Aus: Leuchter, C., Wistuba, F., Czapla, C., & Segerer, C. (Hrsg.). (2017). Erfolgreich studieren mit E-Learning: Online-Kurse für Mathematik und Sprach- und Textverständnis. Aachen: RWTH Aachen University.

Rolf Biehler | Yael Fleischmann | Alexander Gold | Tobias Mai

MATHEMATIK ONLINE LERNEN MIT studiVEMINT

Im Projekt »studiVEMINT« wird seit 2014 ein E-Learning-Kurs im Fach Mathematik für den Übergang von der Schule zur Hochschule entwickelt. Dieser ist sowohl zum selbstregulierten Lernen als auch für die Integration in die Präsenzlehre (z. B. Vorkurse) geeignet und deckt das notwendige Wissen für den Beginn eines mathematikhaltigen Studiums ab. Mit dem Kurs kann das Schulwissen zur Mathematik selektiv wiederholt, vertieft oder neu gelernt werden.

Das Lernmaterial zu den Wissensgebieten stellt eine Weiterentwicklung der Materialien aus dem »VEMINT«-Projekt (Virtuelles Eingangstutorium für MINT, www.vemint.de) dar. Für die STUDIFINDER-Plattform wurde es angepasst, erweitert und grundlegend überarbeitet. Die Struktur des Materials wurde der des »Studichecks Mathematik« auf der STUDIFINDER-Plattform angepasst. Dieser »Studicheck« beinhaltet 13 Selbsttests, mit denen Studieninteressierte ihr mathematisches Wissen testen können, um festzustellen, ob sie es vor Studienbeginn auffrischen sollten. Der gesamte Kurs steht auf der STUDIFINDER-Plattform (www.studifinder.de) und im STUDIPORT (www.studiport.de) allen Interessierten offen. Das Schulwissen wird in den Lernmaterialien für den Gebrauch an der Hochschule aufbereitet und konzentriert sich auf den verständigen Umgang mit Begriffen und Verfahren.

Die Workshops »Mathematik online lernen mit studiVEMINT« im Rahmen der Tagung »Erfolgreich studieren mit E-Learning: Online-Kurse für Mathematik & Sprach- und Textverständnis« gaben den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Möglichkeit, das für »studiVEMINT« eingesetzte Material näher kennenzulernen. Nach einer kurzen Präsentation der Inhalte und Strukturen des Materials wurden die Teilnehmenden angeregt, sich in Gruppen entweder mit einer ausgewählten Lerneinheit intensiv zu beschäftigen oder mit anderen Interessenten sowie den Workshop-Leitern Einsatzmöglichkeiten des Online-Vorkurses im hochschulischen und beruflichen Kontext (also beispielsweise an einer Weiterbildungseinrichtung oder Berufs-Beratungsstelle) zu diskutieren. Nachfolgend geben wir einen Einblick in den Kurs und stellen die zentralen Ergebnisse der Workshops vor. Zusätzliche Informationen zum Kursangebot sind auch im Beitrag von Rolf Biehler in diesem Band zu finden.

Struktur des multimedialen Lernmaterials

Der Kurs »studiVEMINT« enthält die folgenden 13 Wissensgebiete:

1. Rechenregeln und -gesetze
2. Rechnen mit rationalen Zahlen
3. Potenzen, Wurzeln, 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
13. Stochastik

Jedes Wissensgebiet verfügt über eine einheitliche Darstellungsstruktur und ein sogenanntes Intro, in welchem anhand einer zumeist anwendungsbezogenen Einstiegsaufgabe an das Thema herangeführt wird. Die zentrale Komponente eines

Wissensgebiets ist die Lerneinheit, in deren Kapiteln alle wichtigen Bereiche des zugehörigen Gebiets ausführlich bearbeitet werden können.

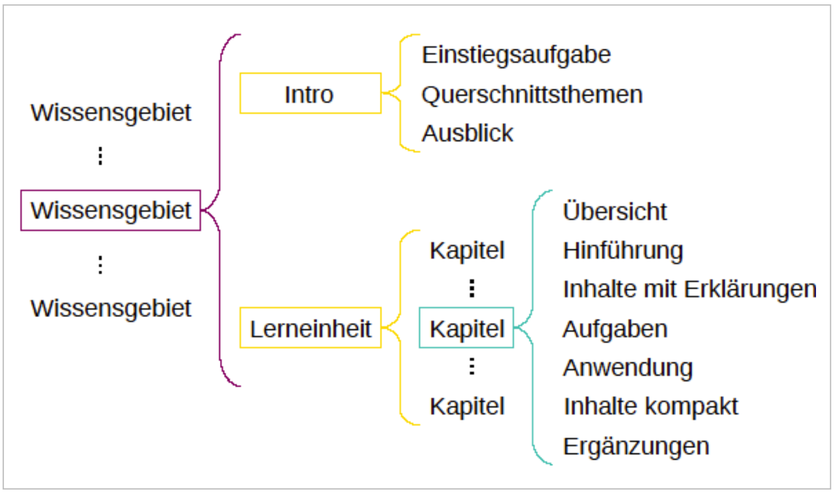

Abb. 1 Kapitelstruktur von studiVEMINT

Alle Intros und alle Kapitel sind nach einem wiederkehrenden Muster aufgebaut, um die Lernenden bei der Wahl möglicher Lernwege zu unterstützen (Abb. 1). Je nach Lernvoraussetzungen und den vom Lernenden gesetzten Lernzielen können die Kapitel nicht nur sequenziell, sondern auf unterschiedliche Weise durchgearbeitet werden. Wir schlagen den Studierenden mehrere typische Lernwege vor (Abb. 2), aber natürlich sind sie frei, auch andere Wege zu beschreiten.

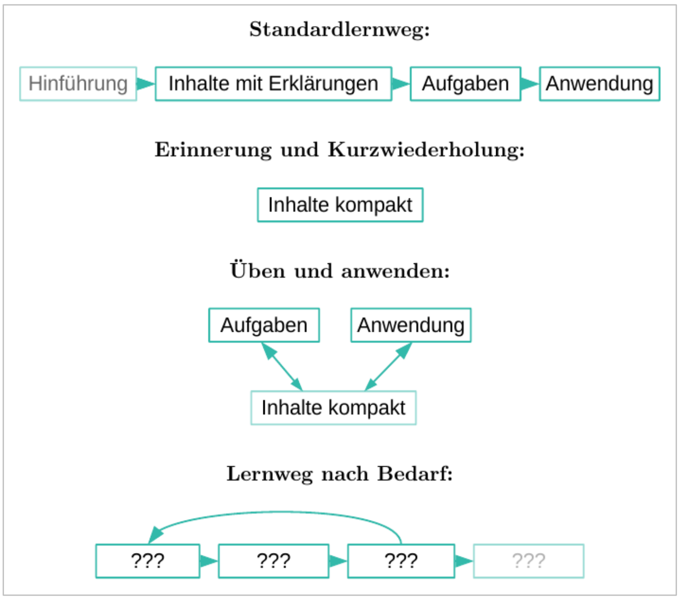

Abb. 2 Schematische Darstellung möglicher Lernwege in einem Kapitel

Vorstellung ausgewählter Komponenten

Das Intro-Konzept

Ein Intro bietet anhand einer anwendungsbezogenen Aufgabe einen (Wieder-)Einstieg in ein Wissensgebiet sowie einen Querschnitt zu verschiedenen Themen. Dabei werden die Inhalte dem Lernenden in der Regel anhand einer anwendungsorientierten Einstiegsaufgabe nähergebracht. Bei manchen Intros können die Lernenden zwischen einem innermathematischen und einem außermathematischen Einstieg wählen. Im Intro zu Vektoren und Analytischer Geometrie wird bspw. mit der folgenden Aufgabe begonnen:

Unter einem Fluss soll ein Tunnel gebaut werden; dazu sind die Tunneleingangspunkte bzw. -ausgangspunkte bereits mit $A = (100; 100; 0)$ sowie $B = (300; 500; 0)$ in einem Modell festgelegt worden. In einem ersten Schritt soll eine geradlinige Bohrung von beiden Eingangspunkten aus zu einem Punkt T unterhalb des Flusses erfolgen. Modellieren Sie dieses Bohrung, indem Sie wie folgt vorgehen:

(1) Bestimmten Sie die Koordinaten des Punktes T, welcher 25m unter dem Streckenmittelpunkt M der Strecke von A nach B liegt.

(2) Beschreiben Sie den Verlauf der Bohrung von A nach T sowie von T nach B, indem Sie beide Teilstrecken mit Hilfe der durch die jeweiligen Punkte festgelegten Geraden beschreiben.

(3) Berechnen Sie die Länge der Bohrstrecke für das aufgestellte Modell.

Anmerkung: Eine Längeneinheit im Modell soll einem Meter entsprechen. Der Punkt $(1; 0; 0)$ wäre also 1m vom Ursprung entfernt.

Abb. 3 Einstiegsaufgabe aus dem Intro zu Vektoren und Analytischer Geometrie

Die Einstiegsaufgabe besteht aus verschiedenen kleineren Teilaufgaben zum selben Sachverhalt. Diese können jeweils nacheinander aufgedeckt werden, sodass nach der Bearbeitung sämtlicher Teilaufgaben alles auf einer Seite sichtbar ist. Des Weiteren beinhalten die Intros kurze inhaltliche Erklärungen, zu denen an gegebener Stelle eine Verlinkung innerhalb der Aufgabe existiert. Diese Erklärungen stehen auf separaten Seiten, sodass sie nicht den Lesefluss in der Einstiegsaufgabe stören.

Visualisierungen und Interaktionen

Um die Inhalte ansprechend und verständlich darzustellen, werden im gesamten Kurs zahlreiche dynamische Visualisierungen und Interaktionen verwendet. Zwei Beispiele finden sich in Abbildung 4. Zur ersten binomischen Formel (Abb. 4 links) wird eine dynamische geometrische Begründung geliefert, die schrittweise abgerufen werden kann, um dem typischen Fehler $(a+b)^2 = a^2+b^2$ durch anschauliches Verständnis vorzubeugen. Die geometrische Bedeutung des Parameters a in der Funktionsgleichung $f(x) = ax^2$ kann mit einem eingebetteten Geogebra-Applet erkundet werden (Abb. 4 rechts).

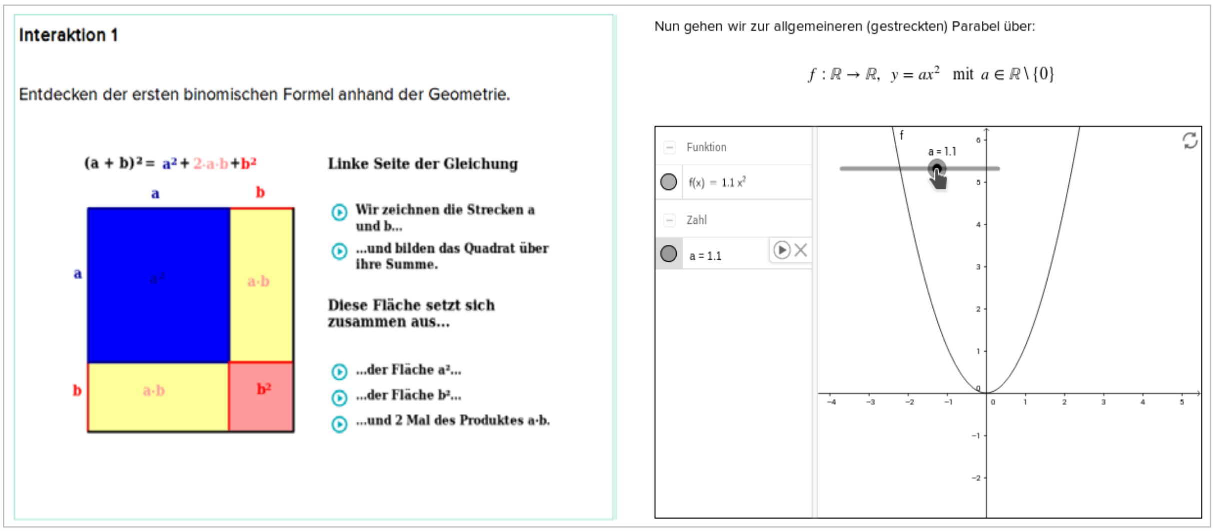

Abb. 4 Beispiele für interaktive Visualisierungen im »studiVEMINT«-Kurs

Die geleiteten Erkundungen eines Sachverhaltes, oft in Gestalt besagter Geogeobra-Applets, ermöglichen einen explorativen Zugang und unterstützen den Aufbau von statischen und dynamischen Vorstellungen des Lerngegenstandes.

Begründete Darstellung von Verfahren und Begriffen

Wir gehen davon aus, dass in einem Vorkurs nicht nur Rechentechniken geübt werden sollen, sondern die Anwendung von Verfahren praktiziert werden muss. Aus diesem Grund wird auf Erklärungen und Begründungen der Begriffe und Verfahren viel Wert gelegt. Dabei sollen Pseudobegründungen und Begründungen allein durch Beispiele, wie sie in der Schulmathematik häufig vorkommen, vermieden werden, ohne dass ein hochschulmathematisches Begründungsniveau angestrebt wird.

Falls eine entsprechende Erklärung bewusst entfällt, etwa weil sie unangemessen lang wäre, wird dennoch explizit auf sie hingewiesen. Da ein sehr tiefer und gründlicher Einstieg nicht von jedem gewünscht wird, sind die Begründungselemente in der Regel an den passenden Stellen auf Wunsch einblendbar. Der

Einblendemechanismus ermöglicht es auch, Zusatzinformationen anzubieten, ohne den Fokus auf das Thema eines Kapitels zu verlieren.

Interaktive Lösungseingabe von Formeln als Aufgabenlösungen

Das Onlinematerial enthält zahlreiche Übungsausgaben. In einem häufig verwendeten Typ von Aufgabenstellung wird die Angabe einer mathematischen Formel erwartet, die beim Lösen der Aufgabe bestimmt werden muss. Dabei unterstützen interaktive Eingabefelder im Material die Eingabe von Formeln, indem ein kleines Pop-up-Fenster die Syntax der Eingabe bei Bedarf erklärt und eine Echtzeitvorschau die (mathematische) Interpretation der Formel sofort darstellt. Abbildung 5 zeigt ein einfaches Beispiel mit Feedback für eine richtige beziehungsweise für eine inkorrekte Eingabe. Die Analyse der eingegebenen Antwort erfolgt im Wesentlichen über die Prüfung auf eine kommutative Äquivalenz zur hinterlegten Antwort, wobei mehrere korrekte Antworten hinterlegt sein können. Werden mehrere Formeln in einer zusammenhängenden Aufgabe erfragt – etwa bei der Nullstellenbestimmung einer Parabel – kann das System beliebige Reihenfolgen der eingegebenen Lösungen in verschiedenen Eingabefeldern auswerten. Einfache Frageformate wie Multiple- oder Single-Choice oder die Eingabe von numerischen Lösungen werden ebenfalls unterstützt. Mit diesem Mechanismus können Lernende ihre eigenen Lösungen überprüfen, bevor sie einen Blick in die verfügbare Musterlösung mit dem richtigen Ergebnis werfen (s. nachfolgender Abschnitt).

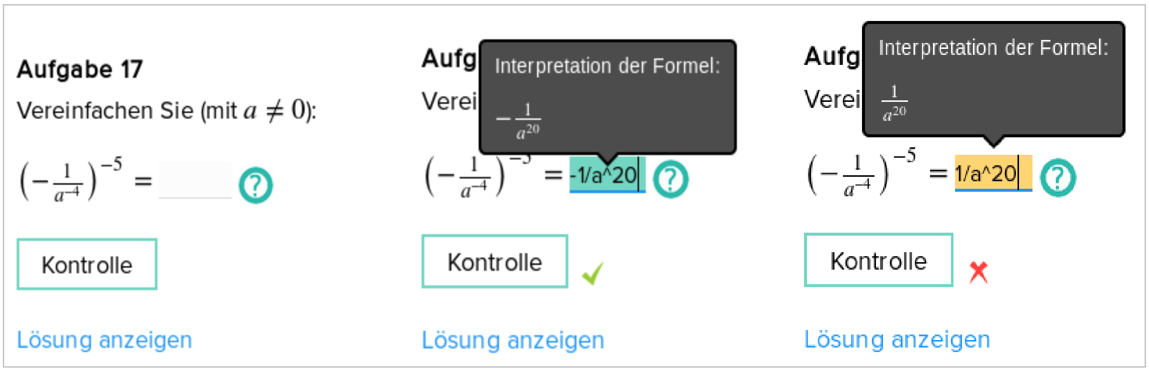

Abb. 5 Aufgabe mit exemplarischem Feedback an den Lernenden

Aufgaben – ausführliche Musterlösungen

Neben den Aufgaben, bei denen eine Lösung eingegeben und direkt kontrolliert werden kann, enthält der Kurs auch Aufgaben, bei denen dies nicht möglich ist. Die Lösung solcher Aufgaben kann z. B. eine Zeichnung enthalten, welche von Hand angefertigt werden muss, oder Teile, die in Textform mit enthaltenen Formeln zu beantworten sind. Zur Kontrolle dieser Aufgaben wird stets eine ausführliche Musterlösung angeboten. In den Musterlösungen finden die Lernenden neben dem Endergebnis auch die notwendigen Zwischenschritte mit einer für die Aufgabe angemessenen Darstellung des Lösungsweges. Damit Lernende sich zuerst mit der Aufgabe auseinandersetzen, sind die Lösungen zunächst ausgeblendet und können auf Wunsch aufgeklappt werden. Die Musterlösung wird dann stets unter der Aufgabe eingeblendet. So können Ergebnisse verglichen werden, ohne dass der Lern- und Lesefluss gestört wird. Diese ausführlichen Lösungen sind auch für die meisten Aufgaben mit Lösungseingabe verfügbar. Damit wird es dem Lernenden ermöglicht, den Fehler in einer eingegebenen Lösung, die als falsch erkannt wird, selbst zu finden.

Anwendungen mit Hintergrund

Anwendungsbezüge sind aus zwei Gründen wichtig: Einerseits dienen sie der Motivation der Lernenden, andererseits ist die Kompetenz des Modellierens und Anwendens der Mathematik im Sachkontext in der Studieneingangsphase erforderlich. Unser Material beinhaltet neben innermathematischen Anwendungen auch außermathematische Anwendungen, die für die Lernenden verständlich sind, einen authentischen Charakter haben und nicht nur willkürliche Einkleidungen mathematischer Themen darstellen (Abb. 6).

Nagelproduktion

Ein Unternehmen produziert im Monat 5 Millionen Stahlnägel. Zur Produktion muss Stahl bei einem Lieferanten bestellt werden. Um zu ermitteln, wie viele m^3 Stahl benötigt werden, soll das Volumen eines Stahlnagels bestimmt werden. Dazu sind folgende Informationen bekannt (Die Zeichnung ist nicht maßstabsgetreu).

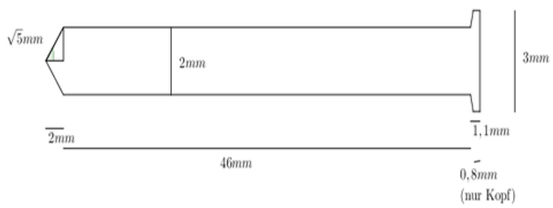

Bild 11 Abbildung eines Nagels mit Maßen.

Die Abbildung wird in Koordinatensystem übertragen, damit die einzelnen Abschnitte durch Funktionen beschrieben werden können.

Abb. 6 Ein Anwendungsbeispiel für die Integralrechnung

Einsatz von »studiVEMINT« an der Universität Paderborn

Neben den Komponenten des Kurses wurde in den Workshops auch der Einsatz des Materials an der Hochschule diskutiert. Hierzu wurde insbesondere die erstmalige Verwendung des »studiVEMINT«-Kurses im Rahmen der vierwöchigen Vorkurse für Ingenieurwissenschaften und angrenzende Fächer an der Universität Paderborn vorgestellt. Jede Vorkurswoche war dort im Wintersemester 2016/2017 in drei Präsenztage mit

Vorlesung und Übungen sowie zwei Selbstlerntage eingeteilt. Das »studiVEMINT«-Material wurde dabei zielgerichtet genutzt, um die Selbstlerntage für die Studierenden zu bereichern und zu strukturieren. Im Vorkurs 2016 wurden die jeweils passenden Wissensgebiete aus den Materialien des »studiVEMINT«-Kurses an den Selbstlerntagen integriert. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten somit anhand der entsprechenden Lerneinheiten die Vorlesungsinhalte online anwenden, üben, wiederholen und vertiefen.

Um den Verlauf und Erfolg dieser Einbindung des Materials in den Präsenz-Vorkurs zu evaluieren, wurde im Vorkurs eine Studie durchgeführt. Hierzu wurden für alle 13 Wissensgebiete des Online-Materials Teilnehmerinnen und Teilnehmer eingeladen, einen Selbstlerntag an der Universität zu verbringen. Die Teilnehmenden konnten im Anschluss anhand eines Fragebogens Rückmeldungen zur Verwendung des Materials geben. Durch dieses Verfahren konnten sowohl Funktionalität als auch Inhalte des Online-Kurses erprobt werden. An der Evaluation nahmen insgesamt 94 Personen teil. Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass der überwiegende Teil der Befragten die Struktur des Kurses sowie die darin enthaltenen Interaktionen als sehr hilfreich und lernfördernd erachtete. Des Weiteren wurde der Stoffumfang größtenteils als angemessen bewertet. Zusätzlich zu den Fragebögen wurden von jeweils einer Kleingruppe von zwei bis drei Teilnehmerinnen oder Teilnehmern bei der Arbeit Videoaufnahmen sowie Aufnahmen des Bildschirms beim Lernen angefertigt. Dadurch werden qualitative Einblicke in das Lernverhalten mit dem Material möglich. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden sukzessive bei der Qualitätssicherung und Weiterentwicklung des Lernmaterials berücksichtigt.

Fazit – Ausblick

Im Rahmen des Workshops konnten wertvolle Rückmeldungen und Anmerkungen zum Material gesammelt werden. Unter den Rückmeldungen waren unter anderem konkrete inhaltliche und technische Verbesserungsvorschläge für einzelne Lerneinheiten. Positiv wurden von den Workshop-Teilnehmerinnen und -Teilnehmern insbesondere die übersichtliche Strukturierung des Materials, die vielseitige Einsetzbarkeit für unterschiedliche Lernanforderungen, die didaktische Aufbereitung sowie das gute Niveau der Inhalte hervorgehoben. Auch die vorgestellten konkreten Möglichkeiten zum Einsatz des Materials im Rahmen von universitären Vorkursen wurden positiv bewertet. Es wurde angeregt, die diagnostischen Tests, die derzeit durch die »Studichecks« geliefert werden, stärker in das Material selbst zu integrieren.

Im Jahr 2017 wird der Schwerpunkt der Weiterarbeit am »studiVEMINT«-Lernmaterial auf der Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung liegen. Dazu wird die Studie aus dem Wintersemester 2016/2017 systematisch ausgewertet. Auch die Ergebnisse der Tagungsworkshops werden berücksichtigt. Daneben liegt nun – nach Fertigstellung der Inhalte – ein wesentliches Augenmerk auf der Verbesserung der Unterstützung mobiler Endgeräte. Ferner sind weitere Evaluationen beziehungsweise Studien zum Einsatz des Kurses an der Universität Paderborn geplant, deren Ergebnisse wiederum für die stetige Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung wertvoll sein werden.

Literatur – Links

Börsch, Alexander/Biehler, Rolf/Mai, Tobias: Der Studikurs Mathematik NRW – Ein neuer Online-Mathematikvorkurs – Gestaltungsprinzipien am Beispiel linearer Gleichungssysteme. In: Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2016, Band 1. Münster: WTM-Verlag 2016. S. 177-180.

Colberg, Christoph/Mai, Tobias/Wilms, Dorothea/Biehler, Rolf: Studifinder: Developing e-learning materials for the transition from secondary school to university. In: Göller, Robin/Biehler, Rolf/Hochmuth, Reinhard/Rück, Hans-Georg (Hg.): Didactics of Mathematics in Higher Education as a Scientific Discipline – Conference Proceedings. khdm-Report 17-05. Kassel: Universität Kassel 2017. S. 462-465.

Mai, Tobias/Biehler, Rolf/Börsch, Alexander/Colberg, Christoph: Über die Rolle des Studikurses Mathematik in der Studifinder-Plattform und seine didaktischen Konzepte. In: Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2016, Band 2. Münster: WTM-Verlag 2016. S. 645-648.

Mindestanforderungskatalog der »COSH«-Gruppe: www.mathematik-schule-hochschule.de/stellungnahmen/aktuelle-stellungnahmen/120-s-04-mindestanforderungskatalog-mathematik-der-hochschulen-baden-württembergs.html

»Studiport«-Kurs »studiVEMINT«: www.studiport.de/mathematik

(alle zuletzt aufgerufen am 07.09.2017)