

# BEYOND H5P – Entwicklung neuer Interaktionsmöglichkeiten für (Mathematik-)Lernvideos

Stephan Bach<sup>1</sup>, Lena Vilsmeier<sup>1</sup>, Mike Altieri<sup>1</sup>, Veit Stephan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, <sup>2</sup>evidentmedia

*Die Integration interaktiver Elemente ist ein vielversprechender Ansatz für die Gestaltung kognitiv aktivierender Lernvideos. Hierbei spielt die inhaltliche und mediale Gestaltung des Feedbacks eine zentrale Rolle. Aktuelle Softwarelösungen wie H5P stoßen jedoch an Grenzen, adäquates Feedback bereitzustellen. In diesem Artikel wird eine Software vorgestellt, die die Möglichkeiten zur Feedbackgestaltung um zentrale Aspekte erweitert und zudem den offenen Interaktionstyp Text Match zur Verfügung stellt. Der Artikel trägt damit zur Weiterentwicklung des Lernens mit interaktiven Videos bei.*

## Einleitung

In den letzten Jahren haben Lernvideos als wirksame (informelle) Ressource im Lehr-Lern-Kontext immer mehr an Bedeutung gewonnen – beispielsweise durch die Möglichkeiten zur Veranschaulichung komplexer Inhalte oder wegen ihres Potentials für die Flexibilisierung von Lernprozessen. Die Integration interaktiver Elemente (IE) ist eine Möglichkeit, das Lernen mit Videos zudem adaptiver und vor allem kognitiv aktivierend zu gestalten. Einen zentralen Beitrag leistet dabei das bereitgestellte Feedback, das zum einen mediendidaktische Gestaltungsempfehlungen berücksichtigen und zum anderen inhaltsbezogenen Kriterien für effektive instruktionale Erklärungen folgen sollte. In dem interdisziplinären Verbundprojekt MuM-Video soll das didaktische Potential von interaktiven Lernvideos für den Mathematikunterricht nutzbar gemacht werden. Hierfür wurde in einem Design-Research-Prozess ein verstehens-orientiertes interaktives Lernvideo zur elementaren Algebra in mehreren Zyklen entwickelt und qualitativ beforscht. Die Integration der IE erfolgte zunächst mit der Open-Source-Software H5P. Dabei zeigten sich jedoch Einschränkungen bezüglich der Darstellung sowie der Inhalte der Feedbackangebote. In den Designexperiment-Zyklen wurde deutlich, dass die Bereitstellung von medien- und fachdidaktisch geeigneter Rückmeldung dafür entscheidend ist, ob Lernende a) die Existenz des Feedbackangebots überhaupt wahrnehmen, wie sie b) das Feedback für die Bearbeitung nutzen und c) dessen Rolle für ihr Lernen bewerten. Ausgehend von der Bedeutung von Feedback in Lehr-Lern-Prozessen werden im Beitrag Grenzen aktueller Softwarelösungen für interaktive Videos am Beispiel von H5P aufgezeigt und untersucht. Anschließend wird das neu entwickelte Tool FIVE<sup>+</sup> vorgestellt, das es erlaubt, Feedback bereitzustellen, das sich an zentralen theoretischen Erkenntnissen aus Mediendidaktik und Instruktionspsychologie orientiert.

## Theoretischer Rahmen

### Lernvideos

Videos, mit ihrem Potential zur Flexibilisierung von Lehr-Lern-Prozessen, sind in den letzten Jahren – auch im Kontext Schulunterricht – ein zunehmend häufig genutztes Lernmedium (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Ein wesentlicher Vorteil ist dabei die Kombination unterschiedlicher Kanäle (visuell und auditiv) bei der Informationsverarbeitung (Mayer, 2022b). Im Bereich der Mathematik spielt darüber hinaus die Möglichkeit, dynamische

Prozesse sichtbar zu machen, eine wesentliche Rolle (Bersch et al., 2020). Für die Lernwirksamkeit von Videos existieren zahlreiche empirische Befunde, wie beispielsweise die Metaanalyse von Höffler und Leutner (2007); es gibt aber auch Kritikpunkte. Neben der oft unzureichenden fachdidaktischen Qualität von Lernvideos im Internet (Korntreff & Prediger, 2021), sind hier insbesondere die geringe Adaptivität sowie die passive Rolle der Lernenden zu nennen. Bersch et al. (2020) sprechen in diesem Zusammenhang von „Frontalunterricht mit minimaler Interaktion“ (S. 62), Chen (2012) von „couch-potato-attitude“ (S. 115). Darüber hinaus birgt der instruktionale Einsatz von Videos die Gefahr, dass Lernende einer Verstehensillusion unterliegen (Kulgemeyer, 2018). Um diesen Kritikpunkten zu begegnen, gibt es verschiedene Lösungsvorschläge. Neben einer sorgfältigen Verzahnung mit dem Unterricht zählt dazu insbesondere die Integration interaktiver Elemente, auf die im folgenden Abschnitt genauer eingegangen wird.

## Interaktive Lernvideos

Der Begriff der Interaktivität wird in der Literatur im Zusammenhang mit Lernvideos nicht einheitlich verwendet.<sup>1</sup> Meist spricht man aber von einem interaktiven Lernvideo, wenn zusätzlich zu den gewöhnlichen Steuerungsfunktionen wie Play und Pause weitere funktionale Elemente integriert sind, mit denen Rezipient:innen den Ablauf des Videos beeinflussen können. Dazu zählen beispielsweise Aufgaben mit automatischem Feedback, Annotationsmöglichkeiten oder Suchfunktionen. Buchner (2018) spricht in diesem Zusammenhang von „didaktischen Interaktionen“ (S. 1).

Es gibt verschiedene Ansätze, um Interaktionstypen zu klassifizieren. Beispielsweise unterscheiden Moreno und Mayer (2007) die Formen Dialog, Kontrolle, Einflussnahme, Suche und Navigation. Domagk et al. (2010) beschränken sich auf die beiden Kategorien Kontrolle und Lenkung und betonen die Bedeutung von Feedback für lernwirksame Interaktionsprozesse. Palaigeorgiou et al. (2019) weisen außerdem darauf hin, dass verschiedene Interaktionstypen geeignet sind, unterschiedliche kognitive und metakognitive Prozesse zu unterstützen. Dabei handelt es sich um aktives Lernen, Aufmerksamkeitslenkung, Informationsabruf, Reflexion, Wissenskonstruktion, Auslösung kognitiver Konflikte und kollaboratives Lernen.

Technisch sind interaktive Lernvideos zunehmend leicht umsetzbar. So stellen Palaigeorgiou et al. (2019) elf verschiedene Plattformen vor, mit denen sich wesentliche Interaktionstypen realisieren lassen. Buchner (2018) empfiehlt unter anderem aufgrund der Benutzerfreundlichkeit, des Open-Source-Konzepts und der Vielfalt an verfügbaren Funktionen die Nutzung von H5P.

## Grundlagen aus Instruktionspsychologie und Mediendidaktik

Für die lernwirksame Gestaltung von IE, einschließlich des Feedbacks, das durch sie bereitgestellt wird, sind zwei Fragen maßgebend (vgl. Ring & Brahm, 2022): Wie müssen die IE *inhaltlich beschaffen* sein, um Lernprozesse wirksam zu unterstützen, und wie müssen sie *medial gestaltet* sein, damit sie von den Lernenden wahrgenommen und genutzt werden?

---

<sup>1</sup> Eine Übersicht geben Bach et al. (2023).

Zur Beantwortung der ersten Frage können Befunde über effektive instruktionale Erklärungen herangezogen werden. Wittwer und Renkl (2008) unterscheiden hier vier Erfolgskriterien: 1) Anpassung an das Vorwissen der Lernenden, 2) Fokus auf konzeptuelles Wissen und Vernetzung zwischen Themen, 3) Integration in laufende kognitive Aktivitäten und 4) Vermeidung des Ersatzes eigener Wissenskonstruktion. Lernvideos sollten demnach adaptiv, konzeptuell fokussiert und kognitiv aktivierend sein (Kulgemeyer, 2020), um diesen Anforderungen gerecht zu werden. In jedem dieser Bereiche können IE einen wesentlichen Beitrag leisten.

Für die Frage nach der medialen Gestaltung von IE liefert unter anderem die Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML; Mayer, 2005) wichtige Erkenntnisse. Aus Grundannahmen über die Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn werden im Rahmen der CTML Prinzipien zur Gestaltung multimedialer Lernumgebungen abgeleitet. Für den vorliegenden Artikel sind insbesondere zwei dieser Prinzipien relevant:<sup>2</sup> Das Spatial Contiguity Principle besagt, dass die extrinsische Informationsverarbeitung, d.h. Verarbeitung, die nicht dem Lernziel dient, minimiert wird, wenn verbale und nonverbale Inhalte in räumlicher Nähe zueinander präsentiert werden. Das Modality Principle empfiehlt, textbasierte Inhalte zur Ergänzung von Bildmaterial nicht in schriftlicher, sondern in auditiver Form zu präsentieren, um bei der Verarbeitung relevanter Inhalte zu unterstützen.

## Nutzung von H5P

### Möglichkeiten und Grenzen

H5P ist eine HTML5-basierte Open-Source-Software, die es ermöglicht, mittels verschiedener Inhaltstypen (content types) Lerninhalte zu erstellen. Der Typ interaktives Video ist mit weiteren Inhaltstypen kombinierbar. Diese sind bei H5P sehr vielfältig und reichen von einfachen Text-Overlays bis hin zu interaktiven Zusammenfassungen; auch zur Umsetzung von Feedback werden zahlreiche Möglichkeiten angeboten. Will man instruktionspsychologisch und medien-didaktisch begründete Designprinzipien umsetzen, stößt man jedoch schnell an Grenzen. So sind die interaktiven Elemente bei H5P nur schwach in das Video integriert und erscheinen als Pop-up-Fenster über dem aktuellen Videohintergrund. Daraus resultiert häufig eine größere Distanz zu dem entsprechenden Inhalt im Video und somit eine erhöhte extrinsische Verarbeitung. Außerdem geht das Potential einer stärkeren Immersion für die Aufmerksamkeitslenkung verloren (vgl. Kerres et al., 2022). Bei den vorhandenen Inhaltstypen fehlt aktuell eine Möglichkeit zur Eingabe und Überprüfung von Zahlen, Variablen oder einfachen Termen.<sup>3</sup> Dabei spielen solche Antworten in der Mathematik häufig eine zentrale Rolle.

Die Feedback-Möglichkeiten von H5P erscheinen zwar auf den ersten Blick vielfältig, sind jedoch wenig adaptiv, erlauben lediglich die beiden Ausprägungen „richtig“ oder „falsch“, sind nicht in räumlicher Nähe zur Aufgabe platzierbar und werden ausschließlich in Textform

---

<sup>2</sup> Einen vollständigen Überblick findet man bei Mayer (2022a).

<sup>3</sup> Der verfügbare Inhaltstyp „free text questions“ verfolgt einen zwar spannenden aber grundlegend anderen Ansatz – nämlich die Integration von manuell bewerteten, offenen Fragen mit reflexivem Charakter.

angezeigt. Auf diese Limitationen wird nun am Beispiel des Inhaltstyps Drag-and-Drop genauer eingegangen.

**Geringe Adaptivität des Feedbackangebots:** Für Lernende ist es nicht möglich, zu entscheiden, für welche Antwort und ggf. in welcher Reihenfolge sie Rückmeldung erhalten möchten. Stattdessen wird alles Feedback gesammelt und nach dem Klick auf „Überprüfen“ angezeigt. Dabei kann sowohl ein Gesamtfeedback als auch ein Einzelfeedback auf den unterschiedlichen Ablagezonen hinterlegt werden. Das Gesamtfeedback basiert auf den in der Aufgabe erreichten Punkten, so dass alle Lernenden mit der gleichen Punktzahl dasselbe Feedback erhalten – unabhängig davon, welches Ablagefeld falsch war. Eine spezifische Rückmeldung, die beispielsweise typische Fehlvorstellungen aufgreift oder einen passenden Selbsterklärungsprompt anbietet, ist so nicht möglich. Auch das Einzelfeedback auf die Ablagezonen hilft kaum weiter. Da es nur die Unterscheidung zwischen falschen und richtigen Antworten zulässt, erhalten hier alle möglichen Falschantworten dasselbe Feedback. Diese Limitationen bei der Feedbackgestaltung sind nicht zuletzt mit Blick auf die Erfolgskriterien instruktionaler Erklärungen problematisch. So setzt eine Integration des Feedbacks in die laufenden kognitiven Aktivitäten neben einer hohen inhaltlichen Passung auch Entscheidungsmöglichkeiten der Lernenden voraus. Eine zielgerichtete kognitive Aktivierung, beispielsweise durch einen Feed-Forward-Prompt (vgl. Hattie & Timperley, 2007) für eine wiederholte Bearbeitung, muss an den Vorstellungen der Lernenden anknüpfen. Dies lässt sich mit den Möglichkeiten von H5P nicht oder nur sehr eingeschränkt realisieren.

**Dichotomer Charakter der Rückmeldung:** Anders als andere digitale Tools erlaubt es H5P nicht, einzelne Antworten als „teilweise richtig“ zu deklarieren. Dies wird dem Charakter vieler Fragen nicht gerecht. Außerdem ist es wenig motivationsförderlich, wenn eine Antwort, bei der schon viele – wenn auch nicht alle – Aspekte korrekt berücksichtigt wurden, genauso falsch ist, wie eine Antwort, bei der die Frage noch gar nicht richtig erfasst wurde. Dies gilt in besonderem Maße, wenn eine Verbesserung in einem zweiten Antwortversuch (erst falsch dann teilweise richtig) nicht abgebildet werden kann.

**Räumliche Distanz von Antwort und Text-Feedback:** Aus dem Spatial Contiguity Principle der CTML lässt sich ableiten, dass Feedback nah bei der zugehörigen Antwort platziert werden sollte. Textuelles Feedback in H5P wird dieser Anforderung nicht gerecht. Vielmehr wird das Einzelfeedback auf die Ablagezonen tabellarisch unterhalb der Aufgabe dargestellt (vgl. Abbildung 1, links). Dadurch müssen Lernende zwischen ihren Antworten und den zugehörigen Feedbacktexten hin- und herscrollen oder zumindest mit dem Blick hin- und herspringen. Ähnlich ist die Situation beim Gesamtfeedback, das als blauer Text unter der Aufgabe angezeigt wird. Bei umfangreicheren Aufgaben oder Feedbacksätzen muss hier ebenso wie beim Einzelfeedback gescrollt werden, um das Feedback überhaupt wahrnehmen zu können. Ein Kompromiss, der sowohl den inhaltlichen als auch den mediendidaktischen Anforderungen wenigstens teilweise gerecht wird, ist die Beschränkung auf ein möglichst kompaktes Gesamtfeedback (vgl. Abbildung 1, rechts).

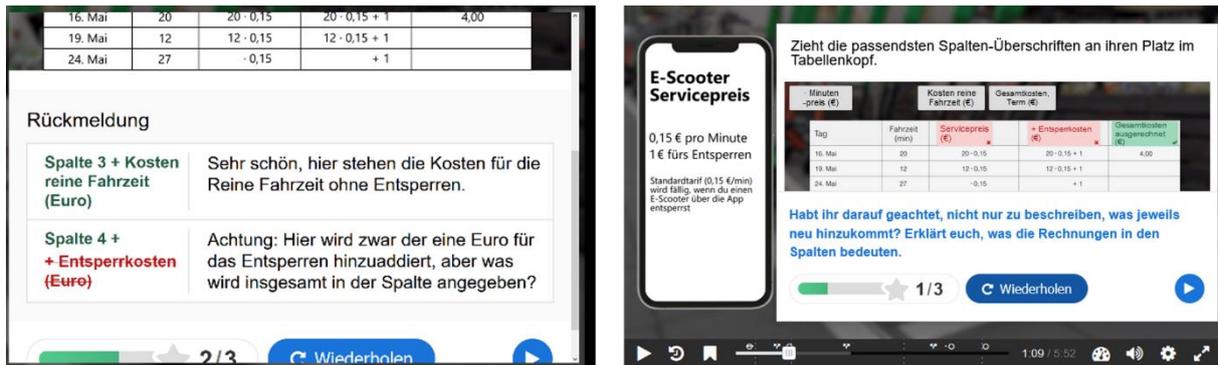


Abbildung 1: Textuelles Feedback zu einer H5P-Drag-and-Drop-Aufgabe (links Einzelfeedback, rechts Gesamtfeedback)

## Umsetzung und Erfahrungen

Grundlage der hier vorgestellten Entwicklung ist ein Lernvideo zur elementaren Algebra, welches in mehreren Designexperiment-Zyklen entwickelt und beforscht wurde. Das verstehensorientierte Video thematisiert den Unbestimmten-Aspekt des Variablenbegriffs an einem Praxisbeispiel und richtet sich an Lernende an Berufsschulen. Es gehört zu einer dreiteiligen Lernumgebung, die außerdem Paper-Pencil-Aufgaben sowohl zur Vorbereitung als auch zur Vertiefung des Videos beinhaltet. Bei der Nutzung von H5P wurde in den Designexperimenten (n=6 Lernende) deutlich, dass das textuelle Gesamtfeedback zu den beiden integrierten Drag-and-Drop-Aufgaben wenig bis keine Beachtung findet. Zum Teil wurde geschriebener Text im Kontext von IE gar nicht wahrgenommen – „*Ich glaube das haben wir einfach überlesen*“ (I13, Z. 126) – oder die Lernenden meldeten Aussagen zurück wie „*[...] war zu faul den Text zu lesen*“ (I13, Z. 392) oder „*[...] dass man vielleicht die Wörter hinschreibt und dann kurze Definition und nicht so ein langer Text [...] weil dann glaube ich ist der Drang eher da, dass man sich das durchliest [...]*“ (I13, Z. 399–401). Die begrenzten Möglichkeiten der Feedbackgestaltung führen also nicht nur zu inhaltlichen Einschränkungen, sondern auch zu einer reduzierten Nutzung des Feedbackangebots. Dies steht in deutlichem Widerspruch zur Bedeutung von Feedback für die Unterstützung von Lernprozessen.

## Eigenentwicklung FIVE<sup>+</sup>

### Ziele/Idee

Um die Feedbackwahrnehmung und -nutzung zu verbessern, wurden aus Beobachtungen und theoretischen Erkenntnissen Anforderungen an ein Tool zur Erstellung interaktiver Videos, insbesondere an Möglichkeiten zur Feedbackgestaltung, abgeleitet. Die entsprechende Entwicklung einer eigenen Software wurde über eine Auftragsvergabe realisiert. Das neue Tool FIVE<sup>+</sup> – der Name steht für „Enhanced (+) Feedback for Interactive Video“ – weist *fünf* Kernelemente der erweiterten Feedbackgestaltung auf (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Feedback ...

1. ist audiobasiert,
2. kann in räumlicher Nähe zur Antwort abgerufen werden,
3. erfolgt, wenn die Lernenden es benötigen,
4. erlaubt auch „teilweise richtig“-Antworten,

5. und ist adaptiv für verschiedene Antworten/Antwortmuster und Versuche.

Darüber hinaus werden neue Interaktionstypen, insbesondere das für die Mathematik interessante Antwortformat Text Match, bereitgestellt und die Integration der interaktiven Elemente ins Video verbessert.

## Funktionsumfang

Im folgenden Abschnitt werden die in FIVE<sup>+</sup> verfügbaren Interaktionstypen erläutert. Sie können direkt auf dem aktuellen Videohintergrund platziert und somit unmittelbar mit dem Inhalt des Videos verknüpft werden. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gibt einen Überblick über vorhandene und geplante Funktionen sowie unterstützte kognitive und metakognitive Prozesse.

**Drag-and-Drop-Aufgaben** bestehen aus  $m$  Ablagezonen und  $n \geq m$  textbasierten, ziehbaren Antwortoptionen. Zusätzlich zu einer farblichen Rückmeldung für „richtig“ (grün), „teilweise richtig“ (gelb) und „falsch“ (rot) kann für jede mögliche Passung von Option und Ablagezone, d.h. für  $m \cdot n$  Kombinationen, verbales Feedback per Audiodatei hinterlegt werden. Lernende können dieses durch Mausklick auf die eingefärbte Ablagezone abrufen (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Auf diese Weise wird Feedback selbst zu einem interaktiven Element und erlaubt individuell unterschiedliche Nutzungsweisen. Zudem ist es möglich, konkret auf typische Lernenden-vorstellungen einzugehen.

Zieht die passendsten Spaltenüberschriften in den Tabellenkopf.

Info Wiederholen

Kosten reine Fahrzeit (€) Gesamtkosten Term (€) + Entsperrkosten (€)

Tag	Fahrzeit (min)	Minutenpreis (€)	Servicepreis (€)	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	
25. Mai	18			
29. Mai		33 · 0,15		
02. Juni				
Für jede beliebige Fahrzeit				

01:15/06:28 Weiter

Abbildung 2: Drag-and-Drop-Aufgabe mit visuellem und auditivem Feedback in FIVE<sup>+</sup>

Tabelle 1: Featurebeschreibung von FIVE<sup>+</sup>; Stand 08/2023

Typ	Kategorie	Beschreibung	Feedbackmöglichkeit	(Meta-) kognitive Prozesse (vgl. Palaigeorgiou et al., 2019)
Interaction Group	IE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kombination von IE</li> <li>- Stoppstelle mit Weiterbutton</li> <li>- Editierbare Kopfzeile</li> </ul>	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Aufmerksamkeit</li> <li>- Informationsabruf</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> <li>- Kognitive Konflikte</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Kollaboratives Lernen</li> </ul>
Drag&Drop	IE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beliebig viele Optionen</li> <li>- beliebig viele Ablagezonen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- für jede Kombination Option-Ablagezone</li> <li>- auditiv</li> <li>- durch Klick auf Ablagezone</li> <li>- Ausprägungen: richtig, falsch, teilweise richtig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Aufmerksamkeit</li> <li>- Informationsabruf</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> <li>- Kognitive Konflikte</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Kollaboratives Lernen</li> </ul>
Summary	IE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satz aus Single-Choice-Aufgaben</li> <li>- Bildung der Zusammenfassung durch richtige Aussagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesamtfeedback nach Punkten</li> <li>- auditiv oder durch geschriebenen Text</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Aufmerksamkeit</li> <li>- Informationsabruf</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> <li>- Kognitive Konflikte</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Kollaboratives Lernen</li> </ul>
Text Match	IE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Offene Eingabe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mittels RegEx-Pattern</li> <li>- Feedback höherer Ordnung für wiederholte Eingabe nach identischem Muster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Aufmerksamkeit</li> <li>- Informationsabruf</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> <li>- Kognitive Konflikte</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Kollaboratives Lernen</li> </ul>
Info	IE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusätzliches Textfeld mit zwei editierbaren Kopfzeilen</li> </ul>	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Informationsabruf</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Kollaboratives Lernen</li> </ul>
Single- & Multiple Choice	IE(G) <sup>4</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beantwortung durch Einfach- oder Mehrfachauswahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesamtfeedback; für jede gewünschte Kombination von gewählten Optionen möglich</li> <li>- mittels RegEx-Pattern</li> <li>- auditiv</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Aufmerksamkeit</li> <li>- Informationsabruf</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> <li>- Kognitive Konflikte</li> <li>- Reflexion</li> <li>- Kollaboratives Lernen</li> </ul>
Inhaltsverzeichnis	SE <sup>5</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auflistung d. Kapitel/Themen eines Videos</li> <li>- Sprung zum Kapitel durch Klick</li> </ul>	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> </ul>
Lesezeichen	SE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapitelsprung durch Klick in Videoleiste</li> </ul>	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> </ul>
Sprungmarken	SE(G) <sup>6</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sprungmarken innerhalb des Videos</li> </ul>	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktives Lernen</li> <li>- Wissenskonstruktion</li> </ul>

<sup>4</sup> IE(G): Interaktives Element geplant

<sup>5</sup> SE: Steuerungselement

<sup>6</sup> SE(G): Steuerungselement geplant

Bei **Text Match** handelt es sich um einen offenen Antworttyp, bei dem ein Eingabefeld beliebig auf dem Videohintergrund platziert werden kann (vgl. Abbildung im **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Eingabe wird mittels einer RegEx-Funktion<sup>7</sup> überprüft. Dabei lassen sich im Editorbereich verschiedene Antwort-Pattern hinterlegen, die nacheinander durchlaufen werden. Jedes dieser Pattern kann mit einem separaten Audio-Feedback verknüpft werden. Außerdem ist es möglich, Lernenden, die wiederholt nach dem gleichen (fehlerhaften) Muster antworten, jeweils ein anderes Feedback anzubieten und dabei das Maß an Unterstützung nach und nach zu erhöhen. Der Interaktionstyp Text Match erlaubt es, Lernenden automatisiert detailliertes und spezifisches Feedback zu geben, ohne auf geschlossene Fragen wie Multiple-Choice oder Drag-and-Drop und die mit diesen verbundenen Nachteilen setzen zu müssen. Dazu zählt insbesondere der potentielle Einsatz oberflächlicher Lösungsstrategien wie Trial-and-Error oder das Erschließen der Lösung im Ausschlussprinzip.

Beim **Info-Element** handelt es sich um ein statisches Textfeld, das an einer beliebigen Stelle im Video eingeblendet wird. Im Rahmen einer Interaction Group (siehe unten) können so zusätzliche Erklärungen, weiterführende Informationen oder offene Aufgaben angeboten werden.

Ein **Summary** ist ein Satz aus mehreren Single-Choice-Aufgaben, die auf bestimmte Art und Weise bearbeitet werden müssen. Durch Sammlung der korrekten Optionen wird dabei eine Zusammenfassung des Videos generiert. Palaiageorgiou et al. (2019) sprechen von einer nicht-automatischen Zusammenfassungstechnik, da Lernende die Zusammenfassung selbst erstellen. Wegen der dafür notwendigen Verknüpfung der Videoinhalte wird dies als konstruktiv und wissensfördernd eingestuft.

Eine **Interaction Group** erlaubt es, verschiedene IE zu kombinieren. Weil die Lernenden entscheiden können, welche Elemente sie in welcher Reihenfolge bearbeiten wollen und wann sie das Video fortsetzen, lassen sich individuelle Lernwege realisieren. Eine Kopfzeile bietet Platz für Aufgabenstellungen oder kognitive Prompts (z.B. „Hast du daran gedacht, dass...“). Beschränkt man sich auf die Kopfzeile, wird die Interaction Group zu einer „aktiven Stoppstelle“. Das Anhalten des Videos schafft Raum und motiviert zum Nachdenken, Schreiben oder für inhaltliche Diskussionen in einem Lerntandem.

**Steuerungselemente** tragen zur Beeinflussbarkeit und Transparenz des Lernprozesses bei. Dabei wird die Usability durch die Verwendung einheitlicher Farben und Symbole sowie konsistente Platzierungen (bspw. von Buttons oder der Kopfzeile) unterstützt. Neben Play, Pause und Lautstärke sind weitere Steuerungselemente integriert: Im Voraus angelegte Kapitel werden in einem Inhaltsverzeichnis sowie in der Navigationsleiste angezeigt. An beiden Stellen lassen sich die Kapitel über einen Mausklick direkt ansteuern. Auch die integrierten IE werden – durch intuitive Icons – in der Navigationsleiste dargestellt. Über Hovertexte können zusätzlich inhaltliche Informationen abgerufen werden.

## Entwicklerperspektive

Die zentrale Herausforderung bei der Entwicklung von FIVE<sup>+</sup> war es, eine Möglichkeit zu schaffen, den Lernenden gezielt Rückmeldungen auf ihre Antworten zu geben. Dabei war die

---

<sup>7</sup> Die Abkürzung RegEx steht für *regular expression*.

Grundanforderung, dass das Produkt offen und frei nutzbar ist. Es wurde daher auf den Einsatz von proprietärer Software verzichtet. Eine webbasierte Lösung sollte auch mit einfachen Mitteln eines klassischen Hosters genutzt werden können. Daher wurde auf eine Mischung aus PHP – als API-Sprache – in Kombination mit MySQL gesetzt, welche das Backend zur Verfügung stellt. Die Anwendung selbst, bzw. das Frontend, ist in TypeScript mit React.js (vgl. Rippon, 2023) umgesetzt worden.

Bei der Entwicklung wurde bewusst nicht auf einen Single-Language Tech-Stack wie MERN (vgl. Wilson Iriarte Koroliova, 2018) in einem Dockerformat gesetzt. Die Nutzung von React als Hauptelement und PHP, in Kombination mit einer MySQL-Datenbank, war zielführender; denn der Gewinn der Nutzung einer simplen Infrastruktur bei herkömmlichen Hostern wiegt viel schwerer als die Vorteile eines Single-Language Stacks. Mehr noch wurde das Backend nur zum Verarbeiten, Bereitstellen und Speichern der einzelnen Interaktionen im JSON-Format genutzt. Die Anzeige und das Abwickeln der Interaktionen übernimmt React. Alle wichtigen Funktionen stehen so auch mit niedrigschwelligen Hostingpaketen zur Verfügung und es kann dabei gleichzeitig auf Open-Source-Software gesetzt werden.

Der Kern der Anwendung ist, direkt auf der Media-Player-Oberfläche zeit- bzw. event-gesteuert Interaktionen anbieten zu können. Jedes Video hat mehrere Interaktionen, die einen konkreten Auslöser haben und mit einem Fragetypen verknüpft sind. So wurde auch das ER-Modell für FIVE+ erstellt (siehe

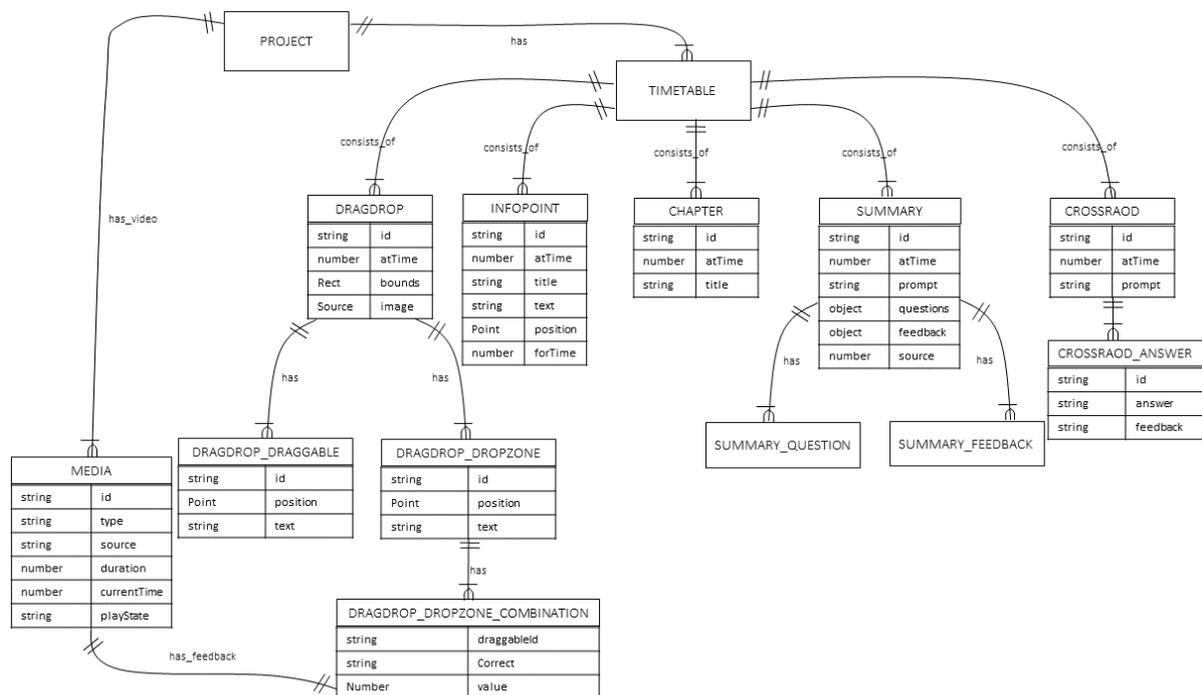


Abbildung 3). Daran angegliedert können verschiedene Arten von Feedback zu jedem Fragetypen abgelegt werden. Für die Gestaltung galt es, eine möglichst geringe Verdeckung der Videoinhalte zu gewährleisten, dabei aber so flexibel zu bleiben, dass die Elemente beliebig positioniert werden können. Damit soll eine nahtlose Integration der IE in das Video gelingen, sodass eine möglichst immersive Lernumgebung entsteht – im Gegensatz zu sonst eingebundenen Videos in eine bestehende, optisch sehr präsenste Lernumgebung, beispielsweise mittels H5P (vgl. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

Auch die Lehrenden können das Video einfach im Editorbereich anschauen und an einer gewünschten Stelle ein neues Interaktionselement hinzufügen, die Frageeinstellungen vornehmen und entsprechendes Feedback hinterlegen. Der Vorteil ist, dass beim Editieren direkt auch die Ansicht für Lernende zur Verfügung steht. In einer ersten Version sind die Lehrenden darauf angewiesen, eigene Videos hochzuladen, was bei größeren Systemen zu einer Menge an Daten-speicher führen würde. Grundsätzlich ließe sich die Anwendung aber auch in containerbasierte Formate überführen, um auch Load-Balancer-Vorteile von Clouddienstleistern nutzen können.

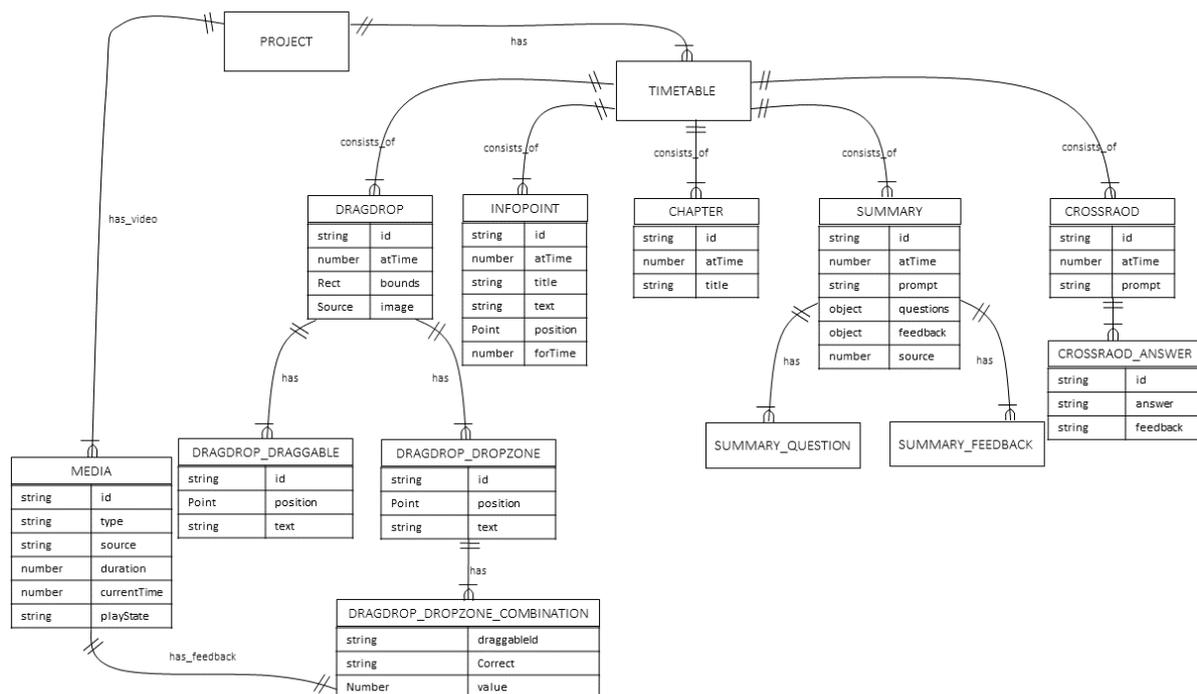


Abbildung 3: ER-Modell der FIVE<sup>+</sup> Anwendung

## Erfahrungen

Erste Erfahrungen im Einsatz von FIVE<sup>+</sup> wurden im Zuge eines weiteren Designexperiment-Zyklus gesammelt. Es konnte beobachtet werden, dass bei der oben gezeigten Drag-and-Drop-Aufgabe 9 von insgesamt 11 Schüler:innenpaaren das Feedbackangebot nutzten. Im Zuge einer wiederholten Bearbeitung der Aufgabe bis zur vollständig richtigen Lösung hörten viele Paare mehrfach und gezielt Feedback insbesondere zu falschen oder teilweise korrekten Antworten an. Einige nutzten aber auch Richtig-Feedback (grün), bspw. um mehr über den fachlichen Hintergrund zu erfahren oder einfach aus Neugierde. Eine Person berichtete im nachfolgenden Interview z.B., dass sie aufgrund des Richtig-Feedbacks in der Lage war, die korrekte Lösung vollständig zu verstehen: „*Ich habe dann [nach dem Anhören] glaube ich dann sogar gesagt ‚ach ja, so und so‘, also ich hab quasi für mich dann eine Verknüpfung im Kopf erstellt, aus was für einem Grund das jetzt wichtig ist. Und das merke ich eben dadurch, dass das [Feedback] gleich kommt. Dadurch setzt sich das leichter fest, weil ich eine Erklärung für mich selbst erstellen kann, als wie, wenn die Antworten vorgegeben sind und fertig*“ (I2D8, #00:14:10#). Bezüglich einer Freitextaufgabe (Text Match) äußerten Lernende zum Beispiel: „*Naja, wir haben das überprüfen lassen, die 210. Und dann war es halt eben falsch. Haben uns das Feedback dazu angehört und dann noch einmal darüber nachgedacht, warum war das*

*falsch. Und das Feedback haben wir dann halt gut aufgenommen. Und dann sind wir halt darauf gekommen, dass es so nicht sein kann“ (I2D4, Z. 123–126).*

Ganz anders als bei der mit H5P erstellten vorherigen inhaltsgleichen Videoverision wurde das mit FIVE<sup>+</sup> implementierte Feedback also a) wahrgenommen, b) genutzt und c) mehrheitlich positiv bewertet. Dabei kam auch das adaptive Potential des Feedbackangebots zum Tragen. Während einige Lernende kein oder nur wenig Feedback anhörten, nutzte eine Mehrheit das interaktive Audio-Feedback intensiv und berichtete darüber positiv in Bezug auf Darstellung, Inhalt, Benutzung und Auswirkungen auf das eigene Verstehen.<sup>8</sup>

## Fazit und Ausblick

IE bieten ein großes Potential, um zentralen Kritikpunkten am Einsatz von Videos in Lehr-Lern-Kontexten – insbesondere hinsichtlich der passiven Rolle der Lernenden – entgegenzuwirken. Für deren lernwirksame Gestaltung sowie der mit ihnen verbundenen Feedback-angebote sind empirisch fundierte Prinzipien aus Mediendidaktik und Instruktionspsychologie maßgebend. Im Kontext des vorliegenden Artikels wurde ein verstehensorientiertes, interaktives Lernvideo zur elementaren Algebra entwickelt. Zur Implementierung der IE wurde zunächst auf die verbreitete Open-Source-Software H5P gesetzt. Bei der Umsetzung der genannten Prinzipien traten dabei jedoch schnell Grenzen zutage. Diese betreffen insbesondere die mediale und die inhaltliche Gestaltung von Feedback. In den durchgeführten Designexperimenten wurden mit H5P entwickelte Feedbackangebote kaum genutzt.

Um dieser Problematik zu begegnen, wurde im Projekt MuM-Video theoriegeleitet eine eigene Software für interaktive Videos entwickelt. Das neue Tool FIVE<sup>+</sup> setzt auf fünf Kernelemente der erweiterten Feedbackgestaltung (auditiv, in räumlicher Nähe zur Antwort, on demand, teilweise-richtig-Ausprägung möglich, adaptiv für Antworten/Antwortmuster oder Versuche) sowie eine verbesserte Integration der IE ins Video. Außerdem steht mit Text Match ein besonders für die Mathematik interessanter offener Eingabetyp zur Verfügung. Beim Einsatz einer mit FIVE<sup>+</sup> umgesetzten, weiterentwickelten Version des interaktiven Videos in einem späteren Designexperiment-Zyklus zeigte sich eine deutlich verbesserte Wahrnehmung, Nutzung und Bewertung der implementierten Feedbackangebote durch die Lernenden.

Es gibt jedoch auch Einschränkungen, wie die im Vergleich zu H5P deutlich geringere Zahl der verfügbaren Interaktionstypen. Teilweise sollen diese im Zuge einer geplanten Weiterentwicklung behoben werden. Dabei geht es sowohl darum, neue Interaktionstypen zu ergänzen, als auch bestehende zu erweitern. Insbesondere sollen Single- und Multiple-Choice-Fragen, die ebenfalls die genannten Feedback-Erweiterungen aufweisen, implementiert werden. Zusätzlich wird es bei allen Interaktionstypen die Möglichkeit geben, einen der Bearbeitung vorgelagerten Audiohinweis zu hinterlegen, der bspw. für Feed-Forward genutzt werden kann. Nicht zuletzt ist mit der Weiterentwicklung das Ziel verbunden, die Basis für eine breitere Nutzung, auch außerhalb des Projektkontexts, zu schaffen (Stichwort: Nutzer:innenverwaltung).

---

<sup>8</sup> Eine Publikation mit einer ausführlichen Darstellung der Videogestaltung und zu Erfahrungen aus den Designexperimenten bei der Nutzung von FIVE<sup>+</sup> ist für 2024 geplant.

Limitationen, die FIVE<sup>+</sup> auch nach der Weiterentwicklung aufweisen wird, betreffen die Plugin-basierte Einbindung in Lern- oder Content-Management-Systeme, die Nutzung von Videos aus externen Quellen wie YouTube und Vimeo sowie die Flexibilität bei der Layoutgestaltung. Des Weiteren wird das Tool auch nach der Hinzunahme von Single- und Multiple-Choice-Fragen weniger Features bieten als einige der bestehenden Plattformen. Für die Autor:innen des vorliegenden Artikels bleibt H5P deshalb für viele Anwendungen im Bereich interaktiver Videos eine empfehlenswerte Alternative. Für Fälle, in denen Verstehensorientierung, kognitiver Aktivierung und Adaptivität eine besonders große Bedeutung zukommt, bietet FIVE<sup>+</sup> jedoch deutlich bessere Gestaltungsmöglichkeiten.

Wie sich deren Nutzung auf Motivation und Lernleistung auswirkt, ist Gegenstand der weiteren Forschung. Die bereits beobachteten Veränderungen bei der Feedbacknutzung geben aber Anlass zu der Annahme, dass interaktive Lernvideos mit FIVE<sup>+</sup> lernendenorientiert, motivierend und lernwirksam gestaltet werden können. Die Autor:innen hoffen, dass das Tool und die bereits gesammelten Erfahrungen wertvolle Ansatzpunkte für zukünftige Entwicklungen im Bereich interaktiver Lernvideos liefern.

## Förderung

Die Entwicklung und Beforschung des vorgestellten Videos wie auch die Entwicklung der Software FIVE<sup>+</sup> sind Teil des interdisziplinären Verbundprojekts MuM-Video – Erklärvideos als Ressource für fach- und sprachintegrierten Mathematikunterricht. Das Projekt wird von 2020–2024 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennzeichen 01JD2001A, Projektleitung S. Prediger und M. Altieri).

## Quellenangaben

- Bach, S., Altieri, M. & Vilsmeier, L. (2023). Mitmachen ist besser als nur Zuschauen: Qualitative Studie zur Wahrnehmung und motivationalen Wirkung eines interaktiven Mathematik-Lernvideos. Zur Veröffentlichung eingereicht.
- Bersch, S., Merkel, A., Oldenburg, R. & Weckerle, M. (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>
- Buchner, J. (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/584/585>
- Chen, Y.-T. (2012). The effect of thematic video-based instruction on learning and motivation in e-learning. *International Journal of the Physical Sciences*, 7(6). <https://doi.org/10.5897/IJPS11.1788>
- Domagk, S., Schwartz, R. N. & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1024–1033. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.003>
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Höffler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722–738. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>
- Kerres, M., Mulders, M. & Buchner, J. (2022). Virtuelle Realität: Immersion als Erlebnisdimension beim Lernen mit visuellen Informationen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 312–330. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.15.X>

- Kulgemeyer, C. (2018). Wie gut erklären Erklärvideos? Ein Bewertungs-Leitfaden. *Computer + Unterricht*, 8–11.
- 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>
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (1. Aufl., S. 31–48). Cambridge Univ. Press.
- Mayer, R. E. (2022a). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 57–72). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2022b). The multimedia principle. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 145–157). Cambridge University Press.
- Moreno, R. & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Palaigeorgiou, G., Papadopoulou, A. & Kazanidis, I. (2019). Interactive Video for Learning: A Review of Interaction Types, Commercial Platforms, and Design Guidelines. In (S. 503–518). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_38)
- Rat für Kulturelle Bildung (Hrsg.). (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>
- Ring, M. & Brahm, T. (2022). A Rating Framework for the Quality of Video Explanations. *Technology, Knowledge and Learning*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09635-5>
- Rippon, C. (2023). Learn react with TypeScript: A beginner's guide to reactive web development with React 18 and TypeScript, 2nd edition. Packt Publishing. <https://portal.igpublish.com/iglibrary/search/PACKT0006563.html>
- Wilson Iriarte Koroliova, E. (2018). *MERN Quick Start Guide: Build web applications with MongoDB, Express.js, React, and Node* (1. Aufl.). Packt Publishing Limited. [https://www.wiso-net.de/document/PKEB\\_\\_9781787280045302](https://www.wiso-net.de/document/PKEB__9781787280045302)
- Wittwer, J. & Renkl, A. (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>