

# Digitales kollaboratives Arbeiten mit interaktiven Lernvideos in der Diskreten Mathematik

Sabrina Heiderich<sup>1</sup>, Greta Brodowski<sup>1</sup> & Stephan Hußmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Dortmund

*Im Rahmen des QLB-Projekts „Kollaboratives Lehren und Lernen mit Digitalen Medien in der Lehrer\*innenbildung: mobil – fachlich - inklusiv“ (K4D) werden an der TU Dortmund in der Lehramtsausbildung Mathematik H5P-basierte interaktive Lernvideos in der Vorlesung „Diskrete Mathematik“ für eine Beforschung von Gelingensbedingungen für die Realisierung von Kollaboration mittels einer Förderung von Diskursivität eingesetzt. An komplexen, realitätsnahen und authentischen Problemen werden zentrale mathematische Konzepte von den Studierenden entwickelt.*

## Interaktive Lernvideos und Kollaboration in der Hochschullehre

Lernvideos haben das Potenzial, den Lernerfolg zu verbessern (Kay, 2012). Unter Lernvideos werden solche Videos verstanden, die das Ziel haben, konkrete Lerngegenstände zu vermitteln und die Lernenden kognitiv und verstehensorientiert zu aktivieren. Insbesondere interaktive Elemente in den Lernvideos unterstützen eine Selbststeuerung bei den Lernenden (vgl. Brame, 2017).

Im Rahmen des interdisziplinären Projekts *Kollaboratives Lehren und Lernen mit Digitalen Medien in der Lehrer\*innenbildung: mobil - fachlich - inklusiv* (kurz: K4D) werden im Mathematik-Teilprojekt interaktive Lernvideos als Alternative zur Umsetzung herkömmlicher Lehrveranstaltungskonzepte in den mathematischen Übungen eingesetzt und beforscht. Dabei stellt kollaboratives Arbeiten eine interaktive und diskursive Form der Zusammenarbeit mittels digitaler Medien dar, bei der die Gruppenmitglieder individuelle Verantwortung für gemeinsame Ergebnisse übernehmen, zur Zielerreichung aufeinander angewiesen sind und in Diskussion und Austausch treten, um verschiedene wie auch gemeinsame Perspektiven auszuhandeln. Sie verstehen sich dabei als Team und unterstützen sich im Arbeitsprozess. Entscheidungen zu Zielen und Arbeitsprozessen werden gemeinsam abgestimmt, ausgetauscht, koordiniert und reflektiert.

Die Lernvideos im ausgewählten Themenbereich der Graphentheorie zeichnen sich durch die Verwendung von authentischen, lebensnahen und komplexen Problemen aus, die als Ausgangspunkt der Lernprozesse dienen. Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen und erarbeiten die notwendigen mathematischen Konzepte (Begriffe, Sätze, Beweise, Algorithmen) eigenständig. Die Videos enthalten praxisnahe Szenarien. Sie sind interaktiv und didaktisch aufbereitet, um ein hohes Maß an kognitiver Aktivierung zu erreichen und um Diskursivität zu fördern. Dabei wird folgender Frage nachgegangen:

*Was sind Gelingensbedingungen für die Realisierung inhaltlich substantieller Kollaborationsprozesse am Beispiel interaktiver Lernvideos in der Diskreten Mathematik?*

## Designentscheidungen zur Förderung von Kollaboration

Zur Förderung einer inhaltlich substantiellen Kollaboration werden *Design-Prinzipien* (vgl. Bakker, 2019) zur Gestaltung der Lernvideos genutzt. Design-Prinzipien spielen eine relevante

Rolle in verschiedenen Design-Research-Ansätzen und dienen als Verbindungsglied zwischen Praxisgestaltung und Theoriebasierung bzw. -generierung (vgl. Höller, 2022). Dadurch sind die Designentscheidungen nicht willkürlich. Die Designs werden im Rahmen des lernprozessfokussierenden Modells der fachdidaktischen Entwicklungsforschung (vgl. Hußmann et al., 2013; Prediger et al., 2012) (weiter-)entwickelt und iterativ beforscht. Mithilfe spezifizierter *Design-Elemente* (vgl. Richter, 2014) sollen die folgenden Design-Prinzipien themenspezifisch umgesetzt werden:

- Kognitive Aktivierung
- Diskursivitätsinitiierung
- Verstehensorientierung
- Lernendenorientierung
- Durchgängigkeit und Vernetztheit
- Konstruktive Rückmeldung
- Eigenaktive Wissenssicherung

Alle Designprinzipien verfolgen die Erreichung von inhaltlich substanzieller Kollaboration. Inhaltlich substanziell wird diese durch ein reichhaltiges fachliches Lernen. Gelungenes fachliches Lernen zeigt sich beispielsweise, wenn die Lernenden in der Lage sind, mathematische Begriffe in relevanten Situationen zu nutzen, deren Bedeutung zu erklären und im Rahmen der komplexen Situationen und der mathematischen Begriffsbildung adäquat zu begründen.

Das Design-Prinzip *Diskursivitätsinitiierung*, welches vor allem auf die Begründungsfähigkeit zielt, wird in diesem Artikel exemplarisch herausgegriffen, um zu erläutern, wie Designprinzipien, -elemente und inhaltliche Zielstellungen in dem beschriebenen Design zusammenspielen.

Diskursivität bezieht sich auf die Fähigkeit, in einem Diskurs zu kommunizieren und zu argumentieren, Gedanken und Ideen in einer klaren und strukturierten Weise auszudrücken und auf die Fähigkeit, auf die Argumentationen anderer angemessen zu reagieren, d.h. Gründe anzuerkennen oder begründet abzulehnen bzw. weiterzuentwickeln (vgl. Hußmann et al., 2018). Jede Äußerung (sog. Festlegung) ist in eine diskursive Praxis eingebettet, in der sie durch die jeweiligen Teilnehmer\*innen anerkannt oder abgelehnt wird und von den (impliziten) Regeln und Normen dieser Praxis abhängt. Diskursive Praktiken sind normativ und kulturell gewachsen. Die Fähigkeit, Begriffe zu verwenden, wird durch Kultur und Sprache geleitet. Die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Begriffen sind in individuell artikulierten Argumentationslinien gegliedert, die sich in der diskursiven Praxis bewähren müssen (vgl. *Epistemology of webs of reasons*, Hußmann et al., 2018). Dabei geht es um eine *ständige Kalibrierung von Bedeutung* durch Argumentationen in Kommunikation und Dialog (vgl. Derry, 2017). Etwas inhaltlich verstanden zu haben bedeutet, in der Lage zu sein, eine Behauptung inhaltlich fundiert zu *begründen*.

Um das Designprinzip *Diskursivitätsinitiierung* umzusetzen, werden diese zentralen theoretischen Annahmen für diskursive Praktiken in Design-Elementen aufgegriffen und implementiert:

- Aufgabenbezogene Gegenüberstellung lebensweltlicher und mathematischer Begriffe und Zusammenhänge mit zugehörigen Definitionen und Sätzen  
...für eine *ständige Kalibrierung von Bedeutung* (fachliches Lernen)
- Selbstdifferenzierende Aufgaben hoher Komplexität  
...für ein kollaboratives *Einfordern von Begründungen* zur Reduktion der Komplexität (Kollaboration und fachliches Lernen)

Um zunächst geeignete Voraussetzungen zur Implementation dieser Design-Elemente zu schaffen, wird das Digital Storytelling (Sadik, 2008) als Rahmung der interaktiven Lernvideos genutzt. Beim Postbotenproblem ist dabei die übergeordnete Frage leitend, wie eine optimale Tour für einen Postboten bzw. eine Postbotin in einem Zustellbereich gefunden werden kann (vgl. Abb. 1). Damit der ausgewählte Kontext sinnstiftend zwischen der realen Lebenswelt und Mathematik fungiert, sollte er authentisch sein und eine gewisse Reichhaltigkeit aufweisen (Leuders et al., 2011). Durch die Auswahl des Zustellbereichs am Campus Nord der TU Dortmund wird für die ansässigen Studierenden eine Lebensnähe geschaffen, bei der alle am Diskurs Beteiligten auf ihre Erfahrungswelt zurückgreifen können. Die Einbeziehung solcher realitätsnahen Kontexte ermöglicht den Studierenden, die mathematischen Konzepte besser zu verstehen und deren praktische Anwendbarkeit (vor Ort) zu erkennen.

Beim Design-Element “Aufgabenbezogene Gegenüberstellung lebensweltlicher und mathematischer Begriffe und Zusammenhänge” für eine *ständige Kalibrierung von Bedeutung* geht es um ein kontinuierliches Anpassen, Konkretisieren und Verfeinern von (kontextbezogenen) Vorstellungen und zugehörigen Begriffen im Sinne einer dem Diskurs angepassten adäquaten Begriffsbildung.



Abb. 1: Screenshots aus dem interaktiven Lernvideo zum Postbotenproblem am Campus Nord der TU Dortmund

Mit Hilfe der lebensweltlichen und sinnstiftenden Rahmung eines mathematikhaltigen Problems (hier: Eulergraphen und -tours) sind die Studierenden aufgefordert in einem fortlaufenden Abgleich zwischen Problemsituation und den zur Bearbeitung mathematisch notwendigen Begriffen, Sätzen und Algorithmen, mathematische Theoriebausteine zu entwickeln und bedeutungstragend zu verstehen (Bsp. vgl. Abb. 2).

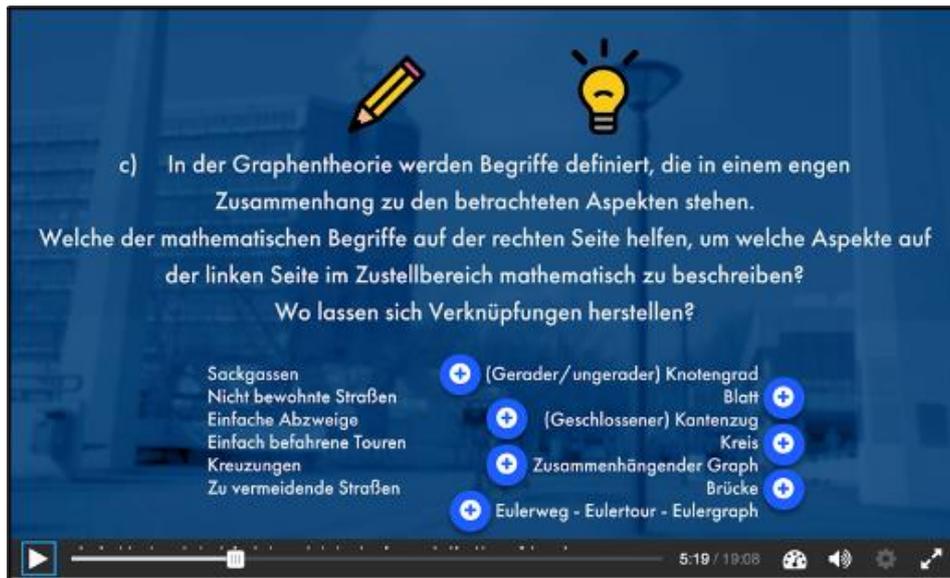


Abb. 2: Bedeutungen zwischen mathematischen Begriffen und der Lebenswelt

Das Design-Element “Selbstdifferenzierende Aufgaben hoher Komplexität” für ein *Einfordern von Begründungen* zur kollaborativen Reduktion der Komplexität adressiert das fortwährende Ausbilden und diskursive Aushandeln von Begriffsnetzen und Begründungen. Die komplexen, selbstdifferenzierenden Aufgaben stellen kognitiv anregende Lernangebote (Gronostay, 2018) dar, die eine Affordanz der kollaborativ auszuhandelnden Begründungen mit sich bringen. Die ausgewählten Problemsituationen sollen die Studierenden ermutigen, die mathematischen Konzepte eigenständig zu entdecken und zu erforschen. Durch den Anspruch einer finalen Entwicklung eines Algorithmus zur Lösung des lebensweltlichen Problems (hier: Algorithmus von Fleury oder Zwiebelschalenalgorithmus, vgl. Hußmann & Lutz-Westphal, 2015) haben die Studierenden die Möglichkeit, die dahinter liegende Mathematik selbstständig und im diskursiven Austausch mit den anderen nachzuerfinden. Im Fall des Postbotenproblems ist es u.a. notwendig, gemeinschaftlich Teilaufgaben und -aspekte auszuwählen, um das Problem so zu modifizieren, dass es mathematisch bearbeitbar wird (Bsp. vgl. Abb. 3).



Abb. 3: Selbstdifferenzierende Aufgabenstellung zum Postbotenproblem am Campus Nord der TU Dortmund

Die selbstdifferenzierenden Fragen sollen den Lernenden Raum für kreative und selbstbestimmte Lösungsansätze und für die Entfaltung ihrer individuellen und sozial geteilten Denkprozesse bieten. Daran anknüpfend sollen der Austausch und die Zusammenarbeit der Studierenden in den Kleingruppen angeregt werden. Gleichzeitig dienen die ausgewählten Fragen als Orientierungshilfen, um den Lernprozess zu strukturieren und Schritt für Schritt

voranzuschreiten. Durch die gezielte Verwendung von Leitfragen (vgl. Brame, 2017) werden die Lernenden dazu angeregt, sukzessiv verschiedene Aspekte des Themas zu betrachten und Zusammenhänge begründet herzustellen. Durch eine dem Kontext nachrangige und kontinuierliche Einführung mathematischer Definitionen findet eine schrittweise Abstraktion statt. Beginnend mit konkreten Beispielen und Situationen (Vorschauperspektive) werden allmählich abstrakte Begriffe, Sätze und Verfahren erkundet. Die dazu notwendigen Begriffsnetze und Begründungen werden aber von den Studierenden diskursiv ausgehandelt, bevor die fertigen mathematischen Konzepte im Verlauf des Videos aus einer Rückschauperspektive dargestellt und durch entsprechende Aneignungshandlungen zugänglich gemacht werden (in Anl. an Gallin & Ruf, 1998).

Die vorgestellten Design-Elemente zur Diskursivitätsinitiierung werden durch die technischen Möglichkeiten des digitalen Tools unterstützt. Dies geschieht mittels Icons, Animationen (vgl. Abb. 4) und H5P-Elementen (vgl. Abb. 2), u.a. Wiederholungsfunktion, Speicher-/Kopier-/Downloadfunktion, Multiple Choice mit Überprüfungsfunktion und der parallelen Nutzung von Textprogrammen als digitales Forschungsheft und Markierfunktionen, die bei Screenshots aus den Videos genutzt werden können.

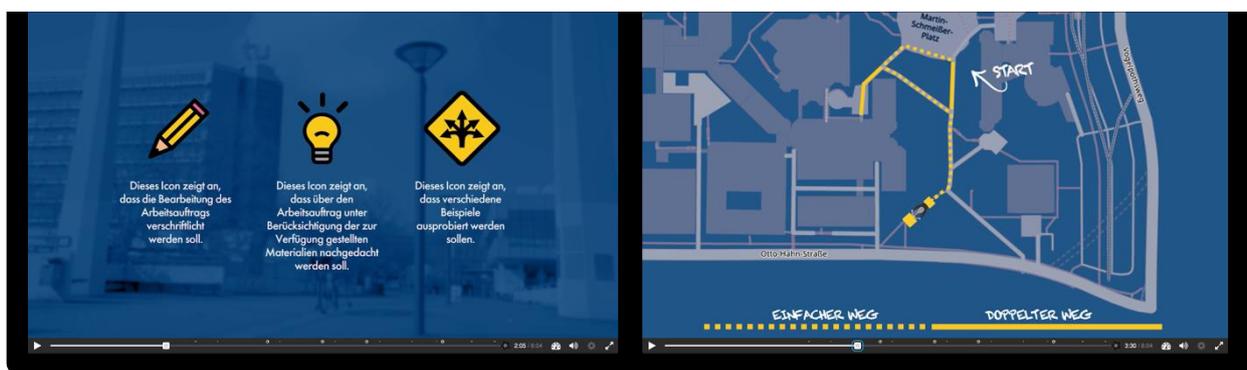


Abb. 4: Icons und Animationen in den interaktiven Lernvideos

Die Integration dieser Funktionen ermöglicht den Lernenden, das Lernvideo auf vielfältige und vor allem eigenständige Art und Weise zu nutzen. Insbesondere können sie Abschnitte beliebig wiederholen, um Bedeutungen und Begründungen diskursiv auszuhandeln. Des Weiteren besteht die Option, Informationen aus dem Video zu speichern oder zu kopieren, um sie zu einem späteren Zeitpunkt erneut zu betrachten, wie bspw. Definitionen oder Sätze, die für die Entwicklung darauf aufbauender Sätze benötigt werden. Karten, mit denen gearbeitet werden soll oder Graphen, an denen Algorithmen getestet werden sollen, werden ebenfalls über diese Funktion bereitgestellt (vgl. Abb. 3), sodass eine direkte Bearbeitung stattfinden kann.

## Durchführung von Design-Experimenten

Die Lehrveranstaltung “Diskrete Mathematik” im Masterstudiengang für die Grund-, Haupt- und Realschule behandelt insgesamt sechs Themen mit der Zielperspektive, lebensnahe Probleme mathematisch-algorithmisch in den Griff zu bekommen (Hußmann & Lutz-Westphal, 2015). Vier der Themen werden anhand von komplexen Problemvorstellungen eingeführt und die zugehörige Mathematik wird von den Studierenden in Kleingruppen entwickelt. Die anderen zwei Themengebiete (Postbotenproblem und Kürzeste-Wege-Problem) werden von den Studierenden mittels interaktiver Lernvideos erarbeitet. Zur Anregung einer gruppenbezogenen Konsensfindung und zur Vermeidung “sozialen Faulenzens” (vgl.

Tenenbaum et al., 2020) arbeiten sie in bestenfalls Dreiergruppen. Die Ideen, Vorgehensweisen und Lösungsansätze halten die Studierendengruppen gemeinsam in digitalen Forschungsheften (in Anl. an Hußmann, 2001; Fromm & Mokrohs, 2021) fest (vgl. Abb. 5).

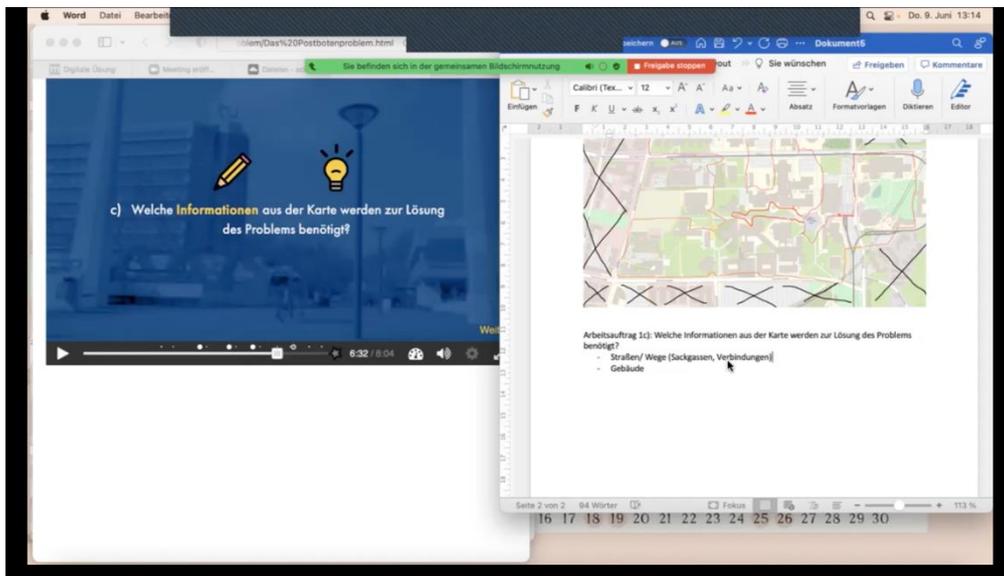


Abb. 5: Durchgängige Nutzung eines begleitenden digitalen Forschungshefts

Nach der jeweiligen Bearbeitung der Probleme mündet der Themenblock in einer Vorlesung, in der die Arbeitsprodukte der Studierenden aufgegriffen und mit den mathematisch konventionalen Konzepten erneut verknüpft und diskutiert werden.

Die Design-Experimente konzentrieren sich auf die Bearbeitungsprozesse der Studierenden. Dabei werden die Studierenden, falls sie in Präsenz arbeiten, videografiert und falls sie digital arbeiten, werden die Lernprozesse in Bild und Ton mit Hilfe von Bildschirmaufnahmen festgehalten. Begleitet werden die Arbeitsprozesse durch Unterstützungsmaßnahmen, die sich an den oben genannten Designprinzipien orientieren. Auf dieser Grundlage werden die Videovignetten weiterentwickelt und im nächsten Semester erneut in Design-Experimenten eingesetzt.

## Ergebnisse und Perspektiven

Analysen aus dem ersten Design-Zyklus zeigen, dass die Arbeit mit den Lernvideos sowohl motivationale Aspekte, als auch durch die angelegte Multimedialität (Lernvideo, Markierfunktionen und begleitendes digitales Forschungsheft) das kollaborative Arbeiten begünstigt. Dabei zeigen sich bzgl. des Design-Prinzips *Diskursivitätsinitiierung* verschiedene Gelingensbedingungen und Hürden. Beim finalen Verstehen der Mathematik bewährt sich das Design-Element “Aufgabenbezogene Gegenüberstellung lebensweltlicher und mathematischer Begriffe und Zusammenhänge”, da die resultierenden abstrakten Schritte der fachmathematischen Algorithmen mithilfe der kontextuellen Einbettung entwickelt und sowohl mathematisch wie auch im Kontext gedeutet werden können, so dass prozedurales und konzeptuelles Wissen eng miteinander verknüpft werden. Mit Blick auf das Design-Element “Selbstdifferenzierende Aufgaben hoher Komplexität” unterstützt die Komplexität das kollaborative Arbeiten der Studierenden: Zielperspektiven werden gemeinsam formuliert und Arbeitsaufgaben auf verschiedene Köpfe verteilt, so dass einerseits die Komplexität reduziert wird, andererseits aber auch die Arbeit jedes/r Einzelnen in gegenseitiger Abhängigkeit zur

Erreichung der Aufgabenziele steht. Insbesondere die Einbindung konventionaler Wissens Elemente in die Aufgabenformate führt zu einer Konvergenz in der Begriffsentwicklung, so dass die Erarbeitungsprozesse mit den Lernvideos inhaltlich weiterreichen als die Arbeit ohne Lernvideos an den Problemstellungen. Dies geht jedoch zu Lasten eigener Ideen der Studierenden, da diese schneller gegebene Lösungsangebote zu Rate ziehen, als selbst mit den Hürden der mathematischen Begriffsentwicklung zu 'kämpfen'. "Lass uns doch mal weiterklicken zur nächsten Seite, da steht vielleicht, wie es geht" ist eine typische Aussage der Studierenden, die diese Schwierigkeit widerspiegelt. Diese Hürde soll im nächsten Zyklus durch differenziertere Rückmeldeprozesse und eine adaptivere Lernprozesssteuerung bearbeitet werden. Hier muss eine adäquate Balance zwischen Steuerung und Eigenaktivität gefunden werden.

Das kollaborative Arbeiten und die Entwicklung einer fachlichen Tiefenschärfe in Form von Korrigieren bzw. Adaptieren von Begründungen zur Ausschärfung tragfähiger Begriffsnetze wird zudem durch die Interaktivität der Videos angeregt und gestützt - insbesondere durch die Möglichkeit des mehrfachen Anschauens von Definitionen, Sätzen und zugehörigen Animationen mit kognitiv anregenden Angeboten in den Aufgaben (vgl. Teixeira Veigas, 2023). Aber auch hier müssen die digitalen Elemente im nächsten Zyklus noch mehr auf die jeweiligen Aufgabenformate und Kernprozesse des Erkundens und Systematisieren/Sicherns weiterentwickelt werden. Es zeigte sich, dass die Aufgabenbearbeitungen im Vergleich zum nicht digitalen Format gelungen waren, jedoch die Sicherung des konsolidierten Wissens zu knapp ausfiel, da die konventionale Mathematik durch die Videos offenbar etwas zu früh in den Lernprozess eingebracht wurde.

Digitales kollaboratives Arbeiten mit interaktiven Lernvideos in der Hochschullehre scheint unter Berücksichtigung geeigneter Designentscheidungen Diskursivität fördern zu können. Weitere Design-Zyklen und Analysen sollen diese Annahme weiter stützen, indem lernförderliche Design-Elemente und Weiterentwicklungen der Videovignetten erprobt und herausgearbeitet werden.

## Quellenangaben

- Bakker, A. (2019). Design principles in design research: A commentary. In A. Bikner-Ahsbahs, & M. Peters (Eds.), *Unterrichtsentwicklung macht Schule. Fachdidaktische Forschung und Innovation im Fachunterricht* (S. 177–192). Springer.
- Brame, C. J. (2017). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4), <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Derry, J. (2017). An introduction to inferentialism in mathematics education. *Mathematics Education Research Journal*, 29(4), 403–418. <https://doi.org/10.1007/s13394-017-0193-7>
- Fromm, W. & Mokrohs, L. (2021). Möglichkeiten digital unterstützter Wissensvernetzung: Einsatz eines Lerntagebuchs als Seminarchronik in der Literaturwissenschaft. In D. Frey, M. Uemminghaus (Hrsg.), *Innovative Lehre an der Hochschule*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62913-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62913-0_17)
- Gallin, P. & Ruf, U. (1998). *Sprache und Mathematik in der Schule*. Seelze.
- Gronostay, D. (2018). Argumentative Lehr-Lern-Prozesse im Politikunterricht. Eine Videostudie. In R. Nickolaus, M. Oberle, S. Seeber & G. Weißeno (Hrsg.), *Empirische Forschung in den gesellschaftswissenschaftlichen Fachdidaktiken*. Springer.

- Höller, K. (2022). Design-Prinzipien formulieren und ausschärfen am Beispiel einer Studie zum differenzierenden Hören mithilfe grafischer Notation. In U. Konrad & A. Lehmann-Wermser (Hrsg.), *Musikunterricht durch Forschung verändern? Design-Based Research als Chance für Theoriebildung und Praxisveränderung* (S. 151–162). Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover.
- Hußmann, S., Schacht, F. & Schindler, M. (2018). Tracing conceptual development in mathematics: epistemology of webs of reasons. *Mathematics Education Research Journal*, 31(2), 133–149. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0245-7>
- Hußmann, S. & Lutz-Westphal, B. (2015). *Diskrete Mathematik erleben. Anwendungsbasierte und verstehensorientierte Zugänge*. Springer.
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S. & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln - Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign. Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (S. 25–42). Waxmann.
- Hußmann, S. (2001). *Konstruktivistisches Lernen an Intentionalen Problemen*. [Dissertation, Universität Duisburg-Essen]. <https://core.ac.uk/download/pdf/33799909.pdf>
- 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>
- Leuders, T., Hußmann, S., Barzel, B. & Prediger, S. (2011). „Das macht Sinn!“ Sinnstiftung mit Kontexten und Kernideen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 53(37), 2–9.
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J. & Ralle, B. (2012). Lehr- Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *MNU* 65(8), 452–457.
- Richter, V. (2014). *Routen zum Begriff der linearen Funktion. Entwicklung und Beforschung eines kontextgestützten und darstellungsreichen Unterrichtsdesigns*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-06181-4>
- Sadik, A. (2008). Digital storytelling: a meaningful technology-integrated approach for engaged student learning. *Educational Technology Research and Development*, 56(4), 487–506. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9091-8>
- Teixeira Veigas, N. (2023). *Empirische Analyse lernförderlicher Kriterien zu Lernvideos als Beitrag zur kognitiven Aktivierung von Lehramtsstudierenden im Rahmen der Diskreten Mathematik*. [Unpublizierte Masterarbeit]. Technische Universität Dortmund.
- Tenenbaum, H. R., Winstone, N. E., Leman, P. J., & Avery, R. E. (2020). How effective is peer interaction in facilitating learning? A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 112(7), 1303–1319. <https://doi.org/10.1037/edu0000436>