

«Mitmachen ist besser als nur Zuschauen»

Qualitative Studie an Berufsschulen zur Wahrnehmung und motivationalen Wirkung eines interaktiven Mathematik-Lernvideos

Stephan Bach¹ , Mike Altieri¹  und Lena Vilsmeier¹ 

¹ Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Zusammenfassung

Videos bieten einerseits ein grosses Potenzial zur Unterstützung von Lehr-Lern-Prozessen; andererseits stellt ihr primär rezeptiver Charakter mit Blick auf die Aktivierung der Lernenden eine Herausforderung dar. Hier verspricht die Integration interaktiver Elemente einen Mehrwert. Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse einer qualitativen Studie vor, die im Jahr 2021 an Berufsschulen in Bayern durchgeführt wurde. Im Rahmen zweier Zyklen eines Design-Research-Vorhabens wurden Wahrnehmung und motivationale Wirkung eines interaktiven Lernvideos zur elementaren Algebra untersucht. Das Video enthält über die üblichen Steuerungsfunktionen hinaus interaktive Elemente, beispielsweise Aufgaben mit automatischem Feedback sowie kognitive Prompts. Es wurde von den Teilnehmenden in einem Laborsetting in Zweierteams bearbeitet. Die im Anschluss an die Bearbeitung geführten Interviews wurden durch eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring mit der Technik der induktiven Kategorienbildung ausgewertet. Die Ergebnisse des ersten Zyklus zeigen, dass die Lernenden der Interaktion mit dem Video eine grosse Bedeutung beimessen, während Aspekte der Mediengestaltung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Daher wurde die Bedeutung der interaktiven Elemente, konkret deren Wirkung auf die Lernmotivation, in Zyklus 2 genauer untersucht. Hier unterstreichen die Ergebnisse das grosse Potenzial interaktiver Elemente für die motivationale Gestaltung von Lernvideos. Dies ist zum einen in situationsspezifischen Anreizen, zum anderen in verschiedenen Personenfaktoren begründet. Aus den Ergebnissen lassen sich Empfehlungen für die Gestaltung interaktiver Elemente in Lernvideos ableiten.

«Participating is Better than Just Watching». Qualitative Study at Vocational Schools on the Perception and Motivational Effect of an Interactive Mathematics Instructional Video

Abstract

Videos offer a great potential to support teaching and learning processes; however, their primarily receptive nature presents a challenge with regard to activating learners. Here, the integration of interactive elements promises some additional value. This paper presents the results of a qualitative study conducted in 2021 at vocational schools in Bavaria. Within two cycles of a design research project, the perception and motivational effects of an interactive learning video on elementary algebra were examined. In addition to the usual control functions, the video contains further interactive elements, such as tasks with automatic feedback and cognitive prompts. Participants worked on the video in teams of two in a laboratory setting. The interviews conducted subsequently were evaluated using a qualitative content analysis according to Mayring with the technique of inductive category formation. The results of the first cycle show that learners attach great importance to interaction with the video, while aspects of media design play a rather subordinate role. Therefore, the importance of interactive elements, specifically their effect on learning motivation, was examined more closely in cycle 2. Here, the results underline the great potential of interactive elements for the motivational design of learning videos. This is based on situational incentives on the one hand, and various personal factors on the other. Recommendations for the design of interactive elements in learning videos can be derived from the results.

1. Einleitung

Videos sind heutzutage eine häufig genutzte Ressource informellen Lernens, und tatsächlich bieten sie vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung von Lehr-Lern-Prozessen. Dabei ist wichtig, dass Lernende trotz des primär rezeptiven Charakters von Videos zur aktiven Verarbeitung der Lerninhalte angeregt werden. Die Einbindung interaktiver Elemente (IE), beispielsweise automatisch bewerteter Aufgaben oder kognitiver Prompts, verspricht hier einen deutlichen Mehrwert. Auf der Internetplattform YouTube, die auch im Bildungsbereich eine grosse Bedeutung hat (Rat für Kulturelle Bildung 2019), ist die Realität allerdings eine andere. Nicht nur sind dort die technischen Möglichkeiten zur Erstellung von interaktiven Videos stark eingeschränkt (vgl. YouTube-Hilfe o. D.), sondern viele der zur Verfügung gestellten Erklärvideos sind gar nicht auf eine eigenständige Erarbeitung der Inhalte angelegt (Bersch et al. 2020).

Aus empirischen Befunden lassen sich Erfolgskriterien für instruktionale Erklärungen ableiten (Wittwer und Renkl 2008), die auch für den Fall videobasierter Erklärungen relevant sind. Insbesondere sollen instruktionale Erklärungen

1. Vorwissen und Lernstand der Lernenden berücksichtigen,
2. auf zugrundeliegende Konzepte und Prinzipien fokussieren und
3. zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand führen.

Die vorliegende Studie ist Teil eines Design-Research-Vorhabens, welches für den exemplarischen Lerngegenstand der linearen Algebra untersucht, wie sich diese Kriterien aus mediendidaktischer Perspektive in einem interaktiven Lernvideo umsetzen lassen. Vorgestellt wird eine qualitative Studie, die im Rahmen der ersten beiden Designexperimentzyklen durchgeführt wurde.¹ Der erste Zyklus hatte zum Ziel, die Wahrnehmung des Videos durch die Lernenden im Hinblick auf Mediengestaltung, integrierte IE und Lerninhalte zu untersuchen, um daraus Schwerpunkte für die weitere Forschung und Entwicklung abzuleiten. Dies führte zu einer Fokussierung auf die Bedeutung der IE für den Lernprozess im zweiten Zyklus. Konkret wurde hier deren Auswirkung auf die Motivation untersucht. Die Datenerhebung fand in Form von Beobachtungen und Interviews im Zeitraum von März bis Oktober 2021 an Berufsschulen in Bayern statt. Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial von IE für die Gestaltung von Lernvideos, insbesondere in Bezug auf deren motivationale Wirkung. Dabei wird vor allem die Perspektive der Lernenden in den Blick genommen.

Im vorliegenden Artikel werden in Abschnitt 2 neben einem Überblick zu (interaktiven) Lernvideos die relevanten theoretischen Grundlagen aus den Bereichen Mediendidaktik und Lernmotivation dargestellt. Die Abschnitte 3 und 4 umfassen die Beschreibung des eingesetzten Videos sowie des Forschungsdesigns. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 5 vorgestellt und im abschliessenden Abschnitt 6 diskutiert sowie Implikationen für die Gestaltung von Videos abgeleitet.

¹ Entwicklungsergebnisse des Design-Research-Vorhabens werden nur aufgeführt, sofern sie für das Verständnis des vorliegenden Beitrags relevant sind.

2. Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

2.1 Lernvideos: Begriffe, Verbreitung, Potentiale für den Unterricht

Videos sind auch im unterrichtlichen Kontext ein zunehmend häufig genutztes Lernmedium, und zwar sowohl von Lehrkräften (Robert Bosch Stiftung 2021) als auch von Schüler:innen (Findeisen, Horn, und Seifried 2019). Bereits vor der Covid-19-Pandemie waren für mehr als 70 % der Jugendlichen YouTube-Videos zur Wiederholung schulischer Themen wichtig oder sehr wichtig (Rat für Kulturelle Bildung 2019).

Wolf (2015) unterscheidet verschiedene Typen erklärender Filme. So sind *Erklärvideos* «eigenproduzierte Filme, in denen erläutert wird, wie man etwas macht oder wie etwas funktioniert bzw. in denen abstrakte Konzepte erklärt werden» (Wolf 2015, 123). Sie unterscheiden sich von *Lehrfilmen* durch eine geringere Didaktisierung sowie die weniger professionelle Mediengestaltung. Im vorliegenden Artikel sollen unter dem Begriff *Lernvideo* sowohl Erklärvideos als auch Lehrfilme gefasst werden.² Schliesslich gelten für beide Typen dieselben Prinzipien multimedialen Lernens wie auch instruktionaler Erklärungen.

Gemäss der Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) von Mayer (2001) ist die Kombination von Bildern und gesprochenem Text besonders geeignet für die kognitive Verarbeitung von Lerninhalten. Ebendiese Kombination lässt sich durch die Verwendung von Videos sehr gut umsetzen. Dementsprechend hat der Einsatz von Lernvideos auch im unterrichtlichen Kontext ein grosses Potenzial – sowohl für eine Erhöhung der Motivation (Bravo et al. 2011) als auch für eine Steigerung des Lernerfolgs (D. L. Schwartz und Hartman 2007).

Die Studienlage zur Wirkung von Videos auf den Lernerfolg im Vergleich zu traditionellen textbasierten Materialien ist allerdings nicht eindeutig. Während einige Studien einen positiven Einfluss des Einsatzes von Videos auf den Lernerfolg belegen (Kulgemeyer 2020; H. van der Meij und J. van der Meij 2014), ist das bei anderen nicht der Fall (Hill und Nelson 2011). Eine wesentliche Rolle spielt hierbei die untersuchte Wissensart. Höffler und Leutner (2007) kommen in ihrer Metaanalyse von 26 Einzelstudien zu dem Ergebnis, dass (nicht-interaktive) Animationen statischen Bildern vor allem, aber nicht ausschliesslich beim Erwerb prozeduralen Wissens überlegen sind.

Einige Autor:innen gehen auch auf kritische Aspekte von Lernvideos ein, etwa die passive Rolle der Lernenden (Bersch et al. 2020), die geringe Verbindlichkeit des Lernprozesses (Loviscach 2018) oder die potenziell hohe kognitive Belastung (Persike 2020). Auch die mangelnde fachdidaktische Qualität von Erklärvideos im Internet wird thematisiert (Korntreff und Prediger 2021; Bersch et al. 2020).

2 Eine ähnliche Verwendung des Begriffs findet man etwa bei Persike (2020).

2.2 Lernvideos und Interaktivität

2.2.1 Interaktivität im Kontext multimedialen Lernens

Der Begriff der Interaktivität wird im Zusammenhang mit technologiegestützten Lernumgebungen häufig verwendet. Der Kontext reicht von einfachen Navigationsmöglichkeiten (Mayer und Chandler 2001) über steuerbare Animationen (Evans und Gibbons 2007) bis hin zu intelligenten tutoriellen Systemen (Paladines und Ramirez 2020). Dabei ist der Begriff in erster Linie positiv belegt. Evans und Gibbons (2007, 1147) sprechen mit Bezug auf die lernförderliche Wirkung interaktiver Lernumgebungen gar von einem «interactivity effect in multimedia learning». Niegemann und Heidig (2020) weisen allerdings darauf hin, dass interaktive Möglichkeiten nur dann eine Berechtigung haben, wenn sie mindestens eine der Grundfunktionen der Lehre nach Klauer und Leutner (2012) unterstützen, beispielsweise Informationsverarbeitung und Motivierung. Ausserdem ist zu klären, was Interaktivität im Kontext multimedialen Lernens überhaupt bedeutet.

Domagk, R. N. Schwartz und Plass (2010) definieren Interaktivität als *die wechselseitige Aktivität zwischen einem Lernenden und einem Lernsystem*. Interaktivität sei demnach nicht eine Eigenschaft des Lernsystems selbst, sondern ein dynamischer Prozess, der vom Lernsystem unterstützt wird. Die Autor:innen schlagen zur Beschreibung dieses Prozesses das *Integrierte Modell der Interaktivität beim multimedialen Lernen* (INTERACT) vor, welches neben dem Lernsystem unter anderem die physischen Aktivitäten, die aktuelle Motivation und die (meta-)kognitiven Aktivitäten der Lernenden berücksichtigt.

2.2.2 Interaktive Lernvideos

Von interaktiven Videos wird meist dann gesprochen, wenn neben den üblichen Steuerungsmöglichkeiten wie Play und Pause zusätzliche Elemente angeboten werden, mit denen Rezipient:innen den Ablauf eines Videos beeinflussen können. Dazu zählen erweiterte Steuerungsfunktionen wie Inhaltsverzeichnis oder Index, integrierte Aufgaben mit automatisiertem Feedback oder Möglichkeiten für Kommentare.³ Gerade für das rezeptive Medium Video verspricht die Integration solcher IE einen deutlichen Mehrwert. Dies betrifft unter anderem

- die Erhöhung der Aufmerksamkeit (Szpunar, Khan, und Schacter 2013),
- den Beitrag für eine stimulierende und motivierende Lernumgebung (Buchner 2018; Merkt et al. 2011),
- die Unterstützung selbstregulierten Lernens (Delen, Liew, und Willson 2014) und
- die positive Auswirkung auf den Lernerfolg (Altieri et al. 2018; Chen 2012; Delen, Liew, und Willson 2014; Szpunar, Khan, und Schacter 2013).

3 Einen ausführlichen Überblick über verschiedene Typen von IE geben Palaigeorgiou, Papadopoulou und Kazanidis (2019).

Allerdings wird im Zusammenhang mit Videos der Begriff der Interaktivität nur selten systematisch betrachtet. In Publikationen zur Interaktivität beim multimedialen Lernen allgemein spielen die Spezifika von Videos nur eine untergeordnete Rolle (Niegemann und Heidig 2020; Schulmeister 2002). Umgekehrt findet der Aspekt der Interaktivität in Übersichtsartikeln und Sammelbänden zu instruktionalen Videos nur selten Beachtung (vgl. Dorgerloh und Wolf 2020; Persike 2020). Genauso findet die Integration von IE in Kriterienkatalogen für effektive Erklärvideos höchstens am Rande Berücksichtigung (vgl. Kulgemeyer 2020; Ring und Brahm 2022; H. van der Meij und J. van der Meij 2013).⁴ Und auch für die mediendidaktische Forschung hält Fiorella (2022) fest, dass sich ein Grossteil der Studien zum Lernen mit Videos vor allem mit der Art und Weise beschäftigt, wie Informationen präsentiert werden, weniger mit der kognitiven Aktivierung der Lernenden.

Mit Blick auf diese Ausgangslage ist es wenig verwunderlich, dass sich bisher noch keine einheitliche Definition des Begriffs «interaktives Video» etabliert hat, und auch den oben genannten Publikationen liegt kein einheitliches Begriffsverständnis zugrunde. Während Merkt und Schwan (2014) schon Videos mit gewöhnlichen Steuerungsfunktionen als interaktiv bezeichnen und bei zusätzlichen Navigationsmöglichkeiten wie einem Inhaltsverzeichnis von «enhanced» im Sinne einer erweiterten Interaktivität sprechen, fordern Cattaneo und Sauli (2017) unter anderem die Möglichkeit, über Hyper-Links auf ergänzendes Material zugreifen zu können. Schwier und Misanchuk (1994, 11) gehen noch einen Schritt weiter und formulieren bereits für die niedrigste Stufe ihrer Taxonomie der Interaktivität, nämlich die des reaktiven Designs: «A reactive interaction is a response to presented stimuli, or an answer to a given question. [...] the learner and computer are engaged in a responsive, albeit preordained, discussion». Hier werden Parallelen zur oben aufgeführten Definition der Interaktivität von Domagk, R. N. Schwartz und Plass (2010) deutlich, wobei dort auch einfache Kontrollmöglichkeiten wie Start, Stopp und Pause explizit als Form der Interaktivität angesehen werden. Allerdings ist das Vorhandensein solcher Navigationsmöglichkeiten heutzutage selbstverständlich, und somit wäre jedes Video, das einzeln an digitalen Endgeräten angeschaut wird, schon interaktiv. Daher soll der Begriff des interaktiven Lernvideos im vorliegenden Artikel zusätzlich an die Intentionalität der Interaktionen geknüpft werden (vgl. Evans und Gibbons 2007; vgl. Schwier und Misanchuk 1994):

Ein Lernvideo ist interaktiv, wenn spezielle funktionale Elemente mit dem Ziel integriert sind, lernförderliche Interaktionsprozesse zu initiieren und aufrechtzuerhalten. Das (wahrscheinliche) Stattfinden solcher Interaktionsprozesse ist somit eine Voraussetzung für ein interaktives Lernvideo.

⁴ Eine Ausnahme bilden Findeisen, Horn und Seifried (2019), die die empirischen Belege zur Lernwirksamkeit von IE, allerdings mit einem starken Fokus auf Segmentierung, betonen.

2.3 Mediendidaktische Grundlagen

Eine zentrale Hypothese der Forschung zum multimedialen Lernen besagt, dass Instruktionen, deren Beschaffenheit auf die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns abgestimmt sind, mit höherer Wahrscheinlichkeit zu verstehendem Lernen führen als solche, die nicht darauf abgestimmt sind (Mayer 2014). Videos, mit ihrer Kombination von Bildern und gesprochenem Text, bieten hier einerseits eine vielversprechende Basis; andererseits können sie aufgrund ihrer multimodalen Beschaffenheit auch zu einer hohen kognitiven Belastung führen (Persike 2020). Ausserdem erschwert der rezeptive Charakter des Mediums, Lernende zur aktiven Verarbeitung der Inhalte anzuregen (Findeisen, Horn, und Seifried 2019).

Daher ist es notwendig, bei der Entwicklung von Lernvideos die Aussagen grundlegender Theorien multimedialen Lernens zu berücksichtigen. Neben der Cognitive Load Theory (CLT) von Sweller (1988), auf die hier nicht eingegangen werden soll, ist dabei vor allem die CTML zu nennen. Diese fusst auf drei Annahmen über kognitive Prozesse: das Vorhandensein zweier getrennter Kanäle für die Informationsverarbeitung, die Begrenztheit des menschlichen Arbeitsgedächtnisses und die aktive Rolle der Lernenden im Lernprozess. Die aus diesen Annahmen abgeleiteten Prinzipien zur Gestaltung multimedialer Lernumgebungen werden wiederum drei Zielen zugeordnet, die für verstehendes Lernen notwendig sind (Mayer 2022):

1. externe Verarbeitung minimieren
Informationsverarbeitung, die nicht dem Lernziel dient, soll minimiert werden.
2. essenzielle Verarbeitung bewältigen
Lerneinheiten sollen so gestaltet werden, dass die Lernenden relevante Inhalte verarbeiten können.
3. generative Verarbeitung fördern
Die generative Verarbeitung (Wittrock 1992) ist wesentlich für das Verstehen der Lerninhalte und beinhaltet unter anderem die Neuorganisation übermittelter Informationen sowie deren Verknüpfung mit relevantem Vorwissen.

Zahlreiche Designprinzipien der CTML haben unmittelbar Auswirkungen auf die Konzeption und Produktion von Lernvideos. In Tabelle 1 werden einige der Prinzipien aufgelistet, die bei der Entwicklung des unten beschriebenen interaktiven Videos Berücksichtigung fanden.

Designprinzip	Beschreibung
1. Externe Verarbeitung minimieren	
Signaling principle	Aufmerksamkeitslenkung durch Hervorhebung relevanter Elemente
Spatial contiguity principle	Platzierung von geschriebenem Text in räumlicher Nähe zu zugehörigen nonverbalen Inhalten
Temporal contiguity principle	Synchrone Präsentation von gesprochenem Text und nonverbalen Inhalten
2. Essenzielle Verarbeitung bewältigen	
Modality principle	Präsentation von Text in auditiver Form
Pretraining principle	Aktivierung relevanten Vorwissens
Segmenting principle	Unterteilung der Lerninhalte in kleine Einheiten
3. Generative Verarbeitung fördern	
Multimedia principle	Präsentation von Inhalten in Kombination von Bild und Text
Generative activity principle	Explizite Anregung generativer Prozesse
Self-explanation principle	Initiieren von Selbsterklärungen der Lernenden

Tab. 1: Designprinzipien der CTML (vgl. Mayer 2022).

Mit der Sicht auf Lernende als aktive Akteure im Lernprozess und der Betonung verstehenden Lernens gibt es deutliche Überschneidungen zwischen den Befunden zu instruktionalen Erklärungen und der CTML. Dies lässt sich unter anderem damit erklären, dass Wittwer und Renkl (2008) ihre Erfolgskriterien für instruktionale Erklärungen ausdrücklich auf empirische Ergebnisse aus verschiedenen Disziplinen stützen, darunter auch die Mediendidaktik.

2.4 *Motivationale Grundlagen*

Motivation kann definiert werden als «die aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzugs auf einen positiv bewerteten Zielzustand bzw. auf das Vermeiden eines negativ bewerteten Zustandes» (Rheinberg und Vollmeyer 2019, 17). Das Zusammenwirken und die Beeinflussbarkeit verschiedener Faktoren bei dieser Ausrichtung ist auch im unterrichtlichen Kontext von Interesse, denn die Bedeutung der Motivation für den Lernerfolg ist gross: Hoch motivierte Lernende tragen zu einem effizienteren Unterricht bei, wodurch Lernzeit sowie Erlebensqualität steigen (Schiefele 2009).

In der motivationspsychologischen Forschung besteht die Auffassung, (aktuelle) Motivation entstehe aus einer Interaktion zwischen Personen- und Situationsfaktoren (J. Heckhausen und H. Heckhausen 2018). Personenfaktoren sind Bedürfnisse sowie implizite und explizite Motive. Situationsfaktoren sind von Handelnden wahrgenommene positive oder negative Aspekte einer Situation, die einen Aufforderungscharakter zum Handeln haben. Das kann entweder die Handlung an sich oder ihr Ergebnis sein (intrinsisch) oder die Folge einer Handlung (extrinsisch).

Als theoretische Grundlage für die Datenanalyse in Zyklus 2 dient im vorliegenden Artikel das kognitiv-motivationale Prozessmodell nach Rheinberg, Vollmeyer und Rollett (2000) (s. Abb. 1). In dem Modell werden Effekte registriert, die vor und während des Lehr-Lern-Prozesses auftreten, was für didaktische Überlegungen von Interesse ist (Hörmann 2018). Das Konstrukt der Motivation stellt im Modell keine abhängige, sondern eine den Lernerfolg erklärende Variable dar (Rheinberg, Vollmeyer, und Rollett 2000).

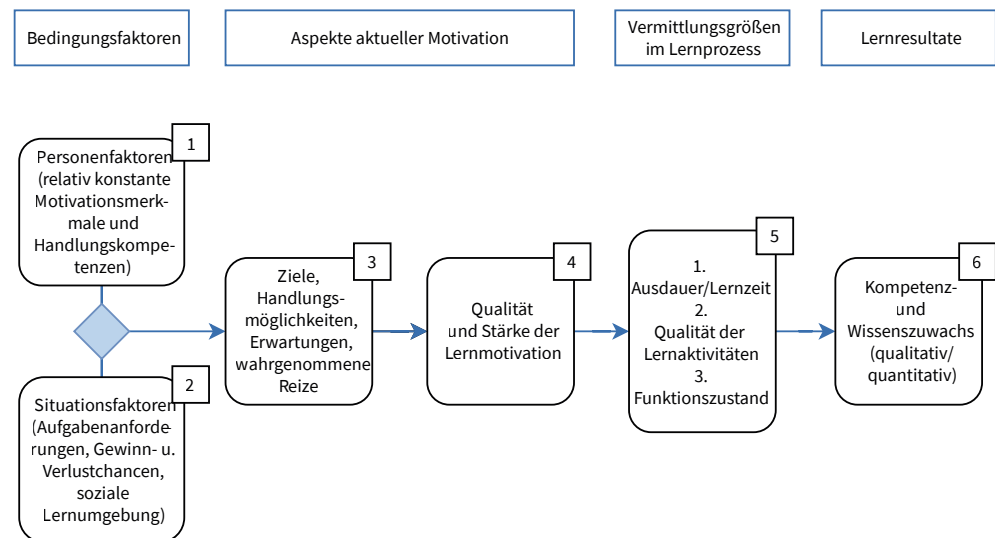


Abb. 1: Kognitiv-motivationale Prozessmodell zu Bedingungen und Auswirkungen von Motivation, modifiziert nach Rheinberg, Vollmeyer und Rollett (2000).

Ziel des Modells ist es, Faktoren der aktuellen Motivation zu spezifizieren, Mediatoren für ihren Einfluss auf die Leistung zu bestimmen und den Einfluss auf mögliche Lernergebnisse hervorzuheben (Vollmeyer und Rheinberg 2006). Die Bedingungsfaktoren der aktuellen Motivation stehen in Wechselwirkung am Beginn des Modells: Eine Situation aktiviert das Motivsystem einer Person, wodurch die aktuelle Motivation entsteht. Diese hat Einfluss auf drei Größen (Kasten 5):

1. die (Aus)Dauer, die Lernende mit der Lernaufgabe verbringen,
2. die Qualität der Lernaktivitäten (Wahl und Anwendung von Lernstrategien) und
3. den funktionalen Zustand der Lernenden.

Diese drei Mediatoren beeinflussen wiederum die Leistung und damit die Lernergebnisse (Püttmann 2008). Wenn also eine Situation motivspezifische Befriedigungschancen (Kästen 1, 2, 3) für Lernende bereithält, die zu deren Motivstruktur passen, sind Lernende aktuell motiviert.

Im Kontext der vorliegenden Untersuchung ist von Interesse, welche motivspezifischen Befriedigungschancen Lernenden durch die Integration von IE in Videos in Aussicht gestellt werden, denn dann können IE auch im Hinblick auf diese Befriedigungschancen gezielt gestaltet werden.

Wie erläutert, existiert bereits ein empirisch fundiertes Korpus an *kognitiven* Prinzipien und zugehörigen Gestaltungsempfehlungen, die es bei der Erstellung von Lernvideos zu beachten gilt. Für die *motivationale* Gestaltung interaktiver Lernumgebungen beschränken sich die Empfehlungen allerdings auf die Verwendung von Lob sowie die Vermeidung herabsetzender Bemerkungen (vgl. Niegemann und Heidig 2020). Hier gilt es, auf empirischer Basis detailliertere Kriterien zu entwickeln – nicht zuletzt, da emotional-motivationale und kognitive Prozesse eng miteinander verknüpft sind (Edelmann 2003).

Die Beantwortung der Frage, wodurch IE in Lernvideos motivierend wirken, ist in der vorliegenden Arbeit Ziel des zweiten Designzyklus.

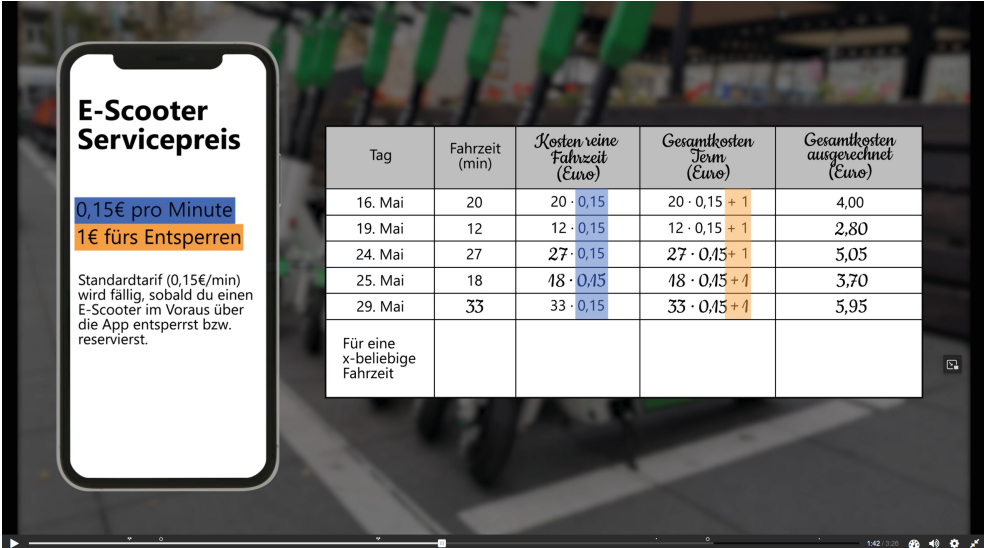
3. Videoentwicklung

Grundlage der hier vorgestellten Erhebung ist ein interaktives Lernvideo für Lernende an Berufsschulen. Im Fokus stehen dabei insbesondere Personen am Beginn einer kaufmännischen Ausbildung (10. Klasse Berufsschule). Aber auch Klassen aus dem gewerblich-technischen Bereich oder dem Übergangssystem (Berufsintegration, Berufsvorbereitung) gehören zur Zielgruppe. Ausgenommen sind Ausbildungsrichtungen ohne Mathematikbezug, etwa aus dem sozialen Bereich, sowie Schüler:innen mit Hochschulreife.

Das Video verdeutlicht den Unbestimmtenaspekt des Variablenbegriffs an einem Anwendungsbeispiel (Preise für E-Scooter-Fahrten) und thematisiert damit einen zentralen Aspekt der elementaren Algebra. Dabei geht es nicht um den Aufbau prozeduralen Wissens, sondern um das tiefe Verstehen der Lerninhalte, hier insbesondere um das Begreifen von Variablen als unbestimmten Zahlen. Das Video ist Teil einer übergeordneten Lernumgebung, die vor der Rezeption des Videos Vorwissen aktivieren und zur Selbstreflexion anregen soll. Um auch soziale Interaktivität und damit eine intensivere Auseinandersetzung mit den Lerninhalten zu ermöglichen (vgl. Chi und Wylie 2014), ist das Video für eine Bearbeitung in Zweierteams konzipiert. Durch Formulierungen im Sprechtext wie «Erklärt euch gegenseitig» oder «Besprecht gemeinsam» werden kooperative Tätigkeiten motiviert. Mit der Fokussierung auf Konzepte, der Berücksichtigung des Vorwissens und der kognitiven

Aktivierung durch die Initiierung kooperativer Tätigkeiten fanden wesentliche Erfolgskriterien instruktionaler Erklärungen bei der Videokonzeption Berücksichtigung.

Bei der Konzeption wie auch der Produktion des Videos wurde auf eine professionelle Herangehensweise Wert gelegt: Das Drehbuch wurde auf Basis einer bereits erprobten Vorlage von den Verantwortlichen für Mathematik- und Mediendidaktik in iterativen Feedbackschleifen gemeinsam entwickelt. Das Voice-Over wurde von einem erfahrenen Sprecher im Tonstudio eingesprochen. Und die visuelle Gestaltung wurde unter Einsatz einschlägiger Animations- und Schnittsoftware als 2D-Animation realisiert. Dies erlaubt, Informationen gezielt hervorzuheben und sowohl zeitlich als auch räumlich genau zu platzieren (vgl. Signaling, Temporal Contiguity und Spatial Contiguity Principle; siehe Abb. 2).



E-Scooter Servicepreis

0,15€ pro Minute
1€ fürs Entsperren

Standardtarif (0,15€/min) wird fällig, sobald du einen E-Scooter im Voraus über die App entsperst bzw. reservierst.

Tag	Fahrzeit (min)	Kosten reine Fahrzeit (Euro)	Gesamtkosten Term (Euro)	Gesamtkosten ausgerechnet (Euro)
16. Mai	20	$20 \cdot 0,15$	$20 \cdot 0,15 + 1$	4,00
19. Mai	12	$12 \cdot 0,15$	$12 \cdot 0,15 + 1$	2,80
24. Mai	27	$27 \cdot 0,15$	$27 \cdot 0,15 + 1$	5,05
25. Mai	18	$18 \cdot 0,15$	$18 \cdot 0,15 + 1$	3,70
29. Mai	33	$33 \cdot 0,15$	$33 \cdot 0,15 + 1$	5,95
Für eine x-beliebige Fahrzeit				

Abb. 2: Interaktives Lernvideo aus Zyklus 1 mit Hervorhebungen.

Eine zentrale Rolle in der Umsetzung der Kriterien für erfolgreiche instruktionale Erklärungen spielte die Einbindung der IE. Diese wurden in einem reaktiven Design konzipiert (vgl. Schwier und Misanchuk 1994). Das heisst, dass Lernende zwar keine Kontrolle über Struktur oder Inhalt des Videos haben, aber auf angebotene Impulse reagieren können. Im vorliegenden Fall handelt es sich dabei unter anderem um Drag-and-Drop-Aufgaben mit automatischem Falsch-Richtig-Feedback (siehe Abb. 3), stellenweise angezeigte Zusatzinformationen (Textinteraktion) sowie kognitive Prompts (vgl. Herold-Blasius 2019). Letztere stellen eine Verknüpfung zur übergeordneten Lernumgebung her, indem die Lernenden beispielsweise aufgefordert werden, ihre Lösungen zu Aufgaben der Lernumgebung mithilfe des Videos zu vergleichen. In Zyklus 2 wurden im Feedback zu den Drag-and-Drop-Aufgaben

ausserdem Selbsterklärungsprompts angeboten (Self-explanation principle). Bei allen IE (ausser Textinteraktion) pausiert das Video automatisch. Zur Implementierung der IE wurde die quelloffene Software H5P verwendet (vgl. Buchner 2018).

E-Scooter Servicepreis

0,15 € pro Minute
1 € fürs Entsperren

Standardtarif (0,15 €/min) wird fällig, wenn du einen E-Scooter über die App entsperst

Zieht die passendsten Spalten-Überschriften an ihren Platz im Tabellenkopf.

Tag	Fahrzeit (min)	· Minutenpreis (€)	+ Entsperrkosten (€)	Gesamtkosten ausgerechnet (€)
16. Mai	20	20 · 0,15	20 · 0,15 + 1	4,00
19. Mai	12	12 · 0,15	12 · 0,15 + 1	
24. Mai	27	· 0,15	+ 1	

Habt ihr darauf geachtet, nicht nur zu beschreiben, was jeweils neu hinzukommt? Erklärt euch, was die Rechnungen in den Spalten bedeuten.

1/3 Wiederholen

1:09 / 5:52

Abb. 3: Interaktives Lernvideo aus Zyklus 2 mit Drag-and-Drop-Aufgabe inkl. Feedback und Selbsterklärungsprompt.

Alle IE waren bereits Gegenstand der Videokonzeption und sind als solche im Drehbuch verankert; insbesondere werden sie im Sprechtext motiviert und eingeleitet. Aus mediendidaktischer Sicht werden die Lernenden durch die IE zu generativen Aktivitäten angeregt; gleichzeitig wird mit ihrer Hilfe das Segmenting principle umgesetzt.

Auf Basis der Beobachtungen und Analyseergebnisse aus Zyklus 1 wurde das Video in Zyklus 2 sowohl inhaltlich als auch mediendidaktisch weiterentwickelt. Dadurch erhöhte sich die Spieldauer von 3:36 min in Zyklus 1 auf 5:52 min in Zyklus 2. Unter anderem wurden die folgenden Anpassungen vorgenommen:

- Ergänzung eines Pre-Intro-Abschnitts, um mit den IE vertraut zu werden
- Textanpassungen zum Anbieten begrifflicher Alternativen und Ergänzung zusätzlicher Zwischenschritte
- Implementierung von elaboriertem Feedback bei den Drag-and-Drop-Aufgaben
- Hinzufügen eines abschliessenden IE zur Ergebnissicherung (H5P-Inhaltstyp «Summary»)
- Anpassungen bei Layout (Schriftart, Farben) und Animation (Passung von Animationen zum Sprechtext)

Aus mediendidaktischer Perspektive lässt sich zusammenfassend festhalten, dass Prinzipien zur Minimierung der externen Verarbeitung (Signaling, Spatial contiguity und Temporal contiguity principle) vor allem in der Phase der *Produktion* des (nicht-interaktiven) Videos realisiert wurden. Dagegen waren die Prinzipien zur Bewältigung der essenziellen Verarbeitung (Segmenting und Pre-training principle) und zur Förderung der generativen Verarbeitung (Generative activity und Self-Explanation principle) Schwerpunkte bei der *Videokonzeption* und der Entwicklung der *IE*.

4. Forschungsdesign und Methodik

4.1 Design Research als Methodischer Rahmen

Den übergeordneten Forschungszugang bildet ein iterativer, gegenstandsorientierter, prozessfokussierender und vernetzter Design-Research-Ansatz. Das bedeutet, die Forschung und Entwicklung ist (Husmann et al. 2013):

- *gegenstandsorientiert* dahingehend, dass Lernende in ihrem Denken und Handeln verstanden werden. Dadurch wird eine intensive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand, dem Lernprozess und der Lernumgebung herbeigeführt.
- *prozessfokussiert* in der Weise, dass der Mittelpunkt der Forschung auf den Strukturen, Voraussetzungen, Problemen, individuellen Verläufen und Bedingungen der Lehr-Lern-Prozesse liegt. Eine reine Erforschung von Interventionseffekten wird als nicht ausreichend erachtet.
- *iterativ* und *vernetzt* in dem Sinne, dass mehrere Designzyklen von Forschung und Entwicklung durchlaufen werden. So können lohnende Fragestellungen identifiziert sowie typische Verläufe und Probleme erfasst werden, die Ausgangspunkte für den jeweils nächsten Zyklus bilden.

Der erste Designexperiment-Zyklus wurde – den Empfehlungen von Gravenmeijer und Cobb (2006) folgend – zur Schwerpunktsetzung für die weitere Forschung und Entwicklung genutzt. Hierfür wurde eine offene Forschungsfrage formuliert, die im Sinne der Gegenstandsorientierung die Sichtweise der Lernenden fokussiert.

FF1: Wie nehmen die Lernenden das vorliegende interaktive Lernvideo wahr?

Die unten berichteten Ergebnisse zu dieser Frage legten eine Schwerpunktsetzung auf die Bedeutung der IE nahe. Daher wurde im zweiten Designexperiment-Zyklus die motivationale Wirkung der IE mittels deduktiver und induktiver Fragestellungen untersucht. Aus Gründen des Umfangs wird hier nur die induktive Fragestellung vorgestellt.

FF2: Wodurch wirken die im Video vorhandenen interaktiven Elemente motivierend?

Das Gesamtvorhaben beinhaltet einen weiteren Designzyklus sowie eine abschliessende Interventionsstudie. Damit sollen im letzten Schritt bestehende Theorien zu Verläufen, Problemen, Wirkungsweisen und Bedingungen der untersuchten Lehr-Lern-Prozesse weiter- oder neuentwickelt werden.

4.2 Datenerhebung in Design-Experimenten

Um die Forschungsfragen aus den jeweiligen Designexperiment-Zyklen zu beantworten, wurden Lernende an zwei bayerischen Berufsschulen jeweils in Zweiertteams bei der Videobearbeitung beobachtet und anschliessend interviewt. Die beteiligten Schulen wurden gebeten, für die Teilnahme Freiwillige zu akquirieren, die zur Zielgruppe des Videos gehören. Dennoch konnten in Zyklus 2 zwei Teams wegen zu hoher Vorbildung (Abitur) oder ungenügender Sprachkenntnisse nicht in die Analyse einbezogen werden, sodass bereinigte Stichprobenumfänge von $n = 6$ (drei Zweiertteams) in Zyklus 1 bzw. $n = 8$ (vier Zweiertteams) in Zyklus 2 erreicht wurden (für Details zur Stichprobe siehe Tab. 2).

		Zyklus 1 (03/21)	Zyklus 2 (10/21)
Stichprobenumfang		6	8
Alter	≤ 17	3	4
	18–25	3	3
	> 25	0	1
Geschlecht	m	2	4
	w	4	4
	d/k. A.	0	0
Berufsschule	Cham	6	6
	Wiesau	0	2
Ausbildungsrichtung, ggf. Klassenstufe	kaufmännisch, 10. Kl.	0	6
	technisch, 10. Kl.	0	2
	Übergangsbereich	6	0

Tab. 4: Übersicht Stichproben, bereinigt.

Im ersten Teil der Untersuchung bearbeiteten die Teilnehmenden zunächst individuell ein Arbeitsblatt und danach gemeinsam das interaktive Video. Das Setting ähnelte einer Unterrichtseinheit, in der die Lernenden weitgehend eigenständig arbeiten, und eine Aufsichtsperson zwar anwesend ist aber nicht inhaltlich einschreitet. Anschliessend wurde ein leitfadengestütztes Interview durchgeführt. Der Interviewleitfaden thematisiert in Zyklus 1 die Aspekte Mediengestaltung und Usability, Interaktionsmöglichkeiten sowie fachliche Inhalte, in Zyklus 2 vor allem die Bereiche Motivation und Interaktivität.⁵ Sowohl die Bearbeitung der Lernumgebung als auch das Interview wurden mit zwei Kameras von vorne und hinten aufgezeichnet und anschliessend, unter Beachtung der Empfehlungen von Dresing und Pehl (2018) zur erweiterten inhaltlich-semantischen Transkription niedergeschrieben.

4.3 Datenauswertung mit qualitativer Inhaltsanalyse

Die transkribierten Interviews wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring mit der Technik der induktiven Kategorienbildung ausgewertet (vgl. Mayring 2015). Dabei werden vorab Abstraktionsniveau und Selektionskriterium festgelegt (siehe Tab. 3). Auf dieser Basis erfolgt beim schrittweisen Durcharbeiten des Materials die Konstruktion der Kategorien inklusive freiem Segmentieren. Kategoriennamen werden nah am Text formuliert (Mayring 2016).

Zyklus 1	
Selektionskriterium	Konkrete eigene Aussagen zur subjektiven Wahrnehmung des vorliegenden Lernvideos, zum Beispiel in Bezug auf Mediengestaltung, IE oder Inhalt
Abstraktionsniveau	Aussagen erlauben eine direkte Übertragbarkeit auf Konzeption, Produktion oder (unterrichtlichen) Einsatz des Lernvideos
Zyklus 2	
Selektionskriterium	Konkrete eigene Aussagen, die (a) eine Verbindung herstellen zwischen den IE und einem der drei Mediatoren von Motivation – Verweildauer, Qualität der Lernaktivitäten und Funktionszustand – sowie (b) die motivationsfördernde Wirkung der IE beschreiben
Abstraktionsniveau	Adressierte Veränderungen bei der Videobearbeitung im Vergleich zur Rezeption eines nicht-interaktiven Videos müssen (a) beobachtbar (oder zumindest beschreibbar) und (b) unabhängig voneinander sein

Tab. 5: Definitionen zur Kategorienbildung.

⁵ Die verwendeten Interviewleitfäden können hier eingesehen werden: <https://www.oth-aw.de/forschung/forschungsprofil/forschungs-und-entwicklungsprojekte/mum-video/forschung>.

In Zyklus 1 wurden entsprechend dem Selektionskriterium alle konkreten Aussagen zur subjektiven Wahrnehmung des Erklärvideos kodiert, in Zyklus 2 Verbindungen zwischen den IE und den Mediatoren von Motivation. Solche Verbindungen können entweder das IE selbst betreffen (z. B. «Pausen helfen, sich die Lösung zu notieren.») oder dessen motivationale Wirkung (z. B. «Ich hatte dadurch grössere Lust auf das Thema»). Aussagen, die mit dem Mediator «Funktionszustand während der Lernaktivität» in Verbindung stehen, betreffen das subjektive Erleben der Lernenden und wurden nicht kodiert, wenn der Funktionszustand negativ bewertet wird.

In Zyklus 1 wurde das gesamte Material zunächst von zwei der Autor:innen unabhängig voneinander kodiert. Anschliessend wurde softwaregestützt überprüft, ob (a) gleiche Textstellen, (b) gleiche Kategorien und (c) gleiche Segmentgrenzen kodiert wurden. Dabei wurde eine gute bis sehr gute InterCoder-Übereinstimmung von 81,0 % erreicht; unterschiedliche Segmentgrenzen wurden als Übereinstimmung gezählt. Von insgesamt 68 kodierten Textstellen wurden 55 von beiden Forschenden in dieselbe Kategorie kodiert (siehe Tab. 4).

Kodierer 1	Kodierer 2		gesamt
	kodiert	nicht kodiert	
kodiert	55	4	59
nicht kodiert	9	0	9
gesamt	64	4	68

Tab. 6: Übereinstimmungstabelle Zyklus 1.

Auf dieser Basis wurden die unterschiedlichen Kodierungen in einem konsensuellen Vorgehen bereinigt und letztlich 26 induktive Kategorien zu 59 Textstellen gebildet.

In Zyklus 2 wurden alle vier in die Auswertung eingeschlossenen Interviews im ersten Materialdurchgang zunächst von einer Person vollständig probekodiert. Dadurch konnten erste notwendige Anpassungen identifiziert werden, woraufhin das gesamte vorliegende Material erneut durchgearbeitet wurde. Hierbei wurden bestehende Kategorien in einigen Fällen subsumiert, Kategorienamen teilweise neu formuliert und auch neue Kategorien gebildet. Um kritische Stellen zu identifizieren konnte im nächsten Schritt eine unabhängige Kodierung durch eine zweite Person für zwei von vier Interviews (zufällig ausgewählt) durchgeführt werden. Es wurde

eine Intercoder-Übereinstimmung von 21,0 %⁶ erzielt, wobei auch hier unterschiedliche Segmentgrenzen als Übereinstimmung gezählt wurden. Von insgesamt 47 kodierten Textstellen aus zwei von vier Interviews wurden 10 von beiden Forschenden in dieselbe Kategorie kodiert (siehe Tab. 5).

Nach der Bestimmung der Intercoder-Übereinstimmung wurde das gesamte Material ein weiteres Mal neu kodiert, Kategoriennamen angepasst und teilweise neue Kategorien kodiert, die das Wissen und die Einigungen aus dem konsensuellen Vorgehen berücksichtigten. Auf diese Weise wurden zehn induktive Kategorien zu 52 Textstellen gebildet, die im Ergebnisteil vorgestellt werden.

Kodierer 1	Kodierer 2		gesamt
	kodiert	nicht kodiert	
Kodiert	10	20	30
nicht kodiert	17	0	17
Gesamt	27	20	47

Tab. 7: Übereinstimmungstabelle Zyklus 2.

5. Ergebnisse

5.1 Zyklus 1: Wahrnehmung des interaktiven Videos

Die insgesamt 26 induktiv gebildeten Kategorien zur Beantwortung von FF1 wurden drei verschiedenen Hauptkategorien subsumiert: Interaktionen, Mediengestaltung, Rolle des Videos im Lernprozess. Der Bereich Mediengestaltung wurde dabei nochmals in die Bereiche IE, Dauer und Tempo sowie Sonstiges unterteilt (siehe Tab. 6).

⁶ Dieser Wert ist nicht per se als schlecht zu werten: Beim Ermitteln der Intercoder-Übereinstimmung werden kritische Stellen salient und können diskutiert werden, weshalb sie in weiterem Material keiner Klärung mehr bedürfen. Kuckartz (2018) erläutert, dass in der Praxis aufgrund zu grosser Datenmengen häufig nur kleine Teile des Materials interkodiert und als Kodiertraining genutzt werden. Die Berechnung der prozentualen Übereinstimmung ist ein geeigneter Koeffizient, um gerade zu Beginn der Kodierung problematische Kategorien zu identifizieren. Die Berechnung eines Koeffizienten für die Reliabilität, etwa Cohens Kappa, ist bei freiem Segmentieren nicht sinnvoll (Kuckartz 2018).

Kategorie	Kategoriennamen	Nennungen	Interviews
Interaktionen (7 induktive Kategorien)		21	3
Z1K01	Mitmachen ist besser als nur Zuschauen	5	1
Z1K02	Interaktionen erhöhen die Aufmerksamkeit	7	3
Z1K03	Selbst etwas machen ist motivierend	2	2
Z1K04	Interaktive Elemente bieten Möglichkeit zur Selbstüberprüfung	1	1
Z1K05	Interaktionen machen Spaß	2	1
Z1K06	Drag-and-Drop regt zum Nachdenken an	1	1
Z1K07	Durch Selbermachen lernt man mehr	3	2
Mediengestaltung (14 induktive Kategorien)		28	3
Interaktive Elemente		9	3
Z1K08	Interaktive Elemente mit anfänglichen Bedienungsschwierigkeiten verbunden	3	1
Z1K09	Frühere Anzeige der richtigen Lösung wäre gut	1	1
Z1K10	Textinteraktionen erklärungsbedürftig	3	3
Z1K11	Textinteraktionen ablenkend	2	1
Dauer und Tempo		13	3
Z1K12	Tempo nicht zu langsam und nicht zu schnell	3	2
Z1K13	Tempo ein wenig zu schnell	2	1
Z1K14	Video hat gute Länge	3	3
Z1K15	Video etwas zu kurz	2	1
Z1K16	Wiederholungen wären gut	3	1
Sonstiges		6	3
Z1K17	Stimme angenehm	2	2
Z1K18	Farben gut	1	1
Z1K19	Sprache deutlich	1	1
Z1K20	Video einfach gehalten	1	1
Z1K21	Video leicht zu bedienen	1	1
Rolle im Lernprozess (5 induktive Kategorien)		10	3
Z1K22	Video bestärkt im Verständnis	2	1
Z1K23	Video hilft beim Verstehen der Inhalte	4	2
Z1K24	Videoformat förderlich für Verständnis	1	1
Z1K25	Video erinnert an Aufgaben der Lernumgebung	1	1
Z1K26	Video leicht zu verstehen	2	1

Tab. 8: Ergebnisse Zyklus 1.

Im Zentrum der Wahrnehmung durch die Lernenden stehen die Möglichkeiten zur Interaktion bei der Videobearbeitung. Dabei werden die IE insgesamt sehr positiv wahrgenommen. Betont werden die folgenden Aspekte:

- erhöhte Aufmerksamkeit (Z1K02)
«Ich wäre, wenn nicht das Ganze mit, mit den ganzen Interaktionen dabei gewesen wäre, wäre ich (Satzteil unv.) hingelegt und hätte geschlafen oder so» (I2, 439–441)
- höhere Motivation (Z1K03)
«Ja beim anderen muss man ja nur zuschauen. Insofern, auch langweilig. Deswegen finde ich das besser, wenn man mitmachen muss» (I3, 408–409)
- bessere Lernwirksamkeit (Z1K06, Z1K07)
«Wenn einen das Thema nicht interessiert, aber wenn man jetzt selber noch mitmachen muss, dann glaube ich, lernt man das Thema viel besser» (I3, 267–268)
- mehr Lernfreude (Z1K05)
«Man hat auch Spass daran, Lernen und Mitmachen» (I1, 523)

Ausserdem betonten die Lernenden die unterschiedlichen Rollen, die das interaktive Video im Lernprozess einnehmen kann:

- Verstehen (Z1K23, Z1K24, Z1K26)
«Ich habe gedacht, wir müssen alles addieren, aber wir haben ein x und wir können das nicht machen» (I1, 358–359)
- Erinnern (Z1K25)
«... dass ich daran denke [dass ich das noch ausfüllen muss]» (I2, 733)
- Bestärken (Z1K22)
«... also ich habe es zwar zuerst schon verstanden aber es hat (unv.) dann einfach noch bestärkt, weil es einem den letzten Ding gibt, dass man es versteht, sage ich jetzt mal. So richtig das Thema» (I3, 93–96)
- Überprüfen (Z1K04)
«... weil man konnte es halt auch noch überprüfen, wenn man was falsch hat oder so und man hat halt gesehen, wenn man einen Fehler gemacht hat ...» (I3, 273–274).

Die Tatsache, dass das Video – auch im Kontext der gesamten Lernumgebung – als leicht verständlich wahrgenommen wurde, ist ebenfalls von Bedeutung für dessen Rolle im Lernprozess (Z1K24).

Der Bereich Mediengestaltung spielte hingegen nur eine untergeordnete Rolle für die Lernenden, obwohl er im Interviewleitfaden umfangreich vertreten war. Anders als in den anderen beiden Hauptkategorien wurden hier Aussagen vorwiegend als Antwort auf explizite Interviewfragen getätigt. Zudem ist dieser Bereich stark subjektiv geprägt. So wurden beispielsweise drei Textstellen in Z1K14 «Video hat gute Länge», zwei wiederum in Z1K15 «Video etwas zu kurz» kodiert. Einige der induktiven Kategorien (ZK08–ZK11) in dieser Hauptkategorie beziehen sich auf technische Aspekte bei der Umsetzung der IE, die sich leicht beheben lassen.

5.2 Zyklus 2: Motivationale Wirkung interaktiver Elemente

In Tabelle 7 ist das Kategoriensystem zu Beantwortung von FF2 dargestellt. Für zehn induktiv gebildete Kategorien wurden drei Hauptkategorien identifiziert: «Durch situationsspezifische Anreize», «Durch die Art und Weise der Aktivierung der Lernenden» und «Durch bestimmte Design-Merkmale».

Kategorie	Kategoriename	Nennungen	Interviews
Durch situationsspezifische Anreize (3 induktive Kategorien)		13	4
Z2K01	Durch die abwechslungsreiche Bearbeitung	2	2
Z2K02	Durch die Abstimmung mit der zugehörigen Lernumgebung	2	1
Z2K03	Durch die Zusammenarbeit im Team	9	4
Durch die Art und Weise der Aktivierung der Lernenden (3 induktive Kategorien)		12	4
Z2K04	Durch direkt mitmachen und unmittelbar anwenden	9	3
Z2K05	Durch die Verbindung von Erklärung und eigener Aktivität	1	1
Z2K06	Durch die Bearbeitung ohne Druck	2	2
Durch bestimmte Design-Merkmale (4 induktive Kategorien)		27	4
Z2K07	Durch Pausen, in denen man vergleichen oder nachdenken kann	4	2
Z2K08	Durch die Möglichkeit, Aufgaben mehrfach zu bearbeiten	7	4
Z2K09	Durch ein angemessenes Aufgabenniveau	3	2
Z2K10	Durch die Rückmeldung, die durch die Aufgaben zur Verfügung gestellt wird	13	4

Tab. 9: Ergebnisse Zyklus 2.

Die meisten Kodierungen finden sich in der Hauptkategorie «Durch bestimmte Design-Merkmale» (27 Kodierungen). Die beiden häufigst genannten motivierenden Eigenschaften an den IE sind zum einen die Rückmeldung (Z2K10), die die Lernenden von den IE erhalten und die bloße Möglichkeit, Aufgaben mehrfach bearbeiten zu können (Z2K08). Interessant ist, dass sowohl «Richtig»- als auch «Falsch»-Rückmeldungen durch die IE (Z2K10), motivationsförderliche Prozesse auslösen: Bei Richtig-Rückmeldung sind die Lernenden bestärkt und motiviert, weitere Aufgaben richtig zu lösen:

«Und es motiviert dann auch, wieder weiterzumachen sozusagen. Also hat mich dann schon motiviert, dass ich sage, jetzt, die nächste muss richtig sein» (I1-2, 1871–1874).

Eine Falsch-Rückmeldung hingegen stösst eher kritische Denkprozesse an, so dass die Lernenden die Aufgaben korrekt lösen möchten und überlegen, wo der Fehler liegt:

«Das muss doch jetzt so sein, wir waren fest davon überzeugt, aber dann haben wir auch gedacht, wir testen jetzt mal was Anderes aus, das muss doch jetzt gehen ...» (I1-1, 602–604).

Die Möglichkeit zur Aufgabenwiederholung (Z2K08) beinhaltet ebenso zwei verschiedene Aspekte. Zum einen die Überprüfung des eigenen Wissens durch die IE:

«Du kannst dann klicken und schauen ... ob das richtig ist, was du verstanden hast von dem Video oder ob du es dann nochmal anhören musst und nochmal durchprobieren musst» (I2-3, 3970–3972).

Und zum anderen die Gewissheit, dass die IE so lange wiederholt werden können, bis die richtige Lösung gefunden wurde:

«Das war relativ gut und damit man das, wenn man was falsch gehabt hat, das wiederholen kann und das ausbessern kann und das dann richtigmachen» (I1-3, 2408–2410).

Auch das angemessene Aufgabenniveau (Z2K09) wurde als motivationsförderlich identifiziert; genauso wie die Tatsache, dass die IE Pausen boten, durch die die Lernenden Zeit zum Nachdenken und Vergleichen haben (Z2K07):

«Weil ich da zwischendrin auch, zwischen so einer Aufgabe oder so auch mal kurz Pause hatte und das vergleichen konnte was ich hatte» (I2-3, 3570–3571).

Die zweithäufigsten Kodierungen finden sich in der Hauptkategorie «Durch situationsspezifische Anreize» (13 Kodierungen): Die Zusammenarbeit im Team (Z2K03) wurde in allen Interviews angesprochen und gliederte sich in zwei Hauptaspekte:

die Diskussion bzw. den Austausch miteinander «Und da kann man halt diskutieren, ob die Lösung die richtige wäre oder lieber die andere» (I1-3, 2908–2909) sowie das motivierende Arbeiten im Team generell «Dann macht es auch viel mehr Spass. Anstatt alleine» (I1-2, 1916–1917).

Die durch die IE bewirkte Abwechslung bei der Bearbeitung (Z2K01) spielte in zwei Interviews eine Rolle:

«Also mir hat gefallen, dass das Fragen zwischendurch waren und, dass man halt so schlussendlich und spielerisch das dann halt lernen konnte, weil man kann sich auch mehr damit merken» (I1-3, 2423–2424).

Die Abstimmung mit der zugehörigen Lernumgebung (Z2K02) wurde zwar nur in einem Interview kodiert aber von beiden Lernenden angesprochen:

«Ja wie ich schon gesagt hab, man hat dann da eine grössere Lust auf Lernen, wenn du da dann im Video die gleichen Aufgaben haben [sic!] wie auf dem Arbeitsblatt und nicht dass man dann im Video so eine Aufgabe macht, und dann macht man die Aufgabe daheim eine ähnliche [sic!] und dann geht es trotzdem anders und man kann es wieder nicht» (I1-3, 2925–2929).

In der Hauptkategorie «Durch die Art und Weise der Aktivierung der Lernenden» (12 Kodierungen) findet sich vor allem die Möglichkeit des direkten Mitmachens und unmittelbaren Anwendens (Z2K04), die an den IE als motivierend erlebt wird. Hierbei sprachen die Lernenden über drei verschiedene Aspekte: Erstens das aktive Selbsttun:

«Weil wenn man das selber macht, dann versteht man das auch besser, anstatt wie wenn man einfach bloss ein Video anschaut und einfach nur zuhört, da kann man in andere Gedanken [sic!] sein und nicht so richtig aufpassen» (I1-3, 2555–2556).

Zweitens die direkte Anwendung theoretischen Wissens durch praktische Beispiele:

«Das ist mit so einem Video besser, weil im Praxis [sic!] ist halt doch besser als nur Theorie, dass man das das dann gleich anwenden kann» (I1-1, 662–663).

Und drittens die Integration von Aufgabe und Instruktion:

«Und bei anderen Erklärvideos tun die halt dann immer selber rechnen und auch was dranschreiben und bei den Aufgaben musst du halt dann selber mitmachen» (I1-3, 2736–2739).

Das Video zu bearbeiten, ohne dabei Druck zu verspüren (Z2K06), bezieht sich auf zwei verschiedene Aspekte: Druck durch die Lehrperson «Ja den Druck vom Lehrer nicht zu haben» (I1-1, 916) und keine wichtigen Inhalte zu verpassen

«Ich wusste, wenn ich in dem Video etwas Falsches anklicke oder so, dann wird es mir eh ... nochmal richtig erklärt. So, dass ich eben sicher sein kann, dass ich am Schluss die richtige Antwort habe» (I2-3, 4033–4036).

Die letzte gebildete Kategorie beschreibt das gestiegene Interesse am Thema durch die Verbindung von Videoerklärung und eigener Aktivität (Z2K05):

«Eigentlich interessiert mich Mathe nicht so, aber da das halt so richtig so ein Erklärvideo war, und man stoppen hat können und schauen konnte, wie das überhaupt geht, hat es mich schon interessiert» (I1-3, 2604–2606).

Das Kategoriensystem stellt die durch die IE dargebotenen Befriedigungschancen für Lernende, deutlich heraus: (a) Situationsfaktoren – situationsspezifische Anreize (Abwechslung, Abstimmung mit Lernumgebung und Teamarbeit), (b) Personenfaktoren – die Art und Weise der Aktivierung der Lernenden (Verbindung von Erklärung und eigener Aktivität, Bearbeitung ohne Druck sowie direktes Mitmachen und unmittelbares Anwenden der Inhalte) und (c) bestimmte Design-Merkmale, die die IE aufweisen sollten, um ihre motivationsfördernde Wirkung zu entfalten (Pausen/Segmentierung, angemessenes Aufgabenniveau und Rückmeldung).

6. Zusammenfassung und Diskussion

6.1 Zusammenfassung

In der vorgestellten qualitativen Studie wurden in zwei Zyklen Wahrnehmung und motivationale Wirkung eines interaktiven Mathematik-Lernvideos an Berufsschulen untersucht.

Das Video wurde in Zyklus 1 insgesamt sehr positiv wahrgenommen. Bei Lernenden im Übergangsbereich, mit teils schwierigen Bildungsbiografien, ist dies ein nicht unbedingt erwartbares Ergebnis. Von zentraler Bedeutung war für die Lernenden die Möglichkeit, selbst aktiv zu werden. Wichtige Teilaspekte sind hierbei die erhöhte Aufmerksamkeit, das Plus an Lernfreude und ein als höher eingeschätzter Lernerfolg. Die entsprechenden Aussagen lassen sich gut mit einer der induktiv gebildeten Kategorien zusammenfassen: «Mitmachen ist besser als nur Zuschauen» (Z1K01). Mit Verstehen, Erinnern, Bestärken und Überprüfen wurden ganz verschiedene Rollen des Videos im Lernprozess betont. Aspekte der Mediengestaltung, die

bei der Videoentwicklung ebenfalls im Fokus standen, spielten für die Lernenden eine eher untergeordnete Rolle und diesbezügliche Antworten waren zudem stark subjektiv geprägt.

Die Ergebnisse aus Zyklus 2 verdeutlichen den motivationsfördernden Charakter von IE und beleuchten die durch sie dargebotenen Befriedigungschancen und deren Bereiche: situationsspezifische Anreize sowie die Art und Weise der Aktivierung der Lernenden. Die Zusammenarbeit im Team ist der am häufigsten genannte Anreiz unter den Situationsfaktoren. Dies ist wenig verwunderlich, da kooperative Lehrformen sowohl motivationale als auch kognitive Prozesse positiv beeinflussen können (Slavin 1996): Lernende sind motiviert, selbst zu lernen sowie anderen beim Lernen zu helfen und ausserdem kognitiv engagiert durch den Einsatz von Elaborationsstrategien und Peer-Tutoring. In der Kategorie der Personenfaktoren fällt der Aspekt des direkten Mitmachens und unmittelbaren Anwendens mit den häufigsten Nennungen auf, was die Ergebnisse aus Zyklus 1 bestätigt. Wie zu Beginn des Beitrags erläutert, ist eine aktive Rolle der Lernenden wichtig, um tiefergehendes Lernen anzuregen. Die induktiven Kategorien aus dem Bereich «Durch bestimmte Design-Merkmale» erlauben Aussagen darüber, wie IE gestaltet werden sollten, um motivierend zu wirken: sie sollten Pausen darstellen, die Möglichkeit bieten, Aufgaben mehrfach zu bearbeiten, Aufgaben auf angemessenem Niveau anbieten sowie Rückmeldung geben.

Die Ergebnisse bestätigen das Potenzial von IE für einen hinsichtlich Motivation und Lernerfolg effektiven Einsatz von Videos. Anders als in verschiedenen bisherigen Studien bezieht sich dies jedoch weder auf erweiterte Steuerungs- und Kontrollfunktionen (Merkt et al. 2011; Merkt und Schwan 2014; Zhang et al. 2006) noch auf die Segmentierung von Videos (Altieri et al. 2018; Cheon, Crooks, und Chung 2014), sondern in erster Linie auf integrierte Aufgaben mit automatischem Feedback. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sorgfältig geplanten Interaktionen bei der Entwicklung von Lernvideos zukünftig mehr Aufmerksamkeit zukommen sollte.

6.2 Kritische Einordnung

Interaktive Lernvideos können sich hinsichtlich der integrierten Typen von IE, des Interaktivitätsgrades und des didaktischen Ziels, das mit den IE verfolgt wird, erheblich unterscheiden. Das hier untersuchte Video wurde in einem reaktiven Design konzipiert; bei den IE handelt es sich unter anderem um Aufgaben mit automatischem Feedback, die in Zweiertteams bearbeitet wurden. Ausserdem sind die Ergebnisse möglicherweise fach- und schulartspezifisch. Sie lassen sich daher nicht ohne Weiteres auf andere interaktive Lernvideos übertragen.

Da Präsenzbefragungen unter den Bedingungen der Covid-19-Pandemie häufig nicht möglich waren, liess sich in beiden Zyklen nur eine sehr kleine Stichprobe realisieren. Diese war zudem nicht repräsentativ, da sich die Befragten freiwillig für die Teilnahme gemeldet hatten. Des Weiteren kann bei der positiven Wahrnehmung der Interaktionsmöglichkeiten der Neuigkeitseffekt eine erhebliche Rolle spielen. Auch ein sozial erwünschtes Antwortverhalten ist nicht auszuschliessen.

Die Ergebnisse sollen daher durch einen weiteren qualitativen Zyklus ($n = 44$) sowie eine abschliessende Interventionsstudie im Feld überprüft, untermauert und ergänzt werden.

6.3 Ausblick

Die vorliegende Studie bestätigt das Potenzial von IE für die Gestaltung von Lernvideos, insbesondere hinsichtlich ihrer motivationalen Wirkung. Auswirkungen der IE auf den Lernerfolg wurden hier allerdings nicht untersucht. Zudem bleibt offen, wie die Ergebnisse vom fachlichen Kontext, von den verwendeten IE-Typen und von den didaktischen Zielen abhängen, die mit ihnen verfolgt werden. Welche Rolle spielen die unterschiedlichen IE für den Interaktionsprozess, welchen Einfluss hat dabei die physische Aktivität der Lernenden und nicht zuletzt: Wie lassen sich lernwirksame Interaktionsprozesse auslösen?

Diese Fragen liefern zahlreiche Ansatzpunkte für die weitere Forschung. Will man Neuigkeitseffekte ausschliessen, bedarf es dabei auch Untersuchungen mit grösserer Interventionsdauer.

Um Forschungsergebnisse zu interaktiven Lernvideos vergleichbar zu machen, ist es jedoch zunächst notwendig, einen einheitlichen Begriff interaktiver Videos zu etablieren. Hierzu will der vorliegende Artikel einen Beitrag leisten. Ausserdem müssen Formen von Interaktivität definiert und unterschiedliche Interaktivitätsgrade voneinander abgegrenzt werden. Einen Rahmen hierfür bietet das Modell der Multimedia-Interaktivität von Domagk, R. N. Schwartz und Plass (2010). Allerdings muss dieses noch für den Spezialfall interaktiver Lernvideos konkretisiert und auf aktuelle technische Möglichkeiten angepasst werden.

Literatur

- Altieri, Mike, Annamaria Köster, Nina Friese, und Dirk Paluch. 2018. «Grösserer Lernerfolg durch Pausen in Lernvideos? Eine Untersuchung zu segmentierten Lernvideos in der Ingenieurmathematik». In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018: Vorträge zur Mathematikdidaktik und zur Schnittstelle Mathematik/Mathematikdidaktik auf der gemeinsamen Jahrestagung GDM und DMV 2018*. Bd. 1, herausgegeben von Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn, 153–56. Münster: WTM-Verlag. <https://doi.org/10.17877/DE290R-19205>.
- Bersch, Sabrina, Andreas Merkel, Reinhard Oldenburg, und Martin Weckerle. 2020. «Erklärvideos: Chancen und Risiken: Zwischen fachlicher Korrektheit und didaktischen Zielen». *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* 46 (109): 58–63. <https://ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/966>.
- Bravo, Edna, Beatriz Amante, Pep Simo, Mihaela Enache, und Vicenc Fernandez. 2011. «Video as a New Teaching Tool to Increase Student Motivation». In *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2011): Amman, Jordan, 4–6 April 2011*, 638–42. Piscataway, NJ: IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773205>.
- Buchner, Josef. 2018. «How to create Educational Videos: From watching passively to learning actively». *R&E-SOURCE*. <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/584>.
- Cattaneo, Alberto, und Florinda Sauli. 2017. «Die Integration interaktiver Videos in didaktische Szenarien: Leitlinien des Projekts IV4VET». <https://tinyurl.com/3m67buez>.
- Chen, Yuh-Tyng. 2012. «The effect of thematic video-based instruction on learning and motivation in e-learning». *Int. J. Phys. Sci.* 7 (6). <https://doi.org/10.5897/IJPS11.1788>.
- Cheon, Jongpil, Steven Crooks, und Sungwon Chung. 2014. «Does segmenting principle counteract modality principle in instructional animation?». *Br J Educ Technol* 45 (1): 56–64. <https://doi.org/10.1111/bjet.12021>.
- Chi, Michelene T. H., und Ruth Wylie. 2014. «The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes». *Educational Psychologist* 49 (4): 219–43. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>.
- Delen, Erhan, Jeffrey Liew, und Victor Willson. 2014. «Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning: Self-regulation in online video-based environments». *Computers & Education* 78: 312–20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.018>.
- Domagk, Steffi, Ruth N. Schwartz, und Jan L. Plass. 2010. «Interactivity in multimedia learning: An integrated model». *Computers in Human Behavior* 26 (5): 1024–33. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.003>.
- Dorgerloh, Stephan, und Karsten D. Wolf, Hrsg. 2020. *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos: Mit E-Book inside*. Weinheim: Beltz.
- Dresing, Thorsten, und Thorsten Pehl. 2018. *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse: Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. 8. Auflage. Marburg: Eigenverlag.

- Edelmann, Walter. 2003. «Intrinsische und extrinsische Motivation». *Grundschule* 35 (4): 30–32.
- Evans, Chris, und Nicola J. Gibbons. 2007. «The interactivity effect in multimedia learning». *Computers & Education* 49 (4): 1147–60. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.01.008>.
- Findeisen, Stefanie, Sebastian Horn, und Jürgen Seifried. 2019. «Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos». *MedienPädagogik* (Occasional Papers) 16–36. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.01.X>.
- Fiorella, Logan. 2022. «Multimedia Learning with Instructional Video». In *the Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, herausgegeben von Richard E. Mayer, und Logan Fiorella. 3rd edition, 487–97. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gravenmeijer, Koneo, und Paul Cobb. 2006. «Design research from a learning design perspective». In *Educational design research: The design, development and evaluation of programs, processes and products*, herausgegeben von Jan van den Akker, Koneo Gravenmeijer, Susan McKenney, und Nienke Nieveen, 15–51. London: Routledge.
- Heckhausen, Jutta, und Heinz Heckhausen. 2018. «Motivation und Handeln: Einführung und Überblick». In *Motivation und Handeln*, herausgegeben von Jutta Heckhausen, und Heinz Heckhausen. 5. Aufl. 2018, 2–11. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Herold-Blasius, Raja. 2019. *Problemlösen mit Strategieschlüsseln*. Essener Beiträge zur Mathematikdidaktik. Wiesbaden: Springer. Dissertation. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32292-2>.
- Hill, Jennifer L., und Amanda Nelson. 2011. «New technology, new pedagogy? Employing video podcasts in learning and teaching about exotic ecosystems». *Environmental Education Research* 17 (3): 393–408. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.545873>.
- Höffler, Tim N., und Detlev Leutner. 2007. «Instructional Animation Versus Static Pictures: A Meta-Analysis». *Learning and Instruction* 17 (6): 722–38. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>.
- Hörmann, I. 2018. «Fehlvorstellungen zum Thema Ozon vermeiden: eine Design-based- Research-Studie unter besonderer Berücksichtigung der methodischen Grossform des Experiments und motivationaler Perspektiven». Dissertation, Naturwissenschaft, Universität Augsburg.
- Hussmann, Stephan, Jörg Thiele, Renate Hinz, Susanne Prediger, und Bernd Ralle. 2013. «Gegenstandsorientiertes Unterrichtsdesign entwickeln und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell». In *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: Zur Begründung und Umsetzung genuin fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme*, herausgegeben von Michael Komorek, und Susanne Prediger, 19–36. Münster: Waxmann.
- Klauer, Karl Josef, und Detlev Leutner. 2012. *Lehren und Lernen: Einführung in die Instruktionspsychologie*. 2. Auflage. Weinheim: Beltz. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1122278>.

- Korntreff, Stefan, und Susanne Prediger. 2021. «Verstehensangebote von YouTube-Erklärvidéos – Konzeptualisierung und Analyse am Beispiel algebraischer Konzepte». *J Math Didakt*, 1–30. <https://doi.org/10.1007/s13138-021-00190-7>.
- Kuckartz, Udo. 2018. *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 4., überarb. Aufl. Grundlagentexte Methoden. Weinheim: Beltz.
- Kulgemeyer, Christoph. 2020. «A Framework of Effective Science Explanation Videos Informed by Criteria for Instructional Explanations». *Res Sci Educ* 50 (6): 2441–62. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9787-7>.
- Loviscach, Jörn. 2018. «Gelehrt ist noch nicht gelernt – auch in Zeiten digitaler Medien». In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018: Vorträge zur Mathematikdidaktik und zur Schnittstelle Mathematik/Mathematikdidaktik auf der gemeinsamen Jahrestagung GDM und DMV 2018*. Bd. 3, herausgegeben von Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn, 1195–98. Münster: WTM-Verlag. <https://doi.org/10.17877/DE290R-19516>.
- Mayer, Richard E. 2001. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>.
- Mayer, Richard E. 2014. «Cognitive theory of multimedia learning». In *The Cambridge handbook of multimedia learning*, herausgegeben von Richard E. Mayer. 2. Aufl., 43–71. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>.
- Mayer, Richard E. 2022. «Cognitive Theory of Multimedia Learning». In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, herausgegeben von Richard E. Mayer, und Logan Fiorella. Third edition, 57–72. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, Richard E., und Paul Chandler. 2001. «When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?». *Journal of Educational Psychology* 93 (2): 390–97. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.390>.
- Mayring, Philipp. 2015. *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 12., überarb. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Mayring, Philipp. 2016. *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. 6., überarbeitete Auflage. Pädagogik. Weinheim, Basel: Beltz.
- Merkt, Martin, und Stephan Schwan. 2014. «How does interactivity in videos affect task performance?». *Computers in Human Behavior* 31: 172–81. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.018>.
- Merkt, Martin, Sonja Weigand, Anke Heier, und Stephan Schwan. 2011. «Learning with videos vs. learning with print: The role of interactive features». *Learning and Instruction* 21(6): 687–704. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.03.004>.
- Niegemann, Helmut M., und Steffi Heidig. 2020. «Interaktivität und Adaptivität in multimedialen Lernumgebungen». In *Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen: mit 141 Abbildungen und 17 Tabellen*, herausgegeben von Helmut M. Niegemann, und Armin Weinberger, 343–67. Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_33.

- Paladines, Jose, und Jaime Ramirez. 2020. «A Systematic Literature Review of Intelligent Tutoring Systems With Dialogue in Natural Language». *IEEE Access* 8:164246–67. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3021383>.
- Palaigeorgiou, George, Anthia Papadopoulou, und Ioannis Kazanidis. 2019. «Interactive Video for Learning: A Review of Interaction Types, Commercial Platforms, and Design Guidelines», 503–18: Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_38.
- Persike, Malte. 2020. «Videos in der Lehre: Wirkungen und Nebenwirkungen». In *Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen: mit 141 Abbildungen und 17 Tabellen*, herausgegeben von Helmut M. Niegemann, und Armin Weinberger, 271–301. Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_23.
- Püttmann, Anita. 2008. «Selbst reguliertes Lernen mit Multimedia im Physikunterricht». Dissertation, Psychologie und Sportwissenschaften, Universität Frankfurt am Main. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30-62977>.
- Rat für Kulturelle Bildung. 2019. «Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung. Horizont 2019: Studie: Eine repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-jährigen zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten». <https://www.rat-kulturelle-bildung.de/publikationen/studien>.
- Rheinberg, Falko, und Regina Vollmeyer. 2019. *Motivation*. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Rheinberg, Falko, Regina Vollmeyer, und Wolfram Rollett. 2000. «Motivation and Action in Self-Regulated Learning». In *Handbook of Self-Regulation*, herausgegeben von Monique Boekaerts, Paul R. Pintrich, und Moshe Zeidner, 503–29. London: Academic Press.
- Ring, Malte, und Taiga Brahm. 2022. «A Rating Framework for the Quality of Video Explanations». *Tech Know Learn*. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09635-5>.
- Robert Bosch Stiftung. 2021. «Das Deutsche Schulbarometer Spezial: Zweite Folgebefragung: Ergebnisse einer Befragung von Lehrerinnen und Lehrern an allgemeinbildenden Schulen im Auftrag der Robert Bosch Stiftung in Kooperation mit der ZEIT. Durchgeführt von forsa Politik- und Sozialforschung GmbH.». <https://www.bosch-stiftung.de/de/publikation/jugend-youtube-kulturelle-bildung-horizont-2019>.
- Schiefele, Ulrich. 2009. «Motivation». In *Pädagogische Psychologie (Lehrbuch mit Online-Materialien)*, herausgegeben von Elke Wild, und Jens Möller, 152–75. Berlin, Heidelberg: Springer. [10.1007/978-3-540-88573-3_7](https://doi.org/10.1007/978-3-540-88573-3_7).
- Schulmeister, Rolf. 2002. «Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion (Taxonomy of Interactivity in Multimedia – A Contribution to the Actual Metadata Discussion)». *it – Information Technology* 44 (4): 193–99. <https://doi.org/10.1524/itit.2002.44.4.193>.
- Schwartz, Daniel L., und Kevin Hartman. 2007. «It Is Not Television Anymore: Designing Digital Video for Learning and Assessment». In *Video Research in the Learning Sciences*, herausgegeben von Ricki Goldman, Roy Pea, Brigid Barron, Deny, und Sharon J., 335–48. Hoboken: Taylor and Francis.
- Schwier, Richard A., und Earl R. Misanchuk. 1994. *Interactive Multimedia Instruction*. 2nd printing. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publ.

- Slavin, Robert E. 1996. «Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know». *Contemporary Educational Psychology* 21 (1): 43–69.
- Sweller, John. 1988. «Cognitive load during problem solving: effects on learning». *Cognitive Science*, Nr. 12: 257–85. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4.
- Szpunar, Karl K., Novall Y. Khan, und Daniel L. Schacter. 2013. «Interpolated Memory Tests Reduce Mind Wandering and Improve Learning of Online Lectures». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110 (16): 6313–17. <https://doi.org/10.1073/pnas.1221764110>.
- van der Meij, Hans, und Jan van der Meij. 2013. «Eight Guidelines for the Design of Instructional Videos for Software Training». *Technical Communication* (60): 205–28.
- van der Meij, Hans, und Jan van der Meij. 2014. «A comparison of paper-based and video tutorials for software learning». *Computers & Education* 2014: 150–59. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.003>.
- Vollmeyer, Regina, und Falko Rheinberg. 2006. «Motivational Effects on Self-Regulated Learning with Different Tasks». *Educational Psychology Review* 18 (3): 239–53. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9017-0>.
- Wittrock, Merlin C. 1992. «Generative processes of comprehension». *Educational Psychologist*, Nr. 27: 531–41. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2404_2.
- Wittwer, Jörg, und Alexander Renkl. 2008. «Why Instructional Explanations Often Do Not Work: A Framework for Understanding the Effectiveness of Instructional Explanations». *Educational Psychologist* 43 (1): 49–64. <https://doi.org/10.1080/00461520701756420>.
- Wolf, Karsten D. 2015. «Video-Tutorials und Erklärvideos als Gegenstand, Methode und Ziel der Medien- und Filmbildung». In *Filmbildung im Wandel*, herausgegeben von Anja Hartung-Griemberg, Thomas Ballhausen, Christine Trueltzsch-Wijnen, Alessandro Barberi, und Katharina Kaiser-Müller, 121–31. Mediale Impulse 2. Wien: new academic press.
- YouTube-Hilfe. o. D. «Videos und Videoeinstellungen bearbeiten». https://support.google.com/youtube/topic/9257530?hl=de&ref_topic=9257610.
- Zhang, Dongsong, Lina Zhou, Robert O. Briggs, und Jay F. Nunamaker. 2006. «Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness». *Information & Management* 43 (1): 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.im.2005.01.004>.

Förderung

Die Studie gehört zum Projekt *MuM-Video – Erklärvideos als informelle Ressource für fach- und sprachintegrierten Mathematikunterricht*, das von 2020–2024 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird (Förderkennzeichen 01JD2001A, Projektleitung S. Prediger und M. Altieri).