

Silvia BECHER, Köln, Sandra KRÄMER, Paderborn, Sarah SCHLÜTER, Paderborn, Rolf BIEHLER, Paderborn, Angela SCHMITZ, Köln, Michael LIEBENDÖRFER, Paderborn, Susanne HILGER, Köln, Leander KEMPEN, Paderborn, Tobias MAI, Paderborn & Angelo PROFETA, Köln

Konzept- und Designentscheidungen bei der Erstellung und Integration von Lernvideos in mathematische Lehr-Lern-Szenarien

Im Projekt *studiVEMINT*videos werden seit Ende 2019 mathematische Lernvideos produziert, die in den E-Learning-Vorkurs *studiVEMINT* integriert werden und das vorhandene Lernmaterial ergänzen und bereichern. Das Projekt ist eine Kooperation zwischen der Universität Paderborn und der Technischen Hochschule Köln und wird vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW bis September 2022 gefördert. Im vorliegenden Beitrag werden zentrale Konzept- und Designentscheidungen bei der Erstellung von Lernvideos sowie deren Integration in den *studiVEMINT*-Kurs dargestellt.

Lernvideos zeichnen sich durch dynamische Darstellungen der Inhalte sowie zahlreiche Visualisierungsmöglichkeiten aus und ermöglichen es, schriftliche Darstellungen verbal zu ergänzen (Rasi & Poikela, 2016; Schneps et al., 2010). Für die Vermittlung mathematischer Inhalte erscheint dieser Aspekt besonders wertvoll, denn so können eine korrekte gesprochene Fachsprache demonstriert und Kommentare auf einer Meta-Ebene angebracht werden. Durch diese Art der Wissensvermittlung können kognitive Schwierigkeiten insbesondere in den MINT-Fächern verringert werden (Castro-Alonso et al., 2018).

Konzeption und Integration von Mathematik-Lernvideos

Die 13 Lerneinheiten des *studiVEMINT*-Kurses beinhalten jeweils mehrere Unterkapitel, in denen sowohl theoretische Inhalte dargestellt, bewiesen und erläutert werden, als auch Aufgaben und Anwendungen zum eigenständigen Üben der Inhalte bereitgestellt werden. Im Hinblick auf das bestehende Lernmaterial sollen in den Videos Inhalte wiederholt, Ergänzungen vorgenommen und ggf. eine andere Perspektive (z. B. beim Begründen und Beweisen) aufgezeigt werden. Hier stellt sich wie ganz allgemein bei der Produktion von Lernvideos die Frage, mit welchem Ziel einzelne Videos gestaltet werden sollen und welcher Aufbau dann für ein Video sinnvoll ist. Eine gewisse Standardisierung scheint dabei sowohl für die Transparenz gegenüber Nutzer*innen als auch für eine effiziente Produktion sinnvoll.

Im Projekt wird die Frage zur Gestaltung der Videos zunächst durch die konzeptionelle Unterscheidung von *Theorievideos* und *Praxisvideos* aufgegriffen. Die *Theorievideos* sind in drei Unterformen ausdifferenziert: In *Begriffsvideos* werden mathematische Begriffe gebildet (Weigand, 2015), insbesondere werden die Begriffe definiert und anhand von Beispielen und Gegenbeispielen

veranschaulicht. In *Begründungsvideos* werden mathematische Sätze begründet oder bewiesen. Hierbei wird auf verschiedene Beweistypen wie z. B. generische oder inhaltlich-anschauliche Beweise (Biehler und Kempen, 2016; Reid & Knipping, 2010) zurückgegriffen. *Illustrationsvideos* dienen der Illustration eines Begriffs, eines Satzes oder einer Anwendung und erweitern das Concept Image (Vinner, 1983).

Die *Praxisvideos* sind in *Aufgabenvideos* und *Lösungsstrategievideos* untergliedert. Im Sinne des *cognitive apprenticeship* (Brown et al., 1989) werden den Lernenden in *Aufgabenvideos* Aufgabenlösungen schrittweise vorgeführt und der Lösungsprozess mit verbalen Erläuterungen begleitet. In *Lösungsstrategievideos* werden mathematische Lösungsstrategien, insbesondere Rechenstrategien, anhand konkreter Aufgaben demonstriert und der Strategieeinsatz durch Meta-Kommentare herausgestellt (Pólya, 1945). Der Fokus liegt hier anders als bei den Aufgabenvideos auf der strategischen Auswahl und Anwendung von Lösungsmethoden.

Um den Aufbau jedes Videotyps zu vereinheitlichen und ihnen eine klare Struktur zu verleihen, wurde zu jedem Videotyp ein Ablaufschema mit spezifischen Videophasen entwickelt. Unabhängig vom Videotyp sind dabei die erste Phase „Zielformulierung und Motivation“ und die letzte Phase „Reflexion und Ausblick“, die einen Rahmen für jedes Video bilden. In der ersten Phase werden den Lernenden der Aufbau und die Ziele des Videos transparent gemacht und die Relevanz des Inhaltes verdeutlicht. Die letzte Phase enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte des Videos und dient insbesondere dazu, mögliche Fehlvorstellungen und Zusammenhänge zu anderen Themen zu fokussieren.

Neben diesen beiden Phasen gibt es beispielsweise in *Begründungsvideos* fünf weitere typspezifische Phasen. So wird in einer Phase die Satzaussage formuliert und in einer weiteren Phase mit besonderem Fokus auf die formale Darstellung erläutert. In einer dritten Phase wird die Satzaussage an Beispielen verdeutlicht. Diese drei Phasen sind in ihrer Reihenfolge variabel, wodurch das Schema eine gewisse Flexibilität bei der Videokonzeption gewährt. Darauf folgen die Beweis- bzw. Begründungsphase und eine weitere Phase, in der der Satz auf spezifischere Beispiele angewendet wird.

Ein *Lösungsstrategievideo* besteht hingegen aus drei typspezifischen Phasen. So wird in der zweiten Phase die Aufgabenstellung formuliert. Die dritte Phase dient dazu, das Verständnis der Aufgabe zu fördern und erste Lösungsschritte im Sinne eines Lösungsplans zu antizipieren (Pólya, 1945). In der vierten Phase wird schließlich eine Aufgabenlösung schrittweise vorgeführt, wobei Meta-Kommentare zu den eingesetzten Strategien gemacht werden. In der abschließenden Reflexionsphase werden insbesondere diese Strategien aufgegriffen und zusammengefasst.

Gestaltungsmöglichkeiten bei der Erstellung von Lernvideos mit Manim

Im Projekt werden verschiedene Videoarten verwendet: Greenscreen-Aufnahmen, Screencasts und Animationen mit Manim, einem Animationstool auf Basis von Python (<https://github.com/3b1b/manim>). Manim verbindet verschiedene Programme zur Erstellung der Animationen, u. A. LaTeX für Texte und Formeln. Entwickelt wurde die Software von Grant Sanderson aus Stanford, der auf seinem YouTube Kanal 3blue1brown professionelle mathematische Lernvideos mit Manim und dem entsprechenden Code veröffentlicht (https://www.youtube.com/channel/UCYO_jab_esuFRV4b17AJtAw). Manim ist eine kostenlose Software, die ständig weiterentwickelt wird, zu der es aber keine offizielle Dokumentation gibt.

Die Software bietet verschiedene Gestaltungselemente. So können beispielsweise die logische und zeitliche Abfolge sowie die Geschwindigkeit von Animationen bestimmt werden. In den Videos nutzen wir darüber hinaus Farben als Fokussierungshilfen (vgl. Roth, 2005). Die Programmierung in Manim sorgt für eine ansprechende Grafik in den Videos, die sich durch ein klares Design auszeichnet, was u. a. an der Darstellung der Formeln in LaTeX zu erkennen ist. Heidig et al. (2015) konnten belegen, dass die subjektiv wahrgenommene Ästhetik und Nutzerfreundlichkeit von Videos das emotionale Befinden beeinflussen, wodurch es zu einer Steigerung der intrinsischen Motivation kommt. Dies zeigt sich u. a. in der Bereitschaft, längerfristig mit dem Material zu arbeiten. Zudem lassen sich Darstellungswechsel mit Manim mithilfe von Animationen ansprechend gestalten. So zeigt Abb. 1 z. B. einen Ausschnitt der dynamischen Verbindung von rechnerischer und grafischer Darstellung einer linearen Approximation einer Funktion mithilfe der Tangente.

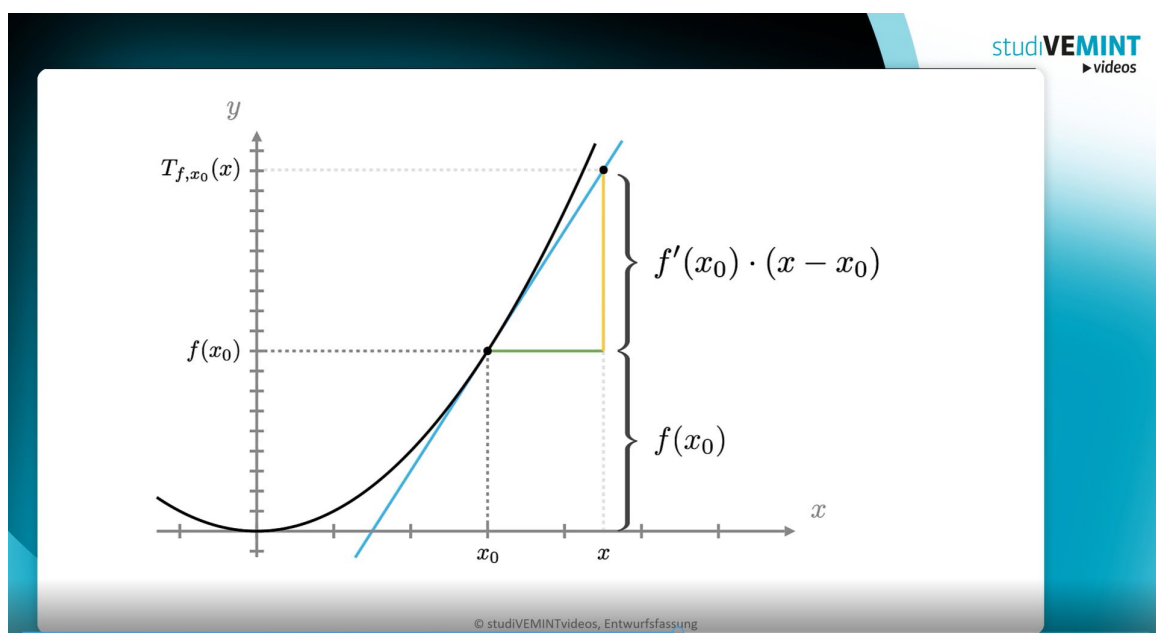


Abb. 1: Ausschnitt aus einem mit Manim produzierten Lernvideo aus studiVEMINTvideos.

Darstellungswechsel sind nach Duval (2006) wichtig für mathematisches Verständnis, zugleich aber auch die größte Herausforderung beim Lernen.

Bodemer und Faust (2006) haben gezeigt, dass Lernende Darstellungswechsel erfolgreicher durchführen und relevante Merkmale in Darstellungen identifizieren, wenn sie dabei unterstützt werden. In unseren Videos geschieht dies auf der Bildspur durch farbliche Markierungen und verschiedene Hervorhebungen (z. B. größer werdende Schrift) sowie auf der Tonspur durch deiktische Hinweise wie „Schau dir den Punkt an“. Bei solchen Aussagen wird der entsprechende Punkt in der Grafik gleichzeitig hervorgehoben, um die Aufmerksamkeit auf die gewünschte Stelle zu lenken, und so eine Kohärenz von Bild und Ton geschaffen.

Ausblick

Im Projekt werden zwei primäre Ziele angestrebt. Auf der Materialebene sollen Videos zu allen 13 Lerneinheiten des studiVEMINT-Kurses entwickelt werden. Dabei soll zukünftig auch ein Augenmerk auf die Implementation von Interaktionen mit der Software H5P gelegt werden.

Auf Forschungsebene gibt es noch viele offene Fragen hinsichtlich der Gestaltung von Mathematik-Lernvideos. So ist beispielsweise bislang ungeklärt, wie Termumformungen in Videos lernförderlich dargestellt werden können, an welchen Stellen in Videos Interaktionen sinnvoll sind und welche Art von Interaktion eingesetzt werden sollte. Daher besteht ein weiteres Ziel des Projektes in der praxisbegleitenden Theorieentwicklung. In diesem Kontext sollen u. a. theoretisch und empirisch geleitete Konzepte für die verschiedenen Videotypen, für dynamische Visualisierungen und für Interaktionen erarbeitet werden.

Literatur

- Bodemer, D. & Faust, U. (2006). External and mental referencing of multiple representations. *Computers in Human Behavior*, 22(1), 27–42.
- Brown, J.S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). *Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher*, 18, S. 32-42.
- Castro-Alonso, J. C., Ayres, P., Wong, M., & Paas, F. (2018). Learning symbols from permanent and transient visual presentations: Don't overlay the hand. *Computers & Education*, 116, 1–13.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103–131.
- Pólya, G. (1945). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rasi, P. M., & Poikela, S. (2016). A Review of Video Triggers and Video Production in Higher Education and Continuing Education PBL Settings. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1), 5–6.
- Roth, J. (2005). *Bewegliches Denken im Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Schneps, M. H., Griswold, A., Finkelstein, N., McLeod, M., & Schrag, D. P. (2010). Using video to build learning contexts online. *Science*, 328(5982), 1119–1120.
- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14(3), 293–305.