



1 **Die Online-Lernmaterialien im Online-**
2 **Mathematikvorkurs studiVEMINT:**
3 **Konzeption und Ergebnisse von**
4 **Nutzer- und Evaluationsstudien**

5 Alexander Gold, Yael Fleischmann, Tobias Mai, Rolf Biehler und
6 Leander Kempen

7 **Zusammenfassung**

8 In diesem Beitrag berichten wir von Nutzer- und Evaluationsstudien zu den Online-
9 Lernmaterialien aus dem studiVEMINT-Projekt, die im Kontext der Paderborner
10 Mathematikvorkurse 2016 durchgeführt wurden. Im Rahmen der Nutzerstudie wurde
11 der Umgang von Studierendengruppen mit den Online-Lernmaterialien aufgezeichnet
12 und deren Beschäftigung mit den verschiedenen didaktisch motivierten studiVEMINT-
13 Strukturelementen (Hinführung, Inhalte mit Erklärungen, Aufgaben etc.) ausgewertet.
14 Schließlich konnten u. a. verschiedene Schwerpunktsetzungen der Lernenden
15 („Üben und Anwenden“ vs. „Inhalte und Erklärungen“) herausgearbeitet werden.

A1 A. Gold (✉) · T. Mai · R. Biehler · L. Kempen
A2 Institut für Mathematik, Universität Paderborn, Paderborn, Deutschland
A3 E-Mail: alexander.gold@ensou.de

A4 Y. Fleischmann
A5 Institutt for matematiske fag, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim,
A6 Norwegen
A7 E-Mail: yael.fleischmann@ntnu.no

A8 T. Mai
A9 E-Mail: tmai@math.upb.de

A10 R. Biehler
A11 E-Mail: biehler@math.upb.de

A12 L. Kempen
A13 E-Mail: kempen@khdm.de



16 Auf Basis der durchgeführten Evaluationsstudie lassen sich das Gesamtmaterial und
17 die erwähnten Strukturelemente auch in Hinblick auf das selbstregulierte Lernen der
18 Vorkursteilnehmenden auswerten. Insgesamt konnte eine hohe Akzeptanz der Lern-
19 materialien festgestellt werden.

20 16.1 Einführung

21 In diesem Abschnitt werden zunächst die Lernmaterialien aus dem studiVEMINT-
22 Projekt kurz vorgestellt. Anschließend wird die Zielsetzung der hier beschriebenen
23 Nutzer- und Evaluationsstudien beschrieben. Übergeordnet lassen sich unsere Unter-
24 suchungen in das Feld der Evaluationsstudien von Online-Lernmaterialien sowie von
25 Vor- und Brückenkursen eingliedern. Zusammen mit der Erhebung der Nutzer- und
26 Evaluationsdaten möchten wir die Einbindung der studiVEMINT-Lernmaterialien in die
27 Paderborner Vorkurse als Good-Practice-Beispiel für ein Blended-Learning-Szenario im
28 Übergang Schule/Hochschule vorstellen und diskutieren. Anhand der erhobenen Daten
29 werden auch Perspektiven zur Verbesserung des Szenarios erörtert.

30 16.1.1 studiVEMINT

31 Der Kurs studiVEMINT bezeichnet Online-Lernmaterialien, die seit 2014 im Auftrag
32 des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-
33 Westfalen (seit 2017 Ministerium für Kultur und Wissenschaft) entwickelt werden.
34 Konzeptionell basieren die Lerninhalte auf denen des VEMINT-Projekts¹, in dem seit
35 dem Jahr 2003 elektronische Lernmaterialien zu adressatenspezifischen Mathematikvor-
36 kursen beständig weiterentwickelt werden. Sie stellen eine Umstrukturierung und teil-
37 weise Neukonzeption der VEMINT-Materialien dar. Alle neu- und weiterentwickelten
38 Lerninhalte aus studiVEMINT² sind seit 2016 auf der Plattform Studiport³ öffentlich
39 zugänglich.

40 Die Neukonzeption und Weiterentwicklung von studiVEMINT berücksichtigt
41 Anforderungen aus vier Bereichen. Zunächst schließen die Lernmaterialien unmittelbar
42 an die Inhalte aus den sogenannten *Studichcks* an; hierbei handelt es sich um Wissens-
43 tests, mit denen Personen ihr Vorwissen (Inhalte und Fertigkeiten) in Vorbereitung
44 auf ein mathematikhaltiges Studium überprüfen können. Die Studichcks sind eben-
45 falls auf Studiport verfügbar. In Bezug auf die Schulmathematik wurden die Inhalte mit

¹VEMINT: „Virtuelles Eingangstutorium Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik“ (www.vemint.de).

²<https://go.upb.de/studivemint>

³<https://studiport.de>



den Forderungen der nationalen Bildungsstandards (KMK 2012) und mit den inhaltlichen Vorgaben des Kernlehrplans Mathematik für die Sekundarstufe 2 (Gymnasium/Gesamtschule) des Landes Nordrhein-Westfalen (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2013) abgeglichen. Schließlich wurden bei der Erstellung der Lernmaterialien auch die im sogenannten COSH-Papier⁴ aufgeführten Anforderungen berücksichtigt, die für Studienanfängerinnen und -anfänger mathematikhaltiger Studiengänge formuliert wurden. (Das COSH-Papier beinhaltet die Ergebnisse von Arbeitstagen zur Thematik „Übergangsschwierigkeiten in Mathematik an der Schnittstelle Schule und Hochschule“, an denen Vertreter aus Schule und Hochschule aus Baden-Württemberg teilgenommen haben.)

Entsprechend diesen konzeptionellen Grundlagen ist das mathematische Niveau der neuen Lerninhalte von studiVEMINT zwischen Schule und Hochschule zu verorten. Hiermit soll insbesondere der Tatsache Rechnung getragen werden, dass sich der Kurs in erster Linie an StudienanfängerInnen bzw. Personen in der Vorbereitungsphase auf einen mathematikhaltigen Studiengang richtet. In den Kursmaterialien wird eine explizit formal korrekte Darstellung der mathematischen Inhalte angestrebt, um die Vorbereitung auf die Hochschulmathematik zu unterstützen. Die Inhalte, die über den Schulstoff hinausgehen, werden in sogenannten „Ergänzungen“ ausgewiesen oder können als Zusatz gesondert aufgerufen werden. Damit wird den Lernenden die Wahl gelassen, auf welchem Niveau sie die Inhalte wiederholen oder ggf. neu erarbeiten wollen.

Die bewusste Ausgestaltung der Kursinhalte auf einem Niveau, das zwischen Schule und Hochschule anzusiedeln ist, ermöglicht es, den Kurs in unterschiedlichen Lernkontexten zu verwenden; neben der Vorbereitung auf ein Studium können die Lernmaterialien im Oberstufenunterricht in der Schule oder semesterbegleitend, etwa als Nachschlagewerk bzw. als Aufgabensammlung, an der Universität eingesetzt werden.

16.1.2 Aufbau und Ziele des Artikels

Im Kontext der kontinuierlichen Evaluation und der damit einhergehenden Optimierung von studiVEMINT wurde im Rahmen der Mathematikvorkurse an der Universität Paderborn 2016 der Umgang von Lernenden mit den Materialien und deren Bewertung durch Studierende genauer untersucht. Eine Stichprobe von Dyaden aus Studierenden wurde beim Umgang mit dem Material genauer beobachtet, die Interaktion untereinander sowie mit dem Material über eine Videokamera und eine Screencast-Software aufgezeichnet. Bei der im Folgenden als „Nutzungsstudie“ bezeichneten Untersuchung lag der Fokus darauf, wie die Nutzerinnen und Nutzer mit den studiVEMINT-Lernmaterialien arbeiten. Die Kernfrage war, welche Schwerpunkte sie bei der Arbeit mit dem Material selbstständig, d. h. ohne konkrete Vorgabe eines bestimmten Lernweges, setzen. Um dies

⁴„cosh – cooperation schule:hochschule. Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern.“ (vgl. cosh – cooperation schule:hochschule 2014)



81 quantitativ erfassen und bewerten zu können, wurden die Zeiten gemessen, die die
82 Nutzerinnen und Nutzer mit den verschiedenen Elementen des studiVEMINT-Materials
83 (und ggf. auch außerhalb des Materials auf anderen Webseiten) und mit dem Lern-
84 material insgesamt verbrachten. Weiterhin wurde untersucht, inwiefern die bei der
85 Erstellung der Lernmaterialien intendierten Lernwege (s. Abschn. 16.2.2) von den
86 Lernenden tatsächlich eingeschlagen werden.

87 Um das Lernmaterial des studiVEMINT-Kurses in Hinblick auf mögliche Einsatz-
88 szenarien in unterschiedlichen Lernkontexten, also sowohl im Rahmen von präsenz-
89 basierten angeleiteten Lehrveranstaltungen als auch außerhalb, einschätzen zu können,
90 ist der Faktor Zeit von grundlegender Bedeutung. Unter Berücksichtigung angemessener
91 Zeitfenster für die eigenständigen Arbeitsphasen kann der Einsatz der digitalen Lern-
92 materialien von Lehrenden bei der Konzeption einer Lehrveranstaltung eingeplant
93 werden.

94 Durch die Erhebung der Bearbeitungszeiten und Lernwege und die damit einher-
95 gehende direkte Dokumentation der Vorgehensweise von Lernenden bei der Arbeit
96 mit digitalen Lernmaterialien soll eine Forschungslücke geschlossen werden, die im
97 folgenden Abschn. 16.1.3 aufgezeigt wird.

98 Im Kontext des Einsatzes von studiVEMINT im Rahmen der Paderborner
99 Mathematikvorkurse war es außerdem von Interesse zu erfahren, wie die Nutzerinnen
100 und Nutzer nach entsprechenden Bearbeitungsphasen die Qualität der Lernmaterialien
101 bewerten. Daher wurde eine Auswahl von Studierenden, die mit dem studiVEMINT-
102 Material gearbeitet hatten, mit einem Fragebogen zu den Lernmaterialien befragt
103 („Evaluationsstudie“).

104 In diesem Beitrag wird zunächst die genannte Nutzungsstudie im Hinblick auf
105 die Nutzungsdauer insgesamt und die Nutzungsdauer einzelner Strukturelemente des
106 Materials ausgewertet. Darüber hinaus wurden die erhobenen Videodaten auch informell
107 für eine formative Evaluation und Materialverbesserung genutzt. Sie können ebenso für
108 eine tiefere, fachdidaktisch orientierte qualitative Analyse der Materialien verwendet
109 werden, die zukünftigen Publikationen vorbehalten ist. Die Ergebnisse der Evaluations-
110 studie werden im Anschluss an die Nutzungsstudie vorgestellt.

111 **16.1.3 Evaluationsstudien von Online-Lernmaterialien für** 112 **mathematische Vorkurse**

113 Bereits im Jahr 2001 gaben Schaumburg und Rittmann einen Überblick über mögliche
114 Werkzeuge und Methoden zur Evaluation des webbasierten Lernens. In ihren Analysen
115 stehen insbesondere Evaluationsansätze des klassisch-systemischen computerbasierten
116 Instruktionsdesigns im Fokus, um die Übertragbarkeit der damals noch recht neuen
117 Lernangebote im Internet einschätzen zu können (Schaumburg und Rittmann, 2001).
118 Die Autoren fordern bereits die Evaluation webbasierter Lernangebote in Hinblick auf



119 die Kernfragen eines kognitivistischen Instruktionsdesigns. Kriterien hierbei sind unter
120 anderem der Aufbau des Kurses nach lerntheoretischen Prinzipien und die Qualität und
121 Präsentation der bereitgestellten Informationen.

122 Mit der immer weiteren Verbreitung von Online-Lernmaterialien in der Hochschul-
123 lehre wurde in den vergangenen Jahren auch zunehmend der Bedarf an Methoden identi-
124 fiziert, die zur Evaluation dieses Mediums im universitären Lehreinsatz geeignet sind.
125 Aufgrund des relativ jungen Forschungsfeldes gingen die Evaluationsbemühungen hier-
126 bei bisher in der Regel von denjenigen aus, die auch das Lernmaterial entwickelten und
127 daher an systematisch erhobenem Feedback zu dessen Einsatz interessiert waren. Bei-
128 spiele für entsprechende Online-Angebote mit Evaluationsstudien sind etwa Brunner
129 et al. (2016) oder Derr et al. (2016).

130 Es sei angemerkt, dass die verschiedenen Unterstützungsmaßnahmen zur Studienvor-
131 bereitung in der Mathematik sehr vielfältig gestaltet und daher, wie auch aufgrund ihrer
132 inhaltlichen Ausgestaltungen und funktionalen Zielsetzungen, nur schwer konzeptionell
133 vergleichbar sind. Bisher gibt es kaum Untersuchungen bezüglich der Wirksamkeit
134 dieser Unterstützungsmaßnahmen (vgl. Colberg et al., 2016). Die verschiedenen
135 Unterstützungsmaßnahmen in der Studieneingangsphase werden in dem Projekt
136 „WiGeMath: Wirkung und Gelingensbedingungen von Unterstützungsmaßnahmen für
137 mathematikbezogenes Lernen in der Studieneingangsphase“ konzeptionell vergleichend
138 in ein theoretisches Rahmenmodell eingeordnet. Aufbauend auf der Untersuchung von
139 Wirkungen und Gelingensbedingungen dieser Maßnahmen soll anschließend die Aus-
140 arbeitung von Empfehlungen für die wirksame Gestaltung von mathematikbezogenen
141 Unterstützungsmaßnahmen in der Studieneingangsphase erfolgen.

142 Ein Beispiel eines bisher breit evaluierten Vorkursprojekts stellt das bereits oben auf-
143 gezeigte VEMINT-Projekt (ehemals VEMA) dar, auf dessen Material das studiVEMINT-
144 Projekt aufbaut (Biehler et al. 2012a; b. Die Konstruktion, Implementation und
145 wissenschaftliche Evaluation des VEMINT-Materials ist Gegenstand der Dis-
146 sertationsschrift von Fischer (2014), der darin sowohl das Lernverhalten als auch die
147 Auswirkungen des onlinebasierten Vorkurses auf die Kompetenzen und Selbstwirk-
148 samkeitserwartungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (letztere basierend auf
149 deren Selbstauskünften) untersucht. Standortspezifische Unterschiede beim Einsatz des
150 VEMINT-Materials wurden von Bausch, Fischer und Oesterhaus für die Universitäten
151 Kassel, Darmstadt und Paderborn untersucht (Bausch et al., 2014), wobei insbesondere
152 die unterschiedliche Verwendung des Materials im Rahmen verschiedener Blended-
153 Learning-Konzepte im Vordergrund steht. Weiterhin wurden von Mai (2014) Strategien
154 im Umgang mit dem VEMINT-Lernmaterial untersucht und typische Lernwege heraus-
155 gearbeitet. Diese wurden bei der Konzeption von studiVEMINT aufgegriffen und den
156 Nutzerinnen und Nutzern als Empfehlungen für mögliche Lernwege mit dem Material
157 an die Hand gegeben (Biehler et al., 2017). Untersuchungen, ob diese Lernwege von den
158 Nutzerinnen und Nutzern tatsächlich auch beschrritten werden, lagen allerdings bislang
159 nicht vor und werden erstmals in der vorliegenden Studie untersucht.



160 In einer Vergleichsstudie der Einsätze von Materialien aus den Projekten VEMINT
161 und Math-Bridge⁵ an den Universitäten Paderborn und Kassel (Biehler et al., 2014)
162 wurde die Nutzerzufriedenheit im Umgang mit den beiden Systemen untersucht. Dabei
163 konnten im Rahmen einer formativen Evaluation spezifische Verbesserungspotenziale
164 identifiziert werden. Die Auswertung der Ergebnisse dieser Studie zeigt sowohl die hohe
165 Relevanz einer Optimierung der Kurse in Bezug auf deren Navigationsmöglichkeiten
166 im Material als auch den Bedarf an wissenschaftlichen Erhebungen, die das tatsächliche
167 Nutzungsverhalten der Studierenden untersuchen (Biehler et al., 2014). Letzteres stellte
168 einen der Ausgangspunkte der Nutzungsstudie dar, deren Ergebnisse in diesem Bericht
169 dokumentiert werden.

170 Mit dem Evaluationsbericht zum Einsatz von Online-Vorkursen in Mathematik an
171 der Universität Gießen (Frenger und Müller, 2016) liegen weitere Daten zur Nutzung
172 und Nutzer-Einschätzung des VEMINT-Kurses vor, aus denen Empfehlungen für
173 die Erweiterung und bessere Verzahnung von Vorkursangeboten abgeleitet werden
174 konnten. Hierbei wurden durch die Auswertung automatisch generierter, anonymisierter
175 Nutzerdaten der Lernplattform ILIAS statistische Daten erhoben. Auf diese Weise
176 konnten Daten ermittelt werden, die nicht auf der Selbsteinschätzung und Befragung
177 von Studierenden beruhen und Rückschlüsse darauf zulassen, wie groß der Anteil der
178 (freiwilligen) Nutzer im Vergleich zur Gesamtkohorte war. Aus den dort erhobenen
179 quantitativen Daten können allerdings keine Aussagen zu Nutzungsdauer oder
180 Fokussierung einzelner Lernelemente des untersuchten Online-Kurses getroffen werden,
181 was Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist.

182 16.2 Der strukturelle Aufbau der studiVEMINT-Lernmaterialien

183 Die Gliederung der studiVEMINT-Materialien in Form von Strukturelementen (Hin-
184 führung, Inhalte mit Erklärungen etc.) basiert auf dem Strukturkonzept der VEMINT-
185 Materialien. Die in studiVEMINT empfohlenen Lernwege können als Synthese der
186 Lernzugänge aus dem VEMINT-Projekt und den pädagogischen Lernzugängen aus
187 dem Projekt Math-Bridge betrachtet werden, die in Mai (2014) konzeptionell heraus-
188 gearbeitet sind. Im Folgenden werden der Aufbau und die Struktur der studiVEMINT-
189 Lernmaterialien dargestellt und die damit verbundenen didaktischen Intentionen (u. a.
190 die empfohlenen Lernwege) erläutert.

⁵<https://www.math-bridge.org/>

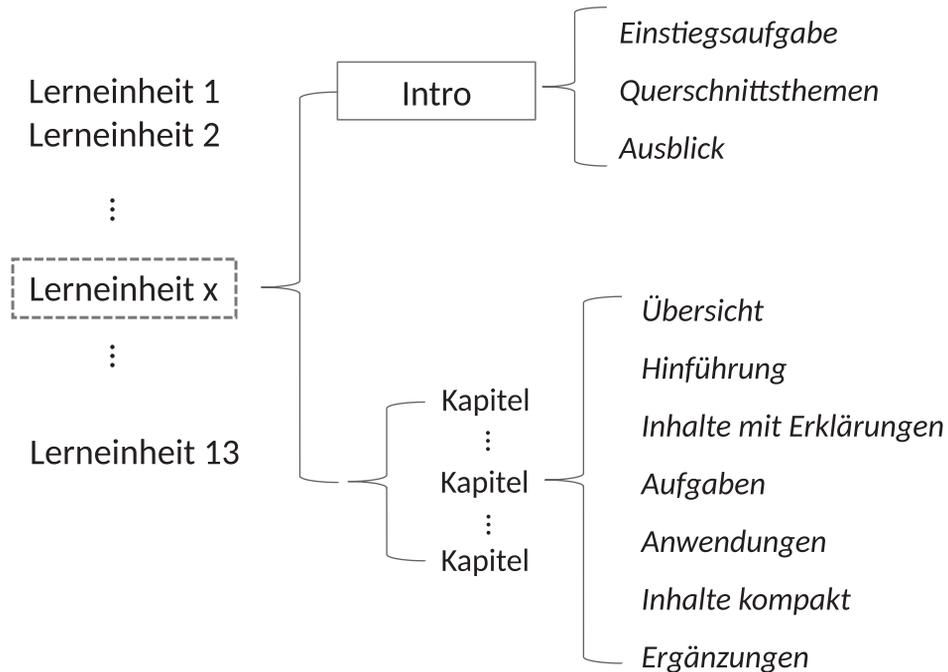


Abb. 16.1 Die Struktur der studiVEMINT-Lernmaterialien

16.2.1 Die Struktur von studiVEMINT

Der studiVEMINT-Kurs ist in 13 Lerneinheiten aufgeteilt, die jeweils ein mathematisches Themengebiet umfassen⁶. Diese Lerneinheiten sind wiederum in weitere thematische Kapitel unterteilt (s. Abb. 16.1). Die Unterteilung der einzelnen Lerneinheiten ermöglicht die Verwendung der Materialien im Rahmen verschiedener Lernwege (s. u.).

Zu jeder Lerneinheit wird dem Lernenden zunächst ein sogenanntes „Intro“ angeboten. In diesem wird im Kontext einer zumeist anwendungsbezogenen Einstiegsaufgabe in die jeweilige Thematik eingeführt und ein Überblick über die zu behandelnden Inhalte gegeben. Die Intros starten mit einem inner- oder außermathematischen motivierenden Einstiegsbeispiel, in dem verschiedene Aspekte des

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

202 zugehörigen Wissensbereichs angewendet werden müssen. Den Lernenden stehen bei
203 der Bearbeitung gestufte Hilfen (etwa in Form von Zwischenlösungen) zur Verfügung.
204 Verlinkungen im Material zu kompakt dargestellten ausgewählten Inhalten ermöglichen
205 ein gezieltes Einholen von Informationen. Ein Ziel der Intros ist es, erste positive Lern-
206 erfolge zu vermitteln. Dabei wird ein Einblick in die verschiedenen Inhalte der Lernein-
207 heit gewährt, wodurch die Nutzerinnen und Nutzer dazu motiviert werden sollen, sich
208 näher mit den jeweiligen Kapiteln zu beschäftigen. Ebenso könnte der Lernende nach der
209 Beschäftigung mit einem Intro die Schlussfolgerung ziehen, mit den Inhalten relativ gut
210 vertraut zu sein und daher zunächst eine andere Lerneinheit zu bearbeiten.

211 Zu den Inhalten einer Lerneinheit werden neben dem Intro ausführliche Kapitel
212 angeboten. Jedes Kapitel besitzt dabei eine einheitliche Darstellungsstruktur (*Übersicht*,
213 *Hinführung*, *Inhalte mit Erklärungen* etc.), die dazu anregen soll, unterschiedliche, fach-
214 didaktisch sinnvolle Bearbeitungsweisen der Inhalte zu unterstützen (s. Abb. 16.2). Ist
215 der oder die Lernende erst einmal mit der Struktur vertraut, so findet er oder sie sich
216 schnell in jedem Kapitel einer jeden Lerneinheit zurecht. Die Konzeption der Struktur-
217 elemente baut auf der Struktur der Materialien aus dem VEMINT-Projekt auf. Die ent-
218 sprechenden Strukturelemente und ihre didaktische Intention werden im Folgenden
219 genauer erläutert.

- 220 • In der *Übersicht* wird über die zu lernenden Inhalte informiert.
- 221 • Die *Hinführung* bietet einen kurzen motivierenden Einstieg in die Thematik eines
222 Kapitels.
- 223 • Im Bereich *Inhalte mit Erklärungen* werden die theoretischen Grundlagen eines
224 Kapitels dargelegt. Hierbei werden sowohl Definitionen als auch mathematische
225 Aussagen in Form von Sätzen wiedergegeben. Um die Erklärungen gut zu ver-
226 anschaulichen, sind sie mit diversen medialen Elementen wie z. B. Bildern, kurzen
227 Animationen oder GeoGebra-Applets angereichert. Des Weiteren werden immer
228 wieder Beispiele und kleinere Aufgaben zu den Inhalten eingestreut.

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

[Ergänzungen](#) [Symbolerklärung](#) [Anleitung: Formeleingabe](#)

Aufgaben

Aufgabe 2

Welche $x \in \mathbb{R}$ erfüllen folgende Gleichung?

$$\frac{3}{2} - \frac{1}{6} = 3x - 2$$

Abb. 16.2 Strukturelemente der Kapitel in studiVEMINT



- 229 • Die **Aufgaben** enthalten verschiedene Übungen, in denen das vermittelte Wissen
230 aus dem Bereich *Inhalte mit Erklärungen* angewendet werden kann. Hierbei gibt
231 es sowohl Verständnis- als auch Berechnungsaufgaben. Damit die Studierenden ein
232 unmittelbares Feedback zu ihren Lösungen bekommen, können die Ergebnisse der
233 meisten Berechnungsaufgaben eingegeben und mithilfe eines Kontrollbuttons über-
234 prüft werden. Neben der Lösungskontrolle kann zu jeder Aufgabe per Mausklick eine
235 ausführliche Musterlösung aufgeklappt werden, mit der die Studierenden ihre eigenen
236 schriftlichen Lösungsskizzen vergleichen können.
- 237 • Der Fokus der **Anwendungen** liegt im Gegensatz zu den *Aufgaben* nicht auf
238 dem Üben der Inhalte, sondern auf dem Aufzeigen interessanter inner- und
239 außermathematischer Anwendungsmöglichkeiten. Dieses Strukturelement hat sowohl
240 motivierenden als auch informierenden Charakter.
- 241 • Die **Inhalte kompakt** stellen eine Zusammenfassung aller Definitionen, Sätze und
242 wichtigen Informationen aus den *Inhalten mit Erklärungen* dar. Sie enthalten keine
243 neuen Inhalte und dienen als übersichtliches Nachschlagewerk, das z. B. bei der
244 Bearbeitung der Aufgaben herangezogen werden kann.
- 245 • **Ergänzungen** sind nicht in allen Kapiteln enthalten. Die hier dargelegten Inhalte
246 und Informationen gehen zumeist über den Schulstoff hinaus, können aber je
247 nach Studiengang für die Vorbereitung auf ein Studium als wichtig erachtet
248 werden. Darüber hinaus bieten die *Ergänzungen* Anknüpfungspunkte zur weiteren
249 Beschäftigung mit einem Themenbereich für besonders interessierte Nutzerinnen und
250 Nutzer.

251 Entsprechend den Lernvoraussetzungen bzw. Lernzielen der Nutzerinnen und Nutzer
252 können die Strukturelemente nicht nur sequenziell, sondern auf unterschiedliche Weise
253 durchgearbeitet werden. Durch die Reihenfolge und Intensität der Bearbeitung der
254 Strukturelemente werden verschiedene Lernwege (s. u.) definiert. Den Nutzerinnen
255 und Nutzern werden verschiedene Lernwege durch das Material im Rahmen eines Ein-
256 führungsvideos vorgestellt. Diese Lernwege werden im folgenden Abschnitt thematisiert.

257 16.2.2 Die empfohlenen Lernwege in studiVEMINT

258 Die oben genannte einheitliche Struktur eines Kapitels ermöglicht es, das Material je
259 nach Bedarf zu verwenden. Die Autoren der Lernmaterialien schlagen die folgenden
260 vier Lernwege vor (s. Biehler et al., 2017, S. 53 ff.): (i) Standardlernweg, (ii) Erinnerung
261 und Kurzwiederholung, (iii) Üben und Anwenden und (iv) Lernweg nach Bedarf⁷. Diese

⁷Die verschiedenen Umgangsweisen mit dem studiVEMINT-Material werden auch in dem Video auf der folgenden Internetseite genauer beschrieben: <https://fdm.uni-paderborn.de/projekte/studivemint/allgemeines/>



262 vier Lernwege, verstanden als Umgang mit dem Material, werden den Nutzerinnen und
263 Nutzern zu Beginn der Lernmaterialien durch ein einführendes Video sowie in der Über-
264 sicht eines jeden Kapitels vorgestellt. Zu den Lernwegen im Einzelnen:

- 265 • Der **Standardlernweg** stellt die umfangreichste Art dar, mit dem Material zu lernen.
266 Hierbei werden die Kapitel und die darin enthaltenen Strukturelemente sukzessiv
267 bearbeitet. Der Lernweg führt somit von den Bereichen *Hinführung* und *Inhalte mit*
268 *Erklärungen* zu den Bereichen *Aufgaben* und *Anwendung*. Je nach Verfügbarkeit
269 gehören hierzu auch die *Ergänzungen*. In diesem Lernweg kann jedes Strukturelement
270 sein intendiertes fachdidaktisches Potenzial voll entfalten.
- 271 • Der Lernweg **Erinnerung und Kurzwiederholung** ist für Lernende vorgesehen, die
272 sich eher kurz über die Inhalte eines Kapitels informieren und die wichtigsten Aus-
273 sagen wiederholen möchten. In diesem Fall soll direkt mit dem Bereich *Inhalte*
274 *kompakt* gearbeitet werden. Fallen hier größere Wissenslücken auf oder bestehen Ver-
275 ständnisschwierigkeiten, kann nach Bedarf weiter mit dem Material gelernt werden.
- 276 • Bei dem Lernweg **Üben und Anwenden** steht das Üben von mathematischen Ver-
277 fahren und deren Anwendungen im Fokus. Dementsprechend wird auf die Bereiche
278 *Aufgaben* und *Anwendung* verwiesen. Sollten hier Schwierigkeiten beim Lösen der
279 Aufgaben oder Probleme beim Nachvollziehen der Beispiele bzw. Musterlösungen
280 auftreten, können die entsprechenden Inhalte gezielt entweder im Abschnitt *Inhalte*
281 *kompakt* oder in *Inhalte mit Erklärungen* nachgeschlagen werden.
- 282 • Der **Lernweg nach Bedarf** meint den individuellen Umgang mit den Lernmaterialien.
283 Je nach Lernvoraussetzungen, Lernzielen etc. können Lernende eigene Wege durch
284 das Material als sinnvoll erachten.

285 16.3 Der Kontext der Studien

286 16.3.1 Der Vorkurs P1 an der Universität Paderborn

287 Die hier betrachtete Evaluationsstudie wurde im Rahmen des Mathematikvorkurses
288 P1⁸ an der Universität Paderborn im September 2016 durchgeführt. Dieser vierwöchige
289 Vorkurs richtet sich an angehende Studierende der Fächer Maschinenbau, Wirtschafts-
290 ingenieurwesen mit Schwerpunkt Maschinenbau, Chemie, Chemieingenieurwesen,

⁸Die Abkürzung „P“ steht dabei für die Präsenzvariante eines Vorkurses, in der die Teilnehmenden vorwiegend präsent an der Universität sind und vor Ort arbeiten. Alternativ können die Teilnehmenden auch eine „E“-Variante (E-Learning) wählen, bei der mehrheitlich zu Hause gearbeitet wird. Beide Kursvarianten sind Blended-Learning-Konzepte, beinhalten also eine Verzahnung von Präsenz- und E-Learning-Anteilen; nur fällt in den Präsenzvarianten der E-Learning-Anteil geringer aus. (Der Zusatz „I“ bezeichnet hierbei die oben aufgeführte Adressatengruppe der Studierenden.)



291 Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Elektrotechnik, Computer
292 Engineering und Wirtschaftsinformatik. Ziel des Vorkurses ist es, die angehenden
293 Studierenden auf die mathematischen Inhalte ihres Studiums vorzubereiten und
294 eventuelle Wissenslücken bezüglich der Schulmathematik aufzudecken bzw. nach
295 Möglichkeit zu schließen.

296 Im Rahmen des vierwöchigen Vorkurses finden jeweils montags, mittwochs und
297 freitags am Vormittag dreistündige Vorlesungen an der Universität statt. Hieran
298 schließen sich am Nachmittag zweistündige Tutorien in Kleingruppen mit ca. 20
299 bis 30 Studierenden an. Die Dienstag- und Donnerstag- stehen den Teilnehmenden
300 als Selbstlerntage zur Verfügung. An diesen sollen sie die jeweiligen Inhalte anhand
301 gegebener Aufgabenstellungen und unter Verwendung der Online-Lernmaterialien
302 wiederholen und festigen (siehe hierzu auch den Beitrag von Fleischmann et al. in
303 Kap. 15). Im Jahr 2016 wurden an diesen Selbstlerntagen zum ersten Mal die neuen
304 studiVEMINT-Lernmaterialien eingesetzt.

305 **16.3.2 Die Gestaltung der Selbstlerntage mit studiVEMINT und das** 306 **Konzept der „betreuten Selbstlerntage“**

307 Für die einzelnen Selbstlerntage der Vorkurse wurden durch den Dozenten zu den
308 Vorlesungs- und Übungsinhalten passende Lerneinheiten im studiVEMINT-Material
309 ausgewählt. Zu diesen Lerneinheiten wurden passende Arbeitsaufträge zum Durch-
310 arbeiten der entsprechenden Materialien erteilt, wodurch die Selbstlerntage gut
311 strukturiert wurden. Um die Arbeit der Studierenden mit dem Material untersuchen zu
312 können, wurde das Konzept des betreuten Selbstlerntages entwickelt: Die Studierenden
313 erhielten die Möglichkeit, für einzelne Selbstlerntage von 9 bis 15 Uhr einen Computerraum
314 an der Universität für das Lernen mit dem Online-Material zu nutzen. Um
315 für die Studierenden einen Anreiz zu schaffen, am entsprechenden Selbstlerntag an
316 die Universität zu kommen und sich intensiv mit den jeweiligen Arbeitsaufträgen
317 zu beschäftigen, stand den Teilnehmenden in den Universitätsräumen ein Tutor für
318 etwaige Hilfestellungen zur Verfügung. So konnte jedem der anwesenden Studierenden
319 die Möglichkeit geboten werden, sich an einem Tag unter Anleitung mit dem Online-
320 Lernmaterial auseinanderzusetzen. Die betreuten Selbstlerntage konnten außerdem zu
321 Forschungszwecken genutzt werden. Die Studierenden vor Ort konnten nun bei ihrem
322 Umgang mit dem studiVEMINT-Material beobachtet und dazu befragt werden. Es
323 nahmen 95 von 230 Studierenden an jeweils einem betreuten Selbstlerntag teil. Genauere
324 Informationen zum Design der Studien werden in den folgenden Abschnitten gegeben.



325 16.4 Forschungsfragen

326 Der Fokus der hier dargestellten Studie liegt zunächst im Sinne einer Grundlagen-
327 studie auf dem konkreten Umgang der Nutzerinnen und Nutzer mit dem Material:
328 Welche Strukturelemente der Kapitel werden von den Nutzerinnen und Nutzern über-
329 haupt bearbeitet und wie viel Zeit verbringen sie mit den verschiedenen Elementen?⁹
330 Die Frage, wie viel Bearbeitungszeit den einzelnen Strukturelementen eines Kapitels
331 gewidmet wird (Forschungsfragen 1a) und 1b)), ist relevant, um Rückschlüsse auf die
332 Arbeitsschwerpunkte der Lernenden zu ziehen, was z. B. eine Priorisierung gewisser
333 Strukturelemente und damit gewisser Lern- und Arbeitsweisen beinhalten könnte.¹⁰ Mit
334 diesem Fokus untersuchen wir die von Schaumburg und Rittmann (2001) thematisierte
335 und auch Biehler et al. (2014) bestätigte hohe Bedeutung des Aufbaus und der
336 Strukturierung digitaler Lernmaterialien als Qualitätsmerkmal für Nutzbarkeit. Im
337 Zusammenhang einer möglichen Priorisierung von Strukturelementen stellt sich ebenso
338 die Frage, ob die Nutzerinnen und Nutzer tatsächlich die von uns intendierten Lernwege
339 (auf Basis von Mai, 2014) durch das Material verwenden (s. Abschn. 16.2.2) oder ggf.
340 individuelle bzw. alternative Lernwege wählen (Forschungsfrage 2). Schließlich wird im
341 Sinne einer Evaluationsstudie auch erhoben, wie die Nutzerinnen und Nutzer insgesamt
342 die Qualität der Lernmaterialien bewerten. Diese Gesamtbeurteilung des Materials
343 differenzieren wir anhand der Hauptfunktion des Lernmaterials zum selbstständigen
344 Lernen mithilfe vorstrukturierter Lerneinheiten und Kapitel (Forschungsfrage 3).

345 Entsprechend der obigen Ausführungen werden die folgenden Forschungsfragen
346 formuliert:

- 347 1. Forschungsfragen der Nutzungsstudie: Nutzungsdauern
 - 348 a. Wie lange arbeiten die Nutzerinnen und Nutzer an den verschiedenen thematischen
 - 349 Kapiteln?
 - 350 b. Wie lange werden die jeweiligen Strukturelemente eines Kapitels von den
 - 351 Nutzerinnen und Nutzern im Durchschnitt bearbeitet?
- 352 2. Forschungsfragen der Nutzungsstudie: Lernwege
 - 353 a. Welche der in studiVEMINT intendierten bzw. empfohlenen Lernwege können bei
 - 354 den Nutzerinnen und Nutzern beobachtet werden?
 - 355 b. Inwiefern können „Lernwege nach Bedarf“ nutzerübergreifend ausgemacht
 - 356 werden?

⁹Dieser Faktor „Zeit“ soll dabei über diesen Aspekt der Schwerpunktsetzung nicht weiter inhaltlich interpretiert werden, da für entsprechende Aussagen tiefere qualitative Analysen nötig wären.

¹⁰Entsprechende Erkenntnisse würden dabei über den hier beschriebenen Nutzerkreis und das konkrete Lernmaterial hinausweisen. Übergeordnet soll die Frage beantwortet werden, welche Umgangsweisen und Lernaktivitäten von Nutzerinnen und Nutzern von Online-Lernmaterialien im Übergang Schule/Hochschule bevorzugt werden.



- 357 3. Forschungsfragen der Evaluationsstudie: Bewertung
358 Wie bewerten die Studierenden das studiVEMINT-Material ...
359 a. bzgl. der Eignung zum selbstständigen Lernen?
360 b. bzgl. der Unterteilung der Kapitel in die einzelnen Strukturelemente?
361 c. insgesamt?

362 Mithilfe dieser Forschungsfragen soll die Verwendung von studiVEMINT durch
363 Studierende im Kontext eines Vorkurses untersucht werden. Übergeordnetes Ziel ist
364 dabei die Optimierung von Blended-Learning-Szenarien im Kontext mathematischer
365 Vorkurse.

366 16.5 Design, Datenerhebung und Stichprobe

367 16.5.1 Nutzungsstudie

368 Um den selbstständigen Umgang mit dem Material und die Lernwege der Studierenden
369 genauer erfassen zu können (Forschungsfragen 1 und 2), war eine detaillierte
370 Beobachtung der Studierenden notwendig. Die Datenerhebung der Studie fand an
371 den betreuten Selbstlertagen des Vorkurses an der Universität Paderborn statt (s.
372 Abschn. 16.3). Hierzu wurden Gruppen von Freiwilligen gesucht, die einer genaueren
373 Beobachtung zustimmten. Den Freiwilligen wurde in Zweier- bzw. Dreiergruppen der
374 Auftrag erteilt, sich mit einer bestimmten Lerneinheit des studiVEMINT-Materials aus-
375 einanderzusetzen. Diese Gruppengröße wurde gewählt, damit auch Gespräche während
376 der Bearbeitung beobachtet werden konnten. Die Gruppen arbeiteten eigenständig; das
377 Forschungsdesign trug damit dem kollaborativen Lernen Rechnung. Insgesamt nahmen
378 95 Studierende an den betreuten Selbstlertagen teil. Für die Aufzeichnung der Aktivi-
379 tätäten an den Online-Lernmaterialien wurden die Studierenden in 28 Gruppen eingeteilt.
380 Mithilfe eines Screencast-Programms wurden deren Aktivitäten am Computer und der
381 gesprochene Ton aufgezeichnet.

382 Für die Bearbeitungen wurde kein Hinweis auf etwaige Lernwege oder Schwerpunkt-
383 setzungen im Material gegeben. Durch dieses Szenario konnten die Studierenden mög-
384 lichst frei selbst mit dem Material arbeiten, wodurch deren selbstständiger Umgang mit
385 den Lerninhalten möglichst gut erfasst werden sollte. Die Vorgabe von bestimmten Lern-
386 einheiten bzw. Kapiteln widerspricht dieser Forschungs idee in gewisser Weise, erwies
387 sich aber als notwendig, um alle Materialabschnitte bearbeiten und evaluieren zu lassen.
388 Der Lernweg Kurzwiederholung wird mit der Vorgabe, ganze Kapitel zu bearbeiten,
389 implizit ausgeschlossen. Aus diesem Grund wird er auch in den nachfolgenden Aus-
390 wertungen nicht betrachtet.

391 Jede der 13 Lerneinheiten wurde an einem der betreuten Selbstlertage bearbeitet.
392 Der Bearbeitung gingen jeweils eine dreistündige Vorlesung und eine zwei-
393 stündige Übung zum entsprechenden mathematischen Inhalt am Vortag voraus. Für



394 die Bearbeitungen der Lerneinheit wurden den Studierenden vormittags bis zu drei
395 Stunden und nachmittags bis zu zwei Stunden eingeräumt. Die Stichprobe umfasste 28
396 Studierendengruppen.

397 Die Aufzeichnung der Lernaktivitäten jeweils einer freiwilligen Studierendengruppe
398 erfolgte in einem separaten Raum mithilfe eines Screencast-Programms, wobei den
399 Studierenden auch ein Tutor für eventuelle Fragen zur Verfügung stand¹¹. Mithilfe des
400 Screencast-Programms konnten alle Bildschirmaktivitäten der Nutzerinnen und Nutzer
401 und somit ihr Umgang mit den Lernmaterialien genau festgehalten werden. Insgesamt
402 wurden an den acht betreuten Selbstlerntagen elf verschiedene Gruppen von jeweils zwei
403 bis drei Studierenden beobachtet. Damit können 35 Bearbeitungen einzelner Kapitel
404 nachvollzogen werden, wodurch alle Lerneinheiten abgedeckt werden. Insgesamt liegt
405 Datenmaterial in einer Gesamtlänge von ca. 32 h vor.

406 Bei der Konzeption der Studie wurde die Auswahl einer möglichst repräsentativen
407 Stichprobe der Vorkursteilnehmerinnen und Teilnehmer angestrebt. Aufgrund des frei-
408 willigen Charakters der gesamten Lehrveranstaltung war allerdings nicht damit zu
409 rechnen, dass alle für den Vorkurs angemeldeten Studierenden sich an den (zur Vorlesung
410 und regulären Tutorien) zusätzlichen Veranstaltungen beteiligten, in denen die Studie
411 durchgeführt werden sollte. Aus diesem Grund wurden diese zusätzlichen Treffen unter
412 der Bezeichnung „betreuter Selbstlerntag“ in der Veranstaltung angekündigt und die Teil-
413 nahme daran möglichst verbindlich angesetzt. Die Zahl an tatsächlichen und regelmäßig
414 teilnehmenden Studierenden des gesamten Vorkurses ist aufgrund starker Schwankungen
415 im Laufe des vierwöchigen Vorkurses schwer festzulegen, kann aber auf Grundlage der
416 Teilnehmerzahl von insgesamt 159 am ersten Vorkurstag in etwa eingeschätzt werden.
417 An den betreuten Selbstlerntagen nahmen insgesamt 95 Studierende teil, sodass im Ver-
418 gleich zur Gesamtteilnehmerzahl von einer gewissen, mutmaßlich positiven Selektion
419 ausgegangen werden muss.

420 16.5.2 Evaluationsstudie

421 Für die Erhebung der studentischen Bewertungen der Lernmaterialien von studiVEMINT
422 (Forschungsfrage 3) wurde ein Fragebogen entwickelt, der nach Bearbeitung einer
423 konkreten Lerneinheit aus studiVEMINT von den Teilnehmenden der Selbstlerntage aus-
424 gefüllt wurde. Die Konzeption basiert auf den im Rahmen des VEMINT-Projekts ein-
425 gesetzten Fragebögen zum elektronischen Vorkurs (E-Vorkurs), der seit 2007 jährlich
426 an der Universität Paderborn durchgeführt und wissenschaftlich begleitet wird (Fischer,
427 [2014](#)).

¹¹Dieser Tutor war gleichzeitig auch ein Entwickler der Lernmaterialien und wirkte als Forscher bei den Evaluationsstudien mit. Neben den Bildschirmaktivitäten wurde außerdem der Ton aufgezeichnet, um ggf. ergänzende Informationen aus der Kommunikation der Teilnehmenden entnehmen zu können.

Tab. 16.1 Fragebogenitems zur Bewertung der Materialstruktur des Lernmaterials aus studiVEMINT

| In welchem Maß treffen folgenden Aussagen auf die bearbeitete Lerneinheit des studiVEMINT-Lernmaterials zu? | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1 | Die Lerneinheit ist zum selbstständigen Lernen gut geeignet |
| A2 | Ich kann mir vorstellen, das Online-Lernmaterial auch nach Ende des Vorkurses weiterhin zu benutzen, um z. B. während des Studiums mein Wissen aufzufrischen oder Stoff nachzuschlagen |
| A3 | Die Arbeit mit dem Material war hilfreich für mein Verständnis des behandelten Stoffes |
| A4 | Die Gestaltung des Materials ist übersichtlich |
| A5 | Die Strukturierung der Lerneinheiten in <i>Übersicht, Hinführung, Inhalte mit Erklärungen, Aufgaben, Anwendungen, Inhalte kompakt, Ergänzungen</i> war hilfreich |
| A6 | Die <i>Hinführung</i> hat mein Interesse an der Lerneinheit geweckt |
| A7 | Die <i>Erklärungen</i> in der Lerneinheit sind für mich verständlich |
| A8 | Die <i>Aufgaben</i> finde ich inhaltlich ansprechend |
| A9 | Die Musterlösungen zu den Aufgaben konnte ich gut nachvollziehen |
| A10 | Der Teil <i>Inhalte mit Erklärungen</i> bereitet gut auf die Aufgaben vor |

428 Damit alle 13 Lerneinheiten aus studiVEMINT evaluiert werden konnten, wurden an
429 einigen der betreuten Selbstlertage mehrere Lerneinheiten nacheinander bearbeitet und
430 mithilfe verschiedener Fragebögen bewertet. Es nahmen alle 95 Teilnehmerinnen und
431 Teilnehmer der betreuten Selbstlertage an der Studie teil und es liegen 140 Fragebögen
432 zur Auswertung vor.

433 Der Fragebogen beinhaltete Items, in denen ausgewählte Aspekte des Kurses
434 (Struktur, Inhalte, Aufgaben etc.) von den Nutzerinnen und Nutzern auf einer vier-
435 stufigen Likert-Skala von 1 (= trifft nicht zu) bis 4 (= trifft zu) bewertet werden sollten.
436 Die hier verwendeten Items werden in der Tab. 16.1 aufgelistet. Für die Bewertung der
437 Eignung des Lernmaterials zum selbstständigen Lernen wurden die Items A1 bis A5
438 formuliert, die Items A6 bis A10 thematisieren die Strukturelemente in studiVEMINT.

439 Schließlich sollten die Nutzerinnen und Nutzer noch anhand einer vierstufigen
440 Likert-Skala von 1 (= trifft nicht zu) bis 4 (= trifft zu) eine Gesamtbewertung der Lern-
441 materialien abgeben (A11: „Wie ist Ihr Gesamteindruck des Materials?“).



442 Die Fragebögen wurden an jedem betreuten Selbstlerntag verteilt und die Nutzerinnen
443 und Nutzer dazu aufgefordert, die Bewertung auf die an diesem Tag bearbeiteten Lern-
444 einheiten zu beziehen. Auf diese Weise konnte ein großes Spektrum der Lerneinheiten
445 abgedeckt werden. Wir werten die Daten in dieser Arbeit nur global und nicht getrennt
446 nach Lerneinheiten aus.

447 Der Fragebogen für die Erhebung der Bewertung der Materialien wurde am betreuten
448 Selbstlerntag an alle anwesenden Studierenden ausgegeben, nachdem sie in Zweier- bzw.
449 Dreiergruppen eine Lerneinheit bearbeitet hatten.

450 16.6 Auswertung und Ergebnisse der Nutzungsstudie

451 16.6.1 Methoden der Datenauswertung der Screencast-Dateien

452 Für die Analyse der aufgezeichneten Bearbeitungsvorgänge wurden die Bearbeitungs-
453 abläufe der Studierenden mithilfe der Software MAXQDA codiert und in Hinblick auf
454 die Bearbeitungsdauern ausgewertet. Für die Bearbeitung jedes Strukturelements (...,
455 Inhalte mit Erklärungen, Aufgaben, ...) wurde jeweils ein eigener Code verwendet.
456 Zudem wurde codiert, wenn die Studierenden in eine andere Lerneinheit als die gerade
457 fokussierte wechselten. Schließlich wurde ein weiterer Code vergeben, um Aktivitäten
458 außerhalb des Materials (Verwendung anderer Internetseiten, anderer Programme etc.)
459 vermerken zu können (s. Abschn. 16.1.1). Ausschlaggebend für eine Codierung war
460 dabei das jeweils aktuell dargestellte Bild auf dem Computermonitor.

461 Insgesamt wurden die in Tab. 16.2 verzeichneten Codes bzgl. der Strukturmerkmale
462 vergeben:

Tab. 16.2 Übersicht über die vergebenen Codes bzgl. der verschiedenen Strukturelemente im studiVEMINT-Material

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| #1 | Intro/Einstiegsaufgabe |
| #2 | Intro/Kurzinhalte |
| #3 | Hinführung |
| #4 | Inhalte mit Erklärung |
| #5 | Aufgaben |
| #6 | Anwendungen |
| #7 | Ergänzungen |
| #8 | Inhalte kompakt |
| #9 | nicht studiVEMINT (Hiermit wurden alle Stellen codiert, in denen keine studiVEMINT-Inhalte auf dem Bildschirm zu sehen waren.) |

Tab. 16.3 Statistische Kennwerte bzgl. der Bearbeitungszeiten der einzelnen Kapitel in studiVEMINT (n = 28)

| | Bearbeitungszeiten der einzelnen Kapitel [Minuten] |
|----------|----------------------------------------------------|
| Median | 54,7 |
| a-Mittel | 64,4 |
| SD | 33,9 |

463 Die Vergabe der Codes erwies sich dabei als verhältnismäßig unproblematisch, da
464 diese keinen Interpretationsaufwand erforderte. Die vergebenen Codes wurden stich-
465 punktartig durch andere Forscher des Projekts überprüft. Die sehr gute Überein-
466 stimmung der stichpunktartigen Überprüfungen betrachten wir an dieser Stelle als ein
467 hinreichendes Argument für den Nachweis einer reliablen Codierung.

468 Für die Beantwortung der Forschungsfragen 2a) und b) über die Lernwege im
469 Material musste zunächst eine Operationalisierung dieser Lernwege vorgenommen
470 werden, damit diese mit den erhobenen Daten in Beziehung gesetzt werden
471 konnten. Diese erfolgte in Bezug auf die theoretische Konzeption der Lernwege (s.
472 Abschn. 16.2.1).

- 473 • Der *Standardlernweg* zeichnet sich durch eine sukzessive Bearbeitung der Struktur-
474 elemente aus, wie sie im studiVEMINT-Material angeboten werden.
- 475 • Die Befolgung des Lernwegs Erinnerung und Kurzwiederholung entspricht einer
476 schwerpunktmäßigen Arbeit mit dem Strukturelement Inhalte kompakt.
- 477 • Im Fokus des Lernwegs Üben und Anwenden steht die Beschäftigung mit den
478 Strukturelementen Aufgaben und Anwendungen. Für die Operationalisierung
479 dieser Schwerpunktsetzung wurde die folgende Charakterisierung festgesetzt: Eine
480 Kapitelbearbeitung wird diesem Lernweg zugeschrieben, wenn die Summe der
481 Bearbeitungszeiten der Strukturelemente Aufgaben und Anwendungen über 60 % der
482 Gesamtbearbeitungszeit ausmacht. (Die Marke von 60 % ergab sich hierbei durch
483 Anlehnung an den Median der Bearbeitungszeiten in den Datensätzen (s. Abb. 16.9).)
- 484 • Da der Lernweg nach Bedarf alle sonstigen Umgänge mit dem Lernmaterial
485 beschreibt, wird er an dieser Stelle nicht gesondert operationalisiert.

486 16.6.2 Ergebnisse bzgl. der aufgewendeten Bearbeitungszeit

487 Im ersten Schritt wurde die Frage untersucht, wie viel Zeit die Studierenden mit der
488 Bearbeitung eines Kapitels (innerhalb einer Lerneinheit) verbringen (Forschungsfrage
489 1a). Aus dem vorhandenen Datensatz wurden alle Bearbeitungen entfernt, die offen-
490 sichtlich „vorzeitig abgebrochen“ wurden bzw. deren Bearbeitungszeit unter 15 min

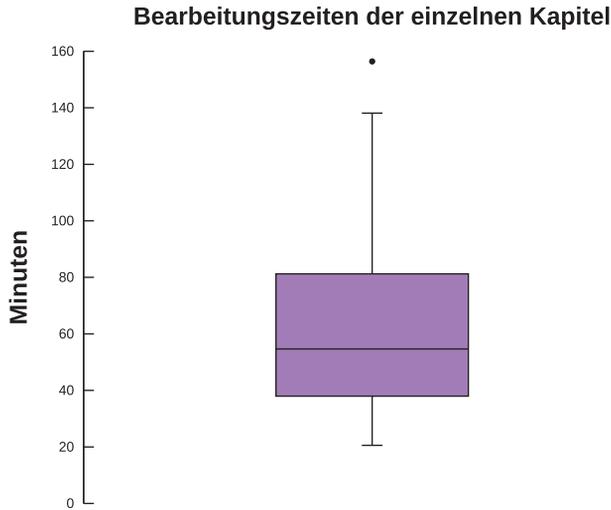


Abb. 16.3 Bearbeitungszeiten der Kapitel in studiVEMINT in Minuten ($n=28$)

491 lag¹². Abzüglich dieser 13 „Abbrecher“ liegt eine Datengrundlage von 28 Kapitel-
492 bearbeitungen vor. In Tab. 16.3 und Abb. 16.3 werden die statistischen Werte der
493 Bearbeitungszeiten der Studierenden für ein Kapitel angegeben. Im Durchschnitt wird
494 ein Kapitel 64,4 min (a-Mittel) bearbeitet, wobei die Streuung der Ergebnisse sehr hoch
495 ist ($SD=33,9$; vgl. auch den Boxplot in Abb. 16.3).

496 Nach Betrachtung der Verteilung der Gesamtdauer der Bearbeitungszeiten für die
497 Kapitel beschäftigen wir uns mit der Frage, wie viel Zeit die Nutzerinnen und Nutzer
498 innerhalb eines Kapitels bei den einzelnen Strukturelementen (*Hinführung, Inhalte*
499 *mit Erklärungen, Aufgaben, Anwendungen, Inhalte kompakt* und *Ergänzungen*) ver-
500 bringen (Forschungsfrage 1b) bzw. ob sie den Computer dazu verwenden oder auf
501 andere Ressourcen außerhalb des Lernmaterials zuzugreifen (im Folgenden als *nicht*
502 *studiVEMINT* bezeichnet). Für die Untersuchung dieser Forschungsfragen wurden die
503 Bearbeitungszeiten der einzelnen Strukturelemente aus den verschiedenen Kapiteln
504 zusammengefasst. An dieser Stelle variiert die Anzahl der Datensätze stark (zwischen 6
505 und 28). Dieser Unterschied resultiert aus der Tatsache, dass nicht in allen Kapiteln alle
506 Strukturelemente vorhanden sind. In Abb. 16.4 werden die Verteilungen der absoluten

¹²Dieses Kriterium wurde pragmatisch angesetzt, um „vorzeitige“ Abbrecher identifizieren zu können.

Verteilung der absoluten Bearbeitungszeiten der Strukturelemente

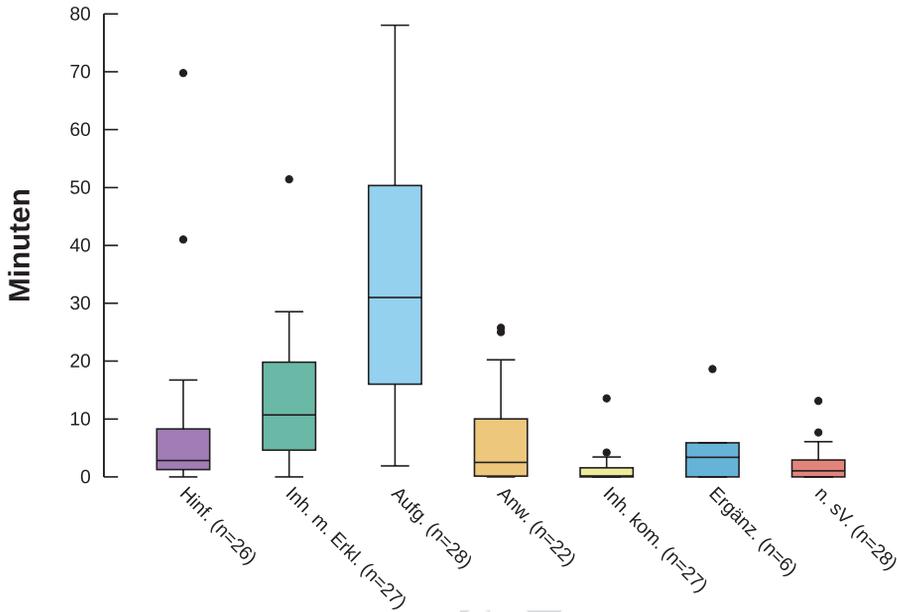


Abb. 16.4 Verteilung der absoluten Bearbeitungszeiten der Strukturelemente („Hinf.“=Hinführung; „Inh. m. Erkl.“=Inhalte mit Erklärungen; „Aufg.“=Aufgaben; „Anw.“=Anwendungen „Inh. kom.“=Inhalte kompakt; „Ergänz.“=Ergänzungen; „n. sV.“=nicht studiVEMINT)

507 Bearbeitungszeiten der einzelnen Strukturelemente dargestellt, die zugehörigen
508 statistischen Kennwerte sind in Tab. 16.4 angegeben.

509 Es zeigt sich, dass die Studierenden im Mittel mit Abstand die meiste Zeit mit der
510 Bearbeitung der *Aufgaben* verbringen (a-Mittel = 33,8 Min.; Median = 31,0 Min.). Des
511 Weiteren werden vor allem *Inhalte mit Erklärungen* (a-Mittel = 13,1 Min.) und *Hin-*
512 *führung* (a-Mittel = 8,2 Min.) bearbeitet.

Tab. 16.4 Statistische Kennwerte bzgl. der Bearbeitungszeiten der Strukturelemente in studiVEMINT in Minuten

| | Hinf. Farbigkeit | Inh. M | Aufg | Anw | Inh | Ergänz | n. sV |
|----------|------------------|--------|------|-----|-----|--------|-------|
| Median | 2,8 | 10,7 | 21,0 | 2,5 | 0,2 | 3,4 | 0,0 |
| a-Mittel | 8,2 | 13,1 | 33,8 | 6,5 | 1,3 | 5,2 | 0,4 |
| SD | 15,2 | 11,1 | 21,3 | 8,4 | 2,8 | 7,0 | 1,5 |
| n | 26 | 27 | 28 | 22 | 27 | 6 | 28 |

Verteilung der „Bearbeitungszeiten pro Seite“ der Strukturelemente

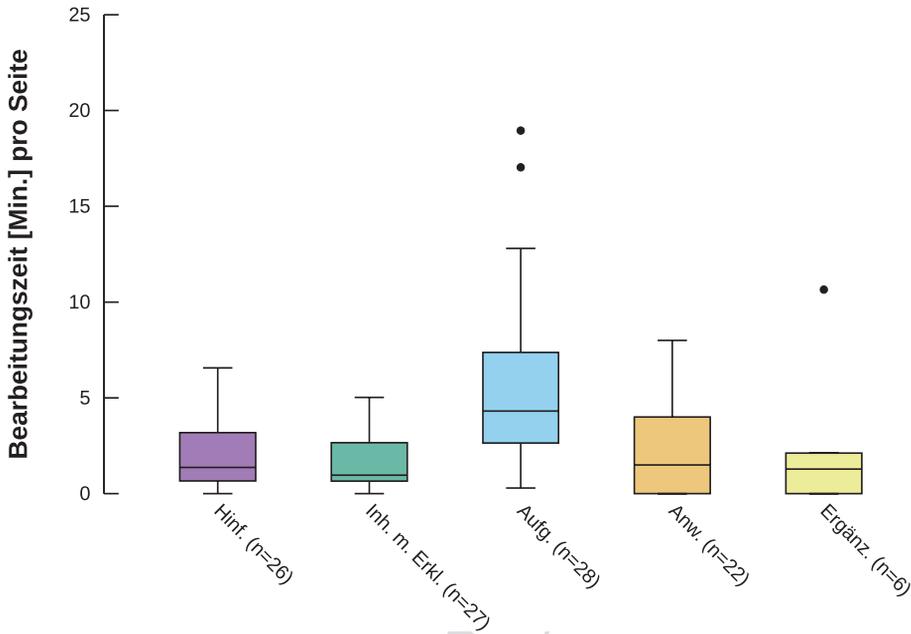


Abb. 16.5 Verteilung der Bearbeitungszeiten pro Seite der Strukturelemente („Hinf.“=Hinführung; „Inh. m. Erkl.“=Inhalte mit Erklärungen; „Aufg.“=Aufgaben; „Anw.“=Anwendungen; „Ergänz.“=Ergänzungen)

Tab. 16.5 Verteilung der Bearbeitungszeiten pro Seite der Strukturelemente in Minuten („Hinf.“=Hinführung; „Inh. m. Erkl.“=Inhalte mit Erklärungen; „Aufg.“=Aufgaben; „Anw.“=Anwendungen; „Ergänz.“=Ergänzungen)

| | Hinf | Inh. m. Erkl | Aufg | Anw | Ergänz |
|----------|------|--------------|------|-----|--------|
| Median | 1,4 | 1,0 | 4,3 | 1,9 | 1,3 |
| a-Mittel | 2,0 | 1,7 | 6,0 | 2,6 | 2,6 |
| SD | 1,9 | 1,4 | 4,8 | 2,6 | 4,1 |
| n | 26 | 27 | 28 | 22 | 6 |

513 Bei Betrachtung der absoluten Bearbeitungszeiten der verschiedenen Struktur-
 514 elemente muss allerdings beachtet werden, dass der Umfang der einzelnen Struktur-
 515 elemente im Material unterschiedlich ist. Damit diese Unterschiede in der Auswertung
 516 berücksichtigt werden können, wurde das ausdrückbare Skript von studiVEMINT heran-

Verteilung der relativen Bearbeitungszeiten der Strukturelemente (n=19)

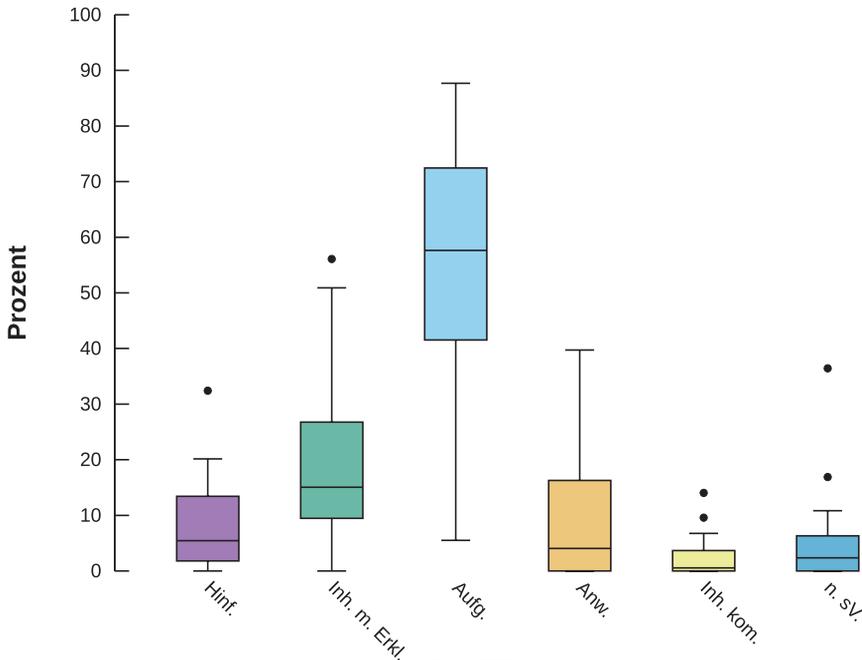


Abb. 16.6 Anteile der Bearbeitungszeiten der Strukturelemente in Bezug auf ein Kapitel in Prozent („Hinf.“ = Hinführung; „Inh. m. Erkl.“ = Inhalte mit Erklärungen; „Aufg.“ = Aufgaben; „Anw.“ = Anwendungen; „Inh. kom.“ = Inhalte kompakt; „n. sV.“ = nicht studiVEMINT)

517 gezogen. Mit diesem Skript kann man den Anteil der Strukturelemente als Anteil der
518 jeweiligen Seiten am Gesamtumfang ermitteln, der ca. 955 DIN-A4-Seiten beträgt. Die
519 *Inhalte mit Erklärungen* nehmen 43 % des Gesamtumfangs ein, die *Aufgaben* 33 %, die
520 *Hinführung* 11 % und die *Anwendungen* 10 %.

521 Um die Bearbeitungsintensität der verschiedenen Strukturelemente zu messen, haben
522 wir als Näherung bei jedem Strukturelement eines Kapitels zunächst die Anzahl der
523 Skriptseiten ermittelt und anschließend den Quotienten „Bearbeitungszeit pro Seite“
524 berechnet¹³ (s. Abb. 16.5 und Tab. 16.5). Diese Kennzahlen wurden ermittelt, um der
525 Tatsache Rechnung zu tragen, dass sowohl die Kapitel als auch die Strukturelemente
526 teilweise sehr unterschiedliche Umfänge besitzen und sich aus der ausschließlichen
527 Betrachtung der absoluten Bearbeitungszeiten somit auch Fehlinterpretationen ergeben
528 könnten. In erster Näherung sieht man, dass auch hier die Bearbeitungsintensität bei

¹³Da das Strukturelement *Inhalte kompakt* nicht in der entsprechenden PDF-Version enthalten ist, liegen hierzu keine Angaben zu der entsprechenden Seitenzahl vor. Aus diesem Grund wird das Strukturelement *Inhalte kompakt* bei den folgenden Auswertungen nicht berücksichtigt.



Tab. 16.6 Statistische Kennwerte bzgl. der relativen Bearbeitungsdauer der Strukturelemente in studiVEMINT in Bezug auf die Gesamtbearbeitungslänge eines Kapitels, Angaben in Prozent (n = 19) (s. hierzu auch Abb. 16.6)

| | Hinf | Inh. m. Erkl | Aufg | Anw | Inh. Kom | n. sV |
|----------|-------|--------------|-------|-------|----------|-------|
| Median | 5,437 | 15,06 | 57,64 | 4,04 | 0,55 | 2,36 |
| a-Mittel | 8,145 | 19,97 | 54,84 | 9,05 | 2,53 | 5,46 |
| SD | 8,35 | 15,56 | 22,1 | 10,93 | 3,88 | 8,71 |

den Aufgaben wesentlich höher ausfällt als bei den anderen Elementen; die anderen Strukturelemente gleichen sich gegenüber den absoluten Zeiten einander an. Die Verteilungen sind leicht schief, was sich sowohl im Boxplot zeigt als auch daran, dass die arithmetischen Mittel über den Medianen liegen. Das heißt, es gibt durchaus eine Minderheit von Kapiteln und Studierenden, bei denen eine deutlich höhere Intensität vorliegt. In mindestens 25 % der Fälle werden die *Anwendungen* und *Ergänzungen* gar nicht bearbeitet. Vermutlich stand hierfür keine Zeit mehr zur Verfügung.

Um die absoluten Bearbeitungszeiten der Strukturelemente richtig einordnen zu können, ist es ebenfalls sinnvoll zu untersuchen, wie viel Zeit die Nutzerinnen und Nutzer anteilig von der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels bei den verschiedenen Strukturelementen verweilen. Da in verschiedenen Kapiteln das Element *Ergänzungen* fehlt, wurde die Bearbeitungszeit der *Ergänzungen* für die folgenden Berechnungen aus den Gesamtbearbeitungszeiten herausgerechnet. Die Datengrundlage für die folgenden Auswertungen besteht aus den 19 Kapitelbearbeitungen, in denen alle Strukturelemente (mit Ausnahme der *Ergänzungen*) vorhanden sind.¹⁴

Die entsprechenden Ergebnisse werden in Abb. 16.6 und Tab. 16.6 dargestellt. Es wird deutlich, dass die Nutzerinnen und Nutzer im Durchschnitt 54,8 % ihrer Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels mit den *Aufgaben* verbringen. Durchschnittlich 20,0 % der Kapitel-Bearbeitungszeit wird dem Abschnitt *Inhalte mit Erklärungen* gewidmet und nur ca. je 9 % den Elementen *Hinführung* und *Anwendungen* zusammen.

Der große Anteil der Aufgabenbearbeitungen an der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels legt die Vermutung nahe, dass die unterschiedlich langen Bearbeitungszeiten eines Kapitels vor allem auf unterschiedlich intensive Aufgabenbearbeitungen zurückzuführen sind. Um dieser Vermutung weiter nachzugehen, wurden die oben betrachteten 19 Kapitelbearbeitungen in zwei Subgruppen eingeteilt. Für eine entsprechende Teilung

¹⁴Bei dieser Betrachtung der relativen Bearbeitungszeiten der Strukturelemente kann nicht (wie weiter geschehen) der Quotient „Bearbeitungszeit pro Seite“ betrachtet werden, da die Strukturelemente in allen Kapiteln unterschiedliche Längen aufweisen. Entsprechende Berechnungen würden daher für diese Auswertungen einen nicht vergleichbaren Datensatz schaffen. Allerdings erscheint diese Betrachtungsweise an der Stelle auch nicht notwendig, weil hier gleichsam „naiv“ geschaut werden soll, wie viel Zeit die Studierenden anteilig mit den verschiedenen Strukturelementen verbringen.

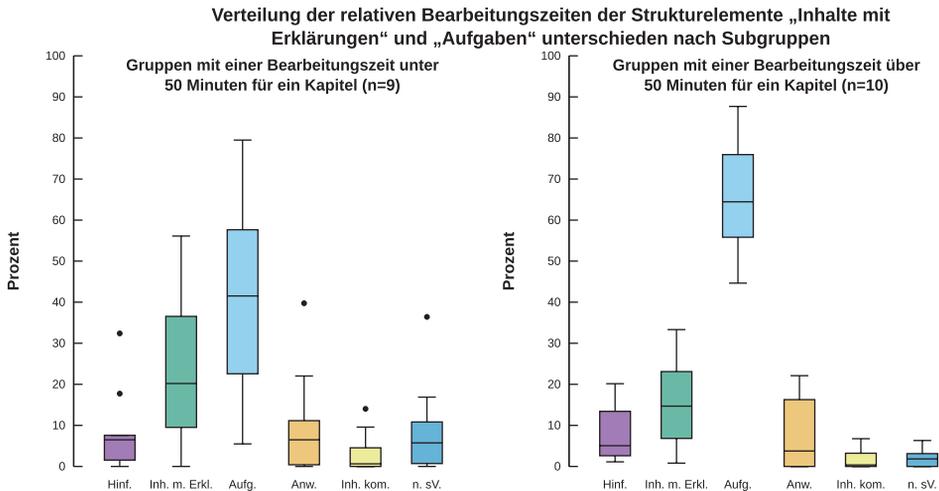


Abb. 16.7 Anteil der Bearbeitungszeiten der Strukturelemente, unterschieden nach Subgruppen („Hinf.“ = Hinführung; „Inh. m. Erkl.“ = Inhalte mit Erklärungen; „Aufg.“ = Aufgaben; „Anw.“ = Anwendungen; „Inh. kom.“ = Inhalte kompakt; n. s.V. = nicht studiVEMINT)

554 erschien aufgrund der Verteilung der Gesamtbearbeitungszeiten eine Grenze von 50 min
555 als sinnvoll. (Der Median dieser Verteilung beträgt 50,9 min.) Hierdurch konnten
556 die Kapitelbearbeitungen in zwei etwa gleich große Subgruppen unterteilt werden.
557 In Abb. 16.7 werden die Verteilungen der relativen Bearbeitungszeiten der Struktur-
558 elemente für die beiden so entstehenden Subgruppen dargestellt.

559 Es zeigt sich auch hier, dass in der Subgruppe mit einer Bearbeitungszeit von über
560 50 min der relative Anteil der *Aufgaben* im Vergleich wesentlich größer ausfällt. Dies
561 stützt die These, dass vor allem eine vertiefte Bearbeitung der *Aufgaben* zu längeren
562 Gesamtbearbeitungen eines Kapitels führt.

563 Zusammengefasst wird deutlich, dass die beiden Strukturelemente *Aufgaben* und
564 *Inhalte mit Erklärungen* gemeinsam den größten Anteil an der Bearbeitungszeit aus-
565 machen.

566 16.6.3 Ergebnisse bezüglich der verwendeten Lernwege

567 Für die Auswertung der Lernwege (s. Forschungsfragen 2a) und b)) wurden der bereits
568 oben angesprochene Datensatz von 28 Kapitelbearbeitungen (s. Abschn. 16.6.2) ver-
569 wendet. Bei der Untersuchung der Bildschirmmitschnitte der 28 Kapitelbearbeitungen
570 wurde deutlich, dass sich die Lernwege der Nutzerinnen und Nutzer nicht durch die
571 Abfolge der Bearbeitung der Strukturelemente charakterisieren lassen. Prinzipiell wird in
572 allen beobachteten Kapitelbearbeitungen eine sukzessive Bearbeitung der Strukturelemente



vorgenommen. Aus diesem Grund konnte der *Standardlernweg* Abschn. 16.2.2, wie dieser oben beschrieben bzw. operationalisiert wurde, nicht eindeutig identifiziert werden. Wohl aber zeigten sich große Unterschiede in den Bearbeitungszeiten der einzelnen Strukturelemente (auf dieses Phänomen soll unten weiter eingegangen werden). Der Lernweg *Üben und Anwenden* konnte bei 15 der 28 Gruppen beobachtet werden.

Zur Identifikation des Typus *Lernweg nach Bedarf* erschien es sinnvoll, nach weiteren Schwerpunktsetzungen in den Kapitelbearbeitungen zu suchen. Den Lernweg *Üben und Anwenden* wurde zunächst als „Aufgabenorientierung“ umschrieben. Neben den *Aufgaben* und *Anwendungen* sind die Begründungen und Erklärungen als wichtiger Bestandteil des Materials anzusehen. Aus diesem Grund wurde neben der beobachteten „Aufgabenorientierung“ ebenfalls untersucht, ob in den Bearbeitungen auch eine „Erklärungsorientierung“ festgestellt werden kann, was als eine Schwerpunktsetzung der Lernenden auf die Begründungen und Erklärungen im Material gedeutet werden könnte. Während für die Aufgabenorientierung die Summe der relativen Bearbeitungszeiten der Strukturelemente *Aufgaben* und *Anwendungen* betrachtet wurde, wurde für die Erklärungsorientierung die Summe der relativen Bearbeitungszeiten von *Hinführung* und *Inhalte mit Erklärungen* gebildet. Eine solche Zuordnung in die Kategorie „Erklärungsorientierung“ wurde festgestellt, wenn die Summe dieser Bearbeitungszeiten über 60 % der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels ausmachte.

In Abb. 16.8 sind die Ergebnisse bzgl. der formulierten Schwerpunktsetzungen „Aufgabenorientierung“ und „Erklärungsorientierung“ dargestellt, wodurch die Lernwege in dieser Studie operationalisiert wurden. Ein Punkt im Diagramm steht jeweils für eine Kapitelbearbeitung. Auf der Abszissenachse ist die Summe der Bearbeitungszeiten *Hinführung* und *Inhalte mit Erklärungen* anteilig zu der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels in Prozent abgetragen, auf der Ordinatenachse die Summe der Bearbeitungszeiten *Aufgaben* und *Anwendungen* anteilig zu der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels in Prozent. Neben den hierbei zu erkennenden 15 Gruppen mit einer Aufgabenorientierung (Ordinate $\geq 60\%$) und zwei Gruppen mit einer ausgewiesenen Erklärungsorientierung (Abszisse $\geq 60\%$) können neun weitere Gruppen als „Mischtyp“ ausgemacht werden, bei denen die Anteile der jeweiligen Bearbeitungen über 30 % liegen, aber in keiner Richtung die 60%-Marke überschreiten.

Schließlich bleiben zwei Gruppen der betrachteten 28 Bearbeitungen übrig, da sie mit den in der Darstellung kategorisierten Inhalten weniger als 30 % der Gesamtbearbeitungszeit verbringen. Die Betrachtung dieser zwei Restgruppen lässt sich wie folgt erklären: In einer der beiden Bearbeitungen werden vor allem die *Ergänzungen* bearbeitet. Die andere verbringt die meiste Zeit außerhalb der studiVEMINT-Lernmaterialien.

In Bezug auf die Forschungsfrage 2a) lässt sich hier festhalten, dass eine eindeutige Identifikation des *Standardlernwegs* im Rahmen unserer Studie nur bedingt möglich war. Insgesamt zeigten (fast) alle Gruppen die Tendenz, das Material zunächst in der

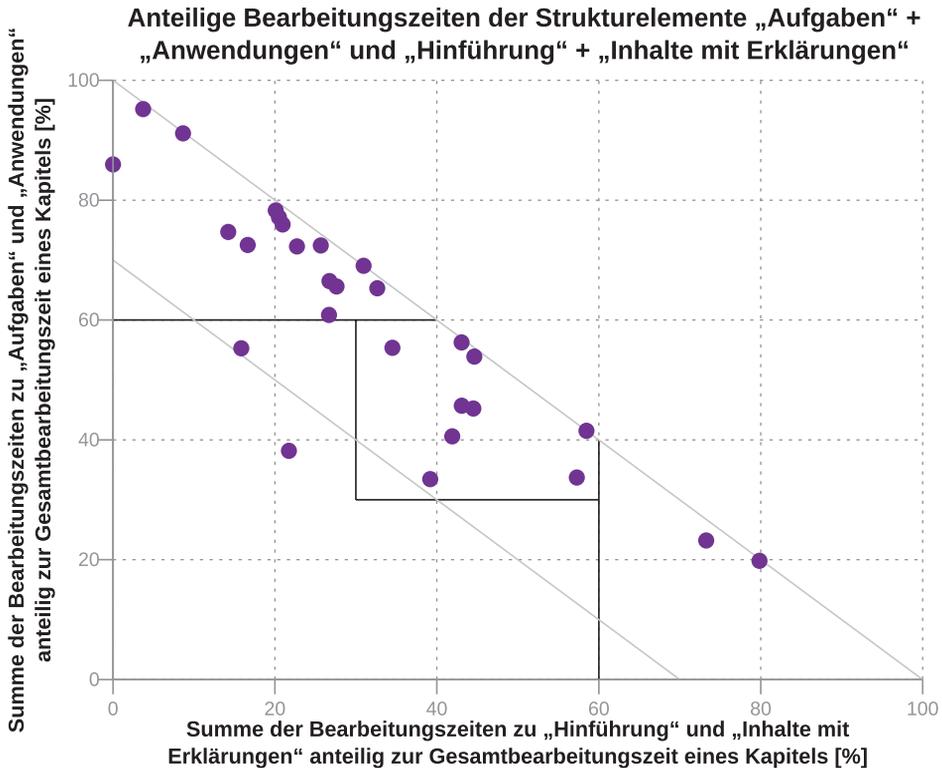


Abb. 16.8 Die anteiligen Bearbeitungszeiten der Strukturelemente *Aufgaben* und *Anwendungen* sowie *Hinführung* und *Inhalte mit Erklärungen* anteilig zu der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels, Angaben in Prozent

613 angelegten Reihenfolge durchzugehen. Demnach hätte man all diese Bearbeitungen dem
 614 *Standardlernweg* zuordnen können. Wie allerdings deutlich zu erkennen war, setzten die
 615 Nutzerinnen und Nutzer sehr unterschiedliche Schwerpunkte bei der Bearbeitung des
 616 Materials, was die unterschiedlichen Bearbeitungszeiten der verschiedenen Struktur-
 617 elemente belegen. Der Lernweg *Üben und Anwenden* konnte als „Aufgabenorientierung“
 618 bei 15 der 28 betrachteten Gruppen festgestellt werden. Die restlichen 13 Bearbeitungen
 619 wurden als *Lernweg nach Bedarf* eingestuft.

620 Zu Forschungsfrage 2b) wurde ermittelt, dass zwei der Beobachtungen des *Lernwegs*
 621 *nach Bedarf* der „Erklärungsorientierung“ und neun dem Mischtyp zugeordnet werden
 622 können.

623 16.7 Die Evaluationsstudie von studiVEMINT

624 16.7.1 Ergebnisse der Evaluationsstudie

625 In diesem Abschnitt geht es um die Bewertung der studiVEMINT-Lernmaterialien durch
626 die Nutzerinnen und Nutzer, wobei drei Aspekte im Fokus stehen: (i) die Bewertung der
627 Eignung von studiVEMINT-Lernmaterialien für das selbstständige Lernen (Forschungs-
628 frage 3a), (ii) die Bewertung der Strukturelemente (Forschungsfrage 3b) und (iii) die
629 Gesamtbewertung der Lernmaterialien (Forschungsfrage 3c). Zu diesem Zweck sollten
630 die Nutzerinnen und Nutzer nach der Bearbeitung einer Lerneinheit diese anhand eines
631 Fragebogens bewerten (s. Abschn. 16.7.1).

632 Die Bewertung der Eignung von studiVEMINT-Lernmaterialien für das selbst- 633 ständige Lernen

634 In der Abb. 16.9 werden die zu dieser Thematik gehörenden Items aus dem Fragebogen
635 und die zugehörigen Ergebnisse angegeben.

636 Es zeigt sich, dass insgesamt über 90 % der Nutzerinnen und Nutzer die Eignung der
637 jeweils bearbeiteten Lerneinheit als gut geeignet für das selbstständige Lernen bewerten
638 („trifft zu“ oder „trifft eher zu“, s. die Ergebnisse zu Item A1 in Abb. 16.9). Diese
639 positiven Zustimmungswerte zeigen sich auch bei der Betrachtung der weiteren Ergeb-
640 nisse: So werden die Gestaltung des Materials und die Strukturierung der Lerneinheit

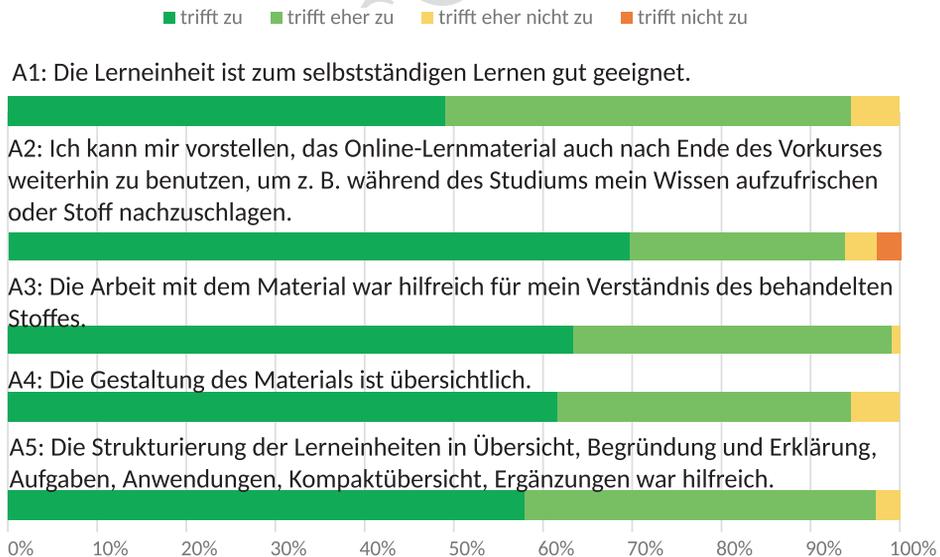


Abb. 16.9 Ergebnisse der Items bzgl. der Bewertungen der Eignung von studiVEMINT-Lernmaterialien für das selbstständige Lernen (n = 140)

641 von der großen Mehrheit der Nutzerinnen und Nutzer als positiv bewertet („trifft zu“ oder
642 „trifft eher zu“). Insgesamt stimmen gut 90 % der Befragten der Aussage voll oder eher
643 zu, dass sie sich vorstellen können, das Online-Lernmaterial auch nach Ende des Vor-
644 kurses weiterhin zu benutzen.

645 **Bewertung der Strukturelemente**

646 In Abb. 16.10 werden die zu dieser Thematik passenden Items aus dem Fragebogen und
647 die jeweiligen Ergebnisse angegeben.

648 Die Items A7 bis A10 erfahren eine hohe Zustimmung mit um die 90 % der
649 Bewertungen der jeweiligen Aussage als mindestens „trifft eher zu“. Die Bewertung der
650 *Hinführung* (A6) fällt deutlich aus dem Muster heraus; auch wenn ca. 70 % mindestens
651 eher zustimmen, liegt der Anteil der vollen Zustimmung nur bei etwa 15 %. Die An-
652 lysen ergeben, dass insbesondere die Hinführungen zu den Lerneinheiten „Integral-
653 rechnung“, „Lineare Gleichungssysteme“ und „Vektoren und Analytische Geometrie“
654 verglichen mit den restlichen Lerneinheiten weniger Zustimmungswerte erzielten (s.
655 Tab. 16.7). Dabei ist zu beachten, dass die Bewertungsgrundlage für eine konkrete Lern-
656 einheit nur aufgrund einer sehr kleinen Stichprobe erfolgt ist ($n=4$ bzw. $n=5$) und
657 damit nur vorsichtig interpretiert werden kann.

658 Die beiden umfangreichsten Strukturelemente der Lerneinheiten, *Inhalte mit*
659 *Erklärungen* und *Aufgaben*, werden wie auch die Musterlösungen mit Zustimmungsw-
660 werten von über 88 % sehr positiv bewertet (s. Abb. 16.10). Damit wurden also die
661 umfangreichsten Abschnitte des Materials von den befragten Studierenden insgesamt
662 sehr gut angenommen.

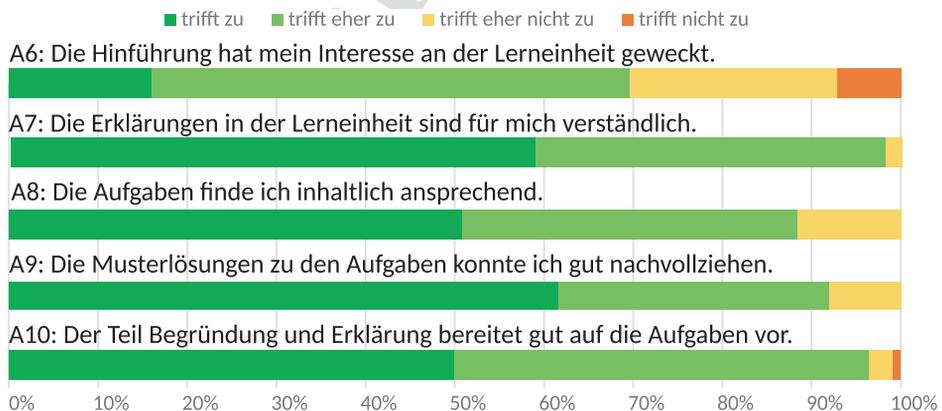


Abb. 16.10 Ergebnisse der Items bzgl. der Bewertungen der Strukturelemente in den studiVEMINT-Lernmaterialien ($n = 140$)

Tab. 16.7 Zustimmungswerte bzgl. des Items „Die Hinführung hat mein Interesse an der Lerneinheit geweckt“ zu den Lerneinheiten „Integralrechnung“, „Lineare Gleichungssysteme“ und „Vektoren und Analytische Geometrie“

| | trifft zu | trifft eher zu | trifft eher nicht zu | trifft nicht zu |
|-------------------------------------------|-----------|----------------|----------------------|-----------------|
| LE10 – Integralrechnung | 1 | 0 | 3 | 3 |
| LE11 – Lineare Gleichungssysteme | 1 | 1 | 1 | 1 |
| LE12 – Vektoren und Analytische Geometrie | 0 | 1 | 0 | 3 |

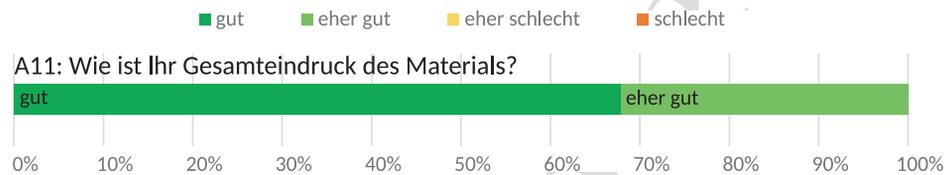


Abb. 16.11 Ergebnisse bzgl. des Items „Gesamteindruck des Materials“ (n = 140)

Gesamtbewertung der Lernmaterialien

Die Gesamtbewertung der Lernmaterialien wurde mithilfe des Items A11 erfragt. Hier zeigt sich, dass alle Befragten den Gesamteindruck des Materials als positiv bewerten; knapp 70 % geben hierbei sogar die bestmögliche Bewertung ab (s. Abb. 16.11).

16.8 Diskussion und Zusammenfassung

In der vorgestellten Studie wurde mithilfe von Screencast-Aufnahmen eine Nutzungsstudie zum Umgang mit den studiVEMINT-Lernmaterialien durchgeführt und anhand von Fragebögen eine Evaluation der Lerninhalte vorgenommen. Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz zusammengefasst, in den Projektkontext eingeordnet und diskutiert.

Zunächst konnte als Antwort auf die Forschungsfrage 1a) auf einer globalen Ebene gezeigt werden, dass die Lernenden im Mittel 64,4 min mit der Bearbeitung eines Kapitels verbrachten. Diese Bearbeitungszeit fügt sich in das rahmende Design der verwendeten „Selbstlernstage“ ein, da die Studierenden an diesen Tagen ca. fünf Stunden für die Bearbeitung von bis zu sieben Kapiteln hatten. Die Gesamtbearbeitungszeiten variierten mit einer Standardabweichung von 33,9 min allerdings stark. Dabei gilt es zu beachten, dass die Bearbeitungen der Kapitel im Kontext eines Vorkurses erfolgten und somit in einen Gesamtrahmen aus vorangegangenen Vorlesungen und Übungen eingebettet sind. In dieser Rahmung erfolgte die Arbeit mit dem Material als Wiederholung und Vertiefung. Bei einer Neuerarbeitung von Inhalten kann eine längere Gesamtbearbeitungszeit erwartet werden.



683 Im Rahmen der Forschungsfrage 1b) wurde untersucht, wie lange die verschiedenen
684 Strukturelemente eines Kapitels von den Nutzerinnen und Nutzern bearbeitet werden.
685 Hier wurde deutlich, dass die Lernenden die meiste Zeit mit dem Element *Aufgaben*
686 verbringen (a-Mittel: 33,8 Min.). Die Bearbeitungszeit der *Aufgaben* macht dabei im
687 Durchschnitt gut die Hälfte der Gesamtbearbeitungszeit eines Kapitels aus (a-Mittel:
688 54,8 %). Bei der Betrachtung des Quotienten „Bearbeitungszeit pro Skriptseite“ wurde
689 darüber hinaus deutlich, dass dem Strukturelement *Aufgaben* auch pro Skriptseite mehr
690 Zeit gewidmet wurde als den anderen Strukturelementen. Diese Abweichung bei *Auf-*
691 *gaben* erscheint nicht überraschend, da auch ein kurzer Aufgabentext eine längere
692 Bearbeitungszeit induziert als das reine „Lesen“ von Inhalten. In diesem Kontext
693 möchten wir auch das folgende Ergebnis hervorheben: Die mittlere Bearbeitungszeit pro
694 Skriptseite (Median) liegt bei den anderen Elementen unter 2 min, was für ein intensives
695 Erarbeiten der Texte aus unserer Sicht kaum ausreichend ist. Der Verdacht liegt nahe,
696 dass die Texte oft nur „überflogen“ wurden. Auch zeigte sich, dass neben den *Auf-*
697 *gaben* vor allem das Strukturelement *Inhalte mit Erklärungen* bearbeitet wurde (a-Mittel
698 der Bearbeitungsdauer: 13,1 Min.; a-Mittel des Anteils der Gesamtbearbeitung eines
699 Kapitels: 20,0 %).

700 Dieses Ergebnis kann einmal in der Tatsache begründet sein, dass diese beiden
701 Strukturelemente zusammen mehr als 76 % des Gesamtumfangs des Materials aus-
702 machen. Eine mögliche Ursache für die Tatsache, dass sehr viel Zeit in die Aufgaben-
703 bearbeitung floss, könnte in der schulischen Sozialisation im Mathematikunterricht
704 gesehen werden. So nimmt die Bearbeitung von Aufgaben im Mathematikunterricht
705 und in den Prüfungen einen zentralen Stellenwert ein. Die Bearbeitung von Aufgaben
706 könnte daher von den Nutzerinnen und Nutzern als besonders wichtig erachtet werden.
707 Auch muss bedacht werden, dass die Lernenden mit den interaktiven Aufgaben eine
708 direkte Rückmeldung bzgl. ihrer Leistungen erhalten und so auch unmittelbare Erfolgs-
709 erlebnisse haben können. Eine entsprechende direkte (positive) Rückmeldung bleibt
710 bei der Erarbeitung theoretischer Inhalte (etwa in der *Hinführung* oder den *Inhalten mit*
711 *Erklärungen*) natürlich aus.

712 Schließlich konnte durch die Betrachtung der Subgruppen mit längeren und kürzeren
713 Kapitelbearbeitungszeiten aufgezeigt werden, dass vor allem die Beschäftigung mit den
714 *Aufgaben* zu längeren Gesamtbearbeitungszeiten der Kapitel führt.

715 Zu diesen Untersuchungsergebnissen muss allerdings angemerkt werden, dass die
716 Nutzerinnen und Nutzer sich vor Ort in einer Art Laborsituation befanden. An den
717 betreuten Selbstlerntagen an der Universität waren sie relativ frei von äußeren Einflüssen
718 und Ablenkungen. Es kann vermutet werden, dass entsprechende Einflüsse bei der
719 Heimarbeit sich auf die Bearbeitungszeiten auswirken würden. Die schwerpunktmäßige
720 Bearbeitung der *Aufgaben* könnte hierbei auch mit der Eingliederung der Selbstlerntage
721 in den Vorkursverlauf zusammenhängen. An den Selbstlerntagen fand zu einem großen
722 Teil eine Vertiefung des Stoffes aus der Vorlesung des Vorkurses statt. Der Theorieteil
723 war für die Nutzerinnen und Nutzer vermutlich weniger interessant, da einige dieser



724 Aspekte bereits von den Dozenten erläutert worden waren. Die Vertiefung erfolgte dann
725 vielfach in Form von Aufgabenbearbeitungen.

726 Bei der Betrachtung der Aufgabenfokussierung kann eine mögliche Diskrepanz zu
727 universitären Lernprozessen festgestellt werden, die eine erhöhte Aufmerksamkeit für
728 Theorieanteile (Konzepte o. Ä.) beinhalten. Damit einhergehende Probleme müssen
729 bei der Übergangsproblematik von Schule zu Hochschule mitbedacht werden. Eine
730 Maßnahme zur Erhöhung der Attraktivität der „Leselemente“ könnte eine Ergänzung
731 durch Erklärvideos sein.

732 Im Rahmen der Forschungsfragen 2a) und 2b) wurde untersucht, inwiefern die
733 mit dem studiVEMINT-Material intendierten Lernwege bei den Bearbeitungen der
734 Lernenden identifiziert werden konnten. Durch die Betrachtung von Schwerpunkt-
735 setzungen bei den individuellen Bearbeitungen wurde neben dem Lernweg *Üben und*
736 *Anwenden* ein auf Theorie fokussierender Lernweg sichtbar, bei dem insbesondere
737 die Strukturelemente *Hinführung* und *Inhalte mit Erklärungen* bearbeitet werden.
738 Schließlich konnte auch ein Mischtyp festgestellt werden, bei dem keine klare Schwer-
739 punktsetzung hinsichtlich Theorie oder Übung erkennbar ist. Diese Ergebnisse zeigen,
740 dass die Strukturierung der studiVEMINT-Materialien vielfältige Umgangs- und
741 Bearbeitungsweisen zulässt. Die Nutzerinnen und Nutzer scheinen die zu bearbeitenden
742 Strukturelemente entsprechend ihren individuellen Präferenzen und Bedürfnissen auszu-
743 wählen.

744 Diese Ergebnisse müssen wiederum vor dem Hintergrund des Forschungssettings
745 betrachtet werden. Es kann vermutet werden, dass die Behandlung der Inhalte am Vor-
746 tag in Form von Vorlesung und Übung die Umgangsweisen der Lernenden mit dem
747 Material beeinflusst haben. Derweil kann über die Gründe für die Auswahl und Reihen-
748 folge gewisser Strukturelemente und den Wechsel zwischen ihnen an dieser Stelle keine
749 Aussage gemacht werden. Solche Entscheidungen können von Lernenden (unbewusst)
750 spontan oder auch (bewusst) gezielt getroffen werden. Entsprechende qualitative
751 Erhebungen und Analysen stehen noch aus.

752 Im Rahmen des dritten Komplexes von Forschungsfragen wurden die studentischen
753 Bewertungen zu den Lernmaterialien betrachtet. Bei der Gesamtevaluation von
754 studiVEMINT durch die Lernenden wurde deutlich, dass die Nutzerinnen und Nutzer die
755 Eignung der Materialien zum selbstständigen Lernen insgesamt sehr positiv bewerten.
756 Hierbei stimmten die Nutzerinnen und Nutzer zu über 90 % den Aussagen zu, dass die
757 Gestaltung des Materials übersichtlich und Strukturierung der Lerneinheiten hilfreich ist
758 und dass die Arbeit mit dem Material zum Verständnis des behandelten Stoffes beitrug.

759 Ebenfalls positiv bewertet wurden die verschiedenen Strukturelemente mit
760 Zustimmungswerten von ca. 90 % der Lernenden, wobei die Bewertung zur *Hin-*
761 *führung* deutlich hinter den anderen zurückblieb. Bei einem tieferen Blick in die Daten
762 wurde deutlich, dass insbesondere die Hinführungen zu den Lerneinheiten „Integral-
763 rechnerung“, „Lineare Gleichungssysteme“ und „Vektoren und Analytische Geometrie“
764 noch verbesserungswürdig zu sein scheinen. Allerdings muss an dieser Stelle auch das
765 verwendete Item („Die Hinführung hat mein Interesse an der Lerneinheit geweckt.“)



766 kritisch hinterfragt werden, da der Begriff „Interesse“ doch sehr offen erscheint.
767 Schließlich geht es in der *Hinführung* auch darum, Zusammenhänge zu verdeutlichen
768 und Themen zu vernetzen.

769 Insgesamt wurde der Gesamteindruck des Materials zu 32 % als „eher gut“ und zu
770 68 % als „gut“ bezeichnet. Da „gut“ die beste Kategorie war, ist damit insgesamt eine
771 sehr positive Bewertung vorgenommen worden. Wie bereits in vorherigen Studien zur
772 Untersuchung digitaler Lernmaterialien für Mathematik (s. Abschn. 16.1.3) bestätigt
773 sich auch hier, dass diese von Studierenden mindestens als Bereicherung traditionellerer
774 Lehr-Lern-Konzepte geschätzt werden.

775 Auf Basis der erfolgten Untersuchungen können weitere Verbesserungsmöglichkeiten
776 zum studiVEMINT-Material identifiziert werden. Insbesondere die oben angesprochene
777 Problematik der Hinführungen bietet hierfür einen Ansatzpunkt. Zusätzlich sollte darauf
778 hingearbeitet werden, den Nutzwert der theoretischen Anteile des Lernmaterials für die
779 Lernenden stärker herauszustellen, um entsprechendes konzeptuelles Lernen an der Uni-
780 versität vorzubereiten. Als Aspekte für die weitere Forschung verbleiben eine Unter-
781 suchung der Intros sowie die qualitative Untersuchung des Nutzerverhaltens mit dem
782 Material, um weitere Erkenntnisse über mögliche Lernwege zu gewinnen.

783 Übergeordnet kann festgehalten werden, dass die Nutzerinnen und Nutzer das Online-
784 Lernmaterial von studiVEMINT (sehr) positiv annehmen. Der Hauptfokus ihrer Lern-
785 aktivität konzentriert sich dabei auf das Bearbeiten von (Übungs-)Aufgaben. Bei der
786 Konzipierung von Lernmaterialien sollte dies explizit berücksichtigt werden, was für
787 den Einbezug eines entsprechenden Aufgaben-Pools mit Aufgaben auf verschiedenen
788 Niveaus bzw. Kompetenzstufen spricht. Entsprechende Aufgaben bzw. Aufgabenformate
789 könnten dann auch mit Softwareunterstützung randomisiert erzeugt werden, damit sich
790 ein größerer Aufgabenumfang und so erweiterte Übungsmöglichkeiten ergeben. Mögliche
791 Gründe für dieses Phänomen der Aufgabenorientierung wurden bereits oben erörtert.
792 Es sei aber angemerkt, dass die Nutzerinnen und Nutzer auch die anderen Struktur-
793 elemente (*Erklärungen, Anwendungen* etc.) nutzen und diese generell positiv bewerten;
794 die didaktische Bedeutung dieser Strukturelemente für den individuellen Lernprozess
795 also nicht unterschätzt werden sollte. Insgesamt erscheint es sinnvoll, den Beitrag dieser
796 nicht aufgabenbasierten Elemente zum Lernerfolg durch die Vermittlung geeigneter Lern-
797 strategien speziell in eigenverantwortlichen Lernsituationen weiter zu stärken.

798 Literatur

799 Bausch, I., Fischer, P. R., & Oesterhaus, J. (2014). Facetten von Blended Learning Szenarien für
800 das interaktive Lernmaterial VEMINT – Design und Evaluationsergebnisse an den Partner-
801 universitäten Kassel, Darmstadt und Paderborn. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R.
802 Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber, & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor-
803 und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 87–102). Wiesbaden: Springer
804 Spektrum.



- 805 Biehler, R. (2017). Das virtuelle Eingangstutorium studiVEMINT - Struktur und Inhalt. In C.
806 Leuchter, F. Wistuba, C. Czapla, & C. Segerer (Hrsg.), *Erfolgreich studieren mit E-Learning:
807 Online-Kurse für Mathematik und Sprach- und Textverständnis* (S. 18–30). Aachen: RWTH
808 Aachen University.
- 809 Biehler, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., & Wassong, T. (2012a). Self-regulated learning and
810 self assessment in online mathematics bridging courses. In A. A. Juan, M. A. Huertas, S.
811 Trenholm, & C. Steegmann (Hrsg.), *Teaching mathematics online: Emergent technologies and
812 methodologies* (S. 216–237). Hershey: IGI Global.
- 813 Biehler, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., & Wassong, T. (2012b). Mathematische Vorkurse neu
814 gedacht: Das Projekt VEMA. In M. Zimmermann, C. Bescherer & C. Spannagel (Hrsg.),
815 *Mathematik lehren in der Hochschule. Didaktische Innovationen für Vorkurse, Übungen und
816 Vorlesungen* (S. 21–32). Hildesheim: Franzbecker.
- 817 Biehler, R., Fleischmann, Y., Gold, A., & Mai, T. (2017). Mathematik online lernen mit
818 studiVEMINT. In C. Leuchter, F. Wistuba, C. Czapla, & C. Segerer (Hrsg.), *Erfolgreich
819 studieren mit E-Learning: Online-Kurse für Mathematik und Sprach- und Textverständnis* (S.
820 51–62). Aachen: RWTH Aachen University.
- 821 Biehler, R., Bruder, R., Hochmuth, R., Koepf, W., Bausch, I., Fischer, P. R., & Wassong, T. (2014).
822 VEMINT - Interaktives Lernmaterial für mathematische Vor- und Brückenkurse. In I. Bausch,
823 R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber, & Wassong (Hrsg.),
824 *mathematische Vor- und Brückenkurse* (S. 261–276). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- 825 Brunner, S., Hohlfeld, G., & Zawacki-Richter, O. (2016). Online-Studienvorbereitung für beruf-
826 lich Qualifizierte am Beispiel „Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler/innen“. In A.
827 Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth, & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von
828 Mathematik in der Studieneingangsphase* (S. 67–85). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- 829 Colberg, C., Biehler, R., Hochmuth, R., Schaper, N., Liebendörfer, M., & Schürmann, M. (2016).
830 Wirkung und Gelingensbedingungen von Unterstützungsmaßnahmen für mathematikbezogenes
831 Lernen in der Studieneingangsphase. In institut für Mathematik und Informatik der PH Heidel-
832 berg (Hrsg.) *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 213–216). Münster: WTM-Verlag für
833 wissenschaftliche Texte und Medien.
- 834 cosh – cooperation schule:hochschule. (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version
835 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. [https://
836 lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/makv2.pdf](https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/makv2.pdf). Zugegriffen:
837 27. Sept. 2020.
- 838 Derr, K., Jeremias, X. V., & Schäfer, M. (2016). Optimierung von (E-)Brückenkursen Mathematik:
839 Beispiele von drei Hochschulen. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth, & H.-G. Rück
840 (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase* (S. 115–130). Wies-
841 baden: Springer Spektrum.
- 842 Fischer, P. R. (2014). *Mathematische Vorkurse im Blended Learning Format. Konstruktion,
843 Implementation und wissenschaftliche Evaluation*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- 844 Frenger, R. P., & Müller, A. (2016). *Evaluationsbericht Online-Vorkurse Mathematik an der
845 Justus-Liebig-Universität Gießen*. <https://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2016/12105/>.
846 Zugegriffen: 27. Sept. 2020.
- 847 KMK (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschul-
848 reife. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012)*. [https://www.kmk.org/fileadmin/
849 Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf).
850 Zugegriffen: 27. Sept. 2020.
- 851 Mai, T. (2014). *Entwicklung, didaktische Begründung und technische Realisierung einer multi-
852 medialen Anleitung für das selbstständige Lernen mit dem VEMINT-Material*. (Erstes Staats-
853 examen [Hausarbeit]), Universität Paderborn.



- 854 Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2013). *Kern-*
855 *lehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Mathematik.*
856 https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/47/KLP_GOSt_Mathematik.pdf.
857 Zugegriffen: 27. Sept. 2020.
858 Schaumburg, H., & Rittmann, S. (2001). Evaluation des Web-basierten Lernens: Ein Überblick
859 über Werkzeuge und Methoden. *Unterrichtswissenschaft*, 29(4), 342–356.
860

UNCORRECTED PROOF