntagebuch.pdf> [10.06.2020].
- Rambow, R. & Nückles, M. (2002). Der Einsatz des Lerntagebuchs in der Hochschullehre. *Das Hochschulwesen*, 50(3), 113–120.
- Samoila, O. (2016). *Dokumentation zur Erhebung mathematischer Fähigkeiten im Kontext von ePortfolio-Arbeit in optes. Theoretisch-didaktische Konzeption und technisch-methodische Umsetzung*. Verfügbar unter https://www.optes.de/goto.php?target=wiki_wpape_860_4895&client_id=optes [10.06.2020].
- Schaffert, S. (2007). *E-Portfolio-Einsatz an Hochschulen: Möglichkeiten und Herausforderungen*. In T. Brahm & S. Seufert (Hrsg). *“Ne(x)t generation learning”: E-Assessment und E-Portfolio: halten sie, was sie versprechen?* (S. 75–90). St. Gallen: SCIL, Swiss Centre for Innovations in Learning, Universität St. Gallen.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



Teil II:

Digitale Unterstützung im Selbststudium

Das Konzept des Selbststudiums auf digitaler Basis spricht zwei Komponenten an, die zu behandeln möglich und notwendig sind. Die Begleitung der Lernprozesse in Form von persönlicher Ansprache oder didaktischen Ausgestaltungen auf der einen Seite sowie die digitale bzw. IT-basierte Aufbereitung der Lerninhalte andererseits. Zuletzt genanntes Themenfeld ist sehr ausgedehnt und bezieht neben der Mathematik die Mathematik-Didaktik, aber vor allem die Informationstechnologie sowie softwaretechnische Lösungen mit ein. Um das Selbststudium im Bereich Mathematik aus der webbasierten und somit informationstechnologischen Perspektive zu betrachten, kommen für die Konzeption eines Ansatzes zum Selbststudium verschiedene Möglichkeiten in Frage, Unterstützung auszubauen bzw. softwaretechnologisch aufzubereiten.

Das folgende Teil II behandelt dementsprechend Ansätze, die die Fachdisziplin Mathematik – losgelöst von den konkreten Inhalten – für ein digitales Selbststudium auch aus IT-Perspektive darstellen. Zunächst erfolgt in Kapitel 6 die Schilderung von grundlegenden Fähigkeiten im Bereich der Mathematik durch eine Klassifizierung mathematischer Handlungsaspekte bevor in Kapitel 7 dann näher auf die Einstufung mathematischer Inhalte nach Schwierigkeitsgraden eingegangen wird, um zielgruppenspezifische Anpassungen der Lerninhalte zu erhalten. Das Konzept des adaptiven Übens konkretisiert in Kapitel 8 die flexible Organisation von mathematischen Inhalten, angepasst an den Lernstand der Studierenden. Ergänzt wird dieser Ansatz mit der softwaretechnischen Lösung durch ein Vorschlagssystem mit zugrundeliegenden Modellen des Wissens und Könnens. Kapitel 9 stellt die Aufbereitung von mathematischen Lerninhalten zur Diagnostik vor – formatives E-Assessment in Form von Lernstandstests. Die Aufbereitung von Mathematik-Aufgaben für E-Assessment bedarf besonderer Gestaltung, der Fragetyp STACK bietet hierfür verschiedene Möglichkeiten (Kapitel 10). Neben der Lernstandsdiagnostik, also dem formativen E-Assessment, wird das summative E-Assessment im Studium (E-Klausuren) aus organisatorischer Perspektive im Rahmen einer Serviceeinheit (Kapitel 11) sowie der infrastrukturellen Ebene durch die Ausgestaltung von E-Klausuren auf dem Lernmanagementsystem ILIAS (Kapitel 12) geschildert.



6 Klassifizierung mathematischer Handlungsaspekte im optes-Vorkurs

Anna-Katharina Roos, Hans-Georg Weigand, Jan Wörler

Welches mathematische Wissen und Können, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten benötigen Studierende eines technischen Studiengangs? Welche Definitionen mathematischer Begriffe sollten sie kennen, welche Rechenverfahren richtig anwenden können, welche mathematischen Beweise sollten sie wiedergeben, nachvollziehen oder selbst finden können? Diese Fragen standen am Anfang der Erstellung des optes-Onlinekurses Mathematik.

6.1 optes-Onlinekurs Mathematik

Für viele Lernende stellt sich der Übergang von der Schule zur Universität als problembehaftet heraus (Guedet 2008). Um den Schwierigkeiten der Lernenden zu begegnen, wurde inzwischen eine Vielzahl an mathematischen Vor- und Brückenkursen entwickelt (Beispiele findet man in Hoppenbrock et al. 2016; Roth et al. 2015). Deren Ziel ist es, die Lücke zwischen Schule und Hochschule zu reduzieren. Üblicherweise finden die Kurse vor dem Start des ersten Semesters statt. Neben Lernenden, die sich für ein Mathematikstudium entschieden haben, ist Mathematik auch für Studierende eines technischen Studiengangs eine wesentliche Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Studium. Für diese wird Mathematik vor allem als Werkzeug für andere Fächer wie Physik, Chemie, Elektrotechnik etc. genutzt (Kortemeyer 2018, S. 11). Hier ist eine passende Problem- und Lösungsformulierung nur mit Hilfe der mathematischen Sprache möglich und mathematische Kompetenzen sind unabdingbar, um Aufgaben in Fächern wie Elektrotechnik zu lösen (Kortemeyer 2018, S. 5).

Genau für diese Zielgruppe ist der optes-Onlinekurs Mathematik entwickelt worden. Er beabsichtigt eine Wiederholung und Festigung der schulischen Inhalte, aufbereitet für den Übergang von der Schule zur Hochschule. Im Fokus stehen dabei zukünftige Studierende eines technischen Studiengangs an Hochschulen und dualen Hochschulen in ganz Deutschland. Da diese heutzutage eine Vielzahl verschiedener (Schul-)Ausbildungen zur Erlangung der Hochschulzugangsberechtigung mit sich bringen, stellen sie hinsichtlich des mathematischen Vorwissens beim Eintritt an die Universität eine sehr heterogene Gruppe dar (z. B. Blömeke 2016; de Guzman et al. 1998). Die Heterogenität stellt insbesondere die Dozent*innen der Anfangsvorlesungen in Mathematik vor große Herausforderungen. Diesen verschiedenartigen mathematischen Wissensständen entgegenzuwirken und den

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

Studierenden bereits vor Studienbeginn die Möglichkeit zu geben, solide Grundlagen für die mathematischen Themen ihrer zukünftigen Ausbildung vorzubereiten, ist ein wesentliches Ziel des optes-Onlinekurses. Der Kurs soll Inhalte, die relevant für ein Hochschulstudium sind oder als relevant angesehen werden, aufgreifen, wiederholen und vertiefen. Eine Quelle für zentrale und wichtige Inhalte der Schulmathematik findet sich im sogenannten *cosh*-Katalog (2014), den Dozent*innen von Hochschulen sowie Lehrkräfte an Gymnasien vor allem aus dem Raum Baden-Württemberg zusammengestellt haben.

Die mathematischen Inhalte des optes-Onlinekurses wurden in sechs sogenannte Lernzielorientierte Kurse (LoKs) gegliedert:

Tabelle 1: Inhalte des optes-Onlinekurses gegliedert in sechs Lernzielorientierte Kurse

LoK 1	Arithmetik
LoK 2	Gleichungen und Ungleichungen
LoK 3	Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
LoK 4	Funktionen
LoK 5	Geometrie
LoK 6	Trigonometrie

Diese LoKs bestehen sowohl aus erklärenden Texten und Übungsaufgaben, ähnlich einem traditionellen Mathematikbuch, die aber mit interaktiven Elementen wie bspw. Geogebra-Applets (siehe Kapitel 14) ergänzt wurden. Darüber hinaus können Studierende in verschiedenen Tests und Trainings (siehe Kapitel 3) mit auf die jeweiligen Inhalte abgestimmten Aufgaben ihr Wissen überprüfen und üben. Basierend auf den Bearbeitungen dieser Aufgaben soll den Lernenden im Anschluss ein sinnvolles und hilfreiches Feedback über ihr dort gezeigtes mathematisches Können im Kontext von sogenannten E-Portfolios (siehe Kapitel 5) gegeben werden. Die Existenz eines Modells, um Studierenden hilfreiche und detaillierte Feedbacks geben zu können, ist somit ein wichtiger Bestandteil auf der Meta- oder Hintergrundebene eines LoKs.

6.2 Einführung eines Kompetenzmodells in optes

Um dem Charakter der Mathematik und den Anforderungen innerhalb eines ingenieur- bzw. naturwissenschaftlichen Studiums gerecht zu werden, darf ein Feedback zum mathematischen Wissen und Können nicht nur auf der inhaltlichen Ebene, sondern sollte auch auf einer prozessbezogenen Ebene erfolgen. Letztere bezieht sich auf mathematische Handlungen wie etwa Beweisen, Darstellen oder Modellieren. Es gilt also nicht nur die Frage zu stellen, welche *Inhalte* vermittelt werden sollen, sondern es muss zusätzlich berücksichtigt werden, welche typisch

mathematischen *Arbeits- und Handlungsweisen* Lernende entwickeln sollen. Üblicherweise werden diese Ziele heute mit dem Kompetenzbegriff umschrieben. Weinert (2001) charakterisiert Kompetenzen als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2001, S. 27 f.).

In dem optes-Onlinekurs haben wir ein Kompetenzmodell eingeführt, das vorrangig auf das Schweizer HarmoS-Modell (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren 2011) zurückgreift. Dieses wurde als Basis gewählt, da es zum einen eine Fortentwicklung der deutschen KMK-Standards und mittlerweile theoretisch und empirisch gut verankert ist (z. B. Linneweber-Lammerskiten 2014). Zum anderen haben wir es gewählt, weil es für unsere Zwecke passend die mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten neben den inhaltlichen Bereichen in Form von Handlungsaspekten repräsentiert, deren Ausbildung wir uns von zukünftigen Ingenieur*innen und Naturwissenschaftler*innen wünschen.

6.2.1 *Das schweizerische HarmoS-Modell*

Das schweizerische HarmoS-Modell hat sich „von Kompetenzmodellen aus anderen Ländern bzw. internationalen Projekten (NCTM, PISA, KMK u. a .m.), aber auch von den Besonderheiten der Schweiz (Lehrplanvergleich, Kultur- und Sprachunterschiede) leiten lassen“ (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren 2011, S. 5). Dieses Kompetenzmodell unterteilt sich in Handlungsaspekte (prozessbezogene Kompetenzen), inhaltsbezogene Kompetenzen, verschiedene Kompetenzniveaus, eine Entwicklungsdimension und eine nichtkognitive Dimension (insbesondere motivationale und soziale Facetten) (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren 2011, S. 6). Für uns interessant und relevant sind dabei vor allem die Ausarbeitung der einzelnen Handlungsaspekte in der Jahrgangsstufe 11.

Das allgemeine Zusammenwirken der Handlungsaspekte (prozessbezogene Kompetenzen) und der Kompetenzbereiche (inhaltsbezogene Kompetenzen) verdeutlicht Abbildung 1.



Abbildung 1: Kompetenzbereiche und Handlungsaspekte im HarmoS-Modell (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren 2011, S. 7)

6.2.2 *Das Kompetenzmodell in optes*

Aufbauend auf den Überlegungen des HarmoS-Modells wurde für den optes-Kurs ein eigenes Kompetenzmodell basierend auf prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen entwickelt. Den fünf inhaltsbezogenen Kompetenzen des HarmoS-Modells entsprechend wurden sechs Basis-LoKs entwickelt und zu fünf Handlungsaspekten in Beziehung gestellt.

Das hier verwendete Kompetenzmodell sieht vor dem Hintergrund theoretischer Überlegungen aktuell folgendermaßen aus:

Tabelle 2: Inhaltsbereiche und Handlungsaspekte in optes

Inhaltsbereiche	LoK 1: Arithmetik					
	LoK 2: Gleichungen/ Ungleichungen					
	LoK 3: Potenzen, Wurzeln, Logarithmen					
	LoK 4: Funktionen					
	LoK 5: Geometrie					
	LoK 6: Trigonometrie					
		Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben	Operieren und Berechnen	Darstellungen verwenden	Mathematisieren	Argumentieren und Begründen
Handlungsaspekte						

Die Einteilung der Handlungsaspekte zu den jeweiligen Inhaltsbereichen orientiert sich dabei stark an den Einteilungen des HarmoS-Modells für die 11. Jahrgangsstufe (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren 2011, S. 18 ff.), wobei wir folgende Zuweisungen vorgenommen haben:

Tabelle 3: Zuweisung der Beschreibungen der Handlungsaspekte im HarmoS-Modell zu den LoKs in optes

HarmoS-Modell	optes-LoKs
Zahl und Variable	1 Arithmetik
Zahl und Variable	2 Gleichungen und Ungleichungen
Zahl und Variable	3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
Funktionale Zusammenhänge	4 Funktionen
Form und Raum	5 Geometrie
Selbst entwickelt, teilweise funktionale Zusammenhänge	6 Trigonometrie

Die Handlungsaspekte „Verwenden von Instrumenten und Werkzeugen“, „Interpretieren und Reflektieren der Resultate“, „Erforschen und Explorieren“ wurden in unserem Modell nicht berücksichtigt, da deren Umsetzungen unter den Gegebenheiten eines Online-Brückenkurses nur schwer – zudem kaum in dem begrenzten Zeitumfang – zu realisieren sind. Aus dem gleichen Grund wurde der Handlungsaspekt „Darstellen und Kommunizieren“ auf „Darstellungen verwenden“ und der Handlungsaspekt „Mathematisieren und Modellieren“ auf „Mathematisieren“ eingeschränkt. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die vorgenommenen Abänderungen.

Tabelle 4: Anpassung der Handlungsaspekte des HarmoS-Modells in den optes-Kursen

HarmoS-Modell	optes-LoKs
Wissen, Erkennen und Beschreiben	Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben
Operieren und Berechnen	Operieren und Berechnen
Darstellen und Kommunizieren	Darstellungen verwenden
Mathematisieren und Modellieren	Mathematisieren
Argumentieren und Begründen	Argumentieren und Begründen
Wissen, Erkennen und Beschreiben	Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

6.2.3 Aufgaben im Rahmen des Kompetenzmodells

Wir gehen von der folgenden These aus: „Die Brücke zwischen theoretischen Kompetenzmodellen und ihrer empirischen Erfassung bildet die Konkretisierung der Theorieelemente durch Aufgabensituationen“ (Leuders 2014, S. 13). Dementsprechend wurde basierend auf unserem Kompetenzmodell ein Kodierleitfaden für jeden LoK entwickelt. Alle Aufgaben der Trainings und der Tests wurden mit diesem höchstens zwei Handlungsaspekten unseres Kompetenzmodells zugeordnet.

Nachdem Lernende einen Test oder ein Training beendet haben, wird ihnen für jeden einzelnen Handlungsaspekt der Anteil an richtig gelösten Aufgaben im E-Portfolio angezeigt. Die folgende Grafik zeigt dies beispielhaft:

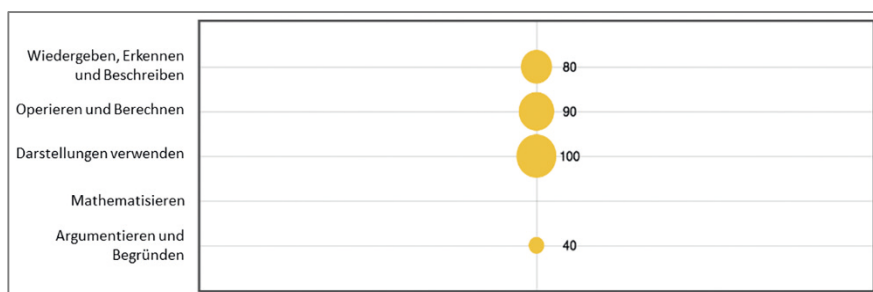


Abbildung 2: Darstellung der Ausprägung der Handlungsaspekte im E-Portfolio

Ausgehend von diesen Rückmeldungen an die Lernenden haben diese in einem sogenannten „Rückweg“ die Möglichkeit, speziell Aufgaben zu einem Handlungsaspekt, mit dessen Ausprägung sie noch nicht zufrieden sind, zu üben. Dazu können die Lernenden sich in einem LoK beispielsweise gezielt Aufgaben zum Mathematisieren, Argumentieren oder zu jedem anderen Handlungsaspekt geben lassen. Dies bietet die Gelegenheit, individuell an möglichen Schwächen zu arbeiten.

6.3 Grundzüge und Vorbereitungen einer empirischen Validierung des Kompetenzmodells

Im Anschluss an die Einführung und die Pilotierung dieses Modells an unseren Partnerhochschulen hat sich die Frage gestellt, inwieweit die Rückmeldung an Lernende im Rahmen des Kompetenzmodells den tatsächlichen Wissens- bzw. Kompetenzstand der Studierenden erfasst. Insbesondere sind wir der Frage nachgegangen: *Wie valide werden die jeweiligen Kompetenzen gemessen?* Eine umfassende quantitative Validitätsüberprüfung des Kompetenzmodells war allerdings aufgrund zeitlicher Restriktionen noch nicht möglich. Wir entschieden uns deshalb

dafür, in einer explorativen qualitativen Studie zunächst Hinweise auf die Passung oder Validität unseres Modells zu erhalten. Darüber hinaus interessierten wir uns im Hinblick auf die mathematischen Veranstaltungen in der Eingangsphase auch für Gründe für eventuelle existierende Mängel bei Studienanfänger*innen. Dabei standen die folgenden Fragen im Mittelpunkt:

FF1: Lassen sich die Rückmeldungen unseres Kompetenzmodells hinsichtlich der einzelnen Handlungsaspekte empirisch bestätigen?

FF2: Worin liegen die Schwierigkeiten von Studienanfänger*innen bei einzelnen Handlungsaspekten?

FF3: Lassen sich Gründe für vorhandene Schwierigkeiten erkennen?

6.3.1 *Methodik der Untersuchung*

Um unser Kompetenzmodell zu überprüfen, haben wir uns exemplarisch zunächst auf den Inhaltsbereich Arithmetik konzentriert. Arithmetik ist der erste LoK und damit für viele der Einstieg in den optes-Onlinekurs.

Um die Forschungsfragen zu beantworten, haben wir uns für Interviews entschieden. Bortz und Döring beschreiben:

Am Beginn der theoretischen Auseinandersetzung mit einem wenig erforschten Thema stellt sich oft die Frage, welche Aspekte, Facetten oder Komponenten überhaupt von Bedeutung sind; gesucht wird also zunächst eine Auflistung der wichtigsten Elemente des untersuchten Phänomens, d. h. ein Inventar. Hierfür eignen sich teilstrukturierte Interviews mit offenen Fragen, deren Ergebnisse inhaltsanalytisch auszuwerten sind. (Bortz und Döring 2006, S. 381)

Im Sommersemester 2019 wurde an einer unserer Partnerhochschulen, der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW Mosbach, ein Pilot für ein Online-Training mit Aufgaben aus der Arithmetik durchgeführt. Unter den aktiven Studierenden hat sich eine Gruppe von sechs Studierenden bereit erklärt, an Interviews teilzunehmen. Alle befragten Studierenden hatten dabei für die jeweils betrachteten Handlungsaspekte mindestens drei Fragen bearbeitet und alle Handlungsaspekte wurden durch mehrere Studierende abgedeckt.

Während der Interviews wurden den Studierenden von ihnen (teilweise falsch bearbeitete Aufgaben nochmal vorgelegt und nachgefragt, an welcher Stelle Schwierigkeiten aufgetreten waren. Außerdem wurden ihnen zusätzliche Fragen gestellt, um weitergehend zu sehen, wie sie, im Rahmen des jeweils angesprochenen Handlungsaspekts, neue Aufgaben bearbeiten. Es wurde also für alle Studierenden ein jeweils individueller Leitfaden im Vorfeld angelegt. Trotzdem wurde darauf geachtet, genug Raum für spontane Nachfragen der Interviewenden zu lassen. Ein Interview dauerte circa 20 Minuten.

6.3.2 Ergebnisse

Die von uns gefundenen Ergebnisse werden hier exemplarisch anhand einiger Interviewausschnitte aufgezeigt und den einzelnen Handlungsaspekten zugeordnet. Zunächst ein allgemeiner Überblick der Ergebnisse der sechs hier vorgestellten Studierenden¹.

Tabelle 5: Rückmeldung des Kompetenzmodells in optes an die Teilnehmer*innen des Interviews

ELLA Argumentieren: 0 von 1 (0%) Operieren: 7 von 9 (78%) Wiedergeben: 5 von 6 (83%) Mathematisieren: 2 von 5 (40%) Darstellungen verwenden: 5 von 5 (100%) Gesamt: 19 von 24 (79%)	ADAM Argumentieren: 0 von 4 (0%) Operieren: 11 von 21 (52%) Wiedergeben: 3 von 3 (100%) Mathematisieren: 8 von 16 (50%) Darstellungen verwenden: 3 von 3 (100%) Gesamt: 23 von 40 (58%)
RON Argumentieren: 3 von 4 (75%) Operieren: 16 von 32 (50%) Wiedergeben: 4 von 6 (67%) Mathematisieren: 6 von 17 (35%) Darstellungen verwenden: 2 von 3 (67%) Gesamt: 28 von 54 (52%)	BASIL Argumentieren: 1 von 4 (25%) Operieren: 19 von 29 (66%) Wiedergeben: 6 von 8 (75%) Mathematisieren: 5 von 9 (56%) Darstellungen verwenden: 3 von 3 (100%) Gesamt: 30 von 46 (65%)
MALIN Argumentieren: 2 von 4 (50%) Operieren: 14 von 25 (56%) Wiedergeben: 6 von 11 (55%) Mathematisieren: 3 von 7 (43%) Darstellungen verwenden: 1 von 2 (50%) Gesamt: 24 von 46 (52%)	MIRO Argumentieren: 0 von 1 (0%) Operieren: 13 von 18 (72%) Wiedergeben: 4 von 4 (100%) Mathematisieren: 7 von 15 (47%) Darstellungen verwenden: 3 von 3 (100%) Gesamt: 22 von 33 (67%)

¹ Hier anonymisiert mit geänderten Namen vorgestellt.

Mathematisieren

Eine der Aufgaben, die Ron im Vorfeld der Interviews zum Handlungsaspekt Mathematisieren bearbeitet hatte, ist die folgende:

Eine Pumpe kann einen Pool in 12 Stunden leer pumpen, eine andere Pumpe benötigt dafür 15 Stunden. Beide Pumpen zusammen haben 5 Stunden lang gearbeitet.

Welcher Anteil x des Pools ist danach noch mit Wasser gefüllt?

Lösung: $x = \frac{1}{4}$

Aufgabe 1: Eine Aufgabe zum Handlungsaspekt Mathematisieren

Ron hatte diese Aufgabe falsch bearbeitet und erklärt dazu im Interview:

Ron: „Da fehlt einem auch wieder der Ansatz. Wie fange ich an mit der Aufgabe? Ja. Also ich muss ja irgendwie wieder eine Gleichung aufstellen. Also die Gleichung lösen ist schon wieder kein Problem. Aber die Gleichung aufstellen, aus einer Textaufgabe eine Gleichung rausfinden, stellt sich mir echt schwierig dar.“

I: „Also generell jetzt, oder?“

Ron: „Allgemein. Also ja, tatsächlich. Das ist schon eher nicht so gut bei mir.“

I: „Was würdest du sagen ist in Mathe dann eher so gut bei dir? Also was ist gut, was ist weniger gut?“

Ron: „Ja, lösen der Gleichung, das kriege ich dann schon hin. Lösen der Gleichungen.“

Ron trennt hier verschiedene Fähigkeiten beim Lösen mathematischer Aufgaben: Zum einen sagt er, einen Ansatz aufzustellen falle ihm schwer. Dieser Aspekt fällt in unserem Kompetenzmodell unter den Handlungsaspekt Mathematisieren, also das Übersetzen verbal schriftlich gegebener Situationen in eine symbolische Formel. Zum anderen spricht er auch das Lösen mathematischer Gleichungen an. Dieser Prozess des algorithmischen Anwendens mathematischer Rechenverfahren fällt in unserem Kompetenzmodell unter den Handlungsaspekt des Operierens und Berechnens. Dazu reflektiert Ron, dass ihm dies weniger Schwierigkeiten bereite.

Rons Beispiel macht dabei deutlich, dass eine getrennte Betrachtung des Mathematisierens vom Aspekt des reinen Operierens sinnvoll ist.

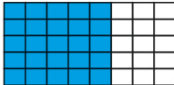
Auch ein Teil der anderen Teilnehmer*innen, Ella, Miro und Adam, beschreiben ihre Schwierigkeiten ähnlich. Malin bringt seine Gedanken auf den Punkt: „Da ist irgendwie kein Ansatz da.“

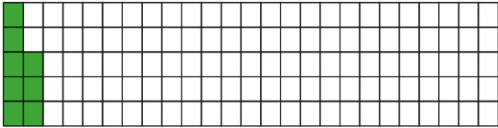
Regelmäßig wurden ähnliche Begründungen von den Lernenden für Probleme mit den von uns zum Handlungsaspekt Mathematisieren gegebenen Aufgaben genannt.

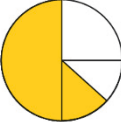
Die Einstufung der Studierenden durch unser Kompetenzsystem scheint insbesondere bei diesem Handlungsaspekt sehr gut zu passen.


Darstellungen verwenden

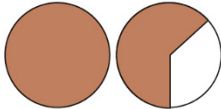
Ron hatte die folgende Aufgabe (2) vor dem Interview falsch bearbeitet.

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

a, c und d
 a und d
 a, c und e
 d
 d und c

Aufgabe 2: Eine Aufgabe zum Handlungsaspekt Darstellungen verwenden

Im Zuge des Interviews wird ihm diese erneut vorgelegt und er soll seine Gedankengänge erläutern:

Ron: „Wenn ich das hier schon sehe: 25 Achtel, Fünftel. Dann hört es in mir schon wieder auf, weil ich mir das nicht vorstellen kann. Manche Rechenregeln von früher kenn ich einfach nicht mehr. Und deshalb habe ich mit dem Begriff ‚25/8 durch 5‘ nichts anfangen können. Das ist oft bei mir der Fall, dass ich Rechenregeln von früher nicht mehr weiß.“

I: „Das heißt: Dein Problem an der Aufgabe ist eigentlich der Ausdruck.“

Ron: „Ja.“

I: „Okay. Wenn da jetzt stehen würde $\frac{5}{8}$, einfach. Und du sollst die Aufgabe für $\frac{5}{8}$ lösen. Kannst du die lösen?“

Der Interviewer löst hier den gegebenen Doppelbruch in einen einfachen Bruch auf.

Ron: „Nein, ich glaube nicht, weil ich mir das nicht vorstellen kann, wie das aussieht.“

I: „5/8?“

Ron: „Ja. Ich weiß nicht, wie man das in einer Grafik ausdrückt: $\frac{5}{8}$. Also klar, man kennt so die klassischen $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$.“

I: „Wie sieht denn das aus? $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{4}$?“

Ron: „Ja $\frac{3}{4}$ ist halt im Kreis (zeichnet) das hier. Aber $\frac{5}{8}$ kann ich mir als Grafik nicht vorstellen.“

I: „Okay, hast du von $\frac{5}{8}$ auf dem Zahlenstrahl eine Vorstellung oder auch nicht?“

Ron: „Nein.“

I: „Einfach nur: Du siehst $\frac{5}{8}$ und (abgebrochen)“

Ron: „ $\frac{5}{8}$ ist bei mir eine Zahl, die kommt nur in den Taschenrechner.“

Rons Erklärung macht bei dieser Aufgabe deutlich, welche Probleme er mit der Darstellung von Bruchzahlen hat. Das Kompetenzmodell hat ihm also richtig – im Gegensatz zu den anderen Teilnehmer*innen – noch Verbesserungen hinsichtlich dieses Handlungsaspekts attestiert. Aber auch in Bezug auf den Aspekt „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“ (Umwandlung eines Doppelbruchs) sieht man bei ihm Lücken.

Die Teilnehmer*innen Miro, Basil, Ella und Adam, die von unserem Kompetenzsystem einen sehr guten Umgang mit mathematischen Darstellungen ausgewiesen bekommen haben, können auch mit der ihnen gegebenen Alternativfrage sehr gut arbeiten.

Insgesamt scheint das Modell hinsichtlich des Aspekts „Darstellungen verwenden“ hilfreiche Einstufungen gegeben zu haben. Allerdings bleibt insbesondere hier zu beachten, dass von den Teilnehmer*innen relativ wenige Aufgaben bearbeitet wurden.

Argumentieren und Begründen

Alle von uns gewählten Interviewteilnehmer*innen hatten von unserem Kompetenzsystem eine mangelhafte Ausprägung hinsichtlich „Argumentieren und Begründen“ zugewiesen bekommen. Während des Interviews wurde ihnen die folgende, neue Frage zum Argumentieren gestellt, um zu sehen, wie sie dabei arbeiten:

Alternativfrage:

Erklären Sie die folgenden durchgeführten Rechenschritte und bewerten Sie die Lösung:

Lösen Sie für $x \in \mathbb{R}$ die Gleichung $\frac{1}{2}(10x + 8) = 4 + 2x$.

$$\frac{1}{2}(10x + 8) = 4 + 2x$$

$$\Rightarrow 5x + 4 = 4 + 2x$$

$$\Rightarrow 5x = 2x$$

$$\Rightarrow 5 = 2$$

Es gibt keine Lösung der Gleichung.

Aufgabe 3: Eine Aufgabe zum Handlungsaspekt Argumentieren und Begründen

Ron stimmt im Interview dieser Argumentation direkt zu. Adam erklärt:

Adam: „Wie gesagt: Hier oben hätte ich auch ausgeklammert. Aber ob man das jetzt einfach weglassen kann und nur die x -Werte betrachten kann, kann ich nicht sagen. Ich beschäftige ich mich auch nicht jeden Tag damit. Das ist schon ein bisschen her.“

Adam zeigt hier allgemein Schwierigkeiten, sich mathematisch auszudrücken. Anstatt vom „Klammern auflösen“ zu sprechen spricht er vom „Ausklammern“. Auch bezeichnet er die Koeffizienten vor dem x als „ x -Werte“. Insgesamt ist er sich hinsichtlich der geführten Argumentationskette unsicher und kann in Bezug auf deren Wahrheitsgehalt keine Entscheidung treffen.

Bei der Alternativfrage zum Argumentieren haben sowohl Ron als auch Adam ähnliche Schwierigkeiten gezeigt, trotzdem sie von unserem Kompetenzmodell stark unterschiedlich hinsichtlich der Argumentationskompetenz eingestuft wurden (eine Erklärung könnte wieder bei der geringen Anzahl der gelösten Aufgaben liegen). Ebenso konnte eine Analyse der Erklärungen der falsch gelösten Aufgaben nicht aufdecken, ob es sich tatsächlich um Mängel beim Argumentieren handelt oder ob andere Probleme für das falsche Lösen der Aufgabe ursächlich waren. Im Speziellen das Standardverfahren zum Lösen linearer Gleichungen (was unter den Aspekt des Operierens fällt) müsste im Kontext der Alternativfrage nochmals wiederholt werden.

Insbesondere um hierfür genauere Informationen zu bekommen, sollte dieser Aspekt weitergehend überprüft werden.

Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

Eine der Aufgaben zum Handlungsaspekt Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben, welche die Studierenden im Vorfeld der Untersuchung bearbeitet hatten, ist die folgende Aufgabe 4.

Obwohl vor dem Interview falsch bearbeitet, löst Malin diese Aufgabe im Gespräch richtig. Es könnte sich folglich zuvor um einen Leichtsinnsfehler gehandelt haben.

Ordnen Sie folgende Zahlen nach der Größe:

$$A: \frac{6}{100} \quad B: \frac{2}{30} \quad C: \frac{4}{50}$$

- $A < B < C$
- $B < C < A$
- $C < A < B$
- $B < A < C$
- $A < C < B$

Aufgabe 4: Eine erste Aufgabe zum Handlungsaspekt Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

Ella hingegen, die die Aufgabe auch zunächst falsch bearbeitet hat, arbeitet während des Interviews folgendermaßen:

$$A: \frac{6}{100} = 0,006 \quad \left| \quad C: \frac{4}{50} = 0,08 \right.$$

$$B: \frac{2}{30} = 0,075$$

Abbildung 3: Ellas Antwort zum Teil 1 der Alternativfrage Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

Sie beschreibt:

Ella: „Ja. (...) Also da hätte ich das jetzt schriftlich einzeln ausgerechnet, die einzelnen Punkte.“

I: „Was heißt ausgerechnet?“

Ella: „Also 6 geteilt durch 100, 2 geteilt durch 30 und 4 geteilt durch 50. Dann hätte ich normale Dezimalzahlen und hätte das dann dementsprechend rausgesucht.“

I: „Ah ja. Zum Beispiel?“

Ella: „Die A sind $\frac{6}{100}$, also (schreibt) sechs Hundertstel sind dasselbe wie 0,006 [I: „Mhm und bei der B?“] und bei der B habe ich zwei Dreißigstel. Zwei geteilt durch Drei sind 0,075 und bei der C: 50, sind dann (...) 0,8 und dann hätte ich 0,08. So hätte ich das.“

Ella zeigt hier Schwierigkeiten bei der Verwendung verschiedener Darstellungsweisen von Bruchzahlen. Sie arbeitet nicht mit der gegebenen Darstellung und macht Fehler bei der Umwandlung in Dezimalbruchdarstellung. Ihre Schwierigkeiten werden von unserem Kompetenzsystem daher richtig eingestuft.

Die folgende Alternativfrage bearbeitet sie allerdings wieder korrekt.

$\frac{1}{5}$ entspricht ...
<input type="radio"/> $\frac{1}{5}$ %
<input type="radio"/> 50 %
<input checked="" type="radio"/> 20 %
<input type="radio"/> 15 %
<input type="radio"/> 95 %

Aufgabe 5: Eine zweite Aufgabe zum Handlungsaspekt Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

Diese Frage konnte von allen Teilnehmer*innen, die diese vorgelegt bekamen (Ella, Malin, Miro, Adam), richtig beantwortet werden. Es blieb damit weiterhin unklar, warum Malin schlechter als die anderen abgeschlossen hatte. Dazu müsste auch dieser Aspekt noch weitergehend untersucht werden.

Eine weitere Alternativfrage wurde obig genannten vier Teilnehmer*innen vorgelegt:

Alternativfrage: $\frac{1}{5} km = \dots mm$

Aufgabe 6: Eine dritte Aufgabe zum Handlungsaspekt Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

Nur Ella zeigte hierbei Probleme, Malin, Miro und Adam beantworteten diese richtig.

$1000 m$ $100000 mm$ $\frac{1}{5} km = 20000 mm$
--

Abbildung 4: Ellas Antwort zum Teil 2 der Alternativfrage Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben

Obwohl also Malin im Vorfeld des Interviews die schlechteste Rückmeldung zum Handlungsaspekt „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“ bekommen hatte, war es Ella, die im Interview am meisten Schwierigkeiten zeigte. Zwar lassen sich ihre Schwierigkeiten in den Bereich „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“ einordnen, allerdings bleibt zu klären, warum Malin zunächst Probleme mit den Aufgaben hatte, im Interview dann aber nicht mehr. Insgesamt zeigen vor allem Ella (gutes Abschneiden vor dem Interview, schlechtes Abschneiden während des Interviews) und Malin (eher mäßiges Abschneiden vor dem Interview, gutes Abschneiden während des Interviews) starke Abweichungen bezüglich dieses Handlungsaspekts im Vergleich der Vorarbeit und der Tätigkeit während des Interviews. Die Ursachen sollten an dieser Stelle noch weiter erforscht werden.

Operieren und Berechnen

Malin hat folgende Frage zum Operieren und Berechnen zunächst falsch bearbeitet:

Vereinfachen Sie soweit wie möglich:

$$\frac{\frac{a}{a+1} - \frac{b}{b+1}}{\frac{a-b}{a+b}}$$

Gehen Sie davon aus, dass alle Nenner ungleich 0 sind.

$\frac{a+b}{(a+1)(b+1)}$
 $\frac{(a+1)(b+1)}{2a+b}$
 $\frac{(a+1)(b+1)}{a+b}$
 $\frac{(a+1)(2b+1)}{a+b}$
 $\frac{(a-1)(b+1)}{1}$
 $\frac{1}{a+b}$

Aufgabe 7: Eine erste Aufgabe zum Handlungsaspekt Operieren und Berechnen

Im Interview versucht er sie erneut zu lösen:

$$\textcircled{2} \frac{a}{a+1} - \frac{b}{b+1} \cdot \left(\frac{a-b}{a+b} \right)$$

$$\frac{a^2 - ab}{(a+1)(a+b)} - \left(\frac{-b^2 + ab}{(b+1)(a+b)} \right) = \frac{a^2 - b^2 + ab}{(a+1)(a+b)} = \frac{(a+b)^2}{a^2}$$

Abbildung 5: Lösungsversuch zur ersten Aufgabe von Malin

Schon die erste Zeile des Lösungswegs von Malin zeigt Mängel: Zum einen fehlen die Klammern um die Differenz der ersten beiden Brüche. Zum anderen wird fälschlicherweise mit dem Nenner des Doppelbruchs multipliziert anstatt mit dem Kehbruch des Nenners. In der zweiten Zeile werden die unterschiedlichen Nenner nicht beachtet und auch das Minus vor dem zweiten Bruch nicht richtig umgesetzt.

Malin zeigt hier offensichtliche Probleme beim Rechnen mit Brüchen. Auch Basil wird zur Bearbeitung dieser Aufgabe im Interview befragt:

Basil: „Habe ich die bearbeitet, ist das so? Okay. (...) Das Lustige ist – bei diesen Aufgaben – die Herangehensweise. Ich habe darauf, glaub ich, erstmal gegoogelt. Und zwar habe ich mir das auf zwei Brüche aufgeteilt gehabt. Ich habe erst mal nach diesem Format geschaut. Wenn ich das jetzt einfach als a, b, c, d betiteln würde, unter dem Bruchstrich von oben nach unten gehend, wie ich das multiplizieren würde. Was oben (...) im Zähler stehen würde und unten im Nenner (...) und ich weiß, also ich kann mich schon erinnern, dass ich die gemacht habe. Das Problem ist, ich weiß zu hundert Prozent, dass ich die auch nicht richtig gemacht habe und wenn ich jetzt halt (abgebrochen).“

I: „Warum weißt du das zu hundert Prozent, dass du das nicht richtig gemacht hast?“

Basil: „Weil das was mit Variablen zu tun hat. Da bin ich, also ich lerne nach dem Prinzip, dass ich mich an Übungsaufgaben teilweise entlanghänge, also so als Leitfaden. Schau, ‚Wie wurde die gelöst?‘ und gehe dann da entlang und danach ähnliche Aufgaben löse. Also erstmal ist es eine Ewigkeit her und zweitens, wenn ich eine einfache Aufgabe, also nur auf verschiedene Themenbereiche aus verschiedenen Aufgabenpools, wenn ich die dann einzeln lösen muss und teilweise dann größere Pausen dazwischen sind, geschweige denn keinen Lösungsansatz habe, dann hab ich nicht diesen Leitfaden, damit ich mich entlanghängeln kann und wenn die Aufgabe mir aber so vorkommt, dann ist halt meine Herangehensweise: Ich schaue mir jetzt die Lösung an und schaue, was für mich da am meisten Sinn machen würde, bzw. experimentiere ich ein bisschen löse, wie ich rechnen könnte. (liest) Das ist nämlich das Problem. Ich habe mir hier genau die Rechenweise nicht wirklich angeschaut, in letzter Zeit. Das ist jetzt ein bisschen peinlich. (...) Geschweige denn Mathe. (...) Also wenn ich mich richtig erinnere, ist das $\frac{a \cdot d}{b \cdot c}$. Ich weiß nicht mehr, ob das schon stimmt. (...), also nach dem Prinzip.

Dementsprechend müsste ich den (...) Nenner und das unter dem Bruchstrich stehende im Bruch mal den (...) es macht halt keinen Sinn, weil da ein Minus dazwischen ist (...) Das würde jetzt zu viel Zeit brauchen, um das zu machen und in einer halben Stunde (...) Erst musste ich gucken, was für mich am sinnvollsten war und ich hätte hier jetzt nicht wirklich den Lösungsweg gehabt. Ich würde es jetzt vielleicht probieren. (...) Wie geht das? (...) Also ich würde jetzt verschiedene Möglichkeiten probieren. Aber da weiß ich auch nicht. Ich bin so eine Person, ich kann zeichnen, aber ich missachte teilweise die Regeln, deswegen habe ich da auch vieles falsch gehabt. Und zwar: Wenn ich das jetzt in diesem Bruch erstmal alles einzeln betrachten würde und dann die Nenner hochmultipliziere, sprich: $(a \cdot (b + 1)) - (b \cdot (a + 1))$, dann hätte ich oben erstmal verhindert, dass da (...) Nein, aber wenn ich mir die Lösung anschauen, dann ist das entweder weggekürzt oder es geht nicht. (...) Ja. Also ehrlich gesagt: Sie sollten jetzt hier nicht so viel erwarten. (lacht)“

Basil macht hier deutlich, dass er Schwierigkeiten hat, sich Rechenverfahren zu merken und folglich diese richtig anzuwenden. Ihm werden durch das falsche Lösen der Aufgabe somit richtigerweise Mängel beim Operieren und Berechnen bescheinigt.

Obwohl Malin und Basil aber in obiger Aufgabe Probleme beim Operieren gezeigt hatten, haben sie die folgende ihnen vorgelegte Alternativaufgabe richtig beantwortet.

Lösen Sie die Gleichung für $x \in \mathbb{R}$: $\frac{x}{5} \cdot (-10x + 5) + 7 = \frac{7}{2}x$.

Aufgabe 8: Eine zweite Aufgabe zum Handlungsaspekt Operieren und Berechnen

Dies passt zu ihrem mittelmäßigen Abschneiden hinsichtlich des Handlungsaspekts *Operieren* in unserem Kompetenzmodell.

6.4 Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Zusammenfassend ergab die Auswertung der Interviews folgende Ergebnisse hinsichtlich unserer Forschungsfragen:

- Unser Kompetenzmodell scheint für „Mathematisieren“ und „Darstellungen verwenden“ sinnvolle Rückmeldungen zu liefern. Schwierigkeiten zeigten sich bei beiden Handlungsaspekten, insbesondere beim Übersetzen einer realen Situation in die Sprache der Mathematik sowie bei der Darstellung von Bruchzahlen auf der Zahlengerade und in Kreisdiagrammen.
- Hinsichtlich „Argumentieren und Begründen“ und „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“ sind die Ergebnisse zu uneinheitlich, hier müsste eine weitere detailliertere Untersuchung stattfinden. Beim „Argumentieren und Begründen“ wurde durch unsere explorative Studie noch nicht sichtbar, ob sich die gefundenen Probleme der Lernenden nicht auch auf Mängel mit dem Handlungsaspekt „Operieren und Berechnen“ zurückführen lassen, wenn etwa die Umrechnung verschiedener Darstellungsweisen von Bruchzahlen sowie die Umwandlung von Größen nicht beherrscht wird. Die gleichen Schwierigkeiten bei der Bewertung einer vorgegebenen mathematischen Argumentation traten auch bei Studierenden auf, die durch unser Modell im Vorfeld stärkere Ausprägungen dieses Handlungsaspekts zugewiesen bekamen. Dieses ambivalente Bild zeigt sich auch bei „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“. Auch hier konnten die im Vorfeld zurückgemeldeten Ausprägungen in den Interviews nicht bestätigt werden.

- Für „Operieren und Berechnen“ gab unser Kompetenzmodell hilfreiche Einschätzungen an, denn die von den Teilnehmer*innen gezeigten Probleme lagen tatsächlich im Bereich des mathematischen Operierens. Das Arbeiten mit Doppelbrüchen und die korrekte Verwendung der Vorzeichenregeln stellten sich hierbei als Schwierigkeiten heraus.
- Darüber hinaus zeigten sich die beiden Handlungsaspekte „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“ und „Operieren und Berechnen“ auch bei den anderen Handlungsaspekten jeweils als wesentliche Grundfähigkeiten, und es sollte in Betracht gezogen werden, diesen eine gesonderte Rolle zukommen zu lassen. Ein Vorschlag wäre daher, bei den Handlungsaspekten „Darstellungen verwenden“, „Argumentieren und Begründen“ sowie „Mathematisieren“ die anderen beiden Aspekte generell vorauszusetzen.² Ein passendes Modell könnte dann folgendermaßen aussehen:

Tabelle 6: Vorschlag für eine Weiterentwicklung des Kompetenzmodells im optes-Kurs

Inhaltsbereiche	LoK 1: Arithmetik			
	LoK 2: Gleichungen/ Ungleichungen			
	LoK 3: Potenzen, Wurzeln, Logarithmen			
	LoK 4: Funktionen			
	LoK 5: Geometrie			
	LoK 6: Trigonometrie			
	Darstellungen verwenden	Mathematisieren	Argumentieren und Begründen	
	Operieren und berechnen			
	Wiedergeben, erkennen, beschreiben			
	Handlungsaspekte			

² Im HarmoS-Modell wird der Handlungsaspekt *Wissen, Erkennen und Beschreiben* als „mathematisches Grundwissen“ charakterisiert, was bereits seine grundlegende Bedeutung für die anderen Handlungsaspekte unterstreicht (Linneweber-Lammerskitten, Wälti und Moser Opitz 2009, S. 15).

Diese vorgeschlagene Änderung des Kompetenzmodells würde allerdings in der praktischen Ausführung keine Konsequenzen mit sich bringen. Lediglich soll den Lernenden damit deutlich gemacht werden, dass ohne eine ausreichende Ausprägung der Kompetenzen „Operieren und Berechnen“ sowie „Wiedergeben, Erkennen, Beschreiben“ Aufgaben zu „Darstellungen verwenden“, „Mathematisieren“ und „Argumentieren und Begründen“ nicht gelöst werden können.

Literatur

- Blömeke, S. (2016). Der Übergang von der Schule in die Hochschule: Empirische Erkenntnisse zu mathematikbezogenen Studiengängen. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze* (S. 3–14). Wiesbaden: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation* (4. Auflage). Heidelberg: Springer.
- cosh-Katalog (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. Verfügbar unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/mak_v20b_ohne_leerseiten.pdf [10.06.2020].
- De Guzman, M., Hodgson, B. R., Robert, A. & Villani, V. (1998). Difficulties in the passage from secondary to tertiary education, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Berlin. *Documenta mathematica, extra volume ICM 111*, 747–762.
- Guedet, G. (2008). Investigating the secondary–tertiary transition. *Educational studies in mathematics*, 67(3), 237–254.
- Hoppenbrock, A., Biehler, R., Hochmuth, R. & Rück, H.-G. (Hrsg.) (2016). *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze*. Wiesbaden: Springer.
- Kortemeyer, J. (2018). *Mathematische Kompetenzen in ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenveranstaltungen: normative und empirische Analysen zu exemplarischen Klausuraufgaben aus dem ersten Studienjahr in der Elektrotechnik* (Dissertation). Verfügbar unter <http://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/content/titleinfo/2855023> [10.06.2020].
- Leuders, T. (2014). Modellierungen mathematischer Kompetenzen – Kriterien für eine Validitätsprüfung aus fachdidaktischer Sicht. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35, 7–48.
- Linneweber-Lammerskitten, H., Wälti, B. & Moser Opitz, E. (2009). *HarmoS Mathematik. Wissenschaftlicher Kurzbericht und Kompetenzmodell*. Verfügbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s13138-013-0060-3> [10.06.2020].
- Linneweber-Lammerskitten, H. (Hrsg.) (2014). *Fachdidaktik Mathematik – Mathematikdidaktik – Grundbindung und Kompetenzaufbau im Unterricht der Sek. I und II*. Seelze: Klett u. Kallmeyer.
- Roth, J., Bauer, T., Koch, H. & Prediger, S. (Hrsg.) (2015). *Übergänge konstruktiv gestalten: Ansätze für eine zielgruppenspezifische Hochschuldidaktik Mathematik*. Wiesbaden: Springer.
- Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2011). *Grundkompetenzen für die Mathematik – Nationale Bildungsstandards*. Verfügbar unter <https://edudoc.ch/record/96784?ln=de> [10.06.2020].

Weinert, F. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–32). Weinheim: Beltz.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





7 Umgang mit Heterogenität – Das Konzept der A-/B-Kurse

Nikta Shayanfar, Hans-Georg Weigand

Durch die zahlreichen Wege zur Erlangung einer Hochschulzugangsberechtigung hat die Heterogenität bei Studienanfänger*innen an den Hochschulen zugenommen (z. B. Biehler et al. 2010 oder Leuders et al. 2017). Neben der grundlegenden Aufarbeitung der Schulmathematik und der spezifischen Vorbereitung der Schulabgänger*innen auf die Studieneingangsphase stellt der Umgang mit der Heterogenität eine zusätzliche Herausforderung bei der Durchführung eines Brückenkurses wie etwa demjenigen von optes dar.

7.1 Die „Lernzielorientierten Kurse“

Der optes-Onlinekurs baut auf der Schulmathematik auf (siehe *cosh*-Katalog¹) und vermittelt die Grundlagen, die Studierende an der Hochschule in der Eingangsphase benötigen. Die Auswahl der Inhalte für einen Kurs zu einem bestimmten Themenbereich, wie etwa Arithmetik, Funktionen oder Geometrie, gestaltet sich schwierig, da weitgehend alle in der Schule behandelten Inhalte – vor allem die der Sekundarstufe I – für ein technisches Studium an der Hochschule grundlegend sind. Da jedoch für die Durchführung eines Kurses nur ein begrenzter Zeitraum (10–12 Stunden) zur Verfügung steht, müssen die essenziellen Bestandteile der Schulmathematik ausgewählt, also Inhalte priorisiert und hierarchisiert werden. Dabei gibt es bezüglich der für einen Brückenkurs zu wählenden Inhalte höchst unterschiedliche Ansätze.

In den letzten Jahren gab es viele Überlegungen zur Gestaltung von Brückenkursen im Rahmen von mathematischen Vor- und Brückenkursen (Bausch et al. 2013; Roth et al. 2015; Hoppenbrock et al. 2016). Viele davon sind im Zusammenhang mit der Lehrerbildung Mathematik entstanden, Inhalte und Gestaltungsideen lassen sich aber auf alle Studiengänge übertragen (Ableitinger et al. 2014; Bauer und Hefendehl-Hebeker 2019). Insbesondere sind es zwei zentrale Säulen, auf denen derartige Brückenkurse aufbauen sollten: Einerseits bedarf es der Wiederholung grundlegender Inhalte der Schulmathematik im Hinblick auf die Ausbildung von Fertigkeiten, andererseits sollen aber auch an Hochschulen wichtige Denk- und Arbeitsweisen eingeführt werden. Dabei geht es insbesondere um die Bedeu-

¹ https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/ [10.06.2020].

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

tung von Axiomen und Definitionen, um das Aufstellen und Formulieren mathematischer Sätze, um das Beweisen und seine Bedeutung in der Mathematik und um sinnvolle Anwendungen. optes baut auf beiden Säulen auf. Einerseits orientieren sich die Kurse in fachlicher Hinsicht an den Inhalten der Schulmathematik, wiederholen zentrale Definitionen und Sätze in komprimierter Form und unterstützen die Entwicklung rechnerischer Fertigkeiten in entsprechenden Übungsaufgaben. Andererseits werden Kompetenzen oder Handlungsaspekte (siehe Kapitel 6) wie „Wiedergeben, Erkennen und Beschreiben“, „Operieren und Berechnen“, „Darstellungen verwenden“, „Mathematisieren“ sowie „Argumentieren, Begründen und Beweisen“ gemessen, entwickelt und gefördert. Die optes-Onlinekurse untergliedern sich somit in zwei Gruppen. Zum einen gibt es die sogenannten „Grund-Kurse“, in denen die Inhalte der Sekundarstufe I der Schulmathematik behandelt werden. Diese sind:

- Arithmetik
- Gleichungen und Ungleichungen
- Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- Funktionen
- Geometrie
- Trigonometrie

Im Rahmen von optes werden solche Kurse als Lernzielorientierte Kurse bezeichnet (im Folgenden LoK), was die inhaltliche Orientierung an bestimmten Lernzielen verdeutlicht. Ein LoK untergliedert sich in verschiedene Lernmodule. Als Beispiel für die inhaltliche Gliederung seien die zentralen Gliederungspunkte für den LoK Arithmetik angegeben.

7.2 Beispiele für die LoKs

Der LoK Arithmetik:

Lernmodul: Rechnen mit ganzen Zahlen

- Teilbarkeit (Teiler und Vielfache, Eigenschaften der Teilbarkeit, Teilmengen, Vielfachenmenge)
- Größter gemeinsamer Teiler (ggT) und Kleinstes gemeinsames Vielfaches (kgV)
- Primzahlen (Primfaktorzerlegung)

Lernmodul: Bruchrechnen

- Grundbegriffe rund um Brüche (gleichnamige Brüche und ungleichnamige Brüche, Kehrwerte)
- Regeln für das Rechnen mit Brüchen (Erweitern und Kürzen, Vergleichen von Brüchen)

- Addition und Subtraktion (gleichnamige und ungleichnamige Brüche)
- Multiplikation und Division (Multiplikation von Brüchen, Division mehrerer Brüche)
- Dreisatz und Prozentrechnen (Dreisatz in drei Schritten und als Verhältnisgleichung)
- Prozentrechnen (Grundwert, Prozentwert, Prozentsatz)

Lernmodul: Termumformungen

- Rechnen mit Termen (Kommutativ- und Assoziativgesetze, Regeln zur Vereinfachung, Reihenfolge beim Rechnen)
- Rechnen mit Klammern (Distributivgesetze, Ausmultiplizieren von Klammern, Geschachtelte Klammern)
- Rechnen mit Binomen (Binome und binomische Formeln)
- Faktorisieren (Zerlegung in Faktoren, Faktorisieren mit und ohne binomische Formeln)
- Bruchterme (Definition von Bruchtermen, Kombination von Bruchtermen)
- Kürzen und Erweitern von Bruchtermen
- Multiplikation und Division von Bruchtermen

Zum anderen gibt es LoKs, die Inhalte der Sekundarstufe II aufarbeiten. Während die Inhalte obiger Grund-LoKs kein eigenständiger Themenbereich im Studium sind, sondern als Grundlagen für alle mathematischen, technischen und naturwissenschaftlichen Studiengänge anzusehen sind, werden die Inhalte der Sekundarstufe II, allerdings auf einem abstrakteren und höheren Niveau, nochmals im Rahmen der Mathematikveranstaltungen im Studium behandelt. Es wurden die folgenden S-II-LoKs entwickelt:

- Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit
- Differenzial- und Integralrechnung
- Lineare Algebra
- Logik
- Wahrscheinlichkeit und Statistik

Als Beispiel ist hier die Gliederung des LoKs „Folgen und Grenzwerte“ angegeben:

Lernmodul: Folgen und Grenzwerte

- Beschreibung von Folgen
- Darstellungen von Folgen
- Bildungsvorschriften von Folgen (Explizit und Rekursive)
- Besondere Folgen (Alternierende Folgen, Arithmetische Folgen, Geometrische Folgen)
- Beispiele (Folge der Quadratzahlen, Fibonacci-Folge)

Lernmodul: Folgengrenzwerte

- Folgengrenzwerte anschaulich
- Begriff des Grenzwerts, Konvergenz und Divergenz von Folgen
- Rechenregeln für Folgengrenzwerte
- Folgen, die durch explizite Formeln definiert sind, monotone und beschränkte Folgen

Lernmodul: Funktionsgrenzwerte

- Grenzwerte anschaulich
- Rechenregeln für Grenzwerte von Funktionen
- Grenzwerte gebrochen-rationaler Funktionen
- Links- und rechtsseitige Grenzwerte

Lernmodul: Stetigkeit

- Definition der Stetigkeit, Rechenregeln für stetige Funktionen, Klassen stetiger Funktionen
- Grenzen der anschaulichen Vorstellung, oszillierende Funktionen, zusammengesetzte Funktionen
- Unstetigkeitsstellen, stetige Ergänzbarkeit

Für alle LoKs gilt, dass die jeweiligen Inhalte in komprimierter Form erläutert, mit Beispielen veranschaulicht und durch die Bearbeitung von Übungsaufgaben gefestigt werden.

7.3 Eingehen auf die Heterogenität

Bei der Gestaltung von Brückenkursen für die Hochschuleingangsphase ist neben der Auswahl geeigneter und – für das jeweilige Studium – passender Inhalte auch auf Persönlichkeitseigenschaften der Studienanfänger*innen zu achten. Diesbezüglich gibt es eine breite Palette unterschiedlicher Voraussetzungen: Vorbildung, Studienziele bzw. Studienfächer, Einstellungen und Motivation der Teilnehmer*innen, Lerntypen (siehe z. B. Biehler et al. 2010; Huang 2011; Laging und Voßkamp 2016). In optes war es zunächst die Idee, unterschiedliche Kurse für unterschiedliche Studienrichtungen zu entwickeln. Es zeigte sich jedoch sehr bald, dass bezüglich der Grund-LoKs kaum eine Differenzierung notwendig und erforderlich ist, da die mathematischen Grundlagen für Studienanfänger*innen der MINT-Fächer weitgehend identisch sind. Unterschiedliche Anwendungsbereiche der Mathematik zeigen sich vielmehr bei den Inhalten der Aufbau-LoKs und auch da eher in einzelnen Beispielaufgaben. Eine weitergehende Differenzierung findet erst in den mathematischen Spezialvorlesungen zu einzelnen Studiengängen statt, deren Inhalte allerdings die der Brückenkurse bei weitem übersteigen. Es wurde deshalb bei den optes-LoKs auf eine Differenzierung nach Studiengängen verzichtet.

optes war von Beginn an von der Idee geleitet, Studienanfänger*innen und Dozent*innen von Eingangsveranstaltungen einen größeren Rahmen an Inhalten in den LoKs zur Verfügung zu stellen, um ihnen Auswahlmöglichkeiten zu geben. Es wird damit versucht, der Heterogenität der Studienanfänger*innen Rechnung zu tragen. So können die Studienanfänger*innen zum einen die LoKs auswählen, bei denen sie selbst die größten Defizite spüren und eventuell auch durch den Eingangstest bescheinigt bekommen haben. Darüber hinaus können sie aber auch innerhalb der LoKs Inhalte gezielt auswählen. Es wird damit der Eigenverantwortung bezüglich der Auswahl der Inhalte aus einem LoK eine hohe Bedeutung beigemessen.

Nun ist allerdings zu befürchten, dass gerade schwächere Studierende nicht den Überblick haben und für sie geeignete und notwendige Inhalte eines LoKs nicht selbstständig auswählen können. Deshalb hat sich die Strategie in optes herauskristallisiert, die sechs Grund-LoKs, die für den Einstieg in die Hochschulmathematik eine grundlegende Bedeutung haben, in zwei Versionen anzubieten.

Leistungsschwächere Studierende mit geringeren mathematischen Vorkenntnissen können gezielt die Basis-Inhalte der Schulmathematik wiederholen. Und mathematisch stärkere Studienanfänger*innen können ihre Fertigkeiten gezielt vertiefen, ohne durch unnötige Wiederholung der Grundkenntnisse zeitlich zu sehr in Anspruch genommen zu werden. Dies ermöglicht auch den Lehrenden einen gezielteren Einsatz des Online-Angebots.

7.4 Das Konzept der A- und B-Kurse

Das optes-Konzept sieht vor, die Inhalte der Grund-LoKs in jeweils zwei Unterkurse zu gruppieren, die dann von den Studierenden je nach Kenntnisstand ausgewählt und innerhalb von zehn bis zwölf Stunden bearbeitet werden können. Die Basis-Grundlagen werden dem Basiskurs (B-Kurs) zugeordnet, während weiterführende Inhalte in sich schlüssig neu gruppiert werden und dem Aufbaukurs (bzw. „Advanced“-Kurs, A-Kurs) zugeordnet werden. Der A-Kurs ist dabei für Studierende gedacht, die höhere Vorkenntnisse mitbringen oder die B-Kurse bereits erfolgreich absolviert haben und in der Lage sind, je nach Bedarf und Interesse selbstständig Inhalte auszuwählen, die für sie relevant sind.

Es wurden zunächst drei verschiedene Vorgehensweisen entwickelt, wie die Inhalte der ursprünglichen LoKs, die nun A-Kurse heißen, sinnvoll zu den jeweiligen B-Kurse abgeändert werden könnten.

1. Die vollständige Trennung von B- und A-Kurs. Die beiden Unterkurse sind in diesem Szenario in optes unabhängig voneinander gespeichert und ebenso unabhängig voneinander abrufbar. Während diese Trennung zum stringentesten Layout in ILIAS führt, sind aber alle Inhalte der B-Kurse doppelt vorhanden. Alle adaptiven Beispielaufgaben und Applets für interaktive Diagramme (z. B.

GeoGebra) müssen zweimal integriert werden. Auch alle zukünftigen Änderungen, Korrekturen oder Erweiterungen des Angebots müssen in beiden Versionen durchgeführt werden. Dies kann leicht zu Diskrepanzen zwischen den beiden Kursen führen, wenn Aktualisierungen nur auf eines der beiden Angebote angewendet werden. Zudem ist der jetzige und künftige Arbeitsaufwand für diese Art der inhaltlichen Trennung deutlich höher als bei den anderen Strategien.

2. Streichen der schwierigeren Teilmodule in den B-Kursen. Dies führt zwangsläufig zu Inkonsistenzen im Aufbau des Grundcurriculums: Aufgrund des ursprünglichen didaktischen Ansatzes bauen die Grund-LoKs aufeinander auf (Derr, Jeremias und Schäfer 2016). Die Studierenden sollen einen LoK sequenziell durcharbeiten. Beim Streichen von Teilmodulen fehlen dort dann eventuell behandelte Elemente in den folgenden Teilmodulen. Der B-Kurs muss also in den verbleibenden Teilmodulen gegenüber dem A-Kurs verändert werden.
3. Es gibt nur einen Kurs und die Studierenden können zwischen dem B- und A-Kurs umschalten. So sollte man etwa zu Beginn eines LoKs per Knopfdruck auswählen können, welcher der beiden Kurse bearbeitet werden soll. Je nach gewählter Option werden Inhalte angezeigt oder ausgeblendet. Bei eventuellen Lücken im B-Kurs könnten kürzere Alternativtexte eingeblendet werden. Dies hätte für die Entwickler*innen und Administrator*innen des optes-Angebots den Vorteil, dass Übungen, Korrekturen und Interaktivitäten nur in ein Dokument eingebunden werden müssen. Diskrepanzen wären somit für die Autor*innen bzw. Lektor*innen der Änderungen sofort ersichtlich.

Wir halten Strategie 3 für die optimale Lösung. Leider ist es in ILIAS zum gegenwärtigen Zeitpunkt für die Nutzenden nur möglich, einzelne Texte per Mausklick ein- und auszublenden. Es gibt aber keine globale Einstellmöglichkeit, mit der sich die Nutzenden für die eine oder andere Version eines LoKs entscheiden können. Nach eingehenden Gesprächen mit dem ILIAS-Entwicklerteam musste akzeptiert werden, dass dieses Feature im Rahmen des Zeit- und Finanzplans des aktuellen Projekts nicht zu realisieren ist.

Wir haben uns daher für die Strategie 1 entschieden, die Inhalte der B-Kurse sind dabei aber sehr nahe an denen der A-Kurse, jedenfalls bei den Gliederungspunkten, die in beiden Kursen auftreten. Es gibt nun eine separate Version B der Grund-LoKs. Wir sind zuversichtlich, dass nach der Entwicklung eines neuen ILIAS-Features die beiden Versionen zusammen in einen Kurs integriert werden.

7.5 Zur Erstellung der B-Kurse

Von den Grund-LoKs gibt es nun jeweils eine separate B-Version, die in einem vertretbaren Umfang von zehn bis zwölf Stunden je LoK bearbeitet werden kann.

Um diese B-Version zu erstellen, wurden die Inhalte jedes Grund-LoKs in einer intensiven Expertendiskussion im Hinblick auf Komplexität und Häufigkeit ihrer Anwendung in den technischen Studiengängen bewertet und in B- und A-Kurse eingeordnet. Dies beinhaltete sowohl fachliche als auch fachdidaktische Gesichtspunkte. Die Erstellung der B-Kurse aus den A-Kursen erforderte teilweise eine Neukonzeption. Zunächst wurden die Abschnitte aus den A-Kursen entfernt, die für die B-Kurse keine Bedeutung hatten. Daraufhin musste der gesamte B-Kurs dahingehend überprüft werden, ob und wo nun eliminierte Begriffe, Definitionen oder Sätze auftraten bzw. auf diese Bezug genommen wurde. Diese Stellen im Kurs mussten anschließend verändert bzw. neu geschrieben werden. Häufig wurde ein Alternativtext eingefügt oder es wurde zur Erklärung auf das Glossar verwiesen.

Um ein Gefühl für diesen Prozess zu geben, möchten wir dies am Beispiel des B-LoKs für Arithmetik verdeutlichen, bei dem im Vergleich zum A-LoK die folgenden Themen gestrichen wurden:

- Untere und obere Schranke des kgV
- Sieb des Eratosthenes
- Satz des Euklid
- Lemma vom Euklid
- ggT und kgV mit der Primfaktorzerlegung
- Zusammenhang zwischen ggT und kgV
- Gemischte Zahlen

Weiterhin wurden die Texte beim B-Kurs gegenüber dem A-Kurs reduziert und vereinfacht:

Ein Beispiel:

Im B-LoK heißt es:

Definition von Primzahlen

Definition:
Eine **Primzahl** ist eine natürliche Zahl größer 1, die nur durch sich selbst und durch 1 ohne Rest teilbar ist.

Beispiele:

- 2 ist eine Primzahl, da 2 nur die trivialen Teiler -1 , 1, -2 und 2 hat.
- 6 ist keine Primzahl, da 6 den nicht-trivialen Teiler 3 hat.

Abbildung 1: Definition des Begriffs Primzahl im Kurs B

Dieser Abschnitt lautet in der A-Version folgendermaßen:

Definition von Primzahlen

Es gibt natürliche Zahlen, die aus anderen natürlichen Zahlen **zusammengesetzt** sind. Sie lassen sich als Produkt von natürlichen Zahlen größer Eins schreiben und haben demnach auch nicht-triviale Teiler.

Natürliche Zahlen, die nicht durch andere Zahlen teilbar sind, haben nur die trivialen Teiler.

Von besonderem Interesse sind diejenigen natürlichen Zahlen größer Eins, die nur triviale Teiler haben. Diese Zahlen nennt man **Primzahlen**. Das Wort "Primzahl" kommt aus dem Lateinischen "numerus primus" und bedeutet "die erste Zahl". Ist eine natürliche Zahl eine Primzahl, so nennt man die Zahl auch **prim**.

Definition:
Eine **Primzahl** ist eine natürliche Zahl größer 1, die nur durch sich selbst und durch 1 ohne Rest teilbar ist.

Da eine Primzahl nur triviale Teiler hat, kann man sie auch über ihre Teilmengen T_p definieren.

Definition:
Eine natürliche Zahl p mit $p > 1$ ist eine **Primzahl**, wenn gilt: $T_p = \{1, p\}$

Beispiele:

- 2 ist eine Primzahl, da 2 nur die trivialen Teiler -1 , 1, -2 und 2 hat.
- 6 ist keine Primzahl, da 6 den nicht-trivialen Teiler 3 hat.

Oft interessiert man sich bei den Teilern einer natürlichen Zahl und der Zerlegung der Zahl in Faktoren, ob es sich bei den Faktoren um Primzahlen handelt. Man verwendet dann die Begriffe **Primteiler** und **Primfaktor**.

Abbildung 2: Definition des Begriffs Primzahl im Kurs A

7.6 Ausblick

Die Grund-LoKs wurden im Rahmen der Pilotphase des optes-Projekts an der TH OWL zu Beginn der Wintersemester 2018/2019 und 2019/2020 auf ihre Eignung bezüglich Niveau, Umfang und Vollständigkeit getestet. Es zeigte sich, dass die Grund-LoKs von den Studierenden intensiv nachgefragt wurden, während das Interesse der Studienanfänger*innen an den vertiefenden Inhalten, also den S-II-LoKs, eher gering war. Die vertiefenden Inhalte sind nach Einschätzung der Lehrenden bevorzugt für Studierende während des Studiums geeignet und können bei Bedarf studienbegleitend verwendet werden. Für die ausführlichen Ergebnisse der Pilotierung an der TH OWL siehe Kapitel 20 in diesem Band.

Bezüglich der A- und B-Kurse ist nach wie vor anzustreben, sobald ein entsprechendes Feature in ILIAS implementiert ist, eine vollständige Realisierung des B-/A-Kurssystems in ILIAS in einem Kurs umzusetzen.

Zum Schluss sei betont, dass optes als ein Gesamtsystem angesehen werden muss, in dem die LoKs eine zentrale Rolle spielen, die aber erst in Verbindung mit E-Portfolios, E-Klausuren, E-Mentoring und E-Tutoring (siehe die entsprechenden

Kapitel 5, 12, 18 und 19 in diesem Band) ihre angedachte und geplante unterstützende Wirkung entfalten.

Literatur

- Ableitinger, C., Kramer, J. & Prediger, S. (Hrsg.) (2014). *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung: Ansätze zu Verknüpfungen der fachinhaltlichen Ausbildung mit schulischen Vorerfahrungen und Lehrerbildung Mathematik*. Wiesbaden: Springer.
- Bauer, T. & Hefendehl-Hebeker, L. (2019). *Mathematikstudium für das Lehramt an Gymnasien – Anforderungen, Ziele und Ansätze zur Gestaltung*. Wiesbaden: Springer.
- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S. & Wassong, T. (2013). *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer.
- Biehler, R., Eilerts, K., Hänze, M. & Hochmuth, R. (2010). Mathematiklehrerausbildung zum Studienbeginn: Eine empirische Studie zu Studienmotivation, Vorwissen und Einstellungen zur Mathematik (BMBF-Projekt LIMA). In A. Lindmeier & S. Ufer (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010* (Bd. 1, S. 269–272). Münster: WTM-Verlag.
- Derr, K., Jeremias, X. V. & Schäfer, M. (2016). Optimierung von (E-)Brückenkursen Mathematik: Beispiele von drei Hochschulen. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze* (S. 115-129). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Hoppenbrock, A., Biehler, R., Hochmuth, R. & Rück, H.-G. (Hrsg.) (2016). *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze*. Wiesbaden: Springer.
- Huang, C. (2011). Self-concept and academic Achievement: A meta-analysis of longitudinal relations. *Journal of School Psychology, 49*, 505–528.
- Laging, A. & Voßkamp, R. (2016). Identifizierung von Nutzertypen bei fakultativen Angeboten zur Mathematik in wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze* (S. 585–600). Wiesbaden: Springer.
- Leuders, J., Leuders, T., Prediger, S. & Ruwisch, S. (Hrsg.) (2017). *Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen: Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung*. Wiesbaden: Springer.
- Roth, J., Bauer, Th., Koch, H. & Prediger, S. (Hrsg.) (2015). *Übergänge konstruktiv gestalten: Ansätze für eine zielgruppenspezifische Hochschuldidaktik Mathematik*. Wiesbaden: Springer.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



8 Adaptives Üben, adaptive Aufgabentrainings, Modelle grundlegenden Wissens und Könnens

Gerhard Götz, Myriam Hamich, Guido Pinkernell, David Schönwälder, Daniel Ullrich, Sebastian Wankerl

Das Üben hat in der grundlegenden Konzeption der optes-Kurse einen hohen Stellenwert. Die angehenden Studierenden müssen nicht nur über mathematische Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten verfügen, sondern diese auch zielgerichtet anwenden können. Für die Konzeption ist auch relevant, dass viele der behandelten mathematischen Themengebiete bereits aus der Schule bekannt sind. optes bietet die Plattform, diese wieder in Erinnerung zu rufen und zu üben. Angesichts des Umstands, dass die einzelnen Nutzenden unterschiedliche Defizitprofile aufweisen dürften, verfolgt das Übekonzept in optes einen adaptiven Ansatz. Um diesen zu erläutern, werfen wir zunächst einen Blick auf den generischen Prozessablauf, wie er in Abbildung 1 (Roos et al. 2019) dargestellt ist.

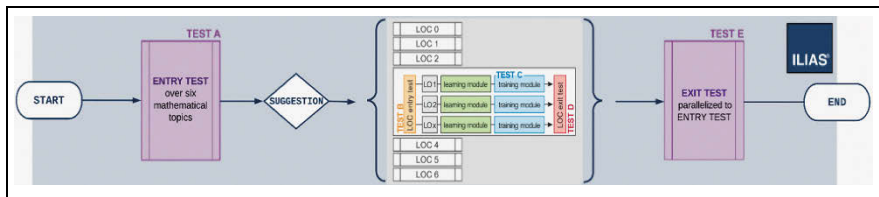


Abbildung 1: Generischer Prozessablauf einer nutzenden Person bei optes (Roos et al. 2019)

Nachdem eine nutzende Person sich auf der Plattform registriert hat, muss sie einen Eingangstest (Test A mit 37 Items) durchführen. Dessen Ziel ist eine Bestandsaufnahme des mathematischen Wissens und Könnens vor der Teilnahme an den Kursen, auf deren Basis der Person eine Auswahl sogenannter Lernzielorientierter Kurse (LoK) angeboten wird. Jeder LoK adressiert einen eigenen mathematischen Inhaltsbereich, etwa Arithmetik, Funktionen oder Geometrie. Zu Beginn jedes LoKs hat die nutzende Person die Möglichkeit, einen themenspezifischen Eingangstest (B) durchzuführen. Er ermöglicht eine feinere Einschätzung der individuellen Stärken und Schwächen im jeweiligen Themenbereich. In jedem Test A bzw. B werden der Person dieselben Items vorgelegt, allerdings in einer zufallsgenerierten Reihenfolge. So werden mögliche Testmüdigkeitseffekte auf

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

alle Items verteilt, sodass die hier generierten Daten für den anschließend in Training C genutzten Adaptionalgorithmus kohortenweit geeignet sind. Das Training C enthält nun die für den Themenbereich des LoKs konzipierten Übungsaufgaben. Der Adaptionalgorithmus empfiehlt der Person auf Basis ihrer Antworten auf zuvor bearbeitete Aufgaben eine neue passende Aufgabe und verweist bei Bedarf auf erklärende Glossar- und Textbeiträge. Bei den Pilotdurchläufen an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mosbach erweckt das Verhalten der Nutzenden den Eindruck, dass eine zu hohe Anzahl von Tests sich negativ auf die Aktivität in den Kursen auswirkt. Zur Überprüfung dieser These wird auch der alternative Ansatz verfolgt, den Test B durch einen ersten Durchlauf des Trainings C mit circa 20 Trainingsfragen zu ersetzen, sodass bereits in dieser Stufe aufgrund der Adaptivität eine individuelle Betreuung der Nutzenden erfolgen kann. Am Ende der LoKs findet durch den Test D (jeweils parallelisiert zu Test B) und am Ende des Kurses mit Test E (parallelisiert zu A) eine Evaluation des Lernerfolgs statt. Auch die Tests A, B, D und E adaptiv zu konzipieren, halten wir für ungeeignet, da diese in ein Pre-/Posttestsetting eingebettet sind. Die Tests generieren ohnehin eine ausreichende Menge an für alle Nutzenden überlappenden Daten, die beim später beschriebenen Antrainieren des Algorithmus von großem Vorteil sind. Die Trainings C innerhalb eines jeden LoKs erscheinen aus diesen Gründen die ideale Platzierung für ein direkt auf die Nutzenden reagierendes Empfehlungssystem zu sein.

Bevor das bei optes realisierte Empfehlungssystem vorgestellt wird, soll zunächst ein Überblick über die wichtigsten Ansätze für Empfehlungssysteme gegeben werden. Man begegnet ihnen zum Beispiel in Form von Produktempfehlungen im Online-Versandhandel oder Filmempfehlungen in der Unterhaltungsindustrie. Hierbei gibt es zwei grundlegende Ansätze: Das *kollaborative Filtern* oder das *themenspezifische Filtern*. Beim ersten ist allein das Nutzerverhalten (z. B. Produktbewertungen oder Einkaufshistorie) Grundlage für die Empfehlungen, Eigenschaften der zu empfehlenden Produkte werden nicht berücksichtigt. Genauer sind es Ähnlichkeiten zwischen dem Verhalten der aktiv nutzenden und der vorherigen nutzenden Person, die zu Empfehlungen führen. Beim zweiten Ansatz wird eine Empfehlung auf Basis von Vorabinformationen über die verfügbaren Produkte (z. B. Autor*in eines Buchs, Lage eines Hotels, ...) und über die aktiv Nutzenden (z. B. Alter, Wohnort, ...) berechnet. Das aktuelle Verhalten der Nutzenden auf der Plattform spielt keine Rolle. Der Vorteil hierbei ist, dass Empfehlungen auch ohne eine große Nutzerbasis getroffen werden können. Allerdings besteht die Gefahr, dass die a priori gebildeten Empfehlungskategorien den realen Bedürfnissen der Nutzenden nicht entsprechen.

In optes verfolgen wir aufgrund der geringen Nutzerzahl zunächst einen inhaltsbasierten Ansatz. Den Nutzenden wird eine Aufgabe deshalb empfohlen, weil sie eine inhaltliche und didaktische Nähe zu den zuvor bearbeiteten Aufgaben hat.

Die inhaltliche Nähe ist durch das Themengebiet des LoKs festgelegt. Die didaktische Nähe wird auf Basis eines Wissens- und Könnensmodells des jeweiligen Themengebiets festgestellt. Derzeit steht für die Gebiete Arithmetik, Funktionen und Geometrie jeweils ein solches Modell zu Verfügung, die im Folgenden vorgestellt werden sollen. Diese lassen sich auch auf die Themengebiete Potenzen, Wurzeln, Logarithmen, Gleichungen und Trigonometrie anwenden. Jedes Modell ist nach demselben Prinzip aufgebaut, das wir zu Beginn erläutern wollen.

Grundkonzept summativer Modelle zu grundlegendem Wissen und Können

Die für das adaptive Übekonzept verwendeten Modelle zu grundlegendem Wissen und Können sind Übersichten über die kognitiven Anforderungen des Themengebiets. Diese Anforderungen werden in Form von gegenstandsbezogenen Tätigkeitsformulierungen („Aspekte“) zusammengefasst (Pinkernell, Düsi und Vogel 2017). Sie bilden die Basis für Operationalisierungen in Form von Aufgaben oder wurden – wie in optes geschehen – für die Feststellung der „didaktischen Ähnlichkeit“ zwischen Aufgaben genutzt.

Jedes Modell soll die aktuelle fachdidaktische Perspektive auf das Themengebiet zusammenfassen. Hierzu wurde relevante fachdidaktische Literatur zu dem jeweiligen Themengebiet herangezogen, identifiziert in Datenbanken wie ERIC, MathEduc, FIS Bildung sowie in Sammlungen peer-reviewter Journale wie zum Beispiel ZMD, JMD, *mathematica didactica*. Beiträge aus Konferenzbänden oder Lehrerzeitschriften wurden nur dann berücksichtigt, wenn sich dies gesondert begründen ließ. Die in der ausgewählten Literatur gefundenen Informationen wurden anschließend in Form der erwähnten Aspekte geclustert und in einer von zwei „Dimensionen“ aufgespannten Tabelle eingepasst: Die vertikale Achse listet die für den jeweiligen Themenbereich wichtigsten Elemente, die horizontale fundamentale Tätigkeiten des Umgangs mit diesen Elementen. Jeder Aspekt ist so Ausdruck eines sinnstiftenden Umgangs mit den Elementen des Themenbereichs (Pinkernell et al. 2017).

Ziel jeder Modellierung ist also die Operationalisierung des verständigen Umgangs mit zentralen Begriffen und Verfahren des Themenbereichs (siehe Abbildung 2). Der in der horizontalen Dimension der Tabelle verortete „Umgang“ umfasst zwei Bereiche: Zum einen das deklarative (Anderson 1996) und prototypische Wissen (Rosch 1983) des Themenbereichs, zum anderen ist es das „Können“ im Sinne eines handelnden Umgangs mit den Elementen des Themenbereichs. Ausprägungen dieses Handelns sind das Strukturieren, Transformieren und Interpretieren. Strukturieren meint – kurz gesagt – das sinnentnehmende Lesen, bei dem der mathematische Ausdruck oder die mathematische Abbildung analysiert und in Bedeutung umgewandelt wird. Die Struktur des Ausdrucks bzw. der Abbildung wird dabei nicht verändert. Dies ist beim Transformieren und Interpretieren anders. Beim Transformieren geschieht die Veränderung als Umformung eines Terms in einen wertgleichen Term, wobei die Repräsentationsform (algebraisch, geometrisch, numerisch) beibehalten

wird. Beim Interpretieren erfolgt die Veränderung als Wechsel in eine andere Repräsentationsform. Zum Beispiel, indem ein algebraischer Term grafisch dargestellt wird. Auch der Wechsel in einen außermathematischen Kontext gehört hierher. Die Gesamtheit dieser Tätigkeiten zeigt das, was wir mit „verständigem Umgang“ bezeichnen.

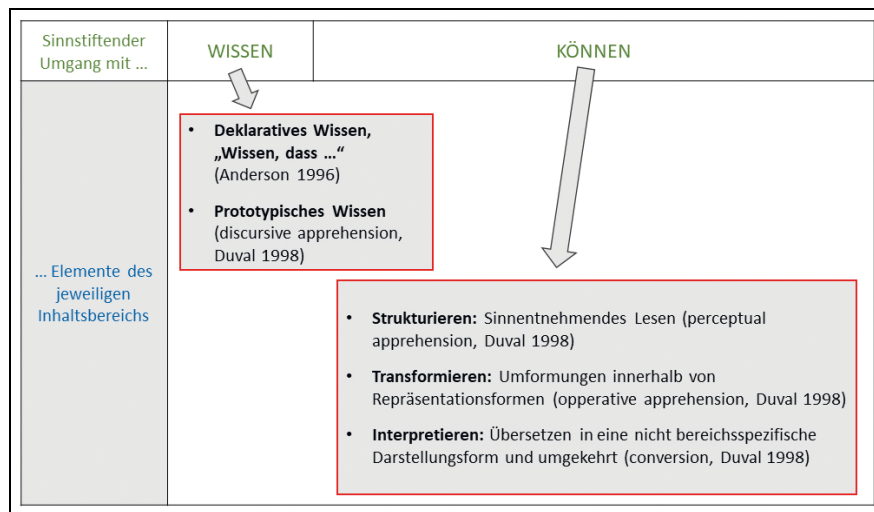


Abbildung 2: Summatives Modell des Wissens und Könnens – Grundstruktur

Bis hierher basiert die Modellierung auf einer systematischen Durchsicht relevanter Literatur. Es schließt sich eine Expertenbefragung an, bei dem Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker mit einschlägigen Publikationen zum Thema das Modell und einzelne Items bewerten. Die Antworten der Expertenbefragung werden in Form eines ergebnisoffenen mehrstufigen Clusterverfahrens (Corbin und Strauss 1990) für eine abschließende Überarbeitung des jeweiligen Modells zusammengefasst.

Im Folgenden werden die Modelle für die Bereiche Arithmetik, funktionale Zusammenhänge und geometrisches Messen vorgestellt. Anschließend gehen wir darauf ein, wie diese dann im von uns gewählten Konzept des Vorschlagssystems für Mathematikaufgaben eingesetzt werden und welche Erkenntnisse wir damit bislang gewinnen konnten.

8.1 Arithmetik

In diesem Abschnitt wird ein summatives Referenzmodell vorgestellt, welches die wichtigsten Tätigkeiten der Arithmetik am Ende der Sekundarstufen zusammenfasst. Nachdem der grundlegende Aufbau der summativen Referenzmodelle sowie die methodologische Vorgehensweise der Erstellung vorangehend dargelegt wurden, soll zunächst auf die inhaltsbereichsspezifischen Dimensionen des Modells für die Arithmetik eingegangen werden. Im weiteren Verlauf dieses Abschnitts werden die einzelnen Aspekte des Modells vorgestellt.

Konkretisierung der Modelldimensionen für den Inhaltsbereich Arithmetik

Der Inhaltsbereich Arithmetik – genauer gesagt *Sekundarstufenarithmetik* – umfasst im Rahmen des Modells die Themengebiete Rechnen mit Zahlen, Bruch- und Prozentrechnung, Potenzen, Wurzeln und Logarithmen. Daraus ergeben sich in der Inhaltsdimension die Elemente *Zahlen und Größen* sowie *Terme*.

- *Zahlen* sind Elemente des Zahlensystems, *Größen* werden als Maßzahlen mit Einheiten dargestellt. Zahlen und Größen können durch Operationen verknüpft und miteinander verglichen werden.
- Terme sind nach vorgegebenen Regeln gebildete Ausdrücke von Zahlen, Variablen und arithmetischen Operationszeichen sowie Wurzel-, Potenz- und Logarithmussymbole. Variablen werden als Platzhalter im Sinne der verallgemeinerten Zahl (Malle 1993) betrachtet. Weiter werden im Rahmen des Modells nur Operationen und Termumformungen betrachtet, die arithmetischen Regeln folgen, zum Beispiel Grundrechenarten oder Rechengesetze. Äquivalenzumformungen gehören nicht dazu. Somit wird das Gleichheitszeichen als Ergebniszeichen und nicht als Relationszeichen betrachtet (Reimann 2011).

Die zweite Dimension umfasst die vier Ausprägungen des Wissens und Könnens, orientiert an Pinkernell et al. (2017). Für den Bereich Arithmetik ergeben sich folgende inhaltsbereichsspezifische Adaptionen:

- *Wissen*
Es handelt sich um deklaratives Wissen, zum Beispiel Bezeichnungen und Rechenregeln über (Bruch- und Dezimal-)Zahlen, Primzahlen, Beziehungen zwischen Potenzen, Wurzeln und Logarithmen sowie Prozentrechnung. Ebenso prototypisches Wissen, z. B. über die Zahlbereiche (z. B. bei natürlichen Zahlen keine Inversen bezüglich der Addition). Ebenso zählt dazu das Ausbilden oder Verwenden von realen oder innermathematischen Stützstellen.

- *Strukturieren*

Die Struktur eines arithmetischen Ausdrucks wird erkannt, zum Beispiel mit dem Ziel der korrekten Anwendung von Rechenregeln oder einer Rechenstrategie. Strukturieren als (sinnentnehmendes) Lesen eines arithmetischen Ausdrucks, insbesondere das Erfassen von Objekten und Strukturen im Sinne von Einzelausdrücke wahrnehmen / Identifikation von Teiltermen, die weitere Informationen übermitteln. Unter Strukturieren fällt ebenso das Erkennen von Relationen, also z. B. der Vergleich von zwei Zahlen oder Größen in derselben Repräsentationsform.

- *Transformieren*

Unter Transformieren wird eine Umformung der bereichsspezifischen Ausdrücke verstanden. Dabei sind Start- und Zielzustand äquivalent. Einen arithmetischen Ausdruck strukturverändernd umformen heißt zum Beispiel diesen auszurechnen und einem Ergebnis zuzuweisen. Der arithmetische Ausdruck und das Ergebnis sind äquivalent im Sinne von gleichwertig (Termäquivalenz). Transformieren bezeichnet das Umformen eines Ausdrucks innerhalb der gleichen Repräsentationsform (numerisch, algebraisch, grafisch, Wortform).

- *Interpretieren*

Es findet ein kohärenter Repräsentationswechsel zwischen verschiedenen Repräsentationsformen bzw. außermathematischen Kontextualisierungen statt. Die ursprüngliche Repräsentationsform wird dabei verlassen. Beispielsweise fällt hierunter der Wechsel zwischen einer numerischen Darstellung eines Bruchs und einer grafischen Darstellung, zum Beispiel in Form eines Kreisdiagramms.

Aspekte des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

Die in der Literatur identifizierten Inhalte zu Wissen und Können im Bereich der Arithmetik lassen sich in neun Tätigkeiten bzw. Aspekten zusammenfassen. Abbildung 3 zeigt das Referenzmodell für den Inhaltsbereich Arithmetik.

Sinnstiftender Umgang mit Elementen der Arithmetik	WISSEN	KÖNNEN		
		TRANSFORMIEREN	STRUKTURIEREN	INTERPRETIEREN
ZAHLEN UND GRÖSSEN	(1) Bezeichnungen und Umformungsregeln angeben und erkennen	(2) Innerhalb einer arithmetischen Darstellungsform wechseln	(3) Innerhalb einer arithmetischen Darstellungsform vergleichen	(8) Innerhalb mathematischer Darstellungen wechseln (9) Zwischen inner- und außermathematischen Darstellungen wechseln
TERME		(5) Eine (passende) Umformungsregel anwenden	(4) Anwendbarkeit einer passenden Umformungsregel erkennen	
		(7) Mit Ungenauigkeiten umgehen		

Abbildung 3: Referenzmodell für den Inhaltsbereich Arithmetik

(1) Bezeichnungen und Umformungsregeln angeben und erkennen

Als wichtig erachtete Begriffe, Bezeichnungen, Sätze und Verfahren der Sekundarstufenarithmetik werden angegeben, erkannt oder identifiziert.

Baroody, Feil und Johnson (2007) betonen die allgemeine Notwendigkeit von deklarativem und prototypischem Wissen („knowledge about facts and principles“, S. 123). Für den Bereich Arithmetik zählen u.a. Ehlert et al. (2013) insbesondere das „Regelwissen über den Umgang mit Zahlen“ und „das Erkennen von Beziehungen zwischen Quantitäten und Zahlen, d. h. das Verstehen der zugrunde liegenden mathematischen Strukturen“ zu den mathematischen Voraussetzungen für das Rechnen in der Sekundarstufe (S. 240).

Beispielaufgabe:

Vervollständigen Sie den Satz: „Eine Primzahl ist eine Zahl, die ...“

Aufgabe 1: Eine Aufgabe zu Aspekt (1) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(2) Innerhalb einer arithmetischen Darstellungsform wechseln

Eine Zahl oder Größe (numerisch oder grafisch) wird in eine andere, gleichwertige Zahl oder Größe umgeformt, ohne die ursprüngliche Repräsentationsform zu verlassen.

McIntosh, Reys und Reys (1992) sehen die Notwendigkeit, unterschiedliche Darstellungsformen derselben Zahl, zum Beispiel Bruch-, Dezimal- und Prozentzahl, zu beherrschen. Weiter betont Bruder (2003), dass die zu verwendende Repräsentation stark vom Kontext oder der weiteren Verwendung des Ergebnisses abhängt. Die Umwandlung von Brüchen in Prozentzahlen sieht Padberg (2009) als wichtige Fertigkeit.

Beispielaufgabe:

Der Bruch $\frac{1}{8}$ entspricht ... %

Aufgabe 2: Eine Aufgabe zu Aspekt (2) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(3) Innerhalb einer arithmetischen Darstellungsform vergleichen

Zwei arithmetische Zahlen oder Größen (numerisch oder grafisch) werden innerhalb der gleichen Darstellungsform miteinander verglichen.

Neben dem Vergleich zweier Zahlen oder Größen („to recognize the relative value of a number or quantity in relation to another number“, McIntosh et al. (1992, S. 6)) wird auch die Ausbildung von sogenannten Stützstellen („benchmarks“, (ebd.)) erwähnt.

Beispielaufgabe:

Ordnen Sie folgende Zahlen der Größe nach aufsteigend: $\frac{8}{7}$; $\frac{8}{4}$; $\frac{8}{2}$

Aufgabe 3: Eine Aufgabe zu Aspekt (3) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(4) Anwendbarkeit einer passenden Umformungsregel erkennen

Der strukturelle Aufbau eines arithmetischen Ausdrucks wird dahingehend analysiert und erkannt, dass die Anwendbarkeit einer geeigneten Umformungsregel erkannt wird. Dazu gehört auch das Erkennen der logischen Reihenfolge des arithmetischen Ausdrucks.

Dieser Aspekt betont, dass „ein Ausdruck vor allem daraufhin betrachtet [wird], ob irgendetwas gerechnet – also ein Verfahren verwendet – werden kann“ (Rüede 2012b, S. 722). Aufgaben, die diesen Aspekt operationalisieren, verlangen also noch keine Rechnung, sondern das einer Rechnung notwendig voranstehende Erkennen der Anwendbarkeit einer Rechenregel. Das diesem Erkennen zugrundliegende passende Strukturieren von Termen wird im Wesentlichen an algebraischen Termen diskutiert (Rüede, 2012a). Diese lassen

sich offensichtlich auch auf Terme der „verallgemeinerten Arithmetik“ anwenden.

Beispielaufgabe:

In welchen Fällen können die Klammern weggelassen werden, ohne dass sich der Wert des Terms verändert?

- a. $a \cdot b + (c - d)$
- b. $a \cdot (b - c) + d$
- c. $a \cdot b - (c + d)$
- d. $(a \cdot b + c) - d$
- e. $\left(\frac{a}{b}\right) + c - d$

Aufgabe 4: Eine Aufgabe zu Aspekt (4) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(5) Eine (passende) Umformungsregel anwenden

Eine auf diesen arithmetischen Ausdruck als passend erachtete (und erlaubte) Umformungsregel wird (einmalig) korrekt angewendet. Diese Anwendung muss nicht zwangsläufig ergebnisorientiert sein.

Bei diesem Aspekt steht die konkrete Anwendung einer Rechenregel im Vordergrund. Dabei wird bei diesem Aspekt nur Wert darauf gelegt, ob zur Lösung einer Aufgabe *eine* Regel *einmal* korrekt angewendet werden kann. Damit baut dieser Aspekt auf dem vorherigen auf. Das Ziel der Anwendung muss nicht zwangsläufig darin bestehen, den Ausdruck zu vereinfachen oder auszurechnen.

Beispielaufgabe:

Berechnen Sie folgenden Term: $\left(\frac{-5}{12}\right) \cdot \frac{8}{9}$

Aufgabe 5: Eine Aufgabe zu Aspekt (5) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(6) Vereinfachend umformen (auch effizient)

Ein arithmetischer Ausdruck wird zielgerichtet unter Anwendung von Umformungsregeln dahingehend umgeformt, dass dieser Ausdruck ergebnisorientiert vereinfacht oder ausgerechnet wird. Effizient umgeformt wird dann, wenn aus mehreren möglichen Umformungsmöglichkeiten eine ausgewählt wird, die in möglichst wenigen Schritten zum Ziel führt.

Dieser Aspekt vereint die bereits genannten Aspekte (4) und (5), wobei hier der Grad der Komplexität zugenommen hat. Die Lösung von Aufgaben, die diesen

Aspekt operationalisieren, benötigt daher in der Regel mehrere, verschiedene Umformungsregeln, die nacheinander ausgeführt werden sollten. Ebenso soll die Effizienz und Flexibilität im Umformen angesprochen werden. Die Ausbildung von adäquaten und flexiblen Rechenstrategien (z. B. Rezat 2012; Rittle-Johnson und Star 2007) trägt dazu bei, dass das intendierte Ziel, das Ausrechnen oder Vereinfachen eines Ausdrucks, erreicht wird.

Beispielaufgabe:

Vereinfachen Sie folgenden Ausdruck so weit wie möglich:

$$-(-(2a + 3b) + (3a - 2b)) + (2b - (3a - 4b))$$

Aufgabe 6: Eine Aufgabe zu Aspekt (6) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(7) Mit Ungenauigkeiten umgehen

Das Maß der Genauigkeit einer Angabe oder des Ergebnisses eines zu berechnenden arithmetischen Ausdrucks wird aus dem Kontext geschlossen. Die Ergebnisse werden geschätzt bzw. überschlagen und nicht exakt berechnet.

Bereits in der Primarstufe wird durch Runden und Überschlagen der Umgang mit Ungenauigkeiten eingeführt (Greefrath und Leuders 2009). Es wird aber „die Notwendigkeit durchdachter didaktischer Konzepte zum Umgang mit Ungenauigkeit, und zwar für die gesamte Schulzeit“ (ebd., S. 2) gefordert. Durch die Einführung und Verwendung von rechnergestützten Hilfsmitteln besteht jedoch die Gefahr, dass Schülerinnen und Schüler Ergebnisse unreflektiert übernehmen oder auch verlernen, „[fehlende] Informationen durch die sogenannten weichen mathematischen Tätigkeiten des Rundens, Schätzens oder Überschlagens“ bzw. anzunehmen (Möwes-Butschko 2009, S. 14) zu beschaffen.

Beispielaufgabe:

Überschlagen Sie im Kopf: Wie viel Prozent etwa sind $\frac{4}{70}$?

Aufgabe 7: Eine Aufgabe zu Aspekt (7) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(8) Innerhalb mathematischer Darstellungen wechseln

Ein arithmetischer Ausdruck wird in einen gleichwertigen arithmetischen Ausdruck einer anderen innermathematischen Repräsentationsform (numerisch, grafisch, „arithmetisch-algebraisch“, Wortform) übersetzt.

Ähnlich wie bei Aspekt (2) wird hier der flexible Umgang unterschiedlichen Repräsentationen desselben mathematischen Objekts betont, jedoch steht der

Wechsel der Repräsentationsform im Vordergrund (*cosh*-Katalog 2014; McIntosh et al. 1992). Aus didaktischer Sicht ist die Fähigkeit zum flexiblen Wechsel zwischen Repräsentationsformen entscheidend für das Verständnis des mathematischen Objekts selbst (Ehlert et al. 2013, S. 318).

Beispielaufgabe:

Skizzieren Sie mind. drei grafische Darstellungen des Bruchs $5/8$.

Aufgabe 8: Eine Aufgabe zu Aspekt (8) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

(9) Zwischen inner- und außermathematischen Darstellungen wechseln

Begriffe und Verfahren aus dem Inhaltsbereich Arithmetik werden in Realsituationen im Sinne von Mathematisierungsmustern (d. h. Begriffe und Verfahren werden als flexibel verfügbare Werkzeuge zur Mathematisierung genutzt) erkannt und zielgerichtet angewendet und umgekehrt (kohärenter Wechsel zwischen innermathematischen Repräsentationen und außermathematischen Kontextualisierungen).

Dieser Aspekt beinhaltet nicht nur den Wechsel der Repräsentationsform, sondern vielmehr das Erkennen von mathematischen Objekten, Begriffen oder Verfahren in Realsituation, wodurch diese in mathematische Sprache übersetzt und bearbeitet werden können – oder umgekehrt. In der Literatur wird der Begriff „Mathematisierungsmuster“ (z. B. Tietze et al. 2000; Bruder 2006) verwendet.

Beispielaufgabe:

Welchen Preis muss ein Unternehmen für ein Produkt verlangen, das in der Produktion 2400€ kostet, um einen Gewinn von 4% zu realisieren?

Aufgabe 9: Eine Aufgabe zu Aspekt (9) des Wissens und Könnens im Bereich der Arithmetik

8.2 Funktionale Zusammenhänge

In diesem Abschnitt wird ein summatives Referenzmodell für den Themenbereich Funktionen vorgestellt. Das Modell gibt eine übersichtliche Zusammenfassung und integrierte Darstellung etablierter fachdidaktischer Positionen zum genannten Themenbereich. Der methodischen Vorgehensweise und dem grundlegenden Aufbau der summativen Referenzmodelle aus Kapitel 8 wird gefolgt. Im Folgenden soll zuerst auf die Konkretisierung der beiden Modelldimensionen für den Inhaltsbereich funktionale Zusammenhänge eingegangen werden. Hierzu werden sowohl

der Themenbereich durch Benennung seiner Elemente charakterisiert als auch der verständige Umgang mit diesen.

Konkretisierung der Modelldimensionen für den Inhaltsbereich funktionale Zusammenhänge

Die erste Dimension besteht aus den wesentlichen Elementen des Inhaltsbereichs, dies sind *Variablen* und *Funktionen*.

- *Variablen* mit Fokus auf den Einzelzahl- und Veränderlichenaspekt gemäß Malle (1993). Für die unterschiedlichen Repräsentationsformen einer Funktion ergibt sich, dass in algebraischer Repräsentationsform die unabhängige Variable explizit angegeben ist und die abhängige Variable implizit als Wert des Funktionsterms angegeben ist. In grafischer Repräsentationsform nimmt die Variable Werte an, welche längs der Abszisse und Ordinate aufgetragen sind. In numerischer (tabellarischer) Form treten diskrete Werte der unabhängigen und abhängigen Variable als Spalten der Wertetabelle auf.
- *Funktionen* in all ihren Repräsentationen (grafische, numerische, algebraische und verbal-situative). Da das mathematische Objekt an sich nicht zugänglich ist, erhält man nur Zugang über die Repräsentationen des Objekts (Duval 2006, S.107).

Der verständige Umgang mit diesen Elementen, die zweite Dimension, ist durch die in 3.3 erörterten vier Ausprägungen des Wissens und Könnens charakterisiert. Adaptiert für funktionale Zusammenhänge ergeben sie sich wie folgt.

- *Wissen*
Es handelt sich um deklaratives Wissen, also fundiertes Faktenwissen bzw. das „Wissen, dass...“, wie es Anderson (1996) beschreibt, sowie prototypisches Wissen, wie es etwa bei Rosch (1983) beschrieben wird. Unter prototypisches Wissen fällt beispielsweise das Wissen, dass quadratische Funktionen genau eine Extremstelle besitzen. Unter fundiertes Faktenwissen fällt hingegen, was der Begriff Extremstelle bedeutet.
- *Strukturieren*
Darunter versteht man das sinnentnehmende Lesen bereichsspezifischer Ausdrücke. Es setzt sich zusammen aus Duvals (1995) „perceptual und discursive apprehension“. „Perceptual apprehension“ meint das sinnentnehmende Wahrnehmen einer externen Repräsentation des Gegenstands, während „discursive apprehension“ durch Interpretationsleistungen dem Gelesenen weitere Eigenschaften assoziiert, die nicht notwendigerweise Teil der externen Repräsentation sind. Zusammen mit Musgrave, Hatfield und Thompsons (2015) Aspekt

der „substitution equivalence“ – diese bezieht sich auf die strukturelle Gleichheit zweier mathematischer Ausdrücke, wenn ein Term mit einer Variable substituiert wird, oder umgekehrt – ergibt sich das, was hier unter Strukturieren verstanden wird. Strukturieren ist damit eine strukturierende Aktion ohne einen Wechsel der Repräsentation. Zum Beispiel können Terme mit Variablen als Funktionsterme gelesen werden oder Kurven der Ebene als Funktionsgraphen interpretiert werden. Oder es werden, um eine weitere Repräsentationsform anzusprechen, Abszisse und Ordinate erkannt sowie die Skalierung dieser.

- *Transformieren*

Transformieren meint das Umformen von Repräsentationen, die typisch sind für den jeweiligen Inhaltsbereich. Von Duval (2006) als „treatment“ beschrieben und von Musgrave et al. (2015) als „transformational equivalence“, ist bei beiden Ansätzen gleich, dass genauso wie beim Strukturieren kein Repräsentationswechsel stattfindet. Musgraves Aspekt unterstreicht zudem noch die Notwendigkeit der Äquivalenz zwischen Start- und Zielzustand, im Bereich der Funktionen steht die Termäquivalenz im Vordergrund. Betrachtet man etwa die Gleichung einer Funktion, dann versteht man unter einer Transformation beispielsweise den Wechsel von der faktorisierten Form eines Polynoms in die ausmultiplizierte Form. Eine Transformation eines Funktionsgraphen hingegen liegt zum Beispiel dann vor, wenn die Achsenskalierung geändert wird. Ersetzt man eine Wertetabelle einer Funktion durch eine andere Wertetabelle derselben Funktion, liegt eine Transformation in Bezug auf die numerische Repräsentation vor.

- *Interpretieren*

Interpretieren meint das kohärente Wechseln zwischen verschiedenen Repräsentationen bzw. außermathematischen Kontextualisierungen desselben mathematischen Objekts. Duval (2006) benennt diesen Vorgang als „conversion“. Beispielsweise fällt hierunter das Wechseln zwischen Wertetabelle und Graph oder das Wechseln zwischen situativer Beschreibung und Funktionsgleichung.

Aspekte des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

Die durch die zwei Gegenstands- und Tätigkeitsdimensionen aufgespannte Matrix enthält nun Zellen, die dort, wo es sinnvoll erscheint, durch gegenstandsbezogene Tätigkeitsformulierungen (Aspekte) gefüllt werden. Das Modell (siehe Abbildung 4) umfasst neun Aspekte des verständigen Umgangs mit funktionalen Zusammenhängen, die im folgenden Abschnitt ausführlicher vorgestellt werden.

Sinnstiftender Umgang mit Elementen des funktionalen Zusammenhangs	WISSEN	KÖNNEN			
		TRANSFORMIEREN	STRUKTURIEREN	INTERPRETIEREN	
VARIABLEN	(1) Definitionen und Regeln angeben	(3) Innerhalb einer Repräsentation kohärent wechseln	(6) Eine Funktion als Zuordnung erfassen		
FUNKTIONEN		(4) Funktionen als Ganzes verändern	(7) Eine Funktion bezüglich ihres Änderungsverhaltens erfassen	(8) Zwischen verschiedenen inner-mathematischen Repräsentationsformen wechseln	(9) Zwischen außer- und inner-mathematischen Repräsentationsformen wechseln
		(5) Durch Addition, Multiplikation und Verkettung neue Funktionen erzeugen			
		(2) Prototypen erkennen, angeben und beschreiben			

Abbildung 4: Referenzmodell funktionale Zusammenhänge

(1) Definitionen, Regeln, Eigenschaften angeben

Wichtige Umformungsregeln, Fachbegriffe und Eigenschaften für bzw. von Funktionen werden angegeben und erkannt.

Beispielsweise Namen für Klassen von Funktionen, Regeln der Addition von Funktionen, Eigenschaften von Funktionen wie Symmetrie und vieles mehr.

Beispielaufgabe:

Welche Bedingung muss eine Funktion erfüllen, wenn sie monoton steigend ist?

Aufgabe 10: Eine Aufgabe zu Aspekt (1) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(2) Prototypen erkennen, angeben und beschreiben

Faktenwissen über Klassen von Funktionen angeben.

Beispielsweise die Anzahl der Null- bzw. Extremstellen einer Funktionsklasse. Dieses Faktenwissen dient außerdem zur Identifizierung „markante[r] Repräsentanten einer Funktionsklasse“ (Weigand 2004, S. 8). Eine quadratische Funktion wird beispielsweise sofort mit der Funktion mit x^2 assoziiert. Die Einordnung in Wissen ergibt sich aus dem Faktenwissen über Klassen von Funktionen. Eine Einordnung in Strukturieren im Sinne des sinnentnehmenden Lesens ergibt sich aus der Tätigkeit Identifizieren markanter Repräsentanten einer Funktionsklasse.

Beispielaufgabe:

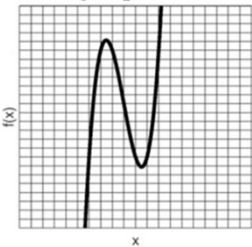
Welche der folgenden Funktionsgleichungen passt zu diesem Graphen?

A: $f(x) = 4x - 12$

B: $f(x) = 2x^2 + 3x - 2$

C: $f(x) = e^x - 12$

D: $f(x) = x^3 + 3x^2 - 4x - 12$



Aufgabe 11: Eine Aufgabe zu Aspekt (2) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(3) Innerhalb einer Repräsentation kohärent wechseln

Ohne Wechsel der Repräsentation wird strukturverändernd umgeformt, Start- und Zielzustand sind termäquivalent.

Wird die algebraische Form der Funktion betrachtet, so fällt das Ausmultiplizieren der faktorisierten Form eines Polynoms unter diesen Aspekt, oder das Ermitteln der Nullstellen einer Funktion mit Hilfe der Funktionsgleichung. Mit Blick auf grafische Repräsentationen einer Funktion deckt dieser Aspekt beispielsweise eine Änderung der Achsenskalierung im Graphen einer Funktion ab. Bezüglich numerischer Darstellungen einer Funktion beinhaltet der Aspekt unter anderem das Ersetzen einer Wertetabelle einer Funktion mit einer anderen Wertetabelle derselben Funktion.

Beispielaufgabe:

Geben Sie die Nullstelle der Funktion mit $f(x) = 2x - 3$ an.

Aufgabe 12: Eine Aufgabe zu Aspekt (3) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(4) Funktionen als Ganzes verändern

Verschiebungen in x- und y-Richtung, sowohl Achsen- als auch Punktspiegelungen, sowie Streckungen und Stauchungen durchführen und erkennen. Im Gegensatz zu (3) ist eine Termäquivalenz von Start- und Zielzustand nicht nötig bzw. je nach Transformation auch nicht möglich.

Beispielaufgabe:

Verschieben Sie die Funktion g mit $g(x) = x^2 - x + 3$ in x -Richtung um 3 Einheiten nach rechts.

Aufgabe 13: Eine Aufgabe zu Aspekt (4) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(5) Durch Addition, Multiplikation und Verkettung neue Funktionen erzeugen

Durch Addition, Multiplikation und Verkettung von Funktionen neue Funktionen erzeugen und gegebene Funktionen in ihre Grundbausteine zerlegen. Beispielsweise werden mehrere Funktionen hintereinander ausgeführt oder es wird erkannt, dass es sich bei einer bestimmten Funktion um eine Komposition mehrerer anderer Funktionen handelt.

Beispielaufgabe:

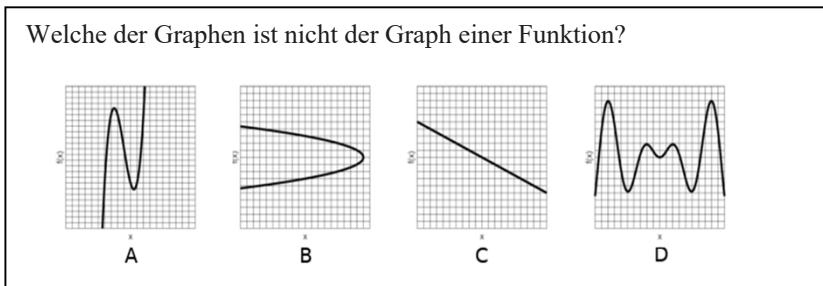
Bestimmen Sie den Definitionsbereich der Funktion mit $h(x) = \tan(\sqrt{x})$.

Aufgabe 14: Eine Aufgabe zu Aspekt (5) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(6) Eine Funktion als Zuordnung erfassen

Es wird erkannt, dass eine Größe einer anderen zugeordnet ist (Vollrath 1989) und damit jedem „ x ... genau ein $f(x)$ zugeordnet [wird]“ (Malle 2000, S. 8). Es wird eine mengentheoretische, eher diskrete Sichtweise auf Funktionen eingenommen.

Beispielaufgabe:



Aufgabe 15: Eine Aufgabe zu Aspekt (6) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(7) Eine Funktion bezüglich ihres Änderungsverhaltens erfassen

Erfasst wird, wie sich „Änderungen einer Größe ... auf eine abhängige Größe auswirken“ (Vollrath 1989, S.12).

Wird beispielsweise x in der Funktion mit $f(x)=x^2$ verdoppelt, so vervierfacht sich der Funktionswert. Dieser Aspekt rückt eine kontinuierliche bzw. kinematische Sichtweise auf Funktionen in den Vordergrund.

Beispielaufgabe:

Gegeben ist die Wertetabelle einer Funktion f . Welches Änderungsverhalten weist diese Funktion auf?

x	1	2	3	4	5
$f(x)$	2	4	8	16	32

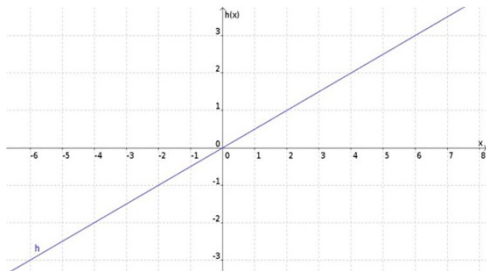
- A: lineares Änderungsverhalten
- B: quadratisches Änderungsverhalten
- C: kubisches Änderungsverhalten
- D: exponentielles Änderungsverhalten

Aufgabe 16: Eine Aufgabe zu Aspekt (7) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

(8) Zwischen verschiedenen innermathematischen Repräsentationsformen wechseln

Beispielaufgabe:

Gegeben ist der Graph einer Funktion h . Geben Sie eine Wertetabelle der Funktion h im Bereich $-4 < x < 4$ an, die Schrittweite soll 1 betragen.



Aufgabe 17: Eine Aufgabe zu Aspekt (8) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge

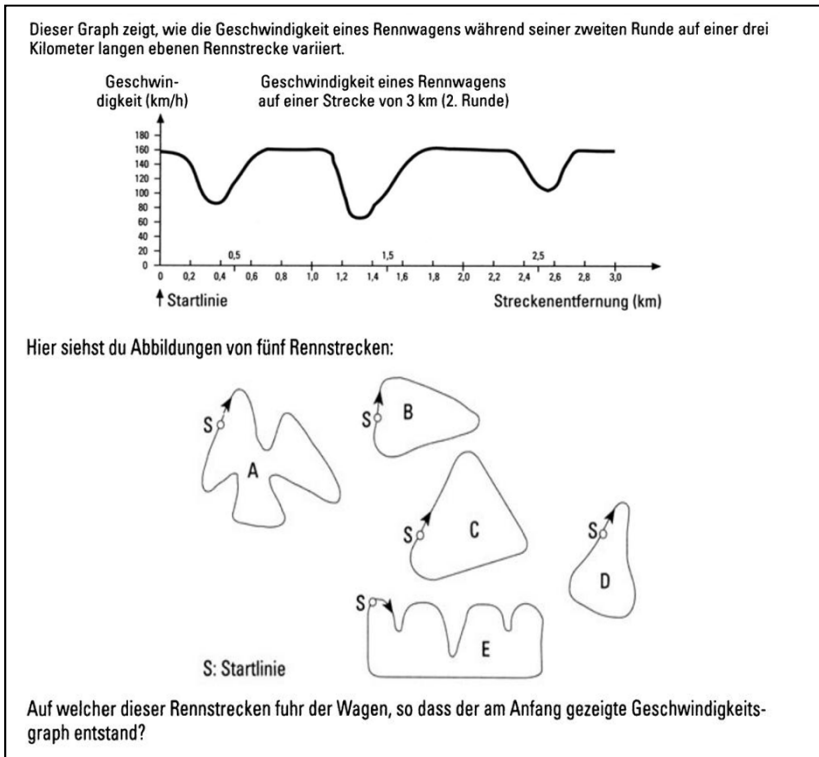
Die semantische Kongruenz, d. h. die mathematische Bedeutung zwischen Ausgangs- und Zielrepräsentation, bleibt dabei erhalten. Der Wechsel vom Graphen einer Funktion zur Wertetabelle derselben entspricht einem solchen Wechsel.

(9) Zwischen außermathematischen und innermathematischen Repräsentationsformen wechseln

Kohärenter Wechsel zwischen innermathematischen Repräsentationen und außermathematischen Kontextualisierungen der Funktion.

Außermathematische Kontextualisierungen sind verbal bzw. situative Beschreibungen, sei es verbal, in Textform oder zeichnerisch. Die Textform bzw.

Beispielaufgabe:



Aufgabe 18: Eine Aufgabe zu Aspekt (9) des Wissens und Könnens im Bereich der funktionalen Zusammenhänge (Neubrand et al. 2004)

die verbale Beschreibung sind hierbei nicht mit der Wortform (bspw. „ein Drittel“) zu verwechseln. Genauso ist ein Graph der Funktion oder sein Venn-Diagramm keine zeichnerische Beschreibung, sondern eine innermathematische Repräsentation. Wie bei (8) handelt es sich um eine *conversion* nach Duval (2006).

8.3 Geometrie

Zunächst sollen die Gründe für eine Fokussierung auf das „Messen und Berechnen“ ausgeführt werden, um dann eine Präzisierung des hier gefassten Verständnisses des Messens vorzunehmen. Anschließend erfolgt eine ausführliche Beschreibung des Modells für grundlegendes Wissen und Können im Bereich des „Messen und Berechnen“ der Sekundarstufe I mit den bereichsspezifischen Ausführungen.

Warum Fokussierung auf Messen und Berechnen?

Die Studien TIMSS (Neubrand, Neubrand und Sibberns 1998) und PISA (Neubrand et al. 2004) lassen darauf schließen, dass „im deutschen Mathematikunterricht oft Technik vor Bedeutung, Kalkül vor Argument zu gehen scheinen“ (Neubrand und Neubrand 2007). Im Laufe der Schulzeit rücken die Rechenkünste immer mehr in den Kernunterricht (Führer 2002). Eine starke Schwerpunktsetzung auf das Kalkül zeigt sich auch in der hohen Zahl von Berechnungsaufgaben zu geometrischen Objekten in den zentralen Abschlussprüfungen am Ende der allgemeinen Schulpflicht (Gaab 2015). Das Berechnen von Flächen- und Rauminhalten aber ist letztlich eine Methode des Messens (Kuntze 2009, S.157). Diesem Umstand möchte das vorliegende Modell Rechnung tragen und hat daher das Messen und Berechnen in den Fokus gerückt.

Wie verstehen wir „Messen“ im Schulkontext der Sekundarstufe I?

Das Modell basiert auf der Auswertung fachdidaktischer Literatur zum schulrelevanten Wissen und Können bis zum Ende der Sekundarstufe I aus dem Themenbereich Messen und Berechnen. Entsprechend der Leitidee „Messen“ der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (Kultusministerkonferenz 2004) wird unter „Messen“ nicht nur das Grundprinzip des Messens, sondern auch der Umgang mit Größen und das Berechnen geometrischer Größen gefasst. Die Kernideen des Messens lassen sich dabei in 4 Stufen unterteilen:

- (1) Maßeinheit finden / nutzen,
- (2) Mit Maßeinheit auslegen,
- (3) Maßeinheiten zählen,
- (4) Maßeinheit gegebenenfalls verfeinern (Weigand et al. 2009).

Vorstellung des Modells zum grundlegenden Wissen und Können im Messen und Berechnen

Die Grundstrukturierung aus Kapitel 8 stellt auch für das geometrische Messen einen adäquaten Rahmen zur Bildung einer strukturierten Zusammenfassung möglichst aller in den fachdidaktischen Publikationen der letzten 20 Jahre identifizierten und diskutierten Aspekte des Messens und Berechnens dar. Dabei ergeben sich nicht nur für die inhaltsorientierten Facetten des Wissens und Könnens bereichsspezifische Ausdifferenzierungen.

Der verständige Umgang mit den Denkgegenständen

- *Wissen*

Wissen umfasst sowohl deklaratives „Wissen, dass ...“ nach Anderson (1996) als auch prototypisches Wissen (vgl. „discursive apprehension“ in Duval 1998; Roth und Wittmann 2009, S.129ff). Unter einem Prototyp verstehen wir üblicherweise einen typischen Vertreter, der Vorstellungen über eine gesamte Begriffsklasse prägt und als Vergleichsobjekt für neue Objekte dient. Im Bereich des Messens fallen darunter unter anderem Stützvorstellungen zu den Größen wie zum Beispiel eine Milchpackung als Repräsentant für das Volumen von 1 Liter.

- *Strukturieren*

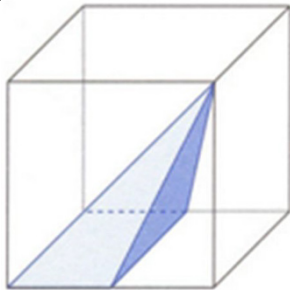
Beim Strukturieren steht auch hier sinnentnehmendes Lesen im Vordergrund. Das wahrnehmende Erfassen bezieht sich dabei nach Duval (1995) insbesondere auf das Erkennen einer Form in einer Ebene oder Tiefe. Was die Figur zeigt, ist dabei bestimmt durch figurale Organisationsgesetze und bildliche Hinweise.

Strukturieren bezeichnet die Fähigkeit, Figuren von ihrem Hintergrund und den Teil vom Ganzen zu unterscheiden, Figuren und Unterfiguren bildlich zu erkennen und unter Verwendung ihrer konventionellen Namen zu benennen (vgl. „perceptual apprehension“ in Duval 1995). Bei einer solchen Transformation oder Interpretation eines geometrischen Ausdrucks bleibt die ursprüngliche Strukturierung erhalten. Eine illustrierende Aufgabe könnte in diesem Zusammenhang Aufgabe 19 darstellen. Diese Aufgabe entstammt dem auf der optes-Plattform verwendeten Eingangstest A und führte zu Lösungsproblemen bei den Testpersonen (Studierende der Mechatronik 1. Semester), da diese die Pyramide nicht erkannten.

Geometrische Größen und Figuren/Körper „lesen können“ bedeutet auch das Erkennen von Zerlegungen und Ergänzungen geometrischer Figuren und Körper mit dem Ziel einer quantifizierbaren Aussage.

Beispielaufgabe:

Die Grundfläche der schiefen Pyramide ist halb so groß wie die Grundfläche des Würfels. Um welchen Faktor ist das Volumen des Würfels größer als das Volumen der Pyramide?

**Aufgabe 19:** Illustrierende Aufgabe zum Strukturieren

- *Transformieren*

Unter Transformieren verstehen wir im Kontext des Messens u.a. die visuelle Bearbeitung geometrischer Figuren und Körper auf mentale oder physische Art und Weise, wie es zum Beispiel beim Zerlegen in Teilfiguren, Verschieben, Skalieren oder Rotieren geschieht. Der geometrische Ausdruck wird innerhalb derselben Repräsentationsform in einen äquivalenten Ausdruck unterschiedlicher Struktur gebracht (vgl. „operative apprehension“ in Duval 1995; „treatment“ in Duval 2006). Dies beinhaltet die Anwendung von grundlegenden Sätzen der Elementargeometrie und von grundlegenden Formeln zur Berechnung geometrischer Größen. Aber auch die Umwandlung von Einheiten und die Nutzung des Grundprinzips des Messens werden dem Transformieren zugeordnet.

- *Interpretieren*

In der Geometrie ist unter dem Interpretieren die Beschreibung einer nicht-geometrischen Situation durch Geometrie und umgekehrt zu fassen. Dies beinhaltet zum Beispiel die Beschreibung von Realsituationen und die algebraischen Termumformungen.

Das literaturbasierte Modell in Abbildung 5 zeigt neben den handlungsbezogenen Facetten des Wissens und Könnens im Bereich des Messens und Berechnens auch die inhaltlichen Aspekte.

Wesentliche Denkgegenstände des Bereichs Messen und Berechnen

„Zum Messen braucht man Maßangaben – auch um Eigenschaften geometrischer Figuren oder Körper, wie etwa deren Flächen- oder Rauminhalt, beschreiben zu können“ (Weigand et al. 2009).

Der Inhaltsbereich „Messen und Berechnen“ – als Teilgebiet der Elementargeometrie in der Sekundarstufe I – umfasst im Rahmen des Modells das Bestimmen von Längen, Flächeninhalten, Volumina und Winkeln. Daraus ergeben sich in der Inhaltsdimension die Denkgegenstände *Größen* sowie *Formeln mit Figuren und Körpern*.

Sinnstiftender Umgang mit Elementen des Messens und Berechnens	WISSEN	KÖNNEN			
		STRUKTURIEREN		INTERPRETIEREN	
		TRANSFORMIEREN			
Größen	(1) Begriffe kennen und identifizieren	(5) Grundprinzip des Messens nutzen			
	(2) Prototypisches Wissen kennen	(6) Einheiten umwandeln		(10) Größenzuordnung aus dem semiotischen System heraus	
Formeln mit Figuren und Körper	(3) Grundformeln angeben		(8) Zerlegen / Ergänzen / Auslegen	(11) Größen und Termumformungen	(12) Realsituationen beschreiben
	(4) Formelbestandteile erkennen	(7) Umgang mit Formeln	(9) Terme aufstellen		
	(13) Größen effizient berechnen				

Abbildung 5: Literaturbasiertes Modell zum Wissen und Können des Messens und Berechnens

- *Größen* sind Eigenschaften von ebenen und räumlichen Figuren. Der Figur wird durch Messen oder Berechnen eine Größe aus einem Größenbereich zugeordnet. Wir betrachten die vier Begriffe Länge, Flächeninhalt, Volumen und Winkelmaß (Holland 2007).

„Zu Größen gelangt man ausgehend von realen Gegenständen durch einen Abstraktionsvorgang. Man geht dazu über, „gleichwertige“ Gegenstände (je nach dem Vergleichsaspekt) nicht mehr zu unterscheiden, und spricht dann nur noch von „Größen“ der betreffenden Art (Längen, Gewichten, Volumina usw.). Der Abstraktionsvorgang wird oft als Messvorgang realisiert. Das Ergebnis der Messung ist dann eine Größe, geschrieben mittels Maßzahl und Maßeinheit“ (Kirsch 2004).

- *Figuren und Körper (als Objekte des Messens)* gehören zu der gemessenen Größe. Sie werden als Träger des Merkmals Größe verstanden (Griesel 2016). Für das verständige Messen und Berechnen spielen Kenntnisse, Fertigkeiten

und Fähigkeiten über und im Umgang mit Figuren und Körpern eine wichtige Rolle. Hinweise von Kadunz und Strässer (2009, S. 205) auf Verwechslungen von Schüler*innen bezüglich der Begriffe Flächeninhalt, Volumen, Oberfläche und die entsprechenden Formeln und Einheiten bestärken diese Aussage. Auch Vollrath (1999b) betonte bereits die enge Verbundenheit von Formen- und Inhaltslehre, die sich durch die Figuren und Körper als Objekte des Messens und Berechnens in dem vorliegenden Modell widerspiegelt.

Dreizehn Aspekte des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

Im Folgenden werden die aus der Literatur klassifizierten Aspekte des Messens und Berechnens in der Sekundarstufe I beschrieben.

(1) Begriffe kennen und identifizieren

Begriffe wie Umfang, Fläche, Oberfläche, Volumen werden beschrieben, angegeben und identifiziert.

Beispielaufgabe:

Färben Sie Umfang und Flächeninhalt einer gegebenen Figur in unterschiedlichen Farben.

Aufgabe 20: Eine Aufgabe zu Aspekt (1) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

(2) Prototypisches Wissen zu Größen angeben

Prototypisches Wissen geometrischer Größen wiedergeben oder identifizieren können.

Darunter fallen unter anderem Stützvorstellungen zu Größen oder Dimensionen einzelner Größen.

Beispielaufgabe:

Nennen Sie einen Gegenstand, der 1m breit, dick oder lang ist.

Aufgabe 21: Eine Aufgabe zu Aspekt (2) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

(3) Grundformeln angeben und anwenden können

Einschlägige Formeln, wie aus Formelsammlungen, für Basisfiguren und -körper zur Berechnung von geometrischen Größen wie Flächeninhalt wiedergeben und zur Berechnung der Größe nutzen können.

(4) Formelbestandteile erkennen

Die zur Berechnung bzw. Bestimmung der Größen benötigten Elemente können angegeben, bestimmt und identifiziert werden.

Im Bereich der Flächeninhaltsbestimmung bei einem Dreieck könnte dies die korrekte Wahl der notwendigen Höhe bei vorgegebener Seite eines Dreiecks sein. Wird die vorgegebene Dreiecksseite als Grundseite bestimmt, so ist die dazugehörige Höhe zwischen den drei möglichen Höhen eines Dreiecks zu wählen (Ulfig 2014). Oder: „identifying the shape of a solid’s cross section is difficult for middle school and high school students. This finding is important because some volumes can be thought of as $V=Bh$ where B is the area of the base of the solid and the base is, in fact, a cross-section“ (Dorko und Speer 2013, S. 50).

(5) Grundprinzip des Messens nutzen

Anwenden der vier Schritte des Messens sowohl mit standardisierten und nicht standardisierten Maßeinheiten (z. B. Kospentaris, Spyrou und Lappas 2011; Tůmová 2017; Dorko und Speer 2013).

Darunter fallen auch Schätzaufgaben wie in Aufgabe 22.

Weier und Ruwisch (2018, S. 3) verstehen „Schätzen als einen mentalen Prozess, in dem die quantitative Ausprägung einer Größe eines Objekts unter Anwendung mentaler Vergleichsprozesse mit anderen Objekten ermittelt wird, ohne dass konkrete Hilfsmittel verwendet werden.“

Beispielaufgabe:

Welches Volumen hat die Schachtel ungefähr? Schätzen und begründen Sie.



Aufgabe 22: Eine Aufgabe zu Aspekt (5) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

(6) Einheiten umwandeln können

Einheiten und Umrechnungsfaktoren kennen und anwenden können (z. B. Greefrath und Hußmann 2010; Tan-Sisman und Aksu 2012; Griesel 1996).

(7) Umgang mit Formeln

Dieser Aspekt bezieht sich auf Grundformeln, wie sie in einschlägigen Formelsammlungen zu finden sind. Diese werden passend zur Aufgabenstellung bei Aktivierung vorhandenen Wissens erkannt (vgl. Aspekt 3) und mit Hilfe algebraischer Regeln umgeformt.

Beispielaufgabe:

In einem Quader Q stehen die Seitenlängen zueinander im Verhältnis 1:2:3. Wie lang ist die kürzeste der Seiten a des Quaders in m, wenn sein Volumen 48 m^3 beträgt?

Aufgabe 23: Eine Aufgabe zu Aspekt (7) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

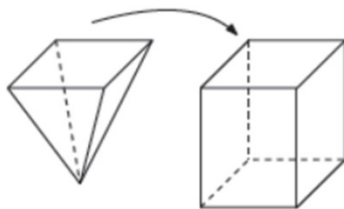
(8) Zerlegen/Ergänzen/Auslegen mit dem Ziel einer quantifizierbaren Aussage (Greefrath und Laakmann 2014)

Dieser Aspekt zielt auf die Nutzung der Invarianz und der Additivität von Maßfunktionen ab.

Lässt sich eine Figur in Teilfiguren zerlegen, so ist das Maß der Figur gleich der Summe der Maße der Teilfiguren. So liegt bei einem Maßbegriff ein inhaltliches Begriffsverständnis dann vor, wenn Schüler*innen in der Lage sind, zu einer vorgegebenen Figur die betreffende Größe durch Messen, Zerlegen, Ergänzen und/oder Berechnen zu bestimmen (Holland, 2007).

Beispielaufgabe:

Pyramide und Quader haben die gleiche Höhe und gleiche Grundfläche. Wie oft muss die Sandfüllung der Pyramide in den Quader gekippt werden, damit der Quader randvoll gefüllt ist?



Aufgabe 24: Eine Aufgabe zu Aspekt (8) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

(9) Aufstellen von Formeln/Termen zur Berechnung von Maßfunktionen abweichend von Basisformeln (z. B. Vollrath 1999a, 1999b; Kliemann 2007; Steele 2013)

Hier stehen die Zusammenhänge zwischen Formeln geometrischer Objekte im Fokus der Betrachtungen.

Gemeint ist, diese zu erkennen und zur Aufstellung von Formeln zu nutzen, für die keine „Rezepte“ vorliegen. Eine illustrierende Aufgabe zu diesem Aspekt könnte folgende sein:

Beispielaufgabe:

Die Länge eines Rechtecks beträgt 6 cm, sein Umfang ist 16 cm. Stellen Sie eine Formel zur Flächeninhaltsbestimmung auf.

Aufgabe 25: Eine Aufgabe zu Aspekt (9) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe (Vollrath 1999a, S.27)

(10) Größenzuordnungen aus dem semiotischen System heraus (z. B. Sill et al. 2005)

Darunter ist hier alles zu fassen, was im Zusammenhang mit geometrischen Maßfunktionen Bedeutung in sich trägt.

Eine Zuordnung von Größen kann über die Grenzen des eigentlichen Systems heraus erfolgen. So können zum Beispiel einem Alltagsgegenstand mehrere Maßfunktionen zugeordnet werden: Eine Tür hat eine Höhe, eine Masse und einen Flächeninhalt.

Beispielaufgabe:

Unterstreichen Sie die Einheiten, die zur Angabe des jeweiligen Merkmals der Gegenstände sinnvoll sind.

Inhalt einer Tintenpatrone: cm² mg s

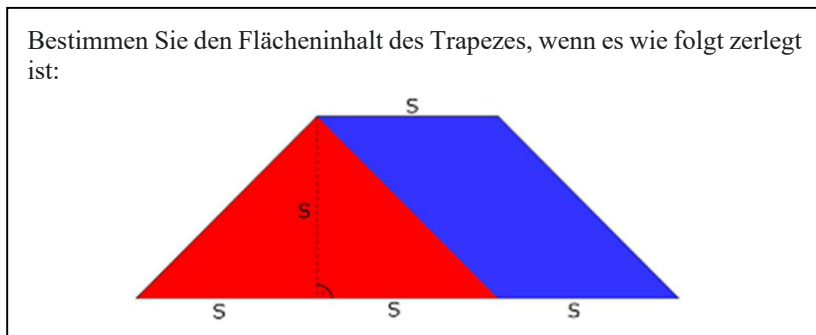
Breite eines Schrankes: m kg h

Aufgabe 26: Eine Aufgabe zu Aspekt (10) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe

(11) Termumformungen geometrisch deuten und umgekehrt

Häufig wird die Geometrie zur Veranschaulichung mathematischer Zusammenhänge herangezogen. Es ist nicht ausreichend Schüler*innen eine Formel zu geben, um ein tiefes Verständnis zu erlangen (Obara 2009).

Beispielaufgabe:



Aufgabe 27: Eine Aufgabe zu Aspekt (11) des Messens und Berechnens am Ende der Sekundarstufe (Schelldorfer 2015)

(12) Realsituationen mit Formeln geeigneter Figuren und Körper beschreiben

Anwenden von Formeln auf Realsituationen.

Dieser Aspekt zeigt sich zum Beispiel in den klassischen Aufgaben zum Sachrechnen der Sekundarstufe I.

(13) Größen gegebener Figuren und Körper effizient berechnen

Beziehungen zwischen Formeln auch aus unterschiedlichen Themengebieten (z. B. Trigonometrie) erkennen.

Zum effizienten Lösen von komplexen Problemstellungen ist eine Kombination von Formeln und Termen notwendig. Effizient ist solches Umformen dann, wenn hierfür unter mehreren denkbaren Möglichkeiten eine gewählt wird, die nur wenige Berechnungen und Schritte zur Lösung benötigt.

Mit den beschriebenen Aspekten erhebt das Modell zum „Messen und Berechnen“ den Anspruch, alle wesentlichen Aspekte des Themenbereichs aus der etablierten Fachliteratur zusammenzufassen. Aktuell befindet sich das Modell in einem Validierungsprozess zur inhaltlichen Überprüfung. Eine Verifizierung des Modells basierend auf den Ergebnissen der Expertenbefragung und der vollständigen Auswertung der systematischen Literaturrecherche steht aus.

8.4 Adaptives Empfehlungssystem

Da die Nutzerzahlen der Plattform zu Beginn sehr gering sind, es aber dennoch notwendig ist, auch den ersten Nutzer*innen der Plattform bereits didaktisch fundierte Empfehlungen zu präsentieren, baut das entwickelte Empfehlungssystem auf den oben beschriebenen fachdidaktischen Modellen des Wissens und Könnens auf. Im Folgenden soll am Beispiel des Modells für die Arithmetik die Funktionsweise des Empfehlungssystems erläutert werden. Da alle Aufgaben jeweils einem Aspekt des Referenzmodells zugeordnet sind, werden die Aspekte als Metadaten für das inhaltsbasierte Empfehlungssystem verwendet. Darüber hinaus werden keine weiteren Unterscheidungen zwischen den Aufgaben gemacht. Folglich sind alle demselben Aspekt zugeordneten Aufgaben aus Sicht des Empfehlungssystems gleich und werden den Nutzer*innen mit gleicher Wahrscheinlichkeit präsentiert.

Um Empfehlungen auf Basis der Aspekte berechnen zu können, wird zunächst das in Abbildung 3 in tabellarischer Form dargestellte Referenzmodell der Arithmetik in einen gerichteten Graphen transformiert. In diesem Graphen entsprechen die Knoten e_i den neun dargestellten Aspekten, welche durch Kanten v_{ij} verbunden werden. Ferner werden alle Kanten mit zwei Übergangswahrscheinlichkeiten $P_{1,2}(v_{ij})$ annotiert, sodass für alle i gilt: $\sum_j P_1(v_{ij}) = 1$ und $\sum_j P_2(v_{ij}) = 1$. Der so entstandene Graph ist in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt.

Die Wahrscheinlichkeiten P_1 beschreiben das Übergangsverhalten zwischen den Aspekten für den Fall, dass diese gut beherrscht werden.

P_2 hingegen beschreibt die Wahrscheinlichkeiten, die für Nutzer*innen angewandt werden, die noch einen erhöhten Lernbedarf in Bezug auf diesen Aspekt haben. Insbesondere ist zu beachten, dass für alle i $P_1(v_{ii}) < P_2(v_{ii})$ gilt und somit der Verbleib innerhalb derselben Kategorie für weniger versierte Nutzer*innen höher ist.

Der entstandene Graph kann als irreduzible Markov-Kette aufgefasst werden. Die Irreduzibilität ist hierbei eine wichtige Eigenschaft, die verhindert, dass Nutzer*innen ab einem gewissen Zeitpunkt nur noch eine Teilmenge der Kategorien besuchen können und somit im Training stark eingeschränkt werden. Jedoch wurde darauf geachtet, dass Übergänge, die aus fachdidaktischer Sicht als weniger relevant anzusehend sind, mit geringerer Wahrscheinlichkeit versehen werden als solche, bei denen eine direkte fachdidaktische Abhängigkeit gegeben ist. Diese Wahrscheinlichkeiten werden aus fachdidaktischer Sicht zunächst a priori fest vorgegeben. Mit einer wachsenden Anzahl an Nutzer*innen sollen diese aber auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse angepasst werden.

Bei neuen Nutzer*innen beginnt das Empfehlungssystem grundsätzlich mit Aufgaben aus einer der ersten drei Kategorien. Somit ist sichergestellt, dass die Aufgaben zu Beginn aus den eher elementaren Bereichen kommen. Ferner werden grundsätzlich aus jeder Kategorie mindestens drei Aufgaben präsentiert, bevor die oben beschriebene Bewertung der Kompetenz durchgeführt wird.

Die Kategorie der folgenden Aufgabe wird, sobald die Kompetenz des Nutzers oder der Nutzerin bewertet werden kann, gemäß den definierten Wahrscheinlichkeiten bestimmt. Jede Aufgabe wird einem oder einer Nutzer*in nur einmal vorgeschlagen. Im Fall, dass ein*e Nutzer*in alle Aufgaben einer Kategorie bearbeitet hat, wird diese aus dem Graph entfernt und ihre Wahrscheinlichkeitsmasse gleichmäßig auf die noch verbliebenen Kategorien aufgeteilt. Nach Beantwortung einer Frage bekommen die Nutzer *innen umgehend Rückmeldung über die Richtigkeit der gegebenen Antwort. Ferner haben sie die Möglichkeit, die subjektiv empfundene Schwierigkeit der Aufgabe zu bewerten. Diese Information soll in zukünftigen Durchläufen genutzt werden, um die Qualität der Empfehlungen zu verbessern.

Das Empfehlungssystem ist als eigenständige Software konzipiert, welche über ein ILIAS-Plug-in an den Rest des optes-Lernangebots angebunden werden kann. Die Kommunikation zwischen Plug-in und dem Empfehlungssystem geschieht hierbei über eine REST-Schnittstelle, wobei das Plug-in selbst keine Regeln implementiert, sondern lediglich die Fragen und Ergebnisse visualisiert sowie die Eingaben der Nutzer*innen übermittelt. Das Empfehlungssystem ver-

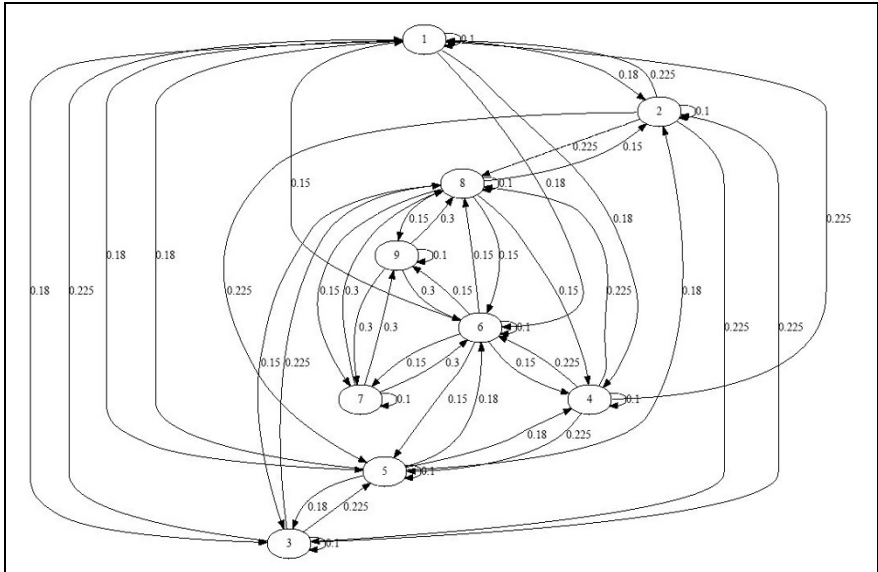


Abbildung 6: Graph mit Übergängen, falls Aspekte gut beherrscht werden

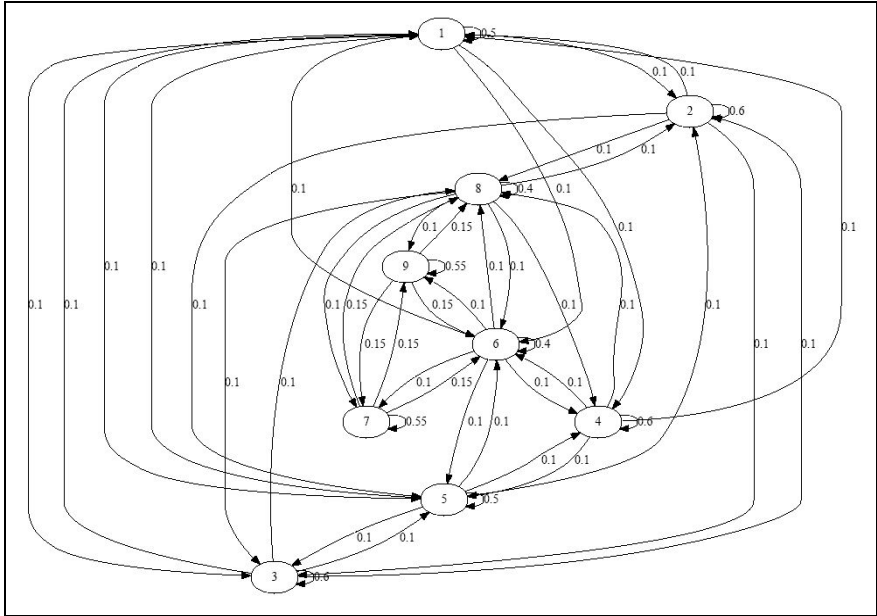


Abbildung 7: Graph mit den Übergängen bei erhöhtem Übungsbedarf

waltet eine eigenständige Datenbank. In dieser liegen die Nutzer*innen-IDs in pseudonymisierter Form sowie die erzielten Ergebnisse.

Das hier beschriebene Empfehlungssystem dient primär als Prototyp, um Daten zu sammeln und im Anschluss eine statistische Auswertung des Lernverhaltens der Studierenden zu ermöglichen, welche, eine ausreichend große Stichprobe vorausgesetzt, genutzt werden kann, um das Empfehlungssystem schrittweise zu erweitern. In einem ersten Durchlauf wurde das System mit 39 Studierenden an der DHBW Mosbach getestet und ausgewertet (Wankerl, Götz und Hotho 2019; Götz und Wankerl 2019) und in einem zweiten verfeinert (Götz 2020). Im Jahr 2020 wird es neben dem Standort Mosbach auch auf weitere Standorte der DHBW sowie die TH OWL ausgeweitet.

Literatur

- Anderson, J. R. (1996). *Kognitive Psychologie* (2. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akad. Verl.
- Baroody, A. J., Feil, Y. & Johnson, A. R. (2007). An Alternative Reconceptualization of Procedural and Conceptual Knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115–131.
- Bruder, R. (2006). Grundlagen für Analogieschlüsse: Mathematisierungsmuster und Vorgehensstrategien in Anwendungssituationen. *Der Mathematikunterricht*, 6, 5–18.

- Corbin, J. M. & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative sociology*, 13(1), 3–21.
- cosh-Katalog (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. Verfügbar unter <http://www.cosh-mathe.de/download/makV2.0neu.pdf> [10.06.2020].
- Dorko, A. & Speer, N. M. (2013). Calculus Students' Understanding of Volume. *Investigations in Mathematics Learning*, 6(2), 48–68.
- Duval, R. (1995). Geometrical Pictures: Kinds of Representation and Specific Processings. In R. Sutherland & J. Mason (Hrsg.), *Exploiting Mental Imagery with Computers in Mathematics Education* (Bd. 138, S. 142–157). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Duval, R. (1998). Geometry from a Cognitive Point a View. In C. Mammana & V. Villani (Hrsg.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century: an ICMI study* (S. 37 – 52). Dordrecht: Kluwer.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131.
- Ehlert, A., Fritz, A., Arndt, D. & Leutner, D. (2013). Arithmetische Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den Klassen 5 bis 7 der Sekundarstufe. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34(2), 237–263.
- Führer, L. (2002). Über einige Grundfragen künftiger Geometriedidaktik. *Mathematica Didactica*, 25, 55–78.
- Gaab, K. (2015). Raumgeometrie in der Sekundarstufe 1. In A. Filler & A. Lambert (Hrsg.), *Geometrie zwischen Grundbegriffen und Grundvorstellungen Raumgeometrie* (S. 33–56). Hildesheim: Franzbecker.
- Götz, G. & Wankel, S. (2019). Adaptives Online-Training für mathematische Übungsaufgaben. In F. Schacht & G. Pinkernell, *Arbeitskreis Mathematikunterricht und Digitale Werkzeuge: Herbsttagung, Heidelberg, 27.–28.09.2019. Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* [im Erscheinen].
- Götz G. (2020). Automatisierte, adaptive Aufgabentrainings. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* [im Erscheinen].
- Greefrath, G. & Hußmann, S. (2010). Geometrie bewegen. *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 52(34), 1–8.
- Greefrath, G. & Laakmann, H. (2014). Mathematik eben – Flächen messen. *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 56(55), 2–10.
- Greefrath, G. & Leuders, T. (2009). Nicht von ungefähr: Runden – Schätzen – Nähern. *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 51(28), 1–6.
- Griesel, H. (1996). Grundvorstellungen zu Größen. *Mathematik lehren*, 78, 15–19.
- Griesel, H. (2016). Die Vergleichstheorie des Messens und ihre Anwendung in der mathematikdidaktischen Grundlagenforschung. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 37(1), 5–30.
- Holland, G. (2007). *Geometrie in der Sekundarstufe*. Berlin, Hildesheim: Franzbecker.
- Kadunz, G. & Strässer, R. (2009). *Didaktik der Geometrie in der Sekundarstufe I* (3. Aufl.). Berlin, Hildesheim: Franzbecker.
- Kirsch, A. (2004). *Mathematik wirklich verstehen*. Köln: Aulis.
- Kliemann, S. (2007). Unmögliche Figuren – das Spiel mit der Perspektive. *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 49(16), 22–29.
- Kospentaris, G., Spyrou, P. & Lappas, D. (2011). Exploring Students' Strategies in Area Conservation Geometrical Tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 77(1), 105–27.

- Kultusministerkonferenz (KMK) (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf [10.06.2020].
- Kuntze, S. (2009). Flächeninhalt und Volumen. In H.-G. Weigand, A. Filler, R. Hölzl, S. Kuntze, M. Ludwig, J. Roth, B. Schmidt-Thieme & G. Wittmann, *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I* (S. 157–185). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Malle, G. (1993). *Didaktische Probleme der elementaren Algebra*. Wiesbaden: Vieweg.
- Malle, G. (2000). Zwei Aspekte von Funktionen: Zuordnung und Kovariation. *Mathematik lehren*, 103, 8–11.
- McIntosh, A., Reys, R. E. & Reys, B. J. (1992). A Proposed Framework for Examining Basic Number Sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2–8.
- Möwes-Butschko, G. (2009). Wie groß ist der kleine Elefant? Umgang mit Ungenauigkeiten bei offenen Modellierungsaufgaben. *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 51(28), 14–16.
- Musgrave, S., Hatfield, N. & Thompson, P. (2015). Teachers' meanings for the substitution principle. In T. Fukawa-Connelly, N. E. Infante, K. Keene & M. Zandieh (Hrsg.), *Proceedings of the 18th meeting of the MAA special interest group on research in undergraduate mathematics education* (S. 801–808). Pittsburgh, Pennsylvania. Verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/282049444_Teachers%27_meanings_for_the_substitution_principle [12.06.2020].
- Neubrand, J. & Neubrand, M. (2007). Geometrie: Was sollen Haupt-Schülerinnen und Schüler wissen? *Lernchancen*, 55, 28–33.
- Neubrand, J., Neubrand, M. & Sibbers, H. (1998). Die TIMSS-Aufgaben aus mathematikdidaktischer Sicht: Stärken und Defizite deutscher Schülerinnen und Schüler. In W. Blum & M. Neubrand (Hrsg.), *TIMSS und der Mathematikunterricht. Informationen, Analysen, Konsequenzen* (S. 17–27). Hannover: Schroedel.
- Neubrand, M., Biehler, R., Blum, W., Cohors-Fresenborg, E., Flade, L., Knoche, N., Lind, D., Löding, W., Möller, G. & Wynands, A. (2004). Eine systematische und kommentierte Auswahl von Beispielaufgaben des Mathematiktests in PISA 2000. In M. Neubrand (Hrsg.), *Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland* (S. 259–270). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Obara, S. (2009). Where Does the Formula Come from? Students Investigating Total Surface Areas of a Pyramid and Cone Using Models and Technology. *Australian Mathematics Teacher*, 65(1), 25–33.
- Padberg, F. (2009). *Didaktik der Bruchrechnung für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung*. Heidelberg: Spektrum Akad. Verlag
- Pinkernell, G., Düsi, C. & Vogel, M. (2017). Aspects of proficiency in elementary algebra. In T. Dooley & G. Gueudet (Hrsg.), *Proceedings of CERME 10* (S. 464–471). DCU Institute of Education & ERME.
- Reimann, K. (2011). Probleme des Mathematikunterrichtes beim Übergang von Arithmetik zur Algebra. In R. Haug & L. Holzäpfel (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (Bd. 2, S. 671–674). Münster: WTM. Verfügbar unter <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/32225> [12.06.2020].
- Rezat, S. (2012). Rechnen mit ganzen Zahlen. Den Zahlenblick für Addition und Subtraktion schulen. *Mathematik lehren*, 171, 23–43.
- Rittle-Johnson, B. & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 561–574.

- Roos, A. K., Götz, G., Weigand, H. G. & Wörler, J. (2019). OPTES+—A Mathematical Bridging Course for Engineers. In U. T. Jankvist, M. Van den Heuvel-Panhuizen & M. Veldhuis (Hrsg.), *Proceedings of the 11th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 2642–2643). Cerme 11: Utrecht University, the Netherlands, 6. –10.02.2019.
- Rosch, E. (1983). Prototype Classification and Logical Classification: The Two Systems. In E. K. Scholnick (Hrsg.), *New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory? The Jean Piaget symposium series* (S. 73–86). N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Roth, J. & Wittman, G. (2009). Ebene Figuren und Körper. In H.-G. Weigand, A. Filler, R. Hölzl, S. Kuntze, M. Ludwig, J. Roth, B. Schmidt-Thieme & G. Wittmann (Hrsg.), *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I* (S. 123-156). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Rüede, C. (2012a). Strukturieren eines algebraischen Ausdrucks als Herstellen von Bezügen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 33(1), 113–141.
- Rüede, C. (2012b). Zur Förderung des Strukturierens algebraischer Ausdrücke. In M. Ludwig & M. Kleine (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (Bd. 2, S. 721–724). Münster: WTM. Verfügbar unter http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/bzmu2012/files/BzMU12_0028_Rueede.pdf [12.06.2020].
- Schelldorfer, R. (2015). Flächeninhalte und Terme. *PM: Praxis der Mathematik in der Schule*, 57(61), 38–39.
- Sill, H.-D., Funk, T., Grueter, H. J., Luther, K., Marschke, E., Schädel, I. Schwedhelm, G., Siefke, S. (2005). *Sicheres Wissen und Können im Arbeiten mit Größen in der Sekundarstufe I*. (2. Aufl.) Verfügbar unter http://www.math.uni-rostock.de/~sill/Publikationen/Curriculumforschung/SWK_Groessen.pdf [10.06.2020].
- Steele, M. D. (2013). Exploring the Mathematical Knowledge for Teaching Geometry and Measurement through the Design and Use of Rich Assessment Tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(4), 245–68.
- Tan-Sisman, G. & Aksu, M. (2012). The Length Measurement in the Turkish Mathematics Curriculum: Its Potential to Contribute to Students' Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 363–85.
- Tietze, U.-P., Förster, F., Klika, M. & Wolpers, H. (2000). *Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II*. (Bd. 1: Fachdidaktische Grundfragen). Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg.
- Tůmová, V. (2017). What influences grade 6 to 9 pupils' success in solving conceptual tasks on area and volume. In T. Dooley & G. Gueudet (Hrsg.), *Proceedings of CERME 10* (S. 669–676). DCU Institute of Education & ERME.
- Ulfing, F. (2014). *Geometrische Denkweisen beim Lösen von PISA-Aufgaben: Eine Verbindung quantitativer und qualitativer Analysen*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Vollrath, H.-J. (1989). Funktionales Denken. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 10(1), 3–37.
- Vollrath, H.-J. (1999a). An geometrischen Formeln Zusammenhänge erkennen. *Mathematik in der Schule*, 37, 70–75. Verfügbar unter <http://www.history.didaktik.mathematik.uni-wuerzburg.de/vollrath/papers/078.pdf> [10.06.2020].
- Vollrath, H.-J. (1999b). *Mit geometrischen Formeln Beziehungen erkennen*. BLKBeitrag zu Modul 4. Verfügbar unter <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/db/35/geobeziehungen.pdf> [10.06.2020].
- Wankerl, S., Götz, G., & Hotho, A. (2019). Solving Mathematical Exercises: Prediction of Students' Success. In: R. Jäschke & M. Weidlich (Hrsg.), *LWDA 2019: Proceedings of*

- the Conference on „Lernen, Wissen, Daten, Analysen“* (Vol. 2454, S. 190–194). Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Weigand, H.-G., Filler, A., Hölzl, R., Kuntze, S., Ludwig, M., Roth, J., Schmidt-Thieme, B. & Wittmann, G. (2009). *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe 1*. Berlin: Springer Spektrum.
- Weigand, H.-G. (2004). Funktionales Denken. *Der Mathematikunterricht*, 50(6), 4–10.
- Weiherr, D. F. & Ruwisch, S. (2018). Kognitives Schätzen aus Sicht der Mathematikdidaktik: Schätzen von visuell erfassbaren Größen und dazu erforderliche Fähigkeiten. *mathemata didactica*, 41, 1–27.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



9 Formatives E-Assessment und Diagnostik



Katja Derr

Der Einsatz von Übungsaufgaben und Tests zur Strukturierung des Lernprozesses, zur Aktivierung von Lernenden oder zur Anregung von Reflexion wird unter dem Begriff Formatives Assessment zusammengefasst, in Abgrenzung zum summativen Assessment, das Eingang in eine Gesamtbewertung oder Note findet (siehe auch Kapitel 11). Formative Tests sind auch geeignet, einen Eindruck über den aktuellen Lernstand einer Gruppe oder eines Individuums zu vermitteln und somit dem summativen Assessment vorgeschaltet. Formatives Assessment umfasst also „alle Formen von Leistungsbeurteilung, die Informationen über die Diskrepanz zwischen Lernzielen und aktuellem Lernstand liefern und dadurch den Lehrenden und/oder den Lernenden selbst helfen, den weiteren Lernprozess zu gestalten“ (Klieme et al. 2010, S. 64 f). Der Abgleich der eigenen Kenntnisse mit dem erwarteten Wissensstand sollte möglichst häufig erfolgen, damit sich Missverständnisse und Fehlinterpretationen nicht verfestigen.

Lernmanagementsysteme (LMS) wie ILIAS sind sehr gut geeignet, um Tests und Übungsaufgaben bereitzustellen, automatisiertes Feedback zu geben und Lernfortschritte zu dokumentieren. Im Präsenzunterricht reagiert die Lehrperson auf den Lernfortschritt und wählt Übungsaufgaben und Tests aus, die (idealerweise) genau auf die Lücke zwischen Lernziel und aktuellem Wissensstand der Lernenden zielen (Heritage 2007). Im Online-Selbststudium kommt dem formativen E-Assessment als strukturierendes Element und als Mittel zur Aktivierung eine zentrale Rolle zu. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem Zeitpunkt und der Funktion:

- 1) Diagnose: Tests zu Beginn des Lernprozesses machen „die relevanten Lernziele in operationalisierender Form transparent“ (Jacobs 2008, S.100). Die Lernenden werden über die Inhalte des Kurses informiert und gleichen diese mit dem eigenen Wissensstand ab. Diese „Kalibrierung“ (Winne 2004) hilft, Lernziele zu definieren und weitere Lernhandlungen zu planen.
- 2) Lernprozessbegleitung: Während des Lernprozesses kommt formatives E-Assessment in erster Linie in Form von kurzen Tests oder Übungsaufgaben zum Einsatz („On-the-Fly Formative Assessment“ Shavelson et al. 2008). Durch kurze, niederschwellige Übungen kann neu Gelerntes sofort probiert und angewendet werden. Neben der Vergewisserung, ob die Inhalte tatsächlich verstanden wurden, dienen solche Formen des E-Assessments zur Aktivierung der Lernenden.

- 3) Lernerfolgskontrolle: Tests zum Abschluss einer Lerneinheit oder des gesamten Kurses geben den Lernenden ein Werkzeug zur Selbstevaluation bzw. zum Monitoring an die Hand (Nicol und Macfarlane-Dick 2006).

Formatives E-Assessment bietet so immer wieder die Gelegenheit, Lernenden Rückmeldung und Handlungsempfehlungen zu geben. Zeitpunkt und Funktion des E-Assessment wirken sich auf die Gestaltung des (automatisierten) Feedbacks aus. Zu Beginn des Lernprozesses steht beispielsweise das Aussprechen von Lernempfehlungen und die Vor-Strukturierung des Lernprozesses im Vordergrund. Dies gilt vor allem für Kurse mit heterogenen Teilnehmergruppen, in denen nicht alle Lerninhalte für alle Teilnehmer*innen relevant sind.

Während des Lernprozesses und bei der Lernerfolgskontrolle ist vor allem die Rückmeldung auf Aufgaben-Ebene von Bedeutung: Nur wenn das Feedback auch Hinweise auf mögliche Fehlkonzeptionen und Ansätze zum Lösen der Aufgabe beinhaltet, können die Lernenden von formativem E-Assessment profitieren.

9.1 Offene und geschlossene Fragen

Fragetypen lassen sich über den Grad der Offenheit des Antwort-Eingabeformats charakterisieren (Mayer, Hertnagel und Weber 2009). Geschlossene Fragen umfassen alle Aufgaben, bei denen die Antwort in irgendeiner Form vorgegeben ist. Das bekannteste Aufgabenformat ist die Multiple- (bzw. Single-) Choice-Frage, bei der eine oder mehrere Antworten aus einer Liste ausgewählt werden. Halb offene Fragen erlauben eine „freie“ Antwort-Eingabe in einem sehr festgesteckten Rahmen, zum Beispiel die Eingabe einer Zeichen- oder Buchstabenfolge in ein Lückentextfeld. Bei offenen Fragen gibt es keine Einschränkung bei der Eingabe, es können Texte, Bilder, Dokumente etc. als Antwort verlangt und abgegeben werden. Eine automatisierte Rückmeldung oder Bewertung ist darum nicht möglich.

In digitalen Selbstlernumgebungen haben geschlossene Fragetypen wie Multiple Choice den Vorteil, dass sie niederschwellig zu bedienen sind und keine besonderen (E-Learning-) Vorkenntnisse verlangen. Bei diagnostischen Tests ist von Vorteil, dass Testteilnehmer*innen bei der Eingabe keine Flüchtigkeiten- oder Schreibfehler machen können, die die Interpretation des Ergebnisses verfälschen. Aus diesem Grund kommen bei größeren Studien und internationalen Leistungsmessungen fast ausschließlich geschlossene Fragen zum Einsatz – auch wenn ihre Aussagekraft immer wieder diskutiert wird. Die Einschränkung der Antwortmöglichkeiten auf eine überschaubare Auswahl lässt keinen Raum für eigene Ansätze und es besteht die Gefahr, dass sich die Lernenden weniger auf das Wissen der richtigen Antwort als das Ausschließen der Distraktoren konzentrieren (Snow 1993; Sangwin und Jones 2017). Die Beantwortung solcher Aufgaben kann auf Dauer eintönig sein und den Fokus auf die Leistungsmessung lenken, anstatt zum Nachdenken anzuregen (Stichwort „teaching to the test“).

Diese Kritik trifft allerdings auch auf halb offene Formate und damit letztlich auf alle Online-Fragetypen zu, lediglich die Ratewahrscheinlichkeit fällt bei halb offenen Aufgaben weg. Nur über offene Aufgabenformate können Leistungen abgefragt und gewürdigt werden, die außerhalb eines vorgefertigten Antwortspektrums liegen. Durch die individuelle Bewertung ist die Vergabe von Teilpunkten möglich, beispielsweise wenn trotz falschem Endergebnis der Rechenweg korrekt war.

Für den Bereich der Mathematik ergeben sich bei offenen Online-Aufgaben allerdings erhebliche technische Probleme. Die Eingabe mathematischer Ausdrücke und Formeln in eine Eingabemaske erfordert die Kenntnis bestimmter Syntax (z. B. LaTeX), die bei Lernenden nicht vorausgesetzt werden kann. Das Abgeben und Bewerten von ausführlichen Lösungswegen ist darum bislang nur über den Upload gescannter handschriftlicher Unterlagen (oder PDF-Dokumente) möglich. Dieses Verfahren ist auch in der Korrektur sehr aufwändig. Die Vorteile von Online-Fragetypen, wie schnelles und effizientes Feedback, können also bei offenen Aufgaben nicht genutzt werden.

Bei entsprechender Gestaltung können Multiple-Choice-Tests zu sehr ähnlichen Resultaten führen wie offene Formate (z. B. Hancock 1994; Kennedy und Walstad 1997; Lissitz, Hou und Slater 2012); zumindest für das Fach Mathematik und für ein Anforderungsniveau unterhalb des Problemlösens scheint der Einsatz geschlossener Aufgaben vertretbar (Traub 1993; Martinez 1999). Zu beachten ist, dass die Formulierung geschlossener Aufgaben aus Autorensicht einen erheblichen Mehraufwand verlangt, da neben der korrekten Lösung mehrere zumindest auf den ersten Blick auch wahrscheinliche Lösungen gefunden werden müssen (Hunt und Hassmén 1994; Sangwin 2013).

Für die Entwicklung von Aufgaben für das Selbststudium sollte je nach Lernziel und Anspruchsniveau über den Aufgabentyp entschieden werden. Darüber hinaus erscheint eine Mischung der Aufgabentypen zur Auflockerung des Lernprozesses als sinnvoll.

9.2 Feedback

Ein großer Vorteil von E-Learning-Umgebungen ist das direkte Feedback, das Lernende auf ihre Eingaben erhalten. Grundsätzlich lässt sich zwischen „Verifikationsfeedback“ und „Elaborationsfeedback“ unterscheiden (Renkl 1991).

9.2.1 Verifikationsfeedback

Das Verifikationsfeedback signalisiert den Lernenden, ob die Aufgabe richtig, falsch, teilweise richtig oder gar nicht beantwortet wurde (Mayer et al. 2009). Während eine positive Rückmeldung („richtig“) meist keiner weiteren Ausführungen bedarf, zielt die negative Rückmeldung darauf, „die Persistenz des Fehlers“ zu

vermeiden (Renkl 1991, S. 52) und wird darum meist durch weitere Informationen ergänzt.

9.2.2 *Elaborationsfeedback (Erweitertes Feedback)*

Lösung (Erwartete Antwort):

Wurde die Antwort auf eine Aufgabe als „richtig“ gewertet, ist die erwartete Antwort bekannt. Wurde sie als „falsch“ gewertet, interessiert die Lernenden, welche Antwort die richtige ist bzw. vom System erwartet wurde.

Musterlösung:

Damit die Lernenden nachvollziehen können, warum die erwartete Antwort die richtige ist, wird ein möglicher Lösungsweg aufgezeigt, zum Beispiel die einzelnen Rechenschritte, die zur erwarteten Antwort führen.

Kommentar:

Der Kommentar zu einer Aufgabe kann unterschiedliche Informationen enthalten und zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Bearbeitung angeboten werden. So ist es zum Beispiel möglich, Lernenden schon vor der Abgabe einen Tipp zur Lösung der Aufgabe zu geben, falls diese nicht mehr weiter wissen. Nach Abgabe der Antwort kann ein Kommentar abgestimmt auf die richtige oder falsche Antwort der Lernenden erfolgen.

Bewertung:

Bei der Bewertung des Ergebnisses wird ein Maß oder eine Bezugsnorm herangezogen, die den Lernenden spiegelt, wo sie im Verhältnis zur Erwartung der Autor*innen, zur eigenen vorhergegangenen Leistung oder zur Leistung anderer stehen (Kluger und DeNisi 1996; Rheinberg 2002). Meist erfolgt die Bewertung über die Vergabe einer Punktzahl („Sie haben 3 von 10 Punkten erreicht“) oder über ein Notenschema, das den Lernenden aus der Schule vertraut ist.

9.3 **Erstellung von Online-Tests**

Bei der Entwicklung von webbasierten Tests ist zu berücksichtigen, dass die Lernenden nicht die Möglichkeit haben, spontan und informell Verständnisfragen zu stellen. Autor*innen müssen also berücksichtigen, dass eine Aufgabe ohne zusätzliche Informationen „funktioniert“, um Demotivation oder gar Fehlkonzeptionen aufgrund missverständlich formulierter Aufgaben zu vermeiden. Die im Folgenden genannten Regeln sind weitgehend an die Vorschläge von Ebel und Frisbie (1991) bzw. Gronlund (1998) angelehnt (siehe auch Dubs 2008). Sie spiegeln Erfahrungswerte von Aufgabenautor*innen wider, auch aus dem optes-Projekt, und sollen als Anregung zur Gestaltung von Aufgaben dienen – allerdings kann es auch immer wieder gute Gründe geben, gegen diese Regeln zu verstoßen!

9.3.1 Hinweise zur Formulierung von Fragen

- Alle Aufgaben, die im Rahmen des formativen E-Assessments zum Einsatz kommen, sollen für Lernende im Selbststudium ohne zusätzliche Erklärungen verständlich und beantwortbar sein. Bei der Formulierung ist darauf zu achten, dass die Aufgabenstellung klar, eindeutig und komplett ist. Die verwendete Sprache sollte so einfach wie möglich sein und es sollten keine verschachtelten Sätze, doppelte Verneinungen etc. vorkommen. Die eigentliche Fragestellung sollte hervorgehoben und von den einleitenden Erläuterungen abgesetzt werden.
- Pro Aufgabe sollte möglichst nur ein Lernziel adressiert werden. Für Lernende wird so der Bezug zum Themengebiet leichter nachvollziehbar und bei fehlerhaften Antworten ist es einfacher, passende Hinweise auf möglicherweise bestehende Wissenslücken und weiterführende Lernmaterialien zu geben.
- Auf Maßeinheiten und Vorgaben zur Rundung der Antwort wird in der Fragestellung hingewiesen.
- Jede Frage in einem Test oder einer Lernumgebung ist nach dem gleichen inhaltlichen und gestalterischen Schema aufgebaut, damit sich die Lernenden nicht bei jeder Aufgabe neu orientieren müssen. Gestalterische Elemente wie Abbildungen, Formeln, Tabellen sind einheitlichen Gestaltungsregeln unterworfen (siehe auch Kapitel 17).

Offene Fragen:

- Offene Fragen adressieren meist komplexere Probleme und benötigen darum meist umfangreichere Formulierungen. Zusatzinformationen können eine Aufgabe interessanter machen, erhöhen aber auch die Komplexität und Bearbeitungszeit. Je länger die Aufgabenstellung, desto anspruchsvoller ist auch die Aufgabe (Dubs 2008, S. 270). Die Lernenden müssen genau darüber informiert werden, was inhaltlich und formell von ihnen erwartet wird, und alle Anforderungen bezüglich Sprache, Gestaltung, Umfang, die in die Bewertung einfließen, sollten kommuniziert werden. Gegebenenfalls sollte die Möglichkeit eingeräumt werden, nachzufragen, ob und wie bei der Lösung vorzugehen ist.

9.3.2 Hinweise zur Formulierung von Antworten und Antwortmöglichkeiten

- Es existiert eine eindeutige Antwort auf die Frage und es existiert eine Musterlösung, die begründet, warum diese Antwort korrekt ist und wie sie erzielt wurde.

Antworten auf geschlossene Fragen:

- „Auch richtige“ Antworten sollten aus Gründen der didaktischen Klarheit vermieden werden. Auch aus Gründen der leichteren Punktevergabe sind Single-

Choice-Aufgaben (SC) grundsätzlich Multiple-Choice-Aufgaben (MC) vorzuziehen. Ausnahmen können zum Beispiel Logik- oder Knobelaufgaben sein, bei denen es um das Abwägen zwischen mehreren Lösungsansätzen geht.

- Bei geschlossenen Fragen wie SC oder MC sollten die Unterschiede zwischen den Auswahlmöglichkeiten deutlich sein, nicht in Nuancen versteckt.
- Es sollten keine Tricks oder Doppeldeutigkeiten in den Distraktoren versteckt sein (keine Fallen stellen!).
- Es sollten keine allgemeinen Ausdrücke, wie „immer, nie, ausschließlich“, verwendet werden, diese können ein Hinweis darauf sein, dass eine Antwort falsch ist. Eine Ausnahme von dieser Regel ist das Abfragen von mathematischen Definitionen.
- Jede der Auswahlmöglichkeiten sollte, zumindest auf den ersten Blick, sinnvoll erscheinen, unsinnige oder zusammenhanglose Distraktoren („Kängurus“) sollten vermieden werden.
- Die Anzahl der Distraktoren liegt meist zwischen zwei und vier. Das Hauptkriterium sollte die Güte der Distraktoren sein, d. h. vor einer „Verlegenheits-Auswahl“ sollte lieber auf den Distraktor verzichtet werden. Mehr als fünf Distraktoren sind zu viele, das Erfassen der Liste mit einem Blick ist dann nicht mehr möglich.
- Die Formulierung „keine der genannten Möglichkeiten ist korrekt“ sollte vermieden werden. In vielen Fällen wird sie nur aus Mangel an guten Distraktoren hinzugefügt und trägt dann nur zur Verwirrung der Lernenden bei.
- Die Liste der Auswahlmöglichkeiten sollte übersichtlich und gut lesbar sein, damit die Lernenden nicht eine der Optionen übersehen (weil sie z. B. scrollen müssen).
- Alle Auswahlmöglichkeiten sollten ungefähr gleich lang sein, damit die Lernenden nicht versuchen, anhand äußerlicher Faktoren auf die richtige Antwort zu schließen.
- Die Distraktoren sollten übersichtlich angeordnet sein, also zum Beispiel bei einer Liste von Jahreszahlen aufsteigend sortiert. Wenn sich keine Reihenfolge anbietet, sollten die Distraktoren nach dem Zufallsprinzip geordnet sein.

Antworten auf halb offene Fragen:

- Bei numerischen Eingaben können Rundungsfehler entstehen. Wenn das Ergebnis eine nicht „runde“ Zahl ist, sollte eine Toleranz eingeräumt werden und die Lernenden darauf hingewiesen werden, auf wie viele Stellen nach dem Komma zu runden ist.
- Es sollte deutlich auf die Maßeinheit hingewiesen werden, in der die Lösung anzugeben ist. Idealerweise wird die Maßeinheit direkt neben dem Eingabefenster der Antwort platziert.

- Es sollte auf mögliche Syntax-Eingabefehler hingewiesen werden, wie zum Beispiel Eingabe von Leerzeichen, Kommata, fehlende Multiplikations-Zeichen (z. B. $4x$ anstatt $4*x$) etc.
- Die Eingabe von komplexerer Syntax (z. B. Fragetyp STACK, siehe Kapitel 10) sollte geübt werden können, bevor eine Aufgabe oder ein Test abgegeben werden.

9.3.3 Hinweise zur Gestaltung von Feedback auf Fragen

- Die Lernenden erhalten eine Rückmeldung, ob sie die Frage korrekt oder nicht beantwortet haben (Verifikationsfeedback).
- Die Lernenden können die eigene Antwort und die erwartete Lösung einsehen.
- Es existiert eine Musterlösung, die begründet, warum die erwartete Lösung korrekt ist. Analog zu den Regeln für die Aufgabenstellung ist die Musterlösung klar und einfach formuliert und basiert auf einheitlichen Gestaltungsregeln.

Feedback auf geschlossene Fragen:

- Bei unterschiedlichen Falschantworten (Distraktoren) kann für jeden dieser Fehler ein passender Kommentar formuliert werden. So kann auf Rechenfehler oder Verständnisprobleme eingegangen werden, die sich häufig wiederholen (Lissitz und Hou 2008). Die Erstellung von Fehlerfeedbacks ist allerdings sehr zeitaufwändig und darum ist zwischen Aufwand und Nutzen für die Lernenden jeweils abzuwägen.
- Bei der Bewertung sollten keine negativen Punkte vergeben werden; aus Gründen der Fairness sollte die falsche Beantwortung nicht zu einer niedrigeren Punktzahl führen als das Überspringen einer Aufgabe.

Feedback auf offene Fragen:

- Auch für offene Aufgabenstellungen sollte eine Musterlösung existieren, gegebenenfalls kann diese durch besonders gelungene Beispiele von anderen Lernenden ergänzt werden.

9.3.4 Hinweise zur Gestaltung von Feedback auf Tests

- Die Lernenden erhalten eine Rückmeldung, wie sie im Test abgeschnitten haben. Zusätzlich zu einer Bewertung wird eine Interpretationshilfe zur Einordnung der Ergebnisse gegeben.

Anmerkung: Eine Bewertung nach Noten, Punkt- oder Prozentzahlen wird teilweise kritisch gesehen, da die Aufmerksamkeit auf die individuelle Leistung gelenkt wird und damit andere Bestandteile des Feedbacks wie Lösungsweg, Hilfestellung oder Lernempfehlung in den Hintergrund rücken (Brennan 2006;

Black et al. 2003; Gibbs und Simpson 2004). Die Fokussierung auf die Bewertung bestärkt Lernende mit starker Leistungsorientierung („performance goals“) in ihrer Haltung, dass ein gutes Ergebnis bzw. eine gute Note Ziel des Lernprozesses sind, die Lernziele rücken in den Hintergrund (Dweck 1986). Insbesondere schwächere Lernende können durch eine negativ empfundene Bewertung demotiviert werden. Ein Ansatz ist, im Bereich des formativen Assessments auf Noten oder Punktzahlen zu verzichten und stattdessen individuelles Feedback in Form von Kommentaren oder Anmerkungen zu geben (Black et al. 2003). Dementgegen steht der Ansatz, erwachsene Lernende in die Gestaltung des Lernprozesses und damit auch in die Bewertung des Lernerfolgs einzubeziehen (Nicol und Macfarlane-Dick 2006). Eine sachliche und übersichtliche Darstellung der Testergebnisse inklusive Punktzahlen und Interpretationshilfen scheint darum für Lernende im Selbststudium angemessen.

- Das Feedback beinhaltet keine wertenden Aussagen über die Fähigkeiten der Lernenden. Sie sollten nicht verunsichert oder in ihrem Selbstwertgefühl angegriffen werden, aber auch übertriebenes Lob hat sich als wenig lernförderlich gezeigt (Kluger und DeNisi 1996).
- Das Feedback macht Handlungsvorschläge, zum Beispiel durch Lernempfehlungen oder Links zur Bearbeitung ähnlicher Tests und Aufgaben.

9.4 ILIAS-Fragetypen

ILIAS bietet unterschiedliche Fragetypen zur Gestaltung von Tests und Übungsaufgaben an (siehe Tabelle 1).

Aus den genannten Gründen dominieren in webbasierten Lernumgebungen geschlossene Fragen. Die Art der Antworteingabe wird variiert, indem zum Beispiel die korrekte Antwort auf einer Abbildung anklickbar ist, Antwortpaare durch Drag & Drop gebildet werden oder Textelemente in die korrekte Reihenfolge gebracht werden.

Bei halb offenen Fragen beschränkt sich die Auswahl auf Lücken, in denen Buchstaben oder Zahlen eingegeben werden können. Der Fragetyp „Formelfrage“ erlaubt darüber hinaus die Verwendung von Variablen bei der Aufgabenerstellung, sodass die Aufgabe und das (numerische) Ergebnis bei jedem neuen Aufruf neu berechnet werden. Die Eingabe mathematischer Ausdrücke und Formeln ist mit den „Bordmitteln“ von ILIAS allerdings nicht möglich. Für eine sinnvolle Auswertung der Eingaben muss ein System darüber hinaus in der Lage sein, die mathematische Äquivalenz der Eingabe mit der Ausgangsformel zu prüfen. Gleichzeitig muss es den Unterschied zwischen beiden identifizieren, also beispielsweise überprüfen, ob ein Bruchterm vollständig gekürzt wurde. Aus diesem Grund wurde für optes nach einem Fragetyp gesucht, der die Anbindung eines Computeralgebrasystems (CAS) ermöglicht. Das Plug-in STACK erfüllt diese Anforderung

und wird seit 2016 im optes-Vorkurs eingesetzt (für eine detailliertere Beschreibung des Fragetyps siehe Kapitel 10).

Tabelle 1: Online-Fragetypen ILIAS (Version 5.4)

Geschlossen	Single, Multiple, Kprim Choice Fehler/Worte markieren Hotspot / Imagemap Auswahllücke (Drop down Menu) Begriffe benennen Anordnungsfrage: vertikal Anordnungsfrage: horizontal Zuordnungsfrage
Halb offen	Textlücke numerische Lücke Formelfrage STACK Frage
Offen	Freitext eingeben Datei hochladen

Die Auswertung von komplett freien Eingaben, wie zum Beispiel mehrzeiligen Formeln oder längeren Rechenwegen, ist aktuell nur über einen Datei-Upload möglich. Dokumente können handschriftlich erstellt und dann gescannt oder unter Verwendung eines Formel-Editors generiert werden (z. B. Word). Beide Verfahren sind einigermaßen aufwändig, auch aus Sicht der Lehrperson. Die Korrektur kann von Hand oder über die Kommentar-Funktion im PDF erfolgen, das Feedback-Dokument wird dann an die Teilnehmer*innen verschickt oder über einen Link zum Download bereitgestellt. Bei großen Teilnehmerzahlen kann die Verwaltung dieser Dokumente sehr schnell unübersichtlich und mühsam werden. Trotz dieses Zusatzaufwands sind offene Fragen sehr sinnvoll, wenn es um die Bewertung individueller Lösungsansätze oder Beweise geht. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Betreuten E-Learnings an der DHBW Mannheim ein Konzept für das Arbeiten mit wöchentlichen Einreichaufgaben entwickelt (siehe auch Kapitel 3).

9.5 Konzept für die Erstellung von Aufgaben und Tests in optes

A. Diagnostischer Einstiegstest über alle Themengebiete

Der Diagnostische Einstiegstest dient zur Information, Kalibrierung und Vorstrukturierung des Lernprozesses. Er umfasst das gesamte Themenspektrum des

Vorkurses und wird nur einmal durchgeführt. Jedes Themengebiet wird durch mindestens drei Aufgaben repräsentiert, damit Flüchtigkeitsfehler bei der Erstellung der Lernempfehlung nicht zu stark gewichtet werden. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit pro Aufgabe sollte zwei Minuten nicht übersteigen. Die Aufgaben weisen wenig Komplexität auf, adressieren nur ein Thema und sind technisch einfach zu bedienen. Im Diagnostischen Einstiegstest (und damit auch im Abschluss-test) kommen ausschließlich niederschwellige Online-Fragetypen zum Einsatz, wie Single Choice oder numerische Eingabe.

Das Feedback fokussiert auf das Aussprechen von Lernempfehlungen. Auf die Ausgabe von Verifikationsfeedback und Musterlösungen wird verzichtet. Stattdessen erhalten die Teilnehmer*innen Links zu Lerninhalten und Hinweise zur Priorisierung.

Hinweis: Trotz des Versuchs, das Feedback übersichtlich und einfach zu gestalten, kann es bei Lernenden mit sehr vielen Lernempfehlungen zu einem Gefühl der Überforderung kommen. Gerade Studienanfänger*innen mit geringer Fähigkeit zu selbstreguliertem Lernen könnten zusätzliche Unterstützung bei der Planung des Lernprozesses benötigen, die von einem E-Learning-System nicht geleistet werden kann (z. B. Azevedo 2005; Artino und Stephens 2009). Das heißt, an dieser Stelle sollte es möglich sein, Kontakt zu einer Lehrperson oder E-Mentor*innen aufzunehmen und Beratung bezüglich des weiteren Vorgehens einzuholen (siehe auch Kapitel 18).

B. Einstiegstest pro Kurs

Analog zum Diagnostischen Einstiegstest über alle Themen ist jedem einzelnen Kurs ein kurzer Selbsttest vorgeschaltet, der den Lernenden dabei hilft, die passenden Lernmodule in diesem Kurs auszuwählen. So deckt der Kurs Arithmetik beispielsweise die Lernziele Rechnen mit ganzen Zahlen, Bruchrechnen und Termumformungen ab. Je nach Ergebnis des Einstiegstests für diesen Kurs werden den Lernenden Lernmodule für ein, zwei oder alle drei Themen vorgeschlagen. Analog zum Diagnostischen Einstiegstest finden sich im Einstiegstest pro Kurs nur niederschwellige Fragetypen wie SC oder numerische Eingabe. Im Unterschied zu Einstiegstestfragen wird zu jeder Aufgabe eine Musterlösung gegeben, die in der Auswertung des Tests eingesehen werden kann.

Tabelle 2: Formatives E-Assessment im Verlauf des optes-Vorkurses

Zeitpunkt	Test	Ziel der Interaktion	
Beginn / Initiierung des Lernprozesses	A Diagnostischer Einstiegstest über Kurscurriculum	Information + Kalibrierung	Wissen über Lerninhalte / Kurscurriculum vermitteln, Abgleich Vorwissen mit Kurscurriculum, Lernemp- fehlungen (Vorauswahl)
	B Einstiegstest pro Kurs		Detaillierte Lernempfeh- lungen
Konstant während des Lernprozesses	Übungsaufgaben im Lernmodul	Monitoring + Aktivierung, Üben	Überprüfen des Lerner- folgs pro Lerneinheit
	C Training		Überprüfen des Lerner- folgs pro Lernziel
Abschluss des Lernprozesses	D Abschlusstest pro Kurs	Evaluation	Überprüfen des Lerner- folgs in einem Kurs / The- mengebiet
	E Abschlusstest über Kurscurriculum		Überprüfen des Lerner- folgs insgesamt, Vergleich vorher / nachher

C. Training (und Übungsaufgaben im Lernmodul)

Wurde ein Lernmodul zur Bearbeitung empfohlen, gibt es während des Lernprozesses immer wieder die Möglichkeit, Übungsaufgaben zu bearbeiten und so das neu erlernte Wissen zu festigen. Viele Übungsaufgaben sind direkt im Lernmodul zu finden. Unabhängig davon kann zu jedem Lernziel ein Training absolviert werden. Aufgaben im Lernmodul oder im Training enthalten detaillierte Lösungswege für jede Aufgabe. Im Komplexitätsgrad adressieren Aufgaben im Training unterschiedliche Niveaus, auch CAS-Items können hier zum Einsatz kommen. Nach vollständiger Bearbeitung eines Trainings erhalten die Lernenden entweder weitere Lernempfehlungen oder werden auf den Abschlusstest des Kurses verwiesen.

Einreichaufgabe (optional)

Da geschlossene oder halb offene Online-Aufgabenformate nur bedingt geeignet sind, komplexere Aufgabenstellungen und Rechenwege zu dokumentieren und zu bewerten, bietet sich die zusätzliche Arbeit mit Aufgaben an, die zwar online gestellt werden, aber von den Lernenden auf Papier oder mit Hilfe eines Text-Editors bearbeitet und dann hochgeladen werden. Über das ILIAS-Feature „Übung“ werden die Lernenden aufgefordert, zu einem bestimmten Termin ihren ausgearbeiteten Lösungsweg abzugeben.

Hinweis: Im Teilprojekt „Formatives E-Assessment und Propädeutika“ ist eine umfangreiche Sammlung an Einreichaufgaben erstellt und im Rahmen des „Betreuten E-Learnings“ erprobt worden.

D. Abschlusstest

Für jedes Lernziel eines Lernzielorientierten Kurses existiert ein Abschlusstest, der die Erreichung des Lernziels und damit das Bestehen des Kurses attestiert. Dieser Test kann mehrmals durchgeführt werden. Das Feedback auf den Test umfasst eine Übersicht über die Zahl der korrekt / nicht korrekt beantworteten Aufgaben. Zu jeder Aufgabe wird eine Musterlösung gegeben, die in der Auswertung des Tests eingesehen werden kann.

E. Abschlusstest über alle Themengebiete

Analog zum Diagnostischen Einstiegstest umfasst der Abschlusstest des Vorkurses das gesamte Themenspektrum. Der Test vergleicht die Kenntnisse zu Beginn des Vorkurses mit denen am Ende, misst also den Lernerfolg. Dementsprechend sind die Aufgaben vergleichbar mit den Aufgaben im Einstiegstest (aber nicht gleich).

Auch beim Abschlusstest ist das Feedback auf das Aussprechen von Lernempfehlungen beschränkt und enthält kein Verifikationsfeedback und keine Musterlösungen. Wie der Diagnostische Einstiegstest wird auch dieser Test nur einmal durchgeführt.

Literatur

- Artino, A. R. & Stephens, J. M. (2009). Academic motivation and self-regulation: A comparative analysis of undergraduate and graduate students learning online. *Internet and Higher Education, 12*, 146–151.
- Azevedo, R. (2005). Using Hypermedia as a Metacognitive Tool for Enhancing Student Learning? The Role of Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist, 40*(4), 199–209.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & William, D. (2003). *Assessment for Learning. Putting it into practice*. Open University Press.
- Brennan, R. L. (Hrsg.) (2006). *Educational Measurement*. Westport: Praeger.
- Dubs, R. (2008). Qualitätsvolle Aufgaben als Voraussetzung für sinnvolles Benchmarking. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen. Eine zentrale Komponente organisierten Lehrens und Lernens aus der Sicht von Lernforschung, allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik* (S. 259–279). Münster/München/Berlin: Waxmann.
- Dweck, C. S. (1986). Motivational Processes Affecting Learning. *American Psychologist, 41*(10), 1040–1048.
- Ebel, R. L. & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement* (5. Aufl.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Gibbs, G. & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports student learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, 1(1), 3–31.
- Gronlund, N. E. (1998). *Assessment of Students Achievement*. Boston, MA: Allyn&Bacon.
- Hancock, G. R. (1994). Cognitive complexity and the comparability of multiple-choice and constructed-response test formats. *Journal of Experimental Education*, 62(2), 143–157.
- Heritage, M. (2007). Formative Assessment: What do teachers need to know and do? *Phi Delta Kappan*, 89(2), 140–145.
- Hunt, D. P. & Hassmén, P. (1994). Human self-assessment in multiple choice. *Journal of Educational Measurement*, 31(2), 149–160.
- Jacobs, B. (2008). Was wissen wir über die Lernwirksamkeit von Aufgabenstellungen und Feedback. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen. Eine zentrale Komponente organisierten Lehrens und Lernens aus der Sicht von Lernforschung, allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik* (S. 99–114). Münster/München/Berlin: Waxmann.
- Kennedy, P. & Walstad, W. B. (1997). Combining Multiple-Choice and Constructed-Response Test Scores: An Economist's View. *Applied measurement in education*, 10(4), 359–375.
- Klieme, E., Bürgermeister, A., Harks, B., Blum, W., Leiß, D. & Rakoczy, K. (2010). Leistungsbeurteilung und Kompetenzmodellierung im Mathematikunterricht. Projekt Co2CA. In E. Klieme, D. Leutner & M. Kenk (Hrsg.), *Kompetenzmodellierung* (S. 64–74). *Zeitschrift für Pädagogik*, 56. Beiheft. Weinheim: Beltz.
- Kluger, A. N. & DeNisi, A. (1996). Effects of feedback intervention on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254–284.
- Lissitz, R. W. & Hou, X. (2008). *Multiple Choice Items and Constructed Response Items: Does It Matter?* (Maryland Assessment Research Center for Education Success, Hrsg.). University of Maryland.
- Lissitz, R. W., Hou, X. & Slater, S. (2012). The contribution of constructed response items to large scale assessment: measuring and understanding their impact. *Journal of Applied Testing Technology*, 13(3), 1–50.
- Martinez, M. E. (1999). Cognition and the Question of Test Item Format. *Educational Psychologist*, 34(4), 207–218.
- Mayer, H. O., Hertnagel, J. & Weber, H. (Hrsg.). (2009). *Lernzielüberprüfung im eLearning*. München: Oldenbourg.
- Nicol, D. J. & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218.
- Renkl, A. (1991). *Die Bedeutung der Aufgaben- und Rückmeldungsgestaltung für die Leistungsentwicklung im Fach Mathematik*. Dissertation: Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Rheinberg, F. (2002). Bezugsnormen und schulische Leistungsbeurteilung. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (2. unv. Aufl., S. 59–72). Weinheim: Beltz.
- Sangwin, C. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics Using Stack*. Oxford: Oxford University Press.
- Sangwin, C. & Jones, I. (2017). Asymmetry in student achievement on multiple-choice and constructed-response items in reversible mathematics processes. *Educational Studies in Mathematics*, 94(2), 205–222.

- Shavelson, R. J., Young, D.B., Ayala, C., Brandon, P.R., Furtak, E.M., Ruiz-Primo, M.A., Tomita, M.K. & Yin, Y. (2008). On the impact of curriculum-embedded formative assessment on learning: A collaboration between curriculum and assessment developers. *Applied measurement in education*, (21), 295–314.
- Snow, R. E. (1993). Construct Validity and Constructed-Response Tests. In R. E. Bennett & W. C. Ward (Hrsg.), *Construction versus choice in cognitive measurement: Issues in constructed response, performance testing, and portfolio assessment* (S. 45–60). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Traub, R. E. (1993). On the equivalence of the traits assessed by multiple-choice and constructed-response tests. In R. E. Bennett & W. C. Ward (Hrsg.), *Construction versus choice in cognitive measurement: Issues in constructed response, performance testing, and portfolio assessment* (S. 75–106). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Winne, P. H. (2004). Students' calibration of knowledge and learning processes: Implications for designing powerful software learning environments. *International Journal of Educational Research*, 41(6), 466–488.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

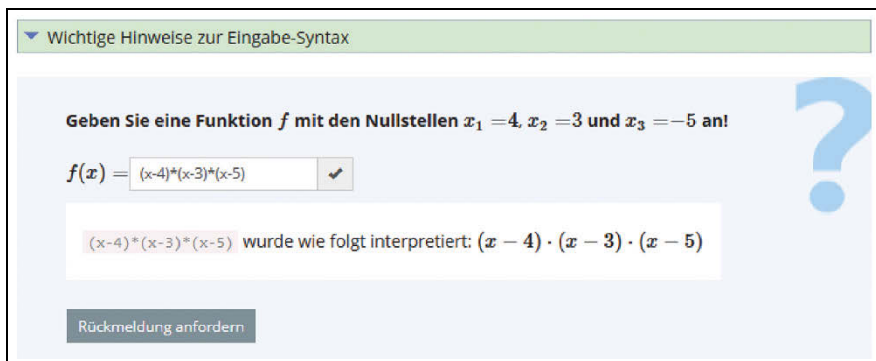


10 Der Fragetyp STACK

Miriam Weigel

Das Plug-in STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) wurde ursprünglich 2004 von Chris Sangwin (University of Edinburgh) für das Lernmanagementsystem (LMS) Moodle erstellt. Im Jahr 2013 wurde STACK dann im Auftrag von optes von Fred Neumann und Jesus Copado (FAU Erlangen) für das LMS ILIAS implementiert.

Für die Testteilnehmer*innen sind STACK-Fragen im Allgemeinen kaum von Lückentextfragen zu unterscheiden. Lediglich ein kleines Häkchen an der Eingabelücke, das zur Antwortüberprüfung dient, gibt einen Hinweis darauf, dass es sich um einen anderen Fragetyp handelt (siehe Abbildung 1). In das Eingabefeld einer STACK-Frage können im Unterschied zu numerischen Lückentextfragen nicht nur Zahlenwerte, sondern mittels ASCIIMATH-Syntax auch mathematische Terme und Formeln eingegeben werden (siehe Abbildung 1). Da die Eingabe solcher Terme sehr fehleranfällig ist, können die Teilnehmer*innen mit Hilfe des Häkchen-Buttons die Syntax ihrer Eingabe überprüfen, ohne dass die Antwort bewertet wird. Erst wenn der Button „Rückmeldung anfordern“ ausgewählt wird, wird die Eingabe mit Hilfe des Computeralgebrasystems (CAS) Maxima auf ihre mathematischen Eigenschaften geprüft und abschließend bewertet. Durch diese Form der Antwortüberprüfung werden Fehleranalysen, Schritt-für-Schritt-Anleitungen und offene Fragestellungen mit beliebig vielen Lösungen ermöglicht (Weigel et al. 2018). Diese offenen Frageformate waren bisher in Online-Aufgaben nur sehr schwer oder gar nicht abbildbar.



Wichtige Hinweise zur Eingabe-Syntax

Geben Sie eine Funktion f mit den Nullstellen $x_1 = 4$, $x_2 = 3$ und $x_3 = -5$ an!

$f(x) =$

$(x-4) \cdot (x-3) \cdot (x-5)$ wurde wie folgt interpretiert: $(x - 4) \cdot (x - 3) \cdot (x - 5)$

Rückmeldung anfordern

Abbildung 1: STACK-Aufgabe mit Syntaxüberprüfung

Für Aufgabenersteller*innen bietet der Fragetyp STACK durch die Anbindung an das CAS Maxima eine Vielzahl an Möglichkeiten.

Neben dem Einsatz von Zufallszahlen in der Aufgabenstellung wird auch die Manipulation der Rückmeldung und somit ein adaptives und aufschlussreiches Feedback ermöglicht (siehe Abbildung 2). Die Rückmeldung (korrekt / teilweise korrekt / nicht korrekt / Lösungsweg etc.) basiert auf der Eingabe des Teilnehmenden und der zufällig erzeugten Variablen. Die Zufallszahlen können auf einen bestimmten Wertebereich eingeschränkt werden, sodass ausschließlich realistische bzw. sinnvolle Zahlenwerte generiert werden. Somit müssen nicht mehrere Aufgaben erstellt werden, um einen bestimmten Aufgabentyp ausreichend darzustellen, sondern es können mit einer STACK-Frage und geschickt gewählten Zufallsvariablen Dutzende Versionen erschaffen werden. Die Testteilnehmenden erhalten so bei jedem Aufruf des Tests eine andere Aufgabenvariante, wodurch der Übungseffekt verstärkt und das Wiederholen des Tests gefördert wird.

Zudem können statische (mit Hilfe von Maxima oder HTML) und dynamische (mit Hilfe von JSX-Graph) Grafiken in den Fragetext oder die Rückmeldung eingebaut werden. Diese Grafiken können sich auf die Zufallswerte beziehen und somit automatisch an diese und die studentische Antwort angepasst werden (siehe Abbildung 2). Dies ermöglicht beispielsweise eine Gegenüberstellung der studentischen Antwort mit der Musterlösung in grafischer Form (Weigel et al. 2019).

Da die Werte einer Aufgabe immer wieder neu berechnet werden, sind STACK-Aufgaben ideal für den Einsatz im Übungsbereich (Sangwin 2013). Viele Studienanfänger*innen kennen die ASCIIMATH-Syntax von ihren grafikfähigen Taschenrechnern. Um jedoch Eingabefehler zu vermeiden, besitzt jede STACK-Frage in den optes-Kursen den Reiter „Wichtige Hinweise zur Eingabe-Syntax“ mit Erklärungen zur korrekten Eingabe der ASCIIMATH-Syntax (siehe Abbildung 1). Im optes-Teilprojekt „Formatives E-Assessment und Propädeutika“ wird bei der Entwicklung von Aufgaben für das Selbststudium je nach Lernziel und Anspruchsniveau über den Aufgabentyp entschieden. Zur Auflockerung des Lernprozesses werden verschiedene Aufgabentypen gemischt. In den Trainings zu den Lernmodulen werden beispielsweise Single-Choice-, Lückentext-, Zuordnungs- und STACK-Fragen verwendet.

Seit 2014 werden an der DHBW Mannheim betreute E-Learning-Kurse angeboten. Im Sommer 2018 wurde der Einsatz des Fragetyps STACK mit einer kleinen Gruppe von Studienanfänger*innen ($n = 19$) pilotiert, die an fünf Präsenzterminen an der DHBW Mannheim teilnahmen. Aufgrund der positiven Evaluationsergebnisse wurden anschließend 2019 im Mathematikvorkurs der Fakultät Technik der DHBW Mannheim in allen Trainings zu den Lernmodulen des optes-Kerncurriculums STACK-Fragen aufgenommen (siehe Abbildung 3). Für das Sommersemester 2020 ist der Einsatz von STACK-Fragen auch in Lehrveranstaltungen geplant.

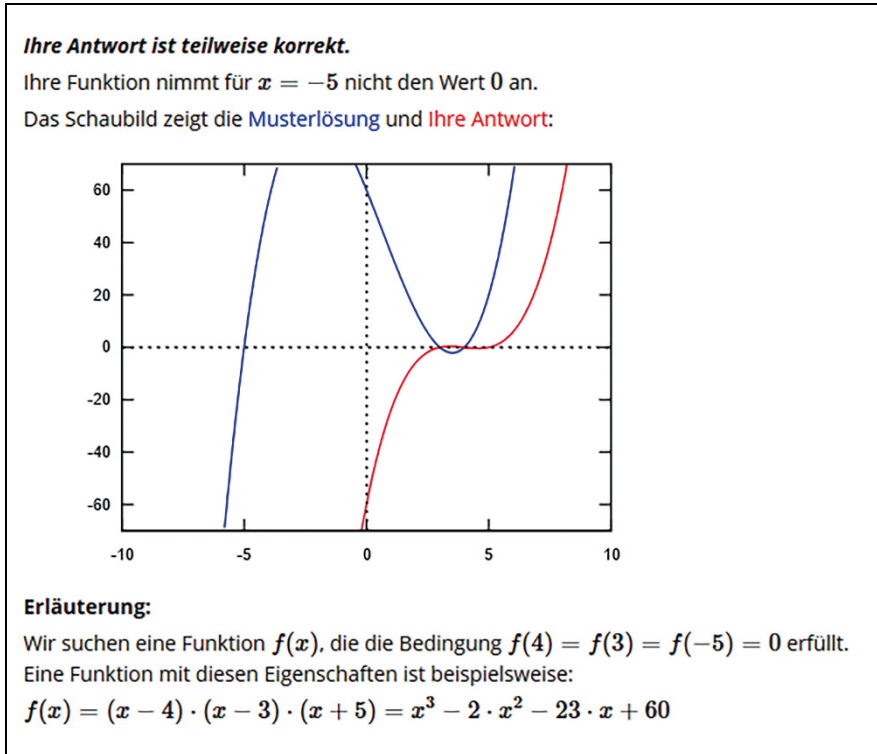


Abbildung 2: Rückmeldung zu der Eingabe aus Abbildung 1

Digitalisiertes Feedback ist zeit- und ortsunabhängig und daher von großem Nutzen für Lernende und Lehrende. Bei der Entscheidung, welcher Aufgabentyp zum Einsatz kommt, sind neben dem Lernziel sowie dem Komplexitäts- und Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung auch die meta-kognitiven Anforderungen zu berücksichtigen, die durch das technische Handling entstehen können. Die eher unflexiblen Multiple-Choice-Aufgaben sind aufgrund ihrer Niederschwelligkeit bei der Eingabe für unerfahrene E-Learning-Teilnehmer*innen von Vorteil. Jedoch birgt das Aufgabenformat ein hohes „Raterisiko“ (Sangwin 2013). Abhilfe schaffen Aufgabenformate, bei denen ein mathematischer Ausdruck eingegeben werden muss (z. B. Lückentext- oder STACK-Aufgaben). Aufgaben, die die Abgabe ganzer Rechenschritte oder mathematischer Lösungsansätze verlangen, erfordern die individuelle Korrektur und Rückmeldung einer Lehrperson, und sind daher nur im Rahmen betreuter Online-Vorkurse anwendbar.

Besonders wichtig für die Feedbackgestaltung von Online-Fragen ist es, die Ziele im Lernprozess zu definieren. Steht die Selbstkontrolle im Mittelpunkt, so reichen Frageformate mit einfachem und flachem Feedback aus. Wird ein qualitatives Feedback mit Fehleranalyse benötigt, dann bietet der Fragetyp STACK hervorragende Möglichkeiten für die Gestaltung von automatisiertem und adaptivem Feedback.

Training: Termumformungen
Hier können Sie Ihr Wissen an 11 Übungsaufgaben anwenden.

Frageliste aus
Bearbeitungsstand
Unterbrechen
Beenden

FRAGENLISTE

- Training 3.01 Terme in Klammern
- Training 3.02 Terme in Klammern
- Training 3.03 Binomische Formeln
- Training 3.04 Binomische Formeln
- Training 3.05 Binomische Formeln
- Training 3.06 Faktorisieren
- Training 3.07 Faktorisieren
- Training 3.08 Faktorisieren
- Training 3.09 Bruchterme**
- Training 3.10 Bruchterme
- Training 3.11 Bruchterme

← Zurück
Weiter →

Training 3.09 Bruchterme

Frage 9 von 11 Aktionen ·

Beantwortet

Wichtige Hinweise zur Eingabe-Syntax

Kürzen Sie den Bruch für $x^2 \neq 100$ vollständig!

$$\frac{-4 \cdot (x - 10)^2}{8 \cdot (x^2 - 100)} =$$

-1/2 wurde wie folgt interpretiert: $-\frac{1}{2}$

Rückmeldung anfordern

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Wahrscheinlich haben Sie fälschlicherweise $4 \cdot (x - 10)^2$ mit $4 \cdot (x^2 - (-10)^2)$ gekürzt.

Beachten Sie die binomischen Formeln:

1. $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
2. $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
3. $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$

Lösung:

$$\frac{-4 \cdot (x - 10)^2}{2 \cdot 4 \cdot (x^2 - (-10)^2)} = \frac{10 - x}{2 \cdot (x + 10)}$$

Erläuterung:

Zunächst faktorisieren wir Zähler und Nenner mit Hilfe der binomischen Formel und kürzen den Faktor 4

$$\frac{-4 \cdot (x - 10)^2}{2 \cdot 4 \cdot (x^2 - (-10)^2)} = \frac{(x - 10)^2}{2 \cdot (x - 10) \cdot (x + 10)}$$

Nach Kürzen von $x - 10$ erhalten wir den Bruch

$$\frac{x - 10}{2 \cdot (x + 10)}$$

Dieser Ausdruck lässt sich nicht weiter vereinfachen.

← Zurück
Weiter →

Abbildung 3: STACK-Aufgabe im Training Termumformungen (Kurs Arithmetik)

Literatur

- Sangwin, C. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics Using Stack*. Oxford: Oxford University Press.
- Weigel, M., Hübl, R., Podgayetskaya, T. & Derr, K. (2018). Potential von STACK-Aufgaben im formativen eAssessment: Automatisiertes Feedback und Fehleranalyse. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 1419–1422). Münster: WTM.
- Weigel, M., Derr, K., Hübl, R. & Podgayetskaya, T. (2019). STACK-Aufgaben im formativen eAssessment: Einsatzmöglichkeiten des Feedbacks. In *Contributions to the 1st International STACK conference 2018*. Friedrich-Alexander-Universität, Nürnberg, Germany.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





11 E-Assessment Service Unit: Beratung, Konzeption und Durchführung von E-Klausuren

Anja Richter, Manfred Daniel

11.1 Die Entwicklung von E-Klausuren im Projekt optes

Seit Beginn des optes-Projekts im Jahr 2012 werden an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Karlsruhe die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für die Durchführung elektronischer Klausuren erforscht und in Lehrveranstaltungen umgesetzt.

In der ersten Förderphase stand vor allem die Erprobung und Anwendung der technischen Voraussetzungen und organisatorischer Abläufe rechtssicherer E-Klausuren im Vordergrund. So wurden beispielsweise verschiedene elektronische Signaturverfahren getestet und Softwareentwicklungen im Bereich Test und Assessment der Lernplattform ILIAS unterstützt. Für die Durchführung der E-Klausuren wurde ein E-Klausur-Prozess definiert und im Studiengang Wirtschaftsinformatik der DHBW Karlsruhe in der Lehrveranstaltung Mathematik pilotiert.

In der zweiten Förderphase im Jahr 2014 wurde eine E-Assessment Service Unit (EASU) konzipiert und zum Einsatz gebracht, die Lehrende an der DHBW Karlsruhe bei der Erstellung und Durchführung von E-Klausuren unterstützt und damit die Anwendung des E-Klausur-Prozesses auf weitere Fachbereiche ausweitete.

Kennzeichnend für die Herausforderungen bei der Einführung von E-Klausuren sind dabei die typischen Rahmenbedingungen an kleineren Hochschuleinrichtungen. An der DHBW Karlsruhe studieren im Frühjahr 2020 3243 Studierende in kleinen Gruppen von 25 bis 35 Studierenden pro Kurs. Ein Studiengang setzt sich in der Regel aus mehreren Kursen, teilweise mit unterschiedlichen Studienschwerpunkten, zusammen.

Die E-Klausuren können derzeit in drei PC-Räumen durchgeführt werden, die mit geeigneten gleichwertigen Arbeitsplätzen für insgesamt 30 bis 40 Studierende pro Raum ausgestattet sind. Da in Klausuren nach Möglichkeit ein freier Platz zwischen zwei Studierenden eingerichtet werden sollte, liegt die maximale Anzahl von Studierenden, die gleichzeitig an einer E-Klausur teilnehmen können, ungefähr bei 70. Bei Studierendenzahlen von circa 140, wie beispielsweise E-Klausuren mit fünf Kursen der Wirtschaftsinformatik, hat sich eine zweizügige Durchführung der E-Klausur bewährt. Dabei wird ein erster Klausurdurchlauf mit

70 Studierenden und unmittelbar im Anschluss ein zweiter Durchlauf mit einer etwas modifizierten Klausur angeboten. An der DHBW Karlsruhe lehren rund 700 Lehrbeauftragte und rund 70 hauptamtliche Professor*innen, die je nach Studienfach und zeitlicher Verfügbarkeit unterschiedliche Erwartungen und Voraussetzungen bei der Beratung, Konzeption und Durchführung von E-Klausuren mitbringen.

11.2 Ziele und Aufgaben der E-Assessment Service Unit (EASU)

E-Assessment in der Hochschullehre ermöglicht interaktives, mediengestütztes Testen in Lehrveranstaltungen oder als E-Klausur. Neue mediale Elemente wie Video, Audio, interaktive Abbildungen, etc. in Fragestellungen erlauben den Einsatz in verschiedenen Fachrichtungen. Außerdem erhalten die Studierenden bei Bedarf differenzierte elektronische Rückmeldungen und Lernhinweise zu ihren Antworten. Digitale Fragen können einfacher zwischen Dozierenden ausgetauscht und gemeinsam bearbeitet werden.

Zur Unterstützung der Einführung von E-Assessment-Angeboten in Lehrveranstaltungen wurde mit der EASU ein neues Beratungsangebot des Education Support Centers (ESC) an der DHBW Karlsruhe etabliert. Der Service richtet sich an Lehrende und umfasst formatives E-Assessment sowie summatives E-Assessment in Form von elektronischen Prüfungen.

Die EASU berät und unterstützt Lehrende bei den folgenden Anliegen:

- Beratung zum Einsatz von formativen und summativen Assessments im Studienmodell der DHBW
- Unterstützung beim Aufbau und der Strukturierung von Fragenpools in Lehrveranstaltungen des MINT-Bereichs und in weiteren Fachrichtungen
- Beratung zu Einsatz und Umsetzung von E-Klausuren
- Unterstützung bei der Durchführung von E-Klausuren
- Beratung zur didaktischen und technischen Integration von E-Assessment in Lehrveranstaltungsabläufen
- Anleitung zur Eigenproduktion von E-Tests und E-Klausuren
- Erprobung neuer elektronischer Prüfungsformate
- Softwareentwicklungen und Verbesserungsvorschläge im E-Assessment-Bereich der Lernplattformen ILIAS und Moodle

Die Pilotierung der EASU ist Bestandteil der Projektziele des optes-Teilprojekts „E-Assessment im Studium“. Die Beratungs- und Supportaufgaben werden in diesem Rahmen von zwei Projektmitarbeiter*innen ausgeführt, die sich in zwei Arbeitsbereichen organisiert haben:

- 1) der Bereich der Beratung und Umsetzung sowie der Organisation und anschließenden Evaluation von E-Assessment in Lehrveranstaltungen,
- 2) der Bereich der technischen Weiterentwicklung, des Software Testing sowie der Administration der Basisinfrastruktur und der Lernplattform für die technische Ausführung von E-Assessment.

Bei der Beratung der Lehrenden wird prinzipiell von den didaktischen Anforderungen der einzelnen Lehrveranstaltungen ausgegangen und danach bestimmt, mit welchen technischen Lösungen diese am besten umgesetzt werden können.

11.3 Der E-Klausur-Prozess an der DHBW Karlsruhe und die Beratung dazu

Im Folgenden wird der E-Klausur-Prozess vorgestellt, wie er an der DHBW Karlsruhe zurzeit stattfindet. Dabei wird wiederholt darauf eingegangen, welcher Beratungs- und Unterstützungsbedarf bei Lehrenden besteht und wie der EASU-Service hierzu aussieht. Die besonderen technischen Aspekte des E-Klausur-Prozesses werden in Kapitel 12 behandelt. Dieser Prozess ist das Ergebnis mehrjähriger Erfahrungen mit der Erstellung und Durchführung von E-Klausuren im Projekt optes. Er wurde mehrfach überarbeitet und im Detail präzisiert. Der E-Klausur-Prozess gliedert sich im Wesentlichen in die drei Hauptphasen Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung, die durch das Fachpersonal der EASU unterstützt und ausgeführt werden.

11.3.1 Die Vorbereitungsphase

Interessieren sich Lehrende zum ersten Mal für die Umsetzung einer E-Klausur, kann die Vorbereitungsphase bis zu einem Jahr vor dem eigentlichen Prüfungstermin beginnen, und sie endet ungefähr vier Wochen vor diesem Datum.

Wurden bereits Klausuren geschrieben und die Lehrenden kennen sich mit der Erstellung einer E-Klausur bereits aus, beginnt diese Phase in der Regel, sobald der Studienplan und damit auch der Prüfungszeitraum für die Lehrveranstaltung feststeht. In dieser Phase stehen mehrere Beratungseinheiten zwischen der EASU und den Lehrenden im Vordergrund, die zum einen der inhaltlichen Ausgestaltung zum anderen der organisatorischen Absprache des E-Klausur dienen.

Die erste Beratungseinheit enthält im Wesentlichen die folgenden Punkte:

- Vertraut machen mit dem inhaltlichen Aufbau einer E-Klausur, den unterschiedlichen Fragetypen sowie dem Unterschied zwischen automatischer Korrektur des Systems und manueller elektronischer Korrektur.
- Erörterung der für die Durchführung einer E-Klausur relevanten prüfungsrechtlichen Grundlagen, insbesondere dort, wo die inhaltliche Ausgestaltung

organisatorische Konsequenzen nach sich zieht. Zum Beispiel die Notwendigkeit eines Zweitprüfers oder einer Zweitprüferin, wenn eine bestimmte Grenze der Anzahl automatisch korrigierter Aufgaben überschritten wird, oder dass den Studierenden vorab die Möglichkeit gegeben werden muss, das Prüfungssystem kennenzulernen.

- Ein Überblick über die wesentlichen Schritte des E-Klausur-Prozesses, an denen die Beteiligung der Lehrenden erforderlich sein wird oder optional sein kann. So zum Beispiel bei der inhaltlichen Ausgestaltung der elektronischen Fragestellungen, während der Durchführung der E-Klausur sowie der elektronischen Korrektur.
- Danach erfolgt in der Regel die erste Entscheidung, ob die Lehrenden tatsächlich die schriftliche Klausur als E-Klausur schreiben wollen. Dem schließt sich eine Absprache der Lehrenden mit der jeweiligen Studiengangsleitung über das Vorhaben an.

Nach dieser Beratungseinheit erhalten die Lehrenden ein Dokument mit der detaillierten Beschreibung aller zur Verfügung stehenden elektronischen Fragetypen sowie eine Zusammenfassung mit den rechtlichen Anforderungen an eine E-Klausur.

Die zweite Beratungseinheit umfasst in der Regel die Festlegung, wie genau bei der Anfertigung der elektronischen Fragestellungen vorgegangen wird.

Nach Durchführung mehrerer E-Klausuren im optes-Projekt konnten wir hier zwei wesentliche Vorgehensweisen identifizieren:

1. Variante: Technische Umsetzung der E-Fragen durch Lehrende selbst

Diese wird von externen Lehrenden favorisiert und beinhaltet die weitestgehend selbstständige elektronische Umsetzung der E-Fragen sowie deren Zusammenfassung in der E-Klausur. Hierfür wird den Lehrenden eine detaillierte Einführung in die Umsetzung der einzelnen Fragetypen und deren Optionen sowie den Umgang mit Fragenpools und Testobjekten angeboten. Sofern ältere Papierklausuren vorliegen, erstellt die EASU einen kleinen Fragenpool mit elektronischen Umsetzungsbeispielen, an denen sich die Lehrenden bei der Erstellung ihrer neuen E-Fragen orientieren können. Dieses Vorgehen hat insbesondere für externe Lehrende den Vorteil, dass sie ihre E-Klausur zeitlich und räumlich unabhängig von weiteren Beratungen mit der EASU erstellen können und nur bei Bedarf Rücksprache halten.

Für die EASU hat diese Vorgehensweise allerdings den Nachteil, dass erst relativ spät eine unter Umständen sehr komplexe E-Klausur für den technischen Test durch die EASU übergeben wird. Werden hierbei Fehler in der Darstellung oder Auswertung festgestellt, steigt der Personal- und Zeitaufwand sprunghaft an, da noch kurz vor dem Klausurtermin Fehler gesucht, Korrekturen vorgenommen oder alternative Lösungen erarbeitet und mit den Lehrenden besprochen werden müssen.

2. Variante: Technische Umsetzung der E-Fragen durch die EASU

Der zweite Weg wird eher von internen Lehrkräften, in der Regel hauptamtlich lehrenden Professor*innen, bevorzugt. Dabei wird auf der Grundlage vorhandener Aufgaben aus Papierklausuren erstmal ein Entwurf der elektronischen Aufgabenstellung in einem Word- oder PowerPoint-Dokument erstellt. Entsprechend dem jeweils vorgesehenen Fragetyp werden alle Texte und Antwortalternativen, deren Lösung, die vorgesehene Auswertung sowie auch mediale Elemente durch die Lehrenden vorbereitet.

Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die E-Fragen in mehreren Etappen über das Semester verteilt ausgearbeitet und umgesetzt werden können. Kleine Fehler oder alternative Umsetzungsvorschläge können mit den Lehrenden schrittweise erörtert werden. Die Lehrenden haben den Vorteil, sich erst mal nicht mit der technischen Umsetzung befassen zu müssen. Allerdings liegt diese hier bei der EASU. Bei einer umfassenden Vorarbeit durch die Lehrenden kann die Aufgabe der Erstellung allerdings auch an studentische Hilfskräfte übergeben werden, mit anschließender Kontrolle durch die Mitarbeiter*innen der EASU. Dieses Vorgehen trägt dazu bei, dass personelle und zeitliche Ressourcen besser eingeteilt und zeitlich flexibler geplant werden können.

Des Weiteren werden die organisatorischen Rahmenbedingungen festgelegt. Dazu gehört die Anzahl der mit der E-Klausur zu prüfenden Studierenden und daraus resultierend die Anzahl der gleichzeitig benötigten PC-Räume und Aufsichtspersonen. Es ist weiter zu klären, in welcher Form die Studierenden mit der neuen Prüfungsumgebung vertraut gemacht werden sollen. Die meisten Lehrenden nutzen diese Auflage, indem sie den Studierenden eine vollwertige elektronische Probeklausur, circa 14 Tage vor der elektronischen Hauptklausur, mit anschließender Konsultation anbieten. Der rechtlichen Anforderung wird aber auch ein elektronischer Vortest beliebigen Inhalts gerecht, der alle Fragetypen mit ihren Optionen enthält, die auch in der Hauptklausur zum Einsatz kommen.

Es werden weiterhin organisatorische Rahmenbedingungen des jeweiligen Studiengangs in Hinblick auf die elektronische Archivierung und die Einsichtnahme durch die Studierenden geklärt. Da hier noch keine endgültige Rechtssicherheit geschaffen werden konnte, richtet die EASU sich an dieser Stelle nach den individuellen Vorgaben des Studiengangs. Ebenfalls abgestimmt wird an dieser Stelle, ob der E-Klausur-Arbeitsplatz der Studierenden noch mit zusätzlichen Dokumenten ausgestattet werden soll, zum Beispiel Notizblätter oder ein Klausurdeckblatt mit Arbeitsanweisungen und Punkteübersicht.

Im Ergebnis dieser Beratungseinheit werden von der EASU die Termin- und Raumreservierungen für die elektronische Probe- und Hauptklausur vorgenommen sowie die technischen Aufsichten von Seiten der EASU und die allgemeinen Aufsichten durch das Sekretariat des Studiengangs organisiert. Außerdem wird vom zuständigen Sekretariat bzw. den Studiengangsmanager*innen eine Liste mit den

Matrikelnummern der zu prüfenden Studierenden übergeben, auf deren Grundlage später die Prüfungsaccounts für die Studierenden erstellt werden.

Die Lehrenden erhalten durch die EASU einen eigenen Zugang zur ILIAS-Produktivplattform und umfassende Bearbeitungsrechte für einen Arbeitsbereich, in dem sie eigene Fragenpools mit elektronischen Fragestellungen und Testobjekte erstellen bzw. als Ergebnis der Erstellung ihre Anwendung ansehen und testen können.

Es schließen sich nun in der Regel weitere Beratungseinheiten an, in denen entweder weitere technische Umsetzungsmöglichkeiten im Detail vorgestellt und besprochen werden oder fertiggestellte E-Fragen nachbearbeitet und abgenommen werden. Insbesondere werden die Lehrenden mit den Auswirkungen verschiedener optionaler Einstellungen auf die Auswertung der Aufgabenstellung vertraut gemacht. Die didaktische Ausgestaltung bei der Formulierung der Fragestellungen kann in diesen Beratungseinheiten an Bedeutung zunehmen. Die EASU bietet interessierten Lehrenden dabei Orientierung an bei der lernzielorientierten Fragenkonstruktion und deren Umsetzung in anspruchsvollen elektronischen Prüfungsfragen an.

Beabsichtigen die Lehrenden, bei der E-Klausur persönlich anwesend zu sein, wird in der direkten Vorbereitung der E-Klausur noch eine Beratung zum detaillierten Ablauf und den Aufgaben der weiteren Aufsichtspersonen während E-Klausuren durchgeführt.

Eine abschließende Beratungseinheit wird für die Einführung in die elektronische manuelle Korrektur der einzelnen Fragetypen wie Freitext- oder Zeichenaufgabe und die elektronische Nachkorrektur der Klausuraufgaben insgesamt vorgesehen. Diese Beratung kann noch vor der Durchführung der E-Klausur oder auch danach vorgenommen werden.

Die hier beschriebene Vorbereitungsphase macht den Aufwand einer Erstberatung von Seiten der EASU deutlich. Dieser reduziert sich nach der mehrmaligen Durchführung und mit fortschreitender Expertise der Lehrenden erheblich.

In der Folge beschränken sich die Beratungen auf die Einführung von Neuerungen der ILIAS-Plattform, zum Beispiel die Nutzung neuer Features oder die Verfügbarkeit von Plugins nach einem Update der Plattform. In diesem Zusammenhang wird auch über notwendige Überarbeitungen bereits vorhandener E-Fragen sowie E-Klausuren informiert.

Notwendige organisatorische Absprachen sind bekannt und können nun nach Checkliste auch kurz per Telefon oder E-Mail kommuniziert werden.

Im Ergebnis der Beratungseinheiten liegen die elektronische Probe- und die Hauptklausur fertig erstellt auf der Produktivplattform vor. Alle organisatorischen Fragen wurden besprochen und die Termin- und Raumplanung ist abgeschlossen.

Die direkte Vorbereitung der E-Klausur beginnt optimalerweise vier Wochen vor der elektronischen Hauptklausur und circa 14 Tage vor der Probeklausur. Alle weiteren Handlungsschritte werden nun von der EASU durchgeführt.

Die nachfolgenden Schritte müssen für die Probe- und die Hauptklausur in gleicher Weise vorgenommen werden, wobei der Ablauf Probeklausur in Absprache mit den Lehrenden sinnvoll modifiziert werden kann. Handelt es sich bei der elektronischen Hauptklausur zum Beispiel um die zweite E-Klausur in einem zweisemestrigen Modul und alle Studierenden haben bereits im ersten Semester eine Probeklausur absolviert, kann ganz auf die Durchführung der Probeklausur verzichtet werden. Der rechtliche Anspruch, dass sich alle Studierenden mit dem System vertraut machen können, wurde hier bereits mit der Probeklausur im ersten Semester erfüllt.

Für die an der E-Klausur teilnehmenden Studierenden werden Prüfungsaccounts erstellt. Diese werden den Studierenden erst an ihrem jeweiligen Rechnerarbeitsplatz zur Prüfung ausgegeben. Die Weitergabe der Daten an andere Studierende ist damit ausgeschlossen. Des Weiteren wird so einer Vorgabe der DHBW Karlsruhe für schriftliche Prüfungen entsprochen. Nach dieser sollen die Lehrenden während der Korrektur die Namen der Studierenden nicht sehen, um die Gleichbehandlung der Studierenden zu gewährleisten.

Danach wird auf der ILIAS-Prüfungsplattform ein Kursobjekt mit der Kursbezeichnung des jeweiligen Studiengangs angelegt. Dem Kursobjekt werden die vorbereiteten Prüfungsaccounts zugeordnet.

Nach abschließender Freigabe der E-Klausur auf der ILIAS-Produktivplattform durch die Lehrenden werden keine inhaltlichen Änderungen an der E-Klausur mehr vorgenommen. Die E-Klausur wird aus der Produktivplattform exportiert und auf der Prüfungsplattform in das vorbereitete Kursobjekt importiert. Es folgen die Testeinstellungen für die E-Klausur, diese werden im Vieraugenprinzip von den Mitarbeiter*innen der EASU vorgenommen. Mit den Testeinstellungen wird das technische Verhalten des Testobjekts in ILIAS festgelegt. Erst diese Einstellungen legen fest, dass es sich bei dem Test um eine E-Klausur handelt und nicht zum Beispiel um einen Selbsttest. Es werden hier beispielsweise folgende Einstellungen vorgenommen:

- dass nur ein Klausurdurchlauf pro studierender Person durchgeführt werden kann,
- dass für den Start der Klausur ein Passwort eingegeben werden muss,
- dass die Klausur sich nach Ablauf einer bestimmten Zeit automatisch schließt,
- dass die Ergebnisse nicht sofort eingesehen werden können und
- welche Elemente der Klausurumgebung den Studierenden angezeigt werden sollen.

Abschließend wird die Startseite für die Arbeitsplätze im PC-Raum eingerichtet, diese führt die Studierenden zu Beginn direkt zur E-Klausur.

Nachdem die technischen Vorbereitungen der Klausur abgeschlossen sind, werden nun noch alle notwendigen Dokumente für die Aushänge in den PC-Räu-

men und an den Arbeitsplätzen vorbereitet und ausgedruckt. Alle für die Durchführung der E-Klausur notwendigen Materialien und Dokumente werden zusammengestellt und für den Transport in die Prüfungsräume vorbereitet.

11.3.2 Die Durchführungsphase

Die Phase der Durchführung umfasst die Abläufe des Prüfungstages. Sie beginnt, je nachdem wie viele PC-Räume vorzubereiten sind und wie viel technisches Personal an diesem Tag zur Verfügung steht, zwei Stunden bis eine Stunde vor Prüfungsstart. Bei der Raumreservierung ist die Vor- und Nachbereitung der PC-Räume mit einzuplanen.

Vor Beginn der Klausur

Bei der Vorbereitung des jeweiligen PC-Raums werden die Sitzpläne mit den Matrikelnummern sowie Hinweisschilder auf die Klausur und die Verteilung der Studierenden auf mehrere PC-Räume gut sichtbar angebracht. Danach werden auf jedem Rechner die Prüfungsumgebung und der Safe Exam Browser mit der Startseite der E-Klausur gestartet. An jedem vorgesehenen Arbeitsplatz wird ein Sichtschutz aufgestellt (siehe Abbildung 1) und nach Sitzplan die individuellen



Abbildung 1: Für die E-Klausuren vorbereiteter PC-Raum an der DHBW Karlsruhe (Foto: Manfred Daniel).

Dokumente, wie ein speziell für jeden Platz vorbereitetes Beiblatt mit dem Prüfungsaccount auf der Rückseite und weitere für die Prüfung als Hilfsmittel zuge-

lassene Dokumente ausgeteilt. Im PC-Raum werden außerdem zwei weitere Rechner als Ausweicharbeitsplatz vorbereitet, um im Falle eines Rechnerausfalls ein schnelles Umsetzen der Studierenden vornehmen zu können.

Die Studierenden orientieren sich beim Betreten des Raums am Sitzplan und nehmen den für ihre jeweilige Matrikelnummer vorgesehenen Arbeitsplatz ein (siehe Abbildung 2).

Die E-Klausur wird von zwei Aufsichten begleitet. Eine allgemeine Aufsicht übernimmt die Aufgaben, wie sie auch in Papierklausuren üblichen sind, wie die Belehrung, das Führen des Protokolls und die Kontrolle der Anwesenheit. Eine technische Aufsicht informiert die Studierenden über die Schritte zur Anmeldung in der Prüfungsumgebung und gibt deren Beginn sowie gegebenenfalls das Testpasswort zum Start der E-Klausur bekannt.

Während der Klausur

Mit der erfolgreichen Eingabe des Testpasswortes startet die E-Klausur für alle Studierenden individuell und der jeweilige Klausur-Timer zeigt kontinuierlich die Restminuten der Klausurlaufzeit an.

Die E-Klausur mit der Eingabe eines Testpasswortes zu starten, ist eine Option, die in den Testeinstellungen festgelegt werden kann. Die Nutzung dieser Option hat den Vorteil, dass man dadurch einen relativ zeitgleichen Start und damit auch einen einheitlichen Abschluss der Klausurbearbeitung erhält und so längere Wartezeiten durch erheblich zu frühe oder zu späte Abgabe einzelner E-Klausuren vermeiden kann.

Die technische Aufsicht unterstützt die Studierenden, wenn es zu technischen Schwierigkeiten während der E-Klausur kommt. Im Falle eines Rechnerversagens werden die Studierenden an einen freien Platz umgesetzt und zur letzten bearbeiteten Stelle der Klausur geführt. Die Zeit von Beginn des Ausfalls bis zur Wiederaufnahme der Bearbeitung wird den Studierenden durch elektronische Verlängerung seiner Bearbeitungszeit gutgeschrieben.

Die kontinuierlichen Fortschritte der Studierenden während der Bearbeitung ihrer E-Klausuren können durch die Aufsichten im Dashboard und der Ergebnisübersicht von ILIAS mitverfolgt und damit auch ein Gesamtbild über den reibungslosen Ablauf und den aktuellen Bearbeitungsstand der E-Klausur eingeholt werden.

Während der Laufzeit der E-Klausur wird jedem und jeder Studierenden die von ILIAS generierte individuelle Prüfungsnummer eingeblendet. Die Studierenden füllen während der Klausur ein Beiblatt aus, auf dem sie ihre ILIAS-Prüfungsnummer eintragen und mit ihrer Unterschrift bestätigen, dass sie diese E-Klausur eigenständig und nur mit den zugelassenen Hilfsmitteln bearbeitet haben. Damit ist die eindeutige und von den Studierenden handschriftlich bestätigte Zuordnung einer bestimmten E-Klausur zu den jeweiligen Studierenden sichergestellt. Die

Beiblätter werden von der technischen Aufsicht eingesammelt und für die Archivierung verwahrt.



Abbildung 2: Studierende der DHBW Karlsruhe bei der Durchführung einer E-Klausur (Foto: Manfred Daniel).

Vor Ablauf der E-Klausur können sich die Studierenden eine Übersicht mit allen von ihnen gegebenen Antworten anzeigen lassen. Aus dieser Übersicht kann während der Laufzeit der E-Klausur jederzeit wieder zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen zurückgekehrt werden (siehe Abbildung 3).

Die Abgabe der Klausur auf elektronischem Weg erfolgt entweder vor Ablauf der Klausurzeit auf Veranlassung der Studierenden oder bei Ablauf des Timers automatisch durch das System.

Nach der elektronischen Abgabe sammelt die allgemeine Aufsicht weitere Klausurdokumente wie Notiz- oder Hilfsblätter ein, sofern diese sichergestellt werden sollen.

Nach Abschluss der Klausur

Unmittelbar nach der elektronischen Abgabe aller Klausuren nimmt die technische Aufsicht die erste Archivierung sowie die Sicherung der E-Klausur mit den Teilnehmerdaten vor. Beide Dateien werden exportiert, extern aufbewahrt und gesichert.

Danach werden die PC-Räume wieder in ihren Ausgangszustand versetzt. Der Sichtschutz wird entfernt und der Safe Exam Browser sowie die Prüfungsumgebung an den Arbeitsplätzen geschlossen. Alle Prüfungsmaterialien und Dokumente werden aus den PC-Räumen abtransportiert und wieder in den Räumlichkeiten der EASU verwahrt.

Test zur Demonstration von Fragentypen

ILIAS-Prüfungsnummer: ID_17525_A1775_P0

FRAGENLISTE

Frageliste aus | Bearbeitungsstand | Test beenden

← zurück | Weiter →

○ Bertha Benz
○ Welche Stadt ist das?
○ **Beurteilung von grafisch dargestellten Daten**
○ Zuordnung von Kennziffern (BWL)
○ Begründen Sie
○ Prozessschritte ordnen
○ Produktionskosten errechnen
○ Zungenbrecher vervollständigen
○ Innere Organe bestimmen
○ Einfach-Verkettete Datenstrukturen Sortieren
○ Zeichenaufgabe

Beurteilung von grafisch dargestellten Daten

Frage 3 von 11 (4 Punkte)
Nicht beantwortet

⋮ Aktionen

Eine Fast-Food-Filiale machte im Jahr 2013 einen Umsatz von 5 Mio. Euro. Die nebenstehende Grafik zeigt die Verteilung des Umsatzes auf die Produktparten Burger, Pommes, Getränke, Salat und Eis.

Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an:

Eine Erhöhung des Umsatzes von Eis um 10% erhöht den absoluten Gesamtumsatz um 100.000 Euro.
 Der absolute Umsatz an Pommes beträgt 1 Mio. Euro.
 Der absolute Umsatz von Salat und Eis entspricht dem absoluten Umsatz von Pommes.
 Eine Erhöhung des Burger-Umsatzes um 10% erhöht den absoluten Gesamtumsatz um 250.000 Euro.

Chart Data:

Produkt	Umsatzanteil (%)
Burger	50%
Pommes	20%
Getränke	10%
Salat	10%
Eis	10%

Abbildung 3: E-Klausur aus der Studierendenperspektive mit Fragenliste links und der ILIAS-Prüfungsnummer rechts oben

11.3.3 Die Nachbereitungphase

Nach Beendigung der E-Klausur wird den Lehrenden für die Korrektur ein Zugang für die Prüfungsplattform eingerichtet. Die Lehrenden können die Korrektur außerhalb der DHBW Karlsruhe nur mit einem sicheren VPN-Zugang (VPN steht für „Virtual Private Network“) ausführen.

Die Lehrenden erhalten von der EASU eine Mail mit den Zugangsdaten und dem Hinweis, dass mit der Korrektur der E-Klausur unter dem mitgelieferten Link ab sofort begonnen werden kann.

Die Korrektur

Die Lehrenden können nun zwei Arten von Korrekturmöglichkeiten ausführen. Alle E-Fragen, die nicht vom System automatisch korrigiert wurden, werden einer manuellen Korrektur unterzogen. Dies können zum Beispiel Freitextaufgaben oder Zeichenaufgaben sein, die von den Studierenden bearbeitet wurden. Die manuelle Korrektur kann in ILIAS nach Teilnehmer*in oder nach Aufgabe sortiert durchgeführt werden. Bei der Korrektur nach Teilnehmer*in wird eine Klausur nach der anderen fertig korrigiert. Bei der Korrektur nach Aufgabe wird immer erst eine bestimmte Aufgabenstellung für alle Teilnehmer*innen korrigiert, danach die nächste Aufgabe und so weiter.

Neben der manuellen Korrektur ist die Nachkorrektur der E-Klausur möglich. Diese kommt zum Beispiel zum Einsatz, wenn ein Fehler in einer Aufgabe entdeckt wird und diese Aufgabe für alle Teilnehmer*innen aus der Klausur entfernt werden soll oder eine häufige Antwort im Vorfeld nicht als Lösung hinterlegt wurde, rückwirkend aber für alle Teilnehmer*innen als richtig gewertet werden soll.

Die Einsichtnahme

Nachdem die Lehrenden der EASU den Abschluss ihrer Korrektur mitgeteilt haben, kann die Einsichtnahme der Studierenden vorbereitet werden. Die Einsichtnahme von E-Klausuren ist in den Studiengängen der DHBW Karlsruhe noch unterschiedlich geregelt. In manchen Studiengängen ist eine Einzeleinsicht und darüber hinaus mit dem Papierausdruck der E-Klausur vorgesehen.

Für die elektronische Einsichtnahme wird mit Beginn der Lehrveranstaltungen des neuen Semesters ein Einsichtstermin in den PC-Räumen der DHBW Karlsruhe organisiert, der gut in den Studienplan der Studierenden passt.

Die korrigierten Klausurergebnisse werden durch die EASU zur Einsichtnahme für die Studierenden freigegeben. Die Studierenden erscheinen kursweise oder nacheinander zum festgelegten Termin und sehen sich ihre Ergebnisse in einer Gegenüberstellung ihrer Lösung mit Korrekturhinweisen und der bestmöglichen Lösung an.

Haben die Studierenden Grund zur Beanstandung, können Beanstandungsformulare ausgefüllt werden, die im Anschluss an die Lehrenden weitergeleitet werden. Die Lehrenden beantworten jede Beanstandung mit deren Anerkennung oder Ablehnung, wie es auch in Papierklausuren üblich ist.

Die Archivierung

Auch die Archivierung der elektronischen Klausuren ist an der DHBW Karlsruhe noch nicht abschließend einheitlich festgelegt. Die übliche elektronische Vorgehensweise ist die Erstellung einer Archivierungsdatei als ZIP-Archiv in ILIAS sowie deren Export und Speicherung auf Speichermedien, die eine sichere Aufbewahrung der E-Klausur-Archivdatei über die vorgeschriebene Aufbewahrungszeit ermöglichen. Die Sekretariate bevorzugen aufgrund ihrer technischen Ausstattung derzeit noch die Speicherung auf CD-ROM. Die Speicherung der Archivdateien erfolgt pro Kurs und Klausur auf einer CD-ROM, die im Klausurordner mit den Beiblättern und weiteren Klausurdokumenten verwahrt werden.

11.4 Drei Umsetzungsbeispiele

Im Folgenden sollen drei Umsetzungsbeispiele von E-Klausuren aus der aktuellen Lehrpraxis an der DHBW Karlsruhe vorgestellt werden. In den Beispielen werden

die Komplexität der dargestellten Inhalte, die organisatorischen Rahmenbedingungen und die Motivation der Lehrenden, eine E-Klausur durchzuführen, geschildert. Die Beispiele sollen insbesondere die Vielfalt von Einflussfaktoren deutlich machen, welche den Arbeitsaufwand der EASU bei der Durchführung von E-Klausuren bestimmen.

11.4.1 E-Klausur „Simulationstechnik“ im Studiengang Maschinenbau

Die Lehrveranstaltung Simulationstechnik im Studiengang Maschinenbau ist ein über zwei Semester durchgeführtes Modul, an dem Bachelorstudierende im dritten Studienjahr teilnehmen. Die E-Klausuren finden jeweils am Ende des 5. und 6. Semesters statt. Die Lehrveranstaltung wird von einer externen Lehrbeauftragten durchgeführt, die ihr umfassendes Spezialwissen aus ihrer Berufspraxis bei der Vermittlung der Wissensinhalte einbringt. Entsprechend komplex gestaltete sich auch die Umsetzung der E-Klausur-Inhalte in ILIAS. Es kamen vielfältige, insbesondere auch neue Fragetypen wie die Zeichenaufgabe mit ihren Optionen zum Einsatz (siehe Abbildung 4). Die Möglichkeit, komplexe Formeln mit LaTeX darzustellen, wurde nicht nur im Fragetext, sondern auch in den Antwortalternativen intensiv genutzt (siehe Abbildung 5).

Im Studienfach Simulationstechnik wird nun bereits die dritte E-Klausur geschrieben und es lässt sich an diesem Beispiel sehr gut beobachten, wie der anfänglich sehr hohe Beratungs- und Umsetzungsaufwand von Seiten der EASU mit jeder neuen E-Klausur abnimmt. Die Lehrende beherrscht nun die Erstellung von Tests und elektronischen Fragestellungen in ILIAS und wird zunehmend vertrauter mit den Einstellungen in den Optionen der Fragetypen sowie deren Auswirkungen auf die anschließende elektronische Auswertung.

Die Beratungsaufgaben der EASU beschränken sich nun in der Erstellungsphase der E-Klausur auf die Beantwortung einzelner Anfragen und die abschließende Überprüfung und den Test der Lauffähigkeit der fertigen E-Klausur unter Prüfungsbedingungen sowie die Einrichtung der E-Klausur auf der Prüfungsplattform.

Im Gegensatz dazu stieg zeitweise der Aufwand bei der Organisation dieser E-Klausur stark an, da sich die Anzahl der zum gleichen Termin zu prüfenden Studierenden von einem auf zwei Kurse und damit auf 65 Studierende erhöht hatte. Diese Anzahl machte die personelle und technische Organisation und Ausstattung von drei PC-Räumen gleichzeitig notwendig. Neben der elektronischen Hauptklausur wurde im ersten Semester der Lehrveranstaltung auch eine Probeklausur mit dem gleichen Umfang der Hauptklausur organisiert.

Im nachfolgenden Bild ist die Geschwindigkeitskomponente v in y -Richtung bei der Strömung um einen Zimtstern im Wind dargestellt. Aus dieser Darstellung lässt sich auf Wirbelvorkommen in der Strömung schließen. Zeichnen Sie bitte mindestens zwei Wirbel und ihre Drehrichtung mit Hilfe von Stromlinien ein!

Hinweis:

- Überlegen Sie, wo das Wirbelzentrum sein könnte und welche Geschwindigkeit dort vorherrscht. Zeichnen Sie die Wirbel entsprechend um das Zentrum herum.
- Hinsichtlich der Geschwindigkeit im Wirbelzentrum verhält sich ein kleiner Wirbel nicht anders als ein atmosphärischer Wirbelsturm, z.B. ein Hurrikan.

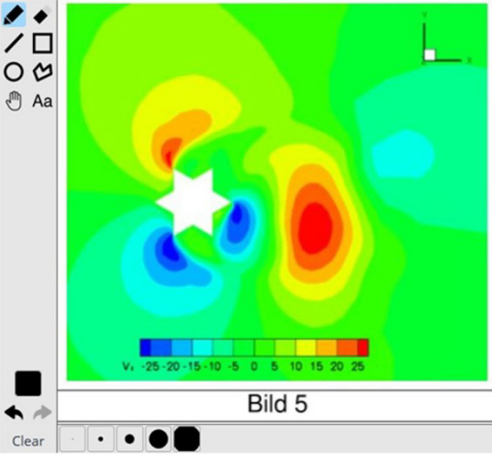


Bild 5

Abbildung 4: Beispiel einer E-Frage zur Strömungsanalyse unter Verwendung des Fragetyps Zeichenaufgabe

Es sollen ein explizites und ein implizites Zeitschrittverfahren für eine allgemeine, zeitabhängige Strömungsvariable $\varphi(t)$ verwendet werden.

Ordnen Sie zu, welches ein explizites und welches ein implizites Zeitschrittverfahren ist. Beachten Sie dabei, dass sich die Darstellung auf den Zeitpunkt t_n auf der unten dargestellten Zeitachse bezieht.

Treffen Sie die Zuordnung, indem Sie die dargestellten Zeitschrittverfahren rechts in die entsprechenden, zugehörigen Definitionen links ziehen.

$\varphi_{n+1} = \mathcal{G}(\varphi_{n+2}(x), \varphi_n(x), \varphi_{n-2}(x)) + \Delta t \mathcal{F}(p_n(x_1, x_2), u_n(x_1, x_2))$	explizit
$\varphi_{n+1} = \mathcal{G}(\varphi_n(x), \varphi_{n-1}(x)) + \Delta t \mathcal{F}(p_n(x_1, x_2), u_n(x_1, x_2))$	implizit
$\varphi_{n+1} = \mathcal{F}(\varphi_{n+1}(x), \varphi_n(x), \varphi_{n-1}(x)) + \Delta t \mathcal{G}(p_n(x_1, x_2), u_n(x_1, x_2))$	
$\varphi_{n+1} = \mathcal{F}(\varphi_n(x), \varphi_{n-1}(x), \varphi_{n-2}(x)) + \Delta t \mathcal{G}(\varphi_n(x), p_n(x), u_n(x))$	

Abbildung 5: Darstellung von komplexen Formeln mit LaTeX in einer ILIAS-Zuordnungsaufgabe

Nach Einschätzung der Lehrenden liegt der Vorteil, im Fach Simulationstechnik eine E-Klausur durchzuführen, in den besseren Darstellungsmöglichkeiten von Simulationsprozessen und auch der Lesbarkeit sowie den Korrekturmöglichkeiten in elektronischen Freitextaufgaben. Letztere und die automatische Korrektur führten nach ihren Angaben zu einer übersichtlicheren und zeitsparenden Korrektur der E-Klausur, insbesondere nach Anstieg der Studierendenzahl in ihrem Studienfach.

Von Seiten der EASU wird der bisherige Gesamtaufwand bei der Umsetzung und Organisation sowie auch die Pflege der bereits erstellten Fragenpools dieser E-Klausur eher als hoch bewertet.

11.4.2 E-Klausur „Analysis und Lineare Algebra“ im Studiengang Wirtschaftsinformatik

Die E-Klausur Analysis und Lineare Algebra im Studiengang Wirtschaftsinformatik ist ebenfalls die erste Klausur in einem zweisemestrigen Mathematik-Modul, im Grundlagenstudium des Bachelorstudienganges. Sie bildet den Abschluss einer Lehrveranstaltung nach dem Inverted-Classroom-Modell, die ebenfalls im Projekt optes auf technischer Basis der ILIAS-Plattform pilotiert wurde. Näher beschrieben wird diese Lehrveranstaltung im Kapitel 21. Da elektronische Selbsttests und die dazugehörigen Fragenpools hier bereits ein zentraler Bestandteil der Lehrveranstaltung waren, wurde mit einer elektronischen Klausur der E-Learning-Charakter der Lehrveranstaltung bis zum Abschluss einheitlich fortgeführt. Auch hier wurde mit den Studierenden vorab eine elektronische Probeklausur durchgeführt, die den Studierenden das Kennenlernen der elektronischen Klausurbedingungen in Verbindung mit einer anschließenden Konsultation ermöglichte.

Der Dozent war als optes-Projektmitarbeiter, der die Umsetzung der Lehrveranstaltung vornahm, bereits mit der Erstellung von Tests und Fragenpools vertraut. Dem zufolge bestanden die Aufgaben der EASU in der Überprüfung der Lauffähigkeit und der Einrichtung der E-Klausur auf der Prüfungsplattform sowie der organisatorischen Umsetzung der elektronischen Probe- und Hauptklausur für 32 Studierende in zwei PC-Räumen.

Obwohl sowohl die elektronische Probe- als auch die Hauptklausur technisch und organisatorisch einwandfrei durchgeführt wurden, ist deren inhaltliche Ausgestaltung kritisch zu betrachten. Dies ist im konkreten Fall von zwei Rahmenbedingungen abhängig.

- a) Im Studiengang Wirtschaftsinformatik einigen sich fünf Mathematikdozent*innen auf eine hundertprozentig einheitliche Klausur. Da in vier Kursen eine Papierklausur geschrieben wird, schränken die inhaltlichen Gestaltungsvorgaben in den Aufgabenstellungen die mögliche Nutzung vielfältiger elektronischer Fragetypen stark ein.

- b) Ein weiterer kritischer Punkt ist, dass mathematische Rechenwege und Beweise mit den Fragetypen in ILIAS nicht abgebildet werden können. Deshalb wird bei der Durchführung der E-Klausur auf eine Mischform aus elektronischer Beantwortung der Fragen und Darstellung der Rechenwege auf Papier zurückgegriffen. Während die reine Ergebnisprüfung vom ILIAS-System automatisch vorgenommen werden kann, wird zumindest bei falschen Ergebnissen der Rechenweg auf Notizpapier mit korrigiert und entsprechende Teilpunkte vergeben.

Diese beiden Bedingungen stellen den Sinn der Durchführung einer E-Klausur im Verhältnis zum organisatorischen Aufwand in Frage.

Nach Einschätzung der EASU liegt der Gesamtaufwand dieser E-Klausur im mittleren Bereich. Die Archivierung des elektronischen Teils der Klausur erfolgt auf digitalen Datenträgern gemeinsam mit den weiteren Dokumenten in Papierform. Auch die Einsichtnahme durch die Studierenden findet auf elektronischem Wege statt. Die Studierenden können ihre Klausurergebnisse zu Beginn des nächsten Semesters in den PC-Räumen einsehen.

11.4.3 E-Klausur „Produktmanagement“ im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Die E-Klausur Produktmanagement im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen ist ebenfalls Bestandteil eines zweisemestrigen Moduls „Marketing II“ im Grundlagenstudium des Bachelorstudienganges. In diesem Fall wird das Modul jedoch von einem anderen Dozenten ohne E-Klausur fortgesetzt. Die Lehrkraft des Studiencurfaches „Produktmanagement“ ist Professor an der DHBW Karlsruhe und neben seiner Lehrtätigkeit mit den Aufgaben eines Studiengangleiters betraut.

Aufgrund seiner vielfältigen Aufgaben ist er vor allem an den zeitökonomischen Vorteilen der Durchführung von E-Klausuren interessiert, ohne dabei Abstriche im didaktischen Anspruch der Aufgabenstellungen machen zu wollen. Obwohl sich die Inhalte der Fragestellungen sehr gut für eine elektronische Umsetzung eignen, schätzt der Lehrende den Anfangsaufwand für didaktisch anspruchsvolle elektronische Aufgabenstellungen relativ hoch ein, wie zum Beispiel bei der Formulierung von eindeutigen Antwortalternativen im Fragetyp K-Prim.

Er kann sich aber gut vorstellen, im weiteren Verlauf über mehrere Semester beim Einsatz von E-Klausuren sehr stark von der Zeiteinsparung zu profitieren und damit mehr Zeit für andere wichtige Aufgaben in seinem Studiengang zu gewinnen. Eine Zeiteinsparung sieht er hier vor allem in zwei Phasen:

- in der Erstellungsphase der E-Klausur durch Rückgriff auf eine große Sammlung von E-Fragen in einem stetig wachsenden Fragenpool und

- in der Korrekturphase durch die Nutzung einer Vielzahl automatisch korrigierbarer Fragetypen und der verbesserten Lesbarkeit bei elektronischen Freitextaufgaben.

Mit der E-Klausur in Produktmanagement konnte der Lehrende erste wichtige Erfahrungen mit der Erstellung und Durchführung von E-Klausuren sowie deren Unterstützung durch die EASU sammeln. So wurde zum Beispiel festgestellt, dass der Fragenumfang bei einer ausschließlich automatisch korrigierten Klausur noch etwas erhöht werden muss. Alle Studierenden waren früher mit der Lösung der Aufgaben fertig und benötigten nicht den gesamten vorgesehenen Klausurzeitraum.

Obwohl die technische Erstellung der E-Fragen in diesem Fall noch bei der EASU lag, war der Gesamtaufwand der EASU bei dieser E-Klausur am geringsten. Die Erstellungs- und Vorbereitungsphase der E-Klausur verlief in mehreren Phasen über das Semester verteilt, sodass die einzelnen Arbeitsschritte gut geplant und verteilt werden konnten. Der Lehrende übergab in Etappen vollständige Entwürfe seiner E-Fragen die von der EASU schrittweise in den technischen Rahmen von ILIAS übertragen wurden. Bei der Übertragung waren keine größeren technischen Herausforderungen zu bewältigen, sodass diese auch unter Aufsicht eines Projektmitarbeiters oder einer Projektmitarbeiterin von studentischen Hilfskräften übernommen werden könnten. Es war ausreichend Zeit für Rückfragen zu Einstellungen und Auswertung der einzelnen E-Fragen zwischen der EASU und dem Lehrenden vorhanden.

Für das Kennenlernen der Prüfungsumgebung durch die Studierenden musste keine zusätzliche Probeklausur erstellt werden. Es wurde ein Test mit beliebigen Inhalten genutzt, der alle Fragetypen enthielt, welche auch in der elektronischen Hauptklausur zum Einsatz kamen.

Die E-Klausur wurde für insgesamt 22 Studierende durchgeführt. Dies reduzierte den organisatorischen Aufwand, da hier noch der größte einzelne PC-Raum genutzt werden konnte.

11.4.4 Erkenntnisse aus den Beispielen

Unabhängig vom Erstaufwand und den damit verbundenen Beratungsleistungen durch die EASU lassen sich bei der Analyse dieser Beispiele folgende Gruppen von Einflussfaktoren identifizieren, die den Aufwand der EASU bei der Durchführung einer E-Klausur bestimmen:

- Die Komplexität der umzusetzenden Inhalte und damit, wie herausfordernd sich die Umsetzung der E-Fragen gestaltet.
- Das Ausmaß der Arbeitsbereiche und Aufgaben der EASU, an denen auch studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte beteiligt werden können.

- Die Rolle der Lehrenden, für die die E-Klausur ausgeführt werden soll: externe nebenberufliche oder interne hauptberufliche Lehrkraft.
- Die Anzahl der gleichzeitig elektronisch zu prüfenden Studierenden bei begrenzten räumlichen Ressourcen.
- Die organisatorischen Rahmenbedingungen des Studiengangs und deren Auswirkung auf die Workflows im E-Klausur-Prozess.

11.5 Rahmenbedingungen für eine weitere Verstetigung

Da für die Durchführung von Lehrveranstaltungen an der DHBW Karlsruhe derzeit die Lernplattform Moodle genutzt wird, gibt es zwei mögliche Vorgehensweisen bei der technischen Verstetigung:

- 1) Die technische Verbindung beider Lernplattformen Moodle und ILIAS im Bereich des E-Assessment, zum Beispiel durch die Nutzung einer Learning-Tools-Interoperability (LTI)-Schnittstelle oder
- 2) die Übertragung des E-Klausur-Prozesses auf die Lernplattform Moodle, wobei bereits abzusehen ist, dass für die vollständige Durchführung von E-Klausuren ergänzende technische Verfahren erprobt werden müssen.

Die weitere Übernahme der E-Klausur-Unterstützung durch das Education Support Center (ESC) der DHBW Karlsruhe ist abhängig vom möglichen Einsatz weiterer personeller Ressourcen, die nach der Beendigung des Projekts optes diese Aufgaben übernehmen können.

Aus ökonomischer Sicht ist die Erweiterung personeller Ressourcen jedoch nur sinnvoll, wenn der Gesamtnutzen des Einsatzes von E-Klausuren höher eingeschätzt werden kann als die dafür aufgewendeten neuen Personalressourcen. Der Gesamtnutzen ist jedoch nicht einfach und eindeutig zu bestimmen, da dieser von einer Vielzahl variabler Einzelfaktoren beeinflusst wird, die sich teilweise auch in didaktischem und gestalterischem Mehrwert ausdrücken. Kosten-Nutzen Modellrechnungen, die sich auf rein zeitökonomische Aspekte beziehen, wurden von der EASU durchgeführt.

Der Transfer des E-Klausurprozesses als Vorgehensmodell in seiner Gesamtheit oder in Teilen ist besonders für Hochschuleinrichtungen mit ähnlichen Voraussetzungen, wie kleine Studierendengruppen zwischen 25 und 30 Studierenden und der typischen Ausstattung mit mehreren einzelnen PC-Räumen mit jeweils 30 bis 40 Arbeitsplätzen, möglich. Das Interesse weiterer Studienakademien der DHBW an dem beschriebenen Prozess nimmt beständig zu. Seit Mitte der ersten Projektphase wird der E-Klausuren-Prozess bei unseren Projektpartnern an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe erfolgreich angewendet sowie an die Rahmenbedingungen der eigenen Einrichtung angepasst und erweitert.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/ die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



12 E-Klausur-Infrastruktur mit ILIAS



Cüneyt Sandal, Manfred Daniel

E-Klausuren werden an der DHBW Karlsruhe mit dem Lernmanagementsystem (LMS) ILIAS umgesetzt. Hierzu mussten prozess- und technikbezogene Entscheidungen getroffen werden unter Berücksichtigung von Rahmenbedingungen der Hochschule. Im folgenden Abschnitt wird der E-Klausuren-Prozess aus technischer Sicht dargestellt, dabei wird die gewählte Infrastruktur in Abgrenzung zu möglichen Alternativen dargestellt.

Die technischen und organisatorischen Bedingungen der Hochschule geben den Rahmen für Entscheidungen und Prozesse. Aber auch die bereits in der ersten Förderperiode des Projekts getroffenen Entscheidungen sind ebenfalls maßgebend, hier vor allem die Wahl des Lernmanagementsystems ILIAS.

In folgendem Text wird auf die Infrastruktur der E-Klausur-Infrastruktur mit ILIAS eingegangen. Zudem wird der Prozess einer E-Klausur aus technischer Sicht dargestellt. In diesem Zusammenhang wird auch das Thema Drittsoftware thematisiert. Der Beitrag schließt ab mit einem Ausblick auf die Weiterentwicklung in Bezug auf die dargestellte Infrastruktur.

12.1 Infrastruktur

Das Teilprojekt konnte während der Projektlaufzeit zwei Varianten von Gestaltungsmöglichkeiten der Infrastruktur erproben. Diese zwei Varianten sind in der Abbildung 1 dargestellt. Die Abbildung zeigt alle wesentlichen Komponenten einer Prüfungsinfrastruktur. Dazu gehören Server, Clients, die client- und serverseitige Softwareverteilung (Betriebssystem und Anwendungen).

Das Ende bilden in beiden Varianten die Komponenten ILIAS und etwaige Apps (Drittsoftware bzw. weitere Anwendungen), die in einer E-Klausur neben ILIAS für die Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind. Das kann bspw. eine Programmierumgebung sein, mit der ein Programmcode geschrieben und getestet werden soll. Im einfachsten Fall kommt in beiden Varianten nur ILIAS zum Einsatz, der Einsatz von Drittsoftware ist also nicht erforderlich.

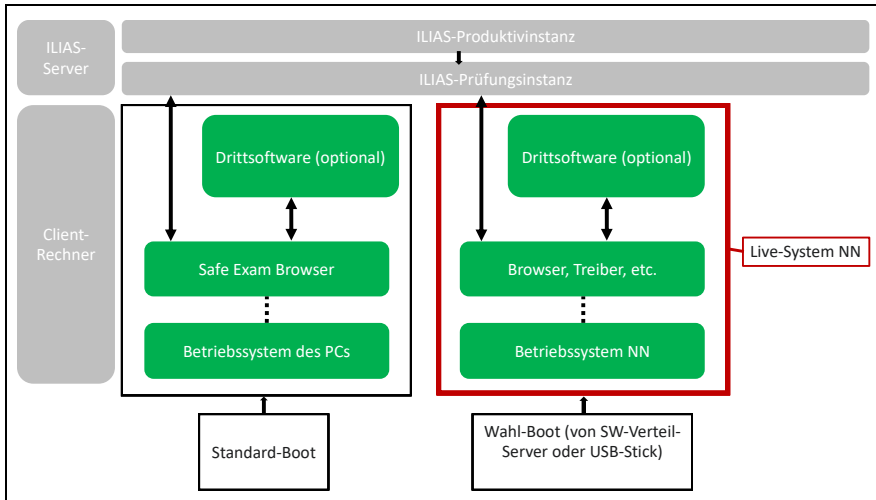


Abbildung 1: Zwei Varianten der technischen Gestaltung von Prüfungsumgebungen

12.1.1 Server

Auf dem eigens für das Projekt reservierten Server wird ILIAS auf virtuellen Maschinen bereitgestellt. Hierzu wurden gleich zwei virtuelle Maschinen installiert, eine Prüfungsinstanz und eine Produktivinstanz.

Die Produktivinstanz steht für die Lehre sowie für die Vorbereitung von E-Klausuren zur Verfügung. Dort werden vorlesungsunterstützende Angebote zur Verfügung gestellt, neue ILIAS-Objekte getestet, Testeinstellungen und Testfragen erprobt und Probeklausuren abgebildet. Insbesondere wird die Produktivplattform für die Beratung der Lehrenden und die Durchführung von Lehrveranstaltungen eingesetzt. Lehrende können damit selbst Testfragen erstellen, die sie in umfangreichen Fragenpools verwalten können.

Die Prüfungsinstanz ist im Vergleich zur Produktivplattform nur im Intranet der Hochschule erreichbar. Durch die Einschränkung der Verfügbarkeit innerhalb der Hochschule ist eine technische Barriere gewährleistet, damit Zugriffe von außerhalb der Hochschule blockiert werden können. Der Zugang in dieses Netz ist tatsächlich nur innerhalb der PC-Arbeitsräume gestattet, Zugang von außen haben lediglich Mitarbeiter*innen über VPN-Verbindung. Studierenden wird diese Möglichkeit des externen Zugriffs nicht ermöglicht. Der Zugriff für Studierende ist damit nur innerhalb der Hochschule und nur innerhalb der PC-Prüfungsräume gestattet. Dort werden ihnen vor der Prüfung eigens dafür eingerichtete Benutzerkonten zur Verfügung gestellt. Da die Prüfungsinstanz nicht mit einem Verzeichnisdienst verbunden ist, können keine vorhandenen Benutzerkonten für die Anmeldung verwendet werden. Daher müssen auch für Lehrkräfte Benutzerkonten erstellt werden,

damit sie Bewertungen und etwaige Nachkorrekturen vornehmen können. Zugriff für die Lehrkräfte und Studierenden ist zudem auch für die spätere Klausureinsicht erforderlich. Daher ist sicherzustellen, dass die für die Prüfung eingerichteten Benutzerkonten bis zur Klausureinsicht verwendet werden können.

Die Benutzerkonten für die Lehrkräfte können mit personenbezogenen Informationen angelegt werden. Benutzerkonten für Studierende werden stattdessen teilweise anonymisiert angelegt, nämlich mit der Matrikelnummer als Benutzername sowie einem jeweils zufällig generierten Passwort. Damit ist sichergestellt, dass die Lehrkräfte nicht die Namen der Studierenden sehen, eine für die Klausurbewertung geforderte Bedingung der Hochschule. Benutzerkonten können vor den Prüfungen bequem importiert werden, hierzu stehen entsprechende Importvorlagen zur Verfügung. Entsprechend werden Klausurergebnisse exportiert und an die Prüfungsämter weitergeleitet, die Deanonymisierung kann nur dort erfolgen. Somit sind die Klarnamen der Studierenden im ganzen Prozess der E-Klausuren-Betreuung allen anderen Beteiligten nicht bekannt.

12.1.2 *Client-Rechner*

E-Klausuren werden in Räumen mit PC-Arbeitsplätzen durchgeführt. Diese mit etwa 30 PCs (Client-Rechner) ausgestatteten Räume können aufgrund des erforderlichen Sichtschutzes nicht mit derselben Anzahl an Studierenden belegt werden. Da somit nur etwa 15 Studierende im Raum Platz haben, müssen die benachbarten Räume ebenfalls genutzt werden. Durch eine Sitzordnung werden die Studierenden auf die Arbeitsplätze verteilt, Beginn und Ende der Prüfung werden raumübergreifend möglichst zeitgleich angesetzt.

Durch die Nutzung vorhandener PC-Pools können die dort vorhandenen und technisch betreuten PCs verwendet werden. Eine eigene Bereitstellung entsprechender Arbeitsplätze ist damit nicht erforderlich. Diese müssen aber vor der Prüfung in einen Prüfungsmodus versetzt werden. Dieser ist definiert über die Eigenschaft, dass Studierende ein im Browser geöffnetes Fenster für den Zugang zum Lernmanagementsystem ILIAS vorfinden, diesen aber weder schließen noch verkleinern können. Auch sonstige Funktionen des Betriebssystems stehen nicht zur Verfügung. Dieser Prüfungsmodus kann nur mit einem hinterlegten Kennwort beendet werden.

Die in der Abbildung dargestellten Varianten unterscheiden sich bei den Clients hinsichtlich des eingesetzten Betriebssystems. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die nachgelagerten Komponenten der Infrastruktur.

Standard-Boot (Variante A):

Auf den PCs wird das bereitgestellte Betriebssystem eingesetzt, wobei hierbei Microsoft Windows 8.1 bzw. 10 zum Einsatz kommt. In dieser einfachsten Variante wird also das vorhandene Betriebssystem des PCs gestartet. Hierzu wird auf

allen PCs die Anmeldung mit einem Benutzerkonto durchgeführt, das für Prüfungszwecke angelegt wurde.

Wahl-Boot (Live-Systeme, Variante B):

Auf dem Server werden mehrere vorkonfigurierte Live-Systeme bereitgestellt, die über das Netzwerk abgerufen werden können. Dabei wird das lokal installierte Betriebssystem umgangen. Die Clients prüfen beim Start, ob solche Live-Systeme vorhanden sind und bieten diese zur Auswahl an. Existieren auf dem Server keine Live-Systeme oder wird vom Benutzer keines ausgewählt, wird das lokale Betriebssystem gestartet. Die Live-Systeme sind Images, die folgende Komponenten enthalten:

- Betriebssystem
- Browser (mit konfigurierten eingeschränkten Zugriffsmöglichkeiten)
- Apps (Drittsoftware für die E-Klausur)

Vorteil dieser Variante ist die Flexibilität: Während in Variante A nur ein Betriebssystem mit vorgegebenen Anwendungen und Konfigurationen eingesetzt werden kann, können in Variante B beliebig viele Betriebssysteme nach Bedarf und mit unterschiedlichem Setting angeboten werden. Dabei bleibt die Installation des Clients unberührt, die Abhängigkeit von Administrator*innen zentraler Einrichtungen wird umgangen. Dadurch fällt aber auch der Aufwand für die Erstellung, Bereitstellung und Wartung aller eingesetzten Live-Systeme an. Im Projekt optes war diese Variante B erforderlich, da für die Signatur und Zertifizierung von E-Klausur-Archiven Kartenlesegeräte erforderlich waren. Zum einen mussten entsprechende Treiber bereitgestellt werden, zum anderen musste die Schnittstelle zum Lernmanagementsystem konfiguriert werden. Hierzu war es erforderlich, das Betriebssystem Linux einzusetzen. Mit dem Wegfall dieser Zertifizierungsart konnten E-Klausuren in Variante A umgesetzt werden. Im weiteren Projektverlauf wurde aufgrund des erhöhten technischen Aufwands für die Konfiguration der Live-Systeme die Variante B nur in Ausnahmefällen umgesetzt.

12.1.3 Safe Exam Browser

Nach der Anmeldung am Betriebssystem wird auf allen PCs der Safe Exam Browser gestartet. Der Safe Exam Browser (SEB)¹ ist ein spezieller Browser, der eine abgesicherte Durchführung von E-Klausuren mit Lernmanagementsystemen ermöglicht. Der SEB besteht aus den zwei wichtigsten Komponenten, der Kiosk-Anwendung und der Browser-Funktionalität. Als Kiosk-Anwendung sichert der SEB den Rechner, indem die Ausführung weiterer Anwendungen oder System-

¹ SEB: <https://www.safeexambrowser.org> [10.06.2020].

funktionen unterbunden wird. Dabei können aber auch Ausnahmen für Drittsoftware eingerichtet werden, wenn die Nutzung dieser Software explizit für die Prüfung erforderlich sein sollte.

Die Konfiguration des SEB ist ebenfalls mit dem lokalen Account am Betriebssystem verknüpft, sodass Änderungen an dieser Konfiguration für alle PCs gelten, an denen man sich mit diesem Account anmeldet. Die Konfigurationsdatei selbst ist mit einem Passwort geschützt, das Öffnen oder Ändern ist daher ohne Kennwort nicht möglich. Die Konfiguration des SEB sieht vor, dass automatisch eine Startseite auf dem Server geladen werden soll. Auf dieser Startseite werden die aktuell relevanten Klausuren verlinkt. Sichtbar ist diese Seite ohnehin nur für die Prüfungsaufsicht. Mit einem Klick auf eine der verlinkten Klausuren gelangt der Browser auf die Prüfungsplattform, wo zunächst Benutzerdaten einzugeben sind. Ab diesem Punkt ist der PC im Prüfungsmodus und die Studierenden können sich mit den ihnen zugeteilten Zugangsdaten an der ILIAS-Prüfungsinstanz anmelden (Matrikelnummer und Passwort) und landen dann auf der entsprechenden Startseite der Klausur. Die Eingabe von anderen Domains oder der Wechsel auf andere Webseiten ist nicht möglich.

Der Einsatz des Safe Exam Browsers wird in der Abbildung 1 zwar nur in der Variante A dargestellt, möglich ist der Einsatz auch in der Variante B. Da eine Abschottung des Betriebssystems – vor allem die der Browser ins Internet – mit den Konfigurationsmöglichkeiten des Betriebssystems durchgeführt wurde, war der SEB hier nicht erforderlich.

12.2 Ablauf des E-Klausur-Prozesses aus technischer Sicht

Vorbereitung der Prüfungsumgebung

Nach der Übertragung des Tests auf die Prüfungsinstanz wird der Link zum Test auf die Liste der verfügbaren Klausuren eingetragen. Dies ist im einfachsten Fall eine Webseite, auf die der Safe Exam Browser nach dem Systemstart automatisch weiterleitet.

Die PCs in den Prüfungsräumen werden durch die technische Klausuraufsicht in den Prüfungsmodus versetzt. Dabei wählen sie die zutreffende Klausur aus der Klausurliste aus.

Erst dann können die Studierenden den Raum betreten und ihren vordefinierten Platz im Raum suchen.

Anmeldung der Studierenden

Die Studierenden melden sich dabei nicht mit den eigenen Accounts an den PCs an, die für den normalen Studienbetrieb an den PCs vorgesehen sind, da sie dadurch Zugriff auf die verknüpften Speicherplätze (Benutzerordner) hätten. Zu-

dem müssten in der Variante A Konfigurationsänderungen bei allen Accounts hinterlegt werden, damit die PCs direkt nach der Anmeldung am Betriebssystem in den Prüfungsmodus versetzt werden. Entsprechend wäre eine Rückführung der Konfiguration in den ursprünglichen Zustand erforderlich.

Um diesen Aufwand zu vermeiden, wird ein einziger Account mit den erforderlichen Einstellungen angelegt. Mit diesem einen Account erfolgt die Anmeldung der Studierenden an allen Rechnern im PC-Pool. Erforderlich ist – wie bereits erwähnt – die Verfügbarkeit des SEB für diesen Account.

Klausurende

Nach Beendigung der Klausur können die Studierenden sich von ILIAS abmelden und landen dann entweder erneut auf der Anmeldeseite der Klausur. Alternativ ist eine Weiterleitung auf eine Abschlusseite vorgesehen. Dies kann sowohl in den Test-Einstellungen in ILIAS vorgenommen werden als auch im SEB selbst.

Die Klausuraufsicht kann erst mit einem Passwort den SEB schließen und danach auch die PCs herunterfahren.

12.3 Einsatz von Drittsoftware

Der Einsatz von Drittsoftware stellt die Vorbereitung und Durchführung einer E-Klausur vor besondere Herausforderungen. Zum einen muss getestet werden, ob die Drittsoftware in Kombination mit dem Safe Exam Browser genutzt werden kann. Insbesondere muss getestet werden, ob der Wechsel vom Browser auf die Anwendung und zurück auch problemlos funktioniert. Darüber hinaus dürfen keine weiteren Anwendungen gestartet werden. Eine Hintertür können in der Drittsoftware eingebaute Verlinkungen sein, die beispielweise in den Hilfeseiten angeboten werden. Dies ist dann kritisch, wenn die Drittsoftware eine interne Browserfunktionalität bereitstellt, in der die Eingabe weiterer Webseiten ermöglicht wird.

Ein anderer wichtiger Aspekt ist die Übertragung von Daten von der Drittsoftware in die Testfrage in ILIAS. Das können Textbausteine, Programmcode oder komplexere Ansichten sein, die als Bildschirmfoto übertragen werden müssen. Die Testeingaben werden innerhalb des Lernmanagementsystems automatisch und regelmäßig zwischengespeichert. Bei einem Ausfall des Rechners kann die Prüfung an einem anderen PC fortgesetzt werden. Der dabei entstandene Zeitverlust kann individuell durch die Verlängerung der Prüfungsdauer ausgeglichen werden. Der Einsatz von Drittsoftware stellt zusätzliche Ansprüche an die Persistenz von Daten. Die in der Drittsoftware erstellten Daten müssen – solange der Vorgang des Kopierens und Einfügens von der externen Anwendung auf ILIAS nicht abgeschlossen ist – zwischengespeichert werden. Hierzu könnten Benutzerlaufwerke eingesetzt. Getestet wurde diese Konfiguration erfolgreich mit ILIAS und Eclipse. In

der hier beschriebenen Konzeption soll aber nicht weiter darauf eingegangen werden.

12.4 Ausblick

Die hier dargestellten Komponenten und Prozesse erfordern eine regelmäßige Wartung und Koordination von erforderlichen Updates aller Systemkomponenten. Mit steigender Anzahl von E-Klausuren ist zudem adäquates Management zur Optimierung angebracht. Hier ist vor allem die Verwaltung von Live-Systemen zu nennen, wozu geeignete Systeme eingesetzt werden könnten.² Schließlich führen neue Features und neue Anforderungen zu einer fortlaufenden Anpassung aller Bestandteile der Prüfungsinfrastruktur.

Durch stetig wachsende Bedarfe und Anforderungen an technologiegestützte Prüfungen werden E-Klausuren an Bedeutung gewinnen. Mit den technischen Möglichkeiten führen neue didaktische Konzepte zu neuen Lehr- und Prüfungsformaten. Insbesondere werden Distanzprüfungen, Prüfungen mit mitgebrachter Hardware (BYOD) und Offline-Prüfungen – um nur einige zu nennen – neue technische, datenschutz- und prüfungsrechtliche Herausforderungen stellen und die Diskussion zu E-Klausuren vorantreiben. Durch die wachsende technische und organisatorische Komplexität der neuen Lösungen wird die Begleitung und Betreuung durch qualifiziertes Personal immer wichtiger und zentraler Erfolgsfaktor.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/ die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



² Siehe bspw. bwLehrpool: <https://www.bwlehrpool.de/doku.php/start> [10.06.2020].

Teil III:

Digitale Lerninhalte im Selbststudium – Lernprozessgestaltung

Die Gestaltung von Lerninhalten kann sich nach unterschiedlichen Bedingungen und Faktoren ausrichten. Es besteht die Möglichkeit, sich an den reinen Inhalten zu orientieren; das können im Fach Mathematik Arithmetik, Gleichungen, Funktionen, Geometrie, Trigonometrie etc. sein. Daneben besteht die Option, das Vorgehen anhand der Vorstellungen, wie der Lernprozess an sich gestaltet werden soll, auszuwählen. Hier wird berücksichtigt, welche Zielgruppe fokussiert wird, welche Studienformate für die Vermittlung der Lerninhalte in Frage kommen oder welche Anforderungen im Lehrplan definiert sind. Das Format des zeit- und ortsunabhängigen, flexiblen und webbasierten bzw. digitalen Selbststudiums ist sicherlich ein höchst anspruchsvolles Format als Grundlage zur Gestaltung von Lernprozessen und Lerninhalten.

Im folgenden Teil III wird dementsprechend umfangreich das Themenfeld der Erschließung, Entwicklung und Erarbeitung von Lerninhalten vor dem Hintergrund der optimalen Lernprozessgestaltung für Studierende im Selbststudium dargestellt. Der eröffnende Beitrag in Kapitel 13 thematisiert die Entwicklung des Lehrplans für digitale Lerninhalte im Selbststudium sowie die curriculare Ausgestaltung. In Kapitel 14 erfolgt eine Vorstellung des Konzepts, der Entwicklung und Umsetzung der Lernzielorientierten Kurse als Form der Vermittlung von Mathematikinhalten. Ergänzt wird dieser Block mit den Lernmodulen in der Grundlagenmathematik (Kapitel 15), um zu verdeutlichen, welches Gewicht grundlegende Kenntnisse im Lernprozess haben. Eine additive Perspektive eröffnet in Kapitel 16 die Einführung von überfachlichen Lernmodulen, die bei einer ganzheitlichen Gestaltung von Lernprozessen unerlässlich sind. Abgeschlossen wird das Kapitel mit Elementen der optischen Gestaltung und Usability (Kapitel 17), da dies speziell im Bereich des Selbststudiums auf einem Lernmanagementsystem bedeutsam ist.

13 Curriculum















Reinhold Hübl, Katja Derr, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel

Während über die Relevanz der Grundlagenmathematik für den Studienerfolg in MINT-Fächern weitgehend Konsens besteht, ist die Frage, welche mathematischen Inhalte diese Grundlagenmathematik ausmachen, deutlich schwieriger zu beantworten. Entsprechend stellte die Entscheidung über die Lerninhalte und den Umfang des optes-Kurs-Curriculums eine große Herausforderung dar.

Um einer Vorlesung im ersten Semester folgen zu können, benötigen die Studienanfänger*innen in MINT-Fächern mathematische Grundfertigkeiten vom Operieren mit Brüchen über das Umstellen von Termen bis hin zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen (Pigge, Neumann und Heinze 2016; Rach, Heinze und Ufer 2014). Die an die Studierenden gestellten Anforderungen sind jedoch stark von Studienrichtung, Studiengang und Lehrpersonen abhängig. Eine Richtschnur, was tatsächlich erwartet werden kann, sind die Lehrpläne der Bundesländer (Blum et al. 2015; Bruder et al. 2015). Doch auch hier ergeben sich Unterschiede von Bundesland zu Bundesland und, in noch stärkerem Maße, von Schulform zu Schulform. Daher orientiert sich das Curriculum des optes-Vorkurses nicht nur am Gymnasial-Lehrplan der Mittel- und Oberstufe, sondern auch an den Empfehlungen der Arbeitsgruppe Cooperation Schule: Hochschule (*cosh*-Katalog 2014; siehe auch Dürr et al. 2016) und der mathematics working group der European Society for Engineering Education (SEFI; siehe Alpers et al. 2013).

Das optes-Vorkurs-Curriculum besteht aus einem Kern mit sieben Lernzielorientierten Kursen (LoK) und einem erweiterten Curriculum mit fünf LoKs (siehe Tabelle 1). Die sechs LoKs im Kerncurriculum („Arithmetik“, „Gleichungen und Ungleichungen“, „Potenzen, Wurzeln, Logarithmen“, „Funktionen“, „Geometrie“, „Trigonometrie“) dienen der Wiederholung des Schulstoffs der gymnasialen Mittel- und Oberstufe. Da die Vorkenntnisse der Studienanfänger*innen in Bezug auf den Umgang mit mathematischen Formeln, Symbolen und Definitionen sehr stark variieren, wird diesen sechs Kursen ein Grundlagenkurs vorangestellt, in dem eine grundsätzliche und formale Einleitung erfolgt. Der nullte Kurs ist also eine Art Nachschlagewerk für alle anderen Kurse.

Tabelle 1: Mathematische Lerninhalte im optes-Vorkurs: Kerncurriculum (Wiederholung Schulstoff der Mittel- und Oberstufe) und Erweitertes Curriculum (Studiengangsspezifische Inhalte und Übergang zur Studieneingangsphase)

 <p>0 Mathematische Grundlagen Mengen und Zahlenmengen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengen und Zahlenmengen • Grundlegende Definitionen und Regeln • Mathematische Sprache und Symbole 	
 <p>1 Arithmetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechnen mit ganzen Zahlen • Bruchrechnen • Termumformungen 	 <p>2 Gleichungen und Ungleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algebraische Gleichungen • Algebraische Gleichungen höheren Grades und Bruchgleichungen • Ungleichungen, Betragsgleichungen, Wurzelgleichungen
 <p>3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenzen • Wurzeln • Logarithmen 	 <p>4 Funktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften von Funktionen • Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen • Umkehrfunktionen • Exponential- und Logarithmusfunktionen
 <p>5 Geometrie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen • Dreiecke • Kreise • Stereometrie 	 <p>6 Trigonometrie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trigonometrische Funktionen • Additionstheoreme • Schwingungen und Arkusfunktionen
 <p>Lineare Algebra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften von Vektoren • Rechnen mit Vektoren • Lineare Gleichungssysteme • Geometrische Anwendungen 	 <p>Logik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aussagen und Wahrheitstabellen • Tautologien und Kontradiktionen • Prädikatenlogik • Beweisprinzipien
 <p>Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgen • Folgengrenzwerte • Funktionsgrenzwerte • Stetigkeit 	 <p>Statistik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deskriptive Statistik • Kombinatorik • Wahrscheinlichkeitsbegriff • Hypothesentests
 <p>Differential- und Integralrechnung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitungen • Anwendungen der Differentialrechnung • Integrale und Flächen • Kurvendiskussion 	

Sowohl im Vorschlag der *cosh*-Gruppe als auch im Core Zero der SEFI sind die Vektorrechnung, die Differential- und Integralrechnung sowie die Grundlagen der Stochastik enthalten. Angesichts der Zeitproblematik eines Mathematikvorkurses werden diese Inhalte vom optes-Vorkurs zwar auch abgedeckt, befinden sich aber nicht im Kern-, sondern im erweiterten Curriculum. Diese Lerninhalte sollten erst dann empfohlen werden, wenn zufriedenstellende Kenntnisse zumindest in den ersten vier Themengebieten „Arithmetik“, „Gleichungen“, „Potenzen, Wurzeln, Logarithmen“ und „Funktionen“ vorhanden sind.

Das erweiterte Curriculum umfasst Lerninhalte, die für technische Studiengänge (Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik, Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen) besonders relevant sind. Der Kurs „Lineare Algebra“ behandelt die Themen Vektorrechnung und Gleichungssysteme und stellt einen Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik dar. Ähnlich ist es bei den LoK „Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit“ und „Differential- und Integralrechnung“. Diese Themenfelder werden meist in den Vorlesungen im ersten Studienjahr noch einmal aufgegriffen und, wenn auch kurz, wiederholt und sind darum der Vorbereitung für das Hochschulstudium zuzurechnen. Der Kurs „Logik“ ist insbesondere für Studienanfänger*innen in den Studiengängen Informationstechnik, Angewandte Informatik und Wirtschaftsinformatik konzipiert worden, während sich der Kurs „Statistik“ in erster Linie an Studienanfänger*innen der Wirtschaftswissenschaften richtet. Alle fünf Kurse des erweiterten Curriculums sind zusätzlich für den Einsatz als studienbegleitende Lernmaterialien geeignet.

Die Erfahrungen mit dem Moodle-basierten Mathematik-Vorkurs der DHBW Mannheim haben gezeigt, dass der Umfang der Lerninhalte ein Problem für Studienanfänger*innen mit größeren Wissenslücken darstellt. Vorkurs-Teilnehmer*innen, die den diagnostischen Test durchgeführt hatten und für jedes der zehn in dem damaligen Programm angebotenen Lernmodule eine Empfehlung erhielten, waren von diesem Feedback oft überfordert und demotiviert. Daher wurde beschlossen, die Lernempfehlung zu straffen und den Fokus zunächst auf die Wiederholung des Schulstoffs, also auf das Kern-Curriculum, zu legen. Lerninhalte, die auch in den Erstsemestervorlesungen behandelt werden, sollten im Vorkurs nur dann empfohlen werden, wenn die Grundlagen beherrscht wurden.

Die Evaluationen in der ersten Förderphase zeigten, dass bei den Vorkursteilnehmenden Defizite in allen mathematischen Themengebieten vorhanden waren und sich die Probleme nicht nur auf ein Gebiet konzentrierten. Um dennoch eine Priorisierung vornehmen zu können, wurden alle in der Förderphase I beschlossenen Lerninhalte stichwortartig in einer Liste gesammelt und von einem Experten-Gremium in Bezug auf ihre Bedeutung für die Studieneingangsphase in fünf technischen Studiengängen nochmals diskutiert. Lerninhalte, die nicht als unbedingt notwendig angesehen wurden, wurden aus dem Kern-Curriculum herausgenommen bzw. mit dem Hinweis versehen, dass sie auf Studieninhalte vorgreifen oder nur für bestimmte Studiengänge von Bedeutung sind. Dabei ist es wichtig darauf

hinzuweisen, dass angesichts des sehr breiten Tätigkeitsfelds von Ingenieur*innen fast alle Inhalte auf der gemeinsam erstellten Liste als relevant einzuschätzen sind. Darum konnte sich die Gruppe auf nur sehr wenige Streichungen einigen, stattdessen wurden Inhalte als „Zusatzinformation“ oder „Übergang zum Studium“ gekennzeichnet, beispielsweise das Thema Kegelschnitte, das in erster Linie für Studierende im Maschinenbau relevant ist (und dort insbesondere als begleitendes Lernmaterial für die Vorlesungen geeignet ist).

Die Reihenfolge der Inhalte in den Kursen ergab sich aus folgenden Prämissen:

- Analog zum Schulunterricht wird mit der Arithmetik, also dem Umgang mit Zahlen, Grundrechenarten und Brüchen, begonnen.
- Chronologischer Aufbau: In keinem LoK sollte Wissen vorausgesetzt werden, das erst in einem späteren LoK eingeführt wird.
- Thematische Gruppierung: Die Inhalte sollten zu möglichst kompakten Einheiten in einer nachvollziehbaren Gesamtstruktur zusammengefasst werden, damit die Lernenden gezielt nach Themen suchen können. Da die Studienanfänger*innen aus unterschiedlichen Schulsystemen oder Bundesländern stammen, sollte auf kein bestimmtes Schulbuch verwiesen werden.
- Inhaltlicher Umfang: Ein Kurs sollte in 10–15 Stunden (inklusive Lernmodule, Tests und Trainings) durchgearbeitet werden können.

Literatur

- Alpers, B. A., Demlova, M., Fant, C. H., Gustafsson, T., Lawson, D., Mustoe, L., Olsson-Lehtonen, B., Robinson, C. & Velichova, D. (Hrsg.) (2013). *A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education*. Brussels: European Society for Engineering Education.
- Blum, W., Vogel, S., Drücke-Noe, C. & Roppelt, A. (Hrsg.) (2015). *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II*. Braunschweig: Schroedel.
- Bruder, R., Feldt-Caesar, N., Pallack, A. & Pinkernell, G. (2015). Mathematisches Grundwissen und Grundkönnen in der Sekundarstufe II. In W. Blum, S. Vogel, C. Drücke-Noe & A. Roppelt (Hrsg.), *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II* (S. 108–124). Braunschweig: Schroedel.
- cosh-Katalog (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. Verfügbar unter http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf [10.06.2020].
- Dürr, R., Dürrschnabel, K., Loose, F. & Wurth, R. (Hrsg.) (2016). *Mathematik zwischen Schule und Hochschule. Den Übergang zu einem WiMINT-Studium gestalten. Ergebnisse einer Fachtagung, Esslingen, 2015*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Pigge, C., Neumann, I. & Heinze, A. (2016). Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge aus Hochschulsicht – eine Delphi-Studie. In Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (Bd. 3, S. 1501–1502). Münster: WTM.

Rach, S., Heinze, A. & Ufer, S. (2014). Welche mathematischen Anforderungen erwarten Studierende im ersten Semester des Mathematikstudiums? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(2), 205–228.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





14 Lernzielorientierte Kurse

Katja Derr, Edith Mechelke-Schwede, Miriam Weigel

Die Struktur des mathematischen Curriculums des optes-Vorkurses (siehe Kapitel 13) findet sich im Aufbau und der Anordnung der Lerninhalte wieder. Jedes mathematische Themengebiet ist einem ILIAS-Kurs zugeordnet. Die Lerninhalte dieses Kurses wiederum wurden zu Lernzielen zusammengefasst, die den Lernenden helfen, sich im Vorkurs zurechtzufinden.

14.1 Lernzielorientierung im optes-Vorkurs

Die Formulierung von Lernzielen zur Strukturierung von Lernprozessen hat ihren Ursprung in Theorien zur Curriculum-Bildung und zum programmierten Unterricht der 70er Jahre (z. B. Mager 1965; Gagné 1969; Flechsig 1970). Die Operationalisierung von Lernzielen steht auch in engem Zusammenhang mit der Kategorisierung von Schwierigkeits- und Komplexitätsgrad von Lerninhalten, beispielsweise in den Lernzieltaxonomien von Bloom (1956) (bzw. Anderson und Krathwohl 2001).

Aus Sicht der Lehrenden hilft die Formulierung von Lernzielen bei der Konzeption und Strukturierung von Unterrichtseinheiten und trägt zur Reflexion über die Ausrichtung der eigenen Lehrtätigkeit bei (Klafki 2005). Aus Sicht der Lernenden tragen klar definierte Lernziele zum besseren Verständnis einzelner Lehr- und Lernschritte bei. Gerade in digitalen Lernumgebungen können Lernziele dazu beitragen, den Lernprozess zu strukturieren (Seufert et al. 2001; Mayer, Hertnagel und Weber 2009).

Im Kontext des optes-Vorkurses werden Lernziele zur Formulierung der mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten verwendet, die als essenziell für die Bewältigung eines MINT-Studiums gelten (*cosh*-Katalog 2014). Die vordefinierten Lernziele dienen als Ausgangs- und Endpunkt des Lernprozesses (Reinmann 2012): Zu Beginn werden die Lernenden über die Ziele informiert und gleichen ihren Wissensstand mit diesen Zielen ab. Am Ende des Lernprozesses überprüfen sie, ob sie die Ziele erreicht haben.

Als Lernprozess kann hier sowohl der gesamte Vorkurs verstanden werden, der mit dem Diagnostischen Einstiegstest beginnt und mit dem parallelisierten Abschlusstest beendet wird, als auch jeder einzelne Kurs, wie zum Beispiel der Kurs Arithmetik. Auch auf Kursebene beginnt der Lernprozess mit einem Einstiegstest und wird mit einem Abschlusstest beendet. Auf dieser Ebene sind die Lernziele

relativ grob formuliert, beispielsweise sind für den Kurs Funktionen die vier Lernziele „Eigenschaften von Funktionen“, „Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen“, „Umkehrfunktionen“ und „Exponential- und Logarithmusfunktionen“ definiert.

Erst wenn die Lernenden mit der Bearbeitung eines Lernmoduls beginnen, werden die Lernziele dann genauer beschrieben. Die ausformulierten Lernziele finden sich zu Beginn eines Lernmoduls, auf der Einleitungsseite, und am Ende, auf der Zusammenfassungsseite, wieder (siehe Tabelle 1). Auch hier gibt es die Möglichkeit zur Lernerfolgskontrolle bzw. zum Üben. Zu jedem Lernmodul gehört ein Training, in dem nur Aufgaben zu diesem Lernziel angeboten werden.

Die Lernziele werden also sehr stark zur Strukturierung und Führung des Lernprozesses eingesetzt, sie dienen als Orientierung für die Lernenden. Im Sinne der Übersichtlichkeit adressiert jeder Kurs nur drei bis maximal fünf Lernziele, die dann wiederum in drei bis maximal sieben Sub-Lernziele unterteilt werden.

Tabelle 1: Übersicht Lernziele im Kurs Funktionen

Lernziel	<i>Nach Durcharbeiten dieses Lernmoduls können Sie:</i>
Eigenschaften von Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionen unterschiedlich darstellen, • Funktionen addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren, • Funktionen verketten, • die Symmetrie, Monotonie und Periodizität von Funktionen erkennen.
Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Parallelen zu den Achsen erstellen, • lineare Funktionen in ihren unterschiedlichen Formen darstellen, • quadratische Funktionen erstellen und ihre Form wechseln, • Polynomfunktionen in Normalform und Faktorform darstellen, • mit rationalen Funktionen rechnen, • mit Wurzelfunktionen arbeiten.
Umkehrfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • eine Funktion auf Surjektivität, Injektivität und Bijektivität untersuchen, • erkennen, ob eine Funktion umkehrbar ist, • die Umkehrfunktion einer Funktion grafisch und rechnerisch bestimmen.
Exponential- und Logarithmusfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • aus einer Aufgabenstellung eine Exponentialfunktion erstellen, • mit Exponentialfunktionen rechnen, • die Basis von Exponentialfunktionen wechseln, • aus einer Aufgabenstellung eine Logarithmusfunktion erstellen, • mit Logarithmusfunktionen rechnen, • die Basis von Logarithmusfunktionen wechseln.

14.2 Beispiel für einen Lernzielorientierten Kurs (Funktionen)

Technisch wurde die Lernzielorientierung über das ILIAS-Feature „Lernzielorientierter Kurs“ realisiert. Der Lernzielorientierte Kurs (LoK) ist eine von fünf Möglichkeiten der Kursdarstellung. Die Lernzielorientierte Ansicht aktiviert ein Gerüst zur Gestaltung des Kursraums. Alle Lernmaterialien, die in diesem Kursraum angeboten werden, können nun einem Lernziel zugewiesen werden (Kunkel 2011). Das funktioniert auch auf Aufgaben-Ebene, sodass es möglich ist, im Einstiegs- und Abschlusstest für einen Kurs das Wissen der Lernenden pro Lernziel abzufragen und nach Abgabe des Tests individuelle Lernempfehlungen auszusprechen.

Die Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über den Aufbau des LoK Funktionen. Im Kerncurriculum ist dies der vierte von sechs Kursen. Der Kurs Funktionen hat vier Lernziele (Eigenschaften von Funktionen, Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen, Umkehrfunktionen, Exponential- und Logarithmusfunktionen).

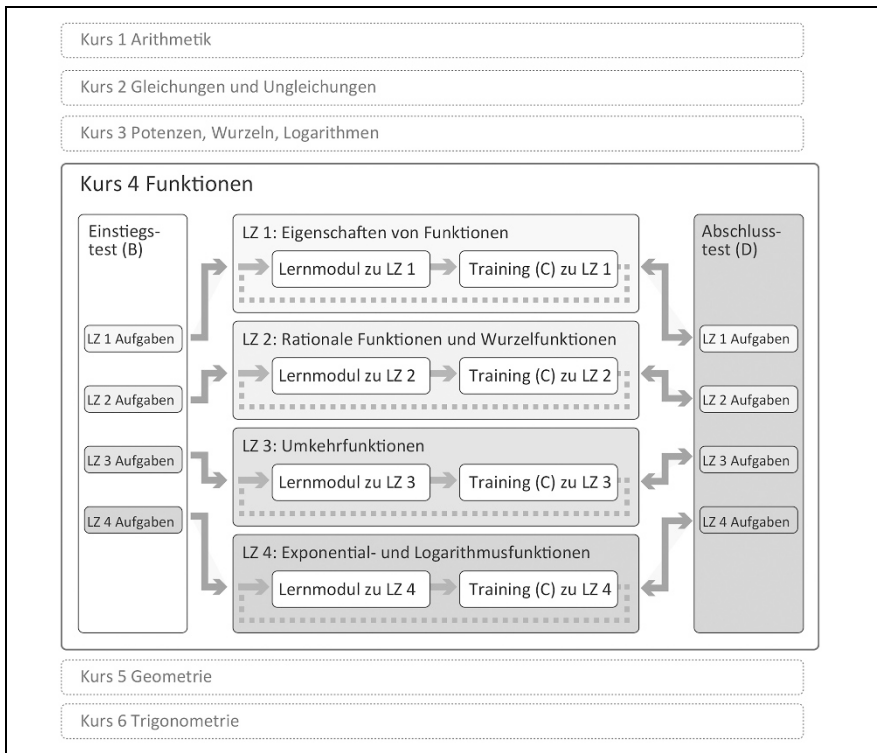


Abbildung 1: Zuweisung der Lernziele zu den Lernmaterialien im Lernzielorientierten Kurs (LoK) Funktionen

Die Aufgaben des Einstiegstests sind jeweils einem Lernziel zugeordnet. Bleibt das Ergebnis unter einem vorher definierten Schwellenwert (je nach Anzahl der Aufgaben zwischen 60 und 70 Prozent pro Themengebiet), ist das Lernziel nicht erreicht und wird zur Bearbeitung empfohlen (siehe Abbildung 2).

The screenshot shows a web browser window displaying the 'optes' website. The page title is 'Optimierung der Selbststudiumsphase' and the URL is 'https://www.optes.de'. The main navigation bar includes 'optes', 'MEIN OPTES', 'EINSTIEG IN OPTES', and 'ZULETZT BESUCHT'. The course title is '4 Funktionen' with a sub-header 'Themen: Eigenschaften von Funktionen | Rationale Funktionen | Umkehrfunktionen | Exponential- und Logarithmusfunktionen'. A button labeled 'Aktionen' is visible in the top right.

The page content is organized into several sections:

- Willkommen im Kurs "4 Funktionen"**: A light blue banner with the text 'Kursinformationen finden Sie hier'.
- Fachliche Fragen zum Thema können Sie gerne im Forum stellen:** A button labeled 'Forum'.
- Die Notationen zu diesem Kurs finden Sie hier:** A button labeled 'Notationen' with the subtext '(Öffnen Sie diese am besten in einem neuen Tab)'.
- Lernziel: Eigenschaften von Funktionen**: Includes 'Inhalt: Darstellungsarten, Rechnen mit Funktionen, Verkettung, Verschiebung, Streckung, Spiegelung, Symmetrie, Monotonie, Periodizität'. The progress indicator shows 100% completion. Below the indicator, it says 'Bearbeiten Sie nur noch den qualifizierenden Test'.
- Lernziel: Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen**: Includes 'Inhalt: Konstante, lineare, quadratische, polynomiale, rationale Funktionen, Wurzelfunktionen'. The progress indicator shows 25% completion. Below the indicator, it says 'Bearbeiten Sie bitte die aufgeführten Materialien, um das Lernziel zu erreichen.'.
- Lernmodul: Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen**: Includes 'Hier erhalten Sie Hintergrundinformationen und Beispielaufgaben zum Thema "Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen".' and 'Training: Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen. Hier können Sie Ihr Wissen an 10 Übungsaufgaben anwenden.'
- Lernziel: Umkehrfunktionen**: Includes 'Inhalt: Surjektivität, Injektivität, Bijektivität, Umkehrfunktionen'. The progress indicator shows 50% completion. Below the indicator, it says 'Bearbeiten Sie bitte die aufgeführten Materialien, um das Lernziel zu erreichen.'.
- Lernziel: Exponential- und Logarithmusfunktionen**: Includes 'Inhalt: Exponential- und Logarithmusfunktionen'. The progress indicator shows 50% completion.

Abbildung 2: Screenshot der Auswertung des Einstiegstests zum Lernzielorientierten Kurs (LoK) Funktionen mit Links zu den Lernmaterialien pro Lernziel

Zu jedem Lernziel gibt es ein Lernmodul, in dem die mathematischen Inhalte besprochen und mit Anwendungsbeispielen und Beispielaufgaben illustriert werden. Darüber hinaus gibt es zu jedem Lernziel ein Training zum Wiederholen der Inhalte anhand von Übungsaufgaben.

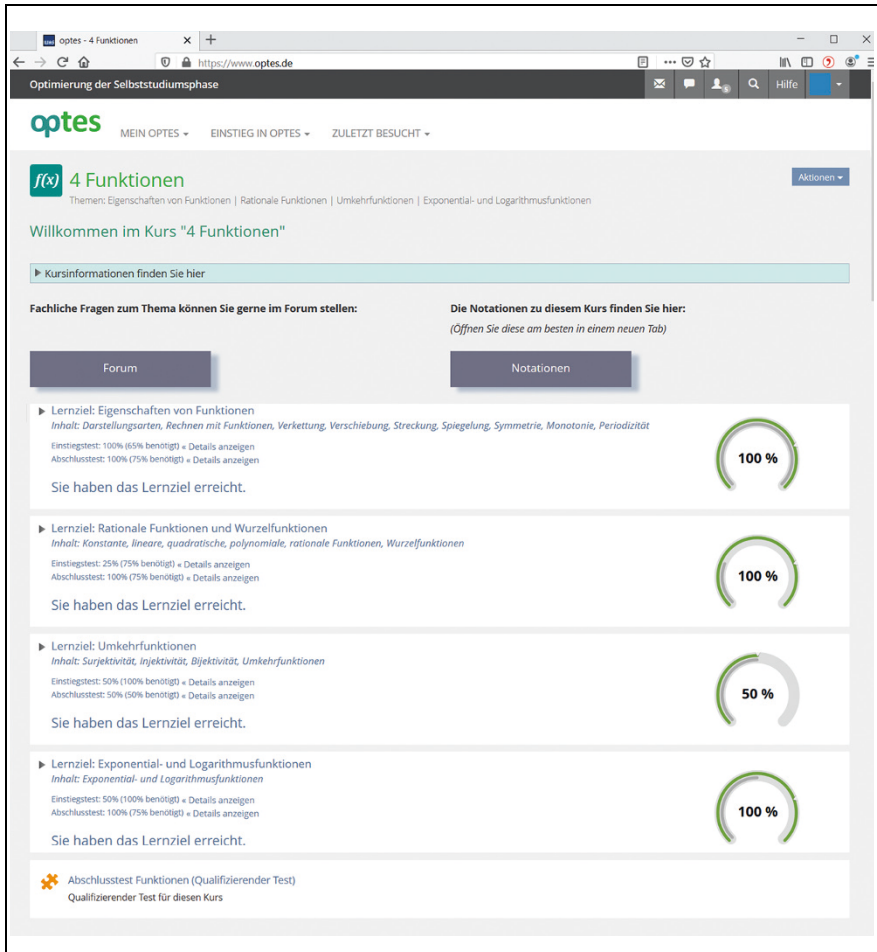


Abbildung 3: Screenshot der Auswertung des Abschlusstests zum Lernzielorientierten Kurs (LoK) Funktionen

Die Grenzwerte für die Erreichung eines Lernziels liegen im Abschlusstest zwischen 50 und 70 Prozent und können von den Grenzwerten im Einstiegstest abweichen. Wurde nur ein oder gar kein Lernziel erreicht, empfiehlt das System die (erneute) Bearbeitung der entsprechenden Lerninhalte. Dieser Aufbau ist in allen Kursen des optes-Angebots identisch.

14.3 Bearbeitungszeit

Die Lerninhalte des optes-Vorkurses sollen angehenden Studierenden dabei helfen, Wissenslücken aus der Schulzeit zu identifizieren und zu schließen. Da die fachlichen und überfachlichen Vorkenntnisse sehr heterogen sind, variiert natürlich der Aufwand, der hierfür notwendig ist. Eine allgemeingültige Abschätzung der Bearbeitungszeit ist darum schwierig und kann extrem von den hier gemachten Einschätzungen abweichen. Die angesetzte Bearbeitungszeit pro Lernzielorientiertem Kurs liegt bei zehn Stunden (siehe auch Tabelle 2).

Tabelle 2: Bearbeitungszeit für einen Lernzielorientierten Kurs (LoK)

	Zeit (max.)
Einstiegstest	30 min
LZ1: Lernmodul	1 h 30 min
LZ1: Training (8–10 Aufgaben à 4 Minuten)	30 min
Summe Lernziel 1	2 h
4 Lernziele	8 h
Abschlusstest (15 Aufgaben à 4 Minuten)	30 min
Ggf. Wiederholung Abschlusstest	30 min
Gesamte Bearbeitungszeit (max.)	10 h

Tabellen 3 und 4 zeigen die Bearbeitungszeiten für die mathematischen Inhalte der optes-Vorkurses. Die Materialien sollten idealerweise über einen Zeitraum von vier bis acht Wochen bearbeitet werden, die Bearbeitung kann aber natürlich auch in die Studieneingangsphase ausgedehnt werden. Die hier gemachten Einschätzungen zur Bearbeitungszeit basieren auf Erfahrungswerten aus den Evaluationen des optes-Vorkurses. Sie beziehen sich auf Lernende, die eine fachliche Vorbildung aus der Schule besitzen und ihre Kenntnisse auffrischen möchten.

Bei der Konzeption der optes-Materialien wurde davon ausgegangen, dass die angehenden Studierenden, je nach Ergebnis im Diagnostischen Einstiegstest, andere Schwerpunkte bei der Bearbeitung des Vorkurses setzen. Eine Lernempfehlung für alle Kurse, also die Kurse des Kerncurriculums und des erweiterten Curriculums, würde bedeuten, dass der Test mit 0-4 Punkten beendet wurde, bzw. dass überhaupt keine mathematischen Vorkenntnisse aus der Schulzeit vorhanden sind.

Die Bearbeitung des kompletten Vorkurs-Programms wäre sicherlich eine Überforderung und in einem angemessenen Zeitraum nicht leistbar.

Tabelle 3: Bearbeitungszeit der sieben Kurse im Kerncurriculum

		h	Tage (à 6 h)
0	Mathematische Grundlagen	10	
1	Arithmetik	10	
2	Gleichungen und Ungleichungen	10	
3	Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	10	
4	Funktionen	10	
5	Geometrie	10	
6	Trigonometrie	10	
	Summe	70	12

Tabelle 4: Bearbeitungszeit der fünf Kurse im Erweiterten Curriculum

	h	Tage (à 6 h)
Lineare Algebra	10	
Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit	10	
Differential- und Integralrechnung	15	
Logik	10	
Wahrscheinlichkeit und Statistik	10	
Summe	55	9,2

14.4 Einstiegstest und Abschlusstest als übergeordnete Lernzielorientierte Kurse

Der ILIAS-spezifische Lernzielorientierte Kurs (LoK) wird im optes-Vorkurs nicht nur in den themenspezifischen Kursen des Kerncurriculums und des Erweiterten Curriculums verwendet, sondern auch als Rahmen für den Diagnostischen Einstiegstest A und den Abschlusstest über alle Kursthemen E.

In diesem übergeordneten LoK sind die Kursthemen als Lernziele definiert und die Kurse als Lernmaterialien verlinkt. In der Auswertung des Diagnostischen Einstiegstests werden also – analog zum oben gezeigten LoK Funktionen – die Ergebnisse pro Lernziel gelistet.

Die Auswertungen der Testergebnisse haben schon früh gezeigt, dass relativ viele angehende Studierende mit lückenhaftem Vorwissen an die Hochschule kommen – und dementsprechend niedrige Testergebnisse erzielen. In Verbindung mit einer hohen Zahl an Lernempfehlungen kann ein solches Feedback zu Demotivation und sogar Abbruch der Lernhandlungen führen. Es ist darum darauf zu achten, angehende Studierende mit einem solchen Feedback nicht allein zu lassen und zum Beispiel durch E-Mentoring-Programme (Kapitel 18) oder Zusatzangebote wie das Betreute E-Learning (Kapitel 3) zu unterstützen.

Zu einem gewissen Grad kann auch das System auf solche Resultate reagieren, beispielsweise wurde für ILIAS ein Plug-in entwickelt, über das eine maximale und minimale Zahl an Lernempfehlungen nach Bearbeitung des Einstiegstests festgelegt werden kann. Per automatischem E-Mail-Versand können je nach Testergebnis Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden (ILIAS 5.4 Plug-in „learning objective suggestions“).

Literatur

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals. Handbook 1, Cognitive domain* (Bd. 1). London: Longman.
- cosh-Katalog (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. Verfügbar unter http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf [10.06.2020].
- Flechsig, K.-H. (1970). Die Bedeutung von Klassifikations- und Kriteriensystemen für die Auswahl von Curriculumelementen. In K. Frey (Hrsg.), *Kriterien in der Curriculumkonstruktion* (S. 25–45). Weinheim: Beltz.
- Gagné, R. M. (1969). *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*. Hannover: Schroedel.
- Klafki, W. (2005). Die didaktische Analyse. In F. Baumgart, U. Lange & L. Wigger (Hrsg.), *Theorien des Unterrichts. Erläuterungen, Texte, Arbeitsaufgaben* (Studienbücher Erziehungswissenschaft, Bd. 5, S. 122–134). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Kunkel, M. (2011). *Das offizielle ILIAS 4-Praxisbuch. Gemeinsam online lernen, arbeiten und kommunizieren*. München: Addison-Wesley.
- Mager, R. F. (1965). *Lernziele und Programmierter Unterricht*. Weinheim: Beltz.
- Mayer, H. O., Hertnagel, J. & Weber, H. (Hrsg.) (2009). *Lernzielüberprüfung im eLearning*. München: Oldenbourg.

- Reinmann, G. (2012). *Studententext Didaktisches Design* (Lehren und Lernen mit Medien). München.
- Seufert, S., Back, A. & Häusler, M. (Hrsg.) (2001). *E-Learning: Weiterbildung im Internet. das „Plato-cookbook“ für internetbasiertes Lernen*. Kilchberg: SmartBooks.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



15 Lernmodule Grundlagenmathematik



Katja Derr, Reinhold Hübl, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel

Kern des didaktischen Konzepts von optes ist die Nutzerführung über Tests und Übungsaufgaben. Da sich die Vorkenntnisse der Kursteilnehmer*innen sehr stark unterscheiden, wird mit diagnostischen Selbsttests gearbeitet, die den Lernenden helfen, das Kursmaterial vorzustrukturieren und Auswahlentscheidungen zu treffen (siehe auch Kapitel 9). Jedem Lernziel in einem LoK (siehe Kapitel 14) ist ein Lernmodul zugeordnet, das die Hintergrundinformationen liefert, die zur Erreichung des Lernziels benötigt werden. Die Lernmodule sind also der inhaltliche Kern der Lernzielorientierten Kurse. Inhaltlich entsprechen sie einem Nachschlagewerk, das den Schulstoff der Mittel- und Oberstufe abdeckt (siehe auch Kapitel 13). Insgesamt wurden für die zwölf LoKs im optes-Vorkurs 42 Lernmodule erstellt. In diesem Kapitel werden die Konzeption und der Aufbau der Lernmodule erläutert.

Im Kontext der Studienvorbereitung ist davon auszugehen, dass viele der Lerninhalte schon bekannt sind, also übersprungen werden können, während andere Lerninhalte zwar bekannt sind, aber noch einmal rekapituliert oder „aufgefrischt“ werden müssen. Ein weiterer Teil der Lerninhalte muss gegebenenfalls komplett neu erarbeitet werden. Die optes-Lernmodule sind auf diesen letzteren Fall ausgerichtet, d. h. jedes Thema wird von Grund auf aufgebaut. Lernende, die nicht den kompletten Stoff neu erarbeiten müssen, sollten aber in der Lage sein, Seiten oder ganze Kapitel zu überspringen und frei im Lernmodul zu navigieren. Diese verschiedenen Nutzungsszenarien mussten bei der Konzeption der Lernmodule berücksichtigt werden. Für die Gestaltung wurde also ein Ansatz gewählt, der einerseits Lernende mit großen Wissenslücken Schritt für Schritt durch ein Thema führt und andererseits Lernenden mit gutem fachlichem Vorwissen die Freiheit lässt, im Lernmodul vor- und zurückzublättern, bis sie zu der Stelle kommen, die sie interessiert.

Bei der Zielgruppe, junge Erwachsene zwischen 17 und 23 Jahren, kann davon ausgegangen werden, dass sie im Umgang mit dem Internet und sozialen Medien geübt ist. Mit umfassenden Vorkenntnissen im Bereich des E-Learning kann bei der Mehrheit der deutschen Schulabgänger*innen allerdings nicht gerechnet werden (Persike und Friedrich 2016; Steffens, Schmitt und Aßmann 2017). Die Lernmodule sollten also in Aufbau und Struktur so nachvollziehbar und übersichtlich wie möglich sein, damit die Lernenden nicht die Übersicht verlieren (siehe auch Kapitel 17).

Bezüglich des Schwierigkeitsgrads und der Tiefe der Informationen sind die Lernmodule nah an der Schulmathematik, damit es Wiedererkennungseffekte gibt, die die Orientierung erleichtern. Es wurde allerdings ein starker Fokus auf mathematische Konventionen gelegt, da das korrekte Anwenden der mathematischen Sprache im Studium von großer Wichtigkeit ist und vielen Studienanfänger*innen schwerfällt (zu diesem Problemfeld wurde zusätzlich der LoK 0 Mathematische Grundlagen entwickelt).

Die folgenden didaktischen Elemente wurden genutzt, um die mathematischen Inhalte zu vermitteln und die Lernenden während des Lernprozesses immer wieder zu aktivieren:

- *Beispiele*
Beispielrechnungen inklusive Musterlösungen zeigen Schritt für Schritt, wie ein mathematisches Problem gelöst wird (Renkl 2001). Anwendungsbeispiele aus dem täglichen Leben oder einem technischen Kontext helfen, mathematische Probleme aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten (Johri und Olds 2011).
- *Visualisierungen*
Mathematische Zusammenhänge werden immer wieder mit Hilfe von Grafiken und interaktiven Applets veranschaulicht, um einen Repräsentationswechsel herzustellen (Laurillard 2005; Schnotz und Rasch 2008).
- *Üben*
Zu allen Beispielen und Visualisierungen werden Übungsaufgaben zum direkten Anwenden des Lernstoffs angeboten (Bruder 2008; Greefrath und Hammer 2016).
- *Zusatzinformationen*
Nicht alle Lernmaterialien müssen von allen Vorkursteilnehmer*innen bearbeitet werden. Lerninhalte, die zum Erreichen eines Lernziels nicht notwendig sind, die aber zum Verständnis beitragen können oder interessantes Hintergrundwissen liefern, werden als Zusatzinformation in aufklappbaren Akkordeons oder im Glossar zugänglich gemacht.

15.1 Beispiele

Gerade für Lernende mit geringem Vorwissen sind Beispiele mit Lösungen wichtig, um das Gelernte rekapitulieren zu können. In den optes-Lernmodulen werden zu jedem neu eingeführten Thema ein oder mehrere Beispiele gegeben, d. h. eine neu vorgestellte Formel wird angewandt, eine Gleichung gelöst oder ein Term wird umgestellt. Der dazugehörige Lösungsweg wird in Einzelschritten nachvollzogen. In der Anfangsphase des Lernprozesses, bzw. zu Beginn jedes Lernmoduls, sind die Beispiele auf eher einfachem Niveau und die Musterlösungen sind besonders

ausführlich. Mit Fortschreiten des Lernmoduls steigt meist auch die Komplexität der Beispiele an und in den Lösungen können Detailschritte übersprungen werden. Analog zu den Beispielen finden die Lernenden in jedem Lernmodul Übungsaufgaben, um die Rechenschritte selbstständig ausführen zu können (siehe Kapitel 15.3).

Beispiele sind natürlich auch sehr gut geeignet, um Themen einzuführen oder auf praktische Anwendungen der Mathematik hinzuweisen. Den Teilnehmern des Vorkurses ist oft unklar, wofür bestimmte mathematische Verfahren benötigt werden und warum die Beherrschung der Grundlagen wichtig für den weiteren Studienerfolg ist. Die Verknüpfung zu realen Anwendungen trägt zur Vertiefung des Verständnisses bei und kann sich motivierend auf angehende MINT-Studierende auswirken (Young et al. 2011; Wolf und Biehler 2014).

- ▼ Lernmodul: Potenzen mit ganzzahligen Exponenten
- ▶ 1 Einleitung
- ▼ 2 Potenzen
 - Definition von Potenzen
 - Grundlagen
 - Veranschaulichung von Potenzen
 - Wissenschaftliche Notation
 - Beispiel Windrad
 - **Beispiel Windrad**
- ▶ 3 Rechnen mit Potenzen
- ▶ 4 Verallgemeinerung binomische Formeln
- ▶ 5 Wachstum von Potenzen
- ▶ 6 Aufgaben mit Lösungen
- ▶ 7 Alles auf einen Blick

Beispiel Windrad

Als weiterer Faktor beeinflusst die Windgeschwindigkeit die Leistung, die mit einem Windrad erzielt werden kann. Die Leistung P einer Windkraftanlage ist direkt proportional zur dritten Potenz der Geschwindigkeit, mit der der Wind auf die Rotorblätter trifft. Eine Verdoppelung der Windgeschwindigkeit führt also zu einer Verachtfachung der Leistung, eine Verdreifachung erhöht die Leistung um den Faktor 27 usw.

(Ziehen Sie zur Veranschaulichung in der Abbildung am roten Regler für die Windgeschwindigkeit.)

Liefert das Windrad bei einer Windgeschwindigkeit v von 8 m/s eine Leistung P von 600 kW , so liefert das gleiche Rad bei einer Windgeschwindigkeit v von 16 m/s eine Leistung von

$$P = 2^3 \cdot 600 \text{ kW} = 8 \cdot 600 \text{ kW} = 4800 \text{ kW}$$

Abbildung 1: Screenshot Lernmodul Potenzen mit ganzzahligen Exponenten (LoK Potenzen, Wurzeln, Logarithmen): Anwendungsbeispiel Windrad

Eine Herausforderung bei der Herstellung von Praxisbezug ist es, Beispiele zu finden, die mit dem vorhandenen Vorwissen und in einem zeitlich überschaubaren Rahmen lösbar sind. Je authentischer eine Problemstellung, desto mehr Zusatzinformationen werden benötigt, damit das Problem verstanden und bearbeitet werden kann. Mit dem mathematischen Wissen, das im Vorkurs vermittelt wird, sind realistische ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen meist nicht lösbar bzw. die Erarbeitung von Lösungsansätzen kann sich über einen Zeitraum von mehreren

Wochen erstrecken (z. B. die Projekte MathePlus oder MathePraxis, Dehling et al. 2014; Rooch, Kiss und Härterich 2014). „Echte“ Probleme aus der Technik oder Informatik sind im Rahmen eines webbasierten Vorkurses also nicht in sinnvoller Weise zu bearbeiten. Damit Praxis-Beispiele in einem angemessenen Zeitraum verstanden (und gelöst) werden können, muss eine starke Vereinfachung und Didaktisierung erfolgen (Leutner et al. 2008; Offer und Bos 2009). In opetes wird daher nur dann mit Praxis-Beispielen gearbeitet, wenn diese sich sinnvoll mit dem mathematischen Thema verknüpfen lassen und von Lernenden auch im Selbststudium nachvollzogen werden können.

In den Einreichaufgaben, die beispielsweise im Betreuten E-Learning zum Einsatz kommen (siehe auch Kapitel 3), werden dann auch komplexere Probleme behandelt (Derr und Hübl 2015).

Logarithmus zur Basis 2

Speicherung von Daten in der Informatik

Gespeichert werden Daten in einem Computer in größeren Einheiten. Hierbei ist ein Byte oft die kleinstmögliche adressierbare Einheit. Um den Speicherbedarf auszurechnen, den eine Zahl mindestens benötigt, muss man die Anzahl Byte berechnen.

In einem Byte mit 8 Bits lassen sich $2^8 = 256$ Zahlen darstellen. Die größte Zahl, die in einem Byte abgespeichert werden kann, wenn alle 8 Bits zur Abspeicherung zur Verfügung stehen, beträgt 255.

$$255_{10} = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1111\ 1111_2$$

Für größere Zahlen werden mehr Speicherplätze benötigt. In der Animation können Sie die Zahlen umgerechnet in Binär- und Hexadezimalschreibweise anzeigen lassen:

$255_{10} =$	0000	0000	1111	1111	In Binärschreibweise
	0	0	F	F	In Hexadezimalschreibweise

Abbildung 2: Screenshot Lernmodul Logarithmen (LoK Potenzen, Wurzeln, Logarithmen): Anwendungsbeispiel Speicherung von Daten in der Informatik mit interaktivem GeoGebra-Applet

15.2 Visualisierungen

Neben dem Repräsentationswechsel durch Anwendungsbeispiele bieten E-Learning-Umgebungen unterschiedliche Möglichkeiten der Veranschaulichung mathematischer Zusammenhänge. In den opetes-Lernmodulen werden Abbildungen, Grafiken und Animationen zur Illustration von Anwendungsproblemen genutzt. Darüber hinaus werden Visualisierungen von mathematischen Problemen, wie zum Beispiel Funktionszusammenhänge oder Vektordarstellungen, genutzt, um das Verständnis zu fördern. Grafiken, Animationen und interaktive Applets ermöglichen einen intuitiveren Zugang, der deutlich niederschwelliger ist als Erläuterun-

gen über lange Textpassagen (Lowe und Schnotz 2008). Animationen und Interaktionen bieten immer dann einen Mehrwert gegenüber statischen Grafiken, wenn Veränderungen oder Beziehungen zwischen mathematischen Elementen aufgezeigt werden (Berney und Betrancourt 2016; Höffler und Leutner 2007).

Abbildung 3 zeigt ein interaktives Applet, das mit der Software GeoGebra¹ zur Visualisierung von quadratischen Funktionen erstellt wurde. GeoGebra ist eine JavaScript-basierte Open-Source-Software, für die im Rahmen des optes-Projekts ein ILIAS-Plug-in entwickelt wurde. Über Schieberegler können die Lernenden die Parameter a , b und c verändern und sofort sehen, wie sich das auf die Beziehungen zwischen x und y auswirkt. Zusätzlich können die Schaubilder des quadratischen, linearen und konstanten Terms ein- und ausgeblendet werden.

- ▼ Lernmodul: Rationale Funktionen
 - ▶ 1 Einleitung
 - ▶ 2 Konstante und lineare Funktionen
 - ▼ 3 Quadratische Funktionen
 - ▶ 3.1 Normalform
 - ▼ 3.2 Scheitelpunktform
 - Quadratische Ergänzung
 - Scheitelpunktform
 - Beispiele
 - ▶ 3.3 Faktorform
 - ▶ 3.4 Aufgaben mit Lösungen
 - ▶ 4 Polynomiale Funktionen
 - ▶ 5 Rationale Funktionen
 - ▶ 6 Wurzelfunktionen
 - ▶ 7 Alles auf einen Blick

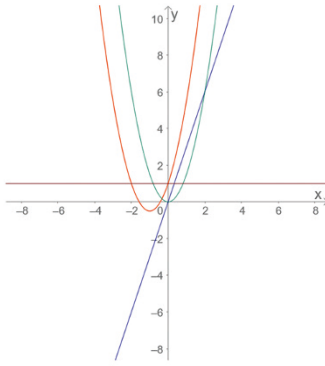
Quadratische Ergänzung

Schwerer zu interpretieren sind die Werte b und c .

In der folgenden Animation können die Werte für a , b und c anhand der Schieberegler jeweils zwischen -5 und $+5$ variiert werden. Es wird das Schaubild der Funktion f in der Farbe orange angezeigt. Werden die entsprechenden Kontrollkästchen angeklickt, dann können zusätzlich die Schaubilder des quadratischen Terms $a \cdot x^2$ in grüner Farbe, des linearen Terms $b \cdot x$ in blauer Farbe und des konstanten Terms c in brauner Farbe angezeigt werden.

Voreingestellt sind die Werte $a = 1$, $b = -2$ und $c = 1$. Das Schaubild der Funktion f ist also eine Normalparabel, die um 1 entlang der x -Achse nach rechts verschoben wurde.

Betrachten Sie die Veränderungen in der Animation, wenn Sie die Werte für a , b und c mit den Reglern verändern:



$$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

$a = 1.5$ $b = 3$ $c = 1$

Zeige:

$f(x) = 1.5 \cdot x^2 + 3 \cdot x + 1$

$a \cdot x^2 = 1.5 \cdot x^2$

$b \cdot x = 3 \cdot x$

$c = 1$

Wie man aus der Animation sieht, hat jede Parabel, die nach oben geöffnet ist, einen tiefsten Punkt. Und jede Parabel, die nach unten geöffnet ist, hat einen höchsten Punkt. Diesen Punkt nennt man **Scheitelpunkt**.

Quellen
Glossar

Abbildung 3: Screenshot Lernmodul Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen (LoK Funktionen) mit interaktivem GeoGebra-Applet

¹ Siehe www.geogebra.org [10.06.2020].

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen sehr gut die Vorteile interaktiver Visualisierungen: Sehr komplexe Zusammenhänge können auf einen Blick (bzw. Klick) anschaulich dargestellt werden. Über Text oder statische Abbildungen wären die gleichen Erläuterungen schnell unübersichtlich oder ermüdend.

Grundsätzlich ist beim Lehren und Lernen mit Animationen zu berücksichtigen, dass die optische Vereinfachung darüber hinwegtäuschen kann, dass der Inhalt nach wie vor kompliziert ist. Gerade weil sie so leicht zugänglich sind, können Animationen die Illusion vermitteln, dass der Inhalt verstanden wurde (Salomon 1984; Paik und Schraw 2013). Die weitaus mühsamere Auseinandersetzung mit einem Problem über Sprache oder Texte trägt also auch zum tieferen Verständnis bei. Ein weiterer Vorteil sprachlich-textueller Vermittlung ist, dass die benötigte domänenspezifische Sprache gleich mitgelernt wird (Laurillard 2005). In den optes-Lernmodulen kommen darum Visualisierungen immer in Kombination mit theoretischen Erklärungen, Definitionen und Beispielen zum Einsatz und werden stets durch Übungsaufgaben ergänzt.

15.3 Üben

In der Mathematik ist es vor allem für Lernende mit geringem Vorwissen wichtig, ein neu erlerntes Konzept oder die Lösung für ein Problem auch direkt anzuwenden. Durch das Bearbeiten einer Übungsaufgabe wird das Verständnis für das Problem geschärft und der Lösungsansatz wird weniger leicht vergessen. Jede Wiederholung durch Bearbeitung einer weiteren Übungsaufgabe trägt zur weiteren Vertiefung des Wissens bei (Bönsch 2014).

Dabei geht es zunächst um das Erlangen von Routine durch „Einüben“, beispielsweise beim Lösen von linearen Gleichungssystemen. Durch den mehr oder weniger „mechanischen“ Erwerb basaler Fertigkeiten (Renkl 1991) wird die Grundlage geschaffen, um komplexere Zusammenhänge zu verstehen oder Verknüpfungen mit schon bestehendem oder neu hinzugekommenem Wissen herzustellen (Bruder 2008).

Üben und Anwenden kann also auch auf der eher oberflächlichen Ebene von „Drill & Practice“-Aufgaben zum tieferen Verständnis beitragen (Pachman, Sweller und Kalyuga 2013). Hinzu kommt, dass das routinierte Durchführen von elementaren Rechenoperationen das Arbeitsgedächtnis entlastet. Nur wenn die Grundfertigkeiten „sitzen“, ist ein Voranschreiten zu komplexeren Aufgaben und das Erlangen von Expertise überhaupt möglich (Ericsson, Krampe und Tesch-Romer 1993).

In den optes-Lernmodulen werden Übungsaufgaben unterschiedlicher Schwierigkeits- und Komplexitätsgrade eingesetzt, um Lernende zu aktivieren, das Verständnis des bearbeiteten Lernstoffs zu überprüfen (Monitoring) und zur Wiederholung und Festigung des Gelernten (Konsolidierung) (siehe Kapitel 4 sowie Reinmann, Schmidt und Marquardt 2019).

Auf den Inhaltsseiten eines Lernmoduls werden beispielsweise eher kurze Aufgaben zum direkten Anwenden und Nachvollziehen der Formeln und Rechenwege angeboten. Abbildung 4 zeigt eine Aufgabe im Lernmodul Mathematische Sprache und Symbole (LoK 0 Mathematische Grundlagen). Nachdem das Summenzeichen eingeführt und anhand von Beispielen erläutert wurde, haben die Lernenden die Möglichkeit, eine Single-Choice-Aufgabe zum Thema zu beantworten. Sie können ein direktes Feedback abrufen – und die Bearbeitung nochmal versuchen, wenn ihre Antwort nicht korrekt war.

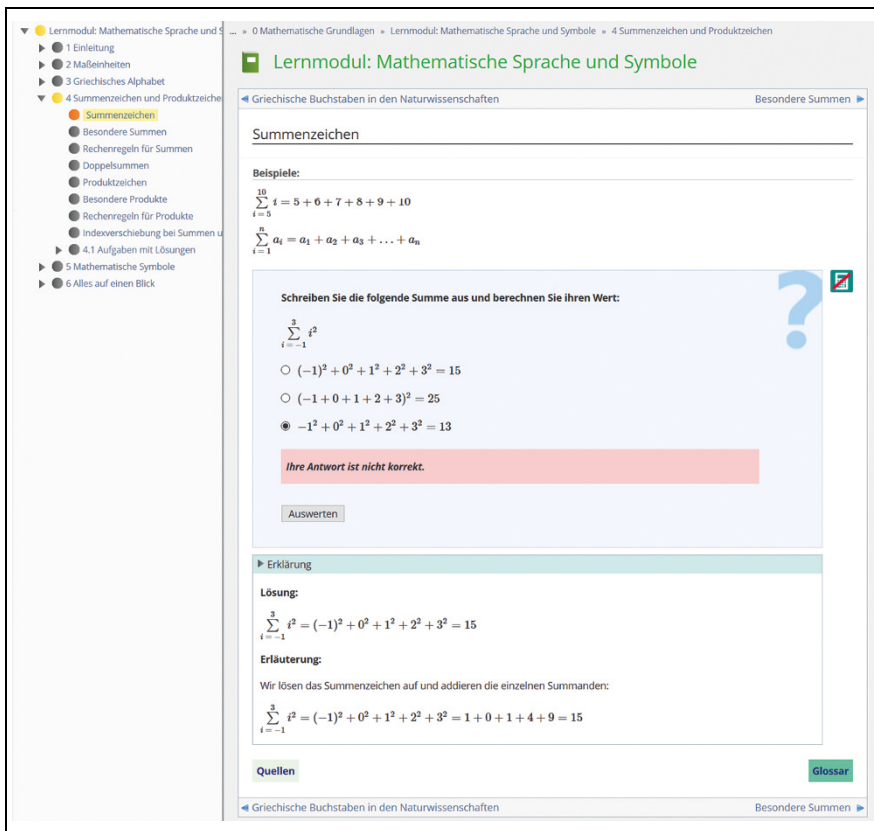


Abbildung 4: Screenshot Lernmodul Mathematische Sprache und Symbole (LoK Mathematische Grundlagen): Beispiel und Übungsaufgabe zur Verwendung des Summenzeichens

Das Feedback auf Test- und Übungsaufgaben im optes-Projekt ist immer nach dem gleichen Schema aufgebaut. Es umfasst die Lösung, also die vom System erwartete Antwort, sowie eine ausführliche Erläuterung, wie diese Antwort erzielt werden kann (siehe auch Kapitel 9 und Kapitel 10).

Aufgaben, die sich direkt auf den Inhaltseiten des Lernmoduls befinden, sind sehr nah am Text und wenig komplex, die Aufmerksamkeit der Lernenden soll nicht zu sehr abgelenkt werden. Bei diesem Aufgabentyp werden die Eingaben der Lernenden auch nicht gespeichert, d. h. beim erneuten Aufruf der Seite wird auch die Aufgabe neu geladen.

Wenn ein Kapitel oder Themengebiet abgeschlossen ist, können Aufgaben mit Lösungen zur weiteren Vertiefung des Gelernten bearbeitet werden (siehe Abbildung 5). Der Schwierigkeits- und Komplexitätsgrad dieser Aufgaben kann etwas höher sein, um die Lernenden direkt auf eventuell noch bestehende Verständnisprobleme hinzuweisen. Bei den Aufgaben mit Lösungen kommen auch Aufgaben mit Praxisbezug zum Einsatz, in diesem Fall die Berechnung von Speicherkapazitäten und der Umgang mit großen Zahlen.

Lernmodul: Mathematische Sprache und Symbole

1 Einleitung

2 Maßeinheiten

- Maßeinheiten
- Dezimalpräfixe
- Maße für Längen
- Maße für Flächen
- Maße für Volumina
- Maße für Massen (Gewichte)
- Maße für Zeiten
- Umrechnen von Zeitangaben
- Maße für Temperaturen
- Umrechnen von Temperaturangaben
- Die physikalische Größe Dichte
- Die physikalische Größe Geschwindigkeit
- Die physikalische Größe Beschleunigung
- Physikalische Einheiten Übersicht

2.1 Aufgaben mit Lösungen

- Aufgabe 1**
- Aufgabe 2
- Aufgabe 3
- Aufgabe 4

3 Griechisches Alphabet

4 Summenzeichen und Produktzeichen

5 Mathematische Symbole

6 Alles auf einen Blick

0 Mathematische Grundlagen

Lernmodul: Mathematische Sprache und Symbole

4 Summenzeichen und Produktzeichen

Lernmodul: Mathematische Sprache und Symbole

Physikalische Einheiten Übersicht

Aufgabe 2

Aufgabe 1

Wie viele Songs im MP3-Format mit jeweils 4 Megabyte kann man auf einer Festplatte mit 1 Terabyte speichern?

Erklärung

Lösung:

Auf einer Festplatte mit 1 TB lassen sich 250 000 Songs mit jeweils 4 MB speichern.

Erläuterung:

Wir berechnen die Anzahl Songs n , indem wir die Festplattenkapazität durch die Größe eines Songs im MP3-Format dividieren:

$$n = \frac{1 \text{ TB}}{4 \text{ MB}} = \frac{10^{12} \text{ B}}{4 \cdot 10^6 \text{ B}} = \frac{10^6 \text{ B}}{4 \text{ B}} = 250\,000$$

Auf einer Festplatte lassen sich 250 000 Songs speichern.

Abbildung 5: Screenshot Lernmodul Mathematische Sprache und Symbole (LoK Mathematische Grundlagen): Aufgabe zum Umgang mit Maßeinheiten

Am Ende jedes Lernmoduls werden die Lernenden auf das passende Training hingewiesen. Das Training zu jedem Lernziel bzw. Lernmodul umfasst 10-15 Aufgaben unterschiedlicher und im Verlauf des Trainings ansteigender Schwierigkeit und Komplexität (siehe Abbildung 6).

The screenshot shows the 'optes' training interface for 'Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen'. The main question is 'Welcher Definitionsbereich gehört zu welcher Funktion?'. The functions and their domains are:

- $f_1(x) = \sqrt{x-2} + 4$ with $D = [2, \infty[$
- $f_2(x) = 4\sqrt{2-x}$ with $D =]-\infty, 2]$
- $f_3(x) = \sqrt{-1-x} + 1$ with $D =]-\infty, -1]$
- $f_4(x) = \sqrt{x+1} - 1$ with $D =]-\infty, 2]$

Available domain options are:

- $D = [-1, \infty[$
- $D =]-\infty, -1]$
- $D =]-\infty, 2]$
- $D = [2, \infty[$

Abbildung 6: Screenshot Training Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen (LoK Funktionen): Zuordnungsfrage

The screenshot shows the feedback for the question. The user's answer is correct. The feedback text is:

Ihre Antwort ist korrekt.

Erläuterung:

Der Radikand, d.h. der Term unter der Wurzel, muss größer oder gleich 0 sein.

Definitionsbereich von f_1 :

$$f_1(x) = \sqrt{x-2} + 4$$

$$x-2 \geq 0$$

$$x \geq 2$$

Der Definitionsbereich von f_1 lautet: $D = [2, \infty[$

Abbildung 7: Screenshot Training Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen (LoK Funktionen): Feedback auf eine Zuordnungsfrage

Auch im Training werden Aufgaben mit Praxisbezug verwendet. Das Training ist als Test angelegt, der immer wieder durchgeführt werden kann. Die vorherigen Testergebnisse werden gespeichert, das Training hat aber keinen Einfluss auf die Erreichung des Lernziels. Wenn die Mehrzahl der Trainingsaufgaben korrekt beantwortet wurde, wird die Bearbeitung des Abschlusstests zur Erreichung des Lernziels empfohlen (siehe auch Kapitel 14).

15.4 Zusatzinformationen

Der optes-Vorkurs richtet sich an angehende Studierende mit lückenhaftem Vorwissen in Mathematik. Ein Problem bei der Definition der Zielgruppe und der Lernziele ist, dass für unterschiedliche Studiengänge auch unterschiedliche mathematische Themen relevant sind. Beispielsweise ist das Nachvollziehen von mathematischen Beweisen und logischen Schlussfolgerungen in den meisten technischen oder wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen nicht erforderlich, in informationstechnischen Studiengängen wird es aber benötigt.

Das Erlernen mathematischer Beweisverfahren ist darum Bestandteil des LoK Logik, der vor allem für Studienanfänger*innen in diesen Fächern konzipiert wurde. Ein grundlegendes Verständnis dafür, warum eine Aussage stimmt, und wie dies bewiesen werden kann, ist aber auch für Studienanfänger*innen anderer Studiengänge hilfreich. Mathematische Beweise, die nicht von allen Lernenden nachvollzogen werden müssen, aber zur Erläuterung beitragen, werden darum auch in anderen Lernmodulen als Zusatzinformationen gekennzeichnet, die nur bei Bedarf aufgerufen werden (über das „Aufklappen“ eines Akkordeons, siehe Abbildung 8).

The screenshot shows a learning module interface. On the left is a sidebar with a tree view of topics:

- ▼ Lernmodul: Rationale Funktionen
 - ▶ 1 Einleitung
 - ▶ 2 Konstante und lineare Funktionen
 - ▼ 3 Quadratische Funktionen
 - ▶ 3.1 Normalform
 - ▼ 3.2 Scheitelpunktform
 - Quadratische Ergänzung (highlighted)
 - Scheitelpunktform
 - Beispiele
 - ▶ 3.3 Faktorform
 - ▶ 3.4 Aufgaben mit Lösungen
 - ▶ 4 Polynomiale Funktionen
 - ▶ 5 Rationale Funktionen
 - ▶ 6 Wurzelfunktionen
 - ▶ 7 Alles auf einen Blick

The main content area displays the following text:

Die Normalform einer quadratischen Funktion lässt sich also in die folgende Form bringen:

$$f(x) = a(x - x_S)^2 + y_S$$

Der Punkt $(x_S | y_S)$ ist für $a > 0$ der tiefste Punkt der Parabel und für $a < 0$ der höchste Punkt der Parabel und wird Scheitelpunkt genannt.

▶ Beweis

Betrachten wir einen x -Wert x_0 rechts oder links des x -Wertes x_S des Scheitelpunkts, so ist der quadratische Term $(x_0 - x_S)^2$ größer als $(x_S - x_S)^2 = 0$.

Ist $a > 0$, so wird der Funktionswert $f(x_0)$ also einen größeren Wert annehmen als der Funktionswert $f(x_S) = y_S$, denn

$$f(x_0) = a(x_0 - x_S)^2 + y_S > y_S$$

Ist $a < 0$, so wird der Funktionswert $f(x_0)$ also einen kleineren Wert annehmen als der Funktionswert $f(x_S) = y_S$, denn

$$f(x_0) = a(x_0 - x_S)^2 + y_S < y_S$$

Der Punkt $(x_S | y_S)$ ist also für $a > 0$ der tiefste Punkt und für $a < 0$ der höchste Punkt der Parabel.

Abbildung 8: Screenshot Lernmodul Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen (LoK Funktionen): Akkordeon mit Zusatzinformation Beweis

Darüber hinaus wurden sämtliche Begriffe und Definitionen, die im optes-Vorkurs behandelt werden, im mathematischen Glossar zusammengefasst (siehe Abbildung 9 und 10). Das heißt, auch wenn ein Lerninhalt übersprungen wurde, können Lernende zu einem späteren Zeitpunkt immer wieder über das Glossar auf diese Information zurückgreifen.

Einschränkend ist zu sagen, dass trotz der relativ großen Freiheit, die die Gestaltung der optes-Lernmaterialien für Lernende (und Lehrende) bietet, nicht für jede*n Studienanfänger*in die perfekte Lernumgebung geschaffen werden kann.

So können sich Lernende mit sehr geringem Vorwissen durch zu viel Content oder zu wenig Führung gerade in E-Learning-Umgebungen überfordert fühlen, während sich zu ausführliche Inhalte negativ auf den Lernerfolg von Lernenden mit sehr gutem Vorwissen auswirken können, da sie nur oberflächlich durch die Inhalte navigieren und dann wichtige Seiten überspringen (Kalyuga et al. 2003; van Gog et al. 2005).

Zu einem gewissen Grad lässt sich das Problem der Heterogenität durch adaptive Tests und daran anknüpfende Lernempfehlungen abbildern (siehe Kapitel 8). Ein weiterer im optes-Projekt erprobter Ansatz sind Betreuungs- und E-Mentoring-Konzepte, die das Bilden von Lerngruppen mit ähnlichem Wissensstand und eine individuelle Beratung ermöglichen (siehe auch Kapitel 18).

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.optes.de>. The page is titled 'Optimierung der Selbststudiumsphase' and features the 'optes' logo. Below the logo, there are navigation links: 'MEIN OPTES', 'EINSTIEG IN OPTES', and 'ZULETZT BESUCHT'. The main heading is 'Mathematische Begriffe' with a search icon and a 'Druckansicht' button. A 'Schnellzugriff' section lists letters from A to Z. Below this is a table of mathematical terms and their definitions.

Term	Definition
abc-Formel	
Abelsche Gruppe	Eine abelsche Gruppe ist eine Gruppe, für die zusätzlich das Kommutativgesetz gilt.
Abschnittsweise definierte Funktion	Definition: Eine abschnittsweise definierte Funktion ist eine Funktion, die aus zwei oder mehreren
Absolutbetrag	Unter dem Absolutbetrag oder Betrag $ a $...
Absolutes Glied	Definition: Gegeben sei eine quadratische Gleichung ...
Achsensymmetrie	Definition: Die Achsensymmetrie ist ein Begriff, der insbesondere in zwei Bereichen vorkommt:
Addition	Definition: Die Addition (lat. addere = hinzufügen) ist der Vorgang des Addierens bzw. Zusammenzählens.
Addition von Brüchen	Bei der Addition und der Subtraktion von Brüchen muss unterschieden werden, ob die Brüche den gleichen Ne...

Abbildung 9: Screenshot Glossar Mathematische Begriffe

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.optes.de>. The page title is 'Begriff: Wissenschaftliche Notation'. The content includes a definition, a list of characteristics, a formula for the notation, and a table of examples.

Wissenschaftliche Notation

Definition:
Die **wissenschaftliche Notation** einer Zahl besteht in einer Darstellung als Produkt aus

- einer Dezimalzahl a mit genau einer Ziffer vor dem Komma, die nicht Null ist, und
- einer Zehnerpotenz 10^b

Zahl in wissenschaftlicher Notation: $a \cdot 10^b$ mit $1 \leq a < 10$

Beispiele:

-0.075	in wissenschaftlicher Notation:	$-7.5 \cdot 10^{-2}$
987 654.321	in wissenschaftlicher Notation:	$9.876\ 543\ 21 \cdot 10^5$
$-12\ 345.67 \cdot 10^3$	in wissenschaftlicher Notation:	$-1.234\ 567 \cdot 10^7$
$0.000567 \cdot 10^{-1}$	in wissenschaftlicher Notation:	$5.67 \cdot 10^{-5}$

Abbildung 10: Screenshot Glossar Mathematische Begriffe – Wissenschaftliche Notation

Literatur

- Berney, S. & Betrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers & Education*, 101, 150–167.
- Bönsch, M. (2014). *Nachhaltiges Lernen durch Üben und Wiederholen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Bruder, R. (2008). Üben mit Konzept. *mathematik lehren*, 147, 4–11.
- Dehling, H., Glasmachers, E., Griese, B., Härterich, J. & Kallweit, M. (2014). MP2 – Ma-the/Plus/Praxis: Strategien zur Vorbeugung gegen Studienabbruch. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 39–56.
- Derr, K. & Hübl, R. (2015). Betreuungskonzepte für Online-Vorkurse in Mathematik: Fachliche und überfachliche Aspekte. In *Tagungsband zum 2. HD-MINT Symposium* (S. 64–69). Verfügbar unter https://www.hd-mint.de/wp-content/uploads/2014/10/END_VERSION_HDMINT_2015_Tagungsband.pdf [10.06.2020].
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Romer, C. (1993). The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review* 100 (3), 363–406.
- GeoGebra. Dynamische Mathematiksoftware. Verfügbar unter <https://www.geogebra.org> [10.06.2020].
- Greefrath, G. & Hammer, C. (2016). Erfolg mit Üben – Üben mit Erfolg. *PM Praxis der Mathematik in der Schule*, 58(67), 2–7.
- Höffler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722–738.

- Johri, A. & Olds, B. M. (2011). Situated Engineering Learning: Bridging Engineering Education Research and the Learning Sciences. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 151–185.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist* 38(1), 23–31.
- Laurillard, D. (2005). Learning Formal Representations through Multimedia. In F. Marton, D. Hounsell & N. J. Entwistle (Hrsg.), *The Experience of Learning: Implications for teaching and studying in higher education* (3. Aufl., S. 172–183). University of Edinburgh: Centre for Teaching, Learning and Assessment.
- Leutner, D., Fischer, H. E., Kauertz, A., Schabram, N. & Fleischer, J. (2008). Instruktionspsychologische und fachdidaktische Aspekte der Qualität von Lernaufgaben und Testaufgaben im Physikunterricht. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen* (S. 168–181). Münster/München/Berlin: Waxmann.
- Lowe, R. & Schnotz, W. (Hrsg.) (2008). *Learning with animation. Research implications for design*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Offer, J. & Bos, B. (2009). The design and application of technology-based courses in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 53(4), 1113–1137.
- Pachman, M., Sweller, J. & Kalyuga, S. (2013). Levels of knowledge and deliberate practice. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(2), 108–119.
- Paik, E. S. & Schraw, G. (2013). Learning with animation and illusions of understanding. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 278–289.
- Persike, M. & Friedrich, J.-D. (2016). *Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. Arbeitspapier 17*. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung.
- Reinmann, G., Schmidt, C. & Marquardt, V. (2019). Förderung des Übens als reflexive Praxis im Hochschulkontext. Hochschul-Didaktische Überlegungen zur Bedeutung des Übens für Brückenkurse in der Mathematik. *Impact Free*. Verfügbar unter https://gabinreinmann.de/wp-content/uploads/2019/04/Impact_Free_21.pdf [10.06.2020].
- Renkl, A. (1991). *Die Bedeutung der Aufgaben- und Rückmeldungsgestaltung für die Leistungsentwicklung im Fach Mathematik*. Dissertation: Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Renkl, A. (2001). Explorative Analysen zur effektiven Nutzung von instruktionalen Erklärungen beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Unterrichtswissenschaft*, 29, 41–63.
- Roos, A., Kiss, C. & Härterich, J. (2014). Brauchen Ingenieure Mathematik? Wie Praxisbezug die Ansichten über das Pflichtfach Mathematik verändert. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & Th. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 389–409). Wiesbaden: Springer.
- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 647–658.
- Schnotz, W. & Rasch, T. (2008). Functions of animations in comprehension and learning. In R. Lowe & W. Schnotz (Hrsg.), *Learning with animation. Research implications for design* (S. 92–113). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Steffens, Y., Schmitt, I. L. & Aßmann, S. (2017). *Mediennutzung an der Hochschule: Über den studentischen Umgang mit Medien*. Verfügbar unter https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/55986/ssoar-2017-steffens_et_al-Mediennutzung_Studierender_uber_den_Umgang.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2017-steffens_et_al-Mediennutzung_Studierender_uber_den_Umgang.pdf [10.06.2020].

- van Gog, T., Ericsson, K. A., Rikers, R. M. J. P. & Paas, F. (2005). Instructional design for advanced learners: Establishing connections between the theoretical frameworks of cognitive load and deliberate practice. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 73–81.
- Wolf, P. & Biehler, R. (2014). Entwicklung und Erprobung anwendungsorientierter Aufgaben für Ingenieurstudienanfänger/innen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 169–190.
- Young, C. Y., Georgiopoulos, M., Hagen, S. C., Geiger, C. L., Dagley-Falls, M. A., Islas, A. L., Ramsey, P. J., Lancey, P. M., Straney, R. A., Forde, D. S. & Bradbury, E. E. (2011). Improving student learning in calculus through applications. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42(5), 591–604.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





16 Überfachliche Lernmodule

Yvonne Fischer

Neben der Darbietung mathematischer Inhalte birgt optes mit dem E-Tutoring, den E-Klausuren, dem Mentoring und weiteren Formaten umfassende Inhalte weit über den rein mathematischen Kontext hinaus. Ein Ergebnis dieser weitergreifenden Arbeiten sind die überfachlichen Lernmodule, die sich mit unterschiedlichen Themen rund um das Lernen und die Gestaltung des eigenen Studienalltags beschäftigen.

Die überfachlichen Lernmodule stellen eine Ergänzung zur Arbeit der E-Mentor*innen dar. Die Inhalte können zwar alle im Selbststudium erarbeitet werden, bieten aber auch vielfältige Gesprächs- und Reflexionsanlässe, um den Austausch zwischen Lernbegleitenden und Studierenden zu bereichern und über den mathematischen Themenkomplex hinaus anzuregen. Studierende, die es vorziehen, keine mentorielle Begleitung in Anspruch zu nehmen, finden in den überfachlichen Lernmodulen hilfreiche Tipps und Hinweise zur Strukturierung ihres selbstständigen Lernens. Somit eignen sich die Lernmodule auch für einen Einsatz an Hochschulen, an denen keine mentorielle Betreuung des Vorkurses vorgesehen ist.

16.1 Lernzieltaxonomien und erstes Konzept

Grundlage für die ersten Überlegungen zum Konzept der überfachlichen Lerninhalte war die Bloomsche Taxonomie kognitiver Lernziele (Bloom 1976). Dieses durch Benjamin Bloom in den 1970er Jahren entwickelte Konzept zur Bewertung und Strukturierung von Lernzielen beruht auf der Annahme, dass ein Zuwachs von Wissen bzw. Fertigkeiten vom Überschaubaren zum Komplexen voranschreitet und sich dabei in sechs aufeinander aufbauende Verständnisstufen kategorisieren lässt (siehe Abbildung 1).

In den ersten Grundüberlegungen zu den überfachlichen Lerninhalten waren die E-Mentor*innen sowohl in begleitender Form als auch in konsumierender Form mitgedacht. So sollten die überfachlichen Lernzielorientierten Kurse (LoK), die zu diesem Zeitpunkt geplant waren, zu einem jeweiligen Themengebiet sowohl Inhalte für Studierende bereithalten als auch, auf einer Art Metaebene, Inhalte für die E-Mentor*innen bieten. Bezogen auf die Bloomsche Taxonomie waren Lernziele der unteren drei Kategorien *Wissen*, *Verstehen* und *Anwenden* für die Studierenden vorgesehen. Der Bereich für die Mentor*innen hätte aus Angeboten zum Erreichen der oberen drei Lernzielkategorien *Analyse*, *Synthese*, und *Evaluation* bestanden.

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

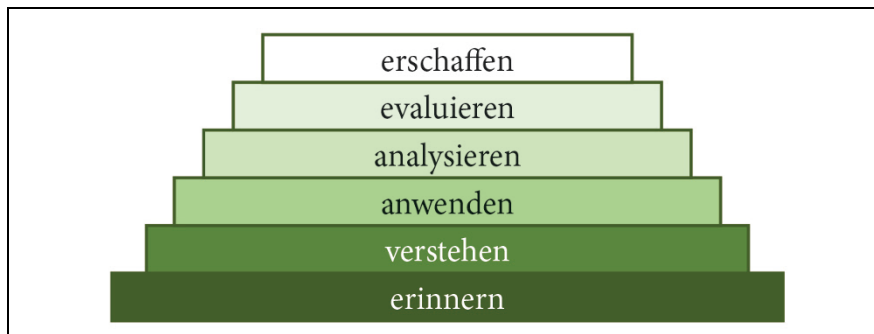


Abbildung 1: Bloomsche Taxonomiestufen

Ergänzend zu den Überlegungen zum theoretischen Rahmen wurde eine Bedarfs- und Bestandsanalyse durchgeführt, um zum einen mögliche Inhalte für die überfachlichen Bereiche aus Studierendenperspektive zu identifizieren, und zum anderen bereits vorhandene Forschungsarbeiten zu sichten, die sich mit der Frage beschäftigen, welche Wissensgebiete Studienanfänger*innen aus der Perspektive von Lehrenden in Ihrer Studierfähigkeit stärken. Als Ergebnis der Analysen konnten zwölf Themenfelder ausgemacht werden, zu denen überfachliche Inhalte sinnvoll erschienen.

Nach Abschluss dieser umfangreichen Vorarbeiten und Bewertung der ersten Arbeitsergebnisse wurde deutlich, dass überfachliche Lernzielorientierte Kurse in einem solchen Umfang und in solcher Tiefe kaum integrierbar in ein Vorkurskonzept gewesen wären. Die daraus resultierende Entscheidung zur Überarbeitung des ersten Konzepts beruhte vor allem auf folgenden Grundgedanken:

- Die mathematischen Inhalte sollten im Vorkurs im Vordergrund stehen und nicht in eine rein auf Umfang basierende Konkurrenz mit den überfachlichen Themen gebracht werden.
- Auch der Schwerpunkt der mentoriellen Betreuung sollte weiterhin auf der Begleitung der Studierenden durch den mathematischen Vorkurs liegen.
- Die überfachlichen Inhalte sollten auch von Hochschulen eingesetzt werden können, die keine ergänzende mentorielle Betreuung anbieten können oder wollen.

16.2 Überarbeitung und Richtungswechsel

Basierend auf den Grundtheorien des ersten Konzepts und den am Ende des letzten Abschnitts genannten Bedarfen wurden die Rahmenbedingungen der überfachlichen Lerninhalte den tatsächlichen Gegebenheiten angepasst, wobei viele der Ergebnisse aus dem Erstkonzept weiterhin Eingang in die finale Ausgestaltung gefunden haben.

Wichtigster Schritt in der Entwicklung ist die Entscheidung weg von einem kombinierten Angebot für Studierende und Betreuende hin zu einem exklusiven Lernangebot für die Studienanfänger*innen. Mit diesem Schritt wurde dem Bedarf von Anwendungsszenarien Rechnung getragen, in denen eine mentorielle Begleitung nicht vorgesehen ist.

Einher mit dieser Entwicklung ging ein Wechsel in der Benennung, bedingt durch veränderte Voraussetzungen in der technischen Umsetzung. Während in der ursprünglichen Variante komplette Lernzielorientierte Kurse notwendig gewesen wären, können die Inhalte nun in einzelnen Lernmodulen dargestellt werden. Diese schlanke Lösung bietet ein Höchstmaß an Usability sowohl auf Seiten der Nutzer*innen als auch für Anwender*innen anderer Hochschulen. Zudem können die überfachlichen Lernmodule in der jetzigen Form auch im späteren Studienverlauf noch sinnvoll eingesetzt werden, etwa um noch einmal Grundlagen des Zeit- und Aufgabenmanagements zur Vorbereitung auf die Schreibphase einer Abschlussarbeit zu wiederholen.

Bedingt durch den Wegfall der Inhalte für die Mentor*innen hat eine Reduktion der Inhalte nicht nur bezüglich des Umfangs und der Tiefe einzelner Themengebiete stattgefunden, sondern auch eine Reduzierung der möglichen Themen an sich. Aus den zunächst zwölf identifizierten Themenbereichen wurden sechs (bzw. sieben) Schwerpunkte. Die anderen Inhalte hätten hauptsächlich relevante Informationen für die Ausgestaltung der mentoriellen Betreuung enthalten, wie etwa einen Kurs zum Thema Beratung und Team oder eine Einführung in die Rolle als Mentor*in. Diese Themen werden nun über die Ausbildung der E-Mentor*innen abgedeckt und/oder in der wissenschaftlichen Begleitung der Tätigkeit aufgegriffen.

Weiterführende Handreichungen und Tipps zur Aufarbeitung der Inhalte aus den überfachlichen Lernmodulen werden den E-Mentor*innen zusätzlich zur Verfügung gestellt.

Die überfachlichen Lernmodule basieren lerntheoretisch weiterhin auf der Struktur der Bloomschen Taxonomie. Den Studierenden werden in den jeweiligen Themengebieten Angebote zum Erwerb von Fähigkeiten und Kompetenzen im Rahmen der ersten drei Erfahrungsstufen *Wissen*, *Verstehen* und *Anwenden* gemacht. Lediglich ist im Zugang zu den zu vermittelnden Kompetenzen ein Richtungswechsel vollzogen worden: Um die Studierenden in ihrem konkreten Kontext und Studienalltag abzuholen, beginnen die überfachlichen Lernmodule stets mit einem konkreten Problem und dem (praktischen) Anwenden von Lösungsstrategien, bevor der theoretische Hintergrund nachgeliefert wird.

16.3 Themen und konkrete Umsetzung

Den Studienanfänger*innen stehen sechs überfachliche Lernmodule zu folgenden Themenfeldern zur Verfügung:

- Zeitmanagement (u.a. Zeitpläne, Smarte Ziele)
- Aufgabenmanagement (u.a. Priorisierung, Aufgabenplanung)
- Stressmanagement (u.a. Stressauslöser erkennen, Umgang mit Neuem)
- Selbstmotivation (u.a. Motivationsarten, Motivatoren)
- Kommunikation (u.a. Online-Kommunikation, Konkretisieren von Fragen)
- Lernprozessgestaltung (u.a. Lernplanerstellung, Lerntypen)

Die Lernmodule sind im Aufbau gleich und folgen stets einer identischen Strategie zur Wissensvermittlung.

Als Einstieg dient jeweils ein konkretes Beispiel/Problem aus dem Studienalltag, etwa die Schwierigkeit, verschiedene Verpflichtungen (Studium, Nebenjob, Familie, Freunde, Ehrenamt etc.) miteinander zu koordinieren. Dem Problemauftritt folgt eine Lösungsempfehlung, die teilweise in kleinen Übungen direkt umgesetzt werden kann. Hierbei wurde Wert darauf gelegt, dass es sich um Übungen handelt, die sehr individuell sind, also nicht im klassischen Sinn richtig oder falsch gelöst werden können. Zum einen können sich aus dem Abgleich individueller Lösungen Gesprächsanlässe für das E-Mentoring ergeben. Zum anderen können die Aufgaben aber auch alle im Selbststudium bearbeitet werden und geben den Studierenden im Idealfall bereits durch die Bearbeitung neue Impulse.

Nach diesem praktischen Einstieg werden in loser Reihenfolge niedrigschwellige theoretische Fakten und weitere Anwendungstipps präsentiert. Insgesamt wird in den überfachlichen Lernmodulen auf ausladende Theorieblöcke verzichtet. Das praktische Anwenden und Selbstlernen stehen klar im Fokus.

16.4 Verknüpfung mit den (mathematischen) Inhalten

Die sechs überfachlichen Lernmodule werden aus den mathematischen LoKs heraus adressiert und sind eingebettet in eine Vielzahl von nicht-mathematischen Hinweisen, die sich in den fachspezifischen Inhalten finden.

Auch hier wurde Wert darauf gelegt, die Verweise nicht ohne Kontext zu platzieren, sondern die Verlinkung in einen für die Studierenden anschlussfähigen Rahmen einzubetten, wie etwa die Frage danach, ob die Studierenden bereits einen Lernplan für das folgende mathematische Lernziel erstellt haben, verbunden mit dem Link zur entsprechenden Stelle im Lernmodul. Zudem gibt es Verweise, die die Inhalte der überfachlichen Lernmodule in Bezug zum Mentoring setzen. Ein Beispiel dafür ist der Hinweis auf das Modul *Kommunikation*, in dem die Studierenden u.a. Tipps bekommen, wie sie (mathematische) Fragen spezifisch und möglichst konkret formulieren. Dieser Hinweistyp ist häufig gekoppelt an einen zweiten Verweis auf ein Forum, in dem sich Studierende untereinander, aber auch mit E-Mentor*innen austauschen können.

Es wurde darauf geachtet, dass die Verweise auf die einzelnen überfachlichen Themen abwechslungsreich geschrieben sind, um Wiederholungen möglichst zu

vermeiden. Neben den Verlinkungen gibt es zusätzlich an einigen Stellen rein textbasierte Hinweise, die noch einmal auf die Möglichkeit deuten, sich jederzeit an eine Lernbegleitung zu wenden, oder aber kleinere Anregungen beinhalten, um den Lernprozess zu erleichtern. Zudem gibt es Hinweise, die darauf abzielen, die Studienanfänger*innen zur Nutzung des E-Portfolios zu ermuntern, insofern dieses Teil der Lernbegleitung ist.

Eine Verlinkung in die andere Richtung, also aus den überfachlichen Lernmodulen in die mathematischen LoKs, ist nicht angedacht, da die überfachlichen Inhalte übergreifend zu jeder Zeit des Lernprozesses ihre Geltung haben und Anwendung finden können. Durch Verknüpfungen zu einzelnen fachlichen Teilen hätte der Eindruck entstehen können, dass überfachliche Inhalte lediglich für einzelne mathematische Bereiche gelten.

Die Verlinkungen von der Mathematik in die überfachlichen Themen sind nicht automatisch Bestandteil der Mathematik-LoKs. Auch hier wurde darauf geachtet, möglichst die Bedarfe aller Anwender*innen an den unterschiedlichen Hochschulen im Blick zu haben. Ein sogenanntes Verlinkungskonzept, das alle Informationen zur Erstellung der unterschiedlichen Verknüpfungen und entsprechende Vorlagen enthält, wird gemeinsam mit den überfachlichen Lernmodulen ausgegeben. So können unterschiedliche Anwendungsszenarien adressiert werden.

Tabelle 1: Übersicht über unterschiedliche Nutzungsszenarien

	Mathematische LoK	Überfachliche LoK	Begleitung durch E-Mentor*innen	Nutzung von Forum und/oder Chat	Nutzung des E-Portfolios
Szenario 1	x	-	-	-	-
Szenario 2	x	x	-	-	-
Szenario 3	x	x	x	-	-
Szenario 4	x	x	x	x	-
Szenario 5	x	x	x	x	x

Ergänzend zu den sechs überfachlichen Lernmodulen, die sozusagen eine Basisversion des Angebots darstellen, kann ein siebtes Lernmodul für die Studierenden bereitgestellt werden. Dieses Lernmodul mit dem Titel „Übergang Schule – Hochschule“ ist dazu konzipiert, den Studierenden spezifische Informationen zum Start an der eigenen Hochschule zu geben, und wird daher als ein Template geliefert, welches dann mit individuellen Inhalten gefüllt werden kann.

Als zweite Variante können Inhalte, die für den Studienstart oder die Orientierung an der Hochschule relevant sind, auch in den „Studyguide“ integriert werden, der ebenfalls Teil des überfachlichen Angebots ist.

Literatur

Bloom, B. (1976). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Basel und Weinheim: Beltz.

Weiterführende Literatur

Frank, A. (2013). Neue Studienstruktur – alte Probleme: Aktuelle Lösungsansätze der Universität Bielefeld zur Verbesserung der Studieneingangsphase. In J. Asdonk, S. Kuhnen & P. Bornkessel (Hrsg.), *Von der Schule zur Hochschule. Analysen, Konzeptionen und Gestaltungsperspektiven des Übergangs* (S. 244–253). Münster: Waxmann.

Frankenberger, R. (2013). *Kritische Übergänge – Theoretische Überlegungen und empirische Befunde zur Frage der Studierbarkeit*. Verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:21-opus-70738> [20.05.2020].

Köller, O. (2013). Abitur und Studierfähigkeit. In J. Asdonk, S. Kuhnen & P. Bornkessel (Hrsg.), *Von der Schule zur Hochschule. Analysen, Konzeptionen und Gestaltungsperspektiven des Übergangs* (S. 25 – 49). Münster: Waxmann.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/ die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





17 Gestaltungselemente und Usability

Katja Derr, Edith Mechelke-Schwede

Bei der Gestaltung digitaler (Lern-)Umgebungen spielt die Nutzbarkeit oder Usability eine entscheidende Rolle. Das Design der Oberfläche (des Frontend) ermöglicht es Nutzer*innen, eine Software zu bedienen oder auf einer Website zu navigieren. In ihrer optischen Gestaltung spiegelt sich die interne Struktur einer Software oder Website, und eine geringe Usability wird zu Recht den Eindruck vermitteln, dass ein Programm konzeptionell nicht durchdacht ist.

Schlechte Bedienbarkeit und daraus resultierender Orientierungsverlust kann schnell zu Frustration führen – und in webbasierten Lernumgebungen zum Abbruch der Lernhandlungen (Duckwitz und Leuenhagen 2004). Wenn Lernende wichtige Informationen nicht finden, oder eine „Betriebsanleitung“ benötigen, um sich zurechtzufinden, wirkt sich das erheblich auf die Akzeptanz der Lernplattform insgesamt aus. Evaluationsanalysen haben hohe Korrelationen zwischen der Zustimmung zur Usability und der Zustimmung zum gesamten Projekt gezeigt, dies gilt für Lernsoftware (Granić und Ćukušić 2011) ebenso wie für professionelle Unternehmenssoftware (Scholtz, Mahmud und Ramayah 2016).

Laut DIN-Norm ISO 9241-11 bezeichnet Usability „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“. In der Literatur wird mittlerweile häufiger von User Experience gesprochen, um das komplexe Zusammenspiel zwischen Nutzer*in, Inhalt und digitaler Umgebung zu beschreiben (z. B. Marcus 2013). In diesem Kapitel wird der Fokus vor allem auf den Gestaltungselementen liegen, die zur besseren Orientierung im opes-Vorkurs beitragen.

Da der Nutzungskontext von Websites sich stark unterscheidet, wird Usability immer zweckbezogen betrachtet (Gizycki 2002, S. 2). So wird es auf Unterhaltungsseiten meist akzeptiert, dass viele Bildelemente die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. In webbasierten Lernumgebungen hingegen werden Ablenkungen und Abschweifungen als störend empfunden. Nielsen konnte zeigen, dass Jugendliche und junge Erwachsene durchaus zwischen Internet- und Computernutzung in der Freizeit und im Schul- bzw. Hochschulkontext unterscheiden. Mit zunehmendem Alter der Lernenden sank außerdem die Akzeptanz von unruhigen und unübersichtlichen Websites. Spätestens von einer universitären Lernumgebung erwarten Lernende sachliche und übersichtlich aufbereitete Informationen (Nielsen 2010).

Natürlich ist die Beobachtung, dass sich Gestaltung auf (E-)Lernprozesse auswirken kann, nicht neu. Niensens Usability Prinzipien (1994) oder die Vorschläge für didaktische Designs von Reeves (1994) stammen aus den 1990er Jahren und

werden auch 20 Jahre später noch zitiert (z. B. Clark und Mayer 2011; Lera et al. 2013). Ein Problem ist, dass die Umsetzung dieser Regeln angesichts der ständigen technischen Weiterentwicklungen permanent überprüft und angepasst werden muss. Lernumgebungen wie ILIAS werden stetig erweitert und immer mächtiger und damit komplexer.

Auch im optes-Projekt wurden solche Features eingesetzt, beispielsweise der LoK (siehe Kapitel 14). Andere wurden zusätzlich entwickelt bzw. extern beauftragt, wie die Fähigkeitsmatrix (Kapitel 6) oder ein Plug-in für Adaptive Trainings (Kapitel 8). Auch für die Einbindung mathematischer Lerninhalte war es notwendig, zusätzliche Plug-ins entwickeln zu lassen (siehe Kapitel 10 und Kapitel 15). Dementsprechend groß ist die Herausforderung, die umfangreichen Lernmaterialien intuitiv und niederschwellig nutzbar zu machen.

Generell wurde im optes-Projekt im Sinne der besseren Disseminierbarkeit an andere Hochschulen darauf geachtet, dass alle Materialien und Plug-ins auf einer Standard-Installation installiert werden können. Das gilt auch für das Erscheinungsbild: Die importierten Lernmaterialien lassen sich mit dem schon bestehenden Design einer ILIAS-Installation zusammenführen.

Für die Lernmodule wurde ein Style entwickelt, der nach Import der optes-Lernmodule aktiviert werden muss (Lernmodule: Standard). So ist die saubere Darstellung der Texte, Definitionen und Formeln gewährleistet. Darüber hinaus wurden diverse Icons für die Gestaltung der optes-Lernmaterialien entwickelt. Sie werden automatisch mitimportiert (ab ILIAS 5.4) und können dann farblich an den jeweiligen Hochschul-Style angepasst werden.

17.1 Einstieg

Die optes-Materialien werden an verschiedenen Hochschulen in unterschiedlichen Vorkurs-Szenarien eingebunden. Dementsprechend unterschiedlich sind die Einstiegs- und Informationsseiten gestaltet. Es bietet sich aber natürlich an, eine Übersicht über den Ablauf und über die Lerninhalte des Kurses zu geben. Abbildung 1 und 2 zeigen beispielhaft den Einstieg in die Studienvorbereitung Mathematik an der DHBW Mannheim.¹

Neben allgemeinen Informationen zu Ablauf und Kursterminen wird im offenen Bereich der ILIAS-Plattform auch über den Sinn und Zweck des Vorkurses informiert. Durch Klick auf „Warum ein Mathematik-Vorkurs?“ können sich angehende Studierende über die Rolle der Grundlagemathematik für ihr Studium informieren. Hier werden auch Auswertungen von Evaluationen früherer Jahrgänge sowie Befragungen von Studierenden zusammengefasst, um schon mal einen ersten Bezug zum Studium herzustellen.

¹ <https://studienstart.dhbw-mannheim.de> [10.06.2020].

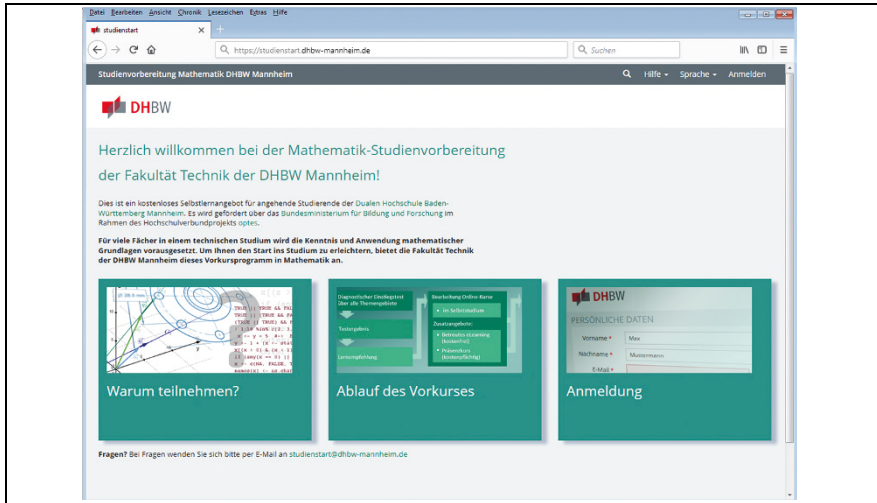


Abbildung 1: Einstieg: Übersichtsseiten DHBW Mannheim

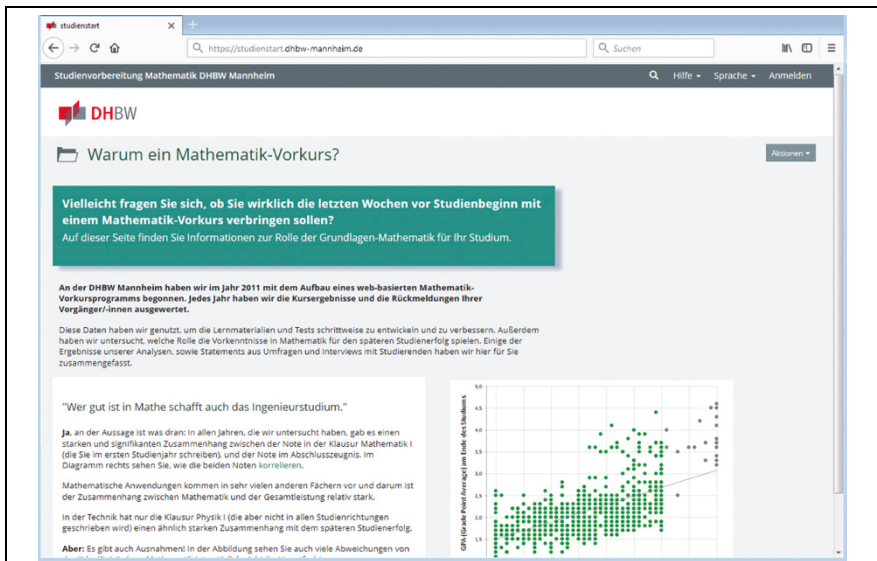


Abbildung 2: Einstieg: „Warum ein Mathematik-Vorkurs?“

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.optes.de>. The page title is "Optimierung der Selbststudiumsphase". The main header features the "optes" logo and navigation links: "MEIN OPTES", "EINSTIEG IN OPTES", and "ZULETZT BESUCHT". Below the header, the course title "4 Funktionen" is displayed with a sub-theme: "Themen: Eigenschaften von Funktionen | Rationale Funktionen | Umkehrfunktionen | Exponential- und Logarithmusfunktionen". A blue button labeled "Aktionen" is visible in the top right corner.

The main content area starts with a welcome message: "Willkommen im Kurs '4 Funktionen'". Below this, a section titled "Kursinformationen finden Sie hier" contains the following text: "Dieser Kurs dient zur Auffrischung Ihrer Kenntnisse über das Erstellen und Arbeiten mit Funktionen. Sollten Sie in diesem Lernmodul auf mathematische Ausdrücke / Formulierungen treffen, die Ihnen unbekannt sind, empfehlen wir Ihnen die Bearbeitung des Kurses '0 Mathematische Grundlagen'".

A grid of course modules is shown below, each with an icon and a number:

- 9 Mathematische Grundlagen
- 1 Arithmetik
- 2 Gleichungen und Ungleichungen
- Lineare Algebra
- lim Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit
- 3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- 4 Funktionen (highlighted in dark green)
- Differential- und Integralrechnung
- Logik
- 5 Geometrie
- 6 Trigonometrie
- 7 Statistk

At the bottom, a note states: "Der Kurs '4 Funktionen' ist für eine Bearbeitungszeit von 10 bis 12 Stunden ausgelegt. Dies ist allerdings nur ein Richtwert. Je nach Vorwissen und individuellem Tempo kann es natürlich sein, dass Sie mehr oder deutlich weniger Zeit benötigen. Ein entsprechender **Zeitplan** kann Ihnen zur Planung ihrer individuellen Lernzeit behilflich sein.)"

Abbildung 3: Einstieg in den Lernzielorientierten Kurs: Kursinformationen LoK Funktionen

Im Sinne eines Advance Organizer (Krause und Stark 2006) enthält auch der Einstieg in jeden Lernzielorientierten Kurs (LoK) eine Informationsseite, die den Ablauf und die Lernziele des Kurses beschreibt. Sie kann über ein aufklappbares Akkordeon jederzeit abgerufen oder „zusammengeklappt“ werden (Abbildung 3). Auf der Einstiegsseite des Kurses werden außerdem die Lernmaterialien des Kurses nach Lernzielen geordnet dargestellt (siehe auch Kapitel 14).

Nach Klick auf das zum Lernziel gehörige Lernmodul kommen die Lernenden auf die Einstiegsseite des Lernmoduls. Eine repräsentative Abbildung und ein kurzer Einleitungstext zeigen auf, worum es im Lernmodul geht. In einem grafisch abgesetzten Kasten werden die Kenntnisse und Fertigkeiten aufgelistet, die die Lernenden nach Bearbeitung des Lernmoduls erworben haben. Abbildung 4 zeigt die Einstiegsseite des Lernmoduls Stereometrie im LoK Geometrie.

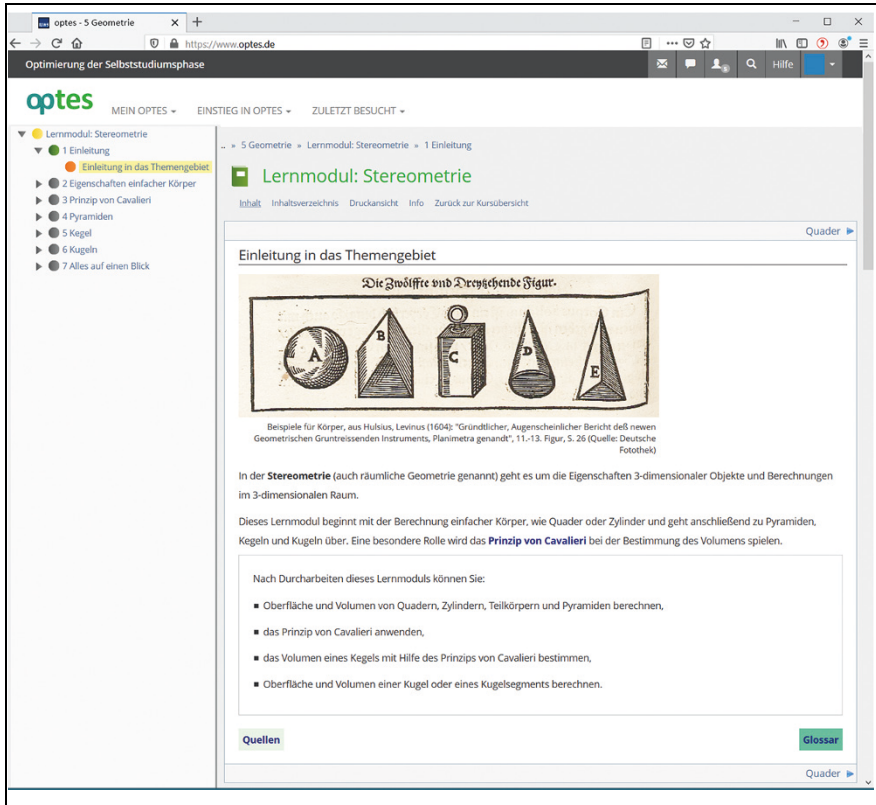


Abbildung 4: Einstiegsseite Lernmodul: Einleitung in das Themengebiet Stereometrie (LoK Geometrie)

17.2 Navigation und Orientierung

Das didaktische Konzept von optes beinhaltet eine Nutzerführung über Diagnostische Tests und darauf basierende Lernempfehlungen. Es ist aber durchaus denkbar, dass einmal zusätzliche Inhalte nachgeschlagen werden müssen oder dass Teilnehmer*innen Themengebiete bearbeiten möchten, für die sie keine Lernempfehlung erhalten haben. Darum sollte es jederzeit möglich sein, sich einen Überblick über die Lerninhalte zu verschaffen und zwischen den Materialien zu navigieren. Damit das ohne Orientierungsverluste gelingen kann, sind alle LoKs und in den LoKs alle Lernmodule nach dem gleichen Schema aufgebaut. Über eine intuitive Nutzerführung wissen die Lernenden jederzeit, wo sie sich gerade im Lernmodul befinden.

Abbildung 5 zeigt den schematischen Aufbau einer typischen Lernmodulseite. Über die Breadcrumb-Navigation können die Lernenden jederzeit zur Übersichtsseite des Lernzielorientierten Kurses zurückkehren. Über Pfeiltasten über bzw. unter dem Text kann zur nächsten/vorherigen Seite geblättert werden.

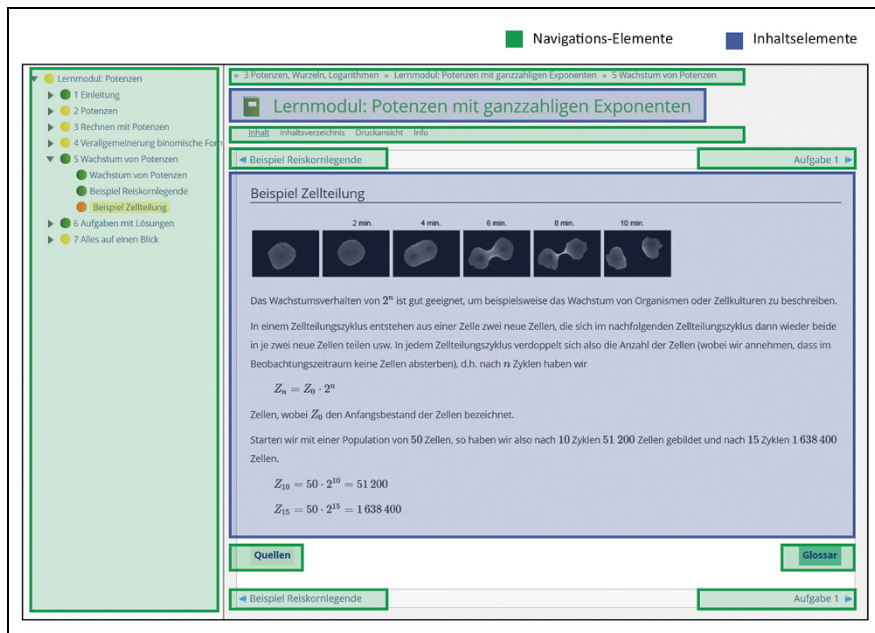







Abbildung 5: Aufbau einer Lernmodulseite: Navigations- und Inhaltselemente

Die Kapitel, Unterkapitel und Seiten sind über die Inhaltsübersicht jederzeit erreichbar. Die Kapitel lassen sich auf- und zuklappen. Damit die Lernenden sehen können, welche Seiten sie schon bearbeitet haben, wird in der Inhaltsübersicht über farbige Auszeichnungen der Lernfortschritt angezeigt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über Icons der Lernfortschrittsanzeige

-  bearbeitet
-  in Bearbeitung
-  wird aktuell bearbeitet
-  noch nicht begonnen
-  nicht erfolgreich bearbeitet

Die Lerninhalte werden nach dem Einstieg in das Themengebiet analog zu einem Lehrbuch aufeinander aufbauend erläutert. Inhalte oder Begriffe, die im Lernmodul nicht explizit erläutert oder vorausgesetzt werden, sind mit dem Glossar verlinkt. Falls darüber hinaus ein Begriff nicht bekannt ist, kann über den Button „Glossar“ jederzeit der Link auf das gesamte mathematische Glossar geöffnet werden. Dieser Button befindet sich auf jeder Lernmodulseite rechts unten.

Am Ende des Lernmoduls erfolgt auf der Seite „Alles auf einen Blick“ eine Übersicht über die Kernthemen, die im Lernmodul behandelt wurden (Abbildung 6). Auf der letzten Seite jedes Lernmoduls („Zusammenfassung“, siehe Abbildung 7) werden die Lernziele von der Einstiegseite nochmals wiederholt. Beide Seiten dienen zur Rekapitulation und zur Vergegenwärtigung, was gelernt (oder noch nicht gelernt) wurde.

Auf der letzten Lernmodulseite wird außerdem auf das zum Lernmodul gehörige Training verwiesen. Mit der Bearbeitung des Trainings wird im Sinne einer Selbstevaluation bzw. Monitoring (Winne 2004) der Lernprozess für dieses Lernziel abgeschlossen.

Übersicht

Sie sind nun am Ende dieses Lernabschnittes angekommen und erhalten im Folgenden eine Übersicht über die soeben erarbeiteten Themengebiete:

- Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen**
- Wurzelfunktionen:** Definition, Beispiele
- Konstante Funktionen:** Definition, Beispiel
- Rationale Funktionen:** Definitionsbereich, Definitionslücken, gleiche Funktion mit unterschiedlicher Beschreibung
- Lineare Funktionen:** Definition, 2-Punkte-Form, Punkt-Steigungsform
- Polynomiale Funktionen:** Normalform, Faktorform
- Quadratische Funktionen:** Normalparabel, Normalform, Scheitelpunktform, Faktorform

Quellen **Glossar**

◀ Aufgabe 2 Zusammenfassung ▶

Abbildung 6: Screenshot Lernmodul Rationale und Wurzelfunktionen – Übersicht

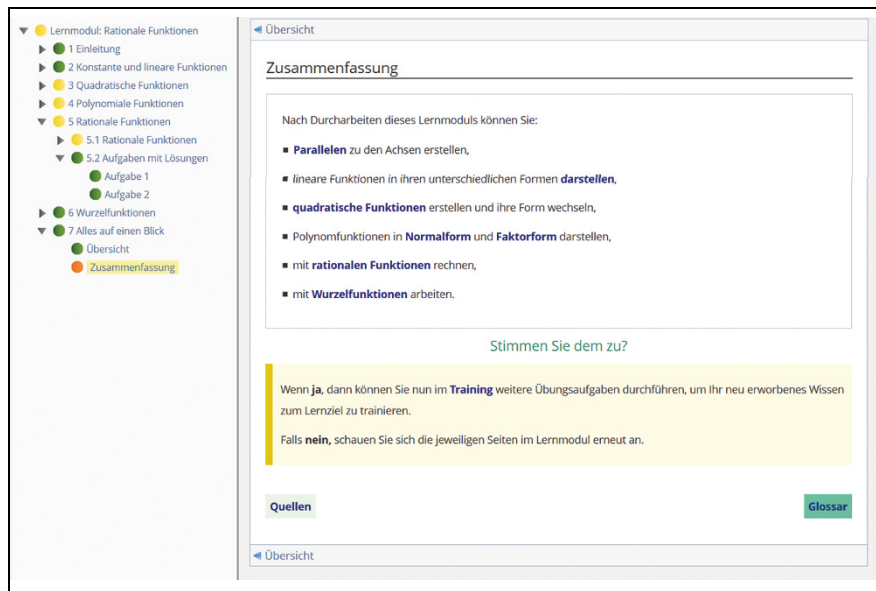


Abbildung 7: Screenshot Lernmodul Rationale und Wurzelfunktionen – Zusammenfassung

17.3 Grafische Elemente und Icons

Normaler Fließtext in optes-Lernmodulen oder -Aufgaben wird als Standard-Text schwarz auf weißem Hintergrund gesetzt. Alle Zahlen und Formeln, auch einzelne Zahlen im Fließtext, werden in LaTeX gesetzt, ebenso griechische Buchstaben oder physikalische Einheiten. Dies gewährleistet ein einheitliches Erscheinungsbild und die korrekte Darstellung von Zahlen und Einheiten.

Für die übersichtliche Gestaltung der Lernmodulseiten wurde mit wiederkehrenden grafischen Elementen gearbeitet, die sich vom Fließtext abheben und optisch gut unterscheidbar sind (vergleiche auch Abbildung 8):

- Mathematische Definitionen, Sätze und Rechenregeln werden durch einen hellgrünen Block und die Überschrift „Definition:“ (bzw. „Satz:“) gekennzeichnet.
- Hinweise und Anmerkungen befinden sich in einem gelben Block mit der Überschrift „Merke:“.
- Beispielrechnungen oder Anwendungsbeispiele werden durch die Überschrift „Beispiel:“ (dunkelgraue Überschrift über grauer Linie) vom Text abgehoben.

- ▼ Lernmodul: Rationale Funktionen
 - ▶ 1 Einleitung
 - ▶ 2 Konstante und lineare Funktionen
 - ▼ 3 Quadratische Funktionen
 - 3.1 Normalform
 - **Definition einer quadratischen Funktion**
 - Normalparabel
 - ▶ 3.2 Scheitelpunktform
 - ▶ 3.3 Faktorform
 - ▶ 3.4 Aufgaben mit Lösungen
 - ▶ 4 Polynomiale Funktionen
 - ▶ 5 Rationale Funktionen
 - ▶ 6 Wurzelfunktionen
 - ▶ 7 Alles auf einen Blick

Definition:

Eine Funktion der Form

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \mapsto ax^2 + bx + c$$

oder $f(x) = ax^2 + bx + c$

mit Konstanten $a, b, c \in \mathbb{R}, a \neq 0$ nennen wir eine **quadratische Funktion**.

Merke:

Die Darstellung

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

nennen wir die **Normalform** der quadratischen Funktion.

Beispiele:

$y = 0$ beschreibt die x -Achse

$g(x) = 2$ beschreibt eine Parallele zur x -Achse durch den Punkt $(0|2)$

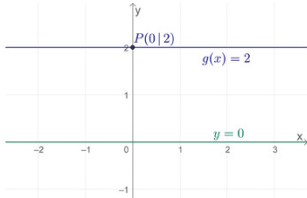


















Abbildung 8: Screenshot Lernmodul Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen (LoK Funktionen): Inhaltsseite mit Definition, Merke-Block und Beispiel

Zur leichteren Orientierung auf der Lernplattform und zur besseren Wiedererkennung der Inhalte wurden für optes verschiedene Icons entwickelt, beispielsweise für die Themengebiete der mathematischen Kurse oder den Diagnostischen Einstiegstest bzw. Abschlusstest. In den Lernmodulen wird den Lernenden außerdem anhand eines Icons angezeigt, ob sie eine Aufgabe mit oder ohne Taschenrechner bearbeiten sollten (siehe Tabelle 2).

Im Text werden außerdem Begriffe verlinkt – entweder intern auf andere Lernmodulseiten oder innerhalb von ILIAS auf das Glossar oder auf eine externe Website. Für diese drei Fälle wurden unterschiedliche Hervorhebungsfarben definiert (siehe Tabelle 3).









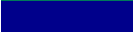






Tabelle 2: Für optes entwickelte Icons (Design: Carolin Wanner)

Einstiegs- / Abschlusstest		
 Diagnostischer Einstiegstest (A)	 Abschlusstest (E)	
Kurs-Icons		
 Mathematische Grundlagen	 Arithmetik	 Gleichungen
 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	 Funktionen	 Geometrie
 Trigonometrie	 Lineare Algebra	 Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit
 Differential und Integralrechnung	 Logik	 Statistik
Taschenrechner Icon		
 Taschenrechner „erlaubt“	 Ohne Taschenrechner bearbeiten	

Auch die in optes eingebundenen Grafiken und Animationen orientieren sich an einem Farbschema. Damit die Autor*innen dieser Grafiken eine gewisse Freiheit bei der Gestaltung haben, wurden acht Farbwerte zur Darstellung von Linien, Graphen oder Beschriftungen vorgegeben (siehe Tabelle 3).

Die in diesem Kapitel vorgestellten Gestaltungselemente können nur einen Eindruck vermitteln, wie wichtig die Formulierung und Einhaltung von verbindlichen Gestaltungsregeln für die Usability einer Mathematik-Lernumgebung sind. Dies gilt insbesondere in größeren Projekten wie optes mit mehreren Teams. Damit alle optes-Autor*innen über diese Regeln informiert sind, wurde eine umfangreiche und verbindliche Handreichung erstellt, die auch auf der optes-Plattform einsehbar ist (Derr, Mechelke-Schwede und Weigel 2019).

Tabelle 3: Farben in optes-Lernmaterialien

	hex	rgb	Farbmuster Linie	Farbmuster Fläche
Optes-Logo helles Grün	#3AAA35	58,170,53	Text ---+--	
Optes-Logo dunkles Grün	#2D8E86	45,142,134	Text ---+--	
Hervorhebungen im Text				
Link auf Glossarbegriff (intern)	#007959	0,121,89	Text ---+--	
Link auf Seite oder Kapitel (intern)	#00008B	0,0,139	Text ---+--	
Link auf externe Seite (extern)	#660000	102,0,0	Text ---+--	
Erste Hervorhebung im Text	#FF8C00	255,140,0	Text ---+--	
Zweite Hervorhebung im Text	#CD853F	205,133,63	Text ---+--	
Farben in Grafiken und Applets				
Farbe 1	#007959	0,121,89	Text ---+--	
Farbe 2	#00008B	0,0,139	Text ---+--	
Farbe 3	#660000	102,0,0	Text ---+--	
Farbe 4	#FA4D14	250,77,20	Text ---+--	
Farbe 5	#A0229B	160,34,155	Text ---+--	
Farbe 6	#73AD54	115,173,84	Text ---+--	
Farbe 7	#64A1EB	100,161,235	Text ---+--	
Farbe 8	#B08963	176,137,99	Text ---+--	

Literatur

- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction. Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (3. Aufl.). San Francisco: Pfeiffer.
- Derr, K., Mechelke-Schwede, E. & Weigel, M. (2019). *Handreichung Lernmodule, Tests und Fragenpools*. TP 3 Formatives eAssessment & Propädeutika.
- DIN Norm. *Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts*. ISO 9241-11:2018.
- Duckwitz, A. & Leuenhagen, M. (2004). Usability und E-Learning. Rezeptionsforschung für die Praxis. In D. Carstensen & B. Barrios (Hrsg.), *Campus 2004. Kommen die digitalen Medien an den Hochschulen in die Jahre?* (Medien in der Wissenschaft, Bd. 29, S. 36–45). Münster: Waxmann.
- Gizycki, V. von. (2002). Usability – nutzerfreundliches Web-Design. In M. Beier & V. von Gizycki (Hrsg.), *Usability. Nutzerfreundliches Web-Design* (S. 1–18). Berlin: Springer.
- Granić, A. & Ćukušić, M. (2011). Usability Testing and Expert Inspections Complemented by Educational Evaluation. A Case Study of an e-Learning Platform. *Educational Technology & Society*, 14(2), 107–123.

- Krause, U.-M. & Stark, R. (2006). Vorwissen aktivieren. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 38–49). Göttingen: Hogrefe.
- Lera, E. de, Almirall, M., Valverde, L. & Gisbert, M. (2013). Improving User Experience in e-Learning, the Case of the Open University of Catalonia. In A. Marcus (Hrsg.), *Design, User Experience, and Usability. Health, Learning, Playing, Cultural, and Cross-Cultural User Experience* (S. 180–188). Berlin: Springer.
- Marcus, A. (Hrsg.) (2013). *Design, User Experience, and Usability. Health, Learning, Playing, Cultural, and Cross-Cultural User Experience*. Berlin: Springer.
- Nielsen, J. (1994). Heuristic Evaluation. In J. Nielsen & R. L. Mack (Hrsg.), *Usability Inspection Methods* (S. 25–64). New York: Wiley.
- Nielsen, J. (2010). College Students on the Web. Verfügbar unter <https://www.nngroup.com/articles/college-students-on-the-web/> [12.06.2020].
- Reeves, T. C. (1994). Evaluating what really matters in computer-based education. In M. Wild & D. Kirkpatrick (Hrsg.), *Computer education: New Perspectives* (S. 219–246). Perth: Mastec.
- Scholtz, B., Mahmud, I. & Ramayah, T. (2016). Does usability matter? An analysis of the impact of usability on technology acceptance in ERP settings. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, (11), 309–330.
- Winne, P. H. (2004). Students' calibration of knowledge and learning processes: Implications for designing powerful software learning environments. *International Journal of Educational Research*, 41(6), 466–488.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



Teil IV: Persönliche Lernprozessbegleitung zum Selbststudium

Das digitale begleitete Selbststudium vermittelt in seinem Titel eine hochgradig selbstorganisierte und autonome Lernform. Das Konzept von digital aufbereiteten Lerninhalten lässt vermuten, dass Lernende den Zugriff auf Lerninhalte selbstständig und – wie im Konzept vorgesehen – zeit- und ortsunabhängig wählen. Diese hohe Flexibilisierung der Lerninhaltsvermittlung und der Lernorte unter Medieneinsatz steht jedoch oft im Gegensatz zu den Bedürfnissen der Lernenden. Je nach Lerntyp benötigen Studierende eine engere oder auch weniger eng gefasste Begleitung ihrer Lernprozesse. Vor diesem Hintergrund bietet es sich an, bei einem flexiblen digitalen Selbststudium verschiedene Varianten der Lernprozessbegleitung anzubieten – von völlig selbstständiger hin zu enger persönlicher Lernprozessgestaltung. Der persönliche Einsatz bei der Lernprozessbegleitung kann beispielsweise in Form von Ansprechpersonen oder aber auch über die didaktische Gestaltung der Lernprozesse erfolgen.

Die kommenden Beiträge in Teil IV konkretisieren die genannten Ansätze der persönlichen Lernprozessgestaltung. In Kapitel 18 wird ein Mentoring-Konzept und dessen Realisation vorgestellt, das eine Begleitung von Studierenden durch Studierende vorsieht. Ähnliches wird in Kapitel 19 angeführt, jedoch mit dem Schwerpunkt auf Unterstützung von Lehrenden durch Studierende (Tutoring). Eine weitere Form der Gestaltung von Lernprozessen stellt die Verzahnung von Präsenz- und Online-Veranstaltungen dar, in welchen eine Lehrperson die Lernprozesse auch in Präsenz begleitet, zum Beispiel in Inverted-Pre-Courses-, Flipped- oder auch Inverted-Classroom-Modellen (Kapitel 20 und 21). Neben der persönlichen Komponente sowie der didaktischen Gestaltung von Lernprozessen erfordert die Implementierung eines digitalen Selbststudiums auf einer Lernplattform ferner IT-Lösungen, welche die Prozesse unterstützen, was am Beispiel des Projekts *optes* in Kapitel 22 zum Abschluss dieses Blocks dargestellt werden soll.



18 E-Mentoring

Louise Hoffmann

Als Teilprojekt ist E-Mentoring an das Verbundprojekt optes angebunden, mit dem Ziel, Studienanfänger*Innen zeit- und ortsungebunden den Einstieg in ihr MINT-Studium zu erleichtern. In diesem Beitrag wird nach einer kurzen allgemeinen Einführung zum Mentoring-Begriff das E-Mentoring-Konzept der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) vorgestellt und dabei insbesondere auf die Ausbildung sowie die einzelnen Aufgabenbereiche der E-Mentor*innen eingegangen.

18.1 E-Mentoring an der TH OWL

Anders als man vielleicht vermuten würde, ist das Mentoring-Konzept schon sehr alt und keine Erfindung der Neuzeit. So lässt sich der Begriff „Mentor“ bis in die Antike zurückverfolgen und wird dort in der „Odyssee“ des Dichters Homer erwähnt (Mölders 2019, S. 718). Im Homers Werk vertraute Odyssees seinem Freund Mentor den eigenen Sohn an, damit dieser ihm während seiner Abwesenheit beratend zur Seite stand. Graf und Edelkraut schlussfolgern daraus:

„Mentoring ist seit der Antike ein Begriff für intensives, zielorientiertes und individuelles Lernen. Grundlage ist immer die Beziehung zwischen einer erfahrenen Person und einer unerfahrenen Person (Mentee). Der Mentor versteht sich als Berater, Begleiter und Förderer eines jungen Menschen.“ (Graf und Edelkraut, zit. nach Stehling, Westerholt und Lenz 2018, S. 15)

In Unternehmen und an Hochschulen wird Mentoring jedoch erst seit dem 20. Jahrhundert verstärkt nachgewiesen (Mölders 2019, S. 718ff.). Erste Mentoringprogramme aus den 1980er bis 90er Jahren hatten insbesondere die Karriereförderung von Frauen im Blick, später wurde die Förderung auf weitere Zielgruppen ausgedehnt. Die Bologna-Reform und die Öffnung der Hochschulen für neue Studierendengruppen führten zu einer weiteren Stärkung dieser Unterstützungsformate. Ausländische Studierende, Studierende mit Beeinträchtigung sowie weitere Studierendengruppen wurden nun mit ihren individuellen Bedürfnissen wahrgenommen und gefördert. Eine einheitliche Definition des Mentoring-Begriffs sucht man jedoch bis heute vergeblich. Die Vielfalt der Inhalte, der Ziele und der beteiligten Personen hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass nach Ziegler die Gefahr bestünde „[...] den Spezifika der vielen Mentoringformen nicht gerecht werden zu können“ (Ziegler 2009, S. 8).

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

Mit einer Großzahl der Mentoring-Konzepte hat das E-Mentoring-Konzept der TH OWL das grundlegende Ziel der Förderung des Lernprozesses und der Weiterentwicklung einer Person gemeinsam (Ziegler 2009, Williams und Kim 2011). Während viele bestehende Mentoring-Konzepte vor allem die Begleitung bei der beruflichen und der persönlichen Entwicklung in den Blick nehmen, fokussiert das E-Mentoring an der TH OWL auf die Unterstützung und Betreuung des Aufbaus überfachlicher Fähigkeiten und den Umgang mit Online-Lernmaterial und -Medien. Als spezielle Form des Mentorings, in der die Unterstützung und Beratung zumindest teilweise virtuell verläuft, ermöglicht es somit weitere Unterstützungsmöglichkeiten.

An der TH OWL besteht das E-Mentoring-Team aus studentischen E-Mentor*innen und einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin, die für die Koordination zuständig ist. Als E-Mentor*innen werden Studierende bezeichnet, die sich im dritten oder höheren Semester befinden. Als E-Mentees werden dagegen Studierende bezeichnet, die sich in der Studieneinstiegsphase befinden und von den E-Mentor*innen in den ersten beiden Semestern des Bachelorstudiums begleitet werden. Ziel dieser mentoriellen Begleitung ist die Unterstützung der E-Mentees im Selbststudium, im Sinne von selbstgesteuertem Lernen nach Konrad und Traub:

Selbstgesteuertes Lernen ist eine Form des Lernens, bei der die Person in Abhängigkeit von der Art ihrer Lernmotivation selbstbestimmt eine oder mehrere Selbststeuerungsmaßnahmen (kognitiver, volitionaler oder verhaltensmäßiger Art) ergreift und den Fortgang des Lernprozesses selbst (metakognitiv) überwacht, reguliert und bewertet. (Konrad und Traub 1999, S. 13)

Der Übergang von der Schule zur Hochschule soll somit durch die Förderung von überfachlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen erleichtert werden, um eine Verbesserung der Leistung der Studierenden in den MINT-Fächern zu erreichen. Zu diesen überfachlichen Fähigkeiten bzw. Kompetenzen gehören neben der Organisation und Planung des Studiums wissenschaftliches Arbeiten, die Nutzung von E-Learning-Tools sowie das selbstständige Arbeiten und das Lernen in der Gruppe.

18.2 Ausbildung der E-Mentor*innen

Bevor Studierende als E-Mentor*innen eingesetzt werden, durchlaufen sie an der TH OWL eine einsemestrige Ausbildung. Diese wurde in den letzten Jahren in zwei Vergütungsverfahren angeboten und getestet (siehe auch Osterhagen, Kogut-von Hornhardt und Samoila 2019, S. 111). Zum einen können angehende E-Mentor*innen eine monetär vergütete Ausbildung durchlaufen, auf die Alina Seibt im Kapitel „E-Tutoring“ eingegangen ist (siehe Kapitel 19). Zum anderen können angehende E-Mentor*innen sich das Wahlpflichtfach „Schlüsselkompetenzen. Ausbildung zur Lernbegleitung“ als Ausbildung anrechnen lassen (siehe auch Eller-

Studzinsky, Magadi und Thies 2017, S. 149ff.). Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, weisen die beiden Ausbildungsvarianten Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf.

Tabelle 1: Vergleich der Varianten zur Ausbildung der E-Mentor*innen

	Ausbildung Variante 1	Ausbildung Variante 2
Ansprechpartner	optes-Team	Praxis-OWL-Team und optes-Team
Zielgruppe	Studierende ab dem 3. Semester	Studierende ab dem 3. Semester
Zukünftige Arbeitsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • E-Tutoring • E-Mentoring 	<ul style="list-style-type: none"> • Lernwegbegleiter • E-Mentoring
Vergütung	<ul style="list-style-type: none"> • Anstellung als SHK oder WHK 	<ul style="list-style-type: none"> • Credit Point
Leistungsnachweis	<ul style="list-style-type: none"> • Bescheinigung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bescheinigung bzw. Zertifikat
Prüfung	<ul style="list-style-type: none"> • E-Portfolio (unbenotet) 	<ul style="list-style-type: none"> • E-Portfolio (benotet)
Behandelte Themen	<ul style="list-style-type: none"> • ILIAS & Adobe Connect • Mediendidaktik • Zeit- und Selbstmanagement • Online-Moderation • Lehren und Lernen • Kommunikation • Diversity • Einführung in TH OWL / optes 	<ul style="list-style-type: none"> • Teamkompetenz • Motivation & Prokrastination • Projektmanagement • Zeitmanagement & Selbstmanagement • Lernen • Präsentieren • Diversity und Interkulturalität

Eine erste Unterscheidung der beiden Ausbildungen findet sich bereits bei den Ansprechpersonen. So wird die erste Ausbildungsvariante von den beiden Koordinatorinnen des E-Mentorings und des E-Tutorings vom optes-Team angeboten. Die zweite Ausbildungsvariante ist stattdessen eine Kooperation der Projekte Praxis OWL und optes. Beide Projekte sind am Institut für Wissenschaftsdialog der TH OWL angesiedelt und werden über den Qualitätspakt Lehre finanziert. Eine weitere Unterscheidung findet sich bei der Durchführung der Ausbildung. Während die erste Ausbildung hauptsächlich online durchgeführt wird, findet die zweite Ausbildung als Wahlpflichtfach an mehreren Standorten der Hochschule in Präsenz statt und ist zudem seit Anfang des Jahres von AQAS akkreditiert. Insgesamt sind die Ausbildungsthemen sehr ähnlich gehalten. In der ersten Ausbildung kommen aufgrund des späteren Einsatzes im E-Learning-Bereich zusätzlich Ansätze der Mediendidaktik und der Umgang mit Online-Tools hinzu.

In beiden Ausbildungen wird von allen Teilnehmer*innen ein E-Portfolio geführt, in dem die Erarbeitung der Lernmaterialien und der eigenen Erfahrungen

dokumentiert werden. Inwiefern das E-Portfolio benotet und die Ausbildung vergütet wird, hängt von der Ausbildung ab, welche die Studierenden durchlaufen haben. Während das Wahlpflichtfach benotet und mit Credit Points für das Studium vergütet wird, erhalten Studierende bei der ersten Ausbildungsvariante keine Note, sind dafür aber bereits als studentische Mitarbeiter*innen angestellt. Zum Abschluss erhalten alle Teilnehmer*innen eine Bescheinigung, die später bei Bewerbungen als Nachweis beigelegt werden kann. Zusätzliche können Studierende, die das Wahlpflichtfach besucht haben und bereits in der Lernwegbegleitung oder im E-Mentoring-Bereich gearbeitet haben, ein Zertifikat erhalten.

18.3 Einsatz der E-Mentor*innen

Anschließend folgt der praktische Einsatz der E-Mentor*innen an der TH OWL. Dabei werden E-Mentor*innen insbesondere während der Vorkurszeit und somit zwischen August und Oktober verstärkt eingesetzt, um angehenden Studierenden den Einstieg an der TH OWL zu erleichtern. Ein Schwerpunkt liegt hierbei in der Betreuung des „Studyguides“, einem Online-Kurs im eCampus (ILIAS), der allen Studierenden ab dem 1. August zur Verfügung steht und sowohl Hilfestellungen zu überfachlichen Themen als auch allgemeine Informationen zur TH OWL beinhaltet. Ebenfalls steht das E-Mentoring den Studierenden in verschiedenen Veranstaltungen zur Verfügung, die in Verbindung mit dem „Studyguide“ online über Adobe Connect oder in Kooperation mit anderen Projekten oder Einrichtungen der Hochschule auch in Präsenz durchgeführt werden. Beworben werden die Angebote des E-Mentorings aktuell durch einen Flyer, den die Studienanfänger*innen zusammen mit ihren Zugangsdaten zur Hochschul-IT zugeschickt bekommen. Zusätzlich werden seit dem Wintersemester 2019/20 Studientipps in Form von Lesezeichen an die Studierenden verteilt und sowohl die Vorkurse als auch die Arbeit des E-Mentorings vorgestellt. Da den E-Mentor*innen in ihrer Ausbildung keine fachlichen Inhalte vermittelt werden, weisen sie bei fachlichen Fragen auf das Angebot von Fachtutorien zur jeweiligen Lehrveranstaltung oder zum Beispiel Selbstlerngruppen hin. Die Selbstlerngruppen der TH OWL sind ein Angebot für Studierende, die von Lernscouts fachlich-inhaltlich und (Gruppen-)prozessorientiert begleitet werden (Eller-Studzinsky et al. 2017, S. 149ff.).

18.3.1 Der Online-Kurs „Studyguide“

Der Online-Kurs „Studyguide“ wurde 2013 in der ersten Projektlaufzeit unter dem Namen „Checkliste Studienstart“ ins Leben gerufen und befindet sich auf der Online-Plattform eCampus (ILIAS) (siehe auch Osterhagen und Mersch 2016, S.1ff.). Neben bereitgestellten Lernmaterialien zu überfachlichen Themen, wie zum Beispiel Zeit- und Selbstmanagement, Lernprozessgestaltung und wissenschaftliches Arbeiten, beinhaltete die „Checkliste Studienstart“ auch Informationen zu Themen

des Studienalltags, wie zum Beispiel Prüfungsanmeldung, Orientierung auf der Hochschulwebsite, Ansprechpersonen innerhalb der Fachbereiche und Freizeitangebote, die in Form von Lernvideos und/oder Handouts aufbereitet wurden.

In den letzten Jahren wurde die „Checkliste Studienstart“ regelmäßig überarbeitet und erweitert. Nach der Umbenennung der „Checkliste Studienstart“ in „Studyguide“ vor einigen Jahren folgte im letzten Wintersemester eine Überarbeitung des gesamten Online-Kurses. Während der Fokus bisher hauptsächlich auf der Vorkurszeit (August und September) lag, präsentiert sich nun der „Studyguide“ als ein Fahrplan für das gesamte erste Studienjahr.



Abbildung 1: Ausschnitt des „Studyguides“

Studierende erhalten nun in jedem Monat Informationen rund um das Studium an der TH OWL sowie allgemeine Lerntipps und werden an wichtige Termine, wie die Prüfungsanmeldung, erinnert. Passend zu den jeweiligen Themen stehen ihnen zudem jeden Monat verschiedene Arbeitsmaterialien zur Verfügung, darunter Arbeitsblätter, Vorlagen und Checklisten. Diese können in Ergänzung zu den überfachlichen Lernmodulen im Selbststudium durchgenommen werden und während der Online-Veranstaltungen und im Forum mit dem E-Mentoring-Team besprochen werden. Neben der Möglichkeit, Antworten des E-Mentoring-Teams zu Fragen zu studienrelevanten Themen zu lesen, entwickelten sich in der Vergangenheit oft auch Diskussionen zu fachlichen Inhalten zwischen den Studierenden selbst und trugen so zu einer Vernetzung unter den Studierenden vor dem offiziellen Studienstart bei. Neu hinzugekommen ist im „Studyguide“ auch eine Reflexion, mit der jeder Monatsabschnitt abgeschlossen wird. Studierende werden dadurch am Ende des Monats zur Selbstreflexion ermutigt und können sich Ziele für den neuen Monat setzen. Hierfür stehen den Kursmitgliedern sowohl ein Reflexionsblatt als auch Fragen direkt im „Studyguide“ zur Verfügung.

Zusätzlich steht den Studierenden seit kurzem ein Wiki im „Studyguide“ zur Verfügung. Neben weiteren Studienhinweisen finden sich hier die Handouts in

Form von Wiki-Beiträgen sowie die Lernvideos von der „Checkliste Studienstart“ wieder. Die Suchfunktion und das Inhaltsverzeichnis des Wikis tragen dazu bei, dass Informationen zur TH OWL und zum Studium seitens der Studierenden zukünftig besser gefunden werden. Um Studierende besser zu erreichen, wurde darüber hinaus im „Studyguide“ ein Blog erstellt. Durch die regelmäßig veröffentlichten Beiträge seitens der E-Mentor*innen werden Studierende über wichtige Termine an der TH OWL informiert, erhalten Studientipps sowie aktuelle Einblicke in ihre Hochschule.

*18.3.2 Weitere Einsätze der E-Mentor*innen*

Wie bereits beschrieben, beteiligt sich das E-Mentoring-Team an der Durchführung der Wahlpflichtfächer, die an der TH OWL angeboten werden. Sofern es möglich ist, werden die E-Mentor*innen in die einzelnen Veranstaltungen mit eingebunden, indem sie zum Beispiel bei der Planung unterstützen oder bei der Veranstaltung mit anwesend sind und einen Teil der Lehre übernehmen. An der Hochschule beteiligt sich das E-Mentoring-Team zudem an hochschulübergreifenden Veranstaltungen, wie zum Beispiel dem „Tag der offenen Tür“, an dem die Hochschule für die Bürger*innen geöffnet ist. Während des Studienjahrs kooperiert das E-Mentoring-Team mit weiteren Einrichtungen und wichtigen Ansprechpersonen. Für das Integrationsprojekt für Geflüchtete führte das E-Mentoring-Team beispielsweise 2019 eine Einführungsveranstaltung über die TH OWL auf Deutsch und Englisch durch. Neben der Koordinatorin des E-Mentoring-Team war auch ein E-Mentor anwesend, der somit aus eigener Erfahrung berichten konnte. Hochschulübergreifend kooperiert das E-Mentoring-Team zudem seit 2019 mit der ortsansässigen „ArbeiterKind.de“-Gruppe. ArbeiterKind.de ist eine deutsche Initiative, die Erstakademiker*innen zum Studium ermutigen möchte und ihnen während der Studienzeit in vielen deutschen Städten durch Ehrenamtliche zur Seite steht. Durch diese Kooperationen bekommen die E-Mentor*innen zusätzliche Einblicke in den Hochschulalltag und sammeln Erfahrungen für ihre berufliche Zukunft.

18.4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass E-Mentor*innen an der TH OWL Studienanfänger*innen begleiten, um ihnen den Hochschuleinstieg zu erleichtern und langfristig dadurch die Chance für einen erfolgreichen Studienabschluss zu erhöhen. Im Vergleich zu anderen Mentoring-Konzepten wird an der TH OWL schwerpunktmäßig auf eine Online-Begleitung gesetzt. Durch den Online-Kurs „Studyguide“ unterstützen die E-Mentor*innen neue Studierende in einer sehr frühen Phase des Studiums und erleichtern ihnen so den Übergang von Schule zur Hochschule. Die Verringerung der Studienabbruchquote in den MINT-Fächern ist ein

weiteres Ziel, das mit dem „Studyguide“ durch den Bezug zu den überfachlichen Themen angesprochen wird. Durch diesen Einstieg in die Hochschulgemeinschaft soll es somit den neuen Studierenden leichter fallen, ihre kognitiven Kapazitäten auf die fachlichen Inhalte der Grundlagenveranstaltungen der ersten Semester zu konzentrieren.

Der Auftritt des „Studyguides“ als Online-Kurs sowie das Angebot der Online-Veranstaltungen haben den Vorteil, Studierende zu erreichen, die vor dem offiziellen Studienbeginn Ende September noch nicht an der Hochschule sind. Gleichzeitig werden dadurch auch alle drei Standorte der TH OWL (Detmold, Lemgo, Höxter) gleichermaßen abgedeckt. Durch die Umstrukturierung des Online-Kurses „Studyguide“ in den letzten Jahren können Studierende nun über die Vorkurszeit hinaus während des gesamten Studienjahrs Unterstützung erhalten.

Insgesamt führt das E-Mentoring-Konzept zu einer stärkeren Bindung der Studierenden untereinander, an das E-Mentoring-Team und die gesamte Hochschule. Alle Studierenden, seien es E-Mentor*innen oder E-Mentees, lernen den Umgang mit Online-Instrumenten wie Videokonferenzen oder Foren kennen und erwerben dadurch Kompetenzen im gemeinsamen netzbasierten Arbeiten. Gleichzeitig können fortgeschrittene Studierende durch ihren Einsatz als E-Mentor*innen bereits während des Studiums erste Berufserfahrungen sammeln und die zuvor erworbenen Schlüsselkompetenzen aus ihrer Ausbildung in die Praxis umsetzen.

Literatur

- Eller-Studzinsky, B., Magadi, M. & Thies, K. (2017). „Was machen eigentlich diese Lernscouts?“ Lerngruppenarbeit im Selbststudium und in der Präsenzlehre. In Y.-C. Bartel, U. Kerber, B. Eller-Studzinsky, D. Schäffer & K.-A. To (Hrsg.), *TeachingXchange. Innovative Lehrideen und -formate an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe*, 2. (Schriftenreihe des IWD Institut für Wissenschaftsdialog der Hochschule Ostwestfalen-Lippe, S. 149–165). TH OWL, Lemgo
- Konrad, K. & Traub, S. (1999). *Selbstgesteuertes Lernen in Theorie und Praxis*. München: Oldenbourg.
- Mölders, B. (2019). Perspektiven diversitätssensiblen Mentorings im Kontext der Förderung von Biografizität. In D. Kergel & B. Heidkamp (Hrsg.), *Praxishandbuch Habitussensibilität und Diversität in der Hochschullehre* (S. 717–730). Wiesbaden: Springer.
- Osterhagen, T. & Mersch, A. (2016). eMentoring an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe. In: *Hochschullehre*, 2, 1–13.
- Osterhagen, T., Kogut-von Hornhardt, L. & Samoila, O. (2019). Start smart – digitale Elemente in der Lehre von Anfang an. In T. Schmohl, D. Schäffer, K.-A. To, & B. Eller-Studzinsky (Hrsg.), *Selbstorganisiertes Lernen an Hochschulen. Strategien, Formate und Methoden* (S. 105-115). Bielefeld: wbv.
- Stehling, V., Westerholt, N. & Lenz, L. (2018). Begriffserklärung. In N. Westerholt, L. Lenz, V. Stehling, & I. Isenhardt (Hrsg.), *Beratung und Mentoring im Studienverlauf. Ein Handbuch* (S. 15–20). Münster, New York: Waxmann.

- Williams, S. & Kim, J. (2011). E-Mentoring in Online Course Projects: Description of an E-Mentoring Scheme. *International Journal of Evidence Based Coaching and Mentoring*, 9(2), 80–95.
- Ziegler, A. (2009): Mentoring: Konzeptuelle Grundlagen und Wirksamkeitsanalyse. In: H. Stöger, A. Ziegler & D. Schimke (Hrsg.), *Mentoring: Theoretische Hintergründe, empirische Befunde und praktische Anwendungen* (S. 7–29). Lengerich/Berlin: Pabst Science.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





19 E-Tutoring

André Mersch, Alina Seibt

E-Learning bietet zahlreiche Möglichkeiten, die Präsenzlehre inhaltlich und didaktisch anzureichern und damit die Studienbedingungen zu verbessern. In der Praxis fehlt den Lehrenden jedoch oftmals der zeitliche Spielraum, um entsprechende Angebote zu erstellen. Das Konzept des E-Tutorings schafft hier Entlastung: E-Tutor*innen unterstützen Lehrende beim Einsatz digitaler Medien in der Gestaltung von Lehr-, Lern- und Prüfungsprozessen. Dabei helfen sie den Lehrenden, ihre jeweiligen Lehrveranstaltungen in den MINT-Fächern bedarfsgerecht auf einer Lernplattform einzubinden. Durch diese Entlastung kann der Zeitaufwand der Lehrenden für den Einsatz von E-Learning gering gehalten werden. Damit erhöht sich die persönliche Akzeptanz von E-Learning insgesamt und die Studierenden profitieren von den technischen und didaktischen Möglichkeiten der Lernplattform sowie vom wachsenden Angebot an Lern- und Übungsmaterialien für ihr Studium. In diesem Beitrag wird das Konzept des E-Tutorings in seiner Umsetzung an der TH OWL vorgestellt und durch Best Practice-Beispiele illustriert.

19.1 Das E-Tutoring an der TH OWL

In der gängigen Literatur wird der Begriff „E-Tutor“ (oder auch „Online-Tutor“) meist für Personen verwendet, die Online-Lernende während des Lernprozesses begleiten und betreuen (Rautenstrauch 2008, S. 10; Rakoczi und Herbst 2010, S. 131). Im optes-Projekt wird die Bezeichnung „E-Tutor“ bzw. „E-Tutorin“ für Personen verwendet, die in Abstimmung mit und im Auftrag von Dozent*innen, angeleitet durch eine*n als E-Tutoring-Koordinierungsstelle tätige wissenschaftliche*n Mitarbeiter*in, digitale Lehr- und Lernszenarien und -objekte entwickeln und bereitstellen.

Das E-Tutoring an der TH OWL ist das Ergebnis eines Prozesses, der bereits 2010 begann und im Zuge des optes-Projekts hochschulweit implementiert wurde. Am Beginn standen Tool-orientierte und mediendidaktische Workshops mit größeren Gruppen Lehrender. Die Evaluation dieser Maßnahmen ergab, dass eine Sensibilisierung Lehrender mit Blick auf die Potenziale des Einsatzes von Online-Medien in der Lehre stattfand, die Umsetzung jedoch häufig erst so versetzt zu den Workshops erfolgte, dass die vermittelten Umsetzungsschritte nicht mehr präsent waren. Vor diesem Hintergrund wurde ein auf die individuellen Bedarfe Lehrender abgestimmtes Beratungskonzept entwickelt (vgl. Lilienthal et al. 2020).

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

Jedem Unterstützungsprozess geht eine Abstimmung zwischen E-Tutoring-Koordinierung und Lehrenden voraus. Hier wird entlang von Veränderungsanlässen, die Lehrende in Ihren Veranstaltungen ausmachen, geprüft, wie diese umgesetzt werden können.

Dabei steht zunächst nicht der Einsatz von Online-Medien im alleinigen Fokus. Es wird unbedingt vermieden, E-Learning als Selbstzweck einzusetzen. Ergebnis einer ersten Beratung kann durchaus sein, dass bestimmte Anlässe nicht durch den Einsatz von Online-Medien, sondern durch analoge Methoden umgesetzt werden. Selbstverständlich liegt aufgrund des in das Digitale ausgerichteten Programms ein Fokus darauf, solche Verfahren zu verwenden, die mit Online-Medien und speziell der an der TH OWL vorhandenen E-Learning-Infrastruktur umsetzbar sind. Es ist aber ein Anliegen, nicht nach dem Prinzip: „Wer einen Hammer in der Hand hält, sieht überall Nägel“ vorzugehen, also Anforderungen stets mit den selbst präferierten, vorhandenen Lösungen zu begegnen, sondern die Perspektive offenzuhalten und dort, wo sie besser geeignet sind, analoge Methoden einzusetzen, bzw. diese eng mit einem digitalen Ansatz zu verknüpfen.

Dieses Prinzip folgt der Maßgabe, immer von Blended-Learning-Szenarien auszugehen. An einer Präsenzhochschule wie der TH OWL geht es nicht darum, reine Online-Verfahren einzusetzen, sondern Mehrwerte durch die Verknüpfung mit den Präsenzseminaren zu erzeugen.

Dabei orientiert sich der Beratungsprozess an dem Ebenen-Modell von Blended Learning nach Reinmann (Reinmann-Rothmeier 2003), das von einer Pyramide mit den Ebenen „Distribution“, „Interaktion“ und „Kooperation“ ausgeht.

In den E-Tutoring-Beratungsprozessen ist es deshalb immer ein Ziel, nicht auf der reinen Distributionsebene zu verbleiben, auch wenn hier häufig der legitime Ansatzpunkt vieler Lehrender liegt, durch den Einsatz von Web-Werkzeugen Zeit im Lehrprozess zu sparen. Das ist der Ansatzpunkt, um von hier aus Mehrwerte mit und für die Lehrenden zu entwickeln, die sich durch ein Voranschreiten über die Pyramiden-Stufen ergeben.

Das Ebenen-Modell wird dabei flankiert durch das SAMR-Modell von Puentadura (2006), welches Lehrenden schrittweise Weiterentwicklungsmöglichkeiten aufzeigt. Dabei entstehen Szenarien der Modifikation von Lehrveranstaltungen bis hin zu neu definierten Lehrprozessen, wie dem Flipped-Classroom-Konzept folgende Umsetzungen.

Die E-Tutor*innen sind in diesem Prozess für die technische Umsetzung zuständig und bieten je nach Erfahrungsstand an dem zwischen der E-Tutoring-Koordinierung und den Lehrenden entwickeltem Konzept orientierte Weiterentwicklung an. Bei tiefer gehenden Bedarfen wird die E-Tutoring-Koordinierung erneut eingebunden, um die weitere Umsetzung festzulegen.

Lehrende werden insbesondere beim Umgang mit dem Lernmanagementsystem ILIAS durch E-Tutor*innen unterstützt. Die E-Tutor*innen zeigen den Leh-

renden den Umgang mit der Lernplattform und wie diese sinnvoll in eine Lehrveranstaltung eingebunden werden kann. Das beinhaltet die Beratung zum Einsatz der vielfältigen Funktionen des Lernmanagementsystems ILIAS. Darüber hinaus unterstützen sie sie im Umgang mit anderen Online-Werkzeugen, zum Beispiel zur Aufzeichnung von Lehrveranstaltungen, sowie Video- und Web-Konferenzen. Außerdem unterstützen sie bei der Abbildung und Organisation möglicher Kursangebote auf ILIAS und beraten bei allen Fragen rund um das Thema E-Learning. Nach der Einrichtung webbasierter Lerninfrastrukturen administrieren die E-Tutor*innen diese. Daher umfasst das typische Tätigkeitsspektrum zum Beispiel:

- Anleitung und Hilfe für Lehrende bei der Bedienung der Lernplattform als „Hilfe zur Selbsthilfe“
- Analyse und Vorbereitung der vorhandenen Lernmaterialien zum Bereitstellen auf der Lernplattform
- Unterstützung beim Einsatz von E-Learning-Werkzeugen, wie virtuellen Konferenzen oder Vorlesungsaufzeichnungen.

19.2 Die Ausbildung zum E-Tutor bzw. zur E-Tutorin

Die E-Tutor*innen werden in Form eines Kompaktseminars, wöchentlichen virtuellen Meetings und umfangreichen Online-Selbstlernaufgaben qualifiziert. Dabei werden didaktische Grundlagen des E-Learnings vermittelt, Anwendungsszenarien dargestellt, E-Learning-Werkzeuge behandelt und die technische Handhabung der Lernplattform eingeübt. Die Tätigkeit der E-Tutor*innen erfolgt im Rahmen einer Anstellung als studentische oder wissenschaftliche Hilfskraft. Alle Komponenten des Ausbildungskonzeptes sind im optes-Anwendungsnetzwerk herunterladbar.¹

Um die für studentische Mitarbeitende herausfordernden Aufgaben zu bewältigen, werden E-Tutor*innen idealerweise in Tandems aus Erfahreneren und Einsteiger*innen eingesetzt. So wird nach der initialen Ausbildung neben den durch die E-Tutoring-Koordinierung angebotenen Weiterbildungsangeboten für die E-Tutor*innen eine implizite Weiterbildung durch Peer Learning gewährleistet.

Die Studierenden sind auch deshalb in Tandems unterwegs, weil im Laufe des häufig mehrjährigen Einsatzes im E-Tutoring-Team eine Spezialisierung auf bestimmte Aufgabengebiete stattfindet. So gibt es zum Beispiel auf die Videobearbeitung spezialisierte E-Tutor*innen, andere haben sich auf bestimmte, sehr umfangreiche und tiefgreifende ILIAS-Funktionen, wie das Test- und Assess-

¹ optes Anwendernetzwerk: <http://anwender.optes.de> [12.06.2020].

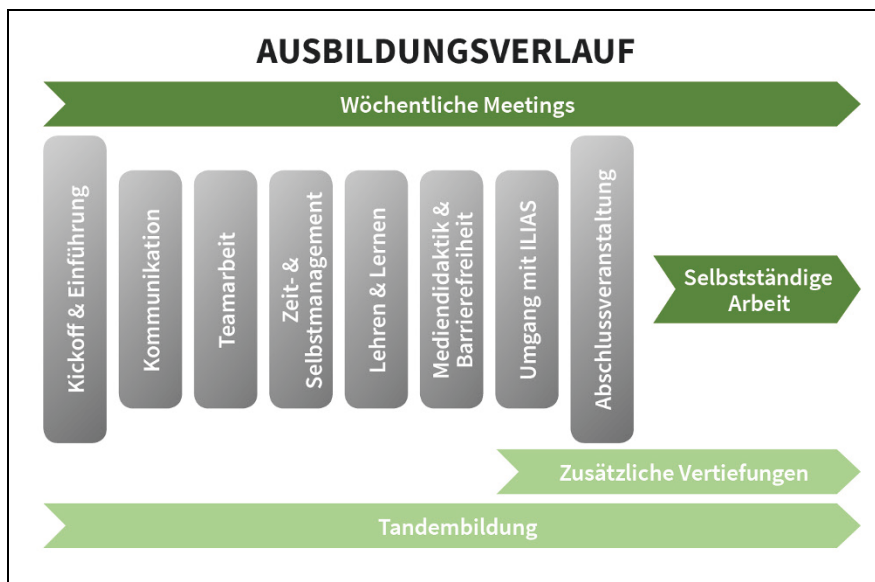


Abbildung 1: Ausbildungsprozess

ment-Tool oder die enthaltenen Kommunikationsfunktionen, spezialisiert. Durch die Bildung von Tandems unterschiedlich spezialisierter E-Tutor*innen lässt sich eine sehr breite Begleitungsbasis schaffen.

Im regelmäßigen Austausch in E-Tutoring-Jour-Fixes, kann die E-Tutoring-Koordinierung so sehr effizient Beratungsverfahren unterstützen. Sie muss nicht bei allen E-Tutor*innen sicherstellen, dass diese jeweils über alle notwendigen Kompetenzen zur Unterstützung im jeweiligen Beratungsprozess verfügen, sondern kann die Teams so zusammenstellen, dass sie sich gegenseitig bei der Begleitung der Lehrenden unterstützen. So ist die gleichzeitige Begleitung von weit mehr Lehrenden möglich.

Auf diese Weise entsteht ein Pool von E-Tutor*innen, der kontinuierlich in Bezug auf Anzahl und Qualifikation der studentischen Mitarbeitenden auf einem Niveau gehalten wird und in dem sich die E-Tutor*innen im Peer Learning austauschen und weiterentwickeln können. Die Dokumentation aller Unterstützungsprozesse macht ein Wissens-Management möglich, bei dem alle Beteiligten voneinander lernen und zum Beispiel im Krankheitsfall die Prozesse von Kolleg*innen übernehmen können.

Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber einzelnen Einstellungen von studentischen Mitarbeitenden durch Lehrende, die in ihrer Aufgabe auf sich allein gestellt sind und mit der Beendigung des studentischen Mitarbeitendenverhältnisses auch ihr Wissen mitnehmen, das anschließend mit einem Nachfolger oder einer Nachfolgerin mühsam durch den Lehrenden wiederaufgebaut werden muss. Der berühmterblichste „Brain Drain“ wird durch das E-Tutoring-Konzept des Poolings vermieden.

19.3 Einsatz der E-Tutor*innen

Auch an der TH OWL liegt der Großteil der E-Learning-Szenarien im Bereich der Distribution, d. h. Lehrende setzen die Lernplattform vor allem ein, um ihre Materialien an die Studierenden zu übergeben und mit diesen zu kommunizieren. Diese Ebene dient dem E-Tutoring als Einstieg für didaktische Weiterentwicklungen gemeinsam mit den Lehrenden. Mit diesem Vorgehen ist es an der TH OWL gelungen, den Prozentsatz derjenigen Lehrenden kontinuierlich zu erhöhen, die nach einem ersten Mehrwerterleben auf der Distributionsebene von sich aus Szenarien ins Spiel bringen, die auf den Ebenen der Interaktion mit dem System und Kollaboration mit Hilfe des Systems liegen. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, den Lehrenden nicht nur eine konzeptionelle Beratung, sondern auch eine Umsetzungsunterstützung durch die E-Tutor*innen anbieten zu können. So wird vermieden, dass die vielversprechenden Konzepte am Zeitmangel des Arbeitsalltags scheitern.

Als Nebeneffekt gelingt es so, Lehrende auf der durch die Hochschule bereitgestellten Infrastruktur der Lernplattform und flankierenden Systemen, wie dem hochschuleigenen bzw. vom DFN-Verein bereitgestellten Web- und Videokonferenztools zu halten, die von Seiten des Datenschutzes und der Informationssicherheit überprüft sind. Dieses Tool-Angebot wird entlang der Bedarfe Lehrender kontinuierlich erweitert.

Durch die Einbettung in den E-Tutoring-Beratungsprozess kann leichter sichergestellt werden, dass Lehrende durch die gegebenenfalls unnötige Einbeziehung externer Systeme in die Falle laufen, dadurch Mehraufwände zu erzeugen, dass sie die notwendigen formalen Voraussetzungen zum Einsatz von Online-Systemen selbst herstellen, oder eines Tages feststellen müssen, dass das von ihnen genutzte Online-Werkzeug nicht mehr verfügbar ist.

Hier ist es von Vorteil, dass das E-Tutoring nicht nur in die Organisationseinheit zur didaktischen Beratung, sondern auch in die IT-Abteilung der TH OWL eingebunden ist. Dadurch ergibt sich ein in sich stimmiger, kontinuierlicher Verbesserungsprozess, der eine homogene Softwareinfrastruktur zur Folge hat. Von dieser profitieren Lehrende aufgrund der vorhandenen Pflege der Systeme und ak-

tueller Dokumentation, sowie die Studierenden, die sich in einer Lernplattformumgebung mit einer einheitlichen Bedienlogik bewegen, sich also nicht von Tool zu Tool an neue Nutzungskonzepte gewöhnen und viele Benutzerkonten pflegen müssen.

Best Practice „Distribution und Organisation“:

In einem Lehrenden-Projekt wurde besonders das ILIAS-Lernmodul als Mittel zur Zeitersparnis und leichten Zugänglichmachung von Inhalten verwendet. In den Lehrveranstaltungen diente es aufgrund seiner Fähigkeit, multimediale Inhalte einzubinden, direkt als Präsentationsmittel, das live in der Veranstaltung bearbeitet und durch aktuelle Hinweise des Lehrenden sowie aus dem Austauschprozess in der Vorlesung ergänzt wurde. So entsteht gleichsam nebenbei eine Dokumentation des Lehrdialogs als gute Grundlage der Prüfungsvorbereitung.

Best Practice „Interaktion“:

Eine weitere Lehrenden-Beratung setzte auf die vorhandenen Materialien, wie Skripten und Präsentationen, auf und erweiterte diese um Selbsttest-Möglichkeiten für die Studierenden. So können Studierende nach den Vorlesungen anhand der auf der Lernplattform bereitgestellten Tests aus bis zu zwölf Fragetypen – von Single-Choice bis zu komplexen mathematischen Fragestellungen mit Zwischenlösungen (STACK-Frage: siehe Kapitel 10) – ihr Wissen überprüfen. Entsprechend des Blended-Learning-Prinzips bezieht der Lehrende die Ergebnisse der anonymen Tests in die Gestaltung der nachfolgenden Präsenzveranstaltungen ein. Wurden also zum Beispiel bestimmte Fragen von einer Vielzahl Studierender nicht korrekt beantwortet, wurde das Thema nochmals adressiert.

Best Practice „Kollaboration“:

Einige Lehrende haben in den letzten Jahren mit Hilfe der Begleitung durch das E-Tutoring komplexe E-Learning-Szenarien entwickelt, indem sie ihre Lehre entsprechend des Flipped-Classroom-Konzeptes (siehe Kapitel 20) gleichsam auf den Kopf gestellt haben. Dazu wurden Maßnahmen aus den Bereichen „Distribution“ und „Interaktion“ kombiniert. Hier kommen häufig Vorlesungsaufzeichnungen aus früheren Semestern zum Einsatz, die mit weiteren Objekten kombiniert werden. So stehen flankierend Selbsttests und Austauschforen zur Verfügung, gegebenenfalls ergänzt durch Abgabeverfahren für aufwändigere Ausarbeitungen, die nicht automatisiert, sondern durch Lehrende bzw. Tutor*innen redigiert werden. Die zugehörigen Präsenzveranstaltungen basieren auf der Bearbeitung der Materialien durch die Studierenden vor der Veranstaltung, sodass die Sitzungszeit für den informierten Austausch genutzt werden kann.

Besonders bei diesen Umsetzungen ist eine Begleitung auch der Studierenden bei der Nutzung der durch die Lehrenden aufgebauten Online-Infrastrukturen sinnvoll. Hier stehen an der TH OWL die Maßnahmen des optes-eigenen E-Mentoring sowie Betreuungskonzepte der Lernzentren zur Verfügung, die durch das Projekt „Praxis OWL“ mit QPL-Mitteln aufgebaut wurden.

19.4 Marketing

Durch das durchweg hohe Interesse der Lehrenden an der TH OWL, die Potenziale des Einsatzes von Online-Medien in der Lehre kennenzulernen, war zu Beginn der Maßnahme kaum Marketing notwendig. Es galt das Prinzip der Unterstützung der Interessierten, entlang der S-Kurve, die die Kapazitäten des E-Tutoring ausschöpfen konnten. In der Projektlaufzeit wurde das Unterstützungsangebot des E-Tutoring durch ein kollegiales Austauschformat ergänzt, das wiederum nicht ausschließlich die Möglichkeiten der Digitalen Lehre in den Blick nahm, sondern wiederum in Zusammenarbeit mit Projekt „Praxis OWL“ – alle didaktischen Facetten der Hochschullehre adressierte. Unter dem Namen „Pickert, Prütt und Plausch“ werden im Wechsel Verfahren der digitalen Lehre und analoge Methoden adressiert, indem jeweils externe Inputgeber*innen berichten und durch Lehrende der Hochschule ergänzt werden. Im Rahmen dieser gestalteten Mittagspause liegt der Fokus auf dem an die Inputs anschließenden Austausch der Lehrenden untereinander und mit den externen Inputgeber*innen.

Auf Wunsch von Lehrenden wurde diesem Format die sogenannte „eCampus Coffee Break“ zur Seite gestellt, deren Fokus ganz auf der Betrachtung der Möglichkeiten der ILIAS-basierten TH-OWL-Lernplattform eCampus ausgerichtet ist. Hier werden Good Practices ausgetauscht und eine stets wachsende Community of Practice der digitalen Lehre gepflegt.

Erweiterte Marketing-Maßnahmen des E-Tutoring sind die besondere Berücksichtigung von Leistungen im Bereich der digitalen Erweiterung der Lehre bei der jährlichen Vergabe des hochschulweiten Lehrpreises, die Möglichkeit zur Beteiligung an Publikationen, zum Beispiel im Rahmen der hauseigenen Herausgeberreihe „Teaching Exchange“, sowie die Begleitung Lehrender bei der Erstellung von Förderanträgen im Bereich der digitalen Lehre.

19.5 Fazit – Übertragbarkeit an andere Hochschulen

Die Pilotierung und Weiterentwicklung des optes-E-Tutoring an der TH OWL liefert ein gelungenes Beispiel für die schrittweise Digitalisierung der Lehre. Durch den Brückenschlag zwischen den optes-Vorkursen und der Begleitung Lehrender bei der Gestaltung ihrer grundständigen Lehre mit digitalen Medien ist eine ganzheitliche, zukunftsfähige Lehrstrategie mitentwickelt und umgesetzt worden. Besonders das Zusammenspiel aus konzeptioneller Beratung und Umsetzungsunterstützung ist dabei ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Durch die gelebte „Hilfe zur Selbsthilfe“ ist ein robuster Sockel Lehrender entstanden, die ihre Lehre mit digitalen Elementen anreichern und diese auch weitergehend didaktisch reflektieren und modifizieren. Durch die Community of Practice sogenannter „Super User“ in den Fachbereichen breitet sich der Einsatz digitaler Medien unter den Lehrenden stetig weiter aus.

Die im Rahmen des Projekts entwickelten frei verfügbaren Komponenten des E-Tutoring sind vor allem deshalb für andere Hochschulen interessant, weil sie sich wie das optes-Mathematik-Material an die spezifischen Bedarfe und Rahmenbedingungen anderer Hochschulen anpassen lassen.

Unter dem Eindruck der Präventionsmaßnahmen im Rahmen von Covid-19 wurde besonders deutlich, wie stark die durch das E-Tutoring mitgeschaffene technische und beraterische Infrastruktur trägt. Binnen kürzester Zeit konnten die für den Einsatz mit besonders interessierten Lehrenden entwickelten Materialien und Verfahren so um- und ausgebaut werden, dass eine Vielzahl von Lehrenden schnell dabei unterstützt werden konnte, im digitalen Raum handlungsfähig zu werden.

Literatur

- Lilienthal, J., Matthe, F., Mersch, A., Rottmeier, S., Schotemeier, S. & Schumann, M. (2020). Eine Klassifizierung von mediendidaktischen Unterstützungsangeboten als Ansatz für die Fokussierung von Austausch und Professionalisierung. *die hochschullehre* [erscheint im Juli 2020].
- Rakoczi, G. & Herbst, I. (2010). Wie viel Qualifikationen brauchen E-Tutorinnen und E-Tutoren an einer Technischen Universität und welchen Einfluss hat Videoconferencing auf die Motivation? In S. Mandel, M. Rutishauser & E. Seiler Schiedt (Hrsg.), *Digitale Medien für Lehre und Forschung* (S. 131-143). Münster: Waxmann Verlag.
- Rautenstrauch, C. (2008). *Theorie und Praxis der Medien- und Kommunikationswissenschaft*. Hagen: Fakultät für Kultur- und Sozialwissenschaften der FernUniversität in Hagen.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2003). *Didaktische Innovation durch Blended Learning. Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule*. Bern u.a.: Huber.

Weiterführende Literatur

- Knaus, T., Meister, D. & Tulodziecki, G. (2018). Qualitätsentwicklung – Professionalisierung – Standards. Thesen aus medienpädagogischer Sicht. In T. Knaus, D. Meister & G. Tulodziecki (Hrsg.), *Futurelab Medienpädagogik. Qualitätsentwicklung, Professionalisierung, Standards* (S. 23-47). München: kopaed.
- Knaus, T., Meister, D. & Narr, K. (2018). Digitalisierung erfordert professionelle medienpädagogische Unterstützung. In T. Knaus, D. Meister & G. Tulodziecki (Hrsg.), *Futurelab Medienpädagogik. Qualitätsentwicklung, Professionalisierung, Standards* (S. 211-213). München: kopaed.
- Schäffer, D. & Osterhagen, T. (2016). *Lernmanagement-Systeme mit Konzept einsetzen – Lehrende und Studierende beim Online-Lernen begleiten*. Tübingen: e-teaching.org.
- Schäffer, D. (2019). Studierende begleiten Professor*innen – Ausbildungskonzept für studentische E-Learning-Berater*innen. In T. Schmohl & K. To (Hrsg.), *Hochschullehre als reflektierte Praxis. Fachdidaktische Fallbeispiele mit Transferpotenzial, 2. Aufl.* (S. 57–68). Bielefeld: wbv.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





20 Inverted Precourses: Mathematikvorkurse an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Janina Stemmer

Die Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) bietet zum Start jedes Wintersemesters für zukünftige Studierende, die Wissenslücken in Englisch und naturwissenschaftlichen Fächern schließen möchten, betreute Präsenz- und Onlinekurse an. Diese Vorkurse bereiten gezielt auf die Anforderungen der Studiengänge vor. Sie helfen dabei, den eigenen Kenntnisstand zu ermitteln und bestehende Defizite auszugleichen. Diese freiwilligen Kurse finden unmittelbar vor Semesterbeginn an den drei Standorten der TH OWL sowie online auf der Lernplattform eCampus (ILIAS) statt und sind für immatrikulierte Studierende kostenfrei.

Im Jahr 2019 wurde ein neues Konzept für die Mathematikvorkurse eingesetzt, welches das individuelle und kollaborative Lernen stärken und vertieftes Wissen bei den Studienanfänger*innen fördern soll. Um die Teilnehmenden bei dem Erreichen ihrer Lernziele zu unterstützen, werden unter anderem verschiedene Aspekte des selbstregulierenden Lernens aufgegriffen. Die neuen Studierenden sollen von einer eher passiven, konsumierenden Haltung zu einer aktiven Rolle befördert werden, in welcher sie zunehmend Verantwortung für den eigenen Lernerfolg übernehmen. Der Ausbau dieser Fähigkeit ist für den positiven Verlauf der akademischen Ausbildung von großer Bedeutung.

Dafür wird die Blended-Learning-Methode Inverted Classroom eingesetzt. Als Inverted Classroom (oder auch Flipped Classroom), also „vertauschter“ oder „umgedrehter Klassenraum“, wird ein didaktisches Konzept bezeichnet, in dem die grundlegende Wissensaneignung nicht während der Präsenzzeit stattfindet, sondern als Selbststudium vor der Präsenzveranstaltung gelegt wird. Durch die vorgelegte Vermittlung von Grundlagen und die damit einhergehende Angleichung von Vorwissen bleibt in der Veranstaltung mehr Zeit, um gemeinsam Aufgaben zu erarbeiten, Fragen zu klären und Themen zu vertiefen. Durch das eigenständige Lernen in Kombination mit der „vertiefende[n] Diskussion in der Präsenzphase werden Aspekte des aktivierenden Lernens, wie zum Beispiel Teamwork, Debatten und Selbstreflexion gefördert“ (Tolks et al. 2016, S.14).

Für das Selbststudium vor der Präsenzveranstaltung erhalten die Studierenden Lernmaterialien mit dazugehörige Begleitfragen, welche sie zeit- und ortsunab-

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

hängig sowie im eigenen Tempo und mit eigener Lernstrategie bearbeiten. Außerdem haben sie die Möglichkeit, online Unterstützung zu Lernstrategien oder zu fachlichen Inhalten in Lerngruppen und von *E-Mentor*innen* zu erhalten. Anschließend können die Teilnehmenden zu mehreren Zeitpunkten an betreuten Übungskursen teilnehmen. Hier werden Fragen beantwortet und das neu angeeignete Wissen durch (gemeinsame) Übungen gefestigt und vertieft. Um die vorherige Auseinandersetzung mit dem Lernstoff zu fördern, sollen die Teilnehmenden zuvor, angelehnt an das Just-in-Time-Teaching-Lehrkonzept, Fragen zu dem Lernstoff beantworten. Die Antworten dienen der Vorbereitung sowohl für die Studierenden als auch für die Lehrenden auf die Präsenzveranstaltung.

20.1 Der umgedrehte Vorkurs

Die Studierenden erhalten bereits acht Wochen vor Studienbeginn Zugang zu den Online-Materialien des Mathematikvorkurses. Diesem Material können sie sich in individueller Intensität und Geschwindigkeit widmen. Der Inhalt dient der Auffrischung von grundlegenden mathematischen Kenntnissen. Die Materialien bestehen aus sieben Lernzielorientierten Kursen (LoK) zu grundlegenden mathematischen Themengebieten:

- Arithmetik
- Funktionen
- Geometrie
- Gleichungen und Ungleichungen
- Mathematische Grundlagen
- Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- Trigonometrie

Aufgrund des sehr großen Umfangs der Materialien durchlaufen die Teilnehmenden zunächst den Diagnostischen Einstiegstest. Auf Grundlage der Testergebnisse erhalten die Studierenden Vorschläge zur Auswahl der Lernzielorientierten Kurse. Anschließend erfolgt ein weiterer Test in den Kursen, da die komplette Bearbeitung eines Kurses circa zwölf Stunden dauert. Somit erfahren die Studierenden zunächst, in welchen mathematischen Themengebieten sie ausreichende Kenntnisse aufweisen und wo Nachholbedarf besteht, und daraufhin, welche konkreten Themen sie im Vorkurs erarbeiten sollten. Die Lernzielorientierten Kurse setzen sich zusammen aus einem Eingangstest, drei bis fünf Lernzielen und einem Abschlusstest. Mit diesem können die Teilnehmenden überprüfen, wie erfolgreich ihr Selbststudium war. Die Lernziele beinhalten ausführliche Lernmodule sowie Trainingstests, mit Hilfe derer die zuvor rezipierten theoretischen Inhalte praktisch angewendet werden können. Der Vorkurs endet ebenfalls mit einem Abschlusstest, welcher Aussagen über den Lernfortschritt liefert.

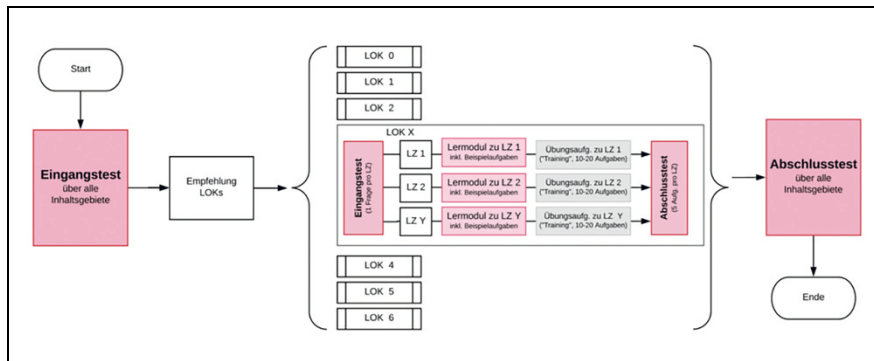


Abbildung 1: Flussdiagramm zum Ablauf des Vorkurses

<p>Mathematische Grundlagen Themen: Mengen und Zahlenmengen Grundlegende Definitionen und Regeln Mathematische Sprache und Symbole Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>	<p>Funktionen Themen: Eigenschaften von Funktionen Rationale Funktionen Umkehrfunktionen Exponential- und Logarithmusfunktionen Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>
<p>Arithmetik Themen: Rechnen mit ganzen Zahlen Bruchrechnen Termumformungen Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>	<p>Geometrie Themen: Winkel Flächen Strahlensatz und Ähnlichkeit Stereometrie Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>
<p>Gleichungen und Ungleichungen Themen: Algebraische Gleichungen Algebraische Gleichungen höheren Grades und Bruchgleichungen Ungleichungen, Betragsgleichung Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>	<p>Trigonometrie Themen: Trigonometrische Funktionen Additionstheoreme Schwingungen, Schwingungsgleichungen und Arkusfunktionen Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>
<p>Potenzen, Wurzeln, Logarithmen Themen: Potenzen Wurzeln Logarithmen Lernfortschritt: ● Vorbedingungen, die für einen Zugriff erfüllt werden müssen: > Anzeigen</p>	

Abbildung 2: Übersichtsseite des Vorkurses auf der Lernplattform eCampus

Um sich die fachlichen Inhalte in diesem Blended-Learning-Szenarium anzueignen, müssen die Studierenden in der Lage sein, ihr Lernen selbst zu regulieren. Bedauerlicherweise weisen zahlreiche Lernende in dieser Fähigkeit Defizite auf, weshalb diverse Angebote zum Ausbau dieser Kompetenz konzipiert wurden (Bellhäuser und Schmitz 2013, S. 345). Aufgrund der großen Komplexität der Lernum-

The screenshot shows a learning module interface for 'Eigenschaften von Funktionen'. The left sidebar contains a navigation menu with items like 'Eigenschaften von Funktionen', '1 Einleitung', '2 Funktionen', '3 Beschreibung von Funktionen', '4 Arbeiten mit Funktionen', '5 Verkettung von Funktionen', and '5.1 Hintereinanderausführung von Funktionen'. The main content area is titled 'Eigenschaften von Funktionen' and includes a breadcrumb trail: 'Funktionen > Eigenschaften von Funktionen > 5 Verkettung von Funktionen > 5.1 Hintereinanderausführung von Funktionen'. The main content is titled 'Grafische Erläuterung zur Komposition von Funktionen' and contains a diagram and text explaining the composition of functions f and g . The diagram shows three sets: $A = \{1, 2, 3, 4\}$, $B = \{1, 2, 3, 4\}$, and $C = \{1, 2, 3, 4\}$. Arrows represent the functions $f: A \rightarrow B$ and $g: B \rightarrow C$. The composition $g \circ f: A \rightarrow C$ is shown below. The text explains that the domain of f is $A = \{1, 2, 3, 4\}$ and the codomain is $B = \{1, 2, 3, 4\}$. The domain of g is $B = \{1, 2, 3, 4\}$ and the codomain is $C = \{1, 2, 3, 4\}$. The domain of $g \circ f$ is $A = \{1, 2, 3, 4\}$ and the codomain is $C = \{1, 2, 3, 4\}$. The text also notes that the value 4 in the domain of g is not considered in the composition because it is not in the range of f .

Abbildung 3: Beispieleinsicht des Lernmoduls Funktionen

gebung erhalten die Lernenden durch die oben aufgeführten Tests (vorneweg der Diagnostische Einstiegstest) zunächst eine erste Orientierung über die Lerninhalte, um dem Phänomen „Lost in Hyperspace“ entgegenzuwirken (ebd.). Die Tests sind zudem ein Instrument zur Reflexion und Evaluation des Lernprozesses, wodurch unter anderem die Selbsteinschätzung der Teilnehmenden gefördert werden soll.

Daneben haben Richardson, Abraham und Bond (2012) festgestellt, dass unter anderem ein hohes Selbstwirksamkeitsgefühl sowie die Fähigkeit zum Zeitmanagement „höhere Zusammenhänge zu akademischem Erfolg aufweisen, als beispielsweise Intelligenz oder sozioökonomischer Status“ (Bellhäuser und Schmitz 2013, S. 345). Daher soll durch das vorgesehene Konzept die Selbstwirksamkeit der Teilnehmenden gestärkt werden. Häufig nehmen Lernende eine passive, konsumierende Haltung ein und realisieren erst zu einem späteren Zeitpunkt, dass sie durch andere Personen demonstrierte Inhalte nicht eigenständig beherrschen. Besonders in der Mathematik ist das eigenständige Anwenden der Inhalte unerlässlich, um die Inhalte zu verstehen und das eigene Kompetenzgefühl zu steigern (Bescherer und Spannagel 2008). Neben den Trainingstests stand den Studierenden 2019 dafür der Freie Trainingsplatz zur Verfügung. Mit Hilfe der knapp 300 Fragen zu den Lernzielorientierten Kursen konnten sie ihr neues Wissen anwenden und festigen. Bei falscher Beantwortung der Fragen erhielten die Teilnehmenden Hinweise, in welchem Lernmodul sie die entsprechenden Lerninhalte finden, um

die Fragen richtig beantworten zu können. Der Freie Trainingsplatz wird aufgrund der Erweiterung der Lerninhalte ab 2020 durch adaptive Trainings ersetzt.

Wichtig für das selbstregulierte Lernen und das Kompetenzerleben sind des Weiteren Erfolgserlebnisse. Daher finden die Studierenden während der Bearbeitung der Inhalte im Vorkurs Hinweise und Tipps aus überfachlichen Themengebieten, die sie in der Ausgestaltung und im Erfolg ihres Lernprozesses unterstützen sollen. Diese Tipps und Hinweise sind jeweils zu Beginn und/oder zum Abschluss eines Lernmoduls platziert. Zum einen erhalten die Teilnehmenden praktische Hinweise und Reflexionsangebote, die direkt umgesetzt werden können. Dazu zählen zum Beispiel der Tipp, einmal gut durchzulüften, oder die Frage, wie gut die Bearbeitung des letzten mathematischen Lernziels aus eigener Sicht verlaufen ist.

Zum anderen stehen den Studienanfänger*innen Hinweise zu überfachlichen Lernmodulen zur Verfügung (siehe Kapitel 16). Diese behandeln Themen, wie Methoden des Zeit- und Selbstmanagements, Ratschläge zum Aufgabenmanagement und der Gestaltung des eigenen Lernprozesses, Tipps zur Kommunikation mit Mitstudierenden und Dozent*innen, Hinweise zur Selbstmotivation sowie zum Umgang mit Fehlern und Schwierigkeiten.

20.2 Digitale Unterstützungsangebote

Parallel zum individuellen Lernprozess entsteht eine Fähigkeitsmatrix, die einen Überblick der Fortschritte abbildet (siehe Kapitel 6). Dadurch ist für die Studienanfänger*innen ersichtlich, welche Lernziele sie bereits erreicht haben und welche Kenntnisse weiterhin ausbaufähig sind. Die Entwicklung der Studierenden wird zusätzlich in einem begleitenden E-Portfolio dokumentiert (siehe Kapitel 5).

Zudem haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, online Unterstützung zu Lernstrategien oder zu fachlichen Inhalten in Lerngruppen sowie von E-Mentor*innen zu erhalten. E-Mentor*innen sind Studierende höherer Semester, welche beispielsweise in Sprechstunden (online und vor Ort) bei der Nutzung der Lernplattform helfen und Impulse zur Selbstreflexion liefern (siehe hierzu Kapitel 18). Darüber hinaus werden Online-Tutorien zu den überfachlichen Lernmodulen angeboten. Hier werden Themen aus den überfachlichen Lernmodulen (zum Beispiel zum Zeit- oder Aufgabenmanagement) aufgegriffen und zusammen mit einem oder einer erfahrenden Studierenden vertieft. Weitere Informationen finden die neuen Studierenden außerdem online im „Studyguide“ sowie in dem Forum und Glossar. Der „Studyguide“ ist eine Orientierungs- und Einstiegshilfe auf der Lernplattform eCampus (siehe Kapitel 18). Das Glossar stellt ein ausführliches Nachschlagewerk dar, welches zahlreiche mathematische Begriffe und Formeln erläutert.

20.3 Begleitetes Lernen vor Ort

Neben dem Selbststudium und den dazugehörigen Unterstützungsangeboten können die Erstsemester an betreuten Übungskursen (sogenannten Tutorien) teilnehmen. Angeboten werden die Tutorien an allen drei Standorten der TH OWL und online auf der Lernplattform eCampus. Die Tutorien behandeln jeweils ein Lernziel und finden wiederholt, zu unterschiedlichen Zeiten statt, sodass sich für alle Studierenden die Chance erhöht, daran teilzunehmen. Für Studierende, welche noch nicht vor Ort oder aus anderen Gründen verhindert sind, werden zusätzlich Online-Tutorien angeboten. Die Tutorien dienen der Anwendung, dem Abgleich und der Überprüfung des Gelernten. Dies geschieht durch Klärung von Fragen, Lösen von (Gruppen-)Aufgaben oder Besprechen von Musterlösungen. Die Ausgestaltung der Vorkurse soll neben selbstständigem Lernen zudem Lerngruppen fördern, um dadurch kollaboratives Lernen insgesamt als eine Selbstverständlichkeit an der Hochschule kennenzulernen.

Begleitet wird das Tutorium durch eine Lehrperson, welche die Rolle einer Lernbegleitung übernimmt. Sie berät bei der Lösungsfindung, beobachtet und moderiert und regt die Studierenden zur Kommunikation, Kooperation und Reflexion an. Die Lehrenden erhalten zuvor in einem Workshop die nötigen Informationen zu der Lernplattform, den mathematischen optes-Materialien und zum didaktischen Konzept. Die Lehrenden, welche die Online-Tutorien betreuen, werden zusätzlich mit der Nutzung der Web-Konferenz-Software Adobe Connect sowie der Grafik-Tablets vertraut gemacht. Diese Tablets stellen eine digitale Alternative zur Tafel oder zum Overhead-Projektor dar. Mit ihnen können die Lehrenden (gemeinsame) Lösungswege visualisieren.

Die Teilnahme an einem Tutorium erfordert zunächst eine Anmeldung, welche im eCampus erfolgt. Dort finden die Studierenden Angaben zu den Inhalten, Terminen und Räumlichkeiten der Tutorien sowie dazu, was sie dafür vorzubereiten bzw. mitzubringen haben. Zur Vorbereitung sollen sie die zwei folgenden Fragen zu ihrem Lernstand beantworten: „Mit welcher Aufgabe hatte ich Probleme?“ und „Ich habe folgende Frage:“. Die Beantwortung der Fragen unterstützt zum einen die vorherige Auseinandersetzung mit dem Lernstoff (siehe Inverted-Classroom-Modell). Des Weiteren wird die bzw. der Lehrende im Vorfeld darüber informiert, welche konkreten Fragen bzw. Probleme die Studierenden mitbringen, und kann aufgrund dieser Rückmeldung die Veranstaltung planen. Hier wird das Just-in-time-teaching-Lehrkonzept aufgegriffen: Aufbauend auf dem Inverted-Classroom-Modell bearbeiten die Lernenden vor dem Präsenztermin die Lerninhalte. Zusätzlich melden die Studierenden der Lehrperson, welche Schwierigkeiten sie im Selbststudium mit dem Lernstoff hatten. Die Lehrperson kann mit diesen Informationen in der Präsenzveranstaltung vorbereitet auf die Anliegen der Studierenden eingehen. Durch diese Vorarbeit werden Zeitressourcen gewonnen, welche für vertieftes Lernen genutzt werden können. Außerdem erfordert die Aufgabe eine

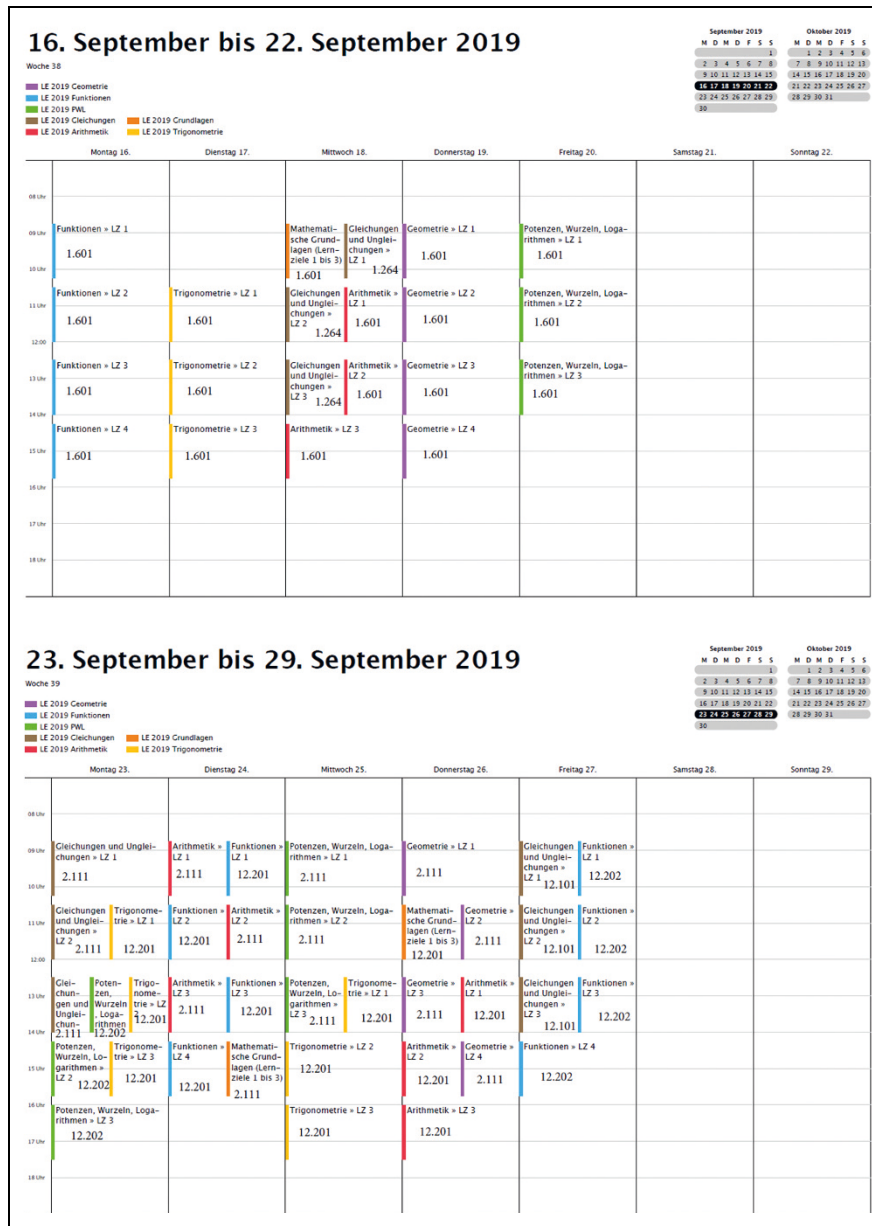


Abbildung 4: Beispielhafte Wochenpläne zu den Tutorien

aktive Auseinandersetzung der Studienanfänger*innen mit den Lerninhalten, wodurch sie Aspekte ihrer Selbstlernkompetenz trainieren.

Dafür wird, neben den erhöhten Selbststudiumsanteilen, in den Tutorien möglichst von der reinen Präsentation der Inhalte abgesehen, um der passiven, konsumierenden Haltung entgegenzuwirken. Zum Einbeziehen und Aktivieren der Teilnehmenden wird ein Wechsel von Einzel- und Gruppenarbeit sowie Plenum empfohlen. Darüber hinaus können weitere Methoden eingesetzt werden, wie etwa die Think-Pair-Share-Methode, welche die drei oben aufgeführten Methoden kombiniert, oder das Einbinden von Voting-Tools, wie zum Beispiel PINGO oder Mentimeter.

Zum Abschluss des Tutoriums werden die Studierenden gebeten, an dem Expressfeedback, einer kurzen Umfrage zur Zufriedenheit mit dem Lehrangebot, teilzunehmen. Bedauerlicherweise haben sich daran kaum Teilnehmende beteiligt.

Neben den Präsenzveranstaltungen finden zusätzlich regelmäßige Online-Tutorien in einem virtuellen Klassenraum via Adobe Connect statt. Hiermit soll gewährleistet werden, dass Studienanfänger*innen, welche noch nicht vor Ort wohnen oder aus anderen Gründen nicht an den Präsenzterminen teilnehmen können, ebenfalls tutorielle Unterstützung erhalten. Das Online-Tutorium setzt sich wie das Pendant in Präsenz, aus Übungsaufgaben und dem Beantworten von Fragen zusammen. Allerdings sind Online-Tutorien zwar inhaltlich einem Leistungsorientierten Kurs zugehörig, jedoch nicht nach Lernzielen aufgetrennt.

20.4 Marketing und Motivation der Studierenden

Aufgrund der Tatsache, dass der Vorkurs an der Technischen Hochschule OWL nicht verpflichtend ist, wird der Kurs über verschiedene Medien beworben. Zunächst erhalten die Studierenden mit ihren Immatrikulationsunterlagen einen Flyer mit den ersten Informationen zum Vorkurs. Weiterführende Informationen sind auf der Vorkurs-Website zu finden. Daneben gibt es verschiedene ausführliche Dokumente, beispielsweise eine FAQ-Liste und eine Anleitung zum Anmeldeprozess. Diese wird für internationale Studierende ebenfalls in englischer Sprache angeboten. Neben den Lesezeichen-Flyern, welche verschiedene Tipps zum Studienstart enthalten, werden die Studierenden über die Social-Media-Kanäle der Hochschule (Facebook und Instagram) auf die Angebote aufmerksam gemacht. Dieses Jahr sollen zudem kurze Videos die Studienanfänger*innen über die Vorkurse informieren. Neben den digitalen Angeboten können sie sich zudem an den Service-Points in der Bibliothek oder telefonisch beraten lassen. Neben Veranstaltungshinweise erhalten die Studierenden verschiedene Informationen per E-Mail. Unter anderem werden sie hierüber für ihre fleißige Teilnahme gelobt oder freundlich auf ihre ausbaufähige Teilnahme hingewiesen. Hierzu wird beispielsweise geprüft, wer noch nicht an dem Einstiegs- oder Abschlusstest teilgenommen oder lediglich ein bis zwei Lernzielorientierte Kurse begonnen hat.

Zur weiteren Motivation wurden sogenannte Badges verliehen. Badges sind digitale Zertifikate oder Abzeichen, welche den Studierenden eine kurze und prägnante Rückmeldung zu ihren Lernerfolgen geben. Angelehnt an den Gamification-Ansatz enthalten sie neben einem ansprechenden Bild detaillierte Informationen über die erbrachte Leistung.

Da für das Selbstwirksamkeitsgefühl ebenso die soziale Eingebundenheit von großer Bedeutung ist (Bescherer und Spannagel 2008) und um eventuelle Einstiegshürden abzubauen, wurde 2019 ein lockerer Beratungsnachmittag mit gemeinsamen Grillen, angeboten. Hier wurden die Teilnehmenden über die Vorkurse und die vielfältigen Unterstützungsangebote zum Studienstart informiert und konnten in lockerer Atmosphäre und durch geführte Methoden ihre Kommiliton*innen sowie die Mitarbeitenden des Vorkurs-Teams kennenlernen. Ein weiterer Mehrwert stellte die Gelegenheit zum Netzwerken dar, welche genutzt wurde, um Mitbewohner*innen, Mitfahrgelegenheiten und vor allem Lerngruppen zu finden. Durch das Kennenlernen, die nützlichen Informationen und die schöne Atmosphäre beim Grillen sollten die Studierenden für die Vorkurse sowie für ihren Start an der TH OWL motiviert werden. 2020 sollen zusätzlich gemeinsame Einstiegsveranstaltungen stattfinden, in denen zu Beginn einer Woche der Vorkurs vorge stellt wird. Dies beinhaltet den organisatorischen Ablauf des Kurses, die optimale Verwendung des Materials, erste Tipps zum selbstständigen Lernen sowie Hinweise zu den Unterstützungsangeboten und der Bildung von Lerngruppen.

20.5 Evaluation

Für die Evaluation der Vorkurse 2019 wurden zum einen die Daten zur Nutzung der Lernplattform eCampus genutzt. Des Weiteren wurden die Teilnehmenden mittels eines Fragebogens (ebenfalls auf der Lernplattform) zum Vorkurs befragt.

Von den mehr als 1500 Neuzugängen im Jahr 2019 haben sich knapp die Hälfte zu den Vorkursen angemeldet. Die Hälfte der zum Abschluss des Kurses befragten Studierenden haben den Mathematik-Vorkurs ein- bis drei Mal pro Woche genutzt. Knapp 33% nutzen ihn häufiger als drei Mal pro Woche (TN 80). Knapp 35% stimmten eher der Aussage zu, dass sie mit den angebotenen Lerninhalten die angebenen Lernziele erreichen konnten (20% stimme voll und ganz zu; 23% stimme teilweise zu; TN 79). Außerdem ergab die Befragung, dass die meisten Studierenden durch den Vorkurs dazu angeregt wurden, sich intensiver mit den mathematischen Inhalten ihres Studiums auseinanderzusetzen (23% stimme voll und ganz zu, 38% stimme eher zu; TN 74). Zudem bestätigten die Befragten die Wirksamkeit der Reflexions- und Kontrollinstrumente für das Selbststudium, indem die meisten angaben, dass sie während des Vorkurses jederzeit ihren Kenntnisstand selbstständig überprüfen konnten (27% stimme voll und ganz zu, 40% stimme eher zu; TN 74).

Literatur

- Bellhäuser, H. & Schmitz, B. (2013). Förderung selbstregulierten Lernens für Studierende in mathematischen Vorkursen – ein web-basiertes Training. In I. Bausch, R. Biehler, P. D. R. Bruder, P. R. Fischer, R. K. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (Bd. 2, S. 327–342). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Bescherer, C. & Spannagel, C. (2008). Aktivierendes Mathematik-Lernen zum Studienbeginn. In E. Vásárhelyi (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008* (S. 329–332). Münster: WTM.
- Richardson, M., Abraham, C. & Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Psychological bullet*, 138(2), 353–387.
- Tolks, D., Schäfer, C., Raupach, T., Kruse, L., Sarikas, A., Gerhardt-Szép, S., Kllauer, G., Lemos, M., Fischer, M., Eichner, B., Sostmann, K. & Hege, I. (2016). Eine Einführung in die Inverted/Flipped-Classroom-Methode in der Aus- und Weiterbildung in der Medizin und den Gesundheitsberufen. *GMS Journal for Medical Education*, Vol. 33(3). Düsseldorf.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





21 Mathematiklehrveranstaltung neu – digital und invertiert

Marc Peterfi, Manfred Daniel

21.1 Einleitung

Studierende im ersten Semester stehen in MINT-Fächern vor der Herausforderung, den Übergang von der Schulmathematik zur Hochschulmathematik zu meistern. Im Projekt optes wird das Ziel verfolgt, die Studierenden bei diesem Übergang zu unterstützen. Dieser betrifft nicht nur die Zeit vor der Aufnahme des Studiums, sondern im Besonderen auch die ersten Semester in einem Studiengang mit mathematischen Lehranteilen. Das vorliegende Konzept der digitalen Mathematiklehrveranstaltung hat zum Ziel, die Studierenden beim Erlernen mathematischer Inhalte auch im Studium weiter zu unterstützen. Im Portfolio der optes-Angebote schlägt die digitale Mathematiklehrveranstaltung die Brücke zwischen den Vorkursangeboten der Studieneingangsphase und den summativen Prüfungen durch E-Klausuren. Doch wie kann man die Genese mathematischer Kompetenzen fördern und unterstützen? Innerhalb des optes-Teilprojekts „E-Assessment im Studium“ wird hierfür ein Ansatz mit einer möglichst aktiven Präsenz und einer Unterstützung des Übens durch elektronisches Assessment verfolgt.

Rahmenbedingungen

Zunächst sollen die spezifischen Rahmenbedingungen des beschriebenen Versuchs dargestellt werden. Die Herausforderungen und Anforderungen eines Übungsbetriebes sind in großer Weise vom zeitlichen Umfang (SWS), der Gruppengröße und der Hochschulart abhängig. Entwickelt wurde die Lehrveranstaltung mit dem Gedanken einer Anwendung an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Karlsruhe im grundständigen Studiengang Wirtschaftsinformatik. Das bedeutet jedoch nicht, dass dieses Konzept nicht auch in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschularten eingesetzt werden kann. Auf diese Möglichkeit wird am Ende eingegangen werden. An der DHBW werden im Studiengang Wirtschaftsinformatik die Studierenden eines Jahrganges auf fünf Kurse mit einer jeweiligen Größe von 30 bis 35 Studierenden aufgeteilt. Die Kurseinteilung und der soziale Kursverbund bleiben im Regelfall für das gesamte Studium bestehen. Ein wichtiger Aspekt ist, dass für die Studierenden im dualen Studium aufgrund ihrer Arbeitsverhältnisse bei den dualen Partnern in den Präsenzveranstaltungen Anwesenheitspflicht herrscht.

In den meisten Fällen werden die Module in den verschiedenen Kursen von jeweils verschiedenen Lehrenden gehalten. Lehrende sind an der Dualen Hochschule hauptamtliche Professor*innen oder externe Lehrbeauftragte. Im vorliegenden Fall des Jahrganges 2019 gab es für das Teilmodul „Analysis und Lineare Algebra“ in den fünf Kursen vier Dozent*innen. Unter diesen Lehrenden wurde im vorliegenden Fall ein gemeinsames Curriculum anhand der Modulbeschreibung vereinbart und eine inhaltlich einheitliche Klausur über alle Kurse erstellt. Dennoch war jeder im Sinne der Wissenschafts- und Lehrfreiheit in der Ausgestaltung seiner Lehrveranstaltung im Rahmen der Modulbeschreibung frei. Diese sieht für das Teilmodul 30 Unterrichtsstunden Präsenz und 45 Unterrichtsstunden Selbststudium vor. Ebengleiches trifft auch für das Teilmodul „Logik und Algebra“ des zweiten Semesters zu. Das Gesamtmodul umfasst damit 5 ECTS-Punkte. Die beiden Teilmodule eines dieser Kurse werden im vorliegenden Konzept umgesetzt und betreffen einen Kurs mit 33 Studierenden.

21.2 Das Grundkonzept: Inverted Classroom

Das bisherige didaktische Modell der Mathematiklehrveranstaltungen an der DHBW sieht seminaristische Vorlesungen im kleinen Kursverband mit integrierten Übungsphasen vor. Im betrachteten Studiengang werden ausnahmsweise freiwillig zu besuchende Tutorien angeboten. Das Selbststudium wird nicht explizit durch die Lehrperson gestaltet oder betreut.

Der Fokus lag bei der Entwicklung der digitalen Mathematiklehrveranstaltung in der Unterstützung des Übungsprozesses. Dabei sollte sowohl das individuelle Lernen und Üben als auch die gegenseitige Unterstützung der Studierenden bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben gefördert werden. Außerdem sollte die Lehrperson besser befähigt werden, die Defizite der Studierenden zu erfassen und ihnen zielgerichtet dabei zu helfen, diese zu überwinden. In vielen klassischen mathematischen Lehrbetrieben schließen die Übungseinheiten an eine frontal durchgeführte Vorlesung an. Während die Lehrperson in der Vorlesung durch Vortrag den Stoff an die Studierenden vermittelt, wird die Übung und Rekapitulation des Stoffes und seiner Anwendungen in nachgelagerte Übungseinheiten, wie Tutorien und Saalübungen, oder ins Selbststudium ausgelagert. Je nach Größe und verfügbarer Zeit einer Mathematiklehrveranstaltung eines Studienganges kann diese nur aus Übungsblättern und Musterlösungen bis hin zu Saalübungen und Tutorien durch Lehrkräfte oder studentische Hilfskräfte reichen. Diesen Lösungen ist gemein, dass eine gegenseitige Rückmeldung zwischen Lehrenden und Studierenden, so es diese überhaupt geben kann, erst mit zeitlicher Verzögerung möglich ist. Aus diesen Beweggründen wurde die Lehrveranstaltung im sogenannten *Inverted Classroom Model* (ICM) (Schäfer 2012; Handke 2012; Lage, Platt und Treglia 2000; siehe auch Kapitel 20) bzw. dem *Inverted Classroom Mastery Model* (Handke

2013) umgesetzt. In diesen ist die Stoffarbeit in ein Selbststudium vorgelagert, während die Vorteile der Anwesenheit der Lehrperson in den Präsenzlehreinheiten zur aktiven Besprechung der Inhalte und Probleme und zur Durchführung von Übungen genutzt werden kann. Die Lehrperson kann dabei im direkten Kontakt mit den Studierenden auf die Schwierigkeiten des aktuellen Themas eingehen. Um eine solche Präsenzsitzung optimal vorzubereiten, bietet es sich an, die Lernmaterialien der Studierenden, die diese zur Stoffarbeit nutzen können, durch interaktive Fragestellungen anzureichern. Dabei sollen diese sowohl den Studierenden zur direkten Selbstreflexion als auch der Lehrperson zur optimalen Vorbereitung der Präsenz dienen. Zusätzlich wird die Präsenz durch kurze Einreichaufgaben vorbereitet. Im Gegensatz zur oben geschilderten Vorgehensweise der der Präsenz nachgelagerten Übungseinheiten sind die Ergebnisse damit bereits vor der Präsenzsitzung bekannt. Damit kann die Lehrperson im Optimalfall die Implikationen aus den Testergebnissen zur Vorbereitung der Sitzung nutzen, und die Besprechung fällt in die Sitzung, die sowieso der Vertiefung und Übung des Stoffes gewidmet ist. In diesem Kontext bekommt der Einsatz elektronischer Lernmaterialien und Übungsaufgaben einen besonderen Sinn.

21.3 Lernmaterial und Tests im Selbststudium

Die Lernplattform ILIAS stellt nach Ansicht der Autoren geeignete Mittel für diese Bedarfe zur Verfügung.

21.3.1 Lernmodule

Zur Stoffarbeit wurden den Studierenden die mathematischen Inhalte eines Themas in dem ILIAS-Objekt „Lernmodul“ (siehe auch Kapitel 15) aufbereitet zur Verfügung gestellt. Diese interaktiven Lehrbücher ermöglichen nicht nur die einfache Verlinkung eines Inhaltes auf eine andere Seite oder eine Fortschrittsanzeige, sondern die Studierenden erhalten zu vielen Aufgaben direkte Rückmeldungen durch das genutzte Lernmanagementsystem. Jene Rückmeldungen erhalten die Studierenden an Ort und Stelle. Damit sind das Aufschlagen von Lösungsseiten und Vergleichen der Lösung, welche man von Übungsbüchern kennt und die ein potenzielles Motivationshemmnis sein können, nicht nötig. Auch ist der Vergleich von Musterlösungen mit der eigenen Antwort von studentischer Seite aus möglicherweise fehlerbelastet. Zu den Fragen folgt zusätzlich auch eine erklärende Musterlösung, die auch ohne Beantwortung der Frage aufrufbar ist.

Die Abbildung 1 zeigt eine Frage innerhalb eines Lernmoduls. Die Studierenden erhalten eine direkte Rückmeldung, ob sie die Frage korrekt beantwortet haben. Zudem steht ihnen eine Übersicht des Bearbeitungsstandes der Lernmodulseiten zur Verfügung. Existiert auf einer Seite eine falsch beantwortete Frage,

Aufgabe

Ordnen Sie den Wahlen von A und B die Eigenschaften der Tripel $R = (A, B, \mathcal{R})$ zu. Dabei sei stets

$$\mathcal{R} = \{(1,1), (2,1)\}$$

Bedenken Sie: Mehrfachzuordnungen sind möglich!

Anordnung zurücksetzen

$A = \{1,2,3\}, B = \{1\}$	rechtstotale Relation	Relation, aber weder links- noch rechtstotal
$A = \{1,2\}, B = \{1,2\}$	linkstotale Relation	linkstotale Relation
$A = \{1\}, B = \{1\}$	keine Relation	keine Relation
$A = \{1,2,3\}, B = \{1,2\}$	Relation, aber weder links- noch rechtstotal	bitotale Relation
$A = \{1,2\}, B = \{1\}$	linkstotale Relation	rechtstotale Relation
	rechtstotale Relation	bitotale Relation

✓ **Richtig!**
Sehr gut.

Auswerten

Abbildung 1: Frage in einem Lernmodul der Lehrveranstaltung „Logik und Algebra“

so wird diese mit einem roten Kreis samt Kreuz markiert. Teilweise bearbeitete Inhalte sind gelb, vollständig und korrekt bearbeitete Inhalte grün angezeigt (siehe auch Kapitel 17).

Neben der direkten Rückmeldung für die Studierenden erhält aber auch die Lehrperson eine Information darüber, wie häufig die jeweiligen Fragen beantwortet und wie oft sie im ersten oder zweiten Anlauf korrekt gelöst wurden oder wie viele Studierende sogar mehr Versuche benötigten bzw. die Frage nie korrekt beantworten konnten. Die Rückschlüsse, die sich daraus ziehen lassen, können im besten Fall dafür genutzt werden, Verständnislücken der Gesamtheit der Studierenden des Kurses zu detektieren.

21.3.2 Präsenzvorbereitende Tests

Eine weitere Vorbereitungsmaßnahme für die Präsenzsitzungen sind die präsenzvorbereitenden Tests. Dabei handelt es sich meist um kurze Tests, die Verständnislücken aufdecken sollen. Außerdem sollen diese Tests Lehrenden bei der Entscheidung helfen, ob und wie ein gewisses Thema vorbereitet werden soll.

Gegeben ist die Funktion

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, x \mapsto \begin{cases} 2x^2 & , x > 0 \\ 3 & , x = 0 \\ \sin(x) & , x < 0 \end{cases}$$

Bestimmen Sie im Falle der Existenz den rechts- und linksseitigen Grenzwert der Funktion im Punkt $x = 0$.
Existiert der Grenzwert von $f(x)$ für $x \rightarrow 0$? Wenn ja, geben Sie den Wert an.
Bei Nichtexistenz geben Sie jeweils "n.e." ohne Anführungszeichen in die Lücke ein.

Es gelten

$$\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ x > 0}} f(x) = \text{[]}$$

$$\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ x < 0}} f(x) = \text{[]}$$

und

$$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = \text{[]}$$

Abbildung 2: Erste Aufgabenstellung

So erhielten die Studierenden beispielsweise im Themenbereich Stetigkeit und Funktionsgrenzwertbestimmung zwei vergleichbare Fragen (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3), deren Unterschied aber eine konzeptionelle Verständnislücke der Studierenden offenbaren konnte (Peterfi 2020). Dazu wurde eine abschnittsweise definierte Funktion erstellt. Gefragt wurde nach dem Funktionsgrenzwert in einer speziellen Stelle. Die Funktion war dabei so konzipiert, dass sie in dieser Stelle eine Unstetigkeit aufwies. Durch Ersetzung des Funktionswertes an dieser Stelle durch den Funktionsgrenzwert in dieser Stelle wäre die Funktion jedoch stetig. Viele der am Test teilnehmenden Studierenden konnten bei dieser Aufgabenstellung diesen Grenzwert jedoch nicht bestimmen oder übersprangen die Aufgabe.

Im Anschluss wurde der Funktionswert an der betreffenden Stelle durch eine Unbekannte ersetzt und die Studierenden erhielten die Aufgabe, die Unbekannte so zu bestimmen, dass die Funktion stetig war. Diese Variation der Aufgabe wurde von allen am Test teilnehmenden Studierenden korrekt beantwortet, obwohl es sich prinzipiell um die gleiche Aufgabe, die Bestimmung des Funktionsgrenzwertes, handelte. Daraus konnte der Rückschluss gezogen werden, dass das Konzept der Folgenstetigkeit von den Studierenden noch nicht verstanden war und ein vermutlich fehlerhaftes Verständnis des Stetigkeitsbegriffes angewandt wurde. Zudem war die Anzahl der Antworten bei der zweiten Frage höher. Eine mögliche Interpretation durch die Lehrperson war in diesem Fall, dass die Studierenden vor dem Begriff des Grenzwertes zurückschreckten oder diesen Inhalt nicht hinreichend bearbeitet hatten. Für die folgende Sitzung war somit der Bedarf dafür, nochmals auf Grenzwerte und ihre Zusammenhänge zur Stetigkeit einzugehen, naheliegend.

Gegeben ist die Funktion

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, x \mapsto \begin{cases} 2x^2 & , x > 0 \\ a & , x = 0 \\ \sin(x) & , x < 0 \end{cases}$$

mit einem $a \in \mathbb{R}$.

Wie müssen Sie a bestimmen, damit die Funktion stetig ist?

Falls kein solches a existiert, geben Sie "n.e." ohne Anführungszeichen in die Lücke ein.

$a =$

Abbildung 3: Zweite Aufgabenstellung

Im Gegensatz zu den ebenfalls angebotenen und automatisch ausgewerteten Trainings enthalten die präsenzvorbereitenden Tests auch manuell durch die Lehrperson zu bewertende Aufgaben. So können Freitext- oder Zeichenaufgaben eingesetzt werden. Die Lehrperson kann hier auch direkte schriftliche Rückmeldungen zu den Studierendenantworten geben. Da die Testeinstellungen in der digitalen Mathematiklehrveranstaltung auf anonym gestellt sind, ist das auch möglich, ohne dass die Lehrperson wissen muss, auf wessen Einreichung sie antwortet. Die Entscheidung, die Tests anonym durchzuführen, wurde unter anderem auch deshalb getroffen, da dies nach Aussage der Kursteilnehmer*innen die Hemmnisse einer Teilnahme an den Tests reduzierte.

21.3.3 Präsenzsitzungen

Die Bearbeitung der interaktiven Lernmodule und präsenzvorbereitenden Tests soll in der Selbststudiumsphase vor der zugehörigen Präsenzsitzung stattfinden. Da dafür mindestens ein ähnlicher Zeitaufwand wie für eine Frontalsitzung eingeplant werden sollte, sind längere Übungsaufgaben in der Präsenz zu bearbeiten. Da die aktive Beteiligung und die gegenseitige Unterstützung der Studierenden untereinander primäre Zielsetzungen des Konzeptes sind, wurden vor allem im ersten Semester verschiedene aktivierende Methoden zwischen Übungsaufgaben eingesetzt. Beispielsweise wurden Phasen des aktiven Plenums (Spannagel und Spannagel 2013) eingebaut.

Für das zweite Semester wurde aufgrund der dabei gemachten Erfahrungen die Entscheidung getroffen, die Präsenzsitzung in einen aktiven Besprechungsteil und einen Übungsteil aufzuteilen. Im ersten Teil werden zunächst Fragen zu den Inhalten der Lernmodule und präsenzvorbereitenden Tests beantwortet. Außerdem kann die Lehrperson in dieser Phase auf die Dinge eingehen, die ihr in der Vorbereitung der Sitzung bei Begutachtung der Ergebnisse der Fragen in den Lernmodulen und Tests aufgefallen sind. Für diese erste Phase ist ein Drittel der Präsenzveranstal-

tung eingeplant. Im zweiten Drittel der jeweils drei Unterrichtsstunden langen Präsenzsitzungen wird dann primär durch Bearbeitung von Übungsaufgaben geübt. Die Aufgaben werden den Studierenden auch hier über die ILIAS-Lernplattform zur Verfügung gestellt. Hilfreich ist, dass es sich um duale Studierende handelt, die zumeist bereits mit entsprechenden Endgeräten in der Lehrveranstaltung arbeiten. Nicht selten handelt es sich dabei auch um die von den dualen Partnern als Arbeitgeber der Studierenden zur Verfügung gestellten Arbeitsgeräte. Sollte während der Bearbeitung der Übungsaufgaben der Bedarf einer gemeinsamen Besprechung eines Themas durch den gesamten Kurs aufkommen, so kann die Übungseinheit hierfür durch eine aktive Besprechung unterbrochen werden.

Der Vorteil der Nutzung der digitalen Übungsangebote in der Präsenz liegt in mehreren Punkten.

- Zunächst können die elektronischen Aufgaben in ILIAS mit gestuft aufrufbaren Lösungshinweisen ausgestattet werden und liefern zudem direkte automatische Rückmeldungen, was die Lehrperson von einigen Fragen entlastet. Außerdem können die Lösungsvorschläge in den hier genutzten Testeinstellungen durch die Studierenden direkt in der Frage aufgerufen werden. Das ermöglicht trotz einer Gruppengröße von 33 Studierenden, dass die Lehrperson ausreichend Zeit hat, um durch die Reihen zu gehen und auf dann immer noch offene Fragen individuell einzugehen.
- Da das Üben zudem in der Präsenz stattfindet, besteht für die Studierenden die Möglichkeit der gemeinsamen Bearbeitung von Aufgaben. Damit steigt grundsätzlich auch die verfügbare Zeit, die Studierende mit anderen Studierenden zusammen an Übungsaufgaben arbeiten können. Das gilt im Besonderen auch für Studierende mit längeren Anreisezeiten zur Studienakademie.
- Ein positiver Nebeneffekt dieser Nutzung digitaler Übungsaufgaben auch in der Präsenz zeigte sich im Verlauf der Lehrveranstaltung „Logik und Algebra“, als aufgrund der Präventionsmaßnahmen im Rahmen von Covid-19 der Präsenzbetrieb eingestellt werden musste. Die Lehrveranstaltung konnte (Stand März 2020) dennoch mit nur minimalen Einschränkungen weiterlaufen. In der vorbereitenden Selbststudiumsphase gab es keine Änderungen im Ablauf zur Veranstaltung vor der Krise. Aber auch viele Vorteile der Präsenz konnten aufgrund dieses Übungskonzeptes beibehalten werden.

21.3.4 Freier Trainingsplatz

Zudem wurde den Studierenden ein Freier Trainingsplatz (Schmitt 2020) zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um einen ILIAS-Test im Continuous Testing Mode. Ein Test in diesem Modus erlaubt der Lehrperson, anders als die übrigen Tests, nachträglich Aufgaben zum Test hinzuzufügen oder zu entfernen, ohne die Testergebnisse der Studierenden zu löschen. Damit konnte ein zentraler Bereich

für freiwillige Übungsaufgaben geschaffen werden, der nach und nach mit aktuellen Inhalten befüllt werden konnte. Der Freie Trainingsplatz erlaubt zudem den Studierenden die Nutzung von Taxonomiefiltern zum Erstellen verschiedener individueller Fragenauswahlen. Hier wurde den Studierenden „Taxonomien nach Inhalt“ zur Verfügung gestellt. Auch konnten die Studierenden bestimmte Methoden, zum Beispiel Aufgaben zu der Regel von de l’Hospital oder speziellen Integrationsregeln, gezielt auswählen. Auch eine vorgefertigte Taxonomie für spezielle Trainings wurde zur Verfügung gestellt. Insgesamt können sich damit Studierende Tests nach eigenen Kriterien zusammenstellen und zielgerichtet an Schwachstellen arbeiten. Leider wird eine einmal korrekt beantwortete Frage vom Freien Trainingsplatz nicht erneut vorgelegt. Daher konnte dieser von einigen Studierenden nicht mehr für die direkte Prüfungsvorbereitung genutzt werden. Aus diesem Grund wurde für die Lehrveranstaltung „Logik und Algebra“ entschieden, den Freien Trainingsplatz erst im Rahmen der Prüfungsvorbereitung zur Verfügung zu stellen. In dieser Phase kann er seine Stärken des zielgerichteten Übens spezieller Themen voll entfalten. Im Rahmen der Evaluation der Lehrveranstaltung „Analysis und Lineare Algebra“ gaben 75% der an der Umfrage teilnehmenden Studierenden an, den Freien Trainingsplatz genutzt zu haben. Außerdem gaben fast 30% an, diesen mehrmals pro Woche genutzt zu haben. Fast die Hälfte der Teilnehmer*innen der Evaluation gaben hingegen an, den Freien Trainingsplatz fast nie bzw. nie genutzt zu haben.

21.3.5 Elektronische Klausur und elektronische Probeklausur

Der formative Einsatz von E-Assessment in der digitalen Mathematiklehrveranstaltung wurde in der Nutzung einer elektronischen Klausur (siehe Kapitel 11 und Kapitel 12) auch summativ fortgeführt. Die Studierenden waren durch die elektronischen Tests während der Lehrveranstaltung bereits mit den Aufgabentypen der E-Klausur vertraut. Dieser Aussage wurde in der Evaluation zugestimmt. Zusätzlich wurde mit allen Studierenden eine elektronische Probeklausur durchgeführt, die in der Evaluation von den Studierenden positiv bewertet wurde.

21.4 Lessons Learned und Evaluation

Die Evaluation der Lehrveranstaltung „Analysis und Lineare Algebra“ wurde in Zusammenarbeit mit dem an der Universität Hamburg angesiedelten optes-Projekt „Prozessbegleitung und didaktische Beratung“ (siehe Kapitel 25) durchgeführt. Dazu wurden nach Ende des letzten Veranstaltungstermins Online-Umfragen durchgeführt. Dabei lagen von den 33 Studierenden des mit der digitalen Mathematiklehrveranstaltung (im folgenden ICM-Kurs) durchgeführten Kurses nach Bereinigung Daten von 28 Studierenden vor. Das entspricht einer Quote der ausgewerteten Daten von knapp 85% der Grundgesamtheit im ICM-Kurs. Eine

Vergleichsumfrage in den vier parallel stattfindenden Kursen (im folgenden Vergleichsgruppe) lieferte nach Bereinigung Daten von 52 Studierenden. Damit liegt die Quote in der Vergleichsgruppe im Bereich um 40%. Zur Auswertung wurden Mittel der deskriptiven Statistik gewählt. Im Folgenden stehe M für den Mittelwert und SD für die Standardabweichung. Die Teilnehmenden der Umfrage konnten ihre Zustimmung zu Aussagen über die Lehrveranstaltung auf einer fünfstufigen Likert-Skala geben. Diese reichte dabei von 1 für „stimme voll und ganz zu“ bis 5 für „stimme nicht zu“. Außerdem hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, die Option „keine Angabe / trifft auf mich nicht zu“ auszuwählen. Einige der Fragen ließen dabei Vergleichsmöglichkeiten zwischen dem ICM-Kurs und der Vergleichsgruppe zu.

Im Rahmen der Umfrage wurde so auch nach der Mathematiknote in der Hochschulzugangsberechtigung gefragt. Bei einem Durchschnittswert von 2,18 ($SD=0,50$) über beide Teilnehmergruppen lag diese beim ICM-Kurs im Mittel bei 2,35 ($SD=1,73$) und in der Vergleichsgruppe bei 2,10 ($SD=0,96$). Allerdings sind diese Zahlen aufgrund des geringen Teilnehmeranteils an den Umfragen in der Vergleichsgruppe störanfällig. Es ist nicht auszuschließen, dass in den Umfragen der Vergleichsgruppe Studierende mit besonders guten oder besonders schlechten Vorleistungen nicht teilgenommen haben.

Ein späterer Vergleich der Ergebnisse der Teilmodulprüfung mit den Lehrenden von drei der anderen vier Kurse zeigte, dass Mittelwert und Median der Noten im ICM-Kurs jedoch besser lagen als in diesen parallelen Kursen. Gemittelt über alle Teilnehmenden dieser drei Kurse und des ICM-Kurses lag der Notenschnitt bei 2,9. Dahingegen lag die Durchschnittsnote im ICM-Kurs bei 2,2. Der Durchschnitt der drei verglichenen Kurse lag zusammengenommen bei 3,2. Auch der Median des ICM-Kurses (2,0) lag besser als in den verglichenen Parallelkursen.

Jedoch sind diese Ergebnisse durch verschiedene Einflüsse überlagert. So wurde die Prüfung im ICM-Kurs auf elektronische Weise durchgeführt, während die anderen Kurse eine inhaltlich identische klassische Klausur auf Papier durchführten. Die Korrektur der Ergebnisse geschah in jedem Kurs durch die zugehörige Lehrperson. Eine Vergleichbarkeit kann damit aufgrund der Konstellation nicht als gesichert gelten. Weiter sind die Prüfungsnoten im Studiengang auch aus Erfahrung nicht gleichmäßig über alle Kurse verteilt. Trotz dieser statistischen Störfaktoren erscheint das bessere Abschneiden des ICM-Kurses in der Klausur beachtenswert.

Die Evaluation der ersten Lehrveranstaltung „Analysis und Lineare Algebra“ zeigte, dass die Lehrperson aus Sicht der Studierenden in der invertierten Lehrveranstaltung eher auf die Fragen der Teilnehmenden eingehen konnte ($M=1,41/1,95$) und die Studierenden sich bei der Strukturierung des Lernprozesses besser unterstützt gefühlt hatten ($M=2,28/2,97$). Darüber hinaus konnten in der Evaluation des ersten Durchlaufes keine wesentlichen Unterschiede in Fragen der Unterstützung

zu den parallelen Kursen festgestellt werden. Die Evaluation konnte außerdem leider nicht bestätigen, dass die Studierenden sich in der Präsenzphase aktiver fühlten. Der Arbeitsaufwand wurde in der invertierten Lehrveranstaltung deutlich höher eingestuft als in der Vergleichsgruppe. Darauf wurde in der folgenden Lehrveranstaltung „Logik und Algebra“ reagiert.

Zur Qualitätskontrolle wird am Ende jedes Lernmoduls der Lehrveranstaltung „Logik und Algebra“ auf eine kurze Umfrage weitergeleitet. In dieser haben die Studierenden die Möglichkeit, auf Umfang, Verständlichkeit und Zeitaufwand einzugehen und persönliche Bemerkungen abzugeben. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts waren Ergebnisse zu drei Lernmodulen verfügbar. Die Ergebnisse dieser Kurzumfragen lassen darauf deuten, dass die Studierenden den Umfang der Lernmodule als angemessen betrachten. Außerdem herrscht Zustimmung zur Aussage, dass die Fragen in den Lernmodulen hilfreich seien. Allerdings haben an diesen Umfragen, auf die man mit einem Link am Ende eines Lernmoduls gelangt, lediglich 9 bzw. 8 der 33 Studierenden teilgenommen. Damit kann nicht ausgeschlossen werden, dass lediglich motivierte Studierende an den Umfragen zu den Lernmodulen teilgenommen haben. Hier ist auf die Ergebnisse der Abschlussevaluation nach Ende der Lehrveranstaltung zu warten.

21.5 Nutzbarkeit der digitalen Mathematiklehrveranstaltung in anderen Kontexten

Das Lehrveranstaltungskonzept wurde auf die Rahmenbedingungen des Studiengangs Wirtschaftsinformatik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe angepasst entwickelt. Dennoch können die Lernmodule, Fragen und die Veranstaltungskonzeption grundsätzlich auch in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschularten eingesetzt werden. Dazu sollen die Lernmodule und Fragenpools ebenso wie eine Handreichung zur Durchführung und Anpassbarkeit der digitalen Mathematiklehrveranstaltung, wie bei in optes erstellten Materialien üblich, unter einer Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht werden. Dabei ist das Konzept am besten zu nutzen, wenn vergleichbare Gruppengrößen vorliegen. Die Begrenzung der Teilnehmerzahl liegt darin begründet, dass die Lehrperson auf die Studierenden eingehen soll. Dafür muss in der Präsenzveranstaltung genug Zeit für individuelles Feedback an die Studierenden vorhanden sein. Auch die Auswertung der Fragen hinsichtlich Verständnislücken zur Präsenzvorbereitung geschieht durch die Lehrperson persönlich und nicht durch ein automatisches System. Die digitale Mathematiklehrveranstaltung erlaubt diese Betreuung der Studierenden durch die Lehrperson für diese Gruppengröße, ohne einen zu großen Zeitaufwand auf Seite der Lehrperson und der Studierenden zu verlangen. Damit kann sie auch dann eingesetzt werden, wenn keine Ressourcen für studentische Hilfskräfte wie beim in optes ebenfalls verfolgten E-Mentoring (siehe Kapitel 18) zur Verfügung stehen. Bei höheren Gruppengrößen kann über den Einsatz eines Übungsbetriebes

mit mehreren Lehrpersonen und damit einer Aufteilung der Studierenden in Gruppen mit überschaubarer Größe nachgedacht werden. Die Lernmodule und automatisch korrigierten Tests können auch außerhalb dieses Szenarios angewandt werden.

Literatur

- Handke, J. (2012). Voraussetzungen für das ICM. In J. Handke & A. Sperl (Hrsg.), *Das Inverted Classroom Model. Begleitband zur ersten deutschen ICM-Konferenz* (S. 39–52). München: Oldenbourg.
- Handke, J. (2013). Beyond a Simple ICM, In J. Handke, N. Kiesler & L. Wiemeyer (Hrsg.), *The Inverted Classroom Model. The 2nd German ICM-Conference – Proceedings* (S. 15–21). München: Oldenbourg.
- Lage, M., Platt, G. & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43.
- Peterfi, M. (2020). Neugestaltete Grundlagenlehrveranstaltung Mathematik. *Beitrag im öffentlichen optes-Blog*. Verfügbar unter https://www.optes.de/goto.php?target=blog_1234_898&client_id=optes [10.06.2020].
- Schäfer, A. (2012). Das Inverted Classroom Model. In J. Handke & A. Sperl (Hrsg.), *Das Inverted Classroom Model. Begleitband zur ersten deutschen ICM-Konferenz* (S. 3–10). München: Oldenbourg.
- Schmitt, C. (2020). Der freie Trainingsplatz – die extra Portion „Üben“ in optes. *Beitrag im öffentlichen optes-Blog*. Verfügbar unter https://www.optes.de/goto.php?target=blog_1234_903&client_id=optes [10.06.2020]
- Spannagel, C. & Spannagel, J. (2013) Designing In-Class Activities in the Inverted Classroom Model. In J. Handke, N. Kiesler & L. Wiemeyer (Hrsg.), *The Inverted Classroom Model. The 2nd German ICM-Conference – Proceedings* (S. 113–120). München: Oldenbourg.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





22 Softwareentwicklungen zur Lernprozessbegleitung

Oliver Samoila

optes ist über seine beiden Förderphasen hinweg ein vielseitiges und vielschichtiges Projekt. Es wurden viele inhaltliche und methodische Angebote entwickelt, so ist optes in vielerlei Aspekten ein Forschungs- und Organisationsentwicklungs-, aber vor allem auch ein Praxisprojekt. Der projektinterne Anspruch, entwickelte Angebote inhaltlich und methodisch innovativ, zielgruppenorientiert, attraktiv in der Bedienung und verständlich in der Nutzung zu gestalten, macht optes aber auch zu einem Softwareentwicklungsprojekt.

Auch für Aspekte der Lernprozessbegleitung, der Nutzerführung und für erleichterte Kommunikation wurden diverse Softwareentwicklungen angestoßen. Dabei kann und soll hier nur eine Auswahl beleuchtet werden.¹

Bedarfe der Lernprozessbegleitung

Blended-Learning- und Distance-Learning-Szenarien erfordern Maßnahmen bzw. offenbaren Bedarfe, die in klassischen Präsenzsituationen nicht oder nicht im gleichen Maß erforderlich sind. Nun gibt es eine Vielzahl von Gelingensbedingungen, die auf wissenschaftlichen (Praxis-)Untersuchungen, auf mediendidaktischen Grundannahmen oder lerntheoretischen Konstrukten fußen – der Verbund, der sich in optes ganz praktischen Problemen gegenüber sah und sich aufgrund ähnlicher Problemhaushalte bildete, brachte aber auch ganz eigene gemeinsame Erfahrungswerte und Weiterentwicklungsbedarfe ein. Allen gemein war der Wunsch danach, ILIAS als ein mächtiges Lernmanagementsystem zu verwenden, mit dem diese Bedarfe bereits in Teilen zu decken waren.

Mentorielle und systemseitige Unterstützung

Lernprozessbegleitung als Akt der Beratung oder der Unterstützung wird in optes-Konzepten und in der Praxis von E-Mentor*innen² gelebt. Mentor*innen als Begleitende können vielfältige Angebote machen, schließlich gibt es in der eigenen und auch an anderen Institutionen Erfahrungswerte, womit und wodurch den Stu-

¹ Generelles zum Thema Softwareentwicklung in optes in Kapitel 27.

² Als E-Mentor*innen sind an der TH OWL Studierende höherer Semester tätig. Andere Projektpartner haben dieses Konzept auf die eigenen Rahmenbedingungen adaptiert. Zum Thema E-Mentoring siehe Kapitel 18.

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

dienanfänger*innen im Übergang Schule - Hochschule und ihrem Lernalltag geholfen werden kann. Dennoch sind die Maßnahmen in der Regel darauf ausgerichtet, dass ein breites Angebot für die breite Masse in der Zielgruppe konzipiert wird und dieses über Qualität, Attraktivität und Relevanz für die einzelnen Studienanfänger*innen deren Zustimmung erfährt. Um dem Nebel der Bedarfe ein wenig Klarheit entgegenzusetzen, muss man bei den Betroffenen, den Studienanfänger*innen, ansetzen und diesen entlocken, wobei sie Unterstützung benötigen, oder sie zumindest darin anleiten, ihre eigenen Bedarfe zu entdecken und zu kommunizieren.

Zu diesem Zweck wurde in ILIAS beispielsweise die Möglichkeit geschaffen, über Freitexteingaben die Felder „Suche Hilfe“ und „Biete Hilfe“ auszufüllen und in den persönlichen Daten freizugeben. Diese Informationen wiederum sind durchsuchbar, um ein Matching zwischen Angeboten und Bedarfen zwischen Peers oder Studienanfänger*innen und E-Mentor*innen herzustellen. Eine Verknüpfung mit den in ILIAS hinterlegten Kompetenzbereichen (in optes den mathematischen Fähigkeiten) bietet Kriterien für die konkrete Suche.

Auch wurden Maßnahmen zur besseren Kommunikation von Selbsteinschätzungen vorgenommen. So werden Informationen über die eigenen Fähigkeiten (ob nun über Selbsteinschätzungen oder über systemseitige Datenerhebungen) über Portfolios und andere Werkzeuge ersichtlich und mit Personen, die den Lernprozess begleiten, teilbar.

Ein Instrument, welches in der zweiten Förderphase entwickelt wurde, ist der sogenannte Lernverlauf. Es handelt sich hierbei aber nicht um ein Tracking von Nutzerinteraktionen – welches, gleich ob in Lernmanagementsystemen oder in

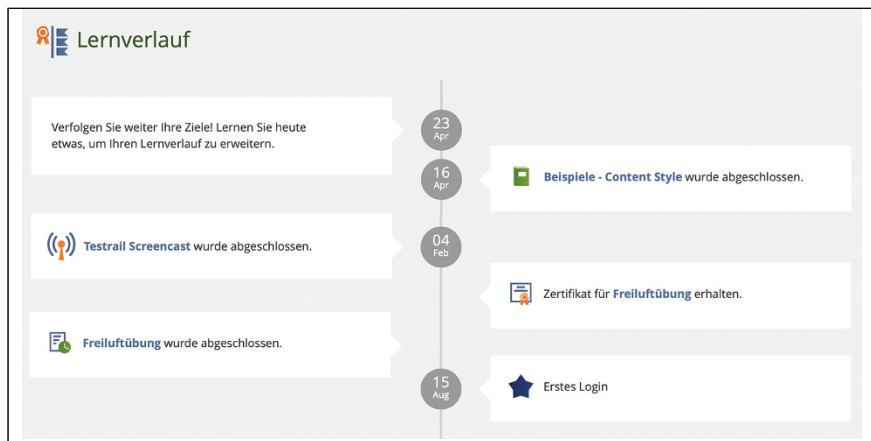


Abbildung 1: Lernerfolge im Lernverlauf

anderen Anwendungen stattfindet, kein einfacher Vorgang ist und sich zu Recht einer Vielzahl von datenschutzrelevanten Hürden gegenüber sieht. Ziel war es, die Daten der Lernenden, die bereits in ILIAS vorliegen, so zu arrangieren, dass Lernende sie übersichtlich, verständlich und erfassbar vorliegen haben – und den Vorgang des Teilens dieser Information selbst kontrollieren können. ILIAS bietet als Kategorien von Lernerfolgen Badges, Kompetenzerhebungen, Lernfortschritt und Lernziele sowie Zertifikate. Alle Lernerfolge zusammen werden dem Lernenden chronologisch und direkt zugänglich im eigenen individuellen Lernverlauf angeboten.

Nutzerführung und -leitung

Neben der Zielsetzung, Lernenden in der Selbstwahrnehmung und -reflexion Anleitung zu geben, ist ein weiterer Handlungsstrang die bessere Nutzerführung im Lernmanagementsystem. Beispielhaft werden dafür die Weiterentwicklungen um das persönliche Profil und die Übung in ILIAS vorgestellt.



Abbildung 2: Workflow für das persönliche Profil

Anonymität und persönliche (möglichst individuelle) Lernprozessbegleitung sind zwei nur schwer miteinander zu vereinbarende Ziele. In den Projektjahren hat sich immer wieder gezeigt, dass ein persönlicher Kontakt zu den Lernbegleitenden „Tim“ und „Lisa“ besser funktioniert als zum „Lernbegleitungs-Team“. Ebenso verhält es sich auf der Seite der Lernenden auch untereinander. Sich in digitalen Räumen zu bewegen und Kommiliton*innen oder Lernbegleitende zu erkennen, ansprechen zu können und mit ihnen zusammenarbeiten zu können, funktioniert leichtfüßiger und ist authentischer, als sich einer anonymen Masse gegenüber zu sehen.

Unsere heutigen Studierenden sind in der Regel firm darin, mit ihren persönlichen Daten und deren Veröffentlichung in sozialen oder beruflichen Netzwerken umzugehen. Worin wir sie allerdings unterstützen mussten, ist, ihre Daten auch in einem System wie ILIAS zu Lernzwecken zu veröffentlichen. In einem zweistufigen Ausbauprozess wurden zunächst Hinweise zum persönlichen Profil ermöglicht, die administrationsseitig eine Erläuterung zu Sinn und Zweck sowie Anleitungen zum Umgang mit den Daten enthalten können, und daraufhin ein Workflow etabliert, der durch die Eingabe von persönlichen Daten und deren Veröffentlichung sowie durch persönliche Einstellungen, die datenschutzrelevant sind, führt. Letzteres ist ein bekanntes Pattern aus sozialen und beruflichen Netzwerkdiensten oder Online-Portalen.

Die Nutzung eines Lernmanagementsystems aus Konsumentenperspektive ist eine Sache, der Wechsel in die Perspektive der Autorenschaft aber noch einmal etwas ganz anderes. Ein bereits oben und in Kapitel 5 beschriebener Auftrag an die Lernenden ist die Kommunikation über die eigenen Bedarfe und das eigene Lernen in Form von Reflexion. Reflexives Schreiben in einem Blended-Learning-Szenario ist eine hohe Anforderung an Studierende und für Studienanfänger*innen in einem Distance-Learning-Szenario umso höher. Um Hürden im Bearbeitungs- und Schreibprozess, auch anhand von Leitfragen und Vorgaben, zumindest im Bereich der Nutzung des Lernmanagementsystems abzubauen, wurde eine deutlich stärkere Nutzerführung konzipiert, entwickelt und auch bereits erprobt. Als Mittel der Wahl wurden für die Begleitung des reflexiven Schreibprozesses in ILIAS Übungen identifiziert. Diese führen mit Arbeitsanweisungen parallel zum Schreibprozess durch eben diesen hindurch. Auch wenn es nur wenig spektakulär anmutet, so ist die Kombination aus Schreiben bei gleichzeitiger Verfügbarkeit von Leitfragen und Ergänzungsmaterialien (wie bspw. Texten, Vorlagen, Audio & Video) keine selbstverständliche Arbeitsumgebung – gleich wohl auch auf mobilen Endgeräten wie Tablets verfügbar. Lernende werden so step-by-step von der Arbeitsanweisung über das Schreiben bis hin zur Einreichung oder zum Teilen mit Lernprozessbegleitenden durch den Prozess geführt. Anschließend stehen den E-Mentor*innen wie gewohnt verschiedene Modi des Feedbacks zur Verfügung.

Kommunikationsmittel in der Lernprozessbegleitung

Der Umgang mit E-Mails ist alltäglich, auch Foren sind für heutige Lernende keine Besonderheit mehr – nur handelt es sich bei beiden Formaten um asynchrone Kommunikationskanäle. Bereits Ende der ersten Förderphase wurde daher viel Aufwand in die Renovierung des bereits in ILIAS bestehenden Chats investiert. Lernende sind aus ihrem Alltag die Verwendung von Messenger-Diensten und Chats in sozialen Netzwerken gewohnt und darin geübt – nur handelt es sich dabei nie um einen in die Lernumgebung integrierten Vorgang.

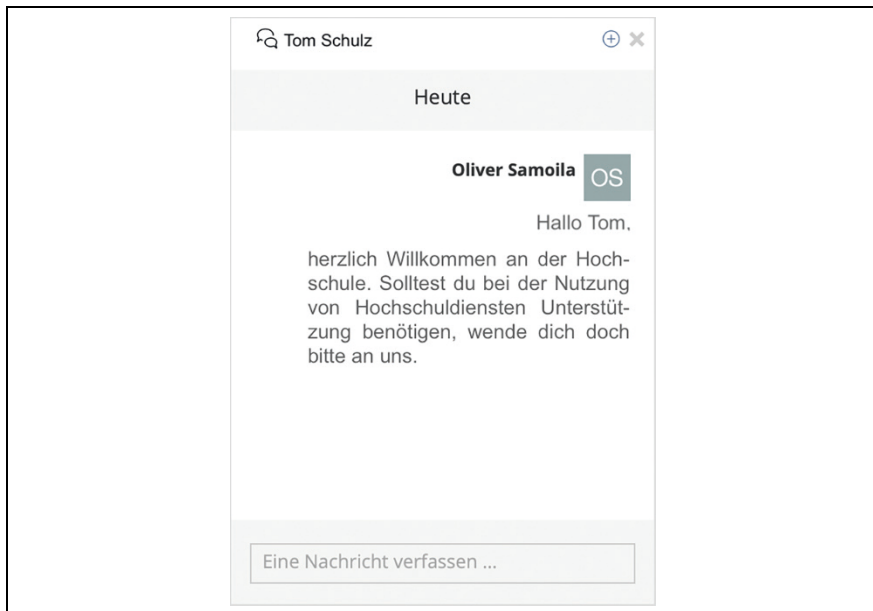


Abbildung 3: On-Screen-Chat in ILIAS

Der Vorgang direkter vor allem synchroner Kommunikation mit Lernprozessbegleitenden (aber auch unter Kommiliton*innen) im Lernmanagementsystem selbst dient nicht nur der Akzeptanz des Systems, sondern lässt Kontakte mit Ansprechpersonen im digitalen Raum zu, die sonst gegebenenfalls gar nicht entstünden. Lernenden steht ein niedrighschwelliger und einfach zu bedienender Chat zur Verfügung, der Zugriff auf Kontakte ermöglicht, die auch gerade online sind. Zusätzlich lassen sich auch Chatsitzungen mit mehreren Personen durchführen.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



Teil V: Praxiserfahrungen aus dem Verbundprojekt optes

Das digitale und begleitete Selbststudium ist der zentrale Gegenstand im Verbundprojekt optes. Neben den in den vorangehenden Kapiteln dargestellten wissenschaftlichen Erkenntnissen und ausgearbeiteten Ansätzen, um Studierende im Selbststudium der Mathematik zu begleiten, sollen im kommenden Kapitel die grundlegenden Elemente vorgestellt werden, die den Rahmen für das Verbundprojekt optes stellen. Die Entwicklung, Pilotierung, Qualitätsprüfung, finale Implementation und Verstetigung der hervorgebrachten Angebote – kurz gesagt die praktische Umsetzung – wurde im Projekt optes vollzogen. Neben dem Hauptteil der inhaltlichen Ausgestaltung des Themas digitales, begleitetes Selbststudium in der Mathematik trägt die praktische Projektarbeit zum Erfolg des Vorhabens bei.

Zur Darstellung dieses Sachverhalts soll in Kapitel 23 das Projekt- und Wissensmanagement skizziert werden, welches den Projektverlauf und Projekterfolg begleitet hat. In Kapitel 24 erfolgt die Präsentation der Maßstäbe, an denen sich im Projekt optes orientiert wurde: die Qualität bzw. die auferlegten Qualitätskriterien. Korrespondierend dazu werden in Kapitel 25 Bewertungs- und Validierungsaktivitäten in Form der formativen und summativen Evaluation beschrieben. Das Thema Nachhaltigkeit wird im Projekt optes zum einen über die freie Verbreitung der Bildungsinhalte im Rahmen von Open Educational Resources (OER, Kapitel 26) aufgegriffen, zum anderen über Softwareentwicklungen, die in optes entstanden sind und dauerhaft kostenfrei über das Lernmanagementsystem ILIAS zur Verfügung stehen (Kapitel 27).



23 Projekt- und Wissensmanagement in Verbundprojekten

Albena Ivanova, Alexandra Kölle, Nina Magdanz, Anne Schreiber

23.1 Einführung: Warum Projekt- und Wissensmanagement in optes

Ein Projekt kennzeichnet sich meist als ein innovatives, bereichsübergreifendes, zeitlich begrenztes sowie ergebnisorientiertes Vorhaben (Kuster et al. 2019, S. 4). Neben inhaltlichen Zielen und fachlichen Auseinandersetzungen fallen auch administrative und strukturelle Aufgaben an. Größere Projektvorhaben, die aus zwei oder mehreren (gleichberechtigten) Partnern bestehen, werden oftmals im Projektverbund organisiert. Verbundvorhaben profitieren von einem flankierenden Management, welches die Projektstrukturen aufbaut, die Projektfortschritte begleitet, kontrolliert und dokumentiert sowie das erworbene Wissen sichert. Herausforderungen inhaltlicher, administrativer oder auch persönlicher Natur können durch entsprechende Instrumente, Methoden oder etablierte Arbeits- und Kommunikationsstrukturen aufgefangen werden. Gerade Verbundprojekte haben einen spezifischen Aufwand im Bereich der Organisation, Administration, Kooperation und des Austauschs – kurz im Management.

Auch das Projekt optes wurde in einem Verbund beantragt und durchgeführt. In optes arbeiteten Vertreter*innen verschiedener Hochschulen und forschungsnaher Einrichtungen interdisziplinär über Ortsgrenzen hinweg zusammen. Das Verbundprojekt optes erstreckte sich über unterschiedliche Bundesländer, vereinte unterschiedliche Hochschultypen und wurde aus unterschiedlichen Fachdisziplinen gespeist. Aufgrund der Größe, Komplexität und Dauer, wie auch wegen der besonderen Form der Zusammenarbeit, ergaben sich spezifische Aufgabenstellungen innerhalb des Projekts, die wissenschaftlich, didaktisch und vor allem organisatorisch von einem konstitutiven Projekt- und Wissensmanagement begleitet wurden.

Der vorliegende Beitrag stellt das grundlegende Projekt- und Wissensmanagement des Verbundprojekts optes in Form eines Berichts aus der Praxis vor. Nach einer einführenden Klärung und Darlegung des Verständnisses von Projekt- und Wissensmanagement in optes werden die in der Projektpraxis identifizierten Aufgaben vorgestellt. In einem nächsten Schritt erfolgt die Darstellung der angewandten Instrumente und Methoden des Projekt- und Wissensmanagements. Ergänzend zu diesem Einblick in die Projektpraxis werden die Herausforderungen erläutert, die in Verbundprojekten im Allgemeinen auftreten können und in optes im Spezi-

ellen sichtbar geworden sind. Auf die Bewältigung der in Teilen inhaltlichen, administrativen und persönlichen Herausforderungen soll im abschließenden Teil des Textes in Form einer Vorstellung der Lessons Learned aus der praktischen Arbeit mit optes eingegangen werden, um einen Ausblick und Transfermöglichkeiten auf andere Projektvorhaben zu bieten.

23.2 Aufgaben von Projekt- und Wissensmanagement in optes

Die Komplexität der fachübergreifenden und langfristigen Zielsetzungen sowie die besondere Form der Zusammenarbeit im Rahmen des Verbundprojekts optes sind Voraussetzungen für den beachtlich hohen Organisations- und Koordinationsaufwand. Vor diesem Hintergrund ergeben sich spezifische Aufgabenstellungen, die eines flankierenden Projekt- und Wissensmanagements bedürfen. „Projektmanagement wird als Oberbegriff für alle planenden, überwachenden, koordinierenden und steuernden Maßnahmen verstanden (...). Das Vorgehen zum Erreichen der Lösung, die dazu erforderlichen Mittel, deren Einsatz und Koordination sind bedeutender als die Lösung selbst“ (Kuster et al. 2019, S. 12). Darüber hinaus hat das Wissensmanagement die Aufgabe, das gesamte (Projekt-)Wissen „zu sammeln und allen Mitgliedern der Organisation zur Verfügung zu stellen. Dazu gehört das vorhandene Wissen weiter zu verarbeiten und so aufzubereiten, dass neues Wissen entsteht, das für laufende und zukünftige Projekte genutzt werden kann. (...) Wissensmanagement macht dieses Wissen nutzbar“ (Motzel und Möller 2017, S. 287).

Die Mehrheit der Aufgaben und Aktivitäten des Projekt- und Wissensmanagement in optes erstreckten sich über alle Projektphasen – von der Planung über die Durchführung und Evaluierung bis hin zum Projektende – hinweg und wurden entsprechend über die gesamte Projektlaufzeit konsekutiv wahrgenommen.

Projektfineplanung und Qualitätssicherung

Zu Beginn des Projekts optes galt es, die übergeordneten Ziele zu präzisieren und die Projekthinhalte zu strukturieren. Im Rahmen einer Projektfineplanung wurden Aufgaben und Verantwortlichkeiten konkretisiert. Hierbei waren thematische Schnittstellen und Abhängigkeiten zu erkennen und sinnvolle Kooperationsstrukturen festzulegen. Im Rahmen des Projekts optes wurde die Schnittstellenproblematik mittels der Verzahnung der definierten Kooperationsstrukturen in Arbeitspaketen bzw. Teilprojekten gelöst. Gleichwohl wurden Arbeitsgruppen zur Koordination der teilprojektübergreifenden Schnittstellen gebildet. In Abstimmung mit den Teilprojekten wurde eine detaillierte Meilensteinplanung mit Timeline und Fristen erstellt und dokumentiert. In Bezug auf die Qualitätssicherung erfüllte das Projekt- und Wissensmanagement in optes eine steuernde und koordinierende Funktion. Im Vordergrund stand das kontinuierliche Monitoring der Projektziele und Meilensteine. Im Hinblick auf die festgelegte Zeitschiene und Gesamtplanung wurde ein laufender Soll-/Ist-Vergleich vorgenommen.

Team- und Kommunikationsmanagement

Ebenso wie in jedem anderen Projektteam hing der ziel- und ergebnisorientierte Fortschritt auch in optes von der Effektivität der Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten ab. Eine wichtige Aufgabe des Projekt- und Wissensmanagements war es, die Teamarbeit unter Berücksichtigung der Kompetenzen und Motivation der Teammitglieder leistungsförderlich zu koordinieren und anzuleiten. Aufgrund der räumlichen Trennung der Projektpartner war der angeleitete Austauschbedarf in optes besonders hoch. Die Förderung, Organisation und Steuerung der projektinternen Kommunikation und Kooperation lag somit im Mittelpunkt der Verantwortlichkeiten des Projektmanagements. Der wirksame Informationsaustausch bedurfte reibungsloser sozialer Interaktionen, die sich in optes durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von teilweise mehr als 30 Projektmitarbeitenden als sehr anspruchsvoll gestaltet hat. In diesem Zusammenhang stand das Projektmanagement häufig vor der Herausforderung der Konfliktprävention. Das Projektmanagement hatte die Aufgabe inne, potenzielle fachliche und persönliche Konflikt- oder Spannungsquellen frühzeitig zu erkennen und gezielt entgegenzuwirken. Hierbei war die Förderung der projektinternen Kommunikation und des Austausches nicht nur als Mittel zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten anzusehen, sondern auch als effektive Präventionsmaßnahme im Rahmen des Konfliktmanagements.

Risikomanagement

Der Begriff des Risikomanagements steht für das „Aufgabengebiet des Projektmanagements, das dafür sorgt, dass in einem Projekt mit den Risiken (...) bewusst, systematisch und geplant umgegangen wird“ (Motzel und Möller 2017, S. 247). Obwohl die Konfliktprävention als Teil des Risikomanagements verstanden wurde, beschränkten sich die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Projekt- und Wissensmanagements in optes nicht darauf. Aufgabe und Ziel war es, Risiken aller Art frühzeitig zu identifizieren, zu analysieren und mit geeigneten Strategien und Maßnahmen entgegenzuwirken. Mögliche Risikoquellen, wie Frist- oder Zielverschiebungen sowie personelle, finanzielle, software-technische u.a. Ressourcengängel, wurden während der gesamten Projektlaufzeit überwacht und gesteuert. Spezielle Aufmerksamkeit wurde auch den externen Beteiligten und Beauftragten gewidmet, deren Aktivitäten nicht unter der Kontrolle des Projektmanagements stehen und die daher eine spezielle Risikoquelle darstellen.

Finanzplanung und -verausgabung

Die Kostenbedarfsplanung erfolgte in Kooperation mit dem Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR). In jedem Projektjahr wurden beim Projektträger Quartalsplanungen eingereicht, die den Finanzbedarf nach den Positionen Personalmittel, Beschäftigungsentgelte, Mieten und Rechnerkosten, Vergabe von Aufträgen, sonstige allgemeine Verwaltungskosten sowie Reisekosten beinhalteten und sich im Wesentlichen an der im Rahmen des Projektantrags genehmigten Finanzplanung orientierten. Die Mittelabrufe wurden nach Maßgabe des mittelbaren Abrufverfahrens in einem Turnus von zwei Monaten jeweils im Nachgang anhand der tatsächlichen Ausgaben getätigt. Es wurde kontinuierlich für jedes Projektjahr eine Belegliste geführt, die alle Ausgaben, die über optes gebucht wurden, mit fortlaufender Nummer, Buchungsdatum, Zahlungsempfänger, Art der Ausgabe sowie Auszahlungsbetrag enthielt. Diese Belegliste wurde fortlaufend mit der drittmittelkoordinierenden Stelle am jeweiligen Standort abgeglichen und dem Projektträger zusammen mit dem jährlichen Verwendungsnachweis bei Bedarf vorgelegt. Des Weiteren führte das Projekt- und Wissensmanagement einen Budgetplan, der den Mittelabfluss in Form einer Soll-/Ist-Übersicht für alle Projektjahre unter Einbeziehung der Darstellung des Gesamtmittelbedarfs abbildete. Das Projektmanagement überwachte die antragsgemäße Mittelverwendung und nahm bei veränderten, bei Antragstellung noch nicht absehbaren Mehr- oder Minderbedarfen entsprechende Mittelumwidmungen vor. Hierbei wurde stets der Grundsatz beachtet, dass sich die vorgenommene Mittelumwidmung nicht negativ auf den weiteren Projektverlauf und die Erreichung der Projektziele auswirkte.

Wissensmanagement und Berichtswesen

Der Projektfortschritt ist ohne effektives Wissensmanagement, das das gesamte Projektwissen genauso wie die erarbeiteten Ergebnisse transparent dokumentiert und allen Projektmitarbeiter*innen zur freien Ansicht zur Verfügung stellt, nicht möglich. Zu den wichtigsten Aufgabenbereichen des Wissensmanagements in optes gehörte die Administration und Dokumentation der Projektfeinplanung (Ziele, Meilensteine, Aufgaben und Verantwortlichkeiten) sowie aller fortlaufenden Entscheidungsprozesse, Aktivitäten und Fortschritte, Soll-/Ist-Abgleich-Ergebnisse und sich daraus ergebenden Planaktualisierungen. Im Hinblick auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb des optes-Projekts wurde die Notwendigkeit eines einheitlichen Begriffssystems für verwendete Fachbegriffe aus allen Disziplinen deutlich. Das Projekt- und Wissensmanagement koordinierte deswegen die Erarbeitung eines Projektglossars und trug darauffolgend ständig für die einheitliche Begriffsverwendung Sorge. Zum Aufgabenfeld des Projekt- und Wissensmanagements gehörte somit die Aufbereitung, Steuerung und Pflege eines flächendeckenden Berichtswesens. Die realisierte und geprüfte Dokumentation wurde unter Berücksichtigung der Verantwortlichkeiten und Wissensbedarfe der beteiligten Gremien den jeweiligen Zielgruppen fortlaufend zur Verfügung gestellt.

Nachhaltigkeit und Öffentlichkeitsarbeit

Das Projekt- und Wissensmanagement spielte eine Schlüsselrolle bei der Öffentlichkeitsarbeit. Aufgaben der Organisation, Teilnahme und Reflexion von Messeauftritten und Konferenzen wurden kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit wahrgenommen. Insbesondere in der Zeit vor Projektende gewannen auch Aktivitäten im Sinne der Nachhaltigkeit der Projektergebnisse maßgeblich an Relevanz. In diesem Zusammenhang hatte das Projekt- und Wissensmanagement in optes die Erarbeitung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsmodellen zu initiieren und zu koordinieren. Bereits im Projektantrag vorgesehene Nachhaltigkeitsmaßnahmen, die das Aufgabenprofil des optes-Projekt- und Wissensmanagements ergänzen, waren die Beauftragung und Begleitung der summativen Evaluation, die Organisation, Durchführung und Nachbereitung einer optes-Abschlusskonferenz sowie die Koordination des Verfassens und der Veröffentlichung der optes-Abschlusspublikation in Form eines Sammelbands mit Open-Source-Charakter. Ziel war es, die Projektergebnisse qualitätsgesichert und strukturiert zu präsentieren und möglichst viele Interessierte und potenzielle Anwender*innen zu erreichen.

23.3 Instrumente von Projekt- und Wissensmanagement in optes

Wie schon herausgestellt, belaufen sich die zentralen Aufgaben des Projekt- und Wissensmanagements in einem Verbundprojekt darauf, die Projektfortschritte zu begleiten, zu kontrollieren, zu dokumentieren und darüber hinaus das gewonnene Wissen zu sichern. Zu diesem Zweck müssen Instrumente und Methoden herangezogen werden, die es den Mitarbeiter*innen des Projekt- und Wissensmanagements ermöglichen, die zentralen Aufgaben in einem ersten Schritt zu definieren, zu erarbeiten und schließlich auch im Sinne des Wissensmanagements zu sichern (Katenkamp 2011, S. 195ff.). Ein zentraler Part dieser Überlegungen ist die Tatsache, dass alle Instrumente und Methoden nicht nur von den Mitarbeiter*innen des Projekt- und Wissensmanagements getragen werden müssen – in einem Verbundprojekt kommt es essenziell darauf an, dass alle Mitarbeiter*innen des Projekts zusammenarbeiten und die Ergebnisse durch das Projekt- und Wissensmanagement gebündelt und zentralisiert werden. Diese Zusammenarbeit kann nur gelingen, wenn die Instrumente und Methoden effektiv gewählt, nachvollziehbar und für den gemeinsamen Wissensfluss sinnvoll sind. Weiter muss garantiert sein, dass es jedem und jeder einzelnen Mitarbeiter*in zu jedem Zeitpunkt möglich ist, den aktuellen Stand des Projektverlaufs nachvollziehen zu können, um an den aktuellen Stand im Projekt anknüpfen zu können; dies ist auch wegen der relativ hohen Rate der Um- und Neubesetzung von Stellen innerhalb der Projektlaufzeit von in der Regel mehreren Jahren unerlässlich.

Im Falle des Verbundprojekts optes wurden diverse Maßnahmen vollzogen, um ein transparentes Arbeiten zu gewährleisten. Hierbei spielte vor allem ein Element, das Projektwiki als Austausch- und Dokumentationsplattform, eine zentrale

Rolle, während weitere Instrumente übergeordnet und wieder andere regelmäßig angewendet wurden.

Zentrales Element

Als zentrale Plattform für das Projekt- und Wissensmanagement in optes wurde ein Projektwiki auf der Open-Source-Lernplattform ILIAS erstellt. Das Projektwiki enthält wichtige Komponenten, die von den Mitarbeiter*innen des Projekt- und Wissensmanagements aktiv gepflegt und ausgebaut wurden. Im Projektwiki wurden zentrale Dokumente, wie Antragsformulare, Protokolle oder Zwischenberichte etc., abgelegt, es wurde über aktuelle Themen, wie Konferenzen oder Quartalstreffen, berichtet, inhaltliche Konzepte der Teilprojekte vorgestellt und Vorgänge, wie beispielsweise der Ausbau des optes-Demo-Bereichs oder die vorliegende Abschlusspublikation, koordiniert. Das Projektwiki war ebenfalls die Plattform, über die der Austausch innerhalb des Projekts, beispielsweise über den Team-Blog, mit allen Mitarbeiter*innen gewährleistet wurde. Jede*r Projektmitarbeitende war zu jedem Zeitpunkt in der Lage, Informationen einzuholen, in den Austausch mit Kollegen und Kolleginnen zu treten und Dokumente sowie andere ILIAS-Formate einzustellen.

Übergeordnete Instrumente

Es gab Instrumente in optes, die als übergeordnete Einheiten verstanden werden können. Hierzu zählte beispielsweise die Gründung eines Kontrollgremiums aller Teilprojekte. Der sogenannte Lenkungsausschuss bestand aus je einem Mitglied des Präsidiums der Verbundpartner und stand optes in der Regel zweimal jährlich, sowie nach Bedarf, beratend zur Seite. Ein weiteres übergeordnetes Instrument waren die Masterpläne. Sie wurden von allen Teilprojekten für jede Projektphase ausgefüllt und waren mit der Meilensteinplanung verknüpft, die im Projektantrag für jedes Teilprojekt definiert wurde. In den Masterplänen wurde in Form einer Soll-/Ist-Übersicht deutlich, ob alle Projektziele fristgerecht eingehalten wurden oder gegebenenfalls Gegenlenkungsmaßnahmen notwendig waren. Ein weiteres Instrument, das als übergeordnetes Element verstanden werden kann, ist das Big Picture. Es wurde entwickelt, um allen Projektmitarbeiter*innen einen Überblick über das gesamte Projekt zu ermöglichen und dabei stets die gemeinsame Zielsetzung vor Augen zu haben. Ziel war es, Orientierung zu schaffen, indem die Angebote, Ziele und Aufgaben des Projekts visuell als Leitbild dargestellt wurden.

Regelmäßig eingesetzte Instrumente

Zu den regelmäßigen Instrumenten zählten die monatlich online stattfindenden Webkonferenzen mit allen Mitarbeiter*innen des Projekts. Im Vorfeld wurde von jedem Teilprojekt ein Monatsbericht erstellt, der sowohl der Dokumentation der Arbeiten jedes Teilprojekts als auch der Vorbereitung aller übrigen Teilprojekte

für die Webkonferenzen diente. Die Webkonferenzen orientierten sich bei der Erstellung der Agenda stets an einer einheitlichen Struktur, waren auf eine Stunde ausgelegt und wurden von Mitarbeiter*innen des Projekt- und Wissensmanagements moderiert. Die Agenda sah vor, dass alle Teilprojekte einen Kurzbericht über ihre Arbeit und die anstehenden Aufgaben vorstellten. Darüber hinaus wurde im Vorfeld durch das Projekt- und Wissensmanagement in Absprache mit den Teilprojektleiter*innen ein „Topic of the Month“ behandelt, das für alle Teilprojekte relevant war. Des Weiteren konnten die einzelnen Teilprojekte Tagesordnungspunkte einreichen und zur Diskussion oder zum Beschluss stellen. Abschließend wurden unter dem Punkt „Sonstiges“ Informationen oder Termine weitergegeben. Ein weiteres regelmäßig stattfindendes Instrumentarium des Projekt- und Wissensmanagements war die Planung, Koordination und Durchführung der drei bis viermal im Jahr stattfindenden Quartaltreffen. Alle Mitarbeitenden waren angehalten, zur Vorbereitung der Quartaltreffen einen Statusbericht ihres Teilprojekts in Form einer besprochenen PowerPoint-Präsentation ins Projektwiki zu stellen. Die Statusberichte waren sehr hilfreich, um sowohl den aktuellen Stand als auch die Risiken und getroffenen Gegenlenkungsmaßnahmen jedes Teilprojekts im Vorfeld zu kennen. Die Präsenztreffen fanden abwechselnd an den Standorten der beteiligten Verbundpartner statt und dienten neben dem zentralen fachlichen und inhaltlichen Austausch auch den persönlichen und zwischenmenschlichen Begegnungen aller Mitarbeiter*innen, die für das Gelingen eines Verbundprojekts enorm wichtig sind. Während der Quartaltreffen fand außerdem eine Zusammenkunft der Standortleiter*innen statt, bei der die Verantwortlichen der Projektstandorte in Präsenz und kleiner Runde zusammenkamen und aktuelle Themen besprachen, die entscheidungskräftig waren. Sowohl für die Webkonferenzen als auch für die Quartaltreffen und die Standortleiter*innen-Treffen wurden Protokolle erstellt und allen über das Projektwiki zur Verfügung gestellt. Sowohl die Beschlussliste aller gefassten Beschlüsse als auch das fortlaufende Protokoll aller in den Protokollen erfassten Aufgaben inklusive deren Bearbeitungsstand und Ansprechpartner*in waren ebenfalls im Projektwiki zu finden.

Diverse weitere Instrumente

Zusätzlich zu den bereits erläuterten Instrumenten wurden einzelne Maßnahmen durch die Mitarbeiter*innen des Projekt- und Wissensmanagements von optes ergriffen, um auf die Bedarfe des Projekts und der beteiligten Personen einzugehen. Hier ist beispielhaft die Abhängigkeitsmatrix zu nennen: Sie wurde entwickelt, um im Vorfeld der jährlichen Pilotierung und Erprobung der optes-Angebote in der Praxis bei den Verbundpartnern und der Überarbeitung verschiedener Inhalte Abhängigkeiten zwischen den Teilprojekten aufzuzeigen. So konnte übersichtlich dargestellt werden, wer bis wann welche Aufgabe zu erledigen hatte, damit das übergeordnete Ziel – in diesem Fall die fristgerechte Fertigstellung des Piloten –

gemeinsam erreicht werden konnte. Weiter hat sich das Projekt- und Wissensmanagement beispielsweise mit rechtlichen Fragen auseinandergesetzt, so unter anderem bei der Entwicklung von Kooperationsverträgen. Auch bei Marketing-Maßnahmen, der Erstellung von Publikationen, der Beteiligung an Konferenzen oder der Erstellung von Presstexten wirkte das Projekt- und Wissensmanagement aktiv mit.

Die Zuordnung der Instrumente zu den in Kapitel 23.2 beschriebenen Aufgaben stellt sich wie unten abgebildet dar. Die Verbindung von Aufgaben und entsprechenden Instrumenten erfolgte nicht nach einer Priorisierung und sollte nicht statisch, sondern vielmehr als synergetische Verknüpfung betrachtet werden. Dies verdeutlicht die dynamische Arbeitsweise, die essenzielles Merkmal des Projekt- und Wissensmanagements in optes war.

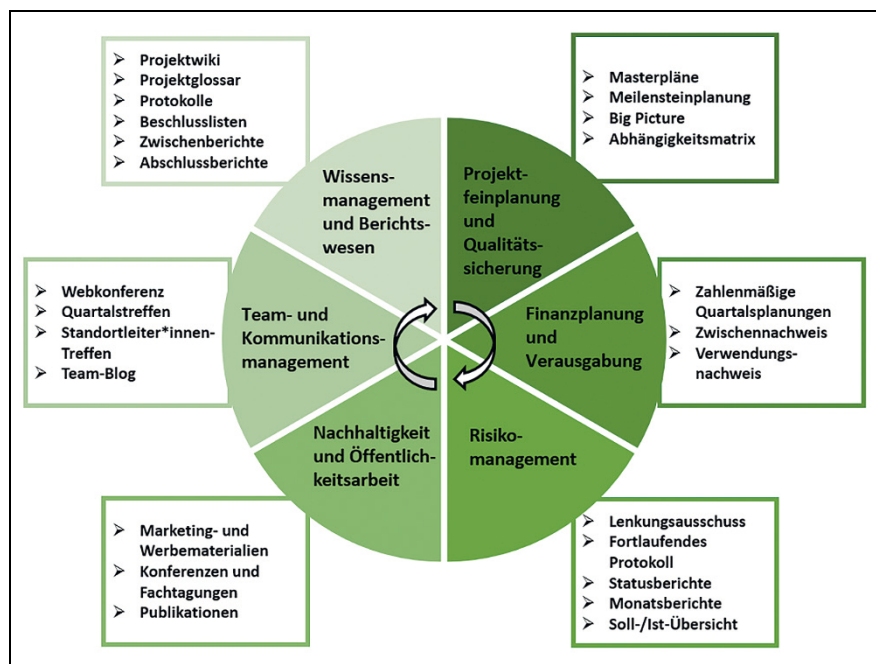


Abbildung 1: Dynamik der Aufgaben und Instrumente des Projekt- und Wissensmanagements in optes

23.4 Herausforderungen im Projekt- und Wissensmanagement in optes

Die Herausforderungen in optes lassen sich zunächst mit den Herausforderungen im Allgemeinen in Projekten gleichsetzen und umfassten die Bereiche Finanzen, Stellenbesetzungen, fachliche und persönliche Meinungsverschiedenheiten sowie technische Hürden. Als Besonderheit kam noch die Tatsache zum Tragen, dass es sich bei optes um ein Verbundprojekt handelte, dessen Projektpartner und -beteiligte „interdisziplinär über Ortsgrenzen hinweg“ zusammenarbeiteten (Schmidt und Adler 2014, S. 22). Für Projektverbünde entstehen „aufgrund ihrer Größe, Komplexität und Dauer wie auch wegen der besonderen Form der Zusammenarbeit spezifische Bedarfe und Probleme“ (ebd.).

Herausforderungen auf inhaltlicher Ebene

In Projektverbänden wie optes arbeiten Vertreter*innen verschiedener Hochschulen und Institutionen interdisziplinär zusammen. Hier gilt es, unterschiedliche Fachbereiche und Hochschulkulturen zu vereinen (Schmidt und Adler 2014., S. 23). Die Zusammenführung der Projektergebnisse der einzelnen Teilprojekte an den unterschiedlichen Standorten stellte sich in optes als ein komplexer Prozess heraus. Konkret bedeutete dies beispielsweise, die nicht immer kongruenten Vorstellungen der Expert*innen auf dem Gebiet der Mathematik mit den Ansätzen der Fach- und Allgemeindidaktik zu vereinen. Es galt, sowohl bei fachlichen als auch bei persönlichen Meinungsverschiedenheiten gangbare und für alle Beteiligten konsensfähige Kompromisslösungen zu erarbeiten. Des Weiteren mussten die erzielten Lösungen auf der ILIAS-Lernplattform abbildbar und mit den im Rahmen der Projektlaufzeit verfügbaren Features und nach Maßgabe der geltenden datenschutzrechtlichen Vorschriften technisch durchführbar sein. Dies stellte das optes-Projektteam mehrfach vor größere Herausforderungen. In optes gelang dieser Spagat zwischen (fach)didaktischer Idealvorstellung und technischer Machbarkeit meist – durch das Finden von Alternativen und teilweise auch durch das Eingehen von Kompromissen, die jedoch stets konsensfähig, praktisch umsetzbar und dem großen Ganzen dienlich waren und letztendlich zur Erreichung der Projektziele führten.

Herausforderungen auf administrativer Ebene

Die administrativen Herausforderungen eines Verbundprojekts bestehen hauptsächlich in den Faktoren, die mit der Verteilung der Projektpartner auf verschiedene Standorte einhergehen. Aufgrund der örtlichen Distanz und der Verteilung der Projektbeteiligten über das gesamte Bundesgebiet war in optes eine direkte Kommunikation und Zusammenarbeit strukturell bedingt nicht möglich. Dem Umstand, dass Arbeitstreffen in Präsenz nicht so häufig stattfinden konnten wie eventuell erforderlich, wurde in optes mit der Ausschöpfung der verschiedenen Formen

des Austausches unter Zuhilfenahme der technischen Möglichkeiten begegnet (Schmidt und Adler 2014, S.23).

Um den Informationsfluss im Projekt trotz der räumlichen Distanz sicherzustellen, organisierte das Projektmanagement u.a. über die Adobe-Connect-Plattform des Deutschen Forschungsnetzes (DFN) monatliche Webkonferenzen mit dem ganzen Projektteam. Bei dieser Art der Kommunikation spielte neben den leider nicht selten vorkommenden technischen Störungen auch die Frage nach der persönlichen Präferenz und Gewöhnung eine Rolle. Der persönliche und direkte Austausch ist weitaus unkomplizierter und weniger störanfällig als das Zuschalten in einen Online-Meetingraum, der zwar sehr gute Möglichkeiten der Kommunikation auf Distanz bietet, aber an dessen Grenzen man auch von Zeit zu Zeit stößt. In den verschiedenen Projektphasen war es zeitweise auch erforderlich, teilprojektübergreifende Arbeitsgruppen zu bilden, deren jeweilige Akteure sich in regelmäßigen Abständen zu einem arbeitsteiligen Austausch in Präsenz oder virtuell trafen.

Bei Verbundprojekten kommt der Dokumentation der Projektergebnisse, der Abbildung des Projektverlaufs und der Darstellung des Status der Aufgaben eine noch höhere Priorität zu. Im Bereich Projekt- und Wissensmanagement besteht das Risiko allerdings darin, dass Maßnahmen zur Projektdokumentation, wie ein feinmaschiges Berichtswesen, kontraproduktiv für die Erreichung der Projektziele sein können, da hierfür zu viele zeitliche Ressourcen der Projektmitarbeitenden gebunden werden, die an anderer Stelle fehlen und zur Erreichung des originären Projektziels eingesetzt werden sollten (Schmidt und Adler 2014, S. 23f.). Die Herausforderung in optes bestand darin, ein effizientes Wissensmanagement zu schaffen, das Dokumentation nicht zum formalen Selbstzweck macht, sondern sie nur an der Stelle einfordert, wo es die Kommunikation und den Austausch erleichtert. Die Kommunikation der festgelegten technischen und didaktischen Entscheidungen im Gesamtprojekt und etwaiger daraus abzuleitender Softwareentwicklungsmaßnahmen sind ein gutes Beispiel für die Wichtigkeit eines funktionierenden Wissensmanagements, damit Missverständnisse und Doppelarbeiten vermieden und die einzelnen Teilergebnisse optimal miteinander verzahnt werden können (ebd., S. 25).

In diesem Zusammenhang ist auch die Wichtigkeit der Sicherstellung eines einheitlichen Sprachgebrauchs zu erwähnen, d. h., dass alle Projektbeteiligten unter den verwendeten Begriffen auch das Gleiche verstehen. Zu diesem Zweck wurde im Projektwiki ein Glossar angelegt, in welchem fortlaufend projektrelevante Begriffe gesammelt und definiert wurden (ebd., S. 31f.). Des Weiteren wurde schon zu Projektbeginn unter Einbeziehung aller Teilprojekte ein Big Picture entwickelt, das alle zu entwickelnden Angebote und Ziele von optes in Form einer farbigen Grafik anschaulich darstellte. So war gewährleistet, dass alle Projektpartner stets das große Ganze im Blick hatten und dass alle Unterziele, Arbeitspakete und Maßnahmen am Big Picture ausgerichtet und ausgehend von den

Hauptzielen heruntergebrochen wurden. Ergänzend dazu entwickelte eine teilprojektübergreifende Arbeitsgruppe ein optes-Drehbuch, das die Angebote, Prozesse und Workflows an den einzelnen Standorten der Verbundpartner abbildete und das kontinuierlich an den Projektverlauf angepasst wurde.

Eine weitere administrative Herausforderung stellte die Stellenbesetzung dar. Bedingt durch die Komplexität der Aufgaben, strukturelle Probleme, Kündigungen, vorübergehende Ausfälle durch Elternzeiten und besonders hohe Fluktuation gegen Projektende konnten Stellen nicht immer nahtlos besetzt werden. Bei Neubesetzungen bzw. Stellvertretungen war es unerlässlich, eine fundierte und vor allem rasche Einarbeitung zu gewährleisten, welche on top zum bereits bestehenden Workload geleistet werden musste. Sich in ständig wechselnder Zusammensetzung neu als Team zu finden war zwar interessant, kamen doch stets neue Expertisen hinzu, jedoch stellte die Gewährleistung des Wissenstransfers eine Herausforderung sowohl in den einzelnen Teilprojekten als auch für das Gesamtprojekt dar.

Unter die administrativen Herausforderungen fallen im Bereich des technologiegestützten Lehrens und Lernens auch die technischen und rechtlichen Herausforderungen, denen sich ein Forschungsprojekt wie optes zu stellen hat. Da eine der Zielsetzungen in optes war, die entwickelten Materialien kostenfrei, Open Source und unter einer Creative-Commons-Lizenz zur Verfügung zu stellen, war es erforderlich, entsprechende Lizenzvereinbarungen abzuschließen und datenschutzkonforme Softwarelösungen zu finden, um die Nutzung der optes-Angebote rechtlich abzusichern. Hier ist zum Beispiel die Verwendung der kostenlosen, dynamischen Mathematiksoftware GeoGebra (Geogebra, o. D.) zu nennen, die zur Veranschaulichung der Mathematikaufgaben und um dem State of the Art von Online-Lernangeboten zu entsprechen, in Form von grafischen Applets in die Lernzielorientierten Kurse in optes eingebunden wurde. Generell gab es bei den jährlichen Upgrades auf die neue ILIAS-Version verschiedene Darstellungsprobleme, die in einem zusätzlichen Arbeitsprozess behoben werden mussten. Diesen technischen Herausforderungen wurde im Rahmen eines agilen Projektmanagements begegnet und sie wurden von den beteiligten Akteuren durch vorübergehende Mehrarbeit aufgefangen.

Herausforderungen auf persönlicher Ebene

Ein Verbundprojekt in der Größenordnung von optes stellt ein komplexes Konstrukt aus Menschen, Inhalten und Prozessen dar, das – trotz unvorhersehbarer Einflüsse – nach den Vorgaben des Drittmittelgebers zum Erfolg geführt werden muss. Dies verlangte jedem einzelnen Projektmitarbeitenden großen persönlichen Einsatz ab und war für das gesamte Projektteam – teilweise in wechselnder Besetzung – eine spannende und herausfordernde Aufgabe. Gerade im Bereich der Projektleitung und des Projektmanagements waren eine sensible Kommunikation und ein Gespür für gruppendynamische Prozesse unerlässlich.

Den unterschiedlichen Arbeitsweisen, Team- und Hochschulkulturen wurde in dem Maße begegnet, dass das Projektmanagement gleich zu Beginn der zweiten Förderphase in Zusammenarbeit mit der wissenschaftlichen Beratung und Prozessbegleitung Leitlinien zur Kommunikation und Dokumentation in optes erarbeitet hat. Diese Leitlinien wurden mit dem gesamten Projektteam abgestimmt und als Richtschnur im weiteren Projektverlauf durchgängig beachtet. Dieses Commitment aller Projektmitarbeitenden stellte die reibungslose Kommunikation innerhalb von optes sicher.

Das Projekt- und Wissensmanagement nahm die Herausforderungen in Bezug auf die unterschiedlichen Charaktere und unterschiedlichen fachlichen Hintergründe, die mitunter zu divergierenden Erwartungen an die Inhalte und die Ausgestaltung der Projektziele führten, wahr und reagierte mit folgenden Maßnahmen: Bei den Präsenztreffen wurde darauf geachtet, trotz einer stets vollen Agenda genügend Raum für informelle Gespräche, bilaterale Abstimmungen und für Aktivitäten im Bereich Socialising einzuplanen. Auch wurden Timeslots zum offenen Austausch und dem Zusammenfinden in Arbeitsgruppen bei nahezu jedem Quartaltreffen mit auf die Agenda gesetzt. Im Anschluss an diese Timeslots wurden im Plenum die Ergebnisse und Vereinbarungen präsentiert und im Protokoll dokumentiert, um den Informationsfluss im Gesamtprojekt sicher zu stellen. Diese Vorgehensweise hat sich im Projekt optes mehrfach bewährt. So konnten Missverständnisse und persönliche Differenzen rechtzeitig ausgeräumt und das weitere Vorgehen konstruktiv abgestimmt und festgelegt werden. Das Projektmanagement fungierte hier bei Bedarf als Katalysator und nahm bei Kommunikationsproblemen die Rolle des Vermittlers ein.

23.5 Lessons Learned und Fazit

Den im vorangehenden Kapitel angeführten Herausforderungen und Problemstellungen wurden bereits in der Projektlaufzeit von optes Maßnahmen und Lösungsansätze von Seiten des Projekt- und Wissensmanagements gegenübergestellt. Jene Ansätze lassen sich in Erfahrungswerte überführen, die für weitere Projektvorhaben eine Übertragbarkeit besitzen. Hierbei sind die Schlagworte Steuerung, Kooperation und Kommunikation eindeutig hervorzuheben.

Lessons Learned aus optes lassen sich zunächst auf *struktureller Ebene* festhalten: Es hat sich als bedeutsam herausgestellt, ein gemeinsames Projektziel (unabhängig von Antragstext und Meilensteinen) schriftlich auszuformulieren und festzuhalten. In optes gelang dies in Form eines Big Pictures, an welchem interdisziplinär, kooperativ und zeitlich ausgedehnt gearbeitet wurde und welches als Orientierung stets herangezogen werden konnte. Zudem wurde Wert auf teilprojektübergreifende Schnittstellenarbeit gelegt, d. h. es wurden Querschnittsthemen (z. B. gemeinsame Softwareentwicklungen oder Qualitätssicherung) identifiziert und explizit bearbeitet. Bei Antragsstellung noch nicht bekannte Querschnittsthemen

(z. B. erweiterte Inhalte) wurden in zusätzlich initiierten Arbeitsgruppen aufgefangen. Darüber hinaus wurde die Einführung und Evaluation eines engmaschigen Berichtswesens als ein fundamentales Element zur Dokumentation auf der einen Seite gesehen, dies diente andererseits aber auch dem Austausch als Kommunikationsgrundlage. In optes sind hier als Instrumente die Monatsberichte, Statusberichte (vor den Projekttreffen) und jährlichen Zwischenberichte zu nennen.

Weitere gewonnene Erkenntnisse beziehen sich auf die *kommunikative bzw. persönliche Ebene*: optes reagierte auf die Herausforderungen der Zusammenarbeit in einem Projektteam mit teilweise mehr als 30 Mitarbeitenden in verschiedener Weise. Persönliche Konflikte wurden zunächst in Bezug zu fachlichen Uneinigkeiten gesetzt. Fachliche Schranken wurden abgeschafft durch die Verbesserung der interdisziplinären Kommunikation, es wurde Wert auf persönlichen Austausch in Präsenz durch häufige Projekttreffen gelegt, weniger auf Arbeitsbetrieb per E-Mail. Die unterschiedlichen Auffassungen innerhalb des Projekts wurden verstärkt offengelegt und in den persönlichen Treffen angesprochen und transparent diskutiert. Es wurde versucht, strittige Themen frühzeitig zu identifizieren und zu klären, um einen Konsens und Lösungsansätze zu finden. Der persönliche Austausch der Projektmitwirkenden wurde befördert und als bedeutsam eingestuft, so wurde auf den Projekttreffen Raum für persönlichen/offenen Austausch in die Agenda eingeplant.

Das Verbundvorhaben optes zeichnete sich einerseits durch eine starke Verknüpfung der einzelnen Teilprojekte und andererseits durch die fachliche und auch räumliche Distanz zwischen den jeweiligen Partnern sowie den sich hieraus ergebenden Herausforderungen aus. Der ursächliche Bedarf, die Rahmenbedingungen und die Umsetzung eines Projekt- und Wissensmanagements im Verbundvorhaben optes wurden auf den vorangehenden Seiten ausführlich beschrieben. Ebenso wurden Instrumente und Methoden aus der Praxis vorgestellt, die den Erfolg des Projekts befördert und eine Basis für die inhaltliche Ausgestaltung des Projekts geschaffen haben. Für Verbundvorhaben mit mehr als zwei Partnern ist es folgerichtig substanziell, ein überfachliches Projekt- und Wissensmanagement zu etablieren, das bestenfalls keine direkte fachliche Einbindung in das Projektvorhaben hat und objektiv Steuerung übernehmen sowie Kooperation und Kommunikation begleiten kann.

Literatur

- GeoGebra (o. D.). *Was ist GeoGebra?* Verfügbar unter: <https://www.geogebra.org/about> [10.06.2020].
- Katenkamp, O. (2011). *Implizites Wissen in Organisationen. Konzepte, Methoden und Ansätze im Wissensmanagement*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

- Kuster, J., Bachmann, C., Huber, E., Hubmann, M., Lippmann, R., Schneider, E., Schneider, P., Witschi, U. & Wüst, R. (2019). *Handbuch Projektmanagement. Agil – Klassisch – Hybrid* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Motzel, E. & Möller, T. (2017). *Projektmanagement Lexikon. Referenzwerk zu den aktuellen nationalen und internationalen PM-Standards* (3. Aufl.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
- Schmidt, C. & Adler, F. (2014). Herausforderungen an die wissenschaftliche Begleitung von E-Learning-Projekten im Hochschulverbund und konkrete Ansätze aus einem Beispielvorhaben. In A. Back, P. Baumgartner & G. Reinmann (Hrsg.), *Technologiegestütztes Lernen: Interdisziplinäre theoretische und empirische Zugänge* (S. 21–35). iTeL: Interdisziplinäre Zeitschrift für Technologie und Lehre.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





24 Qualitätssicherung im optes-Projekt

Christian Schmidt, Gabi Reinmann

24.1 Qualität und Qualitätsmanagement im Wandel der Zeit

Das Verständnis von Qualität und Qualitätssicherung ist nicht eindeutig definiert, sondern befindet sich in einem stetigen Entwicklungsprozess und wird von unterschiedlichen Akteuren (Unternehmen, Kunden, Wissenschaft) sowie projektbezogen auf verschiedenste Weise interpretiert.

Das lateinische Wort „qualitas“, woraus sich Qualität ableitet, beschreibt zunächst einmal lediglich neutral Eigenschaften oder die Beschaffenheit eines Gegenstandes. Nach der aktuell gültigen ISO-Norm für Qualitätsmanagement wird Qualität hingegen als Maß dafür bezeichnet, inwiefern eine Ware oder Dienstleistung an sie gestellte Anforderungen erfüllen kann (DIN 2015). Diese Anforderungen können sich an einem produkt- oder fertigungsbezogenen Ansatz orientieren oder durch einen anwender- oder kundenbezogenen Ansatz festgelegt werden (Seeger und Wassermann 1998).

Das Verständnis von Qualität sowie Funktionen und Verfahren des Qualitätsmanagements sind dynamisch. So wurde etwa unter dem Begriff der Qualitätssicherung (ebd.) lange ein „Prinzip der Fehlererkennung“ (Fischer, Seeger und Wassermann 1998, S. 12) verfolgt, bei dem es um die Produktqualität ging. Später kam die Qualitätssicherung von Herstellungsprozessen durch Normen hinzu, bis sich letztendlich ein umfassender Ansatz des Qualitätsmanagements entwickeln konnte, der nicht nur die Sicherung, sondern auch die (Weiter-)Entwicklung von Qualität beinhaltet (Reinmann 2012). Auch die Institutionalisierung von Qualitätsmanagement unterliegt einem Wandel: Die Wichtigkeit von Qualitätsmanagement in Unternehmen ist unumstritten: Man erhofft sich betriebswirtschaftliche Vorteile im Wettbewerb und letztlich unternehmerischen Erfolg (Kamiske und Brauer 2002). Inzwischen sind aber auch in anderen gesellschaftlichen Bereichen Qualität und Qualitätsmanagement fester Bestandteil – so auch in Bildungsinstitutionen.

Im Zusammenhang mit Bildung (Dieninghoff 2014) bestehen allerdings Anforderungen, die weit über einen produktbezogenen Ansatz hinausgehen und entsprechende Anpassungen des Qualitätsmanagements erfordern (ebd.). In Bildungsinstitutionen kann man nicht nur Lehr-Lernmittel hinsichtlich ihrer Qualität beurteilen (dies käme einem produktbezogenen Ansatz gleich), sondern – im Prinzip – auch Lehr-Lernprozesse und -ergebnisse. Hier greifen aber gänzlich andere Ziele und Kriterien als bei Produkten und Waren. Insbesondere spielt in Bildungskontexten die Perspektive, aus der Qualität beurteilt werden soll, eine enorme Rolle. Es macht zum Beispiel an Hochschulen einen Unterschied, ob es um eine

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

Qualitätsbewertung aus Sicht der Lernenden, der Lehrenden oder anderer Akteur*innen, wie etwa Studiengangsleitungen, geht.

Im optes-Verbund wurde während der Projektlaufzeit sukzessive und stets nah an den Bedürfnissen entlang des Projektverlaufs ein Konzept zur Qualitätssicherung etabliert, das in den folgenden Kapiteln näher vorgestellt wird.

24.2 Grundsätze und Dimensionen der Qualitätssicherung in optes

Das übergeordnete Ziel des optes-Projekts ist es, die Fähigkeiten der Studierenden zum Selbststudium während der Studieneingangsphase – dazu zählen sowohl studienvorbereitende Angebote wie Propädeutika als auch das erste Studienjahr – insbesondere in den mathematik-affinen Grundlagenfächern zu verbessern und somit die Chancen für einen erfolgreichen Studienverlauf zu erhöhen. Hierzu wurden neben elektronischen Lerninhalten zur Vermittlung mathematischer Fähigkeiten und Fertigkeiten (siehe Teil III) auch Maßnahmen zur Lernbegleitung (siehe Kapitel 18) sowie zur Kontrolle des individuellen Kenntnisstands durch formative und summative E-Assessments (siehe Kapitel 9) erarbeitet und miteinander verzahnt. Um sicherzustellen, dass dieses Zusammenspiel bestmöglich gelingt, war es essenziell, einen begleitenden Prozess der Qualitätssicherung und -entwicklung zu realisieren.

Aufgrund der Rahmenbedingungen, die sich aus den Besonderheiten eines Projektverbunds ergeben, wurden für den Qualitätssicherungsprozess drei Grundsätze festgelegt:

1. *Partizipation und Transparenz*

Die Strategie zur Qualitätssicherung wurde teilprojektübergreifend gemeinsam mit allen optes-Mitarbeiter*innen erarbeitet und beschlossen.

2. *Nützlichkeit*

Die qualitätssichernde Maßnahmen wurden nicht um ihrer selbst willen implementiert; vielmehr wurden nur solche Maßnahmen umgesetzt, die versprachen, einen konkreten Beitrag zur Verbesserung der Qualität des optes-Angebots zu leisten.

3. *Kommunikation der Ergebnisse*

Sämtliche Ergebnisse aus den Maßnahmen zur Qualitätssicherung (z. B. Evaluationsergebnisse) sowie daraus gezogene Erkenntnisse wurden mit den betroffenen Verbundpartnern gemeinsam besprochen und für alle Verbundpartner ins Projekt zurückgespiegelt, sodass alle von den „Lessons Learned“ profitieren konnten.

Die im Rahmen von optes entwickelten Maßnahmen und Angebote wurden didaktisch begründet miteinander verknüpft und über die Lernplattform ILIAS (siehe Kapitel 2) zu Lehr-Lernszenarien mit konkreten Zielen kombiniert. Entsprechend war es nicht ausreichend, die Qualitätssicherung allein auf die Dimension der Inhalte zu beziehen, sondern es mussten darüber hinaus auch die Technik sowie die Didaktik angemessen berücksichtigt werden, wobei bei der didaktischen Dimension nochmals zwischen fachdidaktischen – im Fall von optes mathematikdidaktischen – sowie allgemein-didaktischen Aspekten unterschieden wurde.

Diese drei Grundsätze und Dimensionen bildeten entsprechend die Rahmenbedingungen für sämtliche Maßnahmen zur Qualitätssicherung im Rahmen von optes.

24.3 Gegenstandsbereich der Qualitätssicherung

Analog zur Evaluation (siehe Kapitel 25) bestand auch bei der Qualitätssicherung die Herausforderung, unterschiedliche Arten von Ergebnissen zu berücksichtigen.

Im Rahmen von optes geht es um verschiedenste Produkte, die sich teilweise stark voneinander unterscheiden. So gibt es einerseits konkrete Lernmaterialien, aber auch Handreichungen oder Softwarelösungen. Entsprechend mussten Qualitätskriterien gefunden werden, die dieser Vielfalt an Produkten gerecht werden.

Neben den konkreten Produkten sollten aber auch die Prozesse bei der Qualitätssicherung mit berücksichtigt werden, denn sie haben indirekt Einfluss auf die Ergebnisqualität. Hier sind zum einen Prozesse im Rahmen der Projektarbeit zu nennen. Je besser die einzelnen Teilprojekte ihre Zusammenarbeit gestalten, Absprachen treffen und die Verzahnung der verschiedenen Maßnahmen bereits bei der Konzeption abstimmen, desto besser dürfte am Ende auch das Gesamtprojekt-ergebnis sein. Zum anderen galt es auch den Lernprozess der Studierenden im Fokus der Qualitätsbestrebungen zu behalten. Hier spielt das vielfältige Support-Angebot, wie die verschiedenen Möglichkeiten des formativen E-Assessments zur Selbstdiagnostik, die Lernbegleitung oder die Arbeit mit den lernprozessbegleitenden Portfolios, eine besondere Rolle. Die Qualitätssicherung musste auch deren Komplexität und ihren Auswirkungen auf die individuellen Lernprozesse durch die Auswahl geeigneter Qualitätskriterien gerecht werden.

24.4 Qualitätskriterien für E-Learning-Projekte

Wie beim Qualitätsbegriff allgemein, gibt es auch speziell in Bezug auf Qualitätsmanagement für E-Learning-Angebote zahlreiche Herangehensweisen, ohne dass es einen breiten Konsens über Rahmenkonzepte, Kriterien oder Prozesse gäbe. In der einschlägigen Literatur zur Qualität beim Lernen mit digitalen Medien lässt

sich feststellen, dass sich Qualitätsauffassungen und -kriterien weniger am Produktverständnis von Qualität, sondern eher am Lernenden (gegebenenfalls auch am Lehrenden) orientieren (z. B. Ehlers und Pawlowski 2006).

Die verschiedenen Auffassungen von Qualität, die in diesem Zusammenhang auftreten, bedingen auch unterschiedliche Formen der Qualitätsbewertung. Ehlers legt beispielsweise den Fokus auf die Perspektive des Lernenden sowie den Gegenstand und unterscheidet in der Qualitätssicherung zwischen Voraussetzungen, Lernprozessen und Lernergebnissen (Ehlers 2002), wohingegen Reinmann (2012) mit Blick auf verschiedene Ebenen und Kriterien Konzept-, Produkt- und Implementationsqualität aufführt. Dondi, Moretti und Nascimbeni (2006) wiederum unterscheiden bei den Qualitätskriterien zwischen „Learning Sources, Learning Context, and Core Learning Processes“ (S. 38).

Trotz aller Unterschiede bei der Konzeptualisierung von Qualität in Bezug auf E-Learning lassen sich doch einige Qualitätskriterien identifizieren, die wiederholt auftreten und konsensfähig zu sein scheinen. Diese kamen auch im optes-Projekt zur Anwendung und wurden den oben genannten Dimensionen Inhalt, Technik und Didaktik zugeordnet.

In Bezug auf die Inhalte musste zunächst sichergestellt werden, dass diese grundlegenden formalen Kriterien entsprechen: Hierzu zählen beispielsweise die Angabe von Meta-Daten oder einheitliche Bezeichnungen. Darüber hinaus fallen fachliche Qualitätskriterien wie Richtigkeit, Relevanz oder Vollständigkeit unter diese Dimension.

Die Dimension Technik fasst Qualitätskriterien zusammen, die sich auf die technische Plattform oder die technische Umsetzung einzelner Werkzeuge beziehen. Neben Kriterien der Usability sind dies vor allem Kriterien der technischen Funktionalität wie Fehlerrobustheit oder die technische Passung zu den gewünschten Lernzwecken.

Die Dimension Didaktik bezieht sich vor allem auf die im Rahmen des optes-Projekts entwickelten didaktischen Konzepte. Hier wurden formale Qualitätskriterien benannt, die teilprojektübergreifend relevant sind und sich nicht aufgaben- oder zeitbezogen verändern. Ein Beispiel hierfür ist die Zweckmäßigkeit der Maßnahmen zum Erreichen der Lernziele oder eine kohärente Gestaltung. Darüber hinaus wurden für einzelne, teilprojektspezifische Angebote Kriterien aufgestellt, die spezifische Prozesse (z. B. Lernbegleitung, Selbstdiagnostik) bei der Nutzung von optes betreffen.

Auf Basis dieser Kategorisierung wurden jeweils Handreichungen für die Konzeption von Maßnahmen sowie Checklisten zur Beurteilung der Angebote erarbeitet. Als Orientierung dienten dabei im Hinblick auf die fachdidaktischen Aspekte vor allem die Einteilung zur Qualität von Mathematikunterricht von Leuders (2005) sowie in Bezug auf die technisch-gestalterische Umsetzung die Merkmale zum multimedialen Design von Niegemann et al. (2008).

24.5 Qualitätssicherung durch zyklisches Re-Design

Der Kern der Qualitätssicherung im optes-Projekt folgte dem Grundgedanken einer formativen Evaluation (siehe Kapitel 25) in Kombination mit einem zyklischen Re-Design. Daraus ergibt sich ein iterativer Prozess, bei dem gemachte Erfahrungen und gesammelte Erkenntnisse genutzt werden, um projektinterne Prozesse und Projektergebnisse sukzessive zu verbessern, wobei die jeweiligen Schritte je nach dem betrachteten Gegenstand variieren.

Die wissenschaftliche Begleitung führte planmäßig und bei konkretem Bedarf Evaluationen der projektinternen Prozesse durch. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse wurden mit den betroffenen Partnern sowie im Gesamtprojekt besprochen; in der Folge wurden Maßnahmen erarbeitet, um die jeweiligen Bereiche der Projektarbeit zu verbessern. Der Zyklus bestand in diesem Fall aus drei Schritten (siehe Abbildung 1).

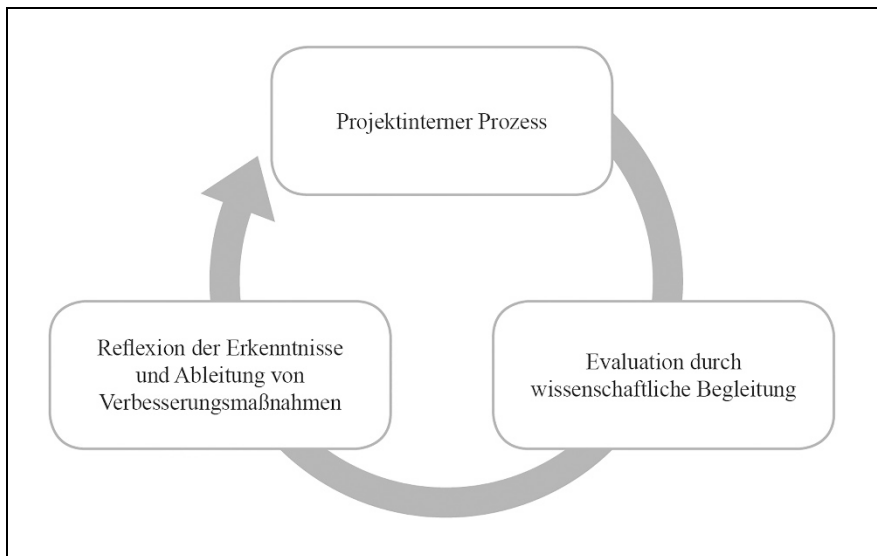


Abbildung 1: Zyklischer Prozess aus formativer Evaluation und Re-Design bei projektinternen Prozessen

In Bezug auf die entstehenden Projektergebnisse kamen weitere Schritte hinzu. Die von den jeweiligen Teilprojekten konzipierten und erarbeiteten Maßnahmen wurden zunächst bei Bedarf von projektinternen Expert*innen begutachtet und basierend auf deren Feedback überarbeitet. Die Expertenbegutachtung erfolgte fall-spezifisch durch Fachleute mit technischer, mathematischer, fach- oder allgemein-

didaktischer Expertise. Anschließend wurden die Maßnahmen an den Hochschulen im Projektverbund pilotiert und im Rahmen einer Evaluation durch die verschiedenen Zielgruppen bewertet. Die Evaluationsergebnisse, die daraus gewonnenen Erkenntnisse sowie die identifizierten Optimierungsbedarfe wurden reflektiert und genutzt, um die jeweiligen Angebote weiter zu optimieren, bevor der nächste Zyklus begann (siehe Abbildung 2).

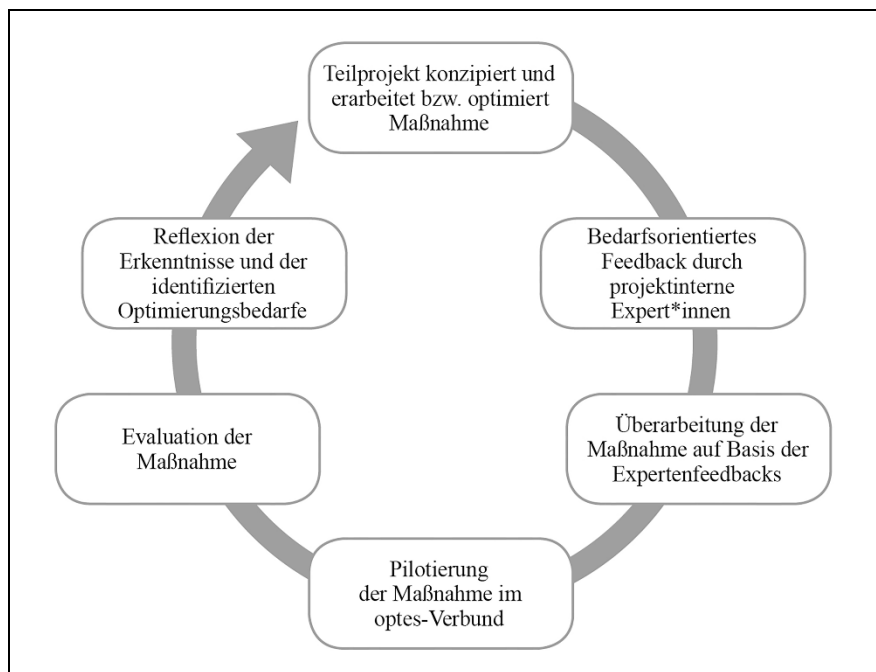


Abbildung 2: Zyklischer Prozess aus formativer Evaluation und Re-Design bei Projektergebnissen

Während die Zyklen bei projektinternen Prozessen hinsichtlich ihrer Dauer je nach konkret betrachtetem Aspekt variierten, waren die Zyklen bei den Projektergebnissen durch die möglichen Pilotzeiträume jeweils vor Studienbeginn determiniert und betragen mit wenigen Ausnahmen ein Jahr.

24.6 Weitere qualitätssichernde Maßnahmen

Neben den eben skizzierten formativen Evaluationen wurden im optes-Projekt weitere Maßnahmen umgesetzt, die sich unmittelbar auf die Qualität der Projekt-

ergebnisse auswirkten. In temporär begrenzten Arbeitsgruppen (AGs) kamen teilprojektübergreifend Projektmitarbeiter*innen mit unterschiedlichen fachlichen Hintergründen zusammen, um spezifische Themen zu bearbeiten, die zur Qualität der Projektergebnisse beitrugen. Wie dies genau aussah, soll anhand von drei Beispielen verdeutlicht werden.

Ein zentraler Baustein im optes-Angebot sind die Lernzielorientierten Kurse (LoK). Im Rahmen der „AG LoK-Feedbackprozess“ haben die Mitglieder interdisziplinär und teilprojektübergreifend Qualitätsstandards für diese Kurse und die Implementation eines Feedbackprozesses erarbeitet. Entstanden ist unter anderem ein Feedbackbogen, der verschiedene Aspekte berücksichtigt: gestaltungstechnische Aspekte (z. B. Rechtschreibung, Formatierung etc.), fachdidaktische Aspekte (z. B. Einführung von Begriffen, Formulierung von Aufgabenstellungen etc.) und allgemeindidaktische Aspekte (z. B. Individualisierung, kognitive Aktivierung etc.). Der Feedbackbogen wurde erprobt und sukzessive auf sämtliche LoKs angewendet; die identifizierten Verbesserungsbedarfe wurden den Entwickler*innen zurückgespielt.

Die AG Motivation beschäftigte sich mit der Frage, wie die einzelnen optes-Maßnahmen möglichst motivationsfördernd gestaltet werden können, sodass Lernende das Angebot intensiver nutzen; gleichzeitig galt es auch, Grenzen bei der Gestaltung zu erkennen. Hierzu wurden die aktuelle Nutzung des optes-Angebots umfänglich analysiert und im Verbund diskutiert sowie die bestehenden Erkenntnisse aus der Literatur aufgearbeitet. Auf Grundlage der so erzielten Ergebnisse konnten weitere Optimierungsbedarfe identifiziert und bearbeitet werden.

Im Fokus der AG Usability stand die Überlegung, wie die Nutzerfreundlichkeit der technischen Infrastruktur und auf diesem Wege die Qualität der optes-Angebote verbessert werden kann. Große Teile der optes-Maßnahmen finden innerhalb einer elektronischen Lernumgebung auf Basis der Lernplattform ILIAS statt. Entsprechend hat die Usability von ILIAS unmittelbare Auswirkungen auf die Nutzung der optes-Angebote und beeinflusst letztlich auch die von den Lernenden wahrgenommene Qualität.

Die Ergebnisse der Arbeitsgruppen unterstützten die einzelnen Teilprojekte bereits in der Phase der Konzeption und Umsetzung ihrer Angebote. Eine weitere Maßnahme, die ebenfalls im weitesten Sinne qualitätssichernd ist und an dieser Stelle der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll, ist die summative Evaluation. Im Gegensatz zur formativen Evaluation findet diese nicht projektintern statt, sondern wird von externen Evaluators*innen abschließend durchgeführt. Auch wenn die summative Evaluation am Projektende durchgeführt wird, lässt sie sich als qualitätssichernde Maßnahme bezeichnen, denn die Ergebnisse helfen den Anwender*innen der optes-Angebote auch nach der offiziellen Projektlaufzeit, die Maßnahmen zu verbessern und weiterzuentwickeln.

24.7 Zusammenfassung und Fazit

Die Qualität der optes-Angebote und ein effektiver Prozess zur Qualitätssicherung hatten im optes-Projekt einen hohen Stellenwert. Die Herausforderung bestand vor allem darin, der Komplexität des Projekts sowie den unterschiedlichen Arten von (Teil-)Projektergebnissen durch die Auswahl geeigneter Qualitätskriterien und -verfahren Rechnung zu tragen. Die Kategorisierung in die Dimensionen Inhalt, Technik und Didaktik half dabei, den Überblick zu behalten.

Die Qualitätssicherung im optes-Projekt erfolgte vor allem durch einen zyklischen Prozess der formativen Evaluation und des Re-Designs. Die gewonnenen Erkenntnisse und identifizierten Optimierungsbedarfe wurden allen im Projekt zugänglich gemacht und trugen auf diese Weise zu einer sukzessiven Verbesserung der Projektergebnisse bei.

Flankierend zu diesem übergeordneten Qualitätssicherungsprozess haben sich mehrere Arbeitsgruppen mit qualitätsrelevanten Themen beschäftigt. Die Ergebnisse dieser Bemühungen unterstützten die Entwickler*innen von optes-Angeboten im Prozess der Konzeption und Pilotierung.

Es war das erklärte Ziel im optes-Projekt, eine möglichst umfassende und verzahnte Qualitätssicherung zu implementieren und diese durch regelmäßige Überprüfung und Optimierung an die Komplexität des Projekts anzupassen, um so eine möglichst hohe Qualität der Projektergebnisse zu erreichen. Inwiefern dies gelang, wird zum einen durch eine externe summative Evaluation zu bewerten sein und kann zum anderen von allen Nutzer*innen des optes-Angebots auch selbst beurteilt werden.

Literatur

- Dieninghoff, M. (2014). *Zur Berücksichtigung motivationaler Faktoren im Qualitätsmanagement*. Wiesbaden: Springer.
- DIN [Deutsches Institut für Normung e.V.] (2015). *DIN EN ISO 9000:2015–11, Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*. Berlin: Beuth-Verlag.
- Dondi, C., Moretti, M. & Nascimbeni, F. (2006). *Quality of e-learning: Negotiating a strategy, implementing a policy*. In U.-D. Ehlers & J. M. Pawlowski (Hrsg.), *Handbook on Quality and Standardisation in E-Learning*. Berlin /Heidelberg: Springer.
- Ehlers, U.-D. (2002). Qualität beim E-Learning: Der Lernende als Grundkategorie bei der Qualitätssicherung. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 5, 1–20. Verfügbar unter <http://www.medienpaed.com/article/view/26/26> [10.06.2020].
- Ehlers, U.-D. & Pawlowski, J. M. (2006). *Handbook on Quality and Standardisation in E-Learning*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Fischer, H., Seeger, H. & Wassermann, O. (1998). *Einführung von Qualitätsmanagement-Systemen*. Poing: Franzis Verlag.
- Kamiske, G. & Brauer, J.-P. (2002). *ABC des Qualitätsmanagements* (2. Aufl.). München/Wien: Carl Hanser Verlag.

- Leuders, T. (2005). *Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Reinmann, G. (2012). *Studientext Evaluation*. Verfügbar unter http://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2013/05/Studientext_2012_Evaluation.pdf [10.06.2020].

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





25 Evaluation im Projekt optes

Christian Schmidt, Victoria Marquardt, Gabi Reinmann, Daria Paul

25.1 Theoretische Fundierung

Von Beginn an wurde im optes-Verbundprojekt viel Wert darauf gelegt, dass die Projektarbeit gezielt durch Evaluationen begleitet wird. Der Nutzen dieser Maßnahmen liegt in einem fortlaufenden Prozess der (didaktischen) Qualitätssicherung (Reinmann 2004) sowohl der Ergebnisse des Projekts als auch der Prozesse, um diese Ergebnisse zu erzielen. Die Prozessevaluation diente zunächst dazu, die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen den Teilprojekten sukzessive zu verbessern; dies hatte auch indirekt Einfluss auf die Projektergebnisse. Sowohl Prozess- als auch Ergebnisevaluationen waren von Anfang an nicht nur summativ als Erfolgsmessung am Projektende angelegt, sondern fanden auch bereits formativ während der Projektlaufzeit (Scriven 1991) statt, um mit Erkenntnissen über Zwischenstände zyklische Verbesserungen (Re-Designs) vornehmen zu können. Die Evaluation im Rahmen des optes-Projekts lässt sich als praktisch-orientierte Evaluationsforschung verstehen (Wottawa 2006). Dies bedeutet, dass Evaluationen zwar mit wissenschaftlichen Methoden und nach wissenschaftlichen Standards durchgeführt wurden, das Erkenntnisinteresse jedoch immer darauf lag, (Teil-)Projektergebnisse und Arbeitsprozesse zu optimieren und die dazu erforderlichen Evaluationsmaßnahmen möglichst ressourcenschonend zu gestalten (Patton 2010). Die Evaluation im Rahmen von optes war somit stets ein Teil der didaktischen Qualitätssicherung (siehe Kapitel 24).

25.2 Entwicklung der Evaluationsansätze im Projektverlauf – Von der „Hilfe zur Selbsthilfe“ zum modularisierten Online-Fragebogen

Mit fortschreitendem Projektverlauf haben sich die Ansätze zur Evaluation weiterentwickelt, wurden turnusmäßig überprüft und bei Bedarf an den jeweiligen Projektstand angepasst. Zu Beginn des optes-Verbundprojekts sind in den einzelnen Teilprojekten zunächst die geplanten Maßnahmen erarbeitet worden. In dieser Phase haben sich Evaluationsvorhaben auf die Zusammenarbeit im Projekt und auf Teilprojektergebnisse konzentriert. Die wissenschaftliche Begleitung hat hier vor allem die Koordinationsfunktion übernommen und die Partner bei der Planung und Erstellung von Erhebungsinstrumenten sowie bei der Auswertung und Dokumentation unterstützt, also „Hilfe zur Selbsthilfe“ geleistet. Dazu wurden Leitfäden mit

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

grundlegenden Hinweisen zur Durchführung von Evaluationsmaßnahmen erstellt; zugleich erhielten die Partner individuelles Feedback zum Evaluationsprozess. So wurde gewährleistet, dass die Erhebungen einerseits zu den Erfordernissen an den unterschiedlichen Standorten sowie den Teilprojektspezifika passten, andererseits aber auch allgemeine Evaluationsstandards eingehalten wurden.

Die Evaluationsergebnisse haben die Projektpartner als Kurzberichte aufbereitet, sodass alle einen einheitlichen Informationsstand hatten. Die Kurzberichte wurden zudem von der wissenschaftlichen Begleitung analysiert, um auf diesem Wege erste Einschätzungen zur Projektwirkung vorzunehmen. Ergänzend dazu wurden die Durchführenden zu selbst beobachteten Wirkungen sowie eigenen Bewertungen und Begründungen befragt.

Mit dem Fortschreiten des Projekts ließen sich Teilprojektergebnisse zunehmend verknüpfen; in der Folge haben wir auch den Evaluationsansatz angepasst. In den Vordergrund rückte nun die Wirkungsevaluation der mit den optes-Materialien erstellten Lehr-Lern-Szenarien an den jeweiligen Partnerhochschulen. Hierzu wurde ein modularisierter Fragebogen erarbeitet, um einerseits den lokalen Besonderheiten an den jeweiligen Partnerhochschulen Rechnung zu tragen und andererseits eine gewisse Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Auf diese Weise war es möglich, über verschiedene Standorte und Teilprojekte hinweg, Nutzerevaluationen durchzuführen, dabei größere Stichproben zu generieren, aussagekräftigere Datensätze zu erhalten und letztlich Best-Practice-Umsetzungen zu identifizieren. Dieser modularisierte Fragebogen wird bis heute zur Evaluation der optes-Vorkurse eingesetzt und ermöglicht inzwischen auch einen Vergleich der Ergebnisse über die Jahre und einzelnen Kohorten hinweg. Er ist auch Teil der Disseminationsmaterialien (siehe Kapitel 28).

25.3 Evaluationsgegenstände und Evaluationsarten

Die Arbeiten der einzelnen Teilprojekte im optes-Verbund führten zu verschiedenen Typen von (Zwischen-)Ergebnissen. Während zu Beginn der beiden Förderphasen vor allem theoretische Konzepte inklusive der Beschreibung notwendiger Rahmenbedingungen (z. B. Bedarfe für die Realisierung) entstanden sind, wurden mit fortschreitender Projektdauer auch konkrete Produkte (z. B. elektronische Lernmaterialien) fertiggestellt. Beide Typen von Projektergebnissen wurden formativ evaluiert, wobei sich der Fokus im Laufe des Projekts entsprechend von Konzept- zu Produkt- und Wirkungsevaluationen verschoben hat. In allen Phasen waren nicht nur einzelne Arbeitsergebnisse, sondern auch deren Kombination und Zusammenspiel von Interesse. Darüber hinaus wurden von Anfang an auch Prozesse bei der Evaluation mit einbezogen: zu Beginn primär Prozesse der Zusammenarbeit im Projektverbund, mit zunehmendem Projektfortschritt und entsprechend vorliegender optes-Angebote dann vor allem Prozesse, die mit der Implementation dieser Angebote an den Hochschulen zu tun haben.

25.4 Evaluationsbereiche und Evaluationsziele

Neben der Unterscheidung der Evaluationsgegenstände in Konzepte, Produkte und Prozesse diente als weitere Ordnung für die geplanten Evaluationsmaßnahmen die Differenzierung von zwei unterschiedlichen Evaluationsbereichen, nämlich: Evaluationsmaßnahmen und -ziele, die sich auf die optes-Umgebung als solche beziehen, sowie Evaluationsmaßnahmen und -ziele, welche die optes-Implementation betreffen. Diese Einteilung erleichterte es, Vorgehensweisen in der Evaluation besser zu beschreiben sowie am Ende der Projektlaufzeit die Ergebnisse zueinander in Beziehung zu setzen und mit Blick auf das Gesamtprojekt zu interpretieren.

25.4.1 *Evaluationen der optes-Umgebung*

In formativen Evaluationen der optes-Umgebung wurden vor allem die Funktionsfähigkeit einzelner optes-Komponenten (damit sind sowohl materielle Ressourcen, wie einzelne Übungsaufgaben oder Lerntexte, als auch soziale Ressourcen, wie andere Lernende oder Lernbegleitende gemeint) sowie deren Wirkungen und Wechselwirkungen untersucht. Wie Studierende mit diesen Komponenten interagieren, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die in der Person des Lernenden oder im Lernumfeld liegen. Zu den personenbezogenen Faktoren zählen beispielsweise persönliche Einstellungen und Wahrnehmungen, fachliche und überfachliche Fertigkeiten oder die Lernmotivation. Faktoren aus dem Lernumfeld können etwa die Unterstützung durch das persönliche (Arbeits-)Umfeld (z. B. die zur Verfügung stehende Zeit zum Lernen) oder die Qualität der Lernmaterialien sein. Maßnahmen in diesem Evaluationsbereich orientierten sich entsprechend an der Leitfrage, ob und wie gut aus den Interaktionen der Studierenden mit der optes-Umgebung, bzw. einzelner ihrer Komponenten, Lernsituationen entstehen, die einen erfolgreichen Lernprozess fördern. Aus der fortlaufenden Beantwortung dieser Frage wurden Maßnahmen zur Optimierung der optes-Angebote unter den gegebenen Möglichkeiten für die jeweilige Zielgruppe abgeleitet.

25.4.2 *Evaluationen der optes-Implementation*

Bei der formativen Evaluation von optes-Implementationen wurde zunächst danach unterschieden, ob es primär darum geht, (a) optes-Komponenten zu komplexen Lernumgebungen zu kombinieren und allgemein zur Nutzung anzubieten (z. B. die Kombination eines LoKs mit der Fähigkeitsmatrix und/oder dem Angebot zur Lernbegleitung), oder darum, (b) optes-Komponenten an einzelnen Hochschulen umzusetzen. Im ersten Fall richtete sich die Leitfrage auf die Kombinationsfähigkeit und das mögliche Zusammenspiel einzelner optes-Komponenten. Den Evaluationsergebnissen entsprechend reichte das Optimierungspotenzial von der

Verbesserung einzelner Instruktionen für Lernende bis hin zur optimierten Verknüpfung ausgewählter optes-Komponenten. Im zweiten Fall waren zwei Leitfragen für die Evaluations handlungsrelevant:

1. Wie lassen sich die optes-Komponenten in Konzepte und Angebote einzelner Lehrender (Handlungsspielraum der Lehrenden) integrieren?
2. Wie lassen sich optes-Komponenten in die Studiengänge sowie in das Gesamtangebot der jeweiligen Hochschulen (Handlungsspielraum der Hochschule) integrieren?

Mit Blick auf Rollout und Verstetigung war es zudem wichtig zu erfahren, welche Szenarien der Implementierung von optes-Angeboten es bereits gibt und welche organisatorischen, finanziellen, personellen und konzeptionellen Rahmenbedingungen jeweils vorliegen. Das Erkenntnisinteresse lag beispielsweise auf der Erhebung notwendiger Rahmenbedingungen (z. B. hochschulspezifische Ressourcen), um bestimmte optes-Angebote an einer Einrichtung einsetzen zu können.

25.5 Evaluationskriterien

Die Evaluationskriterien für formative Evaluationsvorhaben im Rahmen des optes-Projekts wurden, unabhängig vom jeweiligen Evaluationsbereich, grob in Kriterien zur Qualitätsbewertung und zur Wirkungsanalyse unterteilt. Kriterien zur Qualitätsbewertung dienen der Evaluation von Lernmaterialien und Konzepten. Sie beziehen sich auf didaktisch begründbare Qualitätsmerkmale einzelner optes-Komponenten wie auch deren Integration und Implementation. Kriterien zur Wirkungsanalyse dienen der Evaluation von Nutzerinteraktionen mit der Lernumgebung. Diese umfassen nicht nur kognitive und organisationale Aspekte, sondern auch motivationale und emotionale Aspekte. Eine Liste mit Beispielen für die Evaluationskriterien sowie deren Zuordnung zu den Evaluationsbereichen findet sich nachfolgend in Tabelle 1.

Im Evaluationsbereich optes-Umgebung standen hingegen einzelne Lehr-Lern-Interaktionen und Lernsituationen im Fokus. Die Qualität von Lernmaterialien (um ein Beispiel zu nennen) kann etwa dahingehend bewertet werden, wie die LoKs im Einzelnen gestaltet sind, oder wie zweckmäßig das Angebot für das eigene Studium ist. Wirkungsanalysen können ein breites Spektrum annehmen: Evaluieren kann beispielsweise, welchen Einfluss das Interesse der Lernenden an mathematischen Inhalten auf den Lernerfolg hat, wie hoch die Akzeptanz einzelner optes-Angebote ist oder wie die Studierenden den Zeit-Nutzen-Aufwand und ihren individuellen Lernzuwachs einschätzen.

Tabelle 1: Kategorisierung der Evaluationskriterien für die jeweiligen Evaluationsbereiche anhand ausgewählter Beispiele

	Kriterien zur Qualitätsbewertung	Kriterien zur Wirkungsanalyse	
		<i>kognitiv und organisational</i>	<i>motivational und emotional</i>
optes-Umgebung	Gestaltung, Zweckmäßigkeit fürs Studium, ...	Lernzuwachs, Zeit-Nutzen-Aufwand, ...	Interesse, Akzeptanz, ...
optes-Implementation	Zweckmäßigkeit der Kombination einzelner Elemente, Passung zu den Modulbeschreibungen, Verbindlichkeit der Integration, ...	Auswirkung von Betreuung auf die Lernzeit, Ressourceneinsatz der Hochschule ...	Auswirkung von Betreuung auf die Motivation, empfundene Arbeitserleichterung beim Dozierenden, ...

Im Evaluationsbereich optes-Implementation lag der Fokus auf Wechselbeziehungen einzelner Komponenten und der Integration in bestehende Handlungsspielräume von Lehrenden und Hochschulen. Die Qualität der Hochschul-Integration (um zwei Beispiele zu nennen) kann etwa dahingehend bewertet werden, wie gut sich eine Kombination einzelner Komponenten zur Erreichung eines bestimmten Zwecks eignet (z. B. die Kombination von Tests und Fähigkeitsmatrix zur persönlichen Lernstandskontrolle) oder wie gut das Angebot zu den Modulbeschreibungen passt und wie verbindlich das optes-Angebot in Studienprogramme aufgenommen wird. Wirkungsanalysen können sich auf zahlreiche Fragen beziehen: Evaluieren kann etwa, wie sich die Betreuung der Studierenden durch Lernbegleitende bei der Bearbeitung der LoKs auf die Motivation und die Lernzeit auswirkt oder welchen Einfluss vorhandene Ressourcen an der Hochschule auf die Arbeitserleichterung für Lehrende bei der optes-Nutzung haben.

25.6 Evaluationsmethoden

Je nach Projektphase, Evaluationsgegenstand, Erkenntnisinteresse und Fragestellung wurden für die formative Evaluation verschiedene Evaluationsmethoden eingesetzt: Befragungen, Beobachtungen und Dokumentanalysen.

In den Konzept- und Entwicklungsphasen boten sich beispielsweise Dokumentanalysen an, um Ansatzpunkte für die Umsetzung neuer Themenschwerpunkte, wie die Förderung des reflektierten Übens, oder für Weiterentwicklungen in den bestehenden optes-Konzepten zu identifizieren.

In den Pilotphasen ließen sich vor allem die Wirkungen der bis dahin erarbeiteten und implementierten Maßnahmen evaluieren. (Online-)Befragungen der Nutzer*innen waren hier eine ökonomische Methode, um möglichst viele quantitative Daten zu generieren, auf deren Basis sich statistisch belastbare Aussagen über die

Wirkung des optes-Angebots treffen lassen. Aufgrund der unterschiedlichen Implementierung verschiedener optes-Komponenten an den unterschiedlichen Standorten (beispielsweise wurden die Online-Lernangebote an verschiedenen Standorten variabel mit den dort existierenden Präsenzangeboten verwoben) ließen sich die so erhobenen Daten zwar nur bedingt direkt miteinander vergleichen, erlaubten aber kontextualisierte Schlüsse hinsichtlich der Wirksamkeit innerhalb eines Standortes.

Schließlich spielt im Rahmen des optes-Projekts die Usability der elektronischen Lernumgebung eine zentrale Rolle. Um diese zu ergründen, bot es sich an, die Lernenden bei der konkreten Nutzung des Angebots zu beobachten und so Erkenntnisse über Navigation, Nutzerfreundlichkeit und weitere Usability-Aspekte zu erhalten.

25.7 Rückmeldungen an das Projekt

Damit die Ergebnisse aus formativen Evaluationen wirksam sein und identifizierte Optimierungsbedarfe im Sinne eines zyklischen Re-Designs auch umgesetzt werden konnten, mussten diese als Rückmeldungen in das Projekt zurückfließen. Diese Rückmeldungen sind auf unterschiedlichen Wegen erfolgt.

Alle entstandenen Konzepte wurden den Projektpartnern zur Verfügung gestellt und im Gesamtprojekt diskutiert. Das galt beispielsweise für den Theorierahmen zum reflektierten Üben, für das didaktische Beratungskonzept, für theoretische Ausarbeitungen zur Motivation oder auch die Evaluationskonzepte.

Außerdem wurden die Partner durch Ergebnisberichte über die Erkenntnisse aus den durchgeführten Evaluationen informiert. Teilprojekte, die von den identifizierten Optimierungsbedarfen direkt betroffen waren, wurden von der wissenschaftlichen Begleitung darüber hinaus in einem Beratungsgespräch, bei dem auch Verbesserungsvorschläge sowie deren Umsetzung diskutiert werden konnten, informiert.

Erkenntnisse aus den Arbeitsgruppen flossen in Form von Zwischen- und Abschlussberichten in das Gesamtprojekt zurück. In diesen wurden die bisherigen Erkenntnisse sowie die weiteren Schritte dokumentiert und so für die künftige Projektarbeit zugänglich gemacht.

25.8 Abschließende Erkenntnisse

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden bisher insgesamt 29 formative Evaluationsmaßnahmen – entweder von der wissenschaftlichen Begleitung oder gerade zu Beginn des Projekts von den Teilprojekten selbst – durchgeführt, mehrere Kohorten von Studienanfänger*innen und zahlreiche Lehrende befragt. Die Er-

kenntnisse, die aus diesen Maßnahmen gewonnen wurden, haben dazu beigetragen, die optes-Angebote sukzessive zu optimieren und an die Bedürfnisse der Zielgruppen anzupassen.

Die letzten Evaluationsergebnisse weisen darauf hin, dass die im Verbundprojekt erarbeiteten Angebote und Produkte von den Nutzer*innen positiv wahrgenommen werden. Nach anfänglichen Schwierigkeiten hat sich vor allem die Beurteilung der Usability und der Qualität der Materialien im Laufe des Projekts zunehmend verbessert. Die positive Wahrnehmung zeigt sich auch darin, dass viele Befragte die optes-Angebote und die umfangreichen Lehr-Lern-Materialien weiterempfehlen würden. Allerdings deuten die in fast allen Nutzerbefragungen auffallend hohen Standardabweichungen darauf hin, dass es einige Nutzer*innen gibt, die mit den Angeboten deutlich besser zurechtkommen und diese positiver bewerten als andere. Worauf sich dies zurückführen lässt, ist mit den verfügbaren Daten leider nicht zu beantworten.

Abschließend lässt sich festhalten, dass sich der im optes-Projekt verfolgte Evaluationsansatz und dessen phasenspezifische Anpassung weitgehend bewährt haben. Auch wenn der Zugang zu den Zielgruppen nicht immer einfach war, gelang es durch Anreize, wie beispielsweise Druckguthaben für Studierende, oder durch persönliche Ansprache akzeptable Rücklaufquoten zu erzielen. Die in der formativen Evaluation gewonnenen Erkenntnisse haben letztlich in hohem Maße zur Qualität der Projektergebnisse beigetragen.

Literatur

- Patton, M. Q. (2010). *Developmental Evaluation. Applying complexity concepts to enhance innovation and use*. New York: Guilford Press.
- Reinmann, G. (2004). Qualitätsmanagement in Schulen: Eine Einführung. In R. Arnold & C. Griese (Hrsg.), *Schulleitung und Schulentwicklung* (S. 45–165). Hohengehren: Schneider Verlag.
- Scriven, M. (1991). *Evaluation Theasaurus*. Newbury Park, CA: Sage.
- Wottawa, H. (2006). Evaluation. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 659–687). Weinheim: Beltz.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



26 Projektergebnisse als freie Bildungsinhalte (OER)



Matthias Kunkel

Der Zuschlag für die Projektförderung 2012 versetzte die an optes beteiligten Hochschulen in die angenehme Lage, in den folgenden Jahren Maßnahmen für die Verbesserung der Mathematik-Kenntnisse ihrer angehenden Studierenden in den verschiedenen MINT-Fächern entwickeln und umzusetzen zu können. Die in optes zu erstellenden Materialien und Dokumente würden aber mit Sicherheit auch für andere Hochschulen, die keine entsprechende Förderung erhielten, von Interesse sein. Deshalb wurde schon im Projektantrag ein Teilprojekt „Dissemination“ festgelegt. Dessen Hauptaufgabe war es, alle Projektergebnisse interessierten Dritten bereitzustellen.¹

Ebenfalls bereits im Projektantrag festgelegt wurde, dass alle erstellten Dokumente und Materialien, wie zum Beispiel Lernmodule, Testfragen oder Anleitungen, als Open Educational Resources (OER)² unter einer Creative-Commons-Lizenz zu veröffentlichen sind. Ebenso sollten alle Softwareentwicklungen, die aus dem Projekt heraus angestoßen wurden, als Open-Source-Software unter der General Public Licence bereitgestellt werden.³ Entscheidend hierfür war die Auffassung der Antragsteller*innen, dass auch andere interessierte Hochschulen und Einrichtungen die Projektergebnisse nutzen können sollten, die ohnehin aus Steuergeldern erstellt wurden.

Die Materialien sollten aber nicht nur frei zugänglich im Sinne des Open-Access-Ansatzes sein. Die an den Lehr- und Lerninhalten aus optes interessierten Anwender*innen sollten diese entsprechend des Konzepts der „fünf Freiheiten“⁴ auch an einen eigenen Bedarf anpassen und weitergeben dürfen.

¹ Zum Vorgehen und zu den Aktivitäten des Teilprojekts Dissemination siehe Kapitel 28 und 29.

² Eingeführt wurde der Begriff Open Educational Resources im Jahr 2002 von der UNESCO (UNESCO 2002, S. 8). Der Begriff „Ressource“ bezieht sich dabei nicht nur auf Inhalte, sondern umfasst „the creation of open source software and development tools, the creation and provision of open course content, and the development of standards and licensing tools. The outputs of all three may be grouped together under the term Open Educational Resources (OER)“ (UNESCO / Albright 2005, S. 1). Im deutschsprachigen Raum wird der Begriff dagegen vor allem für „frei verwendbare Lern- und Lehrmaterialien“ (Mruck et al. 2011, S. 246) verwendet.

³ Siehe hierzu auch das nachfolgende Kapitel 27.

⁴ David Wiley beschreibt diese Freiheiten bzw. Rechte als die „5Rs of Openness (...) Retain, Reuse, Revise, Remix, Redistribute“ (Wiley 2014). Ihr Vorliegen ist ausschlaggebend dafür, dass aus Bildungsinhalten Open Educational Resources werden.

Der Entscheidung, alle optes-Materialien als freie Bildungsinhalte zu veröffentlichen, lag außerdem die Hoffnung zugrunde, durch eine möglichst große Verbreitung genügend qualifiziertes Feedback zu erhalten, um diese Lerninhalte und -angebote in einem weiteren Schritt zu verbessern. Je mehr Hochschulen also optes-Materialien nutzen würden, umso mehr Verbesserungsvorschläge würden eingehen, um diese Materialien weiter zu optimieren.

26.1 Das Lizenzmodell der Creative Commons

Um die optes-Projektsergebnisse als Open Educational Resources (OER) zu veröffentlichen, bedurfte es eines passenden Lizenzmodells. Mit der Creative Commons (CC) wurde ein Modell gewählt, das relativ einfach zu handhaben ist und inzwischen breite Akzeptanz gefunden hat.⁵

Creative-Commons-Lizenzen ermöglichen es, urheberrechtlich geschützte Werke wie die von optes erstellten Materialien und Inhalte, der Allgemeinheit zur freien und ungehinderten Nutzung zur Verfügung zu stellen. Die Werke unterliegen damit weiter dem Urheberrecht. Die Lizenzen räumen vertraglich aber bestimmte Nutzungsrechte ein. Und sie „verbessern die rechtliche Transparenz und Sicherheit sowohl für Nutzer als auch für Rechteinhaber“ (Kreutzer 2016, S. 15).

Hochschulen und andere Anwender*innen, die optes-Angebote nutzen und verändern wollen, haben somit eine sichere Rechtsgrundlage, ohne für jede Modifikation um Erlaubnis bei den Urheber*innen nachfragen zu müssen. Durch diese Rechtssicherheit erhöhte sich prinzipiell die Chance, dass die optes-Materialien im Lehralltag anderer Hochschulen auch tatsächlich zum Einsatz kommen.

Anders als beim herkömmlichen Urheberrecht⁶ mit seinem Prinzip des „Alle Rechte vorbehalten“ räumen Open-Content-Lizenzen wie die Creative Commons (CC) die freie Nutzung unter definierten Bedingungen ein. Diese Nutzungsbedingungen spiegeln sich in den Namen der jeweiligen CC-Lizenzen wieder. Durch die Kombination dieser Bedingungen ergibt sich eine Auswahl von insgesamt sechs verschiedenen CC-Lizenzen für urheberrechtlich geschützte Werke.⁷

⁵ In der Zwischenzeit haben sich die Creative Commons (CC) als die Open-Content-Lizenzen etabliert. Till Kreutzer konstatiert 2016: „Aufgrund seiner Popularität und weiten Verbreitung kann man CC heute de facto als Standard für Open-Content-Lizenzen bezeichnen“ (Kreutzer 2016, S. 30).

⁶ Einen guten Überblick über die im deutschen Rechtssystem gültigen Urheber- und Verwertungsrechte bietet Thomas Hartmann (Hartmann 2014, S. 25ff.).

⁷ Darüber hinaus bietet Creative Commons noch die Deklaration CC0, mit der eigene Werke gemeinfrei erklärt werden können: <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode> [10.06.2020].

CC BY Namensnennung⁸

Diese CC-Lizenz fordert nur die Nennung der Autor*innen des Werkes, die Quelle, Rechteinhaber*innen und die Lizenz. Weitergehende Beschränkungen für die Nutzer*innen bzw. Lizenznehmer*innen gibt es nicht. Das Werk kann also beliebig bearbeitet und auch zur kommerziellen Nutzung weitergegeben werden. Die CC-BY-Lizenz ist die einzige CC-Lizenz, die mit allen anderen fünf CC-Lizenzen kombiniert werden kann.

CC BY-SA Namensnennung-Share Alike⁹

Diese Lizenz verlangt neben den Hinweispflichten auf die Autor*innen, die Quelle, Rechteinhaber*innen und die Lizenz, dass das Werk unter der gleichen Lizenz weitergegeben wird (Share Alike). Dies gilt auch für neu erstellte Werke, die mit CC BY-SA lizenziertes Material wiederverwenden.

CC BY-ND Namensnennung-Keine Bearbeitungen¹⁰

Diese Lizenz gestattet keine Bearbeitungen des Werkes. Die Weitergabe ist dagegen uneingeschränkt gestattet. Auch eine kommerzielle Nutzung ist erlaubt. Wie bei allen anderen CC-Lizenzen besteht aber die Pflicht, die Autor*innen, die Quelle, Rechteinhaber*innen und die Lizenz zu nennen.

CC BY-NC Namensnennung-Nicht kommerziell¹¹

Werke unter dieser Lizenz können ohne Einschränkungen bearbeitet und verändert werden. Die Weitergabe ist erlaubt, nicht aber eine kommerzielle Nutzung. Hierunter fällt nicht nur der Verkauf oder die gebührenpflichtige Nutzung des Werkes an sich, sondern auch die Bereitstellung im Rahmen eines kostenpflichtigen Angebots wie zum Beispiel einer kommerziellen Weiterbildung.¹²

CC BY-NC-SA Namensnennung-Nicht kommerziell-Share Alike¹³

Diese Lizenz gestattet Bearbeitungen des Werkes. Dessen Veröffentlichung muss aber wieder mit der gleichen Lizenz erfolgen. Werden Bearbeitung vorgenommen, ist der Bearbeiter*innen verpflichtet, auf die Übernahme des Ursprungswerkes und die hieran vorgenommenen Änderungen hinzuweisen. Eine kommerzielle Nutzung ist nicht gestattet.

⁸ Lizenztext siehe: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de> [10.06.2020].

⁹ Lizenztext siehe: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de> [10.06.2020].

¹⁰ Lizenztext siehe: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.de> [10.06.2020].

¹¹ Lizenztext siehe: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.de> [10.06.2020].

¹² Eine eindrückliche Übersicht, wer überhaupt nur NC-lizenzierte Inhalte nutzen darf und in welchen Fällen, findet sich bei Till Kreutzer (Kreutzer 2016, S. 51).

¹³ Lizenztext siehe: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.de> [10.06.2020].

CC BY-NC-ND Namensnennung-Nicht kommerziell-Keine Bearbeitungen¹⁴

Diese ist die restriktivste Variante der CC-Lizenzen und bietet kaum Freiheiten gegenüber dem traditionellen Urheberrecht. Die Lizenz schließt sowohl die kommerzielle Nutzung als auch Bearbeitungen vollständig aus. Es bestehen Hinweispflichten auf den Autor*innen, die Quelle, Rechteinhaber*innen und die Lizenz.

26.2 Auswahl der Creative-Commons-Lizenzen für optes

Zu Beginn des optes-Projekts 2012 lagen die CC-Lizenzen in der Version 3 vor. Für das Projekt wurden zunächst die portierten, ins Deutsche übersetzten und an die deutsche Rechtsordnung angepassten Fassungen genutzt. Ab 2018 kamen auch die Lizenzen der internationalen Version 4 für neu veröffentlichte Materialien zum Einsatz.

Dass die optes-Projektergebnisse unter Creative-Commons-Lizenzen veröffentlicht werden sollten, stand seit dem Projektantrag fest. Aber welche der sechs möglichen CC-Lizenzen für die Nutzung im optes-Projekt in Frage kamen, musste in der ersten Projektphase noch mit allen Projektbeteiligten geklärt werden. Deren Zahl hatte sich mit dem Projektstart gegenüber der Antragstellung erheblich vergrößert. Und eine Entscheidung über die zu nutzenden Lizenzen sollte unbedingt einvernehmlich erfolgen.

Zu Beginn diskutiert wurde die Frage, ob eine kommerzielle Nutzung der optes-Lerninhalte und -Materialien ausgeschlossen sein sollte. Einige Projektbeteiligte befürchteten, dass Verlage möglicherweise die optes-Materialien ohne Einschränkung in ihren kommerziellen Angeboten wiederverwenden könnten. Mit den Lizenzen CC BY-NC, CC BY-NC-ND und CC BY-NC-SA hätten entsprechende Lizenzen zur Verfügung gestanden, die eine solche Nutzung untersagten.

Das Risiko einer kommerziellen Verwertung durch Dritte wurde letztlich aber als zu gering angesehen. Schon die Veröffentlichung der Materialien unter einer CC BY-SA würde eine solche Form der Nutzung verhindern. Denn bei einer Aufbereitung der optes-Materialien für ein kommerzielles Verlagsangebot hätte dieses gemäß des Share-Alike-Prinzips ebenfalls wieder unter eine CC-BY-SA-Lizenz gestellt werden müssen. Und damit wäre auch die kommerzielle Weiterverwendung dieses Angebots durch andere erlaubt. Dieser lizenzrechtliche Umstand würde die Wiederverwendung der optes-Angebote für kommerzielle Anbieter damit letztlich wenig attraktiv machen.

Zudem wäre es für das optes-Projekt praktisch unmöglich gewesen, bei einer Veröffentlichung der Materialien unter einer NC-Lizenz etwaige Verletzungen dieser effektiv zu verfolgen und zu ahnden. Dies ist aber zwingend notwendig, wenn Materialien eine kommerzielle Nutzung verwehrt werden soll. Till Kreuzer

¹⁴ Lizenztext siehe: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.de> [10.06.2020].

stellt hierzu fest: „Ist der Lizenzgeber ... nicht bereit oder in der Lage, durch rechtliche Schritte gegen potentielle Verletzungen der NC-Einschränkungen vorzugehen, macht es von vornherein kaum Sinn, sie aufzuerlegen“ (Kreutzer 2016, S 52).

Durch die prinzipielle Erlaubnis der kommerziellen Nutzung konnten optes-Materialien auch Anwender*innen zur Verfügung gestellt werden, die diese Materialien im Rahmen von kostenpflichtigen Ausbildungs-, Weiterbildungs- und Schulungsangeboten einsetzen möchten. Hierunter fallen zum Beispiel auch private Schulen und Hochschulen. Einige private Bildungseinrichtungen haben im Verlauf des Projekts dann auch in der Tat optes-Materialien heruntergeladen und konnten diese dank der gewählten CC-Lizenz rechtmäßig nutzen.

Da die relativ uneingeschränkte CC-BY-Lizenz für einige Projektbeteiligte zu viele Freiheiten für die Nutzung durch Dritte ermöglichte¹⁵ und damit zu viel Kontrolle über die selbst erstellten Werke abgegeben werden musste, blieben für die Veröffentlichung der in optes erstellten Materialien und Inhalte letztlich zwei der sechs CC-Lizenzen übrig.

Lerninhalte, Übungsmaterialien, Handreichungen und Anleitungen, die Dritte weiterentwickeln und an eigene Bedürfnisse anpassen können sollten, wurden unter die Lizenz CC BY-SA gestellt. Damit würden künftige Nutzer*innen den größtmöglichen Grad an Freiheit bei der Bearbeitung und Weitergabe der Materialien haben. Zugleich stellt die Lizenz sicher, dass mögliche Bearbeitungen durch Dritte ebenfalls mit der gleichen Lizenz wie die ursprünglichen optes-Materialien weitergegeben und entsprechend genutzt werden.

Für Dokumente, an denen Dritte ohne explizite Genehmigung keine Veränderungen vornehmen sollten, kam in optes als zweite CC-Lizenz die CC BY-ND zum Einsatz. Diese war für die Veröffentlichung bestimmter Projekt- und Evaluationsberichte vorgesehen, aus denen gemäß wissenschaftlicher Praxis zitiert werden konnte. Gegenüber dem normalen Urheberrecht erlaubte diese Lizenz aber noch die Weitergabe der entsprechend lizenzierten Werke.

In der Praxis wurden der ganz überwiegende Teil der in optes bereitgestellten Projektergebnisse unter der Lizenz CC BY-SA veröffentlicht. Zum Stichtag 31.3.2020 waren auf optes.de nur fünf Dokumente mit der CC BY-ND ausgezeichnet – gegenüber 238 Dokumenten mit der großzügigeren CC BY-SA-Lizenz.

¹⁵ Dieser Umstand macht sie gerade zur bevorzugten Lizenz in OER-Kreisen, da nur die CC-BY-Lizenz mit allen anderen CC-Lizenzen kombinierbar ist (Creative Commons 2009).

26.3 Umsetzung im Projektalltag

Nach der Entscheidung im Projektteam für die beiden Lizenzen CC BY-SA und CC BY-ND mussten im nächsten Schritt die Voraussetzungen geschaffen werden, um diese Lizenzen in der Praxis zu nutzen. Zunächst erfolgte die Konfiguration der von optes verwendeten Lernplattform ILIAS. Dazu wurden nur die beiden unterstützten CC-Lizenzen in der zentralen Metadaten-Verwaltung von ILIAS aktiviert. Schon bei der Erstellung der Lernmodule, Fragenpools, Glossare, Dateien und Kurse konnten Autor*innen die gewünschte Lizenz per Checkbox auswählen und die Inhalte entsprechend auszeichnen. Bei diesem Schritt erfolgte auch die Nennung der Autor*innen.

In der ILIAS-Lernplattform wird die jeweils gewählte Lizenz auf der Info-Seite des jeweiligen Lerninhalts oder Dokumentes angezeigt. Bei Materialien, die als Exportdatei für den Download durch Dritte bereitgestellt werden, erhält auch die Download-Datei eine Angabe über die gewählte Lizenz in ihren Metadaten. Ab 2019 konnten entsprechend ausgezeichnete Dateien zusätzlich mit dem sogenannten OER-Harvester von ILIAS automatisch identifiziert und an zentraler Stelle auf der optes-Plattform angezeigt werden.

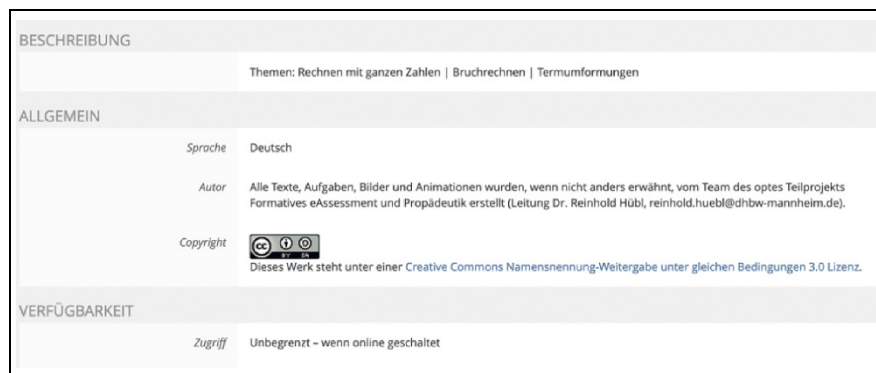


Abbildung 1: Info-Seite eines in ILIAS erstellten Vorkurses mit Hinweis auf CC-Lizenz

Um bei allen Projektbeteiligten ein gemeinsames Verständnis und einen Mindeststand an Kenntnissen über CC-Lizenzen zu schaffen, wurde schon in der ersten Förderphase ein gemeinsamer Workshop im Rahmen eines Quartaltreffens veranstaltet. Die auch im Team-Wiki bereitgestellten Informationen zu den Lizenzen und ihren Implikationen wurden hier noch einmal für alle Beteiligten ausgiebig vorgestellt und diskutiert. Ebenso wurde die Handhabung von Materialien Dritter besprochen und ein gemeinsames und einheitliches Vorgehen beschlossen.

Für die Auszeichnung der Materialien mit der entsprechenden CC-Lizenz waren in optes immer die Autor*innen der jeweiligen Teilprojekte zuständig. Diese

mussten auch überprüfen und sicherstellen, dass alle verwendeten Inhalte für eine Auszeichnung mit einer CC-Lizenz geeignet waren. Vor der Veröffentlichung von Projektergebnissen überprüfte das Teilprojekt Dissemination die entsprechenden Angebote auf das Vorhandensein der entsprechenden Metadaten-Angaben und ergänzte sie gegebenenfalls.

Für die Öffentlichkeit bereitgestellt wurden die optes-Materialien von Anfang an im optes-Anwendernetzwerk¹⁶. Dieses ist ein eigener Bereich innerhalb des Internetauftritts des optes-Projekts. Alle interessierten Anwender*innen können sich für das Anwendernetzwerk selbst und unverbindlich anmelden. Mit der Registrierung wird jede*r Benutzer*in automatisch Mitglied in einer Gruppe auf optes.de. In dieser Gruppe befinden sich unter anderem ein Diskussionsforum für Fragen rund um die Angebote und der mit einem Wiki umgesetzte Materialienpool, in dem Angebote beschrieben werden und der jeweilige Download-Link bereitgestellt wird.

Der anonyme Zugang zu den optes-Materialien wurde im Projektteam diskutiert, aber aus mehreren Gründen verworfen. Zum einen bestand der Wunsch nach dem Aufbau einer Community von optes-Anwender*innen und der Möglichkeit, einfach mit diesen Personen in Kontakt zu treten. Wären alle Materialien ohne Anmeldung herunterladbar gewesen, hätte die Projektbeteiligten nicht erfahren, wer sich an welcher Hochschule konkret für ihre bereitgestellten Angebote interessiert und eine Übernahme dieser Inhalte in die eigene Lehre erwägt. Zum anderen entstand mit dem Beitritt zum Anwendernetzwerk und der Aufnahme in die zugehörige Gruppe automatisch eine Mailingliste, über die alle Interessierten außerhalb des optes-Projekts einfach und fortlaufend über Neuerungen und aktualisierte Angebote informiert werden konnten.

Außer auf dem optes-Portal werden ausgewählte optes-Materialien inzwischen auch im Zentralen Repositorium für Open Educational Resources der Hochschulen in Baden-Württemberg (ZOERR)¹⁷ bereitgestellt. Der Zugriff auf die optes-Materialien erfolgt hier ohne Registrierung im optes-Anwendernetzwerk. Service-Angebote, wie die Benachrichtigung der Anwender*innen über Neuerungen, sind bei der Bereitstellung über die Landesrepositorien entsprechend nicht mehr möglich. Eine Bereitstellung von Materialien über diese Kanäle erhöht aber die Sichtbarkeit von optes deutlich, womit das Projekt und seine Projektergebnisse auch bei neuen Anwendergruppen bekannt wird. Da die von optes verwendeten CC-Lizenzen eine Weitergabe der Werke nicht einschränken, können optes-Materialien inzwischen möglicherweise auch noch auf anderen Webseiten zur Verfügung stehen.

Die Entscheidung, alle Projektergebnisse von optes als freie Bildungsinhalte der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, hat sich für das Projekt als richtig erwiesen. Mit den CC-Lizenzen wurde eine rechtliche Grundlage gewählt, die für Projektteilnehmer*innen und externe Anwender*innen Rechtssicherheit bietet und

¹⁶ Mehr zum Aufbau und zur Funktion des Anwendernetzwerks findet sich in Kapitel 29.

¹⁷ Siehe <https://www.oerbw.de> [10.06.2020].

klar regelt, was mit den Materialien gemacht werden kann. Ohne die Entscheidung für eine Veröffentlichung als OER hätte das Ziel der Dissemination, dass auch Projektexterne optes-Angebote nutzen, kaum erreicht werden können.

Trotz der Konkurrenz durch andere Propädeutik-Angebote im Bereich MINT, die während der Projektlaufzeit entstanden ist, setzten zu Jahresbeginn 2020 bereits 15 Hochschulen und neun Schulen optes-Materialien ein, um entsprechende Unterstützungsangebote im Bereich der Mathematik bereitstellen zu können. Hierzu gehören auch einige Hochschulen, die gar nicht ILIAS als zentrales Lernmanagementsystem nutzen, die in optes bereitgestellten Fragenkataloge aber in ihr LMS überführt haben.

Dagegen ist die Anzahl an qualifizierten Rückmeldungen auf die Angebote und Vorschläge zu deren Verbesserung – anders als erwartet – relativ niedrig geblieben. Die meisten externen Anwender*innen nutzen einzelne optes-Angebote wie zum Beispiel Lernmodule oder Fragenpools als Ausgangsmaterial und passen sie an ihre Bedarfe an. Feedback an das Projekt geben sie hingegen selten.

In den Fällen aber, in denen qualifizierte Rückmeldungen von Hochschulanwender*innen an die zuständigen Teilprojekte gegeben wurden und von diesen in die optes-Angebote eingearbeitet werden konnten, hat die Qualität dieser Materialien sehr profitiert. Eine solche Form der kollaborativen Qualitätssicherung, wie sie zum Beispiel auch aus Open-Source-Projekten bekannt ist, wäre für künftige Projekte mit einem vergleichbaren Konzept für die Produktion und Dissemination von Lernangeboten sicherlich vielversprechend.

Literatur

- Albright, P. (2005). Final forum report. In *International Institute for Educational Planning. Internet Discussion Forum. Open Educational Resources Open Content for Higher Education*, Vol. 24. Verfügbar unter <http://www.ifap.ru/library/book064.pdf> [20.05.2020].
- Creative Commons (2009). *Remixing OER: A Guide to License Compatibility. ccLearn Explanations*, October 2009. Verfügbar unter <https://core.ac.uk/reader/71342743> [10.06.2020].
- Hartmann, T. (2014). *Urheberrecht in der Bildungspraxis. Leitfaden für Lehrende und Bildungseinrichtungen*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Kreutzer, T. (2016). *Open Content – Ein Praxisleitfaden zur Nutzung von Creative-Commons-Lizenzen*. Verfügbar unter http://agentur59.de/blog/wp-content/uploads/2015/10/Open_Content_-_Ein_Praxisleitfaden_zur_Nutzung_von_Creative-Commons-Lizenzen.pdf [10.06.2020].
- Mruck, K., Mey, G. Purgathofer, P., Schön, S. & Apostolopoulos, N. (2011). Offener Zugang. Open Access, Open Educational Resources und Urheberrecht. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.), *L3T Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (S. 243-248). Berlin: epubli.
- UNESCO (2002). *Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries*. Final report. Verfügbar unter <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128515> [10.06.2020].

Wiley, D. (2014): The Access Compromise and the 5th R. Beitrag im Blog “Iterating Toward Openness” vom 5.3.2014. Verfügbar unter <https://opencontent.org/blog/archives/3221> [10.06.2020].

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





27 Nachhaltige Softwareentwicklungen im Verbundprojekt optes

Matthias Kunkel, Oliver Samoila

In Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit E-Learning-Bezug wird gerne Open-Source-Software eingesetzt, weil diese leicht und kostengünstig Anpassungen an spezifische Projektanforderungen erlaubt. Diesem Vorteil an Flexibilität steht jedoch ein gravierender Nachteil gegenüber. Durch das individuelle Anpassen der Software kann diese nicht mehr ohne Weiteres auf neue Versionen aktualisiert werden. Entweder gehen die gemachten Änderungen beim Update verloren. Oder durch die Änderungen werden automatisierte Update-Prozesse blockiert und machen aufwendige manuelle Anpassungen notwendig. Auch wird die Weitergabe von Entwicklungen, die auf der angepassten Software basieren, eingeschränkt. Denn bei anderen Institutionen sind diese spezifischen Softwareanpassungen in der Regel nicht vorhanden. Kompatibilität ist damit nicht gegeben.

Vor diesem Dilemma stand zu Projektstart auch das optes-Team. Zwar wurde schon in der Antragsphase entschieden, ILIAS als Lernplattform für verschiedene der geplanten Anwendungsszenarien in optes zu nutzen.¹ Aber gerade bei zentralen Features wie dem Kursmanagement oder dem Test-Tool entstanden in den Teilprojekten schnell Anforderungen, die die bisherigen Versionen von ILIAS nicht erfüllen konnten. Im Hinblick auf den straffen Zeitplan des Projekts sollten diese Anforderungen rasch erfüllt werden, um die gewünschten Prototypen und Piloten zeitnah umsetzen und in der Praxis austesten zu können.

Zugleich sollten diese erweiterten ILIAS-Funktionen künftig auch von anderen Anwender*innen verwendet werden können. Denn es war ein erklärtes Ziel des Projekts, entwickelte Angebote den Hochschulen zur Verfügung zu stellen, die nicht zum Projektkonsortium gehören.² Damit dieser erweiterte Anwenderkreis die entsprechenden optes-Angebote aber nutzen kann, mussten die Kurse, Tests und anderen Angebote auf einem Standard-ILIAS³ laufen. Dies bedeutete, alle gewünschten Anpassungen und Weiterentwicklungen entweder in den Kern von

¹ Zu den Vor- und Nachteilen beim Einsatz eines Lernmanagementsystems für das optes-Projekt siehe auch Kapitel 2.

² Zur Bereitstellung der Projektergebnisse als Open Educational Resources siehe Kapitel 26.

³ Mit Standard-ILIAS ist die jeweils offizielle Version von ILIAS gemeint, die über GitHub der Allgemeinheit zum Download bereitgestellt wird und deren Quellcode nicht nachträglich angepasst worden ist.

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

ILIAS zu bekommen oder alternativ die notwendige Zusatzfunktionalität per Plug-in in einem Standard-ILIAS zur Verfügung zu stellen.⁴

Letztlich entschied sich das optes-Team für ein zweistufiges Vorgehen. In den ersten zwei Jahren der ersten Förderphase wurde für optes eine angepasste und entsprechend erweiterte ILIAS-Version entwickelt und genutzt. Dadurch stand den Teilprojekten relativ schnell die notwendige Funktionalität in der Plattform zur Verfügung, die sie für die Realisierung ihrer Anwendungsszenarien brauchten. Zugleich wurden diese Anforderungen auch in den regulären Anforderungserhebungsprozess von ILIAS eingebracht. So sollten diese Erweiterungen in kommenden ILIAS-Versionen zum Standardumfang der Lernplattform werden.

In der zweiten Hälfte der Förderphase, in der die Dissemination der Projektergebnisse zunehmend wichtiger wurde, erfolgte die Entwicklung und die projektinterne Nutzung der optes-Angebote auf einem Standard-ILIAS. Auf diese Weise konnten fertiggestellte und erfolgreich pilotierte Angebote schnell an interessierte Dritte außerhalb des Projekts weitergegeben und von diesen auf ihrer ILIAS-Installation genutzt werden.

Zugleich wurde so die Nachhaltigkeit der in optes entwickelten ILIAS-Features gesichert. Denn da diese zum Standardumfang von ILIAS geworden sind, gab es keine Probleme mehr beim Update auf neue Versionen. Und auch die Pflege der Software, das Testen bestehender Funktionen in neuen Versionen und die Weiterentwicklung der von optes eingebrachten Features waren dauerhaft gesichert.

Bevor berichtet wird, wie die Softwareentwicklung in optes realisiert und welche Entwicklungen letztlich aus dem optes-Projekt hervorgebracht wurden, wird zunächst der Entwicklungsprozess der ILIAS-Software kurz dargestellt.

27.1 Der ILIAS-Softwareentwicklungsprozess

Die Weiterentwicklung der Open-Source-Software ILIAS ist in einem definierten Prozessmodell geregelt (siehe Abbildung 1). Der Prozess ist für alle Beteiligten verbindlich.⁵ Auf diese Weise soll die Softwareentwicklung offen, nachvollziehbar und verlässlich gestaltet werden. Zentrale und einzige Stelle für die Anforderungserhebung ist das Feature-Wiki auf der frei zugänglichen Docu-Installation

⁴ Da nicht im gesamten ILIAS-System immer entsprechende Plug-in-Schnittstellen vorhanden sind, ist der Ansatz, Zusatzfunktionen über Plug-ins einzubinden, nur begrenzt gangbar. Auch bestehen bei einigen Hochschulen Vorbehalte gegen die Nutzung und die Abhängigkeit von Plug-ins.

⁵ Der Prozess zum Einbringen neuer Feature-Vorschläge ist im ILIAS Feature Wiki beschrieben: https://docu.ilias.de/goto_docu_wiki_wpage_788_1357.html [10.06.2020].

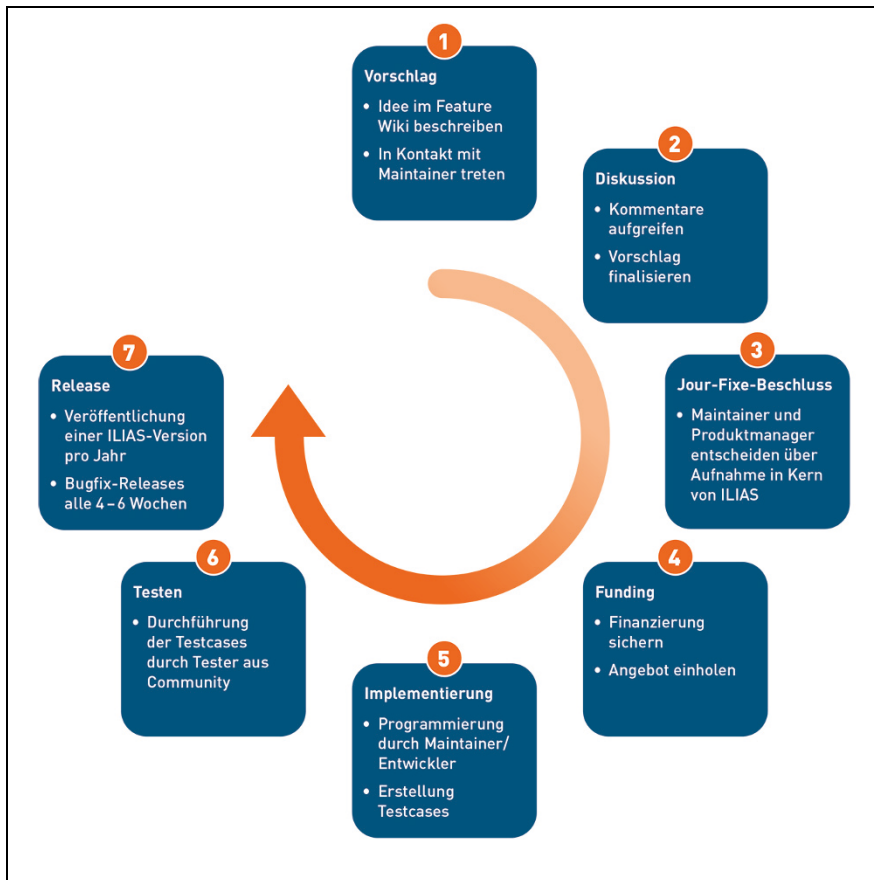


Abbildung 1: Standard-Entwicklungsprozess für Features bei Aufnahme in den Kern von ILIAS

des ILIAS-Projekts.⁶ Dort können alle interessierten ILIAS-Anwender*innen Ideen und Verbesserungsvorschläge für neue oder erweiterte Features einbringen.

Jeder Vorschlag wird auf einer eigenen Seite im Feature-Wiki behandelt. Für diese Seiten existiert eine vordefinierte Struktur, die zu beachten ist. Neben der Beschreibung des jeweiligen Feature-Vorschlags muss auch dessen Notwendigkeit begründet werden. Außerdem sind Angaben zu Änderungen der Benutzeroberfläche, zu technischen Aspekten und zu Auswirkungen des Features auf Sicherheit

⁶ Das Feature-Wiki ist erreichbar unter <http://features.ilias.de> [10.06.2020]. Um im Wiki zu schreiben, ist ein Nutzeraccount auf der Installation notwendig.

und Datenschutz zu machen, bevor über den Vorschlag entschieden wird. Die letztgenannten Informationen bringen in der Regel die für die entsprechende ILIAS-Komponente zuständigen Softwareentwickler*innen ein, die sogenannten Maintainer.

Vorschläge für neue Features können immer nur für die kommende Version von ILIAS gemacht werden. Diese müssen jeweils bis Ende April ins Wiki eingetragen sein. Die neue Version von ILIAS wird in der Regel bis Ende Oktober ausprogrammiert, anschließend von zahlreichen Community-Mitgliedern getestet und im März/April des nächsten Jahres veröffentlicht. Neue Funktionen stehen also frühestens ein Jahr nach ihrer Erfassung im Feature-Wiki als nutzbare Features in ILIAS zur Verfügung.

Welche Features in eine neue ILIAS-Version kommen, wird im Jour Fixe⁷ des ILIAS-Projekts entschieden. In diesem Meeting muss jedes Feature vorgestellt, diskutiert und beschlossen werden. Der ILIAS-Produktmanager und die Maintainer, die die zu erweiternde Komponente in ILIAS verantworten, entscheiden letztlich über die Aufnahme eines Features in den Kern von ILIAS. Überzeugt der präsentierte Vorschlag noch nicht, kann dieser mit Nachbesserungsforderungen zur Wiedervorlage zurückgegeben oder auch gänzlich abgelehnt werden. Der jeweilige Beschluss wird auf der Wiki-Seite dokumentiert, um die Entscheidung auch im Nachgang noch nachvollziehbar zu machen. Auf diese Weise wurden 2018 157 und 2019 184 Beschlüsse gefällt. Für die aktuellsten ILIAS-Versionen 5.4 und 6 wurden dabei 110 bzw. 107 Features akzeptiert und für den Kern umgesetzt.⁸

Ein weiterer Faktor für die Aufnahme eines Features in den Kern von ILIAS ist dessen Finanzierung. Fast alle neuen Features in ILIAS setzen professionelle Softwareentwicklungsfirmen in Form von Auftragsprogrammierungen um. Bezahlt werden diese von den Institutionen und Unternehmen, die ILIAS nutzen.⁹ Vor allem Hochschulen beteiligen sich hierbei stark. Einige Features pro Jahr finanziert der ILIAS open source e-Learning e.V., der hierfür einen Teil seiner Mitgliedsbeiträge verwendet. Nur noch sehr wenige Features werden dagegen von Anwender*innen aus der ILIAS-Community in Form eines freiwilligen und kostenlosen Beitrags programmiert. Gibt es für ein im Jour Fixe akzeptiertes Feature

⁷ Der Jour Fixe ist die wichtigste Veranstaltung für Entscheidungen über die ILIAS-Softwareentwicklung. Hier werden neben Vorschlägen für neue Features auch Probleme in bereits veröffentlichten ILIAS-Versionen und relevante Fragen der Softwareentwicklung von ILIAS behandelt. Das Treffen findet alle zwei Wochen statt und wird inzwischen virtuell per VC durchgeführt. Teilnehmer*innen sind in der Regel die Kernentwickler*innen von ILIAS, die ILIAS-Produktmanager*innen und interessierte Anwender*innen.

⁸ Siehe https://docu.ilias.de/goto_docu_wiki_wpage_4816_1357.html [10.06.2020] für alle Features in ILIAS 5.4 und https://docu.ilias.de/goto_docu_wiki_wpage_5457_1357.html [10.06.2020] für Version 6.

⁹ Pro Jahr und ILIAS-Version veröffentlicht der ILIAS-Verein eine Übersicht, wer welches Feature finanziert hat, siehe https://docu.ilias.de/goto_docu_wiki_wpage_214_1357.html [10.06.2020].

keine oder keine ausreichende Finanzierung, wird es in der Regel auch nicht umgesetzt.

27.2 Koordinierte Softwareentwicklung im optes-Projekt

Mit der Entscheidung des Projektteams, möglichst alle softwaretechnischen Erweiterungen der Plattform in den Kern von ILIAS zu bringen und damit nachhaltig zu sichern, musste sich das optes-Team auch den Regeln des ILIAS-Softwareentwicklungsprozesses unterwerfen. In der ersten Förderphase wurde es den jeweiligen Teilprojekten weitestgehend selbst überlassen, ihre Softwareanforderungen zu beschreiben und in den allgemeinen Entwicklungsprozess einzubringen. Grund hierfür war vor allem, dass die beteiligten Hochschulen mit Ausnahme der DHBW bereits Erfahrungen mit diesem Prozess hatten und es zum Teil schon mehrere Jahre eine enge Zusammenarbeit mit den jeweiligen Entwicklungsfirmen gab.

Um möglichst schnell eine ILIAS-Plattform nutzen zu können, die die Bedarfe des optes-Projekts erfüllt, wurde kurz nach Projektbeginn der Weg der Feature-Branche gewählt. Mitarbeiter*innen der jeweiligen Teilprojekte brachten die gewünschten Weiterentwicklungen von ILIAS zunächst in den regulären Entscheidungsprozess ein, spezifizierten die Features und legten sie schließlich dem Jour Fixe zur Beschlussfassung vor. Die beauftragten Entwicklungsfirmen setzten anschließend alle positiv beschiedenen Feature-Vorschläge sowohl für den Kern von ILIAS als auch für einen dezidierten Feature-Branch für optes um.

Mit der Umstellung der für die Produktion der optes-Angebote verwendeten ILIAS-Installation auf den Feature-Branch standen somit die neuen Features dem Projektteam zeitnah zur Verfügung. Die Teilprojekte mussten auf diese Weise nicht ein Jahr auf die Veröffentlichung der kommenden ILIAS-Version warten, sondern konnten die benötigten Funktionen schon während der laufenden Projektphase nutzen und damit den vorgesehenen Zeitplan des Gesamtprojekts einhalten. Nach Veröffentlichung der neuesten ILIAS-Version im darauffolgenden Jahr standen die von optes eingebrachten Features dann auch Institutionen mit einem Standard-ILIAS zur Verfügung.

Schon während der ersten Förderphase 2012 bis 2016 zeigte sich, dass ein stärker koordiniertes Vorgehen bei der Softwareentwicklung und -pflege für die Projektarbeit von Vorteil sein könnte. Entsprechend wurde im Folgeantrag ein Teilprojekt „Koordination Softwareentwicklung“ konzipiert und glücklicherweise auch für die zweite Förderphase bewilligt. Dieses Teilprojekt befasste sich nicht nur mit weiteren Entwicklungsvorhaben, sondern auch mit der Verbesserung der Usability von ILIAS und einem koordinierten und stärker geführten Prozess des Berichtens und Nachverfolgens störender Programmierfehler (Bugs) im Rahmen des allgemeinen Bugfixingprozesses bei ILIAS.

Für eine zentrale und strukturierte Erfassung neuer Softwareanforderungen an ILIAS wurde zu Beginn der zweiten Förderphase eine Datensammlung im internen

Arbeitsbereich der optes-Plattform eingerichtet.¹⁰ Die Vertreter*innen der Teilprojekte konnten dort ihre Feature-Vorschläge einstellen und kurz beschreiben. In Abhängigkeit von einer vorhandenen Finanzierung wurden im nächsten Schritt Feature-Wiki-Einträge erstellt und eingebracht. Der Fortschritt bei den einzelnen Vorhaben wurde fortlaufend in der Datensammlung dokumentiert. Damit herrschte jederzeit für alle Beteiligten Transparenz über den aktuellen Stand – ein Umstand, der beim dezentralen Vorgehen der Teilprojekte in der ersten Förderphase nicht immer gegeben war.

Das bereits seit der zweiten Hälfte der ersten Förderphase praktizierte Vorgehen, optes-Angebote nur noch auf einem Standard-ILIAS zu entwickeln und auf ein eigenen Feature-Branch zu verzichten, wurde auch in der zweiten Förderphase fortgesetzt. Dass damit dringend gewünschte Verbesserungen von ILIAS erst im Folgejahr zur Verfügung standen, wurde in Kauf genommen. Dafür profitierte das Projekt von einem wesentlich einfacheren und schnelleren Bugfixingprozess. Denn im Standard-ILIAS behobene Fehler mussten nicht aufwändig im Feature-Branch nachgezogen werden. Außerdem konnten die bereits für die Dissemination bereitgestellten optes-Angebote problemlos weitergegeben werden, da sie für Dritte auf einem Standard-ILIAS vollumfänglich nutzbar sind.

27.3 optes-Entwicklungsvorhaben

So breit wie die Themenfelder in optes sind auch die Bedarfe im Bereich der Softwareentwicklungsvorhaben gefächert. Zu den umfangreichen und beständigen Weiterentwicklungsthemen gehörten:

- der Kurs, in seiner besonderen Form des Lernzielorientierten Kurses,
- der Test, der für formative und summative E-Assessments, aber auch im Zusammenhang von freien und adaptiven Trainings Anwendung findet,
- unterschiedliche Arten der Darstellung von Lernerfolgen, wie Lernzielen, Badges, Zertifikaten und dem neuen Lernverlauf,
- das Portfolio und die Übung zur Begleitung selbstgesteuerten Lernens,
- Möglichkeiten synchroner und asynchroner Kommunikation über Chat-Foren und Blogs,
- grundlegende Funktionsbereiche wie der Persönliche Schreibtisch und das Profil, die PDF-Generierung, LTI, die Workflow Engine und der Bereich der Organisationseinheiten.

¹⁰ Analog zur Datensammlung für neue Features wurde auch eine Datensammlung für störende Bugs in ILIAS eingerichtet. So konnte der Stand bei der Behandlung von Bugs, die im zentralen Bugtracker des ILIAS-Projekts eingestellt wurden, übersichtlich und für alle zugänglich verfolgt werden.

In dieser nicht vollständigen Aufzählung der Themen wurden Funktionen geschaffen, kleinere Erweiterungen umgesetzt, neue Technologien und vollständige Überarbeitungen vollzogen, an der Verständlichkeit und Erlernbarkeit des Lernmanagementsystems ILIAS gearbeitet und Interoperationalität zu anderer Software ermöglicht und verbessert.

Allein in der zweiten Förderphase von optes wurden über 100 Features in den Kern von ILIAS integriert und 8 Plug-ins (weiter-)entwickelt.¹¹ Von dieser Vielzahl an Kernfunktionen und -funktionsbereichen profitieren die gesamte Community und auch die Projektpartner dauerhaft.

Die Zusammenarbeit zwischen dem Projekt und der ILIAS-Community kann als Erfolg bezeichnet werden. So war es möglich, die Bedarfe aus optes in Entwicklungen der Community einzubringen, aber auch aus unseren fachlichen Expertisen Mehrwerte für die Community zu generieren. Viele Mitglieder von optes brachten sich in sogenannten „Special Interest Groups“¹² ein oder leiteten diese zeitweise. Mit dem intensiven Austausch sind konzeptionelle Synergien entstanden, aber auch die gemeinsame Finanzierung von Großentwicklungsprojekten war mit der Community umsetzbar.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



¹¹ Finanziert aus den BMBF-Fördermitteln des Projektes optes der Partner Duale Hochschule Baden-Württemberg, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe und ILIAS open source e-Learning e.V.

¹² Arbeitsgruppen, um bestimmte Anliegen oder Themen der ILIAS-Entwicklung und des Einsatzes von ILIAS zu untersuchen, zu prüfen oder Handlungen einzuleiten.

Teil VI: Verstetigung und Transfer

Die Verstetigung der im Verbundprojekt optes entwickelten und implementierten Angebote, Inhalte und Maßnahmen ist ein zentrales Element des Projektansatzes. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Lernkontexte und weitere Bildungsinstitutionen stellte im Projektverlauf ein Qualitätsmerkmal dar. So wurde auf den Transfer der Ergebnisse gesteigerten Wert gelegt und schon in der Projektlaufzeit ein Disseminationskonzept aufgelegt und umgesetzt.

In Kapitel 28 werden dementsprechend die verschiedenen Möglichkeiten der Dissemination dargelegt und um konkrete Praxisbeispiele und Transferoptionen in Kapitel 29 ergänzt, bevor die Projektergebnisse in einem abschließenden Kapitel (30) resümiert werden.



28 Möglichkeiten der Dissemination in einem Verbundprojekt

Daniel Köhler

Die im optes-Verbundprojekt entwickelten propädeutischen Angebote wurden in erster Linie für die zum Verbundprojekt zugehörigen Hochschulen mit dem Ziel entwickelt, die Studienabbruchquoten bei Studienanfänger*innen insbesondere bei MINT-Studiengängen durch die Nacharbeitung fehlender Mathematikkenntnisse zu senken.

Je nach Studiengang ergaben sich hier bei den Verbundpartnern aber unterschiedliche Anforderungen, Schwerpunkte und Gestaltungswünsche an das jeweilige einzusetzende lokale mathematische Propädeutikum (mathematische Brückenkurse zur Studienvorbereitung).

Dennoch bestand von Anfang an die Idee, die entwickelten optes-Angebote untereinander auszutauschen (interne Dissemination), gemeinsam weiterzuentwickeln, im Kern auf einen Standard zu heben und letztendlich der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen (externe Dissemination).

Die Entwicklung der jeweiligen optes-Angebote wurde dezentral auf die Verbundpartner verteilt, sodass jedes Angebot, zum Beispiel die mathematischen Selbstlernkurse, von einer eigenständigen „Fachabteilung“ (bei optes in Form von Teilprojekten) erstellt wurde. Diese Praxis der spezifischen Angebotserstellung durch jeweils zuständige Teilprojekte hatte sich bewährt, da hier Kompetenzen konzentriert und gebündelt wurden.

Auf Quartalstreffen und Videokonferenzen wurde dann gemeinsam im Gesamtverbund die Richtung festgelegt, sodass die entsprechenden optes-Angebote unter einem gemeinsamen Konsens entwickelt werden konnten.

Die daraus resultierenden und unter einem Qualitätsstandard entstandenen optes-Angebote wurden dann von den pilotierenden Hochschulen für ihre lokalen Propädeutika hin individualisiert. Diese Individualisierungen betrafen systemseitige Einstellungen in ILIAS sowie teilweise auch Anpassungen an das Corporate Design der jeweiligen Hochschule. Jede Hochschule entschied dabei selbst, welches optes-Angebot in welchem Umfang eingesetzt wurde.

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

Bevor ein optes-Angebot an die Verbundpartner intern disseminiert wurde, durchlief es eine umfangreiche Pilotierung und Evaluierung vom erstellenden Teilprojekt. Dieser Prozess wurde eng begleitet von den Teilprojekten „Prozessbegleitung und didaktische Beratung“, sowie vom Teilprojekt „Qualitätssicherung“.

Somit wurde im optes-Verbundprojekt ein Qualitätsstandard für neu entwickelte Angebote sichergestellt, der auch für die externe Dissemination einen immensen Mehrwert bot: Es wurde nichts veröffentlicht, das nicht zuvor getestet und verbessert wurde. Die aus den Evaluationen gewonnenen Erkenntnisse flossen dann in zahlreiche Verbesserungsmaßnahmen der jeweiligen optes-Angebote mit ein. Diese Praxis bewährte sich sowohl für die interne als auch die externe Dissemination.

Jedoch ergaben sich sowohl für die interne als auch die externe Dissemination oftmals Schwierigkeiten in der Einhaltung von Zeitplänen. Die Entwicklungs-, Pilotierungs- und Überarbeitungsphasen waren relativ lang, um die optes-Angebote mit den verfügbaren Ressourcen in der gewünschten Qualität zu erstellen. Zusätzlich gab es durch Abhängigkeiten von Zuarbeiten anderer Teilprojekte mitunter Verzögerungen, die im ursprünglichen Projektplan nicht vorgesehen waren. Das Teilprojekt Dissemination konnte damit die optes-Angebote für die externe Dissemination erst relativ spät in der Projektphase übernehmen.

Im optes-Verbundprojekt war das Teilprojekt Dissemination zuständig für die externe Dissemination an die interessierte Öffentlichkeit. In diesem Teilprojekt wurden die Projektergebnisse der einzelnen Teilprojekte gebündelt, für die Öffentlichkeit aufbereitet und an diese veröffentlicht. Vereinfacht gesagt, übernahm das Teilprojekt Dissemination im optes-Gesamtprojekt die Rolle des Vertriebs- und Marketings sowie sonstige öffentlichkeitswirksame Aufgaben. Da die intern entwickelten optes-Angebote an die Anforderungen der teilnehmenden Hochschulen angepasst wurden, befasste sich das Teilprojekt Dissemination mit der Entwicklung eines Qualitätsstandards für die Öffentlichkeit und stimmte diesen mit den Teilprojekten ab.

Zu diesem Qualitätsstandard gehörte ebenfalls, dass die Teilprojekte ihre optes-Angebote mit Standard-ILIAS-Features erstellen, sodass alle externen Anwender*innen die erstellten Inhalte auf ihren lokalen ILIAS-Installationen auch nutzen können.

Grundsätzlich stand die Dissemination in einem engen Austausch mit den projektexternen, interessierten Hochschulen, sammelte Feedbacks und leitete diese wiederum ins optes-Projekt weiter.

Die Einholung von Feedbacks externer Anwender*innen stellte sich ebenfalls als sehr wertvolle Maßnahme heraus, da hier die optes-Angebote aus einer anderen Perspektive heraus bewertet wurden.

Die Dissemination an die interessierte Öffentlichkeit wird im nächsten Kapitel 29 näher betrachtet.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





29 Transfer der Ergebnisse in ein Anwendernetzwerk

Daniel Köhler

Von Anfang an bestand ein zentraler Kerngedanke des optes-Projekts darin, die intern entwickelten Angebote auch der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Während die Dissemination der optes-Angebote innerhalb des Verbundprojekts im gegenseitigen Austausch mit den jeweils zuständigen Teilprojekten erfolgt, unterliegt die Bereitstellung dieser Angebote an die Öffentlichkeit jedoch anderen Rahmenbedingungen. Die von den einzelnen Teilprojekten entwickelten Angebote und weiteren Projektergebnisse, die teilweise für die Projektpartnerstandorte individualisiert werden, müssen in allgemeingültige, ansprechende und einfach zu handhabende Produkte für die interessierte Öffentlichkeit überführt werden. Hierunter fällt ebenfalls, das fehlende Vorwissen der interessierten Anwender*innen über Konzepte und aufeinander aufbauende Bestandteile zu berücksichtigen.

Das Teilprojekt Dissemination wurde zu diesem Zweck ins Leben gerufen, um einen gemeinsamen, qualitätsgesicherten Standard in den optes-Angeboten zu schaffen, diesen zu veröffentlichen und zu vermarkten. Die im optes-Verbundprojekt entwickelten Angebote eines jeden Teilprojektes wurden schlussendlich in der Dissemination für die Veröffentlichung gebündelt.

Als zentrale Anlaufstelle für interessierte Anwender*innen fungiert das optes-Anwendernetzwerk. Über dieses auf *optes.de* befindliche Netzwerk kann die interessierte Anwenderschaft nach einer Registrierung über den dort befindlichen optes-Materialienpool die optes-Projektergebnisse kostenlos erwerben und andererseits über ein spezielles Anwenderforum Supportanfragen stellen sowie über Neuigkeiten rund um optes informiert werden (z. B. Versionsupdates).

29.1 Materialienpool

Über den Materialienpool des Anwendernetzwerkes werden die veröffentlichungsreifen Projektergebnisse vom Teilprojekt Dissemination, den auf *optes.de* registrierten Anwender*innen (nachfolgend auch User genannt) zur Verfügung gestellt. Um bei der Angebotsvielfalt von optes die Übersicht zu wahren und eine gute User Experience beizubehalten, werden die User im Materialienpool durch ein übersichtliches Menü mit einer stringenten Navigation geführt (siehe Abbildung 1). Nur so können die zahlreichen optes-Materialien auch von den Userin-

Die Originalversion dieses Kapitels wurde revidiert. Ein Erratum ist verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4_32

Es bestehen verschiedene Zugänge zu den optes-Materialien und Angeboten auf dieser Seite – Bitte treffen Sie Ihre Auswahl:


Auswahl nach dem jeweiligen optes-Angebot

Hier können Sie alle Materialien zu den jeweiligen optes-Angeboten aufrufen.

▼ Bitte auswählen

 **Mathematische Kurse**
Über optes sind zahlreiche Selbstlernkurse zu **mathematischen Grundlagenthemen** erhältlich, z. B.:

- Arithmetik
- Gleichungen und Ungleichungen
- Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- Funktionen
- Geometrie
- Trigonometrie
- u.v.m.

 **Digitale Mathelehrveranstaltung**
Lehrkräfte erhalten über optes.de Materialien zur Umsetzung einer **digitalen Lehrveranstaltung** im Inverted Classroom Model mit **Lernmodulen** für das mathematische Grundlagenstudium.

 **eTutoring**
Begleitung und Unterstützung der **Lehrkräfte** bei der Erstellung von eLearning Materialien durch **eTutor*innen**¹

 **eKlausuren**
Lehrkräfte finden auf optes.de Materialien und Anleitungen, um eKlausuren mit ILIAS erfolgreich durchzuführen.

 **Diagnostische Tests & Adaptive Trainings**
Diagnostische Tests zeigen Stärken und Schwächen in den mathematischen Teilgebieten auf. **Adaptive Trainings** bieten Lernenden individuell und automatisch zugeschnittene Trainingsfragen an. optes ermöglicht dadurch ein **effizientes und zielgerichtetes Lernen**.

 **Überfachliche Lernmodule**
Anhand zahlreicher überfachlicher Themen können die Studierenden relevante Grundlagen für ihr Studium erlernen. Zu den Themen gehören z.B. **Zeitmanagement, Selbstmotivation, Stressmanagement**, u.v.m.

 **eMentoring**
Begleitung der **Studierenden** über einen Chat und/oder ein Forum durch **eMentor*innen**¹

 **ePortfolio**
Lernende erhalten zu jedem Themengebiet automatisch ein **differenziertes ePortfolio** zu ihren Stärken und Schwächen und können diese mit ihren eMentor*innen oder Lehrkräften besprechen.

 **Freier Trainingsplatz**
Studierende können zusätzlich zu den Kurs-Trainings mit weiteren Trainingsaufgaben ihre **Fähigkeiten verbessern**.

¹ Diese können z. B. studentische Hilfskräfte Ihrer Institution sein.

Wichtiger Hinweis: Hier sind lediglich die optes-Angebote aufgeführt. Zusatzmaterialien wie Tutorials finden Sie in den unteren beiden Reitern, z.B. "Auswahl nach Verwendung - Supportangebot" 

Auswahl nach dem Einsatzzeitpunkt

Beim Einsatzzeitpunkt wird angegeben, ob sich das Angebot für den Einsatz vor Studienbeginn, während der Studieneingangsphase oder im weiteren Studienverlauf eignet.

▼ Bitte auswählen

Überfachliche Lernmodule

Auswahl nach der Verwendung

Die Sortierung nach Verwendung und Einsatzgebiet unterscheidet danach, ob Sie z.B. gezielt nach Handreichungen oder Supportangeboten suchen

▼ Bitte auswählen

Das Projekt optes wird im Rahmen des Qualitätspakts Lehre aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL17012 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Abbildung 1: Der optes-Materialienpool mit einer übersichtlichen und stringenten Navigation

nen und Usern komfortabel überblickt werden, ohne durch die Angebotsfülle abgeschreckt zu werden. Darüber hinaus wurden zahlreiche optes-Angebote zu benutzerfreundlichen Paketen zusammengefasst, um den Usern das mühsame Zusammensuchen benötigter Einzelmaterialien zu ersparen.

Diese Strategie wurde vom Teilprojekt Dissemination gewählt, um insbesondere den Lehrenden von Bildungseinrichtungen, also der Zielgruppe des Teilprojekts Dissemination, gerecht zu werden. Hier gilt die Prämisse, dass Lehrende einer zeitkritischen Umgebung unterliegen und nicht die zeitlichen Ressourcen besitzen, um sich mühsam durch E-Learning-Angebote zu klicken, die noch nicht einmal Bestandteil der hiesigen Curricula bzw. Lehrpläne sind, sondern als nützliches Zusatzmaterial der eigenen Studierendenschaft zur Verfügung gestellt werden.

Mit dem Paket *optes-essentials*, dem Basispaket von optes, erhalten die User eine Vorauswahl an optes-Angeboten für einen schnellen und reibungslosen Einstieg. Mit *optes-essentials* + werden eine größere Auswahl an optes-Angeboten und weitere Zusatzmaterialien bereitgestellt. Jedes Paket enthält außerdem eine Installationsanleitung und demnächst auch noch ein Benutzerhandbuch, das wie eine Art Bedienungsanleitung fungieren soll. Diese Strategie, den Usern eine Vorauswahl an optes-Angeboten in Form von Paketen anzubieten, erhöhte nach Rücksprache mit einigen Anwender*innen die Annahme der optes-Angebote beträchtlich. Gleichzeitig muss an dieser Stelle ebenfalls betont werden, dass mit den optes-Paketen erstmalig in sich geschlossene Selbstlernkurse, bestehend aus weiteren Teilmaterialien, angeboten wurden. Zuvor existierten lediglich die jeweiligen Teilmaterialien, die von den Usern erst noch in ihrer ILIAS-Installation zu eigenen Selbstlernkursen zusammengefügt werden mussten. Die nun von optes bereitgestellten Selbstlernkurse erhöhen den Komfort für die Anwenderschaft enorm.

Neben der Überführung der optes-Angebote in veröffentlichungsreife Produkte wurde vom Teilprojekt Dissemination sowie einzelnen optes-Teilprojekten für die Anwendenden ebenfalls eine Reihe an Zusatzmaterialien erstellt, um die den optes-Angeboten zugrundeliegenden Konzepte und didaktischen Überlegungen zu erläutern. Konkret waren dies animierte Erklärvideos, Screencasts, Anleitungen sowie eigene Lernmodule, um die Welt von optes bzw. erste Schritte in ILIAS kennenzulernen und zu überblicken.

29.2 Anwenderforum

Über das Anwenderforum konnten die registrierten User Fragen an optes stellen und sich über Neuigkeiten rund um optes informieren. Das Anwenderforum ist das zentrale Kommunikationsinstrument zwischen optes und der Anwenderschaft. Ferner ist das Anwenderforum dazu gedacht, dass sich die User untereinander über das Forum zu einer Community vernetzen und sich gegenseitig austauschen bzw. unterstützen. Diesem Vernetzen der Anwendenden zu einer Community liegt die

Idee zugrunde, dass optes von dieser Community über das Projektende hinaus getragen und mit Neuerungen weiterentwickelt wird.

Anwenderforum
Fragen, Tipps und Feedback zu den optes-Angeboten · Mitglieder des Anwendernetzwerks können auch Fragen stellen
Beiträge (Ungelesen): 45 (33)

Themen | Info | Einstellungen | Moderatoren | Statistik | Export | Rechte

Neues Thema | Alle auf gelesen setzen

(1 - 23 von 23) Anzahl dargestellter Themen pro Seite -

-- Bitte wählen -- Ausführen

Thema	Angelegt von	Beiträge	Besuche	Letzter Beitrag ↓
<input type="checkbox"/> Willkommen im Forum ['Top-Thema']	Matthias Kunkel (mkunkel)	1 Ungelesen: 1	454	18. Mär 2014, 14:45 Von Matthias Kunkel (mkunkel)
<input type="checkbox"/> optes-FAQ	Daniel Köhler (D.Koehler)	1	6	07. Apr 2020, 13:21 Von Daniel Köhler (D.Koehler)
<input type="checkbox"/> /// Save the Date: optes-Abschlusskonferenz	Daniel Köhler (D.Koehler)	1	22	17. Mär 2020, 16:47 Von Daniel Köhler (D.Koehler)
<input type="checkbox"/> optes wird extern evaluiert! Wir bitten um Ihre Teilnahme.	Daniel Köhler (D.Koehler)	1	41	05. Feb 2020, 14:52 Von Daniel Köhler (D.Koehler)
<input type="checkbox"/> Erneuerung des Materialienpools	Daniel Köhler (D.Koehler)	3	169	08. Okt 2019, 17:29 Von Daniel Köhler (D.Koehler)

Abbildung 2: Das optes-Anwenderforum

Von der Anwendercommunity können die optes-Angebote beispielsweise kontextualisiert, abgeändert oder ergänzt und anderen Usern zur Verfügung gestellt werden. Ein Beispiel hierfür sind Schulen: Bedingt durch einen großen Zulauf an Schulen, die sich stark für die auf die Hochschulen ausgerichteten optes-Angebote interessieren, aber nicht die eigenen Ressourcen besitzen, diese Inhalte auf den Schulkontext anzupassen, besteht die Möglichkeit, sich über das Anwenderforum eigenständig mit anderen Anwender*innen zu organisieren und darüber die Ressourcen untereinander aufzuteilen. Jedoch wurde das Anwenderforum für diesen Zweck bislang weder von den Schulen, noch von anderen Anwender*innen genutzt. Für das rege Funktionieren einer selbsttragenden Community ist aber sicherlich entscheidend, dass sich die Anwenderschaft zuvor entsprechend intensiv mit den optes-Angeboten auseinandergesetzt, bzw. diese erst eine gewisse Zeit im Einsatz hatte und darüber hinaus auch die hierfür erforderlichen zeitlichen Ressourcen besitzt.

Für eine erfolgreiche Dissemination der optes-Angebote an externe Bildungseinrichtungen wurden folgende Rahmenbedingen definiert, die den Erfolg der Dissemination gewährleisten sollen:

(1) *Nachhaltigkeit und Dezentralisierung der Angebote (essenzieller Schlüsselfaktor)*

Die Gewährleistung eines nachhaltigen Einsatzes der optes-Angebote ist ein entscheidender Garant für eine erfolgsversprechende und langfristig wirkungsvolle Dissemination. Daher hatte man sich im optes-Projekt für zwei Wege der Nachhaltigkeit entschieden:

- Die optes-Angebote sollen lokal auf den jeweiligen Hochschulservern der teilnehmenden Hochschulen unabhängig von *optes.de* funktionieren. So wird sichergestellt, dass bei einem etwaigen Projektende die optes-Angebote weiterhin von den Hochschulen genutzt werden können. Dadurch entschied man sich bei optes für das Lernmanagementsystem ILIAS, da dieses hierfür nicht nur die geeignete technische Infrastruktur bietet – auch über das Projektende hinaus –, sondern ebenfalls
- vielschichtige Individualisierungs- und Anpassungsmöglichkeiten erlaubt. Somit können die optes-Angebote systemseitig durch ILIAS individualisiert und angepasst werden. Damit sind nicht nur weitreichende gestalterische Anpassungen der Kurse oder des Designs, sondern ebenfalls inhaltliche Aktualisierungen (z. B. von Fragenpools) möglich. Diese Möglichkeit der Aktualisierung und Anpassung gewährleistet die zweite Dimension der Nachhaltigkeitsstrategie von optes.

Diese beiden Dimensionen werden vom Teilprojekt Dissemination nach wie vor als absolut essenziell für eine erfolgreiche und nachhaltige Dissemination der optes-Angebote eingestuft.

(2) *Solider rechtlicher Rahmen (essenzieller Schlüsselfaktor)*

- Angesichts der strengen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) bestehen verständlicherweise oftmals Unsicherheiten über den Einsatz von Dienstleistungen aller Art. Damit projektexterne Bildungseinrichtungen in keinerlei rechtliche Problemstellungen oder Unsicherheiten geraten und sich infolgedessen gegen optes entscheiden, wird den Bildungseinrichtungen von optes ein attraktives Lizenzmodell zur Verfügung gestellt. Alle veröffentlichten optes-Projektergebnisse, also auch die optes-Angebote, unterliegen fest definierten und für beide Seiten praktikablen Creative-Commons-Lizenzen. Für die meisten optes-Projektergebnisse wurde die Lizenz CC BY-SA gewählt, die einerseits die Autorenschaft schützt und gleichzeitig eine Vervielfältigung, Abänderung, sowie kommerzielle Nutzung (z. B. Nutzungsentgelte, Einsatz an

privaten Hochschulen) gestattet. Die CC-Lizenzen sind klar definiert und unter den Open Education Resources stark verbreitet. Diese klare rechtliche Regelung wird vom Teilprojekt Dissemination ebenfalls als essenziell für eine erfolgreiche und nachhaltige Verbreitung der optes-Angebote betrachtet.

(3) Öffentlichkeitsarbeit (essenzieller Schlüsselfaktor)

- Damit die optes-Angebote auch der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden konnten, bestand eine der Hauptaufgaben des Teilprojekts Dissemination darin, das Anwendernetzwerk aufzubauen, um dann schlussendlich über das Netzwerk die optes-Angebote zu veröffentlichen.
- Über das Teilprojekt Dissemination wurde die Strategie verfolgt, in einem ersten Schritt auf optes aufmerksam zu machen, um dann in einem zweiten Schritt Informationsveranstaltungen bei den interessierten Hochschulen vor Ort anzubahnen. Durch diese Veranstaltungen sollten die optes-Angebote schlussendlich bei den interessierten Hochschulen zum Einsatz gebracht werden. Interessierte Hochschulen konnten die optes-Angebote jedoch auch ohne Informationsveranstaltungen jederzeit über den Materialienpool beziehen. Dies ist bei dem mittlerweile über 200 Anwender*innen umfassenden Anwendernetzwerk vermutlich häufig geschehen.
- Für den ersten Schritt, die Publikmachung, wurden verschiedene vertriebs- und marketingstrategische Maßnahmen ergriffen. Diese bestanden etwa im Versand von professionellen Werbematerialien in digitaler und Printform, Telefonakquisen, Präsentationen auf ILIAS-Treffen sowie Auftritten auf einer E-Learning-Messe. Aber auch die zahlreichen Präsentationen auf Qualitäts-pakt-Lehre-Veranstaltungen oder Symposien durch Mitarbeitende des optes-Projekts führten zur Publikmachung von optes.
- Am erfolgreichsten von diesen Maßnahmen erscheinen jedoch die direkten Telefonakquisen, über die Lehrbeauftragte direkt angesprochen wurden, sowie Präsentationen auf ILIAS-Veranstaltungen. Letzteres führte vermutlich deshalb zum Erfolg, da hier naturgemäß zahlreiche Hochschulen vertreten sind, die ILIAS bereits im Einsatz haben und dadurch offenbar eine entsprechende Affinität für die Annahme von ILIAS-basierenden E-Learning-Angeboten aufweisen. Aber auch die Präsentation der optes-Angebote auf einschlägigen Veranstaltungen durch optes-Projektmitarbeitende stellte sich als erfolgreich heraus.
- Da von optes nicht erfasst wird, welche Angebote von welchen Nutzern bezogen werden, ist es letztendlich schwierig zu bewerten, welche Maßnahmen schlussendlich entscheidend bzw. weniger entscheidend für die Dissemination der optes-Angebote waren. Zwar versuchte das Teilprojekt Dissemination über verschiedene Wege, Anwenderfeedbacks einzuholen, doch war grundsätzlich die Bereitschaft für Feedbacks innerhalb der Anwenderschaft äußerst gering.

Die Herangehensweise, Informationsveranstaltungen bei interessierten Hochschulen durchzuführen, bewährte sich ebenfalls, da durch diese Maßnahme auf individuelle Fragestellungen eingegangen werden konnte und sich alle beteiligten Akteure intensiv mit der Thematik beschäftigten. Vermutlich eröffneten die Informationsveranstaltungen den besten Zugang zur Zielgruppe des Teilprojekts Dissemination, den Hochschuldozent*innen, da sich diese nicht erst in die Thematik einlesen mussten. Außerdem wurden über die Veranstaltungen auf einen Schlag gleich mehrere Dozent*innen informiert und überzeugt, da auf den Veranstaltungen meist das gesamte Kollegium vertreten war – auch die Lehrenden, die dem E-Learning im Allgemeinen eher skeptisch gegenüber stehen. Über Live-Demos konnte durch das Aufzeigen von interaktiven Animationen schnell der Mehrwert von E-Learning-Angeboten gerade im Bereich der Mathematik aufgezeigt werden, sodass die Skeptiker*innen den optes-Angeboten schlussendlich enthusiastisch gegenüberstanden. Teilweise kam dann sogar die Frage auf, weshalb solche Angebote bislang noch nicht eingesetzt wurden. Insgesamt waren Informationsveranstaltungen also eine sehr effektive und zielgerichtete vertriebs- und marketingstrategische Maßnahme.

Die Dauer bis zum Einsatz der optes-Angebote durch die Hochschulen nach diesen Informationsveranstaltungen betrug wenige Tage bis hin zu über sechs Monaten.

- Die Öffentlichkeitsarbeit/Marketingmaßnahmen als solche werden vom Teilprojekt Dissemination ebenfalls als essenziell für eine erfolgreiche und nachhaltige Verbreitung der optes-Angebote eingestuft. Es reicht heutzutage durch die Dichte an Informationen und Angeboten – auch bei Projekten aus dem Qualitätspakt Lehre – längst nicht mehr aus, Material einfach nur einer breiten Masse zur Verfügung zu stellen. Multiplikator*innen müssen identifiziert bzw. geschaffen werden, um die Zielgruppen zuverlässig mit den Angeboten erreichen zu können.

29.3 Resümee

Damit auch externe Bildungseinrichtungen einen Nutzen von den erstellten optes-Angeboten haben, wurden diese vom Teilprojekt Dissemination in Abstimmung mit den anderen optes-Teilprojekten auf einen Qualitätsstandard gebracht und über den Materialienpool des Anwendernetzwerks veröffentlicht.

Über das Anwenderforum, die zweite Achse des Anwendernetzwerks, können sich die registrierten Anwender*innen zu einer Community zusammenschließen, untereinander austauschen, sowie Anfragen an optes stellen und von optes ebenso über Neuigkeiten informiert werden. Das Anwenderforum fungiert als die zentrale Kommunikationsplattform zwischen optes und der externen Anwenderschaft.

Das Teilprojekt Dissemination kümmerte sich ebenfalls um den Aufbau des Anwendernetzwerks. Über verschiedene vertriebs- und marketingstrategische

Maßnahmen wurde dieses Netzwerk aufgebaut. Im ersten Schritt wurde über den Versand von professionellem Informationsmaterial per Post oder E-Mail, Telefonakquisen, Messeauftritten, sowie Präsentationen auf ILIAS-Treffen auf optes aufmerksam gemacht. Aber auch auf Treffen des Qualitätspaktes Lehre oder speziellen Symposien berichteten optes-Mitarbeitende anderer Teilprojekte von optes. Unter den Bildungseinrichtungen, die optes-Angebote nutzen und der optes-Dissemination bekannt sind, waren die Telefonakquise und optes-Präsentationen auf ILIAS-Treffen besonders erfolgreich. Aber auch das Präsentieren auf einschlägigen Veranstaltungen, wie den QPL-Treffen oder Symposien, führte zu guten Resonanzen. Im zweiten Schritt sollten die Hochschulen über Informationsveranstaltungen vor Ort schlussendlich von optes überzeugt werden.

Diese Herangehensweise bewährte sich, da gerade auf den Informationsveranstaltungen vor Ort besonders skeptische Lehrende anhand von Live-Demos schnell überzeugt werden konnten. Gerade das Vorführen von interaktiven Animationen zeigte klar den Mehrwert von E-Learning-Angeboten auf. Bis zum Einsatz der optes-Angebote an den Hochschulen vergingen in der Regel zahlreiche Monate. Die Vertriebs- und Marketingmaßnahmen bzw. Öffentlichkeitsarbeit waren für eine erfolgreiche Verbreitung der optes-Angebote unerlässlich.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





30 Schlusswort

André Mersch

Auf welchem Wege auch immer Sie sich die Beiträge erschlossen haben - linear oder kreuz und quer - wir hoffen, Sie sind reicher geworden. Mindestens an Erkenntnis, im Idealfall an Erfahrung durch den Einsatz der Konzepte und Materialien.

Unser Ziel ist es, durch die Erarbeitung, transparente Darstellung und Verfügbarmachung der optes-Projektergebnisse einen Beitrag zur Gestaltung digitaler Lehr- und Lernprozesse in Schule, Hochschule und Weiterbildung geleistet zu haben und weiter zu leisten.

Denn mit dem Ende der Projektförderung bleibt das optes-Angebot weiter bestehen. Die beteiligten Projektpartner*innen haben sich darauf verständigt, die optes-Materialien mindestens über die nächsten fünf Jahre im Rahmen des *Anwendernetzwerkes* und *Materialienpools* auf *optes.de* zur Verfügung zu stellen.

Mit Blick auf die aktuellen Digitalisierungsinitiativen im Bildungsbereich, zum Beispiel der Digitalen Hochschule Nordrhein-Westfalen, sind wir optimistisch, dass die durch optes entwickelten offenen Bildungsressourcen (OER) auch über die optes-eigene Plattform hinaus weitere Verbreitung und Verwendung finden.

Durch die angestrebte Verstetigung des Materialeinsatzes an den optes-Partnerhochschulen und den Bildungseinrichtungen, die die Konzepte und Materialien bereits übernommen haben, werden weiterhin Evaluationsergebnisse, Materialkorrekturen und Ergänzungen Eingang in den Materialienpool finden. Darüber hinaus sind weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte auf den Weg gebracht, die an die optes-Projektergebnisse anknüpfen.

Sie sind herzlich eingeladen, Teil der optes-Zukunft zu werden und an der Weiterentwicklung mitzuwirken. Werden Sie Mitglied im *optes-Anwendernetzwerk* und treten Sie über das Anwenderforum miteinander in Kontakt.

Für offene Bildungsressourcen wie die optes-Materialien und offene Softwaresysteme wie ILIAS gilt, dass ihr erfolgreicher Einsatz und ihr Fortbestehen nur über eine stabile Community zu gewährleisten sind, die neue Anwender*innen unterstützt und Erfahrenen Impulse zur kontinuierlichen Verbesserung gibt. Das gemeinsame Engagement auf konzeptioneller und finanzieller Ebene trägt zur Vielfältigkeit der Bildungsressourcen und damit der Bildungslandschaft insgesamt bei.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Erratum zu: Selbststudium im digitalen Wandel

Roland Küstermann, Matthias Kunkel, André Mersch und Anne Schreiber

Erratum zu:
R. Küstermann et al. (Hrsg.), *Selbststudium im digitalen Wandel*,
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4>

Die Affiliations der Autoren der folgenden Kapitel wurden geändert. Sie werden nun aktualisiert.

2, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 29 und 30

Die aktualisierte Version des Buches finden Sie unter
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-31279-4>

Autor*innenverzeichnis

Bartel, Yvonne-Christin

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusalle 12
32657 Lemgo

Prof.'in Dr.-Ing. Yvonne-Christin Bartel ist Vizepräsidentin für Bildung und Internationalisierung der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe und lehrt seit 2012 das Fachgebiet „Technik des Garten- und Landschaftsbaus“ im Fachbereich Landschaftsarchitektur und Umweltplanung. 2017 übernahm sie die Projektverantwortung für die an der TH OWL verorteten Teilprojekte von optes.

Daniel, Manfred

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Prof. Manfred Daniel hat Informatik an der TU Darmstadt studiert. Danach gewann er langjährige unternehmerische Erfahrung als Gesellschafter und Geschäftsführer in einem Beratungs- und Forschungs-Startup, das an der Schnittstelle zwischen Mensch, Organisation und Technik arbeitete. Sein Weg im Hochschulbereich begann mit einer Professur für Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Schmalkalden. 20 Jahre lang war er dann Studiengangsleiter im Studiengang Wirtschaftsinformatik am Standort Karlsruhe der DHBW. Er engagiert sich in verschiedenen Gremien und Rollen für die Weiterentwicklung der Lehre und forscht zum Thema Digitalisierung der Lehre, u. a. im BMBF-Projekt optes. Seit Oktober 2019 ist er "Zentraler Beauftragter für innovative Lehre" des Präsidiums der DHBW.

Derr, Katja

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
Coblitzallee 1-9
68163 Mannheim

Nach einem Studium der visuellen Kommunikation arbeitete Dr. Katja Derr mehrere Jahre im Bereich der Medienproduktion. 2007 erwarb sie nebenberuflich ein Diplom in Medienpädagogik an der Pädagogischen Hochschule Freiburg, seitdem ist sie im Bereich E-Learning in der Hochschulbildung tätig. Seit 2012 ist sie im optes-Projekt für die Konzeption und Entwicklung webbasierter Vorkursangebote und deren quantitative und qualitative Evaluation zuständig und hat zu diesem Thema an der University of Plymouth promoviert.

Fischer, Yvonne

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusalle 12
32657 Lemgo

Yvonne Fischer hat Erziehungswissenschaft mit den Schwerpunkten Migrationspädagogik und Civic Education an den Universitäten Hagen und Bielefeld studiert. Nach Tätigkeiten im schulischen Umfeld und als freie Dozentin ist sie seit 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Wissenschaftsdialog der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe, u. a. als Projektkoordinatorin im Verbundprojekt optes.

Götz, Gerhard

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach
Oberer Mühlenweg 2-6
74821 Mosbach

Prof. Dr. Gerhard Götz studierte Mathematik und Physik an den Universitäten Erlangen und Cambridge und promovierte im Bereich mathematischer Physik an der Université Paris VI. Anschließend sammelte er Erfahrung in leitenden Funktionen in den Bereichen Innovationen und F&E. Seit sieben Jahren ist er Professor für Mathematik und kümmert sich fakultätsübergreifend durch Brückenkurse und ein Mathematiklabor um eine nachhaltige Mathematikausbildung. Er leitet bei optes das Teilprojekt adaptive mathematische Qualifizierung und betreut in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und der Universität Würzburg fünf Doktorarbeiten in den Bereichen Fachdidaktik der Mathematik und Selbstlernende Systeme.

Hamich, Myriam

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach
Oberer Mühlenweg 2-6
74821 Mosbach

Myriam Hamich ist Diplom-Ingenieurin (FH) der Physikalischen Technik und Diplom-Wirtschaftsingenieurin (FH). Sie hat Ihr Studium an der Fachhochschule Aachen im Fachbereich Physikalische Technik und an der Fachhochschule Gießen-Friedberg im Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen und Produktionstechnik abgeschlossen. Im Verbundprojekt optes ist sie als akademische Mitarbeiterin im Teilprojekt TP1 an der Entwicklung eines webbasierten Mathematikvorkurses und diagnostischen Testverfahren beteiligt.

Hoffmann, Louise

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusalle 12
32657 Lemgo

Louise Hoffmann hat an der FernUniversität und der Universität Stuttgart Kulturwissenschaften und Geschichte studiert. Aktuell arbeitet sie an der TH OWL als Koordinatorin des E-Mentoring-Teams im Projekt optes. Zudem promoviert sie im Bereich Schreibdidaktik.

Hübl, Reinhold

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
Coblitzallee 1-9
68163 Mannheim

Nach einem Studium der Mathematik arbeitete Prof. Dr. Reinhold Hübl mehrere Jahre in der mathematischen Forschung an der Universität Regensburg. Seit 2009 unterrichtet er als Professor an der DHBW Mannheim mathematische Grundlagenfächer und ist dort auch verantwortlich für die mathematischen Studienvorbereitungsangebote der Fakultät Technik.

Huckenbeck, Ulrich

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
Coblitzallee 1-9
68163 Mannheim

Dr. Ulrich Huckenbeck hat an der RWTH Aachen Mathematik und Informatik studiert. Danach hat er an der Universität Würzburg promoviert und sich dort habilitiert. Später arbeitete er als Oberassistent an der Universität Greifswald und danach unter anderem als freiberuflicher Dozent. In den vergangenen Jahren arbeitete Ulrich Huckenbeck als Forscher in Berkeley (USA), als Dozent in Skövde (Schweden) sowie in Muscat (Oman). Seit Anfang 2017 ist er an der DHBW Mannheim tätig und wesentlich an den Glossaren zu den Lernzielorientierten Kursen sowie am betreuten E-Learning beteiligt.

Ivanova, Albena

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Albena Ivanova hat am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Pädagogik mit Schwerpunkt Berufspädagogik studiert. Derzeit arbeitet sie im Projekt- und Wissensmanagement des Verbundprojekts optes. Sie ist mit der Textlegung, Formatierung und Publikation des vorliegenden optes-Sammelbands betraut.

Köhler, Daniel

ILIAS open source e-Learning e.V.
Wilhelmstr. 56-58
50733 Köln

Daniel Köhler hat an der Universität Konstanz Psychologie studiert und leitet im optes-Verbundprojekt das Teilprojekt Dissemination, das für die Verbreitung der optes-Angebote an die interessierte Öffentlichkeit zuständig ist.

Kölle, Alexandra

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Alexandra Kölle ist Diplom-Verwaltungswirtin (FH), hat an der Universität Mainz am Fachbereich Translations-, Sprach- und Kulturwissenschaft ihr Studium als Diplom-Übersetzerin absolviert und sich am Goethe-Institut Murnau im Bereich Methodik und Didaktik des fremdsprachlichen Deutschunterrichts sowie in interkultureller Kommunikation weitergebildet. Nach einer selbstständigen Tätigkeit als freie Dozentin und der Beschäftigung als Referentin für Projektkoordination am Landesmedienzentrum Baden-Württemberg arbeitet sie derzeit als Projektmanagerin von optes an der DHBW Karlsruhe.

Kunkel, Matthias

ILIAS open source e-Learning e.V.
Wilhelmstr. 56-58
50733 Köln

Nach dem Studium der Politikwissenschaft und längerer journalistischer Tätigkeit hat Matthias Kunkel ab 1997 das E-Learning an der Uni Köln aufgebaut. Seit 2000 koordiniert er die Entwicklung der Open-Source-Lernplattform ILIAS. Seit 2009 ist er außerdem Geschäftsführer des ILIAS-Vereins. Zu Beginn des optes-Projekts baute Kunkel das Anwendernetzwerk auf und entwickelte die Projektdissemination. Zudem koordiniert er die Softwareentwicklungsvorhaben und betreut die Teilprojekte bei der Nutzung von ILIAS.

Küstermann, Roland

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Nach einem Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Universität Karlsruhe (TH) hat Prof. Dr. Roland Küstermann in der Forschungsgruppe Komplexitätsma-

nagement des Instituts für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren, Universität Karlsruhe (TH) promoviert. Nach seiner Promotion war er in der freien Wirtschaft tätig, bevor er Professor für Wirtschaftsinformatik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe wurde. Seit 2012 ist er Gesamtprojektleiter des Projekts optes. Seit 2016 ist er Prorektor und Dekan der Fakultät Technik.

Magdanz, Nina

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Nina Magdanz hat an den Universitäten in Heidelberg und Oldenburg ihr geisteswissenschaftliches Studium in den Fachbereichen Ethnologie, Religionswissenschaft und Museum absolviert. Nach ihrer Arbeit als Ausstellungsorganisatorin an einem Ethnologischen Museum arbeitet sie derzeit als Projekt- und Wissensmanagerin von optes an der DHBW Karlsruhe.

Marquardt, Victoria

Universität Hamburg
Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL)
Schlüterstraße 51
20146 Hamburg

Victoria Marquardt (geb. Misch) hat nach einer Ausbildung und anschließender Berufstätigkeit im Gesundheitswesen, Psychologie (M. Sc.) an der Technischen Universität Darmstadt studiert. Derzeit arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Hamburg im optes-Teilprojekt „Prozessbegleitung & didaktische Beratung“.

Mechelke-Schwede, Edith

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
Coblitzallee 1-9
68163 Mannheim

Nach ihrer Ausbildung zur Mathematisch-technischen Assistentin arbeitete Edith Mechelke-Schwede mehrere Jahre im kommerziellen und wissenschaftlichen IT-Bereich. Sie studierte in Heidelberg Mathematik und erwarb 1997 ihr Mathematik-Diplom. Seit 2016 ist sie im optes-Projekt für die Konzeption und Entwicklung webbasierter Vorkursangebote in Mathematik zuständig, insbesondere für die Erstellung von Online-Lernmodulen und Online-Aufgaben.

Mersch, André

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusalle 12
32657 Lemgo

André Mersch studierte Erziehungswissenschaft an der Universität Bielefeld und arbeitete dort nach seinem Abschluss u. a. in dem Projekt „Service Center Selbststudium“. 2009 wechselte er zur Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe, an der er für den Bereich E-Learning zuständig ist. Parallel ist er als Referent im Rahmen des hochschuldidaktischen Netzwerks hdw nrw tätig. Seit 2012 leitet er die an der TH OWL angesiedelten Teilprojekte von optes.

Obermayr, David

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
Coblitzallee 1-9
68163 Mannheim

David Obermayr studierte an der Universität Heidelberg Mathematik und schloss sein Studium mit einem Master ab. Im Anschluss daran arbeitete er einige Jahre freiberuflich als Dozent für Mathematik im Hochschulbereich. Seit 2019 arbeitet David Obermayr an der DHBW Mannheim im Projekt optes und hilft dort bei der Erstellung und Durchführung der webbasierten Vorkursangebote.

Paul, Daria

Universität Hamburg
Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL)
Schlüterstraße 51
20146 Hamburg

Daria Paul hat an der Fernuniversität in Hagen Psychologie (M. Sc.) studiert. Derzeit ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL) im optes-Teilprojekt „Prozessbegleitung & didaktische Beratung“.

Peterfi, Marc

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Marc Peterfi studierte Mathematik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und schloss sein Studium mit einem Master of Science ab. Derzeit arbeitet er an der DHBW Karlsruhe im optes-Teilprojekt E-Assessment im Studium an der digi-

talen Mathematiklehrveranstaltung und führt im Rahmen dessen auch solche Lehrveranstaltungen im Studiengang Wirtschaftsinformatik an der DHBW Karlsruhe durch.

Pinkernell, Guido

Pädagogische Hochschule Heidelberg
Institut für Mathematik und Informatik
Im Neuenheimer Feld 561
69120 Heidelberg

Prof. Dr. Guido Pinkernell studierte Mathematik und Musik in Hannover, Bristol und Cardiff. Derzeit ist er Professor für Mathematik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich des Einsatzes digitaler Medien und Werkzeuge, Diagnose und Förderung zentraler mathematischer Wissensgebiete sowie Verstehen und Beherrschen grundlegenden mathematischen Wissens und Könnens.

Reinmann, Gabi

Universität Hamburg
Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL)
Schlüterstraße 51
20146 Hamburg

Prof. in Dr. Gabi Reinmann hat Psychologie (Diplom) an der Ludwig-Maximilians-Universität München studiert. Nach ihrer Promotion und Habilitation war sie als Professorin an verschiedenen Universitäten tätig. Derzeit ist sie Professorin für Lehren und Lernen an Hochschulen an der Universität Hamburg sowie Leiterin des Hamburger Zentrums für Universitäres Lehren und Lernen.

Richter, Anja

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Nach einem Diplomstudium der Medieninformatik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden arbeitet Anja Richter seit 15 Jahren im E-Learning-Bereich in Forschungsprojekten und zentralen Einrichtungen der Hochschullehre. Seit 2014 ist sie im optes-Projekt als Projektmitarbeiterin und derzeit auch am Education Support Center der DHBW Karlsruhe tätig.

Roos, Anna-Katharina

Universität Würzburg
Emil-Fischer-Str. 30
97074 Würzburg

Anna-Katharina Roos studierte Mathematik und Physik für das Lehramt an Gymnasien an der Universität Würzburg. Im Anschluss an das Studium hat sie dort in der Didaktik der Mathematik promoviert und ist nun als wissenschaftliche Mitarbeiterin in optes tätig.

Samoila, Oliver

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusallee 12,
32657 Lemgo

Oliver Samoila ist Diplom-Berufspädagoge und hat an der Technischen Universität Dresden Höheres Lehramt an berufsbildenden Schulen für Bautechnik und Farbtechnik/Raumgestaltung studiert. Seit 2012 arbeitet er im optes-Teilprojekt E-Portfolio – zuerst an der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg, dann vollständig an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Er ist im Wesentlichen mit der bedarfsgerechten Weiterentwicklung von ILIAS befasst.

Sandal, Cüneyt

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121,
76133 Karlsruhe

Cüneyt Sandal hat an der Universität Karlsruhe (TH) Berufspädagogik studiert und war dort im Anschluss mehrere Jahre akademischer Mitarbeiter. Sein Schwerpunkt ist das technologiegestützte Lernen. Im Projekt optes hat er sich mit dem Thema E-Assessment beschäftigt. Derzeit ist er in der Leitung des Education Support Center an der DHBW Karlsruhe und promoviert im Rahmen des IPF-Programms der DHBW.

Schmidt, Christian

Universität Hamburg
Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL)
Schlüterstraße 51
20146 Hamburg

Christian Schmidt hat „Angewandte Medienwissenschaft“ an der Technischen Universität Ilmenau sowie „Publizistik und Kommunikationswissenschaft“ an der Universität Klagenfurt studiert. Derzeit arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität Hamburg im optes-Teilprojekt „Prozessbegleitung & didaktische Beratung“.

Schönwälder, David

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach
Oberer Mühlenweg 2-6
74821 Mosbach

David Schönwälder hat an der DHBW Mosbach ein Ingenieursstudium mit der Fachrichtung Mechatronik absolviert. Nach einigen Jahren in der Entwicklung von industriellen Fluidsensoren arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Didaktik der Mathematik an der DHBW Mosbach.

Schreiber, Anne

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
Erzbergerstr. 121
76133 Karlsruhe

Dr. Anne Schreiber hat an der Universität Karlsruhe (TH) Berufspädagogik studiert und in diesem Fach auch an der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften des späteren Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) promoviert. Derzeit leitet sie das Education Support Center an der DHBW Karlsruhe und ist Projektmanagerin von optes.

Seibt, Alina

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusallee 12
32657 Lemgo

Alina Seibt hat im Bachelor Erziehungswissenschaften an der Universität Bielefeld studiert und erweitert diesen aktuell durch den Master Erziehungswissenschaften mit Schwerpunkt auf Medienpädagogik. Seit 2019 arbeitet sie im optes-Teilprojekt E-Tutoring und koordiniert zudem das gleichnamige Projekt an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe, an der sie seit 2015 tätig ist. In diesem Zuge ist sie überwiegend mit der Beratung und Unterstützung Lehrender zum Thema Digitale Lehre beschäftigt und entwickelt E-Tutoring-Konzepte und -Angebote für Lehrende.

Shayanfar, Nikta

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusallee 12
32657 Lemgo

Dr. Nikta Shayanfar hat an der K.N. Toosi Technischen Universität, Iran, in Mathematik promoviert. Nach einem Post-Doc-Aufenthalt in Spanien und ihre Forschung als Alexander-von-Humboldt-Stipendiatin an der TU Braunschweig arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt optes an der TH OWL.

Stemmer, Janina

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusallee 12
32657 Lemgo

Janina Stemmer hat an der Universität Duisburg-Essen und der Universität Bielefeld Erziehungswissenschaften mit den Schwerpunkten Erwachsenenbildung und Medienpädagogik studiert. Nach ihrer Arbeit als sozialpädagogische Fachkraft arbeitet sie nun als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt optes an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe.

Ullrich, Daniel

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach
Oberer Mühlenweg 2-6
74821 Mosbach

Daniel Ullrich hat an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg Mathematik studiert. Derzeit arbeitet er im Teilprojekt „Adaptive mathematische Qualifizierung“ von optes. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Didaktik der Mathematik beschäftigt er sich mit grundlegendem Wissen und Können im Inhaltsbereich funktionale Zusammenhänge.

Väterlein, Peter

Duale Hochschule Baden-Württemberg
Friedrichstraße 14
70174 Stuttgart

Prof. Dr. Peter Väterlein hat in Stuttgart Physik studiert und wurde an der Universität Würzburg promoviert. In den zurückliegenden 16 Jahren war er Professor an der Hochschule Esslingen, davon sechs Jahre Prorektor für Lehre und Weiterbildung. Im Rahmen einer Abordnung war er darüber hinaus zeitweise in der Hochschulabteilung des Wissenschaftsministeriums tätig. Derzeit ist er Vizepräsident der Dualen Hochschule Baden-Württemberg.

Wankerl, Sebastian

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach
Oberer Mühlenweg 2-6
74821 Mosbach

Sebastian Wankerl hat an der FAU Erlangen-Nürnberg Informatik studiert. Er arbeitet im Teilprojekt 1 des optes-Projekts an der Entwicklung personalisierter Empfehlungen für Studierende und promoviert über dieses Thema im Bereich Informatik an der Universität Würzburg.

Weigand, Hans-Georg

Universität Würzburg
Emil-Fischer-Str. 30
97074 Würzburg

Prof. Dr. Hans-Georg Weigand studierte Mathematik und Physik an der Universität Würzburg für das Lehramt an Gymnasien. Nach Promotion und Habilitation hatte er Professuren für Didaktik der Mathematik an der Universität Oldenburg und der Universität Gießen. Von 2000 bis 2017 war er Inhaber des Lehrstuhls für Didaktik der Mathematik an der Universität Würzburg. Seitdem ist er als Senior-Professor an dieser Universität tätig.

Weigel, Miriam

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
Coblitzallee 1-9
68163 Mannheim

Dr. Miriam Weigel hat an der Universität Heidelberg Mathematik studiert und dort in diesem Fach an der Fakultät für Mathematik und Informatik promoviert. Im Rahmen ihrer Tätigkeit im Projekt optes war sie für die Konzeption und Entwicklung webbasierter Vorkursangebote in Mathematik zuständig, insbesondere für die Erstellung von Online-Aufgaben mit dem Plug-in STACK. Derzeit lehrt Miriam Weigel an der DHBW Mannheim Mathematik und arbeitet im Kompetenzzentrum mathematisch-naturwissenschaftliches Basiswissen (ZeMath).

Wörler, Jan Franz

Universität Würzburg
Emil-Fischer-Str. 30
97074 Würzburg

Dr. Jan F. Wörler studierte Mathematik und Physik für das Lehramt an Gymnasien an den Universitäten in Würzburg und Kiel. Er hat an der Universität Würzburg in Mathematik promoviert. In den Jahren 2017 und 2018 arbeitete er im optes-Projekt mit. Seitdem ist er Lehrstuhlassistent und Habilitand am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik der Universität Würzburg.