



Integration digitaler Lernmaterialien in die Präsenzlehre am Beispiel des Mathematikvorkurses für Ingenieure an der Universität Paderborn

Yael Fleischmann, Rolf Biehler, Alexander Gold und Tobias Mai

Zusammenfassung

In diesem Beitrag beschäftigen wir uns mit der Integration von digitalem Lernmaterial aus dem studIVEMINT-Online-Vorkurs für Mathematik in die Präsenzlehre. Beispielhaft vorgestellt wird ein solches Szenario anhand des Vorkurses für angehende Studierende der Ingenieurwissenschaften, der im September 2017 an der Universität Paderborn abgehalten wurde. Wir beschreiben ausführlich unsere Vorgehensweise zur Einbindung des digitalen Lernmaterials in die Präsenzlehre und geben damit ein Beispiel für ein detailliert ausgearbeitetes Konzept zur Verzahnung eines klassischen, an der Universität angebotenen Präsenz-Vorkurses mit einem Online-Vorkurs. Die Vorgehensweise wird exemplarisch anhand eines Vorkurs-Vorlesungstages zum Thema „Trigonometrie“ dargestellt. In diesem Zusammenhang wird

Y. Fleischmann (✉)

Institutt for matematiske fag, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norwegen

E-Mail: yael.fleischmann@ntnu.no

R. Biehler · A. Gold · T. Mai

Institut für Mathematik, Universität Paderborn, Paderborn, Deutschland

E-Mail: biehler@math.upb.de

A. Gold

E-Mail: alexander.gold@ensou.de

T. Mai

E-Mail: tmair@math.upb.de



17 auch eine in jeden Vorkurstag integrierte Methode zur Akzeptanzbefragung bezüg-
18 lich der neu entwickelten didaktischen Elemente präsentiert. Zur Erhebung der Daten
19 kam unter anderem ein Live-Feedbacksystem zum Einsatz. Zudem stellen wir einige
20 Ergebnisse aus der gesamten, parallel zum Vorkurs durchgeführten Begleitstudie vor,
21 die ebenfalls Aufschluss über die Akzeptanz der durchgeführten Maßnahmen geben.

22 15.1 Einleitung

23 15.1.1 Motivation und Hintergründe

24 Dozentinnen und Dozenten, die ihre Hochschullehre zu Mathematik innovativ
25 gestalten wollen, stehen zahlreichen Herausforderungen gegenüber. Als Bedingung zur
26 Umgestaltung von Lehrveranstaltungen wird häufig genannt, dass didaktisch motivierte
27 Innovationen (zum Beispiel die Ergänzung der Materialien um digitale Medien) in
28 bereits bestehende Konzepte eingearbeitet werden sollen, ohne dass dies eine Kürzung
29 des Lernstoffes erforderlich macht. Gleichzeitig eröffnen sich durch den Einsatz digitaler
30 Medien zahlreiche neue Felder zur Integration neuer Lehr- und Lernmethoden sowohl
31 in den klassischen Tafelvortrag der Dozentin oder des Dozenten als auch aufseiten der sonst
32 oft durchgehend auf Zuhören, Mitschreiben und Mitdenken beschränkten Zuhörerschaft.

33 Der Einsatz geeigneter digitaler Elemente kann dazu beitragen, die Studierenden
34 aktiv in die Gestaltung der Lehrveranstaltung mit einzubeziehen und durch methodische
35 Auflockerungen des Dozentenvortrages die Aufmerksamkeit zu erhöhen. Gleichzeitig
36 können digitale Elemente, zum Beispiel beim gezielten Einsatz von Visualisierungen,
37 auch neue Verständnisebenen eröffnen und die gelehrten Inhalte zugänglicher und
38 leichter erinnerbar machen (z. B. Mayer 2009; Niegemann et al. 2008; Bausch et al.
39 2014). In diesem Beitrag zeigen wir, wie sich ein bestehendes Lehrkonzept eines
40 mathematischen Vorkurses ohne inhaltliche Reduktion ergänzen lässt, und analysieren
41 zugleich, wie die umgesetzten Maßnahmen von den Lernenden wahrgenommen werden.

42 Bisherige Arbeiten zur Integration digitaler Lernelemente in die Universitätslehre
43 der Mathematik und insbesondere in mathematisch Vorkurse ergaben, dass innovative
44 Methoden und neuartige Lehrmittel von den Studierenden in sehr unterschiedlicher
45 Weise wahr- und angenommen werden (z. B. Biehler et al. 2014). Folglich erfordert es
46 eine detaillierte Auseinandersetzung sowohl mit den Inhalten als auch mit den Rahmen-
47 bedingungen einer Lehrveranstaltung, um in der Praxis wirklich vom Einsatz neuartiger
48 Methoden profitieren zu können. Ein mathematischer Vorkurs, in dem das Lernmaterial
49 aus dem VEMINT-Projekt (Virtuelles Eingangstutorium Mathematik, www.vemint.de)
50 zum Einsatz kommt, wurde am Beispiel der Universität Kassel von Pascal Fischer im
51 Rahmen seiner Dissertation detailliert evaluiert (Fischer 2014).

52 Im vorliegenden Bericht wird nun dargelegt, wie die Lernmaterialien aus einem
53 mathematischen Online-Vorkurs in einen 2017 an der Universität Paderborn statt-
54 findenden Mathematikvorkurs integriert werden können. Weiterhin werden die



55 hinsichtlich Akzeptanz und subjektiver Bewertung dieser Integration durchgeführten
56 Befragungen, deren Ergebnisse und die Methodik der Befragung vorgestellt. Im Ver-
57 gleich zu der von Fischer durchgeführten Evaluation liegt hierbei also der Schwerpunkt
58 auf der Ergänzung und methodischen Erweiterung eines bestehenden Vorkurskonzepts,
59 nicht auf der Neuentwicklung eines kompletten Kurses.

60 Die hier vorgestellte Studie war Teil eines anschließend fortgesetzten und noch
61 andauernden Prozesses, der die schrittweise Entwicklung, Erprobung und wissenschaft-
62 liche Begleitung eines methodisch vielfältigen Mathematikvorkurs-Konzepts zum Ziel
63 hatte und hat. Dabei kann im Rahmen des vorliegenden Beitrags nur die erste „Schleife“
64 dieser Vorgehensweise aus dem Vorkurs im Jahr 2017 vorgestellt werden, in dem die
65 erstmalige Erprobung neu entwickelter Ideen zur Verzahnung des klassischen Vor-
66 lesungskonzepts mit digitalen Elementen im Vordergrund stand. Bei der Beforschung
67 dieses Vorhabens wurde ein pragmatischer Ansatz gewählt, um die Akzeptanz der
68 Studierenden zu ermitteln. Wir als Forschungsteam wollten zudem eine Methode zur
69 Verfügung stellen, die eine unkomplizierte und unmittelbare Rückmeldung spontaner
70 Eindrücke der Studierenden an uns als Begleitforscher und an den Dozenten ermöglichte.

71 An der Universität Paderborn werden vierwöchige Mathematik-Vorkurse in zwei
72 unterschiedlichen Formaten bereits seit mehreren Jahren angeboten. Angehende
73 Studierende haben die Wahl zwischen der stärker präsenzbasierten Variante, die in
74 diesem Beitrag im Fokus steht, und einem elektronisch basierten E-Kurs mit geringeren
75 Präsenzanteilen an der Universität. Gleichzeitig wird seit 2014 der digitale Online-
76 Mathematikvorkurs *studiVEMINT*¹ entwickelt. Das *studiVEMINT*-Material wurde, auf-
77 bauend auf dem Material aus dem *VEMINT*-Projekt, als eigenständiger Online-Vorkurs
78 konzipiert und erstellt, der Lernenden zum Selbststudium zur Verfügung steht und zur
79 Vorbereitung der mathematischen Inhalte eines Hochschul- oder Universitätsstudiums
80 eingesetzt werden kann (Börsch et al. 2016; Mai et al. 2016; Colberg et al. 2017; Biehler
81 et al. 2017, 2018). Auf der der Webseite www.studiport.de hat jedermann freien Zugriff
82 auf das *studiVEMINT*-Lernmaterial.

83 Den Ansatzpunkt für die hier vorgestellten Eingriffe und Auswertungen im
84 Zusammenhang mit der Präsenzvariante des Vorkurses bildeten Überlegungen, inwieweit
85 das bestehende Präsenzvorkurskonzept durch die Integration digitaler Elemente aus dem
86 *studiVEMINT*-Material bereichert und verbessert werden könnte. Die Ausgangslage des
87 Präsenzkurses bot, wie sich in den Vorjahren gezeigt hatte, insbesondere in zweierlei
88 Hinsicht Ansatzpunkte für mögliche Verbesserungen: Zunächst findet die Wissensver-
89 mittlung des Vorkurses schwerpunktmäßig im Rahmen von Vorlesungen statt. Diese sind
90 jeweils mit drei Zeitstunden Dauer recht lang, sodass vonseiten der Dozenten die Ein-
91 schätzung bestand, dass methodische Auflockerungen zur Konzentrationsförderung und
92 Interessenssteigerung der Studierenden beitragen könnten. Zweitens basiert der Präsenz-
93 vorkurs auf einem Lernkonzept, das zweimal pro Woche sogenannte *Selbstlerntage*

¹Projektwebseite: go.upb.de/studivemint.



vorsieht, an denen die Studierenden nicht in der Universität im Rahmen von Lehrveranstaltungen, sondern selbstständig zu Hause den Lernstoff des Vorkurses vertiefen und wiederholen sollen. Für diese Selbstlerntage lag vor den im Rahmen unserer Studie gestalteten Innovationen noch kein ausgearbeitetes Konzept vor. Die Verantwortung für die Auswahl geeigneter Themen, Materialien und Arbeitsaufträge lag ausschließlich bei den einzelnen Studierenden. Aufseiten der Lehrpersonen bestand der Eindruck, dass diese Aufgabe für die (angehenden) Studierenden eine große Herausforderung darstellte und die Selbstlerntage entsprechend nicht im erwünschten Maße genutzt wurden. Daher lag ein Interesse an der Ausarbeitung detaillierterer und konkreterer Arbeitsaufträge und einer Auswahl geeigneter Lernmaterialien vor, die den Studierenden für die Selbstlerntage zur Verfügung gestellt werden sollten. Ziel war es hierbei, die Studierenden an eine Art des selbstständigen Arbeitens heranzuführen, die sie in ähnlicher Form auch im weiteren Verlauf ihres Studiums beibehalten konnten. Gleichzeitig sollten sie mit Lernmaterial vertraut gemacht werden, das zur selbstständigen Arbeit geeignet ist und auch über die Dauer des Vorkurses hinaus zum Wissenserwerb und zur Wiederholung verwendet werden kann.

Die uns gestellten Aufgaben bestanden also in der Integration didaktischer Innovationen, basierend auf digitalen Lernmaterialien in die Vorlesungen, sowie in der Entwicklung von Lehr-Lern-Konzepten für die selbstständigen Arbeitsphasen im Mathematikstudium. Beides sind Herausforderungen, die sich bei der didaktischen Aufarbeitung von Lehrveranstaltungen in vielen Kontexten und bei unterschiedlichen Studierendengruppen ergeben. Das hier vorgestellte Projekt kann als Ausgangspunkt genommen werden, wenn die Integration von digitalen Lernmaterialien in die mathematische (Präsenz-)Lehre auch an anderen Universitäten oder Hochschulen geplant und umgesetzt werden soll, ohne dass hierzu selbst digitale Materialien entwickelt werden müssen. Es dient als Good-Practice-Beispiel zur Integration von E-Learning in der Studieneingangsphase.

Während Evaluationsergebnisse zum Einsatz des VEMINT-Lernmaterials und dessen Akzeptanz (Bausch et al. 2014) sowie Vergleiche des Materials zu anderen digitalen Lernplattformen (Biehler et al. 2014) bereits vorlagen, war zum Zeitpunkt der Durchführung der hier vorgestellten Studie eine Evaluation des studiVEMINT-Kurses und von dessen Einsatzmöglichkeiten noch nicht erfolgt.

Der Evaluation sowohl solcher digitaler als auch traditioneller Lehrkonzepte wird zu Recht eine hohe Bedeutung beigemessen. Basierend auf dem Beschluss der Kultusministerkonferenz zur Qualitätssicherung in der Lehre vom 22. September 2005 wurden in allen Bundesländern Normen zur Lehrevaluation in den Landeshochschulgesetzen festgelegt (zum Beispiel in § 7, Abs. 2 und 3 des Hochschulgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen, Fassung vom 16.9.2014). Die konkrete Integration von digitalen Elementen in die Präsenzlehre stellte uns in diesem Zusammenhang zwar vor zusätzliche Herausforderungen, bot aber auch neue Chancen. Einerseits kamen im Rahmen einer abwechslungsreich gestalteten Einbindung, wie wir sie in unserer Umsetzung anstrebten, mehrere stark unterschiedliche Elemente zum Einsatz, die zugunsten einer



136 differenzierten Analyse nicht pauschal und gemeinsam bewertet werden sollten. Anderer-
137 seits kann gerade der regelmäßige Einsatz digitaler Medien in der Lehre dazu genutzt
138 werden, häufigere kleinere Abfragen zur Evaluation durchzuführen, ohne den Fluss der
139 Lehrveranstaltung dadurch übermäßig zu stören. Der vorliegende Bericht stellt die von
140 uns entwickelte Evaluationsmethode sowie einige ihrer Ergebnisse vor.

141 Zusammenfassend nennen wir die drei Punkte, auf denen der Schwerpunkt des nach-
142 folgenden Beitrags liegt:

- 143 1. Vorstellung der Integration des Materials des studivEMINT-Online-Kurses in die
144 Präsenzlehre eines mathematischen Vorkurses an der Universität Paderborn und
145 Erläuterung der hierbei zugrunde gelegten didaktischen Konzeption
- 146 2. Vorstellung einer im Rahmen dieses Integrationsprojekts entwickelten und erprobten
147 Befragungsmethode zum Einsatz der digitalen Materialien, insbesondere mit dem
148 Anspruch hoher Rücklaufquoten und der Erhebung aktueller und detaillierter Daten
149 nach jedem Einsatz des Online-Materials
- 150 3. Präsentation ausgewählter Ergebnisse der Akzeptanzbefragung

151 Lehrinnovationen, die seitens der Lehrveranstaltungsteilnehmerinnen und -teilnehmer
152 das eigenständige Mitbringen und Nutzen digitaler Endgeräte erfordern, können nur
153 bei entsprechender Kooperationsbereitschaft der Studierenden und unter geeigneten
154 technischen Bedingungen gelingen. Um die Nutzbarkeit und Übertragbarkeit der hier
155 vorgestellten Ergebnisse für ähnlich konzipierte Lehr- und Lernprojekte zu erhöhen,
156 gehen wir daher am Ende dieses Beitrags auf einige diesbezügliche Ergebnisse unserer
157 Studie ein.

158 **15.1.2 Die Ausgangslage: Der Vorkurs P1 an der Universität** 159 **Paderborn**

160 In diesem Abschnitt wird der Vorkurs P1 an der Universität Paderborn vorgestellt, wie er
161 vor der Integration der in diesem Beitrag vorgestellten didaktischen Elemente seit Jahren
162 durchgeführt wurde und damit den Ausgangspunkt unserer Überarbeitung darstellt. Im
163 nächsten Abschnitt folgt dann eine Erläuterung der neu hinzugekommenen Elemente.

164 Der Mathematik-Vorkurs P1 an der Universität Paderborn richtet sich an angehende
165 Studierende der Fächer Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt
166 Maschinenbau, Chemie, Chemieingenieurwesen, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieur-
167 wesen mit Schwerpunkt Elektrotechnik, Computer Engineering und Wirtschaftsinformatik.
168 Das „P“ im Namen kennzeichnet hierbei die Vorkurse mit hohem Präsenzanteil, im Gegen-
169 satz zu dem ebenfalls angebotenen elektronischen „E-Kurs“ mit geringem Präsenzanteil.
170 Der Vorkurs findet jährlich im September vor dem Wintersemester statt und wurde in den
171 Jahren 2011 bis 2017 von Herrn Jörg Kortemeyer geleitet. Die Teilnahme ist freiwillig,
172 wird nicht bewertet und den Studierenden im nachfolgenden Studium nicht angerechnet.



173 Für den Vorkurs im September 2017 waren insgesamt 290 Teilnehmerinnen und
174 Teilnehmer angemeldet, die Mehrzahl hiervon zur Vorbereitung auf die Studiengänge
175 Maschinenbau und Elektrotechnik.

176 Für die Studierenden war in dem vierwöchigen Vorkurs pro Woche eine Kombination
177 von drei Präsenztagen (Montag, Mittwoch und Freitag) an der Universität und zwei
178 Selbstlerntagen (Dienstag und Donnerstag) vorgesehen (s. Tab. 15.1).

179 Das Programm der Präsenztage bestand aus einem Vorlesungs- und einem Übungs-
180 block. Dabei fand eine dreistündige Vorlesung (einschließlich Pausen) am Vormittag
181 statt, in der die mathematischen Inhalte im Hörsaal vom Dozenten erklärt wurden.
182 Dazu ergänzend wurden zweistündige Übungen am Nachmittag angeboten, in denen
183 die Studierenden in Kleingruppen unter Anleitung eines Tutors an Aufgaben zu Inhalten
184 aus der Vorlesung am Vormittag arbeiteten, Fragen stellen konnten und Feedback zu
185 ihren Bearbeitungen erhielten. Da die insgesamt acht Übungsgruppen nach Angabe der
186 Tutoren von durchschnittlich 20 Studierenden besucht wurden, muss angesichts der
187 Anmeldezahl von 290 Studierenden davon ausgegangen werden, dass nur ca. 120 bis
188 160 Studierende (Tendenz während des Vorkurses fallend) sich tatsächlich aktiv und
189 regelmäßig am Vorkurs und dessen Präsenzveranstaltungen beteiligten. Die weiter unten
190 vorgestellten Evaluationsergebnisse mit i. d. R. zwischen 80 und 160 Rückmeldungen
191 pro Frage, die in der Vorlesung erhoben wurden, stützen diese Annahme.

192 Die beiden wöchentlichen Selbstlerntage dienten der eigenständigen Wiederholung
193 und Vertiefung der in den Vorlesungen und Übungen vermittelten mathematischen
194 Inhalte nach dem Prinzip des *selbstregulierten Lernens* (im Sinne von Biehler
195 et al. 2012; zur genaueren Konzeption der Selbstlerntage und Hintergründen siehe
196 Abschn. 15.2.3 dieses Beitrags).

197 Die Vorlesungen des Dozenten bestanden aus mehreren unterschiedlichen Lehr-
198 methoden zur Stoffvermittlung. Zum einen wurde durch einen klassischen Vorlesungs-
199 stil mit Vortrag und Tafelanschrieb mathematisches Wissen in Form von Definitionen,
200 Sätzen, Beweisen (oder Beweisansätzen) und Beispielen vorgestellt. Zur Förderung des
201 selbstständigen Mitdenkens der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie der methodischen
202 Auflockerung werden zusätzlich seit einigen Jahren zunehmend „PINGO-Fragen“ in
203 die Vorlesung integriert. PINGO ist ein Audience Response System (ARS), in dem
204 die Studierenden Fragen (Multiple- oder Single-Choice-Fragen oder mit Freitextein-
205 gabe) anonym beantworten können und die Antworten sofort dem Dozenten zugestellt

Tab. 15.1 Allgemeine Struktur der Vorkurswochen des insgesamt vierwöchigen Präsenzkurses P1 (September 2017, Universität Paderborn)

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
9:00–12:00 Vorlesung	Selbstlerntag	9:00–12:00 Vorlesung	Selbstlerntag	9:00–12:00 Vorlesung
13:00–15:00 Übungen		13:00–15:00 Übungen		13:00–15:00 Übungen



206 werden. An einigen Stellen der Vorlesung (i. d. R. ein- bis zweimal pro Vorlesungstag)
207 nutzte der Dozent dieses Mittel in Zusammenhang mit aktivierenden Arbeitsphasen, die
208 nach dem Konzept der *Peer Instruction* aufgebaut waren. Diese Phasen bestanden aus
209 zwei Bearbeitungsrounden: In der ersten Phase wurden die Studierenden gebeten, sich
210 kurz selbstständig mit einer Aufgabe zu beschäftigen und anhand des ARS PINGO eine
211 der vorgeschlagenen Antwortmöglichkeiten auszuwählen. Die so gegebenen (anonymen)
212 Antworten der Studierenden wurden danach per Beamer im Hörsaal gezeigt. Die Auf-
213 gaben waren hierbei zumeist so ausgewählt, dass in dieser ersten Umfrage noch nicht alle
214 Teilnehmer und Teilnehmerinnen die richtige Antwort nennen konnten. Nach dieser ersten
215 Bearbeitungsrunde wurden die Studierenden i. d. R. aufgefordert, nun ihren Nachbarn von
216 der Richtigkeit ihrer jeweiligen Antwort zu überzeugen, worin im Anschluss eine zweite
217 Umfrage durchgeführt wurde, bei der sich der Anteil der korrekten Lösungen zumeist
218 deutlich erhöhte. Gegebenenfalls wurden die Aufgabe und ihre Lösung danach von dem
219 Dozenten an der Tafel diskutiert. Diese Phasen dienten neben der Aktivierung und Ein-
220 übung des Stoffes auch als Feedback sowohl für Studierende als auch für den Dozenten.

221 Auf den Aufbau und Ablauf der Übungen wird im Folgenden nicht detaillierter ein-
222 gegangen, da die Integration der Elemente ausschließlich in der Vorlesung bzw. an den
223 Selbstlerntagen stattfand. Der Grund hierfür lag einerseits in dem deutlich erhöhten Auf-
224 wand, der sich aus einer grundlegenden Umgestaltung der acht parallel stattfindenden
225 Übungsgruppen ergeben hätte. Andererseits wurde sowohl vom Dozenten als auch von
226 den Tutorinnen und Tutoren in Zusammenhang mit den Übungen ein geringerer Bedarf
227 an Überarbeitung und Erweiterung des bestehenden Konzepts wahrgenommen.

228 15.2 Integration des digitalen Lernmaterials in die 229 Präsenzlehre

230 In diesem Abschnitt stellen wir die unterschiedlichen Integrationsformen des Online-
231 Vorkursmaterials in die Präsenzlehre des P1-Vorkurses vor.

232 Ziel der von uns im Jahr 2017 zum bestehenden Vorkurskonzept ergänzten Integration
233 von digitalen Lernmaterialien in den Vorkurs war die methodische Bereicherung der
234 Vorlesungskomponente sowie der Selbstlerntage des Präsenzkurses. Durch den Ein-
235 satz multimedialer Inhalte innerhalb der Vorlesung sollte diese sowohl abwechslungs-
236 reicher als auch eingängiger und einprägsamer gestaltet werden. Darüber hinaus sollten
237 die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit dem online frei verfügbaren Mathematikkurs
238 studiVEMINT vertraut gemacht werden und sich in den eigenständigen Arbeitsphasen
239 des Vorkurses mit dessen Inhalten beschäftigen. Durch den Online-Kurs hatten bzw.
240 haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl während des Vorkurses als auch
241 darüber hinaus Zugang zu vielfältig aufbereiteten mathematischen Inhalten, Aufgaben
242 mit entsprechenden Lösungen und weiteren Anwendungsbeispielen. Den Studierenden
243 sollte somit im Vorkurs ein zusätzlicher Weg aufgezeigt werden, ihre mathematischen
244 Kenntnisse selbstständig zu erproben und zu erweitern.



245 Der Vorkurs P1 wurde für die Integration der digitalen Elemente ausgewählt, da es
246 sich um einen erprobten Vorkurs handelte, dessen inhaltliches Konzept seit Jahren
247 erfolgreich eingesetzt wurde und der in den vorangegangenen Jahren bereits im Zuge der
248 Integration von Aufgaben mit *Peer Instruction* durch aktivierende und digitale Elemente
249 erweitert worden war. Diese Methode hatte sich für die Zielgruppe und innerhalb des
250 durchgeführten Lehrkonzepts bereits bewährt. Der Dozent zeigte großes Interesse an
251 einer Bereicherung der Methodenvielfalt seines Kurses und arbeitete eng mit uns bei
252 der Planung und Umsetzung der konkreten Integrationsmaßnahmen zusammen. Unser
253 Anspruch war es hierbei, den vielfältig erprobten strukturellen Aufbau des Vorkurses
254 weitgehend unverändert zu lassen, wobei die methodische Erweiterung insbesondere
255 keine Reduktion der Inhalte zur Folge haben sollte.

256 Somit handelte es sich bei der durchgeführten Integration der digitalen Lern-
257 materialien um eine geringfügige Intervention unter Berücksichtigung des vor-
258 handenen Vorkurskonzepts und -inhalts. Grundsätzlich sind, insbesondere (aber nicht
259 ausschließlich) bei der Neukonzeption von Vorkursen, auch Integrationsmaßnahmen
260 möglich, bei denen die Erweiterung eines Präsenzvorkurses um digitale Elemente
261 noch maßgeblicher das Gesamtkonzept des Kurses beeinflusst und der Anteil digitaler
262 Elemente noch deutlich höher ist. Das hier vorgestellte Konzept soll exemplarisch für die
263 Möglichkeit stehen, solche Erweiterungen vorhandener Vorkurse durch digitale Elemente
264 auch ohne tiefgreifende Strukturänderungen durchzuführen. Wir sehen hierin eine
265 bessere Grundlage für die Übertragbarkeit der vorgestellten Ideen auf möglichst viele
266 andere Vorkurse. Die Motivation für die wissenschaftliche Untersuchung der Integration
267 digitaler Elemente lag darin, Antworten auf die folgenden Forschungsfragen zu finden:

- 268 1. Wie lässt sich das studiVEMINT-Vorkursmaterial, das ursprünglich als eigenständiger
269 digitaler Vorkurs zum individuellen Lernen und Üben von Mathematik entworfen
270 wurde, in die Präsenzlehre einbinden?
- 271 2. Welche Akzeptanz und Bewertung erfährt das Konzept durch die Lernenden?

272 In Abschn. 15.2 beschäftigen wir uns zunächst mit den Integrationsmaßnahmen, auf die
273 sich die erste der beiden Forschungsfragen bezieht, und im nachfolgenden Abschn. 15.3
274 dann mit der damit einhergehenden Methodik zur Erhebung der Rückmeldungen seitens
275 der Studierenden, die zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage erhoben wurden.
276 Die Ergebnisse dieser Erhebung werden in Abschn. 15.4 detaillierter vorgestellt.

277 Die digitalen Lernmaterialien kamen sowohl in der Vorlesung als auch an den
278 Selbstlerntagen zum Einsatz. In der Vorlesung waren hierbei zwei unterschiedliche
279 Varianten vertreten:

- 280 1. Einbindung von Lernmaterialien in den Vortrag des Dozenten, z. B. anhand von
281 per Beamer präsentierten (grafischen und/oder animierten) Visualisierungen
282 mathematischer Sachverhalte



283 2. Eigenständige Arbeit mit studiVEMINT-Lernmaterialien (z. B. Texte,
284 Visualisierungen, Aufgaben) der Studierenden während der Vorlesung an einem
285 eigenen digitalen Endgerät

286 Eine dritte Verwendungsmöglichkeit der Lernmaterialien wurde an den Selbstlertagen
287 des Vorkurses realisiert:

288 3. Für die Selbstlertage wurden den Studierenden konkrete Aufträge zur selbst-
289 ständigen Arbeit mit dem studiVEMINT-Online-Kurs gestellt.

290 Für den Erwerb von Wissen an der Universität ist das selbstregulierte Lernen eine ent-
291 scheidende Kompetenz (z. B. Bellhäuser und Schmitz 2014; Nota et al. 2004). Vor
292 diesem Hintergrund wurde die Hinführung zum selbstregulierten Lernen im Vorkurs
293 angestrebt. Der Definition von Bellhäuser und Schmitz (basierend auf Schmitz und
294 Wiese 2006) zufolge umfasst selbstreguliertes Lernen drei Phasen. Die erste ist die
295 Lernvorbereitung/präaktionale Phase, in der Lernziele gesetzt und ein Handlungsplan
296 entworfen wird. Darauf folgt die aktionale Phase, in der kognitive, metakognitive und
297 ressourcenorientierte Strategien (letzteres umfasst zum Beispiel die Zusammenarbeit
298 mit anderen) zum Einsatz kommen. Zuletzt folgt die postaktionale Phase, in der eine
299 Evaluation der vorangegangenen Phasen anhand eines Ist-Soll-Abgleichs erfolgt und ggf.
300 Vorsätze für zukünftiges Lernen gebildet werden.

301 Durch die Vorauswahl an Materialien aus dem studiVEMINT-Kurs und die
302 Kommunikation von Lernzielen (während der Vorlesung) wurde die präaktionale Phase
303 im Rahmen des hier vorgestellten ersten Studiendurchlaufs weitgehend vom Dozenten und
304 unserem begleitenden Team übernommen. Die oben beschriebenen Integrationsmaßnahmen
305 adressierten schwerpunktmäßig die aktionale Phase und in Teilen die postaktionale Phase.
306 Letztere fand im Rahmen der Vorlesung allerdings häufig auch im Plenum durch eine Dis-
307 kussion der vorher selbstständig erarbeiteten Inhalte statt. In diesem Sinne kann von einer
308 Heranführung an selbstreguliertes Lernen, aber nicht vom umfassenden Einüben desselben
309 im Rahmen der Integrationsmaßnahmen gesprochen werden.

310 **15.2.1 Einsatz in der Vorlesung**

311 Die dreistündigen Vorlesungen des Vorkurses wurden in einem Hörsaal mit Tafel
312 und Beamerprojektion vom Dozenten gehalten. Dabei kam schwerpunktmäßig ein
313 klassisches Vorlesungskonzept mit Tafelvortrag zum Einsatz, das bereits vor unserer
314 Einbindung digitaler Elemente aus dem studiVEMINT-Material durch gelegentliche
315 Einsätze von Aufgaben mit *Peer Instruction*, verbunden mit einer Nutzung des Live-
316 Feedbacksystems PINGO, unterbrochen wurde (siehe Abschn. 15.1.2).

317 Sowohl die Aufnahmefähigkeit als auch das Erinnern von Lernelementen wird
318 bei einer aktiven Beteiligung an einer Vorlesung unterstützt (z. B. Herbst 2016). Die



319 didaktischen Elemente, die von uns für die Vorlesung konzipiert wurden, hatten daher
320 das Ziel, weitere Aktivierungselemente einzubringen oder den Dozentenvortrag
321 methodisch zu erweitern.

322 Unter den möglichen Einsatzformen für digitale Lernelemente ist unsere Vorgehens-
323 weise in der Vorlesung dem Typ des sogenannten *Enrichment* zuzuordnen (Weigel
324 2006, in Anlehnung an Albrecht 2003; vgl. auch Fischer 2014). Dabei werden Präsenz-
325 veranstaltungen in unregelmäßigen Abständen durch den Einsatz digitaler Elemente
326 bereichert. Dies steht zum Beispiel im Kontrast zu *Blended-Learning*-Konzepten, bei
327 denen Präsenz- und virtuelle Phasen gleichbedeutend nebeneinanderstehen, oder auch
328 reiner *virtueller Lehre* ganz ohne Präsenzanteile.

329 Da das studiVEMINT-Material ursprünglich als eigenständiger Online-Vorkurs und
330 damit für das individuelle Lernen von Einzelpersonen entwickelt wurde, war unser
331 Ansatz zur Erweiterung der Aktivierung der Studierenden in der Vorlesung zunächst,
332 im studiVEMINT-Material nach Elementen zu suchen, die sich als „abgeschlossene
333 Einheit“ zur selbstständigen Arbeit mit dem Material in die Vorlesung einbetten ließen.
334 Diese konnten dann als aktivierende Einheit in kurzen Zeitfenstern während der Vor-
335 lesung bearbeitet werden.

336 Die Bereicherung der Methodenvielfalt in der Vorlesung durch den Einsatz visueller
337 Hilfsmittel wie Videos oder dynamischen Applets während des Dozentenvortrags stellte
338 neben der Integration von Aktivierungselementen die zweite Kategorie der didaktischen
339 Innovationen in der Vorlesungsgestaltung dar. Durch den Einsatz visueller Hilfs-
340 mittel wird die Aufmerksamkeit erhöht, die Vorstellungskraft und damit das Verständ-
341 nis gefördert (vgl. Brauer 2014, u. a. auf Basis von Kulik 2003). Über den Einsatz in
342 den instruktiven Phasen hinaus wurden die Visualisierungen und dynamischen Applets
343 auch während den aktivierenden Phasen eingesetzt, um ein dynamisches Entdecken
344 mathematischer Zusammenhänge zu unterstützen (Roth 2008).

345 Die nachfolgende Tab. 15.2 enthält alle Kategorien von Aktivitäten, die zur
346 Integration in die Vorlesungen des Vorkurses entwickelt wurden und mit dem Online-
347 Vorkurs studiVEMINT in Verbindung stehen. Dabei kamen nicht alle Aktivitäten in jeder
348 Vorlesung zum Einsatz. Es wurde gemeinsam mit dem Dozenten für jeden Tag ein auf
349 die Inhalte der Vorlesung zugeschnittener Ablaufplan erstellt.

350 Für die finale Planung zur Integration der entwickelten Elemente fand vor jedem
351 Vorkurstag ein Treffen des Studienprojektteams mit dem Dozenten der Vorlesung
352 statt. Die mathematischen Inhalte des bevorstehenden Tages standen aufgrund des aus
353 den Vorjahren bekannten Curriculums, das auch in einem Skript zur Vorlesung fest-
354 gehalten war, bereits im Vorfeld fest. Darauf basierend wurden zur Vorbereitung auf
355 das Treffen das Skript vom Projektteam analysiert und geeignete Stellen zur Integration
356 digitaler Elemente identifiziert. Ansatzpunkte hierfür waren beispielsweise geometrische
357 Zusammenhänge, die anhand eines dynamischen Applets exakter als an der Tafel und
358 zum Teil anhand einer Vielzahl von (z. B. anhand eines Parameters variierten) Bei-
359 spielen veranschaulicht werden können. Auch im Skript bereits vorgesehene Aufgaben,
360 die die Studierenden während der Vorlesung bearbeiten sollten, konnten teilweise



Tab. 15.2 Aufstellung der in die Präsenzlehre integrierten Aktivitäten

Aktivität	Didaktische und inhaltliche Ziele
Kategorie: Aktivierungselemente	
<p>Selektiertes/begleitetes Selbstlesen während der Vorlesungszeit <i>Nach Instruktion durch den Dozenten erarbeiten sich die Studierenden Inhalte aus dem Online-Kurs durch Selbstlesen während der Vorlesungszeit (am eigenen Gerät), z. B. mathematische Texte mit eingestreuten Aufgaben. Im Anschluss findet ggf. eine Besprechung im Plenum statt</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Förderung der aktionalen (und z. T. der postaktionalen) Phase des selbstregulierten Lernens – Selbstbestimmung des Lerntempos durch die Studierenden, die Texte mehrfach lesen und eingestreute Aufgaben ggf. wiederholen können
<p>Powerrechnen <i>„Rechenwettbewerb“: Studierende werden auf eine Aufgabensammlung im studiVEMINT-Kurs verwiesen. Diese Aufgaben enthalten i. d. R. die Möglichkeit der Lösungseingabe und der digitalen Überprüfung der Lösung auf Knopfdruck sowie eine ausführliche Musterlösung, die ausgeklappt werden kann. Die Studierenden erhalten den Arbeitsauftrag, möglichst viele Aufgaben in einer vorgegebenen Zeitspanne (ca. 5 bis 10 Min.) zu rechnen und die eigenen Ergebnisse durch Eingabe in das Lösungseingabefeld und Vergleich mit der Musterlösung zu überprüfen. Im Anschluss wird im Plenum anhand einer Umfrage mit PINGO anonym erhoben, wie viele Aufgaben jeweils gelöst wurden. Der Dozent stellt die Ergebnisse der Umfrage dem Plenum vor</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Förderung der aktionalen und postaktionalen Phase des selbstregulierten Lernens – Festigung des Lernstoffs; Motivation und Anregung – Selbstbestimmung des Lerntempos
<p>Applet erkunden <i>Studierende erkunden einen mathematischen Sachverhalt mithilfe eines in das Material eingebetteten Applets am eigenen Gerät. Der Dozent erteilt hierfür einen konkreten Arbeitsauftrag</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Visualisierung und Verständnisförderung – Entdecken von mathematischen Zusammenhängen; eigenständige Beschäftigung mit einer dynamischen Veranschaulichung (z. B. durch eine geometrische Anschauung, die Darstellung eines Graphen in Abhängigkeit von variablen Funktionsparametern o. Ä.) eines mathematischen Sachverhalts
<p>Verweis auf weiterführende Inhalte im digitalen Material durch den Dozenten zur freiwilligen Bearbeitung außerhalb der Vorlesung <i>Studierende werden im Skript/Tafelanschrieb auf weiterführende Angebote im Online-Material hingewiesen und erhalten einen direkten Link/QR-Code</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Anregung zum selbstregulierten Lernen durch Bereitstellung weiteren Lernmaterials – Förderung von Studierenden mit Interesse an vertiefenden und ergänzenden Inhalten – Auslagerung von mathematischen Inhalten in die Selbstlernphasen des Vorkurses. Inhalte, die nicht in der Vorlesung behandelt werden konnten, sollen eigenständig anhand des digitalen Lernmaterials erarbeitet werden

(Fortsetzung)

**Tab. 15.2** (Fortsetzung)

Aktivität	Didaktische und inhaltliche Ziele
Kategorie: Mediale Bereicherung des Dozentenvortrags	
Video vorführen <i>Dozent zeigt ein Video und erläutert mit dessen Hilfe einen mathematischen Sachverhalt</i>	– Visualisierung – Veranschaulichung dynamischer Zusammenhänge und räumlicher Darstellungen
Applet vorführen <i>Dozent verwendet ein Applet zur Darstellung und Erklärung eines Sachverhalts</i>	– Visualisierung – Einbindung dynamischer Darstellungen in den Vortrag, u. a. Veranschaulichung durch Exemplifizierung von Definitionen, Plausibilisierung der (Allgemein-)Gültigkeit von mathematischen Aussagen für mehrere (anhand des dynamischen Applets variierte und gezeigte) Fälle

362 durch Aufgaben aus dem studiVEMINT-Kurs ersetzt werden, was den Vorteil bot,
 363 dass die Studierenden ihre Antworten selbst kontrollieren konnten und eine Muster-
 364 lösung einsehbar war. Die Einleitungs- und Abschlussphasen eines mathematischen
 365 Themenkomplexes waren ebenfalls häufig geeignete Anknüpfungspunkte für das
 366 digitale Lernmaterial. Als Einstieg kam zum Beispiel die Vorbereitung auf ein Thema
 367 anhand des Online-Kurses infrage, als Abschluss eine Sicherungsphase, bei der die
 368 Studierenden sich selbstständig mit den soeben vorgestellten Themen auseinandersetzen
 369 sollten. Zusätzlich boten sich auch längere Phasen eher „trockenen“ Inhalts (also z. B.
 370 der rein frontalen Theorieentwicklung an der Tafel durch den Dozenten) an, mittels
 371 einer methodischen Unterbrechung und den Einsatz digitaler Elemente aufgelockert
 372 zu werden. Hierbei wurde angestrebt, in die Vorlesung etwa alle 15 bis 20 min einen
 373 Methodenwechsel zu integrieren, um die Aufmerksamkeit der Studierenden zu erhöhen,
 374 ohne einen andauernden, zu hektischen Wechsel zwischen den Methoden zu bewirken
 375 (z. B. Brauer 2014, in Anlehnung an Middendorf und Kalish 1996).

376 Auf dieser Basis wurde anschließend das studiVEMINT-Online-Material zu den ent-
 377 sprechenden Themen des Vorkurses nach geeigneten Elementen durchsucht mit dem
 378 Ziel, spezifische didaktische Elemente an genau festgelegten Stellen in die Vorlesung
 379 zu integrieren. Gleichzeitig wurden dabei zu den Inhalten und Elementtypen (Applets,
 380 Videos, Texte, Abbildungen und (Rechen-)Aufgaben) passende Aufträge für den
 381 Selbstlerntag konzipiert, die auf dem Online-Material aufbauten (auf die Arbeitsaufträge
 382 für die Selbstlerntage wird in Abschn. 15.2.3 näher eingegangen). Hierbei wurde, je nach
 383 den Ergebnissen der Sichtung des Skriptes zur Vorlesung, besonders nach geeigneten
 384 Visualisierungen, Aufgaben und Ergänzungen zu den mathematischen Inhalten der Vor-
 385 lesung gesucht. Der Schwerpunkt lag auf einer inhaltlichen Relevanz der integrierten
 386 Elemente, wobei auch beispielsweise auf eine passende Notation zu achten war, da das
 387 Online-Material an manchen Stellen von der vom Dozenten verwendeten Notation zu
 388 weit abwich.



389 Darauf aufbauend wurde ein detaillierter Ablaufplan für die anstehende Vorlesung
390 ausgearbeitet, mit dem Dozenten durchgesprochen und bei Bedenken ggf. angepasst.
391 Der Dozent erhielt einen schriftlich ausgearbeiteten Ablaufplan, um den Überblick über
392 die geplanten didaktischen Elemente während der Vorlesung zu behalten und diese zum
393 richtigen Zeitpunkt einzusetzen.

394 Für das Projekt wurde eine eigene Vorkurs-Webseite erstellt. Dort wurden an jedem
395 Vorlesungstag alle Links zur Verfügung gestellt, die die Studierenden während der Vor-
396 lesung brauchten, um entsprechend unserer Planung und nach Anleitung des Dozenten
397 die gewünschten Seiten im studiVEMINT-Material direkt aufzurufen. Wenn im
398 Folgenden von der „Vorkurs-Homepage“ die Rede ist, ist damit diese eigens erstellte
399 Seite gemeint.

400 Im nachfolgenden Abschnitt wird ein Beispiel für den konkreten Ablauf eines Vor-
401 lesungstages mit detaillierten Beschreibungen der integrierten digitalen Elemente
402 gegeben.

403 15.2.2 Exemplarische Gestaltung eines Vorlesungstages

404 Nachfolgend wird exemplarisch die Integration des Materials in den Vorlesungstag 4 vor-
405 gestellt. Inhaltlich deckt dieser Vorlesungstag das Thema „Trigonometrie“ ab, enthält
406 also sowohl den Einstieg zu diesem Thema als auch den Abschluss. Dabei werden die
407 folgenden Inhalte behandelt:

- 408 1. Einführung des Bogenmaßes eines Winkels
- 409 2. Definition von Sinus, Cosinus und Tangens als Seitenverhältnisse am rechtwinkligen
410 Dreieck, Satz des Pythagoras
- 411 3. Einheitskreis und (Neu-)Definition von Sinus- und Cosinusfunktion als Achsen-
412 projektionen am Einheitskreis
- 413 4. Trigonometrische Identitäten in Gestalt des trigonometrischen Satzes des Pythagoras
414 und einiger Additionstheoreme
- 415 5. Einführung der Umkehrfunktionen der trigonometrischen Funktionen (Arkus-
416 funktionen)

417 Die gesamte Vorlesung war auf 180 min abzüglich einer Pause von 30 min in der Mitte
418 angelegt. Inhaltlich boten sich bei der Integration digitaler Elemente bei diesem Thema
419 insbesondere (dynamische) Visualisierungen an, um die geometrischen Zusammenhänge
420 anschaulicher und leichter erfassbar zu gestalten.

421 Im Folgenden werden die Elemente der Vorlesung, deren chronologische Abfolge in
422 Tab. 15.3 dargestellt wird, aufgegriffen und deren Ablauf, mathematische Inhalte sowie
423 inhaltliche und didaktische Ziele detailliert erklärt, wobei der Schwerpunkt auf die im
424 Rahmen der Studienintervention neu in die Vorlesung integrierten didaktischen Elemente
425 gelegt wird.

Tab. 15.3 Ablauf von Vorlesungstag 4 zum Thema „Trigonometrie“

Nummerierung der Abschnitte	Zeitlicher Ablauf	Aktivität	Akteur	Ziele der Aktivität
	9:00–9:10	Beginn der Vorlesung		
1	9:10–9:20	Inhaltlicher Beginn der Vorlesung, Thema „Trigonometrie“	Dozent	Klärung organisatorischer Punkte im Zusammenhang des Vorkurses
2	9:20–10:15	Tafelvortrag	Studierende	Aufwärmphase, Wiederholung des Winkelbegriffs
	10:15–10:45	Pause	Dozent	Wissensvermittlung
3	10:45–10:55	Powerrechnen	–	Erholungsphase
4	10:55–11:00	PINGO-Umfrage als Feedback zum Powerrechnen	Studierende	Wiederholung und Anwendung
			Dozent	Rückmeldung an den Dozenten
5	11:00–11:20	Tafelvortrag	Dozent	Wissensvermittlung
6		Video vorführen	Dozent	Veranschaulichung mathematischer Inhalte
			Dozent	Wissensvermittlung
7	11:20–11:25	Tafelvortrag	Dozent	Veranschaulichung mathematischer Inhalte
8		Applet vorführen	Dozent	Veranschaulichung mathematischer Inhalte
			Dozent	Wissensvermittlung
9	11:25–11:55	Tafelvortrag	Dozent	Wissensvermittlung
10	11:55–12:00	Abschluss der Vorlesung	Studierende	Wissenschaftliche Erhebung; Feedback

426 **1. Selektiertes/begleitetes Selbstlesen während der Vorlesungszeit (Innovation)**

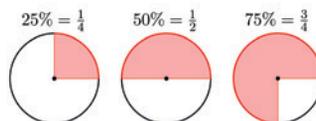
428 Als Einstieg wurde in Abstimmung mit dem Dozenten eine Phase der allgemeinen
429 Beschäftigung mit dem Winkelbegriff konzipiert, um die Studierenden auf die (für die
430 meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer) neuartige Definition von Winkeln anhand des
431 Bogenmaßes vorzubereiten. Hierzu erteilte der Dozent den Studierenden den Arbeitsauf-
432 trag, sich ca. 10 min lang selbstständig mit dem Kapitel „Grundbegriffe der elementaren
433 Geometrie“, genauer mit den darin enthaltenen Ausführungen zum Winkelbegriff zu
434 beschäftigen, aus dem ein Ausschnitt in Abb. 15.1 zu sehen ist (im studiVEMINT-Online-
435 Material: LE 6, Kapitel „Grundbegriffe der elementaren Geometrie“, Abschnitt „Winkel“).

436 Die in diesem Abschnitt präsentierte geometrische und damit eher gewohnte
437 Beschreibung des Winkels im Gradmaß sollte die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf
438 die im Anschluss in der Vorlesung eingeführte ungewohnte Definition eines Winkels
439 über das Bogenmaß vorbereiten und diene somit als inhaltliche „Aufwärmphase“
440 zum Thema „Winkel“ durch eine kurze Erinnerung an Bekanntes. In der zur Ver-
441 fügung gestellten Zeit sollten mindestens die Abschnitte „Winkel“ und „Messung von
442 Winkeln“ (im Gradmaß) bis zu einer Definition der Begriffe „spitzer Winkel“, „rechter
443 Winkel“, „gestreckter Winkel“ etc. gelesen werden. Das Tempo in dieser Phase konnte
444 individuell gewählt werden, ohne dass zum Beispiel langsames Arbeiten zwangsläufig
445 eine direkte Auswirkung auf das Verständnis der nachfolgenden neuen Inhalte hatte, da
446 mit dem Beginn des Kapitels zur Trigonometrie im Anschluss ein komplett neues Thema
447 eröffnet wurde und kein direkter inhaltlicher Rückbezug mehr genommen wurde. Aus
448 diesem Grund bot es sich an dieser Stelle auch an, diesen Abschnitt in eine Phase der

B & W IN PRINT

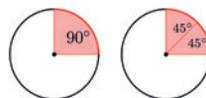
Messung von Winkeln

Man könnte Winkelmaße in % vom Vollwinkel angeben, wie z. B. hier



Es ist aber üblich als Vergleichsgröße $\frac{1}{360}$ des Vollwinkels zu nehmen.

Dieses Winkelmaß nennt man Grad und es hat das Einheitenzeichen °. Winkel werden als Vielfache (ggf. gebrochene) von 1° angegeben



In der Praxis bestimmt man Winkelmaße mit einem Winkelmesser oder Geodreieck.

In der Mathematik – sowie im weiteren Verlauf – werden Winkel häufig mit kleinen griechischen Buchstaben angegeben wie z. B.:

- α ... Alpha
- β ... Beta
- γ ... Gamma
- δ ... Delta

Abb. 15.1 Ausschnitt aus dem studiVEMINT-Online-Material (LE 6, Kapitel „Grundbegriffe der elementaren Geometrie“, Abschnitt „Winkel“)



449 Selbsterarbeitung im Online-Material einzubetten, anstatt das an der Tafel entwickelte
450 Kursskript durch einen kurzen Exkurs zum Thema „Winkel“ zu unterbrechen.

451 **2. Dozentenvortrag (ohne Innovation)**

452 In Anschluss an die Einstiegsphase zur selbstständigen Beschäftigung mit dem Winkel-
453 begriff erfolgte der Einstieg in das Thema „Trigonometrie“, umgesetzt als Tafelvortrag des
454 Dozenten. Dabei wurde zunächst der Winkel anhand des Bogenmaßes am Kreis definiert
455 und im Anschluss Sinus, Cosinus und Tangens als Seitenverhältnisse am rechtwinkligen
456 Dreieck eingeführt. In dieser mit einer knappen Stunde relativ langen Phase konnte das
457 weiter oben formulierte Ziel, möglichst nach 15 bis 20 min einen Methodenwechsel in die
458 Vorlesung zu integrieren, nicht erreicht werden. Es folgte eine 30-minütige Pause.

459 **3.+4. Powerrechnen mit anschließender PINGO-Umfrage (Innovation)**

460 Direkt im Anschluss an die Pause kam das didaktische Element des „Powerrechnens“
461 zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um eine Art „Rechenwettbewerb“, den wir für
462 den Einsatz im Vorkurs entwickelt hatten: In einer Phase von zehn Minuten sollten
463 die Studierenden so viele Aufgaben wie möglich aus einem festgelegten Abschnitt des
464 studiVEMINT-Online-Kurses bearbeiten und lösen. Die zur Verfügung stehende Zeit
465 war den Studierenden bekannt. Dabei durfte ein Taschenrechner verwendet werden. Im
466 Anschluss wurde die Anzahl der korrekt gelösten Aufgaben untereinander verglichen.
467 Diese Methode sollte hier, im direkten Anschluss an die Pause, die Studierenden wieder
468 zum konzentrierten Arbeiten anregen und das vor der Pause behandelte Thema ins
469 Gedächtnis zurückrufen und festigen.

470 Bei den verlinkten Aufgaben (im studiVEMINT-Kurs: LE 7, Kapitel „Trigonometrie
471 an rechtwinkligen Dreiecken“, Abschnitt „Aufgaben“) handelte es sich um mehrere,
472 vom Aufbau her ähnliche Aufgaben, in denen an einem rechtwinkligen Dreieck durch
473 Anwendung von Sinus, Cosinus oder Tangens Seitenlängen oder Winkel berechnet
474 werden sollten (vgl. Abb. 15.2). Inhaltlich knüpften die Aufgaben damit direkt an die vor
475 der Pause vermittelten Inhalte an.

476 In der Vorlesung zeichnete der Dozent zu Beginn der zehnminütigen Phase des
477 „Powerrechnens“ noch ein beschriftetes „Standarddreieck“ an die Tafel, um die einheit-
478 liche Verwendung der Bezeichnungen für die Seiten und Ecken des Dreiecks festzulegen,
479 und rief selbst die Online-Seite mit den zu bearbeitenden Aufgaben mittels Beamer auf.

480 Der Wettbewerbscharakter des Powerrechnens wurde durch die an die Arbeits-
481 phase angeschlossene Umfrage zur Anzahl der richtig gelösten Aufgaben umgesetzt.
482 Dabei wurden die Studierenden aufgefordert, anhand einer PINGO-Umfrage (die eben-
483 falls auf der Vorlesungshomepage verlinkt war und direkt aufgerufen werden konnte)
484 anonym anzugeben, wie viele Aufgaben sie innerhalb der gegebenen Zeit erfolgreich
485 lösen konnten. Über den Kontrollbutton der Aufgabe konnten die eigenen Lösungen
486 bereits vorher überprüft werden. Nach Abschluss dieser Umfrage zeigte der Dozent
487 die (anonymen) Angaben aller Studierenden mittels des Beamers. Damit konnten die
488 Studierenden ihre eigene Leistung im Vergleich zu den anderen Teilnehmerinnen und

Aufgabe 1

Von einem rechtwinkligen Dreieck ABC sind folgende Angaben bekannt:

- $a = 4$ (in cm)
- $\beta = 90^\circ$
- $\alpha = 25^\circ$

Bestimmen Sie die Länge der Seite b auf zwei Nachkommastellen genau!

Die Länge der Seite b beträgt  cm.

Kontrolle

Lösung anzeigen

Abb. 15.2 Exemplarische Aufgabe zum Powerrechnen (im studiVEMINT-Kurs: LE 7, Kapitel „Trigonometrie an rechtwinkligen Dreiecken“, Abschnitt „Aufgaben“)

489 Teilnehmern einordnen. Bei dieser Methode wurde natürlich vorausgesetzt, dass die
490 Studierenden ehrliche Angaben über ihre Leistung machten, wovon allerdings aufgrund
491 der Anonymität beim „Powerrechnen“ ausgegangen wurde.

492 Gleichzeitig bekam der Dozent durch das Element des „Powerrechnens“ eine Rück-
493 meldung, ob die Studierenden zu diesem Zeitpunkt der Vorlesung in der Lage waren,
494 die Winkelverhältnisse korrekt anzuwenden und damit Aufgaben dieses Typs lösen zu
495 können. Wäre an dieser Stelle also festgestellt worden, dass dies für die Studierenden
496 noch ein großes Problem darstellte, hätte er vor Abschluss des Themas „Winkelverhält-
497 nisse“ noch einmal auf Fragen eingehen oder Missverständnisse aufklären können (dies
498 war nicht der Fall).

5.+ 6. Dozentenvortrag mit Vorführung eines Videos (Innovation)

500 Auf das „Powerrechnen“ folgte eine ca. 20-minütige Phase des Tafelvortrags in der Vor-
501 lesung. Hierbei schloss der Dozent das Thema „Trigonometrie an rechtwinkligen Drei-
502 ecken“ ab und begann mit dem Abschnitt „Trigonometrie am Einheitskreis“. Inhaltlich
503 sind für diesen Abschnitt die folgenden Sachverhalte zentral: Durch die Wahl eines
504 beliebigen Punktes P auf dem Einheitskreis kann ein rechtwinkliges Dreieck mit Hypo-
505 tenuslänge 1 festgelegt werden, dessen Katheten auf die x - bzw. y -Achse projiziert
506 werden können. Wird der Punkt P dabei außerhalb des ersten Quadranten gewählt,
507 so ergibt sich durch eine (bei der Wahl von P im zweiten oder vierten Quadranten)
508 oder beide (wenn P im dritten Quadranten gewählt wird) dieser Projektionen ein
509 negativer Wert (dessen Betrag dann der jeweils projizierten Seitenlänge entspricht).
510 Durch diesen Wert wird der Sinus (y -Achse) bzw. Cosinus (x -Achse) des Winkels
511 definiert, der zwischen der positiven x -Achse und der Hypotenuse des jeweiligen Drei-
512 ecks liegt. So können Sinus und Cosinus auch für Winkel über 90 Grad als sinnvolle

513 Verallgemeinerung festgelegt werden, und es wird deutlich, dass der Sinus eines Winkels
514 zwischen 0 und 180 Grad positiv und der eines Winkels zwischen 180 und 360 Grad
515 negativ ist (und analog entsprechende Folgerungen für den Cosinus).

516 Dieser Sachverhalt kann für den Fall des Sinus durch ein Video, das im
517 studiVEMINT-Material (LE 7, Kapitel „Trigonometrie am Einheitskreis“, Video zum
518 Zusammenhang zwischen Einheitskreis und Sinusfunktion, siehe Abb. 15.3) enthalten
519 ist, anschaulich erklärt werden. In dem Video umläuft der Punkt (oben P genannt),
520 beginnend im Punkt $(1;0)$ den Einheitskreis, während die y -Achsenprojektion beim
521 „Abrollen“ des Kreises eine Sinuskurve beschreibt.

522 Dieses Video wurde an der entsprechenden Stelle im Vortrag vom Dozenten
523 mittels Beamer gezeigt und erläutert. Hier wurde durch den Einsatz des Videos eine
524 Visualisierung ermöglicht, die allein anhand einer Zeichnung an der Tafel kaum oder
525 nur schwer zu erzielen gewesen wäre. Gleichzeitig hatten die Studierenden auch im
526 Anschluss an die Vorlesung weiterhin Zugriff auf das Video und konnten es sich bei
527 Bedarf jederzeit wieder ansehen. Durch die Unterbrechung des Tafelvortrags fand an
528 dieser Stelle ein methodischer Wechsel statt.

529 7.+8. Dozentenvortrag mit Erkundung eines Applets (Innovation)

530 Im anschließenden Vortrag ging der Dozent zunächst auf die Bestimmung bestimmter
531 Sinus- und Cosinuswerte für Winkelangaben im Bogenmaß ein und kam anschließend
532 auf einige grundlegende Eigenschaften der Sinus- und Cosinusfunktion zu sprechen.

533 Zur Demonstration der Symmetrieeigenschaften (Achsensymmetrie der Cosinus-
534 und Punktsymmetrie der Sinusfunktion) enthält das studiVEMINT-Online-Material

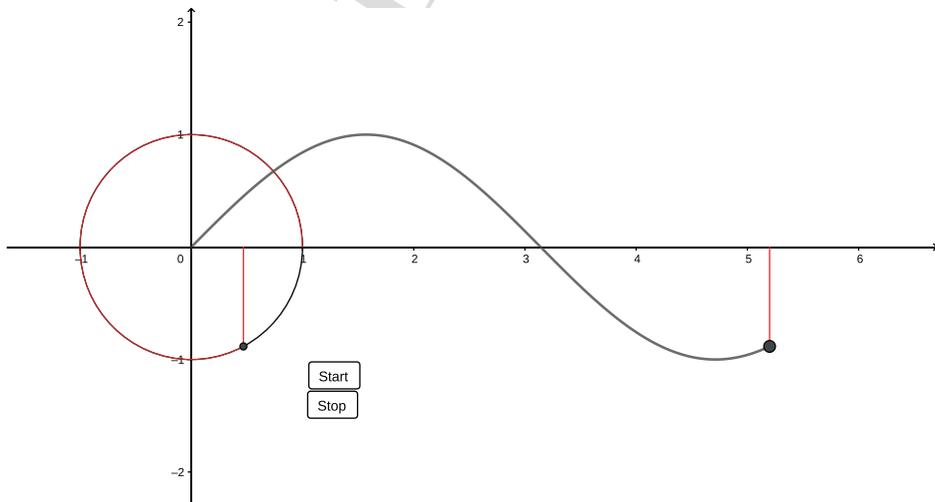


Abb. 15.3 Screenshot des vom Dozenten in der Vorlesung eingesetzten Videos zur Sinusfunktion (im studiVEMINT-Material: LE 7, Kapitel „Trigonometrie am Einheitskreis“)

535 zwei dynamische Applets (LE 7, Kapitel „Trigonometrie am Einheitskreis“, Applets zur
536 Punktsymmetrie der Sinus- und Achsensymmetrie der Cosinusfunktion). In dem Applet
537 zur Sinusfunktion (siehe Abb. 15.4) kann ein Punkt auf der Sinuskurve bewegt werden,
538 während das Applet automatisch den Punkt auf der Sinuskurve zeigt, der genau die
539 negative x -Koordinate zu dem bewegten Punkt hat. Gleichzeitig wird die Verbindungs-
540 strecke zwischen beiden Punkten angezeigt, die aufgrund der Punktsymmetrie zum
541 Ursprung immer durch den Ursprung verläuft. Analog wird im zweiten Applet (siehe
542 Abb. 15.5) für die Cosinuskurve für einen bewegten Punkt automatisch sein Pendant
543 mit negativer x -Koordinate gezeigt; hierbei ist die Verbindung immer eine horizontale
544 Strecke und die „Spiegelung“ der Kurve an der y -Achse wird direkt sichtbar.

545 Diese beiden Applets wurden vom Dozenten in der Vorlesung eingesetzt, um die
546 beschriebenen Symmetrien der beiden Kurven zu illustrieren. Die Applets wurden an
547 dieser Stelle zudem auch eingesetzt, um den Aufwand eines selbst gezeichneten Tafel-
548 bildes mit Sinus- und Cosinusfunktion zu vermeiden (da die erforderliche Exaktheit zur
549 Veranschaulichung der Symmetrie insbesondere für die Studierenden beim Abzeichnen
550 Schwierigkeiten bereiten könnte). Da allerdings nur kurz ein Sachverhalt illustriert
551 werden sollte, bevor die Vorlesung sich inhaltlich anderen Themen zuwendete, wurde
552 von einer eigenständigen Erprobungsphase der Applets durch die Studierenden (die bei
553 der Nacharbeitung der Vorlesung ggf. jederzeit wieder auf das Applet zugreifen konnten)
554 im Vorkurskonzept abgesehen.

555 9. Dozentenvortrag (ohne Innovation)

556 Den inhaltlichen Abschluss der Vorlesung bildete erneut ein Tafelvortrag des Dozenten.
557 Es wurden die Themen „Trigonometrische Identitäten“ mit den Additionstheoremen
558 einschließlich eines Beweises des „trigonometrischen Pythagoras“ und ein kurzer

B & W IN PRINT

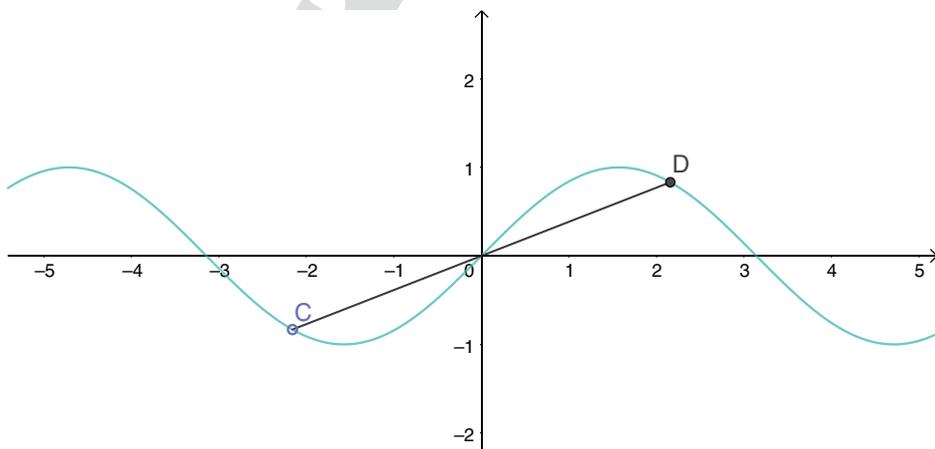


Abb. 15.4 Screenshot des Applets zur Punktsymmetrie der Sinusfunktion (im studiVEMINT-Material: LE 7, Kapitel „Trigonometrie am Einheitskreis“)

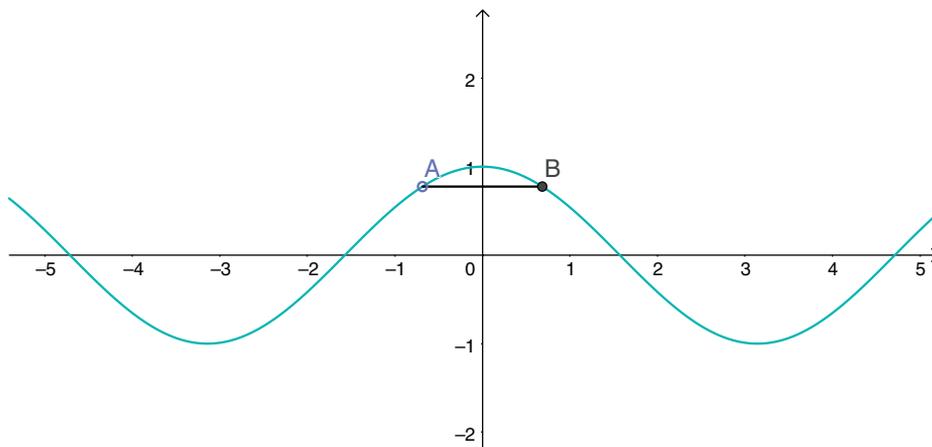


Abb. 15.5 Screenshot des Applets zur Achsensymmetrie der Cosinusfunktion (im studIVEMINT-Material: LE 7, Kapitel „Trigonometrie am Einheitskreis“)

559 Abschnitt zum Thema „Umkehrfunktionen trigonometrischer Funktionen“ mit den
560 Definitionen der Arkusfunktionen behandelt.

561 **10. Befragung der Studierenden per PINGO (Evaluation)**

562 Am Ende der Vorlesung wurden die Studierenden durch den Dozenten dazu aufgefordert,
563 über die auf der Vorlesungshomepage verfügbaren Links die PINGO-Umfragen
564 zur Evaluation der digitalen Elemente der heutigen Vorlesung aufzurufen. Dort
565 beantworteten die Studierenden innerhalb von ca. 5 min sieben Fragen, bei denen sie die
566 in der Vorlesung eingesetzten innovativen didaktischen Elemente nach unterschiedlichen
567 Kriterien bewerten konnten. Auf Aufbau und Ziele der Evaluation wird in Abschn. 15.3
568 näher eingegangen.

569 **15.2.3 Einsatz an den Selbstlerntagen**

570 Die Selbstlerntage im Rahmen des Vorkurses fanden zweimal pro Woche, jeweils am
571 Dienstag und Donnerstag, statt.

572 Empirische Studien im Bereich der Hochschuldidaktik deuten darauf hin, dass eine
573 Aufteilung der zur Verfügung stehenden Lernzeit etwa je zur Hälfte auf den Besuch von
574 Lehrveranstaltungen und auf das Selbststudium zum Lernerfolg beiträgt (z. B. Brauer
575 2014, auf Basis von Handelsman et al. 2004).

576 Die Lernzeit an den Selbstlerntagen unseres Vorkurses sollte eine den individuellen
577 Anforderungen anpassbare Möglichkeit zum Wissenserwerb und zur Wiederholung
578 bieten, die auch das erneute Durcharbeiten theoretischer Inhalte der Vorlesung bei Bedarf
579 mit einschließt.



580 Neben der inhaltlichen Wiederholung dienten die Selbstlerntage auch der lern-
581 methodischen Vorbereitung auf das Studium durch eine konkrete Förderung des selbst-
582 regulierten Lernens (insbesondere deren aktiver Phase und, in geringerem Maße, jeweils
583 auch der prä- und postaktiven Phase). Damit sollten die Vorkursteilnehmerinnen und
584 -teilnehmer darauf vorbereitet werden, dass diese Art des Lernens auch im Studium eine
585 zentrale Rolle spielt, da an der Universität im Vergleich zur Schule ein größerer selbst-
586 ständiger Arbeitsaufwand außerhalb der Lehrveranstaltungen zu bewältigen ist.

587 Der zu Beginn des Vorkurses vom Dozenten für *alle* Selbstlerntage formulierte Auf-
588 trag war die eigenständige Beschäftigung mit den behandelten mathematischen Inhalten
589 zur Wiederholung und Vertiefung. Dieser Auftrag wurde anhand der speziellen, auf die
590 Inhalte des jeweils vorangegangenen Präsenztages angepassten Arbeitsaufträge mit dem
591 studiVEMINT-Lernmaterial jeweils für jeden einzelnen Selbstlerntag konkretisiert.

592 Für die Nutzung der studiVEMINT-Online-Materialien an den Selbstlerntagen
593 sprachen die folgenden Argumente:

- 594 1. Das Lernmaterial des studiVEMINT-Kurses wurde ursprünglich vorrangig zum
595 individuellen Lernen außerhalb von Präsenzveranstaltungen konzipiert. Hierdurch
596 bietet es einige Vorteile in der selbstständigen Anwendung wie zum Beispiel die
597 Möglichkeit der Selbstkontrolle beim Lösen der enthaltenen Aufgaben durch die
598 bereitgestellten ausführlichen Musterlösungen.
- 599 2. Die Studierenden sollten durch die Arbeit mit konkreten Arbeitsaufträgen dazu
600 angeregt werden, an den Selbstlerntagen ausreichend Zeit in die Wiederholung des
601 Stoffes zu investieren. Ein allgemein formulierter Auftrag zur selbstständigen Wieder-
602 holung der jeweils in der Vorlesung und den Übungen behandelten Inhalte erschien
603 uns hierbei deutlich weniger erfolgversprechend und motivierend.
- 604 3. Wie weiter oben erläutert, sollten durch die Arbeit mit den Arbeitsaufträgen
605 Strategien aus dem Bereich des selbstregulierten Lernens, insbesondere aus dessen
606 aktionaler und postaktionaler Phase, unterstützt werden. Gleichzeitig sollte hierbei
607 ein Lernmaterial eingesetzt werden, mit dem die Studierenden auch über den Vorkurs
608 hinaus bei Bedarf selbstständig Inhalte nachschlagen und wiederholen konnten bzw.
609 können.

610 Pro Selbstlerntag wurden drei bis vier Arbeitsaufträge zur Bearbeitung auf die Rückseite
611 des Übungsblattes, das in den (Präsenz-)Übungen bearbeitet wurde, aufgenommen. Die
612 Übungsblätter wurden von den Tutorinnen und Tutores in den Übungen verteilt; damit
613 lagen die Arbeitsaufträge allen in den Übungen anwesenden Teilnehmerinnen und Teil-
614 nehmern schriftlich vor oder konnten (z. B. bei Abwesenheit in den Übungen) auf der
615 Lernplattform zum Vorkurs zusammen mit dem jeweiligen Übungsblatt heruntergeladen
616 werden. Die Arbeitsaufträge wurden für eine Bearbeitungszeit von insgesamt ca. drei bis
617 vier Stunden konzipiert. Dabei wurde davon ausgegangen, dass neben der Bearbeitungs-
618 zeit auch noch Zeit zur Beschäftigung mit den Vorlesungs- und Übungsunterlagen zur
619 Verfügung stehen und die Bearbeitung der Arbeitsaufträge damit zeitlich und inhaltlich



620 keinen vollen Lerntag (von fünf bis sechs Stunden, vergleichbar zu den Präsenztagen)
621 abdecken sollte. Die Arbeitsaufträge waren konkret auf den mathematischen Inhalt des
622 jeweils vorhergehenden Präsenztages abgestimmt und enthielten unter anderem Aufträge
623 zur Selbstevaluation des Wissensstandes, Übungsaufgaben zur Einübung von Rechen-
624 techniken sowie Verweise auf Kapitel des studiVEMINT-Online-Kurses mit ergänzenden
625 Inhalten, die in der Vorlesung nicht thematisiert werden konnten. Eine Vorauswahl an
626 möglichen geeigneten Arbeitsaufträgen wurde von uns bei einer Sichtung des Materials
627 zum passenden Vorlesungstag getroffen (siehe dazu Abschn. 15.2.1) und im Anschluss
628 mit dem Dozenten abgestimmt.

629 Für die Samstage und Sonntage wurden keine solchen Arbeitsaufträge erteilt, da nach
630 der vom Gesamtkonzept vorgesehenen umfangreichen Beschäftigung mit den Lern-
631 inhalten von Montag bis Freitag nicht noch zusätzliche Wochenendarbeit obligatorisch
632 gemacht werden sollte.

633 **Das didaktische Konzept der Arbeitsaufträge für die Selbstlerntage, verdeutlicht** 634 **am Beispiel des dritten Selbstlerntages zum Thema „Trigonometrie“**

635 Abb. 15.6 zeigt exemplarisch die vier Arbeitsaufträge zum Thema „Trigonometrie“ für
636 den dritten Selbstlerntag. Diese konkreten Arbeitsanweisungen für den Selbstlerntag
637 waren in den vorangegangenen Jahren nicht erteilt worden, sondern wurden im Rahmen
638 unserer Studie ergänzt. Ähnliche Arbeitsanweisungen gab es für jeden der insgesamt
639 acht Selbstlerntage des Vorkurses.

640 Die Ziele der Arbeitsaufträge für die Selbstlerntage waren dabei:

- 641 1. Wiederholung des in den Präsenzveranstaltungen (Vorlesung, Übung) vermittelten
642 Lernstoffes,
- 643 2. in Kombination mit dem vorigen Punkt insbesondere das Einüben von Rechen-
644 techniken und Lösungsverfahren,
- 645 3. die Vermittlung von zusätzlichen Inhalten und Anwendungsbereichen, die in der Vor-
646 lesung und/oder den Übungen nicht thematisiert werden konnten (dies waren i. d. R.
647 aufbauende oder speziellere Inhalte, die bei der Konzeption der Inhalte der Präsenz-
648 veranstaltungen zurückgestellt werden mussten),
- 649 4. die Selbstevaluation des eigenen Wissensstandes durch die Studierenden mit dem
650 Ziel, eigene Defizite und Wissenslücken identifizieren zu können und damit ggf.
651 dazu zu motivieren, sich noch einmal vertieft und nötigenfalls auch über den Vorkurs
652 hinaus mit den entsprechenden Inhalten zu beschäftigen.

653 Weiterhin wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer über die Möglichkeit informiert,
654 sich bei ggf. auftretenden inhaltlichen Schwierigkeiten, die sich bei der Arbeit am
655 Selbstlerntag ergeben könnten, an ihren jeweiligen Tutor bzw. ihre Tutorin zu wenden.

656 Der Aufbau der Arbeitsaufträge für den Selbstlerntag orientierte sich an der Auf-
657 teilung der Kapitel aus der Lerneinheit „Trigonometrie“ (LE 7) im studiVEMINT-
658 Material. Auf die Inhalte, Hintergründe und Ziele dieser vier Arbeitsaufträge gehen wir



Arbeitsaufträge für Selbstlerntag 5 (Di 19.9.2017)

Alle nachfolgenden Arbeitsaufträge beziehen sich auf die Lerneinheit 7 zum Thema *Trigonometrie*, die Sie online im Mathematik-Kurs unter

<https://www.studiport.de/mathematik/>

finden.

1. Intro zum Thema *Trigonometrie*

Beurteilen Sie selbst: Wenn Sie mit dem Thema Trigonometrie bisher wenig in Kontakt waren oder in der Vorlesung gemerkt haben, dass sie mit den Inhalten noch nicht vertraut sind, arbeiten Sie zunächst die Einstiegsaufgabe durch, die Sie in LE 7 in dem Kapitel *Intro Trigonometrie* finden. Darin wird anhand eines Anwendungsbeispiels ein Querschnitt der Themen vorgestellt, zu denen Sie in den nachfolgenden Kapiteln zur Trigonometrie weitere Erklärungen und Aufgaben finden.

2. Kapitel *Trigonometrie am rechtwinkligen Dreieck*

Bearbeiten Sie im Kapitel *Trigonometrie am rechtwinkligen Dreieck* im Abschnitt *Aufgaben* die Übungsaufgaben 4-8. Lesen Sie im Abschnitt *Anwendungen* das Beispiel 5 zur Bestimmung der Breite eines Flusses anhand der Trigonometrie. Arbeiten Sie anschließend den Abschnitt *Ergänzungen* durch. Machen Sie sich insbesondere mit den beschriebenen Möglichkeiten vertraut, Sinus- und Cosinuswerte ohne Taschenrechner zu bestimmen.

3. Kapitel *Trigonometrie am Einheitskreis*

Bearbeiten Sie im Kapitel *Trigonometrie am Einheitskreis* im Abschnitt *Aufgaben* die Übungsaufgaben 3, 7, 8 und 9.

4. Kapitel *Ergänzungen zur Trigonometrie*

Bearbeiten Sie im Kapitel *Ergänzungen zur Trigonometrie* im Abschnitt *Aufgaben* die Aufgaben 1, 6 und 7. Arbeiten Sie anschließend das im Abschnitt *Anwendungen* beschriebene Beispiel zur Verwendung der Trigonometrie in der Vermessungstechnik durch.

Abb. 15.6 Arbeitsaufträge für den dritten Selbstlerntag des Vorkurses zur Vertiefung und Erweiterung der Kenntnisse zum Thema „Trigonometrie“

659 im Folgenden exemplarisch näher ein. Durch die nachfolgend formulierten Arbeitsauf-
660 träge sollten die oben genannten Ziele 4 (in Arbeitsaustrag 1), 1 bis 3 (in den Arbeitsauf-
661 trägen 2 und 4) bzw. 1 bis 2 (in Arbeitsauftrag 3) verfolgt werden.

- 662 • *1. Arbeitsauftrag:* Der Dozent berichtete in einem Vorgespräch zur Entwicklung
663 der Lernmaterialien für diesen Vorlesungstag, dass das Thema „Trigonometrie“
664 bei vielen Vorkursteilnehmerinnen und -teilnehmern der Vorjahre als große Hürde
665 wahrgenommen wurde, die zu diesem Thema gar keine oder nur sehr wenige Vor-
666 kenntnisse mitbrachten. Aus diesem Grund sollten die Studierenden, die sich beim
667 Thema „Trigonometrie“ auch nach der Vorlesung noch nicht sicher fühlten, anhand
668 von Arbeitsauftrag 1 am Selbstlerntag das Intro des studiVEMINT-Materials (im
669 studiVEMINT-Kurs: LE 7, Kapitel „Intro Trigonometrie“) durcharbeiten. Die
670 Formulierung der Aufgabenstellung sollte eine bewusste Selbsteinschätzung der



671 Studierenden und damit eine Reflexion der eigenen Vorkenntnisse anregen. Das Intro
672 enthält einen thematischen Querschnitt der Lerneinheit zur Trigonometrie und kann
673 sowohl zum Einstieg, zur Reaktivierung vorhandenen Wissens als auch zur Selbst-
674 evaluation genutzt werden. Der Erfolg bei der Bearbeitung der im Intro gestellten
675 Aufgaben sollte den Studierenden Aufschluss darüber geben, inwieweit sie bereits
676 einige Vorkenntnisse der relevanten Inhalte besaßen, und ggf. konnten auf diesem
677 Wege Lücken identifiziert werden, die dann im Anschluss anhand des gesamten Vor-
678 kurs-Lernmaterials in Eigenverantwortung geschlossen werden konnten.

- 679 • **2. Arbeitsauftrag:** Dieser bezog sich auf das Kapitel „Trigonometrie an recht-
680 winkligen Dreiecken“ aus der Lerneinheit zur Trigonometrie im studiVEMINT-Kurs.
681 Inhaltlich schloss er direkt an die Aufgaben des „Powerrechnens“ aus der Vorlesung
682 an und forderte zur Bearbeitung der anderen, zunehmend komplexeren Aufgaben zum
683 Thema „Seitenverhältnisse“ auf. Weiterhin wurde auf eine konkrete Anwendungs-
684 aufgabe und einen ergänzenden Abschnitt verwiesen, in dem Beziehungen zwischen
685 Sinus, Cosinus und Tangens thematisiert wurden, die in der Vorlesung nicht behandelt
686 werden konnten. Zusätzlich enthielt der Bereich „Anwendungen“ des studiVEMINT-
687 Lernmaterials noch einen Abschnitt, in dem die Berechnung von Sinus- und Cosinus-
688 werten für bestimmte Parameter ohne Taschenrechner erklärt wird. Da dies nach
689 Aussage des Dozenten auch in den Mathematikveranstaltungen in ingenieurwissen-
690 schaftlichen Studiengängen häufig verlangt wird, wurde diese Aufgabe auf das Blatt
691 für den Selbstlerntag aufgenommen.
- 692 • **3. Arbeitsauftrag:** Hier sollte durch die Bearbeitung von Aufgaben aus dem Kapitel
693 „Trigonometrie am Einheitskreis“ (im studiVEMINT-Kurs enthalten in der Lern-
694 einheit 7 zur Trigonometrie) unter anderem die Umrechnung zwischen Grad- und
695 Bogenmaß sowie das Lösen von Gleichungen, die trigonometrische Terme enthalten,
696 wiederholt und gefestigt werden. Zudem sollte ein konkretes, anwendungsbezogenes
697 Beispiel (Berechnung von Einfallswinkel und Brechungswinkel eines Lichtstrahls
698 im Wasser) durchgearbeitet und der Umgang mit Winkeln im Bogenmaß eingeübt
699 werden.
- 700 • **4. Arbeitsauftrag:** Grundlage ist hier das Kapitel „Ergänzungen zur Trigonometrie“,
701 welches den Abschluss der Lerneinheit zur Trigonometrie im studiVEMINT-
702 Online-Material bildet. Bei der Bearbeitung sollten die Verwendung von Sinus- und
703 Cosinussatz, die Anwendung von Additionstheoremen und der Umgang mit den
704 Umkehrfunktionen der trigonometrischen Funktionen eingeübt und anhand eines
705 Anwendungsbeispiels aus der Vermessungstechnik (Messung von Strecken im
706 Gelände mithilfe von Winkelmessungen) illustriert werden.

707 Insgesamt wurden durch die Aufgaben für diesen Selbstlerntag alle in der Vorlesung
708 thematisierten Inhalte (vgl. Abschn. 15.2.2) noch einmal aufgegriffen und durch beispiel-
709 hafte Anwendungen erweitert. Einige in der Praxis relevante, aber in der Vorlesung nicht
710 thematisierte mathematische Inhalte (z. B. Berechnung von Sinus- und Cosinuswerten
711 für bestimmte Parameter ohne Taschenrechner) wurden damit ausschließlich durch



712 die Arbeit mit dem studiVEMINT-Material abgedeckt. Es waren sowohl Aufgaben zur
713 Selbstevaluation als auch zur reinen Wiederholung und Vertiefung sowie zur Erweiterung
714 des in der Vorlesung vermittelten Wissens enthalten.

715 **15.3 Evaluation der Integration der studiVEMINT-Materialien** 716 **in den Präsenzkurs**

717 **15.3.1 Leitfragen und Methoden der Evaluation**

718 Neben dem Ziel der methodischen und medialen Erweiterung des Vorkurses im Sinne
719 des Einsatzes neuer, verständnisfördernder Lernmaterialien war die Evaluation der ein-
720 gesetzten Lehrmethoden hinsichtlich ihrer Akzeptanz und Praktikabilität Ausgangspunkt
721 der hier vorgestellten Studie. Die Integration digitaler Lernmaterialien in die Präsenz-
722 lehre sollte nicht nur praktisch erprobt, sondern auch dokumentiert sowie detailliert
723 evaluiert werden. Hierfür entwickelten wir eine Evaluationsmethode, die eine sehr
724 differenzierte Sicht auf die Effekte der neu entwickelten didaktischen Elemente zulässt.

725 Dabei orientierten wir uns an den folgenden Leitfragen:

726 Wie gehen die Studierenden mit dem studiVEMINT-Lernmaterial um? Insbesondere:

- 727 1. Wie bewerten sie das Material am Ende des Vorkurses insgesamt?
- 728 2. Wie bewerten sie das Material direkt nach der Benutzung in der Vorlesung? Wie
729 werden hierbei die einzelnen Elementtypen und ihre Integration in die Vorlesung
730 (Applets und Videos, Texte und Abbildungen, Aufgaben) und deren Einsatzformen
731 (also passiv/nur vom Dozenten eingesetzt oder aktiv/durch selbstständige Arbeit
732 mit dem Material) von den Vorkursteilnehmerinnen und -teilnehmern subjektiv ein-
733 gestuft? Insbesondere:
 - 734 – Machen sie Spaß und
 - 735 – werden sie als hilfreich für das Verständnis empfunden?
- 736 3. Wie arbeiten die Studierenden im Zusammenhang mit den Selbstlertagen? Ins-
737 besondere: Wie viel Zeit investieren die Studierenden in die Arbeitsaufträge, die für
738 die Selbstlertage gestellt werden?

739 Für die Formulierung dieser Schwerpunkte ausschlaggebend war das Interesse auf-
740 seiten des Dozenten und des Studienteams, Einsatzmöglichkeiten der Integration neuer
741 didaktischer Elemente in die Lehrveranstaltung zu entwickeln und deren Wirkung
742 zu evaluieren. Dabei stand weniger eine normative Erhebung von Leistungsdaten im
743 Zusammenhang mit den neu entwickelten didaktischen Elementen im Fokus als die
744 Bewertung der Maßnahmen durch die Studierenden. Dieser Schwerpunkt ist einerseits
745 damit zu begründen, dass eine direkte Messung etwaiger Effekte auf die Leistungen der
746 Studierenden nicht im Rahmen einer Befragung stattfinden konnte, die die Vorlesung
747 nicht in erheblicher Weise zeitlich beeinträchtigt und damit im Widerspruch zu unserer





748 Maßgabe, den Stoff nicht zu kürzen, gestanden hätte. Weiterhin ist fraglich, inwieweit
749 eine (selbst im unmittelbaren Anschluss an den Einsatz einer didaktischen Innovation
750 durchgeführte) Leistungsüberprüfung eine tatsächliche Aussagekraft auf die Wirksam-
751 keit der eingesetzten Lehrmethode hat. Darüber hinaus stünde eine solche engmaschige
752 Leistungskontrolle auch dem erklärten Ziel im Wege, die Studierenden im Rahmen des
753 Vorkurses an eine selbstverantwortliche Arbeitsweise heranzuführen, bei der die Ein-
754 schätzung des eigenen Leistungsstandes und des Nutzens unterschiedlicher Lehrmittel
755 von den Studierenden zunehmend selbst übernommen werden muss.

756 Im Sinne einer individuellen Einschätzung der eingesetzten didaktischen Elemente
757 durch die Studierenden wurde auch die Frage nach dem Spaß bei der Arbeit mit einem
758 bestimmten didaktischen oder digitalen Element mit aufgenommen. Hintergrund war,
759 dass neben der Frage nach der inhaltlichen Eignung eines didaktischen Elementes auch
760 die Frage, ob dieses der Motivation zuträglich ist, bei der Auswahl entscheidend ist. Die
761 Herausforderung bestand also darin, die emotionalen Aspekte der eigenen Motivation
762 lokal in einer für die Studierenden leicht zu erfassenden und zu beantwortenden einzel-
763 nen Frage abzubilden. Der hierfür gewählte Begriff „Spaß“ ist in diesem Zusammenhang
764 als Synonym zu „Freude“ zu verstehen, das im Bildungskontext stärker konzeptualisiert
765 ist (z. B. Brandmayr 2016), wir aber zugunsten einer umgangssprachlicheren
766 Formulierung in unserer Befragung vermeiden wollten.

767 Durch die Befragungen zu den Selbstlerntagen sollten einerseits Daten erhoben
768 werden, in welchem Maße diese von den Studierenden tatsächlich genutzt wurden, und
769 damit die diesbezüglich eher pessimistischen Eindrücke der Lehrpersonen aus den Vor-
770 jahren verglichen werden. Andererseits sollte durch die Befragung festgestellt werden,
771 inwieweit die neu formulierten Arbeitsaufträge für die Selbstlerntage, die für eine
772 mehrstündige Bearbeitung konzipiert waren, von den Studierenden angenommen und
773 umgesetzt wurden.

774 Zum Einsatz kamen im Vorkurs zwei unterschiedliche Methoden der Datenerhebung.
775 Am ersten und am letzten Vorkurstag wurden Fragebögen (auf Papier) in der Vorlesungs-
776 zeit ausgegeben und ausgefüllt (im Folgenden mit Anfangs- und Abschlussbefragung
777 bezeichnet).

778 Außerdem wurden mithilfe des Live-Feedbacksystems PINGO, das in der Vorlesung
779 auch in mathematisch-inhaltlichen Kontexten eingesetzt wurde, an allen Präsenztagen
780 des Vorkurses während der Vorlesung gezieltes Feedback zum Einsatz der digitalen Lern-
781 materialien eingeholt (im Folgenden „PINGO-Umfragen“ genannt).

782 So konnte der zeitliche Abstand zwischen dem Einsatz der didaktischen Elemente und
783 der Erhebung minimiert und das jeweilige Element im relevanten Kontext der Vorlesung
784 beurteilt werden, ohne dabei die Vorlesung durch das häufige Verteilen und Einsammeln
785 von Fragebögen zu unterbrechen. Die Nutzung desselben Systems für mathematisch-
786 inhaltliche Fragen sowie zur Feedbackerhebung begünstigte dabei eine hohe Rücklauf-
787 quote.

788 Die Fragen, die in den PINGO-Evaluationen gestellt wurden, sollten kurz und leicht
789 zu beantworten sein und nicht zu viel Zeit in der Vorlesung beanspruchen, weshalb wir



790 uns bei den per PINGO gestellten Evaluationsfragen auf einige wenige, sich wieder-
791 holende Fragetypen zur Beurteilung der eingesetzten digitalen Elemente beschränkten
792 (vgl. Tab. 15.2). Dabei standen die Fragen „Hat der Einsatz von (...) Spaß gemacht?“
793 und „War der Einsatz von (...) hilfreich für das Verständnis?“ sowie die regelmäßige
794 Befragung zu den Selbstlerntagen im Fokus. Die einheitliche Formulierung sollte auch
795 zu einem „Wiedererkennungswert“ der Fragen beitragen.

796 Je Vorlesung wurden zwischen zwei und sieben Evaluationsfragen gestellt, die die
797 Studierenden z. B. per Smartphone oder Laptop beantworten konnten. Dies geschah
798 gesammelt zu einem Zeitpunkt, i. d. R. nach dem Einsatz des letzten digitalen Elementes
799 oder am Ende der Vorlesung. Hierdurch konnten zwar nicht für alle integrierten
800 Elemente unmittelbar im Anschluss an deren Einsatz Daten erhoben werden, dafür blieb
801 der reguläre Vorlesungsablauf durch die Erhebung möglichst unbeeinträchtigt.

802 Die Anfangs- und Abschlussbefragungen ermöglichten eine weiter gehende
803 Evaluation durch stärker ausdifferenzierte Fragen sowie eine Erhebung zur Gesamt-
804 beurteilung der innovativen Elemente durch die Studierenden.

805 Alle von uns erhobenen Daten basieren auf den Angaben, die die Teilnehmerinnen
806 und Teilnehmer im Rahmen unserer freiwilligen Befragungen über ihr eigenes Arbeits-
807 verhalten machten. Alle so erhobenen Daten wurden anonym erfasst. Einige Ergebnisse
808 aus der Auswertung dieser Befragungen finden sich in Abschn. 15.4 dieses Berichtes.

809 Neben der in den folgenden Abschn. 15.4.1 und 15.4.2 vorgestellten Beantwortung
810 der oben formulierten Leitfragen wenden wir uns in Abschn. 15.4.3 noch der Frage
811 zu, inwieweit sich das vorgestellte Konzept zur Integration digitaler Elemente in die
812 Präsenzveranstaltung durch das selbstständige Mitbringen digitaler Endgeräte durch die
813 Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Vorkurses realisieren ließ und welche Geräte hier-
814 bei bevorzugt eingesetzt wurden.

815 **15.3.2 Exemplarische Gestaltung der PINGO-Evaluationen am** 816 **Beispiel von Vorlesungstag 4**

817 In der PINGO-Umfrage zu der in Abschn. 15.2.2 vorgestellten Vorlesung zum Thema
818 „Trigonometrie“ konnten die Studierenden die eingesetzten digitalen Lernelemente
819 bewerten. Wegen der schweren nachträglichen Unterscheidbarkeit zwischen der Vor-
820 führung eines dynamischen Applets und eines Videos durch den Dozenten wurden
821 diese beiden Integrationsformen (vgl. Tab. 15.3) als Kategorie zusammengefasst und
822 sollten am Ende der Vorlesung gemeinsam bewertet werden. Entsprechend unserer in
823 Abschn. 15.3.1 vorgestellten Leitfrage 1 waren die Fragestellungen, ob der Einsatz des
824 Elementes als für das Verständnis hilfreich angesehen wurde und ob er Spaß gemacht
825 habe, unsere Hauptkriterien für die Bewertung aller Elemente.

826 Die Umfrage bestand aus mehreren Aussagen, die anhand einer fünfstufigen Likert-
827 Skala („trifft zu“ – „trifft eher zu“ – „trifft eher nicht zu“ – „trifft nicht zu“ – „habe ich
828 nicht mitgemacht“) in einer PINGO-Abfrage bewertet werden konnten.



829 Abgefragt wurden die beiden Hauptkriterien für die eingesetzten Elemente „Lese-
830 phase mit Material zu Beginn der Vorlesung“, „Powerrechnen“ und „Einsatz der Videos
831 und Applets“:

- 832 1. Die Präsentation zu den Themen „Winkel“ und „Winkelmessung“ zu Beginn der Vor-
833 lesung mithilfe der Studiport-Materialien war für mein Verständnis hilfreich.
- 834 2. Die Präsentation zu den Themen „Winkel“ und „Winkelmessung“ zu Beginn der Vor-
835 lesung mithilfe der Studiport-Materialien hat mir Spaß gemacht.
- 836 3. Das Powerrechnen war für mein Verständnis hilfreich.
- 837 4. Das Powerrechnen hat mir Spaß gemacht.
- 838 5. Die interaktiven Veranschaulichungen zu Sinus und Cosinus waren für mein Verständ-
839 nis hilfreich.
- 840 6. Die interaktiven Veranschaulichungen zu Sinus und Cosinus haben mir Spaß gemacht.

841 Für die selbstständige Lesephase zum Einstieg der Vorlesung wurde um eine weitere
842 Einschätzung nach dem Nutzen der selbständigen Arbeit mit dem Material gebeten:

- 843 7. Es war für mein Verständnis hilfreich, dass ich die Studiport-Materialien zu den
844 Themen Winkel und Winkelmessung am eigenen Gerät direkt mitverfolgen konnte.
- 845 Die obige Auflistung ist repräsentativ für fast alle anderen Umfragen, in denen die-
846 selben Formulierungen und Antwortmöglichkeiten verwendet und anstelle des Power-
847 rechnens bzw. der interaktiven Visualisierungen die jeweils eingesetzten didaktischen
848 Elemente, die die Teilnehmer zuvor in der Vorlesung erlebt hatten, genannt wurden. Da
849 der Vorlesungstag 4 auf einen Montag fiel, gab es an diesem Tag keine Befragung zum
850 Selbstlerntag.

851 **15.4 Auswertung der zur Evaluation erhobenen Daten**

852 In diesem Abschnitt geben wir Antworten auf die zweite, zu Beginn in Abschn. 15.2
853 gestellte Forschungsfrage nach der Akzeptanz und Bewertung unserer in den Vorkurs
854 eingebrachten didaktischen Elemente durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

855 Wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, wurden Daten sowohl für die einzel-
856 nen Elementtypen getrennt an den einzelnen Vorlesungstagen mit dem digitalen
857 Live-Feedbacksystem PINGO als auch zusammenfassend durch Anfangs- und
858 Abschlussbefragungen am ersten bzw. letzten Tag des Vorkurses erhoben. Im Folgenden
859 sollen einige der Ergebnisse dieser Befragungen vorgestellt werden, wobei der Schwer-
860 punkt auf den Ergebnissen der Abschlussbefragung und der PINGO-Umfragen zu den
861 eingesetzten digitalen Lernelementen in der Vorlesung und an den Selbstlerntagen liegt,
862 während die Ergebnisse der (inhaltlich anders fokussierten) Anfangsbefragung in diesem
863 Beitrag im Hintergrund stehen.

864 **15.4.1 Feedback zum Einsatz digitaler Elemente in der Vorlesung**

865 Wir unterscheiden hier zwischen den Einzelevaluationen, die direkt nach dem Einsatz
866 der digitalen Elemente per PINGO durchgeführt wurden, und der zusammenfassenden
867 Gesamtevaluation am Ende des Vorkurses.

868 **15.4.1.1 Ergebnisse der PINGO-basierten Umfragen**

869 Wie in Abschn. 15.3.1 erläutert, waren die Umfragen an den anderen Vorkurstagen
870 sowohl vom Umfang her als auch inhaltlich vergleichbar. Damit konnten schließlich
871 alle Einzelbefragungen einerseits nach dem Typ des konkret evaluierten digitalen Lern-
872 elements (Aufgaben, Texte und Abbildungen, Applets und Lernvideos) und andererseits
873 nach dem jeweiligen Fokus der Frage (Verständnisförderung oder Spaß) zusammen-
874 gefasst und ausgewertet werden.

875 **Ergebnisse zu Vorlesungstag 4**

876 Beispielhaft für die einzelnen Befragungen an den Vorlesungstagen wird an dieser
877 Stelle die Auswertung der Ergebnisse der PINGO-Umfrage zu Vorlesungstag 4, der in
878 Abschn. 15.2.2 beschrieben wurde, vorgestellt (siehe Abb. 15.7).

B & W IN PRINT

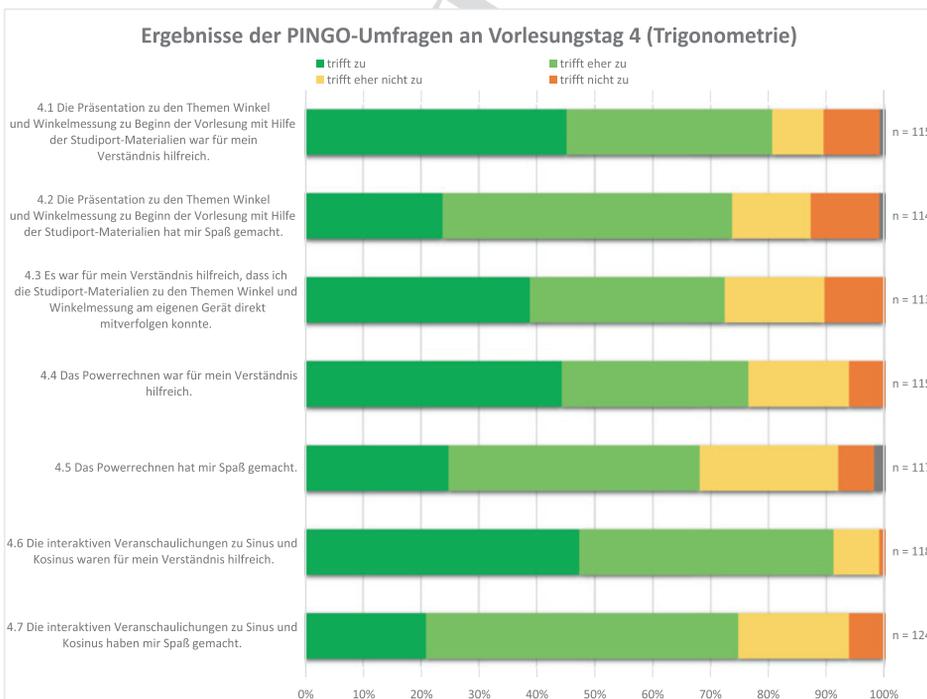


Abb. 15.7 Auswertungen der PINGO-Umfrage am Vorlesungstag 4



879 Die Integrationsmaßnahmen an Vorlesungstag 4 wurden überwiegend positiv bewertet.
880 Auch die Beteiligung an den zur Aktivierung konzipierten Elementen wie dem „Power-
881 rechnen“ und der Lese- und Schreibphase war hoch. Insgesamt zeigt sich, dass die Elemente in Bezug
882 auf die Frage, ob sie für das Verständnis hilfreich gewesen seien, besser bewertet wurden
883 als in Bezug auf die Frage nach dem Spaß. Insbesondere die interaktiven Visualisierungen
884 von Sinus und Cosinus werden von den Studierenden als besonders hilfreich bewertet.

885 **Zusammenfassende Ergebnisse der PINGO-basiert erhobenen Evaluationsfragen**

886 Im Rahmen der hier vorgestellten Studie wurden in unterschiedlichen Vorlesungen ins-
887 gesamt sechs PINGO-Umfragen zum Einsatz von Applets und Videos durchgeführt. Jede
888 Umfrage enthielt eine Frage nach dem Spaß beim Einsatz (im Folgenden als das Kriterium
889 „Spaß“ bezeichnet) und eine Frage, ob der Einsatz des Applets oder Videos als hilfreich für
890 das Verständnis angesehen wurde (im Folgenden als das Kriterium „Verständnisförderung“
891 bezeichnet). Zur Kategorie „Texte und Visualisierungen“ wurden insgesamt drei und zur
892 Kategorie „Aufgaben“ sieben Befragungen im Verlauf des Vorkurses durchgeführt.

893 Tab. 15.4 enthält die Ergebnisse zu den einzelnen Kategorien, zusammengefasst aus
894 allen Umfragen. Dabei ist beim Lesen zu beachten, dass mit der Anzahl der zugrunde
895 liegenden Antworten (z. B. „n = 677“ für Applets und Videos) alle Einzelantworten aus
896 allen Befragungen zusammen gemeint sind. Dies schließt insbesondere mit ein, dass
897 dabei einzelne Personen durch ihre Teilnahme an mehreren Befragungen auch mehrere
898 Antworten zum Gesamtergebnis beitragen.

899 Die Antwortmöglichkeiten bei diesen Fragen waren immer: „trifft zu“ – „trifft eher
900 zu“ – „trifft eher nicht zu“ – „trifft nicht zu“ – „habe ich nicht mitgemacht“.

901 Insgesamt ergab sich eine sehr hohe Akzeptanz der integrierten Elemente. Die
902 Bewertung nach dem Kriterium „Spaß“ beim Einsatz der integrierten Elemente war in
903 Regel etwas niedriger als die nach dem Kriterium „Verständnisförderung“. Dies ent-
904 spricht auch den weiter oben erläuterten Ergebnissen der PINGO-Befragung zu Vor-
905 lesungstag 4. Es ist zu erkennen, dass die dynamischen Elemente wie Applets und
906 Videos sowie die selbstständige Bearbeitung von Aufgaben sowohl in Bezug auf die
907 „Verständnisförderung“ als auch hinsichtlich des Faktors „Spaß“ besser bewertet wurden
908 als der Einsatz von Texten und nichtdynamischen Visualisierungen.

Tab. 15.4 Ergebnisse der Gesamtauswertung der PINGO-Evaluationen

Kriterium / Kategorie	„(...) war für mein Verständnis hilfreich“ Angaben: „trifft zu“ oder „trifft eher zu“	„(...) hat mir Spaß gemacht“ Angaben: „trifft zu“ oder „trifft eher zu“
<i>Applets und Videos</i> (n = 677)	80 %	70 %
<i>Aufgaben</i> (n = 812)	78 %	78 %
<i>Texte und Abbildungen</i> (n = 359)	73 %	60 %

909 **15.4.1.2 Ergebnisse der Abschlussbefragung**

910 In der Abschlussbefragung am letzten Tag des Vorkurses wurden die Studierenden retro-
911 perspektiv noch einmal ausführlicher zu ihren Eindrücken bezüglich der eingesetzten
912 digitalen Elemente in den Vorkurs befragt.

913 **Einzelbewertungen der Elemente**

914 Die während der Vorlesung eingesetzten Elemente aus dem studiVEMINT-Lernmaterial
915 wurden von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern hinsichtlich der folgenden Aspekte
916 bewertet:

- 917 1. War der Einsatz hilfreich für das mathematische Verständnis? (Kriterium „Verständ-
918 nisförderung“)
- 919 2. Hat der Einsatz Spaß gemacht? (Kriterium „Spaß“)
- 920 3. Stellte der Einsatz des Elementes eine (nach jeweils subjektiven Kriterien) wert-
921 volle methodische Auflockerung der Vorlesung dar? (Kriterium „methodische Auf-
922 lockerung“)

923 Texte und Abbildungen kamen in der Vorlesung häufig gemeinsam zum Einsatz, etwa
924 in den Phasen, in denen sich die Studierenden selbstständig während der Vorlesungs-
925 zeit mit den Inhalten eines Kapitels aus dem studiVEMINT-Kurs befassen sollten. Daher
926 wurde auch bei der Befragung nicht zwischen einem Text und den darin enthaltenen
927 Abbildungen unterschieden (Abb. 15.8).

928 Ebenso wurde bei den dynamischen Elementen Applet und Video (Abb. 15.9) ver-
929 fahren, die z. B. beim Einsatz durch den Dozenten für die Studierenden ähnlich wahr-
930 genommen werden konnten. Auch bei der Befragung zum Einsatz von Aufgaben mit
931 Eingabekontrolle (Abb. 15.10) gaben die Studierenden vergleichbare Rückmeldungen.

B & W IN PRINT

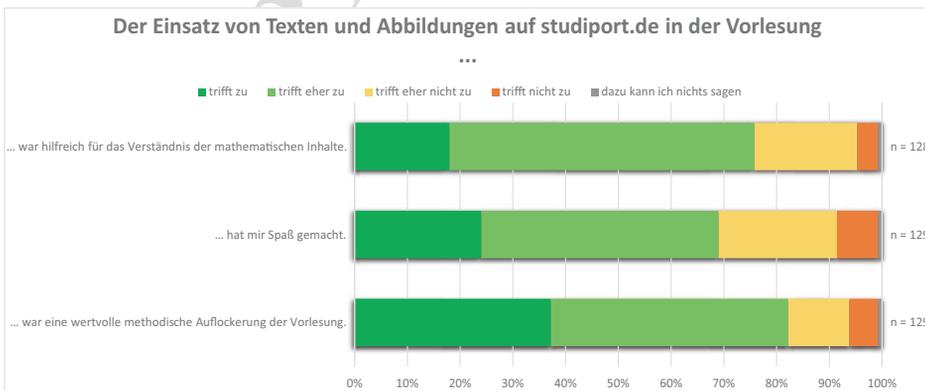
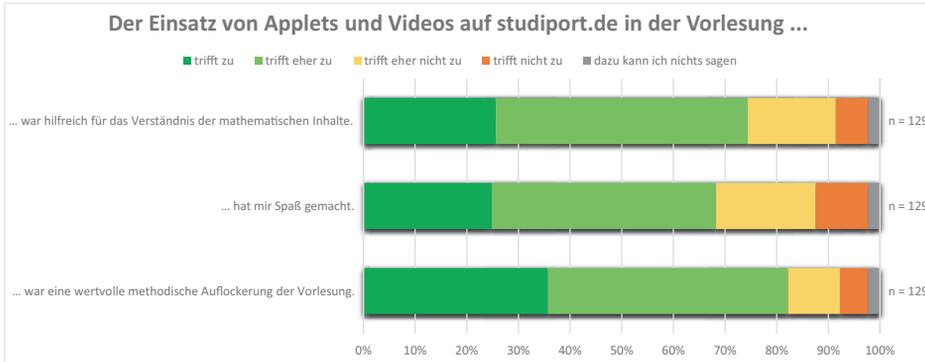
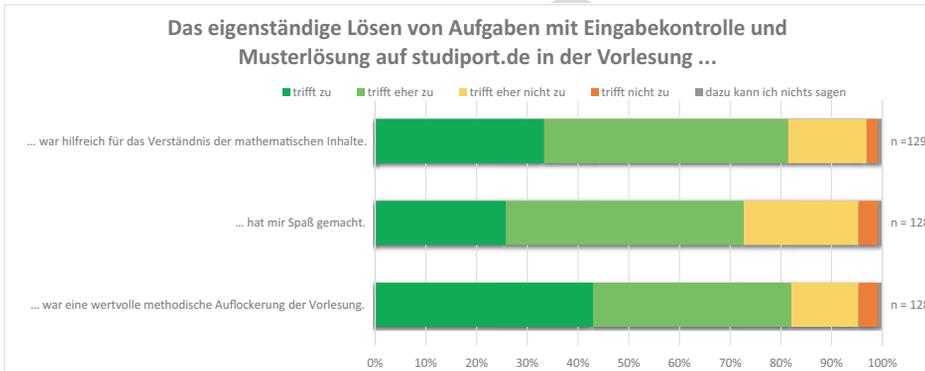


Abb. 15.8 Beurteilungen des Einsatzes von Texten und Abbildungen des studiVEMINT-Kurses in der Vorlesung



B & W IN PRINT

Abb. 15.9 Beurteilungen des Einsatzes von Applets und Videos aus dem studiVEMINT-Kurs in der Vorlesung



B & W IN PRINT

Abb. 15.10 Beurteilungen des Einsatzes von Aufgaben mit Eingabekontrolle aus dem studiVEMINT-Kurs in der Vorlesung

932 Die Auswertung der Daten zeigt eine insgesamt positive Bewertung aller eingesetzten
 933 Elemente aus dem studiVEMINT-Lernmaterial. Ähnlich wie bereits oben für die Ergeb-
 934 nisse der PINGO-Befragungen beschrieben, zeigt sich, dass die Elemente hinsicht-
 935 lich des Kriteriums „Verständnisförderung“ meist besser abschneiden als bezüglich des
 936 Kriteriums „Spaß“. Die Elemente aller drei Kategorien werden überwiegend als „wert-
 937 volle methodische Auflockerung“ angesehen.

938 **Allgemeine Bewertung des studiVEMINT-Materials**

939 Sowohl die einzelnen Elemente als auch insgesamt der Einsatz des Online-Materials in
 940 der Vorlesung wurde von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern überwiegend positiv
 941 bewertet (siehe Abb. 15.11, 15.12 und 15.13).

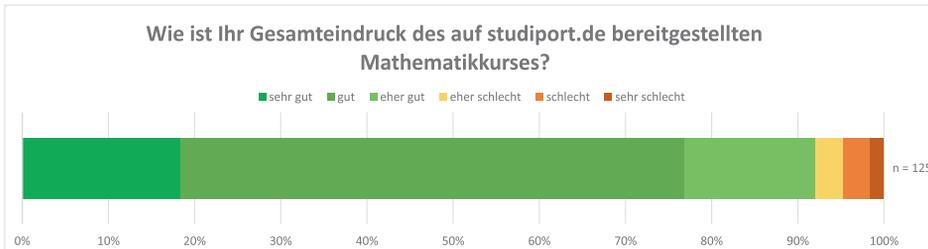


Abb. 15.11 Gesamtbewertung des studiVEMINT-Online-Kurses durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Vorkurses

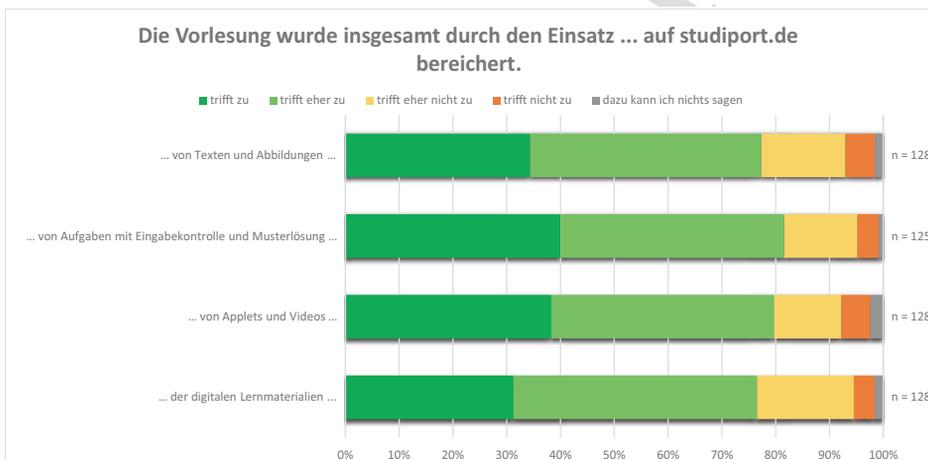


Abb. 15.12 Gesamtbeurteilung der in der Vorlesung eingesetzten digitalen Elemente

942 Die Mehrheit der Studierenden gab an, sich vorstellen zu können, das studiVEMINT-
943 Lernmaterial auch über den Vorkurs hinaus zum Lernen von Mathematik während des
944 Studiums zu nutzen. Dieses (neben anderen) erklärte Ziel der Integrationsmaßnahmen
945 konnte also durch die Heranführung der Studierenden an die Materialien erreicht werden.

946 Leicht kritischer wurde die Lösungseingabefunktion des studiVEMINT-Online-
947 Materials bewertet, bei der knapp die Hälfte der Studierenden angab, Schwierigkeiten
948 bei der Lösungseingabe gehabt zu haben.

949 15.4.2 Auswertungsergebnisse zum Selbstlerntag

950 Zu den Selbstlerntagen und der Bearbeitung der hierfür erteilten Arbeitsaufträge wurden
951 die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl nach jedem Selbstlerntag in der Vorlesung

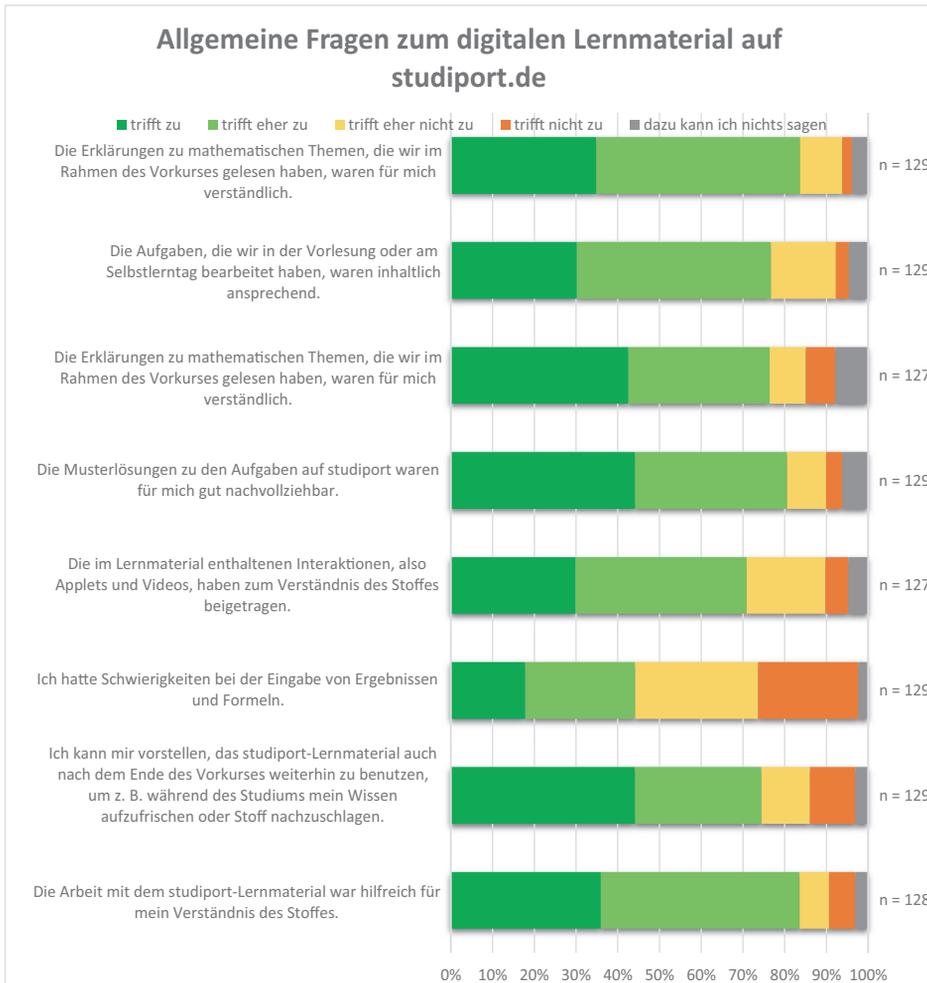


Abb. 15.13 Allgemeine Beurteilungen der unterschiedlichen Einsätze des studivEMINT-Online-Kurses im Vorkurs

952 (also jeweils am Mittwoch und Freitag) in Rahmen einer PINGO-Abfrage als auch in der
953 Abschlussbefragung am letzten Vorkurstag befragt.

954 15.4.2.1 PINGO-Befragungen zum Selbstlerntag

955 Im Rahmen der PINGO-Evaluationen in den Vorlesungen wurden die Studierenden am
956 Mittwoch und Freitag jeweils auch nach dem Zeitumfang befragt, den sie am Vortag zur
957 Bearbeitung der ausgeteilten Arbeitsaufträge für den Selbstlerntag investiert hatten.

958 Die Auswertung der erhobenen Daten zeigt, dass die für die Arbeitsaufträge des
959 Selbstlerntags aufgewendete Zeit während der vier Wochen deutlich abnahm (siehe

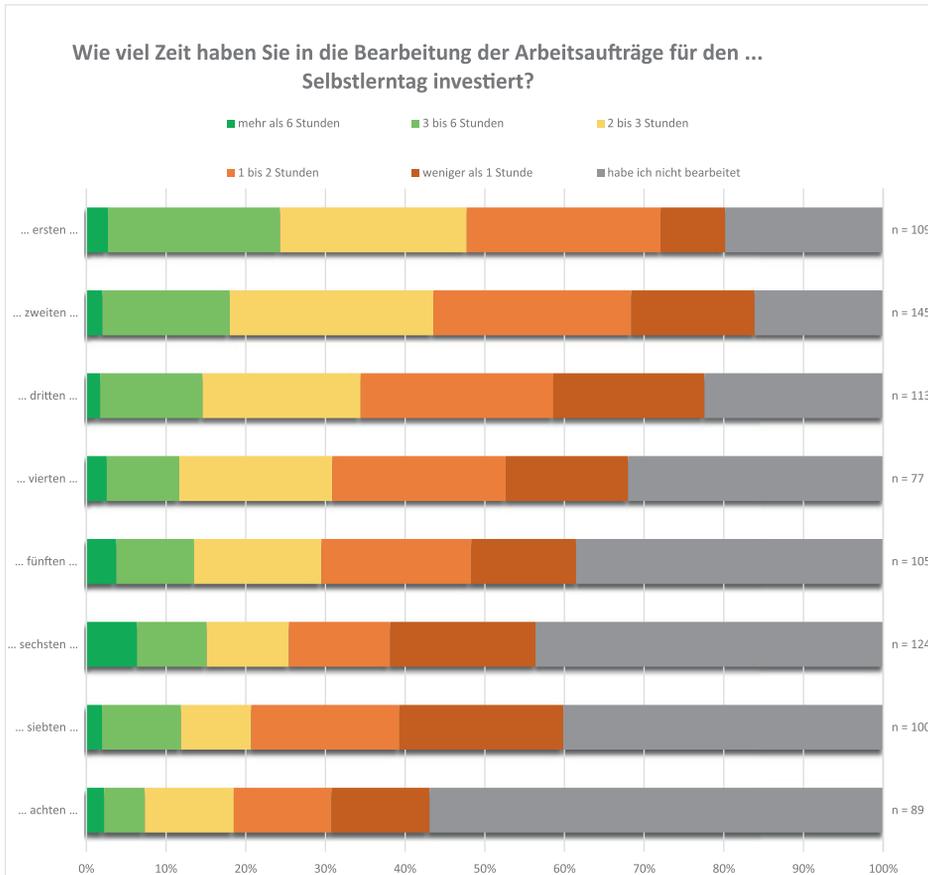


Abb. 15.14 Entwicklung der für die Arbeitsaufträge am Selbstlerntag investierten Zeit im Verlauf des Vorkurses (nach Angaben der Teilnehmerinnen und Teilnehmer)

960 Abb. 15.14). Hierbei ist vom ersten zum achten Selbstlerntag eine kontinuierliche Abnahme
 961 der investierten Zeit zu beobachten. Während für den ersten Selbstlerntag nur 20 % der
 962 Befragten angaben, keine Zeit mit den Arbeitsaufträgen verbracht zu haben, waren es am
 963 achten Selbstlerntag 57 %. Auch der Anteil derjenigen, die mehr als drei Stunden mit der
 964 Bearbeitung der Aufträge verbracht haben, sank in diesem Zeitraum von 47 % auf 18 %.

965 15.4.2.2 Retrospektive Befragung zum Selbstlerntag in der 966 Abschlussbefragung

967 In der Abschlussbefragung wurden die Studierenden erneut zu ihrem Umgang mit
 968 den Arbeitsaufträgen für die Selbstlertage befragt. Die Antworten auf die Fragen
 969 (siehe Abb. 15.15) nach der durchschnittlich für einen Selbstlerntag aufgewendeten
 970 Zeit festigen das aus den einzelnen PINGO-Befragungen hervorgehende Bild (vgl.

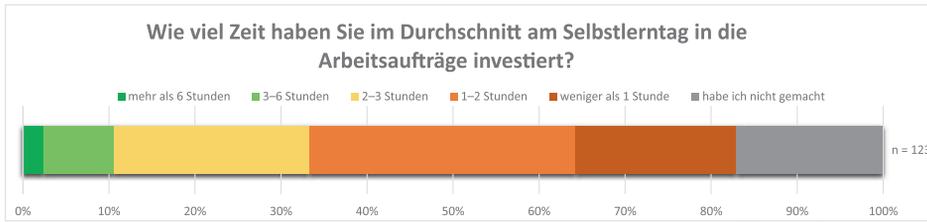


Abb. 15.15 Angaben der Teilnehmerinnen und Teilnehmern in der Abschlussbefragung zur durchschnittlich, pro Selbstlerntag in die Arbeitsaufträge investierten Zeit

971 Abb. 15.14). Demnach beschäftigte sich mit etwas über 10 % nur ein sehr geringer
 972 Anteil der Studierenden durchschnittlich am Selbstlerntag länger als drei Stunden lang
 973 mit den Selbstlernaufträgen. Die durchschnittlich für die Arbeitsaufträge aufgewendete
 974 Zeit liegt damit deutlich unter der bei der Konzeption vorgesehenen Bearbeitungszeit
 975 von drei bis vier Stunden.

976 Bei einer Untersuchung der Frage nach den Ursachen für diese – im Vergleich zu
 977 mindestens ca. fünf Stunden an den Präsenztagen für den Vorkurs aufgewendeten – sehr
 978 geringen Zeit kann unter anderem die ebenfalls in der Abschlussbefragung gestellte Frage
 979 herangezogen werden, ob die Bearbeitung der Arbeitsaufträge an den Selbstlertagen den
 980 Teilnehmerinnen und Teilnehmern Spaß gemacht hatte. Die Auswertung liefert hierzu ein
 981 eher gemischtes Bild mit positiven oder eher positiven Eindrücken bei etwa der Hälfte der
 982 Befragten und (eher) negativer Rückmeldung oder der Angabe, sich mit den Arbeitsauf-
 983 trägen gar nicht beschäftigt zu haben, bei der anderen Hälfte (siehe Abb. 15.16).

984 In der Abschlussbefragung wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer danach
 985 befragt, ob sie ihrer eigenen Einschätzung nach ausreichend Zeit in die Selbstlertage
 986 investiert hatten. Die Auswertung der diesbezüglichen Angaben zeigt, dass die
 987 Teilnehmerinnen und Teilnehmer hierbei ein selbstkritisches Bild ihres eigenen
 988 Engagements hatten, da die Mehrheit hierbei selbst einräumte, zu wenig Zeit in die
 989 Selbstlertage investiert zu haben (siehe Abb. 15.17).

990 Es bliebe an dieser Stelle noch die Frage offen, wie viel Zeit die Teilnehmer zusätzlich
 991 in die allgemeine Wiederholung der mathematischen Inhalte aus der Vorlesung und den
 992 Übungen investierten, und inwieweit diese Zeit in den obigen Angaben mit eingeschlossen

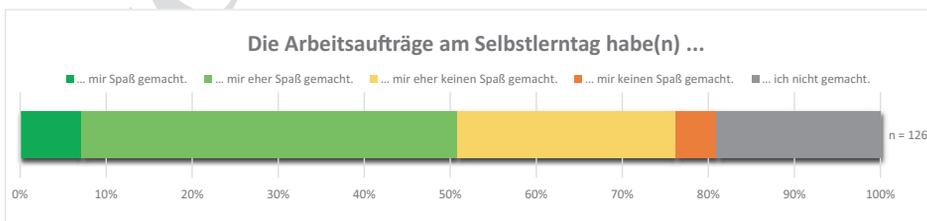


Abb. 15.16 Angaben in der Abschlussbefragung zum Spaß bei der Bearbeitung der Arbeitsaufträge für die Selbstlertage



Abb. 15.17 Selbsteinschätzung der Studierenden zur Angemessenheit ihres an den Selbstlerntagen für die Arbeitsaufträge investierten Zeitaufwandes

993 ist. Daran schließt sich die Frage an, ob die Teilnehmer an den späteren Selbstlerntagen
994 möglicherweise proportional mehr Zeit in die Wiederholung der mathematischen
995 Inhalte aus der Vorlesung und die Übungsaufgaben investierten oder ob die Arbeit am
996 Selbstlerntag insgesamt zurückging. Diese Fragen boten Ansatzpunkte sowohl zur weiteren
997 Untersuchung als auch zur Verbesserung des Vorkurskonzepts und wurden in der erneuten
998 Durchführung des PI-Vorkurses im September 2018 in den Fokus gerückt. Insbesondere
999 wurde hierbei die Frage adressiert, ob durch eine Überarbeitung der Arbeitsaufträge für die
1000 Selbstlerntage bzw. deren stärkere Vernetzung mit den Präsenzveranstaltungen den oben
1001 beschriebenen unerwünschten Trends entgegengewirkt werden kann.

1002 15.4.3 Einsatz mobiler Endgeräte

1003 An dieser Stelle gehen wir noch dem folgenden Fragekomplex nach, der sich uns im
1004 Zusammenhang mit dem Studiendesign stellte und von Interesse sein kann, wenn ein
1005 vergleichbares Konzept zur Integration digitaler Elemente in eine präsenz-basierte Lehr-
1006 veranstaltung anvisiert wird:

1007 Stehen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Vorkurses die zur Nutzung digitaler
1008 Elemente in der Präsenzlehre erforderlichen digitalen Endgeräte zur Verfügung? Und
1009 sind sie darüber hinaus dazu bereit, diese regelmäßig mitzubringen? Welche Geräte
1010 werden dabei bevorzugt eingesetzt?

1011 Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden vor Beginn des Vorkurses befragt, ob
1012 sie digitale Endgeräte (Laptops, Tablets oder Smartphones) mit zur Vorlesung bringen
1013 könnten, um dort selbstständig mit dem digitalen Lernmaterial zu arbeiten. Hierdurch
1014 konnte auch für die Auswertung erhoben werden, ob und welche Geräte zur Verfügung
1015 standen. Insgesamt ergab sich hierbei eine große Bereitschaft zum Mitbringen von
1016 geeigneten Geräten seitens der Studierenden, sodass die Integration der digitalen Lern-
1017 elemente wie geplant vorgenommen wurde. In der Abschlussbefragung wurde nach-
1018 gefragt, inwiefern die angekündigten Geräte tatsächlich zum Einsatz kamen. Aus den in
1019 Abb. 15.18 dargestellten Differenzen zwischen Anfangs- und Abschlussbefragung lässt
1020 sich ablesen, dass während des Vorkurses eine Tendenz zum präferierten Einsatz von

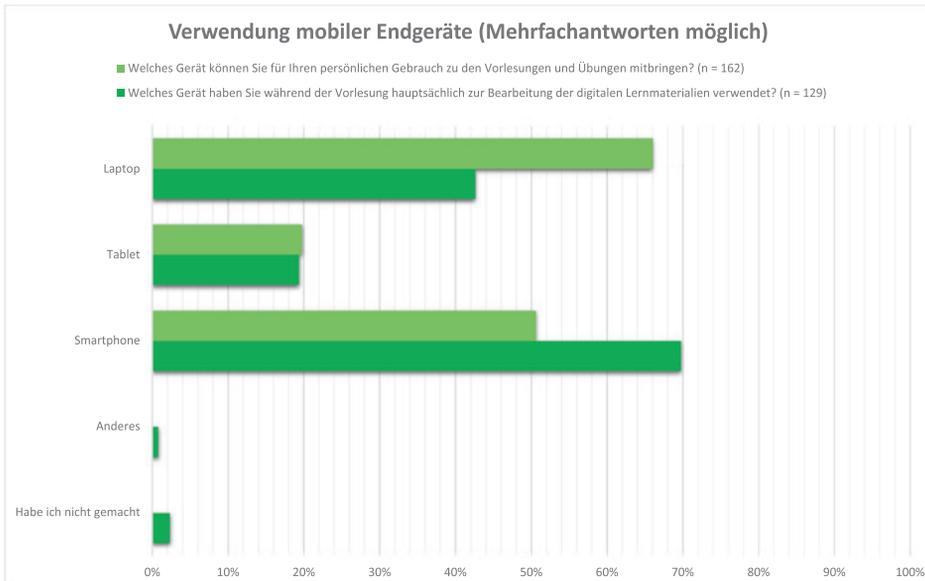


Abb. 15.18 Einsatz mobiler Endgeräte durch die Vorlesungsteilnehmerinnen und -teilnehmer, Gegenüberstellung von Anfangs- und Abschlussbefragung

1021 Smartphones gegenüber Laptops entstand. Mögliche Ursache hierfür könnte sein, dass
 1022 die meisten Studierenden ihr Smartphone vermutlich ohnehin regelmäßig bei sich trugen
 1023 und, nachdem sie feststellten, dass sie auch mit diesem Gerät an den digitalen Bestand-
 1024 teilen des Vorkurses teilnehmen konnten, auf das zusätzliche Mitbringen eines Laptops
 1025 verzichteten.

1026 Da viele der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zum Zeitpunkt des Vorkurses
 1027 (September 2017, also vor dem offiziellen Beginn des Wintersemesters) noch nicht als
 1028 Studierende der Universität Paderborn eingeschrieben waren, wurden für alle temporäre
 1029 Internetzugänge für das Netzwerk der Universität Paderborn erstellt und auf Anfrage zur
 1030 Verfügung gestellt.

1031 Aus Abb. 15.19 ist abzulesen, dass während des Vorkurses selten technische Probleme
 1032 die Studierenden bei der Mitarbeit bei den digitalen Lernelementen behinderten.

1033 15.5 Diskussion der Übertragbarkeit des Konzepts auf andere 1034 Lehrveranstaltungen

1035 Nach der Vorstellung unseres Vorkurskonzepts und dessen Evaluationsmethoden und
 1036 -ergebnissen stellt sich die Frage, inwieweit das vorgestellte Vorgehen auf andere Vor-
 1037 kurse, Vorkurskonzepte oder Veranstaltungen mit Bezug zu schulmathematischen
 1038 Themen auch auf andere Universitäten oder Hochschulen übertragbar ist.

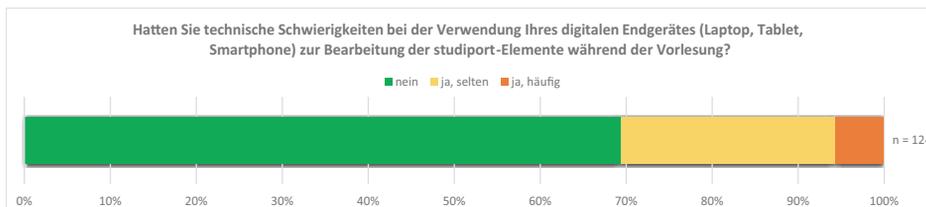


Abb. 15.19 Angaben zu technischen Schwierigkeiten beim Einsatz mobiler Endgeräte im Rahmen der Abschlussbefragung

1039 Zunächst ist zu bemerken, dass durch die freie Zugänglichkeit der studiVEMINT-
1040 Online-Materialien über das Online-Portal www.studiport.de für jeden Dozierenden die
1041 Möglichkeit besteht, die Materialien auch im eigenen Kurs einzusetzen. Das Mitbringen
1042 eigener digitaler Endgeräte stellt in Zeiten, in denen fast jeder und jede Studierende immer
1043 ein Smartphone bei sich trägt, kein Hindernis mehr dar. Unsere Ergebnisse legen sogar
1044 nahe, dass die Studierenden auch bei Verfügbarkeit anderer Alternativen (Laptop, Tablet),
1045 die eine bessere optische Darstellung des Materials bieten, die Nutzung des Smartphones
1046 vorziehen. Hier stellt sich die Frage, wie weit dies auf eine tatsächlich gleichwertige Nutz-
1047 barkeitswahrnehmung beider Gerätetypen durch die Studierenden zurückzuführen ist,
1048 oder ob die Bequemlichkeit, kein weiteres Gerät mitführen zu müssen, entscheidend ist.
1049 Ebenso ist das kostenlose webbasierte Live-Feedbacksystem PINGO online verfügbar und
1050 kann daher überall zum Einsatz kommen, wo detailliertes Live-Feedback inhaltlicher oder
1051 evaluativer Art innerhalb einer Lehrveranstaltung erhoben werden soll; es kann aber nach
1052 Bedarf auch durch ein vergleichbares System ersetzt werden.

1053 In Bezug auf die inhaltliche Passung der Materialien kann unsererseits festgestellt
1054 werden, dass das Konzept des hier betrachteten Präsenzvorkurses P1 an der Universität
1055 Paderborn, in dem die Materialien integriert wurden, unabhängig von der Erstellung und
1056 Konzeption der studiVEMINT-Materialien erfolgte. Dennoch war die Einbindung an
1057 vielen Stellen ohne besondere Schwierigkeiten möglich.

1058 Im Zusammenhang mit eventuellen Abweichungen in den verwendeten Notationen
1059 sind eine sorgfältige Durchsicht und Auswahl der einzubindenden Inhalte erforderlich.
1060 Hürden dieser Art müssen Studierende allerdings voraussichtlich ebenso beim Hinzu-
1061 ziehen von Fachliteratur überwinden. Im hier vorgestellten Vorkurszenario wurde dieser
1062 Punkt im Vorfeld immer im Rahmen der Materialauswahl mit dem Dozenten besprochen,
1063 der gegebenenfalls entsprechende Hinweise über abweichende Notationen direkt beim
1064 Einsatz des Materials in der Vorlesung thematisierte.

1065 Weiterhin ist bei der Auswahl der Materialien für die Vorlesung oder die selbst-
1066 ständigen Arbeitsphasen aufgefallen, dass die Reihenfolge der Inhalte zwischen
1067 Präsenzkurs und studiVEMINT-Kurs abweichen kann, sodass die für einen bestimmten
1068 Abschnitt des studiVEMINT-Materials als Vorkenntnisse vorausgesetzten Inhalte im Vor-
1069 feld bedacht werden müssen, um eine passgenaue Einbindung der Online-Materialien zu
1070 ermöglichen.



1071 Aus unserer Sicht spricht basierend auf der gemachten Erfahrung nichts dagegen,
1072 auch andere erprobte Konzepte für präsenzbasierte Vorkurse in analoger Weise zu
1073 ergänzen. Im Gegenteil, das überwiegend positive Feedback der Studierenden zeigt,
1074 dass die Integration der Online-Materialien großes Potenzial zur Bereicherung einer
1075 Veranstaltung hat. Für andere mathematikbezogene Lehrveranstaltungen bleibt die enge
1076 Passung zur Schulmathematik und damit zu den Kursinhalten nicht erhalten. In der
1077 beschriebenen Form wäre das Konzept damit nicht übertragbar. Für Veranstaltungen
1078 im Studieneingangsbereich sind dennoch Integrationsmöglichkeiten denkbar. Die Kurs-
1079 inhalte könnten genutzt werden, um eine gemeinsame Basis von Vorwissen zu schaffen
1080 und eine Möglichkeit zur Schließung von Lücken einzuführen. Aufgaben aus dem
1081 Online-Material können zusätzliches Übungsmaterial bieten, das durch ihre nieder-
1082 schwellige Anlage einen positiven Einfluss auf das Selbstwirksamkeitsempfinden
1083 der Studierenden haben kann und durch die durchgängige Verfügbarkeit von Muster-
1084 lösungen dabei selbsterklärend ist. Des Weiteren können ausgearbeitete Anwendungs-
1085 beispiele aus dem Material übernommen und die verschiedenen, teilweise interaktiven
1086 Visualisierungen (Applets, Videos etc.) in Vorlesungen eingebunden werden.

1087 Über den Einsatz in Vorlesungen und Selbstlernphasen hinaus kommt natürlich im
1088 Rahmen eines Mathematik-Vorkurses auch die Einbindung in Übungsgruppen/Tutorien,
1089 in denen unter Anleitung Aufgaben gelöst werden, infrage. Davon wurde in unserem
1090 Vorkurs aufgrund einer vorliegenden vollständigen und genau an die Vorlesungsinhalte
1091 angepassten Sammlung von Übungsaufgaben verzichtet. Trotzdem besteht auch hier eine
1092 Nutzungsmöglichkeit.

1093 Eine noch stärkere Einbindung der Online-Materialien in einen Präsenzvorkurs ist
1094 unseres Erachtens ebenfalls vorstellbar, insbesondere wenn ein Kurs neu geplant und
1095 konzipiert wird und nicht, wie in unserem Fall, bereits seit Jahren erprobt und bewährt
1096 ist. Hierbei bieten sich unterschiedliche, noch weiter gehende Adaptionmöglichkeiten
1097 im Sinne eines Blended-Learning-Konzepts an (vgl. Fischer 2014).

1098 Die Verknüpfung des Live-Feedbacksystems PINGO als Forschungsinstrument mit
1099 dessen Verwendung zur Erweiterung der didaktischen Lehrmethoden, zum Beispiel im
1100 Rahmen von *Peer-Instruction*-Elementen, kann als Anregung in unterschiedlichsten
1101 Lernszenarien dienen. Dies bietet die Möglichkeit, vielfältige Lehrideen in analoger
1102 Weise zu evaluieren und die Vorteile der zeitnahen, möglichst reibungslosen Erhebung
1103 von Eindrücken der Lernenden zu nutzen.

1104 15.6 Fazit und Ausblick

1105 Am Beispiel unseres Vorkurses konnten wir zeigen, dass eine Einbindung in ein bereits
1106 feststehendes, erprobtes Vorkurskonzept mit Gewinn möglich ist und die Umsetzung
1107 an die eigenen Vorstellungen des Dozenten angepasst werden kann. Dabei war es nicht
1108 erforderlich, inhaltliche Kürzungen vorzunehmen.



1109 Die Integration von digitalen Lernelementen in den Vorkurs P1 im September
1110 2017 ließ sich durch eine enge Abstimmung mit dem Dozenten in der Vorbereitung auf
1111 jeden einzelnen Vorkurstag und eine passgenaue Auswahl der Lernelemente für die Vor-
1112 lesung gut umsetzen. Sie wurde von den Studierenden sowohl in Hinsicht auf Spaß als
1113 auch auf Verständnisförderung weitgehend positiv bewertet. Insgesamt wird für alle
1114 eingesetzten Lernelemente die Verständnisförderung höher eingeschätzt als der Spaß.
1115 Die methodische Auflockerung der Vorlesung durch den Einsatz der studiVEMINT-
1116 Materialien wurde von den meisten Befragten positiv bewertet.

1117 Da für alle bis auf einen Vorlesungstag² inhaltlich passende Lernmaterialien durch
1118 den studiVEMINT-Online-Vorkurs zur Verfügung standen, konnte der Vorkurs in weiten
1119 Teilen durch den Einsatz digitaler Elemente erweitert und methodisch aufgelockert
1120 werden, auch wenn die Arbeit mit den digitalen Elementen insgesamt nur einen kleinen
1121 Teil der Vorlesungszeit ausfüllte und ansonsten das bewährte Vorlesungskonzept bei-
1122 behalten wurde. Diese Aufteilung scheint aber in Hinblick auf den Charakter des Kurses
1123 als Präsenzveranstaltung durchaus angemessen. Insgesamt lässt sich auf Grundlage
1124 unserer Datenanalysen das Resümee ziehen, dass die Verbindung der Vorlesung mit dem
1125 erweiterten Medien- und Methodenrepertoire gut gelungen ist.

1126 Das Mitbringen geeigneter Endgeräte durch die Studierenden stellte kein Problem
1127 dar, wenn auch Smartphones im Verlauf des Vorkurses häufiger zum Einsatz kamen als
1128 Laptops oder Tablet-Computer, die eine komfortablere Nutzung des Materials bieten.
1129 Technisch konnten die Arbeitsaufträge während der Vorlesungszeit somit reibungslos
1130 ablaufen und Bedenken über mögliche Probleme auf dieser Ebene im Vorfeld haben sich
1131 nicht bestätigt.

1132 Somit ist für den Einsatz der digitalen Materialien in der Vorlesung insgesamt ein
1133 positives Fazit zu ziehen. Die Verwendung in anderen Lehrformaten (über die Studien-
1134 vorbereitungsphase hinaus) kann somit in Betracht gezogen werden.

1135 Kritischer zu bewerten ist der Verlauf der Selbstlerntage, für die konkrete Arbeits-
1136 aufträge im Lernmaterial erteilt wurden. Diese Arbeitsaufträge waren in der Regel für
1137 eine Bearbeitungszeit von drei bis vier Stunden konzipiert, die von einem Großteil der
1138 Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Vorkurses nicht investiert wurde. Hier stellt sich
1139 die Frage, ob durch anders konzipierte Arbeitsaufträge oder stärkere Bezugnahme der
1140 nachfolgenden Vorkurstage auf die selbstständig zu erarbeitenden Inhalte eine größere
1141 eigenständige Leistung der Studierenden zu erzielen ist. Auch die Förderung des selbst-
1142 regulierten Lernens bietet noch viel Potenzial für Folgestudien. Hierbei können ins-
1143 besondere die eigenständige Lernvorbereitung und das Setzen und Überprüfen eigener
1144 Lernziele in Zusammenhang mit den Selbstlerntagen in den Fokus rücken. In diesem

²An diesem Tag wurde das Thema „komplexe Zahlen“ behandelt, das bisher vom studiVEMINT-Material noch nicht abgedeckt wird.



1145 Zusammenhang kann auch die Frage nach den Gründen für die festgestellte abnehmende
1146 Arbeitsbereitschaft der Studierenden adressiert werden. So kann zum Beispiel die These
1147 überprüft werden, ob das Festlegen eigener Lernziele und das nachgelagerte Überprüfen
1148 des Lernerfolges (zum Beispiel durch den Einsatz von Quizfragen zu Vorlesungsbeginn)
1149 zu einer Verlängerung der Lernzeiten führt. Darüber hinaus soll eine weitere Integration
1150 von digitalen Lernelementen in der Vorlesung erprobt werden. Aus der hierzu geplanten
1151 Begleitstudie erhoffen wir uns weiteren Aufschluss.

1152 Literatur

- 1153 Albrecht, R. (2003). *E-Learning in Hochschulen: Die Implementierung von E-Learning an*
1154 *Präsenzhochschulen aus hochschuldidaktischer Perspektive*. Dissertation, TU Braun-
1155 schweig: Braunschweig. [https://www.raineralbrecht.de/app/download/824284/Dissertation_](https://www.raineralbrecht.de/app/download/824284/Dissertation_albrecht_030723.pdf)
1156 [albrecht_030723.pdf](https://www.raineralbrecht.de/app/download/824284/Dissertation_albrecht_030723.pdf). Zugegriffen: 6. März 2020.
- 1157 Bausch, I., Fischer, P. R., & Oesterhaus, J. (2014). Facetten von Blended Learning Szenarien für
1158 das interaktive Lernmaterial VEMINT – Design und Evaluationsergebnisse an den Partner-
1159 universitäten Kassel, Darmstadt und Paderborn. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R.
1160 Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber, & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor-*
1161 *und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 87–102). Wiesbaden: Springer
1162 Spektrum.
- 1163 Bellhäuser, H., & Schmitz, B. (2014). Förderung selbstregulierten Lernens für Studierende in
1164 mathematischen Vorkursen – ein web-basiertes Training. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P.
1165 R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber, & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor-*
1166 *und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 343–358). Wiesbaden: Springer
1167 Spektrum.
- 1168 Biehler, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., & Wassong, T. (2012). Self-regulated learning and
1169 self assessment in online mathematics bridging courses. In A. A. Juan, M. A. Huertas, S.
1170 Trenholm, & C. Steegmann (Hrsg.), *Teaching mathematics online: Emergent technologies and*
1171 *methodologies* (S. 216–237). Hershey: IGI Global.
- 1172 Biehler, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., & Wassong, T. (2014). Eine Vergleichsstudie zum Ein-
1173 satz von Math-Bridge und VEMINT an den Universitäten Kassel und Paderborn. In I. Bausch,
1174 R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber, & T. Wassong
1175 (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 103–
1176 122). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- 1177 Biehler, R., Fleischmann, Y., & Gold, A. (2018). Konzepte für die Gestaltung von Online-Vor-
1178 kursen für Mathematikund für ihre Integration in Blended-Learning-Szenarien. In P. Bender &
1179 T. Wassong (Hrsg.), *Beiträge Zum Mathematikunterricht 2018* (S. 277–280). Münster: WTM-
1180 Verlag.
- 1181 Biehler, R., Fleischmann, Y., Gold, A., & Mai, T. (2017). Mathematik online lernen mit
1182 studiVEMINT. In C. Leuchter, F. Wistuba, C. Czapla, & C. Segerer (Hrsg.), *Erfolgreich*
1183 *studieren mit E-Learning: Online-Kurse für Mathematik und Sprach- und Textverständnis* (S.
1184 51–62). Aachen: RWTH Aachen University.
- 1185 Börsch, A., Biehler, R., & Mai, T. (2016). Der Studikurs Mathematik NRW – Ein neuer Online-
1186 Mathematikvorkurs – Gestaltungsprinzipien am Beispiel linearer Gleichungssysteme. In
1187 Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hrsg.), *Bei-*
1188 *träge Zum Mathematikunterricht 2016* (S. 177–180). Münster: WTM-Verlag.



- 1189 Brandmayr, M. (2016). Warum soll Lernen Spaß machen? *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 6(2),
1190 121–134.
- 1191 Brauer, M. (2014). *An der Hochschule lehren*. Berlin: Springer-Verlag.
- 1192 Colberg, C., Mai, T., Wilms, D., & Biehler, R. (2017). Studifinder : Developing e-learning
1193 materials for the transition from secondary school to university. In R. Göller, R. Biehler, R.
1194 Hochmuth, & H.-G. Rück (Hrsg.), *Didactics of mathematics in higher education as a scientific*
1195 *discipline – Conference proceedings*. (S. 466–470). Kassel: Universität Kassel: Khdm-report
1196 17-05. <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-2016041950121>
- 1197 Fischer, P. R. (2014). *Mathematische Vorkurse im Blended-Learning-Format*. Wiesbaden: Springer
1198 Spektrum.
- 1199 Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., Gentile, J.,
1200 Lauffer, S., Stewart, J., Tilghman, S., & Wood, W. B. (2004). Scientific Teaching. *Science*,
1201 304(5670), 521–522.
- 1202 Herbst, J.-P. (2016). Kommunikation und Wissenskonstruktion – Eine quantitative Studie zum Ein-
1203 satz kommu- nikationsanregender Methoden in der Vorlesung. *Die Hochschullehre*, 2, 1–21.
- 1204 Kulik, J. (2003). Effects of using instructional technology in elementary and secondary schools :
1205 What controlled evaluation studies say: Final report (SRI Project Number S. 10446.003).
1206 Arlington: SRI International. [https://www.ic.unicamp.br/~wainer/cursos/2s2004/impactos2004/](https://www.ic.unicamp.br/~wainer/cursos/2s2004/impactos2004/Kulik_ITinK-12_Main_Report.pdf)
1207 [Kulik_ITinK-12_Main_Report.pdf](https://www.ic.unicamp.br/~wainer/cursos/2s2004/impactos2004/Kulik_ITinK-12_Main_Report.pdf). Zugegriffen: 6. März 2020.
- 1208 Mai, T., Biehler, R., Börsch, A., & Colberg, C. (2016). Über die Rolle des Studikurses Mathematik
1209 in der Studifinder-Plattform und seine didaktischen Konzepte. In Institut für Mathematik und
1210 Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunter-*
1211 *richt 2016* (S. 645–648). Münster: WTM-Verlag.
- 1212 Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning. Multi-media learning* (Vol. 2). Cambridge: Cambridge
1213 University Press.
- 1214 Middendorf, J., & Kalish, A. (1996). The “change-up” in lectures. *The National Teaching and*
1215 *Learning Forum*, 5(2), 1–5.
- 1216 Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008).
1217 *Kompodium multimediales Lernen. Evaluation*. Berlin: Springer-Verlag.
- 1218 Nota, L., Soresi, S., & Zimmerman, B. J. (2004). Self-regulation and academic achievement and
1219 resilience: A longitudinal study. *International Journal of Educational Research*, 41(3), 198–
1220 215.
- 1221 Roth, J. (2008). Dynamik von DGS – Wozu und wie sollte man sie nutzen? In U. Kortenkamp,
1222 H.-G. Weigand, & T. Weth (Hrsg.), *Informatische Ideen im Mathematikunterricht* (S. 1–9).
1223 Hildesheim: Verlag Franzbecker.
- 1224 Schmitz, B., & Wiese, B. (2006). New perspectives for the evaluation of training sessions in self-
1225 regulated learning: Time-series analyses of diary data. *Contemporary Educational Psychology*,
1226 31(1), 64–96.
- 1227 Weigel, W. (2006). Grundlagen zur Organisation virtueller Lehre an Beispielen aus dem Bereich
1228 der Mathematik. In E. Cohors-Fresenborg & I. Schwank (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematik-*
1229 *unterricht 2006* (S. 537–540). Hildesheim: Franzbecker.
- 1230