Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (2024) 30:6
https://doi.org/10.1007/s40573-024-00171-6

ORIGINAL PAPER

YouTube vs. Lehrmittel – Lernwirksamkeit von Erklärvideos für den Naturwissenschaftsunterricht

Stephan Vonschallen[1] · Marlene Labude[1] · Charlotte Schneider[2] · Maleika Krüger[3] · Susanne Metzger[1]

Eingegangen: 13. Juli 2023 / Angenommen: 24. April 2024 / Online publiziert: 29. Mai 2024
© The Author(s) 2024

Zusammenfassung
Erklärvideos gewinnen für den Naturwissenschaftsunterricht zunehmend an Bedeutung. Um den potenziellen Lernzuwachs beim Einsatz von Erklärvideos im Vergleich zu schriftbasiertem Lernmaterial zu untersuchen und einen möglichen Effekt der Auswahlmöglichkeiten für Schüler:innen auf den Lernzuwachs explorativ zu untersuchen, wurde eine Interventionsstudie durchgeführt. Insgesamt 102 Schüler:innen aus sechs Klassen der Sekundarstufe I bearbeiteten selbständig eine 60-minütige Lerneinheit im Klassenzimmer, wobei die Teilnehmenden drei experimentellen Bedingungen (Lerneinheit ohne Erklärvideo, Lerneinheit mit einem vorgegeben Lehrmittel-Erklärvideo, Lerneinheit mit vier auswählbaren YouTube-Erklärvideos) zugeteilt wurden und der Lernzuwachs mithilfe von Prä- und Posttests erhoben wurde. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Erklärvideos eine signifikant größere Lernwirksamkeit aufweisen als rein schriftbasiertes Lernmaterial, wobei kein signifikanter Effekt der Auswahlmöglichkeit gefunden werden konnte. Abschließend werden Vorschläge für zukünftige Studien diskutiert, um diesen Zusammenhang genauer zu untersuchen.

Schlüsselwörter Erklärvideos · YouTube · Lernwirksamkeit · Interventionsstudie · Naturwissenschaften

YouTube Vs. Textbook—Learning Effectiveness of Educational Videos for Science Education

Abstract
Educational videos are increasingly gaining importance for science education. To examine potential learning gains from using educational videos compared to text-based learning materials and to exploratively examine the effect of choice options on learning gains, an experimental study was conducted. A total of 102 students from six secondary school classes independently completed a 60-minute learning unit in their classroom. Participants were assigned to three experimental conditions (learning unit without educational video, learning unit with one predetermined educational textbook video, learning unit with four selectable educational YouTube videos), and learning gains were assessed using pre- and post-tests. The results suggest that explanatory videos exhibit significantly greater learning effectiveness compared to purely text-based learning materials. No significant effect of choice was found. Suggestions for future studies are discussed to examine this relationship more closely.

Keywords Educational videos · YouTube · Learning effectiveness · Intervention study · Natural science

✉ Stephan Vonschallen
stephan.vonschallen@unibas.ch

✉ Marlene Labude
marlene.labude@unibas.ch

[1] Institut für Bildungswissenschaften (IBW), Universität Basel und Pädagogische Hochschule FHNW, FHNW-Campus, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz, Schweiz

[2] Institut Forschung und Entwicklung, Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik, Pädagogische Hochschule FHNW, FHNW-Campus, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz, Schweiz

[3] Departement Grundschulpädagogik, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Str. 24–25, 14476 Potsdam, Deutschland

Einleitung

Die aktive Gestaltung des digitalen Wandels stellt eine große Herausforderung für das Bildungssystem unserer Zeit dar (Fey 2021). Dabei spielt digitales Lernmaterial in Form von videobasierten Erklärungen für das Lernen von Schüler:innen nicht erst seit der COVID-19-Pandemie eine bedeutende Rolle (z. B. Allen und Seaman 2017; Hansch et al. 2015; Matthes et al. 2021). Beispielsweise halten nahezu die Hälfte der 12- bis 19-jährigen deutschsprachigen Schüler:innen Erklärvideos auf Plattformen wie YouTube für wichtig bis sehr wichtig für ihren Lernprozess (Rat für kulturelle Bildung 2019). Komplexer werdende Wissensbestände erhöhen dabei die Anforderungen an effiziente, lernwirksame Erklärvideos (Valentin 2018).

Zahlreiche wissenschaftliche Publikationen (zur Übersicht siehe z. B. Findeisen et al. 2019; Kay 2012; Shoufan und Mohamed 2022) verdeutlichen die Relevanz von Erklärvideos in Lernkontexten. Dabei ist die Lernwirksamkeit von Erklärvideos im Vergleich zu schriftbasiertem, d. h. auf geschriebenem Text und statischen Bildern basierendem, Lernmaterial noch nicht abschließend geklärt (Kulgemeyer et al. 2022). Oft wurden Studien zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos nicht in einem gewohnten Lernumfeld oder ohne Prä-Post-Design durchgeführt (Kay 2012; Shoufan und Mohamed 2022). Aus diesem Grund war es ein Hauptanliegen der vorliegenden Untersuchung, die Lernwirksamkeit von Erklärvideos anhand einer Interventionsstudie im Klassenzimmer, also in einem realitätsnahen, gewohnten Lernumfeld zu untersuchen.

Für die Untersuchung der Lernwirksamkeit von Erklärvideos sind insbesondere die Rahmenbedingungen ihres Einsatzes relevant (Fey 2021), wobei bereits positive Effekte diverser Nutzungsweisen (zur Übersicht siehe Findeisen et al. 2019) und inhaltlicher Gestaltungskriterien von Erklärvideos (zur Übersicht siehe Kulgemeyer 2019) identifiziert wurden. Ein bisher noch kaum untersuchter Aspekt ist der Einfluss der Auswahlmöglichkeit von Erklärvideos. Während Schüler:innen im Unterricht oft ein spezifisches Erklärvideo von Lehrpersonen vorgeführt oder vorgeschlagen bekommen, steht bei der selbständigen Suche oft eine große Bandbreite an möglichen Erklärvideos zur Auswahl. Neben der Replikation eines möglichen Effekts der Lernwirksamkeit von Erklärvideos war es deshalb ein weiteres zentrales Anliegen der vorliegenden Untersuchung, den Lernzuwachs von Erklärvideos unter Berücksichtigung eines möglichen Effekts der Auswahlmöglichkeit explorativ zu untersuchen. Damit sollten Hinweise gesammelt werden, ob sich durch eine größere Auswahl von Erklärvideos und den erhöhten Auswahlbedarf Nachteile oder durch eine größere Bandbreite an zur Verfügung stehenden Informationen Vorteile zeigen.

Theoretische Grundlagen und Forschungsfragen

Erklärvideos werden meist als selbstproduzierte Filme definiert, die abstrakte Konzepte, Zusammenhänge oder praktische Fertigkeiten erklären und sich durch thematische und gestalterische Vielfalt auszeichnen (Wolf 2015). Für Fey (2021) ist der intentionale Aspekt von Erklärvideos konstituierendes Merkmal des Genres. Demnach macht erst der Anspruch, eine Sache einer bestimmten Gruppe von Personen erklären zu wollen, ein Video zu einem Erklärvideo. Dies bedeutet, dass die Erklärung nicht nur ein prägendes Element des Inhalts ist, sondern auch die Gestaltung des Videos beeinflusst (Fey 2021). Diese Definitionen von Wolf (2015) und Fey (2021) bilden die Grundlage der vorliegenden Untersuchung.

Lernwirksamkeit von Erklärvideos

Mehrere Interventionsstudien im Prä-Post-Design fanden, dass mit Erklärvideos wirksamer gelernt werden kann als mit schriftbasiertem Lernmaterial (z. B. Lin und Tseng 2012; Van Der Meij und Van Der Meij 2014). Andere Studien ohne experimentelles Prä-Post-Design lassen einen solchen Effekt zumindest vermuten (z. B. Breimer et al. 2012; Lloyd und Robertson 2012; Morris und Chikwa 2014). Eine mögliche Begründung dafür liefert die kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Mayer 2009), die davon ausgeht, dass Erklärvideos aufgrund der möglichen externen Repräsentation in Form von gesprochenem Text und (bewegten) bildlichen Darstellungen den Aufbau kohärenter Wissensstrukturen sowie den Erwerb anschlussfähiger Kompetenzen effizienter unterstützen als Lernmaterialien, die nur Text verwenden.

Dem gegenüber stehen Studien, die keine Vorteile von Erklärvideos gegenüber schriftbasiertem Lernmaterial finden konnten (z. B. Kulgemeyer et al. 2022; Lang 2016; Reinke et al. 2021) oder sogar Vorteile von schriftbasiertem Lernmaterial gegenüber Erklärvideos vermuten (z. B. Lee und List 2019; List und Ballenger 2019). Ein möglicher Grund dafür könnte in der Berücksichtigung allgemeiner und textspezifischer Gestaltungskriterien und Nutzungsweisen (z. B. Textverständlichkeit: Groeben 1982, Kulgemeyer und Starauschek 2014, Adressatengerechtheit: Kulgemeyer und Tomczyszyn 2015, Individualisierungsmöglichkeiten: Moser Opitz 2010) liegen. Eine weitere Erklärung könnte die Problematik der Verstehensillusion sein, womit die fehlerhafte Überzeugung der Schüler:innen gemeint ist, dass eine vereinfachte, auf falsche Konzepte beruhende Erklärung korrekt war und das Thema verstanden wurde (Kulgemeyer et al. 2022). Beim Lernen mithilfe von Erklärvideos könnte eine Verstehensillusion dadurch entstehen, dass Erklärvideos den Schüler:innen suggerieren, „dass Lernen

etwas ganz Leichtes sei, was immer Spaß machen müsse“ (Matthes et al. 2021, S. 8) und so zu einer geringeren kognitiven Aktivierung oder einer geringeren Motivation führen (Kulgemeyer et al. 2022). Dies weist auch auf eine Schwäche der Theorie des multimedialen Lernens (Mayer 2009) hin, die motivationale Aspekte nicht berücksichtigt (Astleitner und Wiesner 2004) und entsprechende Zusammenhänge nicht erklären kann. Im Rahmen einer Studie zur Verstehensillusion bei Physik-Erklärvideos von Kulgemeyer et al. (2022) war die Verstehensillusion jedoch entgegen der Erwartung bei der schriftlichen Erklärung höher als bei der Gruppe mit Erklärvideos. Eine mögliche Begründung hierfür sehen die Autoren in einer Umkehrung der „Shallowing“-Hypothese (Salmerón et al. 2020), welche davon ausgeht, dass Lernende durch einen nicht strategischen Einsatz eines digitalen Mediums im Alltag sich daran gewöhnen, dieses eher oberflächlich zu betrachten. Allerdings halten Kulgemeyer et al. (2022) diesen Effekt auch bei schriftlichen Erklärungen für möglich, da Schüler:innen schriftliche Einträge für formaler und damit überzeugender halten könnten. Eine alternative Theorie, die für eine erhöhte Lernwirksamkeit bei schriftbasiertem Lernmaterial im Vergleich zu Erklärvideos spricht, ist die Cognitive Load Theory (Sweller 2003). Die Cognitive Load Theory geht davon aus, dass Lernen mit kognitiver Belastung einhergeht. Die extrinsische Belastung, die durch Gestaltungsmerkmale des Lernmaterials beeinflusst wird, könnte durch eine Ablenkung der Aufmerksamkeit bei digitalen Medien erhöht werden, was wiederum einen negativen Effekt auf die Lernwirksamkeit bei digitalen Medien wie Erklärvideos hat.

Gerade aufgrund der unsicheren Befundlage halten es einige Forschende (z. B. Fey 2021) für wichtig herauszufinden, welche Faktoren zu einer erhöhten Lernwirksamkeit bei Erklärvideos führen könnten. Ein wichtiger Faktor dafür sind Gestaltungskriterien von Erklärvideos, die einerseits Anhaltspunkte für die Erstellung von qualitativ hochwertigen Erklärvideos bieten und andererseits der Qualitätsbeurteilung von bereits vorhandenen Erklärvideos dienen. Für eine systematische und kompetente Beurteilung von (naturwissenschaftlichen) Erklärvideos existieren inzwischen diverse Checklisten und Analyseraster (z. B. Hermann et al. in Vorbereitung; Kulgemeyer 2018; Kulgemeyer und Peters 2016; Marquardt 2016), deren Kriterien sich auf lerntheoretische wie fachdidaktische Erkenntnisse beziehen und deren Ziel es ist, Nutzende bei der pädagogisch-didaktischen, technischen und inhaltlichen Qualitätsbeurteilung zu unterstützen (Siegel und Hensch 2021). Kulgemeyer (2019) nannte beispielsweise die Adaption auf eine Zielgruppe, das Nutzen von Veranschaulichungswerkzeugen wie Beispielen oder Modellen, die Verdeutlichung von Relevanz, das Hervorheben einer Struktur, eine präzise und kohärente Erklärung, das Erklären von neuen/komplexen Konzepten und die Einbettung in den Unterricht als zentrale Gestaltungskriterien und konnte in einem experimentellen Design für den naturwissenschaftlichen Unterricht zeigen, dass deren Berücksichtigung sich positiv auf den Aufbau von deklarativem Wissen auswirkt (Kulgemeyer 2019). Beispielsweise konnten Schüler:innen, die ein Erklärvideo mit einer hohen Passung zum Kriteriensystem nach Kulgemeyer (2018) betrachteten, im Posttest signifikant bessere Ergebnisse erzielen als Schüler:innen, welche ein vergleichbares Video mit niedrigerer Passung nutzten (Kulgemeyer 2019). Weitere Gestaltungskriterien von Erklärvideos, die eine Rolle für die Lernwirksamkeit spielen können, sind das Alter der erklärenden Person (Hoogerheide et al. 2016), die Erzählperspektive (Fiorella et al. 2017), die Länge des Videos (Krämer und Böhrs 2017) und spezifische Designaspekte (Plass et al. 2014).

Neben der Einhaltung von Gestaltungskriterien ist auch die Nutzungsweise von Erklärvideos für die Lernwirksamkeit zentral, also in welcher Weise man Erklärvideos gewinnbringend einsetzen kann und wie man mit Erklärvideos am besten lernt (Fey 2021). Beispielsweise können interaktive Elemente wie die Wiedergabe gelernter Inhalte (Hasler et al. 2007; Schwan und Riempp 2004; Zhang et al. 2006), Übungen oder Notizen zum Erklärvideo (Delen et al. 2014) oder die Aufteilung in segmentierte Videoabschnitte (Hasler et al. 2007; Mayer und Chandler 2001; Spanjers et al. 2012) einen positiven Effekt auf die Lernwirksamkeit haben. Oft weisen Erklärvideos jedoch nur wenig Interaktionsmöglichkeiten auf und werden wie eine modernere Form des Frontalunterrichts genutzt, bei der Lernende Wissen lediglich rezipieren, ohne dieses anwenden zu können (Findeisen et al. 2019; Kulgemeyer 2020; Richtberg und Girwidz 2019). Die Lernwirksamkeit ist also auch abhängig von einer geeigneten unterrichtlichen Einbettung (Bower 2019; Kulgemeyer 2018; Petko 2020).

Auswahlmöglichkeit von Erklärvideos

Erfolgreiches Erklären berücksichtigt den Wissensstand und die Interessen der Nutzenden und geht adaptiv auf Bedürfnisse ein (Kulgemeyer 2018). Dies scheint bei Erklärvideos aufgrund einer Vielzahl von individuellen Bedürfnissen der Nutzenden zunächst schwierig. Jedoch können Nutzende in der Suche von geeigneten Erklärvideos adaptiv vorgehen, indem sie Videos auswählen, die ihre persönlichen Bedürfnisse erfüllen. Diese Möglichkeit zur Auswahl von Erklärvideos haben die Schüler:innen allerdings nicht immer. In einer qualitativen Studie von Labude et al. (in Vorbereitung), welche die Nutzweise von Erklärvideos untersuchte, berichteten die meisten Lehrpersonen, dass sie in einer Unterrichtssituation Schüler:innen Links zur Verfügung stellen oder spezifische Erklärvideos abspielen. Diese Unterrichtssituation entspricht dem bisherigen

methodischen Vorgehen in der Erforschung von Erklärvideos, wobei spezifische Erklärvideos vorgegeben werden – nicht zuletzt, um einer Konfundierung von Gestaltungskriterien entgegenzuwirken und eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Dieses Vorgehen reflektiert allerdings nur einen Anwendungsbereich von Erklärvideos und lässt die selbständige Suche nach Erklärvideos im Internet offen, bei der mehrere Erklärvideos zur Auswahl stehen und Schüler:innen selbst entscheiden müssen, welche Erklärvideos sie anschauen. Studien, bei denen Effekte der Auswahlmöglichkeit von verschiedenen Erklärvideos untersucht werden, sind bisher nicht bekannt.

Entsprechend stellt sich die Frage, ob ein auf den Unterricht zugeschnittenes Erklärvideo eine höhere Lernwirksamkeit aufweist als mehrere zur Verfügung stehende Erklärvideos aus dem Internet, die Schüler:innen selbständig nach ihren eigenen Bedürfnissen und Vorlieben auswählen können. Durch die erhöhte Auswahlmöglichkeit müssen Schüler:innen Entscheidungen treffen, verbrauchen womöglich mehr kognitive Ressourcen für die Auswahl eines geeigneten Erklärvideos (siehe Cognitive Load Theory, Sweller 2003) oder wählen kognitiv leichter verarbeitbare Erklärvideos, welche zu einer Verstehensillusion führen könnten (Matthes et al. 2021). Auch benötigen Schüler:innen bei der Auswahl von Erklärvideos eine gewisse Medienkompetenz, um die Vertrauenswürdigkeit der Informationen sicherzustellen und um Erklärvideos mit passenden Inhalten zu wählen (Labude et al. in Vorbereitung). Andererseits könnten Schüler:innen bei einer selbständigen Auswahl von Erklärvideos von einer größeren Bandbreite an verschiedenen Erklärungen profitieren, durch die selbständige Auswahl stärker motiviert sein (siehe z. B. Selbstbestimmungstheorie, Ryan und Deci 2000) oder Erklärvideos auswählen, die auf ihre individuelle Vorlieben abgestimmt sind.

Forschungsfragen

Aktuell ist unklar, ob naturwissenschaftliche Erklärvideos lernwirksamer sind als schriftbasierte Lernmaterialen. Abgeleitet aus der Befundlage stand im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Fragestellung F1 im Zentrum:

> F1: Wie hoch ist der Lernzuwachs beim Lernen mithilfe naturwissenschaftlicher Erklärvideos – im Vergleich zu schriftbasiertem Lernmaterial – für Schüler:innen im deutschsprachigen Raum während einer Lerneinheit im Klassenzimmer?

Während diverse Gestaltungskriterien und Nutzungsweisen in Bezug auf die Lernwirksamkeit von Erklärvideos untersucht wurden, bleibt ein möglicher Effekt der Auswahlmöglichkeit bisher noch unerforscht. Entsprechend wurde der explorativen Fragestellung F2 nachgegangen:

> F2: Welchen Einfluss hat die Auswahlmöglichkeit auf den Lernzuwachs bei naturwissenschaftlichen Erklärvideos für Schüler:innen im deutschsprachigen Raum während einer Lerneinheit im Klassenzimmer?

Bei der explorativen Fragestellung F2 lag der Hauptfokus darin, Impulse für künftige Forschung zu schaffen und das Generieren von gerichteten Hypothesen zu ermöglichen. Dabei wurde Wert daraufgelegt, einen möglichen Effekt konfundierender Gestaltungskriterien und Nutzungsweisen möglichst gut zu kontrollieren.

Methode

Zur Beantwortung der Fragestellung F1 und explorativer Fragestellung F2 wurde im Juni 2020 in der deutschsprachigen Schweiz eine Prä-Post-Studie durchgeführt. Dafür wurden sechs Sekundarschulklassen ($N = 102$, zwei 7., drei 8. und eine 9.) über die jeweiligen Lehrpersonen rekrutiert. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und die Befragung wurde anonymisiert durchgeführt.

Im Rahmen der Studie bearbeiteten die Schüler:innen eine Lerneinheit zum Elektromotor. Dieses Thema bot ein angemessenes Maß an Komplexität und eine Vielzahl von

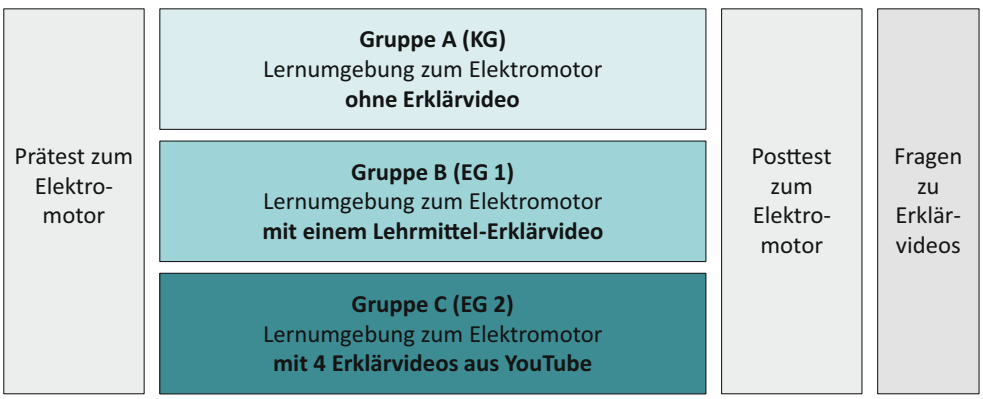

Abb. 1 Untersuchungsdesign der Prä-Post-Studie. *KG* Kontrollgruppe, *EG* Experimentalgruppe

Tab. 1 Vergleich verwendeter Erklärvideos (Kriterien nach Wolf (2015) und Valentin (2018))

	Lm	YT1	YT 2	YT 3	YT 4
Titel	So funktioniert der Elektromotor	Der Elektromotor einfach erklärt	Die Sendung mit der Maus: Wie funktioniert ein Elektromotor?	Gleichstrommotor: Funktionsweise und Berechnung einfach erklärt	Gleichstrommotor: Aufbau und Funktionsweise
Länge in Sekunden[a]	112	154	247	75	193
Art des Erklärvideos	Animation	Animation	Gegenständlich	Animation	Animation
Autorenschaft	Lehrmittelverlag	Privatperson[b]	Fernsehsender	E-Learning-Plattform	Privatperson [b]

Lm Lehrmittel-Erklärvideo, *YT* YouTube-Erklärvideo
[a] angegeben ist die Zeit des zugeschnittenen Videos
[b] Hintergrund unbekannt

möglichen Erklärvideos an, die für die Studie ausgewählt werden konnten. Außerdem konnte dieses Thema weitgehend unabhängig von anderen Themen und auf grundlegendem Niveau innerhalb von 60 min thematisiert werden, wobei der Elektromotor von keiner der teilnehmenden Klassen vorher behandelt wurde. Als Grundlage für die Lerneinheit zum Elektromotor diente das Lehrmittel NaTech 8 (Metzger et al. 2020), das allen teilnehmenden Klassen bekannt war.

Die Untersuchung fand in einer Doppelstunde (90 min) des „Natur und Technik"-Unterrichts ohne Pause statt (Abb. 1), wobei die Schüler:innen für die Lernumgebung 60 min Zeit hatten. Die Lernumgebungen waren für alle Gruppen als tabletbasierte Selbstlerneinheiten inklusive eines praktischen Teils zur Arbeit mit einem Elektromotormodell konzipiert. Je nach Untersuchungsgruppe enthielt die Lernumgebung nur schriftbasierte Lernmaterialien, also Text-Informationen und Grafiken aus NaTech 8 (Gruppe A), schriftbasierte Lernmaterialien und ein Erklärvideo aus NaTech 8 (Gruppe B) oder schriftbasierte Lernmaterialien und vier YouTube-Erklärvideos zur selbständigen Auswahl (Gruppe C). Die Zuteilung der Schüler:innen zu den Untersuchungsgruppen erfolgte durch eine grobe Einschätzung der Lehrpersonen, wobei leistungsstärkere und -schwächere Schüler:innen ungefähr gleich auf die Gruppen verteilt wurden, was zu einem quasiexperimentellen Design führte.

Grundsätzlich war es das Ziel des Designs, die Untersuchung der explorativen Fragestellung F2 in einem möglichst realitätsnahen Setting zu gewährleisten, welches dennoch vergleichbar bleibt. Aus diesem Grund wurden mehrere Kontrollvariablen erhoben und die zur Verfügung gestellten Erklärvideos wurden so gewählt, dass sie keine fachlich falschen Informationen beinhalteten. Das Lehrmittel von Gruppe B wurde nicht von den Lehrpersonen ausgewählt, da dies die Vergleichbarkeit zwischen den Schulklassen erschwert hätte – stattdessen wählte das Forschungsteam ein thematisch und in der Darstellungsform passgenaues Erklärvideo von NaTech 8 aus, das als Wahl für Lehrpersonen realistisch wäre und eine möglichst ähnliche Situation zu einem Unterricht abbildet, in der NaTech 8 verwendet wird. Für Gruppe C wurden vier thematisch passende Erklärvideos der Video-Plattform YouTube ausgewählt und auf die relevanten Abschnitte zugeschnitten, um für eine vergleichbare Länge der Erklärvideos zu sorgen. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die verwendeten, zugeschnittenen Erklärvideos. Vier der Erklärvideos nutzten Animationen zur Erklärung, während bei einem Erklärvideo (YT2) eine gegenständliche Erklärungsweise verwendet wurde, wobei eine Hand und ein Elektromotor gefilmt wurden. Die Autorenschaft des Lehrmittelverlags wurde als vertrauenswürdig eingestuft. Bei den YouTube-Erklärvideos waren neben einem ebenfalls als vertrauenswürdig eingestuften öffentlichen Fernsehsender (YT2) und einer E-Learning-Plattform (YT3) auch unbekannte Privatpersonen involviert (YT1 und YT4).

Um für eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Erklärvideos zu sorgen und um konfundierende Variablen möglichst gut kontrollieren zu können, wurden die verwendeten Erklärvideos nach Gestaltungskriterien von Kulgemeyer (2019) und Valentin (2018) durch zwei Fachdidaktik-Expertinnen aus dem Forschungsteam bewertet, wobei sie die Erklärvideos in einem ersten Schritt individuell begutachteten und dann bei Unstimmigkeiten einen Konsens diskursiv bestimmten (Tab. 2). Bezüglich der Ergebnisse ist anzumerken, dass die ausgewählten YouTube-Erklärvideos zwar in einigen Qualitätsmerkmalen mit dem Lehrmittel-Erklärvideo und auch untereinander vergleichbar waren (z. B. bezüglich Passgenauigkeit, fachlicher Korrektheit, dem Vorhandensein einer Zusammenfassung und dass keine Lernaufgaben gestellt wurden), andere Gestaltungskriterien der YouTube-Erklärvideos unterschieden sich jedoch untereinander (Tab. 2, *SD* YT) oder im Durchschnitt zum Lehrmittel-Erklärvideo (Tab. 2, *Diff* LmYT). Besonders stark war der Unterschied vom Durchschnitt der YouTube-Erklärvideos zum Lehrmittel-Erklärvideo bei den Kriterien „*Das Erklärvideo enthält genau die Informationen, welche die Schüler:innen brauchen*" und „*Das Erklärvideo*

Tab. 2 Expertenratings der verwendeten Erklärvideos (Items nach Kulgemeyer (2019) und Wolf (2015))

	Lm	*SD* YT	*AVG* YT	*Diff* LmYT
Das Erklärvideo …				
… hilft den Schüler:innen, den Elektromotor zu verstehen	5	1,1	3,5	1,5
… passt genau zum Thema Elektromotor	5	0,0	5,0	0,0
… enthält genau die Informationen, welche die Schüler:innen brauchen	5	0,7	3,0	2,0
… hat eine gute fachliche Qualität, d. h. ist fachlich korrekt	5	0,0	5,0	0,0
… ist vertrauenswürdig	5	0,8	3,8	1,3
… knüpft an Vorwissen der Schüler:innen an	4	0,5	3,5	0,5
… entspricht den Interessen der Schüler:innen	3	0,7	3,0	0,0
… nutzt Beispiele zur Veranschaulichung	1	1,0	2,0	–1,0
… nutzt Experimente zur Veranschaulichung	1	1,7	2,0	–1,0
… nutzt Analogien und Modelle, um neue Informationen mit Bekanntem zu verbinden	1	1,8	2,8	–1,8
… wählt eine passende Sprachebene	5	0,8	2,8	2,3
… verbindet Sätze durch Konnektoren (insbes. „weil“)	5	0,8	3,8	1,3
… erklärt die Wichtigkeit des Inhalts	1	1,2	2,0	–1,0
… fasst die wesentlichen Aspekte zusammen	1	0,0	1,0	0,0
… gibt Prompts zu besonders wichtigen Teilen	1	1,3	1,8	–0,8
… spricht die Nutzenden direkt an	1	1,2	2,0	–1,0
… duzt die Nutzenden	1	1,2	2,0	–1,0
… hat eine lockere Sprache	2	1,3	2,3	–0,3
… nutzt Humor in den Erklärungen	1	1,2	2,0	–1,0
… stellt Lernaufgaben, sodass das Gelernte vertieft werden kann	1	0,0	1,0	0,0
Durchschnitt	*2,7*	*0,9*	*2,7*	*0,0*

Lm Lehrmittel-Erklärvideo, *SD YT* Standardabweichung der 4 Youtube-Erklärvideos, *AVG YT* Durchschnittswert der 4 YouTube-Erklärvideos, *Diff Lm* Differenz Lm
AVG YT (positive Werte bedeuten: Lehrmittel-Erklärvideo schneidet besser ab); fünfstufige Skala von 1 (stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu)

wählt eine passende Sprachebene“. Hier wurde in beiden Bereichen das Lehrmittel-Erklärvideo besser bewertet, was darauf zurückzuführen ist, dass dieses inhaltlich und sprachlich nah an das schriftbasierte Lernmaterial angelehnt ist, da es vom selben Lehrmittelverlag stammt. Diese Unterschiede entsprechen allerdings dem Vorteil eines Settings, bei dem Schüler:innen Erklärvideos im Unterricht von der Lehrperson zur Verfügung gestellt bekommen und sind deshalb erwünscht. Auch in den Kriterien „*Das Erklärvideo hilft den Schüler:innen den Elektromotor zu verstehen*“, „*Das Erklärvideo ist vertrauenswürdig*“, „*Das Erklärvideo verbindet Sätze durch Konnektoren*“ und „*Das Erklärvideo nutzt Analogien und Modelle, um neue Informationen mit Bekanntem zu verbinden*“ waren die Unterschiede zwischen dem Durchschnitt der YouTube-Erklärvideos und dem Lehrmittel-Erklärvideo relativ stark: Während bei den ersten dreien das Lehrmittel-Erklärvideo besser abschnitt, waren die Bewertungen der Nutzung von Analogien und Modellen beim Durchschnitt der YouTube-Erklärvideos besser. Allgemein wiesen die verwendeten YouTube-Erklärvideos eine gewisse Diversität auf (Tab. 2, *SD* YT). Diese Diversität steht den Schüler:innen allerdings auch zur Verfügung, wenn sie selbständig Erklärvideos im Internet auswählen und ist dadurch ein inhärenter Vorteil der Auswahlmöglichkeit. Außerdem entspricht der Gesamtdurchschnitt der Gestaltungskriterien der YouTube-Erklärvideos (bei Annahme einer gleichen Gewichtung der Kriterien) jenem des Lehrmittel-Erklärvideos (Tab. 2, Gesamtdurchschnitt Lm und *AVG* YT), was auf eine ungefähr gleiche Qualität der YouTube-Erklärvideos im Durchschnitt und dem Lehrmittel-Erklärvideo hindeutet.

Neben der Kontrolle der Gestaltungskriterien sollten auch die Nutzungsweisen der Erklärvideos als mögliche Einflussfaktoren zwischen den Gruppen B und C möglichst einheitlich in die Lerneinheiten eingebettet sein. Während diese Einbettung weitgehend identisch war, unterschieden sich die Gruppen mit Erklärvideos jedoch in einem Punkt: Da alle Gruppen die zur Verfügung stehenden Lernmaterialien in den 60 min so oft und so lange anschauen konnten, wie sie wollten, hatte Gruppe C die Möglichkeit, mehrere Videos anzuschauen. Da dies allerdings einer Situation entspricht, in der Schüler:innen selbständig nach Erklärvideos im Internet suchen und verschiedene Erklärvideos anschauen könnten, war dieser Unterschied erwünscht. Als Kontrollvariable wurde erhoben, welche und wie viele Erklärvideos die Schüler:innen angeschaut hatten.

Der Lernzuwachs durch die Erklärvideos wurde mittels des Vergleichs der Ergebnisse identischer Prä- und Posttests zum Elektromotor gemessen. Es wurden 14 Aufgaben zum Elektromotor im Multiple-Choice Format mit jeweils vier Antwortoptionen gestellt. Dabei wurden 13 Aufgaben mit maximal einem Punkt bewertet und eine längere Aufgabe mit maximal 4 Punkten, womit insgesamt 17 Punkte möglich waren. Inhaltlich waren die Aufgaben eng an die Text-Informationen und Grafiken aus NaTech 8 angelehnt, um auch hier ein möglichst authentisches Unterrichtssetting abzubilden. Die interne Konsistenz der Prä- und Posttests wurde mit der Greatest Lower Bound (*GLB*) Methode bestimmt, wobei eine akzeptable interne Konsistenz für den Prätest ($GLB = 0{,}75$) und eine hohe interne Konsistenz für den Posttest bestimmt wurde ($GLB = 0{,}82$). Mit einer Erhöhung der internen Konsistenz vom Prä- zum Posttest war zu rechnen, da Schüler:innen nach der Lerneinheit in ihrem Antwortverhalten sicherer sein sollten.

Zusätzlich wurden nach dem Posttest noch weitere Kontrollvariablen erhoben. Die subjektive Lernwirksamkeit des (bei Gruppe C: favorisierten) Erklärvideos, also die Selbsteinschätzung des Lernzuwachses (Gruppen B, C: „*Hat dir dieser Erklärfilm geholfen, den Elektromotor besser zu verstehen?*“; Skala: gar nicht, eher nicht, eher gut, gut), diente dazu, um einen möglichen Effekt der Verstehensillusion untersuchen zu können. Die Vertrauenswürdigkeit des Erklärvideos (Gruppen B, C: „Wie vertrauenswürdig *und fachlich korrekt schätzt du diesen Erklärfilm ein?*“; Skala: gar nicht, eher nicht, eher, sehr) diente dazu, um die Medienkompetenz der Schüler:innen einschätzen zu können. Dafür wurde die Einschätzung der Schüler:innen mit analogen Fragen im Expertenrating verglichen. Darüber hinaus wurden Schüler:innen nach dem allgemeinen Eindruck der Erklärvideos befragt (Gruppen B, C: „*Wie gut hat dir der Erklärfilm zum Thema Elektromotor gefallen?*“; Skala: gar nicht, eher nicht, eher gut, gut). Auf eine ausführliche Bewertung nach den Gestaltungskriterien analog zum Expertenrating wurde auf Seiten der Schüler:innen jedoch verzichtet, da dies für die Schüler:innen zu komplex gewesen wäre und die zusätzlichen Fragen den zeitlichen Rahmen der Studie gesprengt hätten.

Resultate

Der Lernzuwachs wurde mittels eines Vergleichs der Prä- und Posttests untersucht. Zur Untersuchung eines möglichen Effekts von der Verwendung von Erklärvideos auf den Lernzuwachs (Fragestellung F1) wurde eine Kovarianzanalyse mit Posttest-Scores als abhängige Variable sowie Pretest-Scores und Gruppenzugehörigkeit (A: ohne Erklärvideo; B + C: mit Erklärvideo) als unabhängige Variablen durchgeführt. Dabei wurden mehrere alternative Modelle geprüft, unter anderem ein möglicher Effekt der Klassenzugehörigkeit, der Schulstufe, der Anzahl angeschauter Erklärvideos und welche spezifischen Erklärvideos in Gruppe C angeschaut wurden. Während die anderen Faktoren zu keiner Verbesserung des Modells führten, wurde nur die Klassenzugehörigkeit, die auch als einziger Faktor alleinstehend einen signifikanten Einfluss auf den Lernzuwachs hatte, als Kontrollvariable aufgenommen. Die Zweifaktoren-ANCOVA ergab einen signifikanten Haupteffekt mit mittlerer Effektstärke des Prätest-Scores $F(97, 7{,}784)$, $p = 0{,}006$, $\eta p2 = 0{,}080$ und einen signifikanten Haupteffekt mit kleiner Effektstärke der Gruppenzugehörigkeit $F(97, 4{,}998)$, $p = 0{,}028$, $\eta p2 = 0{,}049$, kontrolliert für die Klassenzugehörigkeit (Haupt- und Interaktionseffekt $p > 0{,}05$), wobei Gruppe B + C (mit Erklärvideo) besser abschnitt als Gruppe A (ohne Erklärvideo).

Um einen Effekt der Auswahlmöglichkeit zu untersuchen (explorative Fragestellung F2) wurde analog eine Kovarianzanalyse mit den beiden Gruppen mit Erklärvideos durchgeführt (B: mit einem vorgegebenen Lehrmittel-Erklärvideo; C: mit einer Auswahl von 4 YouTube-Erklärvi-

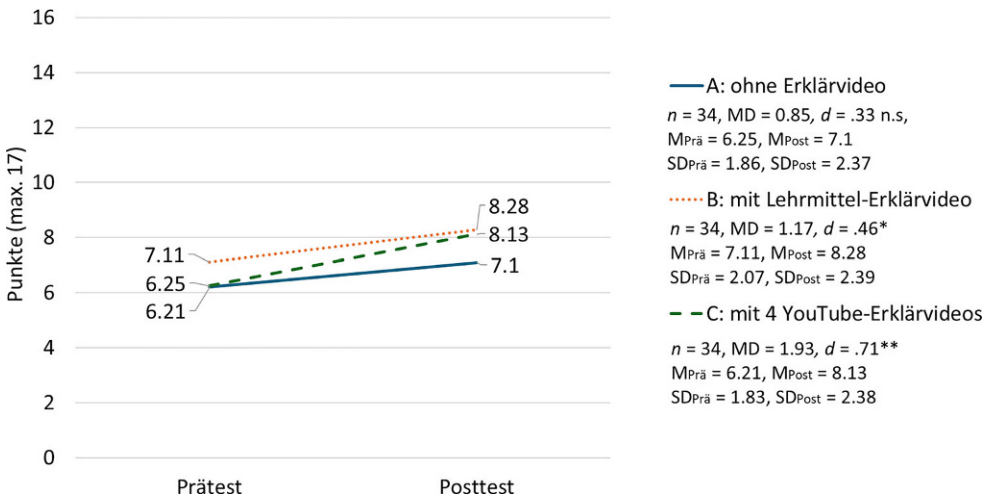

Abb. 2 Mittelwertsunterschiede der Testergebnisse (Prä-Post) pro Bedingung. Die Signifikanzangaben beruhen auf den Ergebnissen von zweiseitigen *t*-Tests für abhängige Stichproben mit Messwiederholung; zur Berechnung der Effektstärke wurde Cohen's *d* verwendet; *MD* Differenz Mittelwerte Posttest – Mittelwerte Prätest; n. s. $p \geq 0{,}05$, * $p < 0{,}05$, ** $p < 0{,}01$

Tab. 3 Vergleich der Einschätzung der Erklärvideos von Experten und Schüler:innen

	Lm		YT1		YT2		YT3		YT4	
	Exp	Sch	Exp	Sch	Exp	Sch	Exp	Sch	Exp	Sch
Subjektive Lernwirksamkeit[a]	4	1: 3 % 2: 21 % 3: 47 % 4: 29 %	3	1: 0 2: 22 % 3: 45 % 4: 33 %	4	1: 0 2:17 % 3: 64 % 4: 17 %	3	1: 0 2: 0 3: 57 % 4: 43 %	2	1: 17 % 2: 0 3: 83 % 4: 0
Vertrauenswürdigkeit[a]	4	1: 0 2: 15 % 3: 65 % 4: 20 %	3	1: 11 % 2: 0 3: 78 % 4: 11 %	4	1: 0 2: 0 3: 73 % 4: 27 %	3	1: 0 2: 0 3: 71 % 4: 29 %	3	1: 20 % 2: 80 % 3: 0 4: 0
Gesamteindruck[b]	2,7	1: 3 % 2: 24 % 3: 50 % 4:24 %	2,55	1: 13 % 2: 26 % 3: 55 % 4: 6 %	3,55	1: 7 % 2: 11 % 3: 41 % 4: 41 %	2,2	1: 5 % 2: 25 % 3: 45 % 4: 25 %	2,5	1: 5 % 2: 29 % 3: 48 % 4:19 %

Lm Lehrmittel-Erklärvideo; *YT* YouTube-Erklärvideo, *Exp* Expertinnen (Konsens), *Sch* Schüler:innen

[a] Vierstufige Skala (1 = gar nicht; 2 = eher nicht; 3 = eher; 4 = sehr); nSch: Lm = 35; YT1: 9; YT2 = 11; YT3 = 7; YT4 = 5

[b] Gesamteindruck Exp: Durchschnittswert der Gestaltungskriterien (siehe Tab. 1); fünfstufige Skala von 1 (stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu); Gesamteindruck Sch: Wie gut hat dir dieser Erklärfilm gefallen?; vierstufige Skala (1 = gar nicht; 2 = eher nicht; 3 = eher; 4 = sehr); nSch: Lm = 35; YT1 = 31; YT2 = 27, YT3 = 20; YT4 = 21

deos). Erneut wurde nach alternativer Modellprüfung die Klassenzugehörigkeit als Kontrollvariable hinzugefügt. Die Zweifaktoren-ANCOVA ergab keinen signifikanten Haupteffekt der Auswahlmöglichkeit $F(63, 0{,}445)$, $p = 0{,}507$. Signifikante Effekte gab es nur für die Prätest-Scores $F(63, 5{,}741)$, $p = 0{,}020$, $\eta p2 = 0{,}084$.

Um mögliche Effekte der einzelnen Bedingungen genauer untersuchen zu können, wurden zusätzlich within-subject *t*-Tests für abhängige Stichproben bei jeder Gruppe durchgeführt (Abb. 2). Bei Gruppe A ohne Erklärvideo ($n = 34$) ergab sich keine signifikante Verbesserung der Testleistung $t(33) = 1{,}90$, $p = 0{,}067$, 95 % CI [–0,06, 1,75]. Bei Gruppe B mit einem Erklärvideo ($n = 34$) ergab sich eine signifikante Verbesserung der Testleistung mit schwacher Effektstärke $t(33) = 2{,}69$, $p = 0{,}011$, $d = 0{,}46$, 95 % CI [0,29, 2,05]. Bei Gruppe C mit vier Erklärvideos ($n = 34$) ergab sich eine signifikante Verbesserung der Testleistung mit mittlerer Effektstärke $t(33) = 4{,}16$, $p < 0{,}001$, $d = 0{,}71$, 95 % CI [0,98, 2,87].

Die meisten Schüler:innen in Gruppe C präferierten YT2 (35,3 %) gefolgt von YT1 (26,5 %), YT3 (20,6 %) und YT4 (17,6 %). Dies deckt sich mit der Experteneinschätzung der subjektiven Lernwirksamkeit (Tab. 3). Bei der Befragung der Gruppen mit Erklärvideos, ob das Erklärvideo (B: Lehrmittel-Erklärvideo, C: favorisiertes YouTube-Erklärvideo) geholfen habe, den Elektromotor besser zu verstehen, gaben die meisten Schüler:innen an, dass diese ihnen eher oder sehr geholfen haben (B: 76,4 %, C: 85,3 %). Mittels eines Mann-Whitney-U-Tests konnte festgestellt werden, dass sich die Gruppen B und C hinsichtlich ihres subjektiven Lernzuwachses nicht signifikant unterschieden ($n = 68$, $W = 570$, $p = 0{,}914$). In den Fällen, in denen YT3 das favorisierte YouTube-Erklärvideo war, wurde die subjektive Lernwirksamkeit vergleichsweise am höchsten eingeschätzt, gefolgt von YT1, Lm, YT2 und YT4. Hier gibt es tendenziell leichte Unterschiede zum Expertenrating, bei dem sich Lm und YT2 von den anderen Erklärvideos abhoben (Tab. 3, subjektive Lernwirksamkeit). Weiter wurde bei den Gruppen mit Erklärvideos der Zusammenhang zwischen subjektiver Lernwirksamkeit des (bei C: favorisierten) Erklärvideos und dem tatsächlich gemessenen Differenzwerten von Post- und Prätests untersucht. Eine Rangkorrelation nach Spearman ergab keinen signifikanten Zusammenhang ($n =$

Tab. 4 Wie gut hat dir der Erklärfilm zum Thema Elektromotor gefallen?

	B: Lehrmittel-Erklärvideo (%)	C: favorisiertes Erklärvideo auf YouTube (%)
Gar nicht	2,9	5,9
Eher nicht	23,5	5,9
Eher gut	50,0	35,3
Sehr gut	23,5	52,9

$n_B = 34$; $n_C = 34$

68, $r_s = 0{,}193$, $p = 0{,}116$). Der Zusammenhang unterschied sich zwischen den Gruppen kaum (B: $n = 34$, $r_s = 0{,}180$, $p = 0{,}308$; C: $n = 34$, $r_s = 0{,}220$, $p = 0{,}212$).

Bezüglich der Vertrauenswürdigkeit des (bei C: favorisierten) Erklärvideos schätzten die meisten Schüler:innen das Erklärvideo als eher oder sehr vertrauenswürdig ein (B: 85,3 %, C: 88,24 %). Bei der Durchführung eines Mann-Whitney-U-Tests konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Vertrauenswürdigkeit des Erklärvideos aus NaTech 8 und des favorisierten Erklärvideos auf YouTube festgestellt werden ($n = 68$, $W = 521$, $p = 0{,}714$). Die Vertrauenswürdigkeit von YT 3 und YT 2 wurden vergleichsmäßig am höchsten eingestuft, falls diese favorisiert wurden, gefolgt von LM, YT 1 und YT 4. Dies deckt sich ungefähr mit dem Expertenrating, bei dem LM und YT 2 am besten abschnitten (Tab. 3, Vertrauenswürdigkeit).

Weiter wurden die Schüler:innen der beiden Gruppen mit Erklärvideos gefragt, wie gut ihnen das (bei C: favorisierte) Erklärvideo gefallen hat (Tab. 4). Den meisten Schüler:innen gefiel das Erklärvideo eher oder sehr gut (B: 73,53 %, C: 88,23 %). Mittels eines Mann-Whitney-U-Tests konnte ein signifikanter Unterschied mit mittlerer Effektstärke zwischen der Beliebtheit des Lehrmittel-Erklärvideos und des favorisierten YouTube-Erklärvideos festgestellt werden ($n = 68$, $W = 361{,}5$, $p = 0{,}007$, $r = 0{,}347$). Der Gesamteindruck der Schüler:innen war bei YT2 am höchsten, gefolgt von Lm, YT3, YT4 und YT1. Die Expertinnen schätzten YT1 tendenziell höher und YT3 tiefer ein als die Schüler:innen (Tab. 3, Gesamteindruck).

Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bekräftigen die Aussage, dass naturwissenschaftlichen Erklärvideos bei entsprechender Qualität und geeigneter Einbettung in den Unterricht ein positiver Einfluss auf die Lernwirksamkeit zugesprochen werden kann (Fey 2021; Hermann et al. in Vorbereitung; Lin und Tseng 2012; Van Der Meij und Van Der Meij 2014). Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit rein schriftbasiertem Lernmaterial und den Gruppen mit schriftbasiertem Lernmaterial und Erklärvideos beobachtet werden. Dieses Ergebnis widerspricht damit einigen Studien, die einen solchen Effekt nicht fanden (z. B. Kulgemeyer et al. 2022; Lang 2016; List und Ballenger 2019; Reinke et al. 2021). Ein Grund für den signifikanten Unterschied in der vorliegenden Studie könnte sein, dass auch in der Gruppe mit Erklärvideos schriftbasiertes Lernmaterial in Form von Informationstexten, Grafiken und begleitenden Fragen verwendet wurden. Nur die Information zur Funktionsweise eines Elektromotors der schriftbasierten Lernumgebung aus der Kontrollgruppe wurde in den Experimentalgruppen durch Erklärvideos ersetzt. Dies ähnelt den Methoden von Lin und Tseng (2012) sowie Van der Meij und Van der Meij (2014), die ebenfalls Lernumgebungen mit Erklärvideos und schriftbasiertem Lernmaterial mit rein schriftbasierten Lernumgebungen verglichen haben. Hingegen haben Kulgemeyer et al. (2022), Lang (2016), Reinke et al. (2021), Lee und List (2019) sowie List und Ballenger (2019) Erklärvideos ohne schriftbasiertes Lernmaterial mit rein schriftbasiertem Lernmaterial verglichen. Man könnte zunächst vermuten, dass die Chance auf einen positiven Effekt auf die Lernwirksamkeit größer wäre, wenn alle schriftbasierten Lernmaterialen durch Erklärvideos ersetzt werden statt nur ein Teil, da dadurch mehr Inhalte variiert werden. Allerdings standen den Experimentalgruppen durch den kombinierten Einsatz von Erklärvideos, geschriebenem Text und grafischen Darstellungen mehrere verschiedene Repräsentationsformen zur Verfügung als in einem Setting ohne schriftbasierte Lernmaterialen, was für die kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Mayer 2009) als Begründung für den positiven Effekt spricht. Dies deutet darauf hin, dass Erklärvideos insbesondere in Kombination mit anderen Lernmaterialien wirksam sind.

Die explorative Fragestellung, ob die Auswahlmöglichkeit von Erklärvideos einen Effekt auf den Lernzuwachs hat, konnte nicht abschließend geklärt werden. Zwar wies die Gruppe mit vier YouTube-Erklärvideos eine höhere Effektstärke im Leistungszuwachs als die Gruppe mit einem Lehrmittel-Erklärvideo auf, allerdings gab es keinen signifikanten Unterschied. Grund dafür könnte eine zu schwache Testgüte der Prä- und Posttests gewesen sein, da insgesamt der gemessene Lernzuwachs deskriptiv gesehen relativ gering ausfiel. Darüber hinaus wies die Gruppe mit Lehrmittel-Erklärvideo durchschnittlich höhere Prätest-Werte auf als die anderen Gruppen. Diese Ausprägung kam zufällig zustande und hätte sich womöglich durch eine höhere Stichprobe vermeiden lassen. Die Ergebnisse deuten aber zumindest auf einen möglichen Effekt der Auswahlmöglichkeit hin, wobei allerdings noch unklar ist, wie genau dieser Effekt zustande kommt. Eine höhere Anzahl angeschauter Videos in der Gruppe mit YouTube-Erklärvideos führte in der vorliegenden Studie jedenfalls nicht zu einem höheren Lernzuwachs, was gegen die Vermutung spricht, dass ein höherer Konsum von unterschiedlichen Erklärungen eine erhöhte Lernwirksamkeit bewirkt. Alternative Erklärungen für einen erhöhten Lernzuwachs wären eine gesteigerte Motivation bei selbständiger Auswahlmöglichkeit (siehe Selbstbestimmungstheorie, Ryan und Deci 2000) oder eine Auswahl von Erklärvideos, die besser den individuellen Bedürfnissen der Schüler:innen entspricht. Hier sind weitere Studien nötig, um die Wirkungsweise der Auswahlmöglichkeit näher untersuchen zu können.

Als mögliche zusätzliche Einflussvariablen auf den Lernzuwachs wurden die subjektive Lernwirksamkeit, die Ver-

trauenswürdigkeit und der Gesamteindruck des Lehrmittel-Erklärvideos und des favorisierten YouTube-Erklärvideos erfasst. Das favorisierte YouTube-Erklärvideo schnitt in allen Bereichen besser ab, wobei der Unterschied jedoch nur beim Gesamteindruck signifikant war. Dies könnte darauf hindeuten, dass Schüler:innen Erklärvideos, die sie selbst auswählen, für besser empfinden als vorgegebene Erklärvideos. Allerdings könnte dies auch mit der Qualität des Erklärvideos zusammenhängen, da das meist-favorisierte YouTube-Erklärvideo auch dasjenige mit dem höchsten Expertenrating war.

Zwischen der subjektiv wahrgenommenen Lernwirksamkeit und dem gemessenen Lernzuwachs konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Außerdem war aus deskriptiver Sicht die subjektive Lernwirksamkeit der Schüler:innen im Durchschnitt eher hoch, während der tatsächliche Lernzuwachs eher gering war. Dies könnte auf den Effekt einer Verstehensillusion bei den Gruppen mit Erklärvideos hindeuten, was sich mit den Befunden von Kulgemeyer et al. (2022) deckt, die sowohl bei Gruppen mit Erklärvideos als auch textbasiertem Lernmaterial eine Verstehensillusion feststellen konnten. Allerdings wurde die subjektive Lernwirksamkeit in der vorliegenden Untersuchung nicht in der Gruppe ohne Erklärvideos erhoben, weshalb ein möglicher Effekt der Verstehensillusion nicht mit rein schriftbasierten Lernmaterialien verglichen werden konnte. Auch konnte kein Unterschied der Größe des Effekts der Verstehensillusion bei den Gruppen mit Lehrmittel-Erklärvideo und mit einer Auswahl von YouTube-Erklärvideos festgestellt werden, was gegen eine erhöhte Verstehensillusion aufgrund der Auswahl kognitiv leicht verarbeitbarer Erklärvideos spricht. Um allerdings genauere Aussagen zur Verstehensillusion zu machen, sind spezifischere Messmethoden nötig.

Interessant ist, dass die Vertrauenswürdigkeit beim Lehrmittel-Erklärvideo von den Schüler:innen nicht höher eingeschätzt wurde als beim favorisierten YouTube-Erklärvideo, obwohl dort die Herausgeberschaft mit den schriftbasierten Unterlagen übereinstimmte und den Schüler:innen bekannt sein sollte, während die Herausgeberschaft bei den YouTube-Erklärvideos nicht deutlich ersichtlich war. Die Herausgeberschaft schien bei der Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit also nicht zwingend ein Hauptmerkmal gewesen zu sein. Dies trifft mit der qualitativen Untersuchung von Labude et al. (in Vorbereitung) überein, in der Schüler:innen die Vertrauenswürdigkeit von Erklärvideos im Internet höher einschätzten als Lehrpersonen und eher über intuitive statt systematische Strategien zur Überprüfung der Erklärvideos berichteten. Es könnte also sein, dass Schüler:innen durch eine selbständige Auswahl von Erklärvideos die Vertrauenswürdigkeit der ausgewählten Erklärvideos überschätzen und so eher dazu tendieren, falsche oder unpassende Informationen aufzunehmen, was eine große Sorge von Lehrpersonen und Forschenden ist (z. B. Kulgemeyer 2019). Dies verdeutlicht die Wichtigkeit, die Medienkompetenz von Schüler:innen zu fördern und hinsichtlich Plausibilitätsurteilen („*Was ist wahr?*“) und Vertrauensurteilen („*Wem kann man glauben?*“) zu untersuchen (Bromme und Kienhues 2014, S. 71).

Limitationen und Ausblick

Um einer möglichen Konfundierung entgegenzuwirken, wurden Gestaltungskriterien und Nutzungsweisen der verwendeten Erklärvideos möglichst konform zum jeweiligen Setting gehalten, wobei die Gruppe mit einem vorgegebenen Lehrmittel-Erklärvideo ein unterrichtsähnliches Setting und die Gruppe mit vier YouTube-Erklärvideo das selbständige Lernen simulieren sollten. Außerdem wurde kontrolliert, welche und wie viele Erklärvideos in der YouTube-Gruppe angeschaut wurden. Dennoch konnte die Problematik von konfundierenden Variablen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Diese Problematik resultiert aus dem Bedürfnis, ein möglichst natürliches Setting und dadurch externe Validität aufrechtzuerhalten. Für zukünftige Studien müsste man die Vorgehensweisen womöglich trennen: Für eine natürlichere Untersuchung des Settings müsste man Schüler:innen bei der Gruppe mit mehreren Erklärvideos zur Auswahl selbständig im Internet suchen und auswählen lassen, ohne die Anzahl möglicher Erklärvideos zu begrenzen und die Suche durch eine enge Auswahl zu stark zu vereinfachen. Die Suche nach Erklärvideos sollte also Teil der Lerneinheit sein. Außerdem könnte man auch die Perspektive der Lehrpersonen miteinbeziehen, indem man sie das vorgegebene Erklärvideo auswählen lässt. Für eine genauere Untersuchung des Einflusses der Auswahlmöglichkeit und der Faktoren, die diesen Einfluss hervorrufen, hätte man Erklärvideos strikt nach Gestaltungskriterien selbst entwickeln und vorgeben können oder mit mehreren Experimentalgruppen die Anzahl der Erklärvideos weiter variieren können. Um mit vertretbarem Aufwand erste Hinweise im Rahmen der vorliegenden explorativen Untersuchung sammeln zu können, war der Ansatz jedoch geeignet.

Das von den Schüler:innen meist favorisierte Erklärvideo war jenes mit dem höchsten Expertenrating, was auf eine gewisse Medienkompetenz bei Schüler:innen im Umgang mit Erklärvideos deuten könnte. Grundsätzlich stimmten auch die durchschnittlichen Einschätzungen der einzelnen Erklärvideos durch die Schüler:innen mit jenen der Expertinnen relativ gut überein. Einschränkend ist anzumerken, dass dieser Vergleich rein deskriptiv war und auf Basis geringer Teilstichproben durchgeführt wurde, weil in der Gruppe mit einer Auswahl von vier YouTube-Erklärvideos die zusätzlichen Kontrollfragen nur für das favorisierte You-

Tube-Erklärvideo gestellt wurden. Darüber hinaus wurden nur Erklärvideos zur Auswahl gestellt, die gewisse Qualitätsansprüche erfüllten. Für zukünftige Studien wäre es zielführend, Erklärvideos mit geringerer Qualität zur Auswahl zu stellen, um zusätzlich die Diversität der Erklärvideos zu variieren und einen möglichen Effekt verschiedener Erklärungsweisen und Darstellungsformen untersuchen zu können.

Allgemein wurden in der vorliegenden Studie Variablen nur unzureichend untersucht, die Wirkungszusammenhänge in Bezug auf die Auswahlmöglichkeit erklären, also auf welche Weise die Auswahlmöglichkeit einen potenziellen Einfluss auf die Lernwirksamkeit haben könnte. Konstrukte wie die Verstehensillusion und die Medienkompetenz wurden in der vorliegenden Untersuchung nur anhand je eines Items gemessen. Hier müssten in Zukunft ausführliche Messungen der Medienkompetenz und Verstehensillusion durchgeführt werden, die eine detaillierte Einschätzung ermöglichen. Darüber hinaus wäre es für zukünftige Studien nützlich, motivationale Faktoren als mögliche Mediatorvariablen zu untersuchen, da die Motivation durch die selbständige Auswahl des Erklärvideos erhöht sein könnte (siehe Selbstbestimmungstheorie, Ryan und Deci 2000). Nicht zuletzt wäre es interessant, die kognitive Belastung zu messen, die womöglich in einer Bedingung erhöht sein könnte, in der Schüler:innen selbst nach Erklärvideos suchen müssen (siehe Cognitive Load Theory, Sweller 2003).

Fazit

Bei geeigneter Einbettung und einem qualifizierten Gebrauch können naturwissenschaftliche Erklärvideos ein wirksames Mittel sein, um Schüler:innen beim Wissens- und Kompetenzaufbau in den Naturwissenschaften zu unterstützen. Dies könnte auf das Potenzial von Erklärvideos im deutschsprachigen Naturwissenschaftsunterricht hindeuten, insbesondere wenn man sie mit anderen Lernmaterialien kombiniert. Diesem Potenzial steht die Gefahr gegenüber, dass Informationen von Erklärvideos aus dem Internet, die selbständig von Schüler:innen ausgewählt wurden, unpassend oder fehlerhaft sein könnten. Erste Hinweise der vorliegenden Untersuchung deuten darauf hin, dass sich die Lernwirksamkeit je nach Auswahlmöglichkeit der Schüler:innen verändern könnte, weitere Forschung ist jedoch nötig, um einen solchen Effekt und dahinterliegende Prozesse genauer zu untersuchen.

Funding Open access funding provided by University of Basel

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de.

Literatur

Allen, I.E., & Seaman, J. (2017). Digital learning compass: Distance education enrollment report 2017. https://onlinelearningsurvey.com/reports/digtiallearningcompassenrollment2017.pdf

Astleitner, H., & Wiesner, C. (2004). An integrated model of multimedia learning and motivation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, *13*(1)., .

Bower, M. (2019). Technology-mediated learning theory. *British Journal of Educational Technology*, *50*(3), 1035–1048. https://doi.org/10.1111/bjet.12771.

Breimer, E., Cotler, J., & Yoder, R. (2012). Video vs. text for lab instruction and concept learning. *Journal of computing sciences in colleges*, *27*(6), 42–48. https://doi.org/10.5555/2184451.2184462.

Bromme, R., & Kienhues, D. (2014). Wissenschaftsverständnis und Wissenschaftskommunikation. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (6. Aufl. S. 55–81). Weinheim: Beltz.

Delen, E., Liew, J., & Willson, V. (2014). Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning: self-regulation in online video-based environments. *Computers & Education*, *78*, 312–320. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.018.

Fey, C.-C. (2021). Erklärvideos – eine Einführung zu Forschungsstand, Verbreitung, Herausforderungen. In E. Matthes, S.T. Siegel & T. Heiland (Hrsg.), *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 15–30). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *Medien-Pädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*. https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.01.X.

Fiorella, L., Van Gog, T., Hoogerheide, V., & Mayer, R.E. (2017). It's all a matter of perspective: viewing first-person video modeling examples promotes learning of an assembly task. *Journal of Educational Psychology*, *109*(5), 653–665. https://doi.org/10.1037/edu0000161.

Groeben, N. (1982). *Leserpsychologie: Textverständnis Textverständlichkeit*. Münster: Aschendorff. https://doi.org/10.23668/psycharchives.10394.

Hansch, A., Hillers, L., McConachie, K., Newman, C., Schildhauer, T., & Schmidt, P. (2015). *Video and online learning: critical reflections and findings from the field*. HIIG Discussion Paper Series No. 2015-02. https://doi.org/10.2139/ssrn.2577882.

Hasler, B.S., Kersten, B., & Sweller, J. (2007). Learner control, cognitive load and instructional animation. *Applied Cognitive Psychology*, *21*(6), 713–729. https://doi.org/10.1002/acp.1345.

Hermann, M., Wilhelm, M., & Brovelli, D. Qualitätskriterien für Erklärvideos als Ausgangspunkt für die Erfassung von Facetten professioneller Lehrkompetenz für den lernwirksamen Einsatz von Erklärvideos im Fach Natur und Technik. *PriSE*., in Vorbereitung.

Hoogerheide, V., Van Wermeskerken, M., Loyens, S. M. M., & Van Gog, T. (2016). Learning from video modeling examples: Content kept equal, adults are more effective models than peers. *Learning and Instruction*, *44*, 22–30. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.02.004.

Kay, R. H. (2012). Exploring the use of video podcasts in education: a comprehensive review of the literature. *Computers in Human Behavior*, *28*(3), 820–831. https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.011.

Krämer, A., & Böhrs, S. (2017). Erklärvideos als effektives und effizientes Marketing-Instrument. *Marketing Review St. Gallen*, *34*(2), 54–61.

Kulgemeyer, C. (2018). Wie gut erklären Erklärvideos? Ein Bewertungsleitfaden. *Computer + Unterricht*, *109*, 8–11.

Kulgemeyer, C. (2019). Qualitätskriterien zur Gestaltung naturwissenschaftlicher Erklärvideos. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*. Jahrestagung, Kiel, 2018. (S. 285–288). Universität Regensburg.

Kulgemeyer, C. (2020). A Framework of effective science explanation videos informed by criteria for instructional explanations. *Research in Science Education*, *50*(6), 2441–2462. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9787-7.

Kulgemeyer, C., & Peters, C. H. (2016). Exploring the explaining quality of physics online explanatory videos. *European Journal of Physics*, *37*(6), 65705. https://doi.org/10.1088/0143-0807/37/6/065705.

Kulgemeyer, C., & Starauschek, E. (2014). Analyse der Verständlichkeit naturwissenschaftlicher Fachtexte. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 241–253). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_20.

Kulgemeyer, C., & Tomczyszyn, E. (2015). Physik erklären – Messung der Erklärensfähigkeit angehender Physiklehrkräfte in einer simulierten Unterrichtssituation. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *21*, 111–126. https://doi.org/10.1007/s40573-015-0029-5.

Kulgemeyer, C., Hörnlein, M., & Sterzing, F. (2022). Exploring the effects of physics explainer videos and written explanations on declarative knowledge and the illusion of understanding. *International Journal of Science Education*, *44*(11), 1855–1875. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2100507.

Labude, M., Vonschallen, S., Krüger, M., Schneider, C., & Metzger, S. Watch and Learn: Wie Schüler:innen und Lehrpersonen Erklärvideos für den Naturwissenschaftsunterricht nutzen, in Vorbereitung.

Lang, G. (2016). The relative efficacy of video and text tutorials in online computing education. *Information Systems Education Journal*, *14*(5), 33–43. http://isedj.org/2016-14/ISSN: 1545-679X.

Lee, H. Y., & List, A. (2019). Processing of texts and videos: a strategy-focused analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, *35*(2), 268–282. https://doi.org/10.1111/jcal.12328.

Lin, C., & Tseng, Y. (2012). Videos and animations for vocabulary learning: a study on difficult words. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *11*(4), 346–355.

List, A., & Ballenger, E. E. (2019). Comprehension across mediums: the case of text and video. *Journal of Computing in Higher Education*, *31*(3), 514–535. https://doi.org/10.1007/s12528-018-09204-9.

Lloyd, S. A., & Robertson, C. L. (2012). Screencast tutorials enhance student learning of statistics. *Teaching of Psychology*, *39*(1), 67–71. https://doi.org/10.1177/0098628311430640.

Marquardt, K. (2016). *Beurteilungsraster für Mathematik-Erklärvideos: Chancen, Grenzen und Durchführung mittels Resultaten aus der Schulbuchforschung (Diplomarbeit)*. Universität Wien. tinyurl.com/y87hmhm3. Zugegriffen: 30. März 2023

Matthes, E., Siegel, S. T., & Heiland, T. (2021). *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. Aufl.). Cambridge: University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678.

Mayer, R. E., & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, *93*(2), 390–397. https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.390.

Metzger, S., Brückmann, M., Engel, S., Möschler, L., Murer, L., Weidele-Senn, F., & Kunz, P. (2020). NaTech 8. Lehrmittel für Natur und Technik für das 8. Schuljahr inkl. Grundlagenbuch, Arbeitsmaterialien, Onlinematerialien und Kommentar für Lehrpersonen. (1. Auflage). LMVZ, Lehrmittelverlag Zürich.

Morris, C., & Chikwa, G. (2014). Screencasts: how effective are they and how do students engage with them? *Active Learning in Higher Education*, *15*(1), 25–37. https://doi.org/10.1177/1469787413514654.

Moser Opitz, E. (2010). Innere Differenzierung durch Lehrmittel: (Entwicklungs-)Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel von Mathematiklehrmitteln. *BzL – Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, *28*(1), 53–61. https://doi.org/10.36950/bzl.28.1.2010.9794.

Petko, D. (2020). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien* (2. Aufl.). Weinheim Basel: Beltz.

Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, *29*, 128–140. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006.

Rat für kulturelle Bildung (2019). Jugend/ YouTube / Kulturelle Bildung. Horizont 2019. https://www.stiftung-mercator.de/de/publikationen/jugend-youtube-kulturelle-bildung-horizont-2019/

Reinke, B., Eisenmann, M., Matthiesen, S., Matthiesen, U., & Wagner, I. (2021). Erklärvideos – im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht eine Alternative zu Texten? *Journal of Technical Education (JOTED)*. https://doi.org/10.48513/JOTED.V9I2.217.

Richtberg, S., & Girwidz, R. (2019). Learning physics with interactive videos: possibilities, perception, and challenges. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012057.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, *55*(1), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68.

Salmerón, L., Sampietro, A., & Delgado, P. (2020). Using Internet videos to learn about controversies: evaluation and integration of multiple and multimodal documents by primary school students. *Computers & Education*, *148*, 103796. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103796.

Schwan, S., & Riempp, R. (2004). The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots. *Learning and Instruction*, *14*(3), 293–305. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.005.

Shoufan, A., & Mohamed, F. (2022). Youtube and education: a scoping review. *IEEE Access*, *10*, 125576–125599. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3225419.

Siegel, S. T., & Hensch, I. (2021). Qualitätskriterien für Lehrvideos aus interdisziplinärer Perspektive: Ein systematisches Review. In E. Matthes, S. T. Siegel & T. Heiland (Hrsg.), *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 254–266). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Spanjers, I. A. E., Van Gog, T., Wouters, P., & Van Merriënboer, J. J. G. (2012). Explaining the segmentation effect in learning from animations: The role of pausing and temporal cueing. *Computers*

& Education, *59*(2), 274–280. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.024.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. *Psychology of Learning and Motivation*, *43*, 215–266. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(03)01015-6.

Valentin, K. (2018). Video-Tutorials. *Medienimpulse*, *56*(4), 1–39. https://doi.org/10.21243/MI-04-18-07.

Van Der Meij, H., & Van Der Meij, J. (2014). A comparison of paper-based and video tutorials for software learning. *Computers & Education*, *78*, 150–159. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.003.

Wolf, K. D. (2015). Bildungspotenziale von Erklärvideos und Tutorials auf YouTube. Audiovisuelle Enzyklopädie, adressatengerechtes Bildungsfernsehen, Lehr-Lern-Strategie oder partizipative Peer Education? *Medien + Erziehung*, *59*(1), 30–36.

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., & Nunamaker, J. F. (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.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.