

Lernvideos und ihre Erstellung

Das Projekt studiVEMINTvideos

Rolf Biehler, Michael Liebendörfer und Angela Schmitz

Lernvideos spielen spätestens seit Beginn der Covid-19-Pandemie eine große Rolle beim Mathematiklernen sowohl von Schülerinnen und Schülern als auch von Studierenden. Im Projekt studiVEMINTvideos wurden in den letzten drei Jahren Lernvideos produziert, die das interaktive Online-Vorkursmaterial von studiVEMINT (orca.nrw/kurse/studivemint) anreichern. Die meisten der entwickelten Videos sind auch ohne den Kurskontext nutzbar und werden sukzessive auf YouTube veröffentlicht (www.youtube.com/@studivemint). Idealerweise verbindet man das Lernen aus den Videos mit der Bearbeitung von Aufgaben im Material. In ca. 300 Videos werden die wichtigsten Inhalte des Schulstoffs von Rechengesetzen für reelle Zahlen bis zum Abiturstoff vermittelt. Die Zielgruppe umfasst zunächst angehende Studierende, die ihr Wissen auffrischen wollen. Die Videos können aber gleichermaßen auch im Studium oder teils schon in der Schule sinnvoll eingesetzt werden. Wir berichten hier sowohl über das Material als auch Erfahrungen aus der Produktion. Das Material wird derzeit Zug um Zug veröffentlicht. Bis Ende Februar 2023 werden alle Videos kostenlos in CC-BY-SA-Lizenz verfügbar sein.

Hintergrund: Der Online-Vorkurs studiVEMINT

Mathematik ist in vielen Studienfächern von elementarer Bedeutung. Solide Schulkenntnisse werden insbesondere in den WiMINT-Studiengängen vorausgesetzt. Bekanntermaßen bringen aber nicht alle Erstsemester-Studierenden das nötige Wissen mit, sodass Vorkurse für Mathematik schon lange an vielen Hochschulen etabliert sind (siehe z. B. Bausch, Biehler, Bruder, Fischer, Hochmuth, Koepf, Schreiber & Wassong, 2014). An der Universität Paderborn wird dafür schon seit Jahren der Online-Vorkurs studiVEMINT (go.upb.de/studivemint) weiterentwickelt und eingesetzt, sowohl in Blended-Learning-Formaten als auch für reines E-Learning (Gold et al., 2021). Das Material umfasst sowohl Erklärungen und Visualisierungen als auch Applets und Aufgaben, die im Selbststudium genutzt werden können. Damit kann Schulmathematik selbstständig wiederholt oder auch neu gelernt werden. Der Kurs unterstützt angehende Studierende somit bei der Studienvorbereitung und dem Einstieg und erleichtert den schwierigen Übergang von der

Schule ins Studium. Die Lerneinheiten von studiVEMINT stellen eine Weiterentwicklung der seit über einem Jahrzehnt erprobten, kontinuierlich evaluierten und weiterentwickelten Vorkursmaterialien des VEMINT-Projektes dar (Bausch, Biehler, Bruder, Fischer, Hochmuth, Koepf & Wassong, 2014; www.vemint.de). Einige Einheiten wurden für studiVEMINT neu entwickelt.

Der studiVEMINT-Kurs gliedert sich in 13 Lerneinheiten, die alle Themengebiete der Schulmathematik abdecken, die für den Einstieg in mathematikhaltige Studiengänge an Universitäten und Fachhochschulen notwendig sind, siehe Tabelle 1. Die Strukturierung orientiert sich an den Studichecks für Mathematik, die zum Selbsttest Studieninteressierten und Studienanfängern zur Verfügung stehen. Sie wurden ursprünglich in NRW entwickelt und werden seit einiger Zeit auf dem Portal der Bundesanstalt für Arbeit angeboten (studiencheck.de). Dort festgestellte Lücken können in einem direkten Einstieg in das Lernmaterial geschlossen werden.

Das Design beruht nicht nur auf den Anforderungen der Studichecks Mathematik, sondern auch auf dem Mindestanforderungskatalog der COSH-Gruppe (Version 2.0), den Bildungsstandards und Kernlehrplänen aus NRW sowie didaktischen Analysen zum Übergang Schule-Hochschule und den Erfahrungen und Materialien aus dem VEMINT-Projekt.

Das Projekt studiVEMINTvideos

Das Projektvorhaben

Im Oktober 2019 startete das Projekt studiVEMINTvideos in Kooperation der Universität Paderborn (UPB, Projektleitung Prof. Dr. Rolf Biehler und Prof. Dr. Michael Liebendörfer) und der TH Köln (Projektleitung Prof. Dr. Angela Schmitz). Ziel des Projekts ist die Anreicherung des studiVEMINT-Materials mit Videos. Im Zuge der Entwicklung sollte dabei die Gestaltung der Videos evaluiert und optimiert werden. Das Projekt wird vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert. Aktuell arbeiten Janina Dierkes (TH Köln), Dominik Guntermann (UPB), Erik Hanke (TH Köln), Lilian Hermann (UPB), Sandra Krämer (UPB), Tobias Mai (UPB), Dr. Angelo Profeta (TH Köln) und Sarah Schlüter (UPB) im Projekt.

Tabelle 1. Lerneinheiten im studiVEMINT-Kurs

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

Der Anspruch an die Videos lässt sich in fünf Punkte gliedern.

1. Die Videos sollen eine Brücke zwischen Schule und Hochschule bilden. Fachlich soll dabei an die Hochschulmathematik angeschlossen werden, indem Konzepte definiert werden, Sätze stets mit ihren Voraussetzungen genannt und solide begründet, in der Regel sogar bewiesen werden, und die Fachsprache bzw. Symbolik bereits der Hochschulmathematik angenähert ist.
2. Die Videos werden kohärent in die bestehende Lernumgebung des studiVEMINT-Kurses eingebunden, sodass neben den Videos begleitende Texte, Visualisierungen und Aufgaben existieren.
3. Das Lernmaterial soll möglichst kognitiv aktivierend sein. Dafür werden reichhaltige Verbindungen zwischen den Inhalten geschaffen, Fehlvorstellungen aufgegriffen und Aktivitäten direkt in den Videos platziert (mittels des H5P-Tools) oder über Applets und Aufgaben, die im Anschluss bearbeitet werden sollen, direkt damit verzahnt.
4. Entsprechend gängiger Design-Prinzipien für Lernvideos sollten kurze Videos (möglichst unter 10 Minuten) produziert werden, die auf einzelne Lernziele fokussiert sind, welche explizit genannt werden.
5. Die Selbststeuerung im Online-Kurs sollte über Übersichtsvideos für die einzelnen Themengebiete

te und wiedererkennbare Video-Typen erleichtert werden.

Erfahrungen aus der Video-Produktion

Die Produktion der ca. 300 Videos erforderte ein Vorgehen nach festen Mustern. Hier sind sicherlich verschiedene Vorgehensweisen möglich. Wir beschreiben den Ansatz, der sich zumindest in unserem Projekt als praktikabel erwiesen hat.

Zunächst wurden die zu erstellenden Videos in feste Typen gegliedert (Abbildung 1). Zur Unterstützung der Selbststeuerung im Lernmaterial wurden Einführungsvideos produziert, die entweder als Orientierungsvideo den Überblick über eine gesamte Lerneinheit geben oder als Einstiegsvideo in ein Kapitel innerhalb einer Lerneinheit einführen. In Theorievideos wurden entweder Begriffe eingeführt (Begriffsvideo), Begründungen für Sätze gegeben (Begründungsvideo) oder abstrakte Inhalte an Beispielen verdeutlicht (Illustrationsvideo). Dazu wurden als Praxisvideos mit hohem Aufforderungscharakter Aufgabenvideos produziert, die jeweils das mögliche Vorgehen, oft mit ergänzenden Hinweisen zu sinnvollen Strategien, und Lösungen thematisieren.

Für diese Videotypen wurden feste Schemata für die Struktur der Videos erarbeitet. Die Schemata sollten nicht völlig starr angewendet werden,

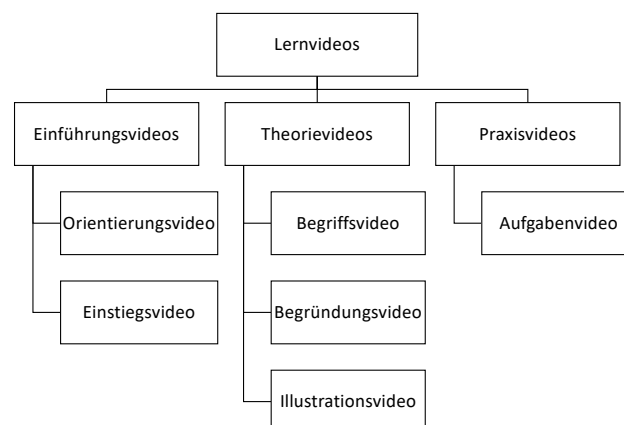


Abbildung 1. Videotypen im Projekt studiVEMINTvideos

etwa wurde manchmal die Reihenfolge der Elemente getauscht oder einzelne Schritte wurden ausgelassen. Sie liefern aber ein gutes Gerüst um die Videos in typische, sinnvolle Schritte zu gliedern und den Produktionsprozess effizient zu gestalten. Sie helfen, den eigenen Cognitive Load gering zu halten, indem zentrale Ideen sofort verortet und notiert werden können und mögliche Lücken explizit sichtbar gemacht werden. Das Schema für Begründungsvideos findet sich in Tabelle 2.

Tabelle 2. Schema für Begründungsvideos im Projekt studiVEMINTvideos

1	Zielformulierung und Motivation
2a	Formulierung der Satzaussage
2b	Erläuterung der Satzaussage und ihrer formalen Darstellung
2c	Verdeutlichung der Satzaussage an (Zahlen-)Beispielen
3	Beweis/Begründung
4	Anwendung der Satzaussage auf (Zahlen-)Beispiele
5	Reflexion und Ausblick

Wir greifen auf verschiedene Beweis- und Begründungsformen zurück, also auch auf inhaltlich-anschauliche und generische Beweise, die aber auch aus Hochschulsicht akzeptabel sind, ein Beispiel siehe Abbildung 2. Bloßes Argumentieren mit Zahlenbeispielen oder mit abgelesenen Eigenschaften aus Graphiken wird vermieden. Die Vorschläge beruhen auf fachdidaktischen Erkenntnissen und Analysen zum jeweiligen Themenbereich, z. B. versuchen wir typische Fehlvorstellungen zu thematisieren.

Daneben zeigt unsere Erfahrung, dass die Qualitätssicherung einen hohen Aufwand fordert. Ein Video ist ein vielschichtiges Lernmedium, das auf der fachlichen, fachdidaktischen und mediendidaktischen Ebene jeweils korrekt bzw. sinnvoll und zwischen den Ebenen gut abgestimmt sein sollte.

In der Produktion von Lernmaterialien muss immer mit Fehlern gerechnet werden. Anders als bei Webseiten oder Skripten lassen sich auch kleine Fehler in Videos nur sehr schwer korrigieren. Oft muss ein Video komplett neu erstellt werden, mit etwas Glück nur die Tonspur neu eingesprochen werden. Daher hat sich unserer Erfahrung nach sehr bewährt, die Videos im Entwicklungsprozess früh durch mehrere Augenpaare zu prüfen. Schon die für ein Video ausgefüllten Schemata und die darauf basierenden Drehbücher sollten von mindestens einer anderen Person kritisch gegengelesen werden. Gleichmaßen sollten die erstellten Videos möglichst direkt nach dem Schnitt erneut kritisch durchgesehen werden. In unserem Projekt haben in der Regel mindestens drei Personen auf ein Produkt geschaut, bevor es veröffentlicht wurde.

Auf der technologischen Seite haben sich zwei Tools besonders bewährt. Für die Anreicherung der Videos mit Interaktionen haben wir das Tool H5P verwendet (h5p.org). Damit können Videos in Moodle bzw. Ilias an vordefinierten Stellen automatisch angehalten werden und Fragen oder Aufgaben in verschiedenen Formaten eingeblendet werden, siehe beispielsweise Abbildung 3. So lassen sich Lernende besser aktivieren, etwa indem Vorwissen abgefragt wird oder frisch gelerntes Wissen angewendet werden muss.

Für die Erstellung von Animationen haben wir Geogebra und Manim verwendet (www.manim.community). Für Manim sollte man sowohl mit Python als auch \LaTeX etwas vertraut sein. Dafür lassen sich damit Animationen erstellen, die sich mathematisch exakt definieren lassen, sehr flexibel und sehr reich an Einsatzmöglichkeiten sind (z. B. lässt sich der Übergang von der Sekante zur Tangente gut visualisieren, Abbildung 4). Damit übertrifft Manim andere Ansätze etwa mithilfe von Präsentationssoftware in den Möglichkeiten deutlich.

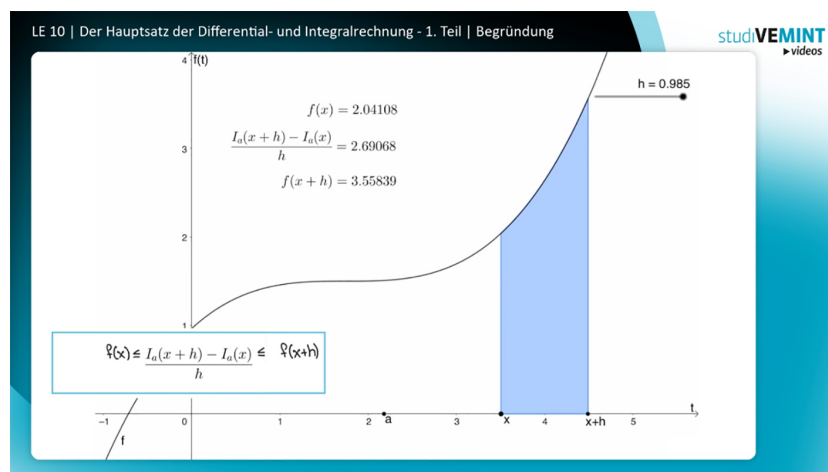


Abbildung 2. Begründungsvideo mit anschaulichem Beweis zum Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung

LE 10 | Rotationskörper | Aufgabe

Wir betrachten die Funktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = \frac{1}{2}x^2 + 2$ auf dem Intervall $[-2, 2]$.
Bei der Rotation des Graphen der Funktion f um die x -Achse entsteht ein Körper.
Bestimmen Sie das Volumen des Körpers.

Bestimme das Volumen V des Körpers.
(Trage den Wert als Dezimalzahl ein und runde auf die zweite Nachkommastelle.)

$V =$

Volumenformel für Rotationskörper
Sei f eine stetige Funktion auf dem Intervall $[a, b]$.
Bei der Rotation des Graphen der Funktion f um die x -Achse entsteht ein Körper mit dem Volumen

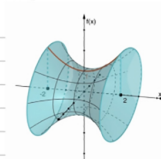
$$V = \pi \cdot \int_a^b (f(x))^2 dx$$


Abbildung 3. Aufgabenvideo mit H5P-Interaktion

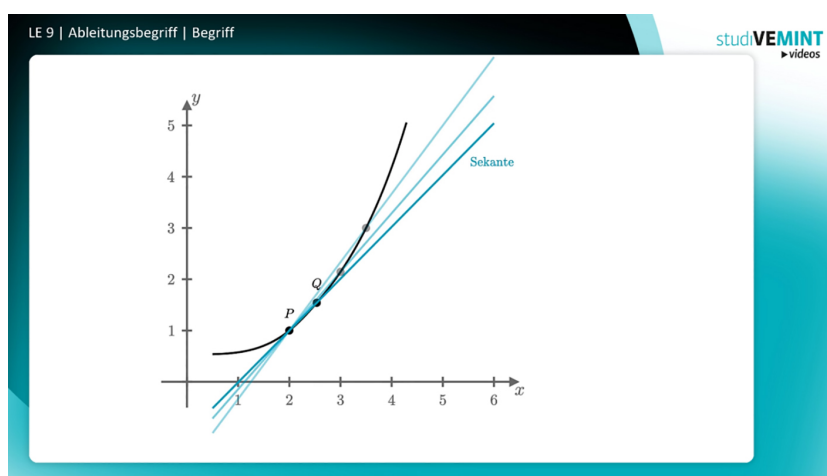


Abbildung 4. Begriffsvideo mit Manim-Animation

Barrierefreiheit

Da Inklusion ein wichtiger Bestandteil offener Lehre ist, wurde bei der Erstellung der Videos auf Barrierefreiheit geachtet. Für alle Videos werden von uns manuell Untertitel erzeugt, um die Videos nutzbar für Menschen mit Höreinschränkungen zu machen. Die Herausforderung der Untertitelung von mathematikerklärenden Videos liegt darin, dass es keine Regelung dazu gibt, wie mathematische Formeln in Untertitel eingebaut werden, wenn das Untertitelprogramm keine Formeleditoren unterstützt, beziehungsweise wenn der Videoplayer diese nicht darstellen kann. Dafür haben wir eine Nomenklatur entwickelt, so dass alle Untertitel in gleicher Weise dargestellt werden, und mit der eine mathematisch korrekte Darstellung möglich ist. Bei der gewählten Form der Untertitel wird zudem das Erkennen der ersichtlichen Aussprache als ein didaktischer Mehrwert erachtet (Abbildung 5), da Lernende mit oder ohne Höreinschränkung zugleich besser lernen können, wie die gegebenenfalls unbekanntes Zeichen zu lesen oder sprechen sind.

Materialien für die freie Nutzung



Der komplette studivEMINT-Kurs ist über das Portal Orca.NRW (www.orca.nrw/kurse/studivemint) frei zugänglich und durch seine CC-BY-SA-Lizenz auch für Dritte vielfältig nutzbar. Die Lizenz erlaubt es auch, einzelne Teile

wie Videos in eigenes Lernmaterial zu integrieren.

Um die Videos leichter direkt zu erreichen, stellen wir sie auch auf YouTube (www.youtube.com/@studivemint) ein. Über den QR-Code kommt man direkt zum Kanal studivEMINT.

Die Veröffentlichung des Materials hat begonnen und wird bis Ende Februar 2023 abgeschlossen sein.

Hinweis zum Abschluss

Zum Projektabschluss findet am 28.2.2023 ein Workshop an der Universität Paderborn statt. Dort

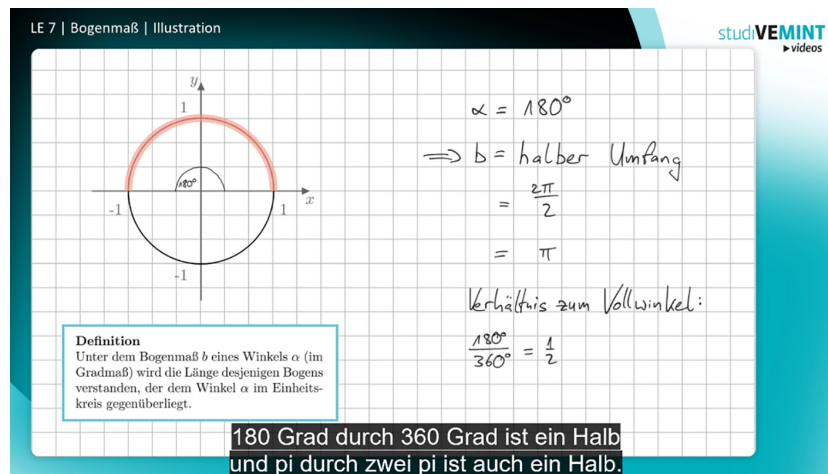


Abbildung 5. Illustrationsvideo mit Untertiteln

sollen sowohl die Frage nach der Verwendung des Materials in verschiedenen Kontexten als auch die Erfahrungen aus der Produktion der Lernvideos thematisiert werden. Ferner soll der Workshop dem Austausch und der Vernetzung von Projekten dienen, die mit der Entwicklung mathematischer Erklärvideos befasst sind. Einschlägige Projekte können sich im Rahmen des Workshops vorstellen. In der Reihe der khdm-Reports ist im Nachgang eine Tagungsdokumentation geplant.

Literatur

- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S., & Wassong, T. (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse*. Springer Fachmedien. DOI:10.1007/978-3-658-03065-0
- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., & Wassong, T. (2014). VEMINT – Interaktives Lernmaterial für mathematische Vor- und Brückenkurse. In Bausch et al. (Hrsg.) *Mathematische*

Vor- und Brückenkurse (S. 261–276). Springer Spektrum.

DOI:10.1007/978-3-658-03065-0_18

- Gold, A., Fleischmann, Y., Mai, T., Biehler, R., & Kempen, L. (2021). Die Online-Lernmaterialien im Online-Mathematikvorkurs studiVEMINT: Konzeption und Ergebnisse von Nutzer- und Evaluationsstudien. In R. Biehler, A. Eichler, R. Hochmuth, S. Rach, & N. Schaper (Hrsg.), *Lehrinnovationen in der Hochschulmathematik: Praxisrelevant – didaktisch fundiert – forschungsbasiert* (S. 365–397). Springer. DOI:10.1007/978-3-662-62854-6_16

Rolf Biehler, Universität Paderborn

E-Mail: biehler@math.upb.de

Michael Liebendorfer, Universität Paderborn

E-Mail: michael.liebendoerfer@math.upb.de

Angela Schmitz, TH Köln

E-Mail: angela.schmitz@th-koeln.de

Argumentieren, Problemlösen & Co – Welche prozessbezogenen Kompetenzen werden durch den Einsatz digitaler Medien angesprochen? Ergebnisse einer Schulbuchanalyse zur 7. Jahrgangsstufe

Frederik Dilling, Marc Herrmann und David Timm

Mit der Einführung der bundesweit geltenden Bildungsstandards durch die Kultusministerkonferenz der Länder (kurz: KMK) in den Jahren 2003 und 2004 wurden für die Kernfächer, darunter auch die Mathematik, Kompetenzen festgelegt, welche die Lernenden bis zu festen Zeitpunkten innerhalb des

schulischen Lernens entwickeln sollten. Mit der Orientierung auf diese Kompetenzen wurde neben der Vermittlung von fachinhaltlichem Wissen auch die Vermittlung vernetzten Wissens und allgemeiner Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Bewältigung überfachlicher Herausforderungen in den Fokus