



Physik lernen durch Erklären?

Evaluation eines Seminarkonzepts für Sachunterrichtsstudierende

MADELEINE HÖRNLEIN

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel wird ein innovatives Seminarkonzept mit physikalischem Schwerpunkt für Sachunterrichtsstudierende dargestellt. Das Seminar zielt darauf ab, die physikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden zu stärken, indem das fachliche Lernen des Energiekonzepts mit der Erstellung eines Erklärvideos kombiniert bzw. darin integriert wird. Der gewählte Fokus wird schließlich forschungsseitig evaluiert. Im Artikel wird der Frage nachgegangen, ob das entwickelte Lehrkonzept a) das fachliche Lernen unterstützen und b) gleichzeitig die Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflussen kann. Dazu wurde eine quantitative Evaluationsstudie durchgeführt, um das Fachwissen sowie die Selbsteinschätzungen vor und nach dem Seminar zu vergleichen. Die Untersuchung zeigt signifikante Zuwächse im Fachwissen zum Energiekonzept sowie in der Selbstwirksamkeitserwartung beim Unterrichten von Physik und beim Thema Energie. Es zeigt sich jedoch keine klare Tendenz bei der Selbstwirksamkeitserwartung zum Physiklernen. Insgesamt erscheint die Wirksamkeit des praxisorientierten Ansatzes gegeben, wobei offen bleibt, ob die Produktion der Erklärvideos tatsächlich der ausschlaggebende Grund dafür ist.

Schlüsselwörter: Erklärvideos; Selbstwirksamkeitserwartung; Physik; Sachunterricht; Praxisbezug

Learning Physics through Explaining?

Evaluation of a Seminar Concept for Pre-Service Elementary Teachers

Abstract

This article presents an innovative seminar concept with a focus on physics for pre-service elementary teachers. The seminar aims to enhance students' physics-related self-efficacy by combining or integrating academic learning with the creation of explainer videos. The chosen focus is evaluated from a research perspective. The article addresses the question of whether the developed teaching concept can (a) support academic learning and (b) simultaneously positively influence students' self-efficacy expectations. For this purpose, a quantitative evaluation study was conducted to compare knowledge and self-assessments before and after the seminar. The study shows significant increases in knowledge of the energy concept as well as in self-efficacy in teaching physics and regarding the topic of energy. However, there is no clear trend in self-efficacy for learning physics. Overall, the effectiveness of the practice-oriented concept is evident, although it remains open whether explanatory video production is indeed the most decisive factor.

Keywords: explainer videos; self-efficacy; physics; elementary education; practical relevance

1 Ausgangslage

„Ich hoffe, dass es nicht zu physikalisch wird“, ist eine erfahrungsgemäß häufige Äußerung von Sachunterrichtsstudierenden zu Beginn von Seminaren mit physikalischem Schwerpunkt. Dies trifft auch auf das in diesem Artikel dargestellte und evaluierte Seminar „Gummibärchenaufzüge und andere Experimente – mit dem Energiekonzept im Sachunterricht arbeiten“ zu. Das Seminar richtet sich an Masterstudierende des Grundschullehramts oder Lehramts für sonderpädagogische Förderung mit dem Unterrichtsfach Sachunterricht. Die vergleichsweise niedrigen Anmeldezahlen und in der Anmeldephase eher späten Anmeldungen zu Sachunterrichtsseminaren mit physikalischem Fokus deuten darauf hin, dass eine Hemmschwelle besteht, solche Physikseminare zu wählen. Während der anfänglichen Sammlung von Erwartungen der Studierenden an das Seminar wird häufig eine geringe selbstempfundene Kompetenz im Bereich Physik deutlich. Dies zeigt sich beispielsweise in Äußerungen wie: „Ich bin nicht gut in Physik und hoffe, dass ich dem Seminar folgen kann und wir nicht nur rechnen“.

Das in diesem Artikel beschriebene Vorhaben setzt an dieser Stelle an. Den Studierenden soll ermöglicht werden, durch physikbezogene Erfolgserlebnisse die Selbstwirksamkeitserwartung positiv zu verändern. Um dies zu erreichen, fokussiert das Konzept des Seminars darauf, das fachliche Lernen in ein semesterbegleitendes Erklärvideo-Projekt einzubetten. Das fachliche Ziel soll dabei nicht „um seiner selbst willen“ erreicht werden, sondern immer vor dem Hintergrund, fachliche Inhalte selbst zu erklären. So kann gleichermaßen aktives Handeln bei der Erstellung eines eigenen Erklärvideos zum Thema gefördert werden, das sich an Schülerinnen und Schüler richtet. Da Erklären ein großer Bestandteil des Lehrerberufs ist, kann so ein Praxisbezug zum Berufsziel der Seminarteilnehmenden sichtbar gemacht werden.

2 Theoretische Bezüge

Um die in das Seminarconcept geflossenen Überlegungen auch theoretisch einzuordnen, soll im folgenden Kapitel ein Einblick in theoretische Grundlagen zur Selbstwirksamkeitserwartung auch von (angehenden) Sachunterrichtslehrkräften gegeben werden. Zudem wird in die Produktion von Erklärvideos als praxisorientierte Lehrmethode eingeführt.

2.1 Selbstwirksamkeitserwartungen

Selbstwirksamkeitserwartungen können nach einer von Bandura (1977) begründeten Theorie beschrieben werden. Diese besagt, dass die Motivation nicht allein durch das Ergebnis, also dem zu erwartenden Nutzen einer Handlung bestimmt wird, sondern auch von den subjektiven Wirksamkeitserwartungen abhängt (Krapp et al., 2014, S. 201). Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Selbstwirksamkeitserwartungen bedeutend für die Entwicklung professioneller Kompetenz angehender Lehrkräfte sind (Baumert & Kunter, 2006).

Problematisch ist es daher, dass sich vor allem Sachunterrichtsstudierende schon während ihres Studiums von den naturwissenschaftlichen Themen distanzieren (Landwehr, 2002). Dieser Zusammenhang führt dazu, dass viele Lehrkräfte des Sachunterrichts das Unterrichten naturwissenschaftlicher Unterrichtsthemen auch in ihrer späteren Berufspraxis vermeiden (Appleton, 2003). Aus diesem Grund sollte bereits im Studium eine positive Beeinflussung der Selbstwirksamkeitserwartungen forciert werden.

Zur Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartungen gibt es nach Bandura (1977) vier Quellen (Bandura, 1977, S. 195): *performance accomplishments*, *vicarious experience*, *verbal persuasion*, *emotional arousal*. Demnach helfen unter anderem Leistungserfahrungen die Selbstwirksamkeitserwartung zu verändern. Dies könnte durch eigenständige Handlungen mit Praxisbezug hergestellt werden. Die Unterstützung des Praxisbezugs trage dann dazu bei, individuelle Stärken und Schwächen zu reflektieren (Kopp et al., 2012).

2.2 Produktion von Erklärvideos

Eine Möglichkeit, um im Seminar Praxisbezüge herzustellen, könnte die Nutzung von Material sein, welches sich auch für den Einsatz im Sachunterricht der Grundschulen eignet. Dazu kann auch die Erstellung von Erklärvideos für Grundschulkindern gehören. Erklärvideos bieten aufseiten der Studierenden die Möglichkeit sowohl den Praxisbezug herzustellen als auch das fachliche Lernen gleichermaßen zu fördern.

Bevor auf diese beiden Potenziale von Erklärvideos in der Lehre eingegangen wird, kann festgehalten werden, dass damit auch eine Forderung der Kultusministerkonferenz (KMK) zur Digitalisierung in der Hochschullehre erfüllt wird. Diese besagt: „Im Rahmen ihres Studiums sind die angehenden Lehrerinnen und Lehrer optimal dafür auszubilden, digitale Kompetenzen in die Schulbildung zu integrieren.“ (KMK, 2019, S. 6) Dies kann für den Bereich Erstellen und Rezeption von Erklärvideos im Rahmen des im Folgenden vorgestellten Seminars erfolgen.

Der Praxisbezug gelingt unter anderem dadurch, dass die Erklärvideo-Produktion Überlegungen zur sachgerechten und adressatengemäßen Darbietung des Inhalts erfordert (Wolf & Kulgemeyer, 2016). Da Erklären zudem die Adaption an den Wissensstand der Zielgruppe verlangt (Wittwer & Renkl, 2008), müssen sich die Studierenden auch mit Präkonzepten zum physikalischen Thema beschäftigen. So können sie einen Bezug zu ihrem Berufsziel herstellen und auch ihr eigenes fachliches Verständnis reflektieren. Gleichzeitig trägt die Erstellung von Erklärungen und Erklärvideos dazu bei, dass der Erklärende selbst den zu erklärenden Inhalt versteht (Kulgemeyer, 2011).

3 Zielsetzung und Fragestellung

Aus den vorherigen Ausführungen wird der Bedarf nach einem Seminarkonzept für den Bereich Physik für Sachunterrichtsstudierende deutlich, das fachliches Lernen ermöglicht und gleichermaßen die physikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden nicht außer Acht lässt. Ziel des Vorhabens ist es dann, zu beforschen, wie sich dieses Seminarkonzept auf das fachliche Lernen und die physikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung auswirkt. Folgende Forschungsfragen werden untersucht:

Inwiefern trägt die Einbettung des fachlichen Lernens in ein semesterbegleitendes Erklärvideo-Projekt dazu bei,

1. das fachliche Lernen zu unterstützen?
2. die physikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv zu beeinflussen?

Es wird erwartet, dass durch das Seminar ein Zuwachs im Wissen zum Energiekonzept erreicht wird. Da die Selbstwirksamkeitserwartung ein eher gefestigtes Konstrukt ist, könnte es sein, dass die Zeit des Seminars nicht ausreicht, um einen signifikanten Einfluss auf die physikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung zu haben. Es wird dennoch erwartet, dass die Evaluationsstudie eine positive Tendenz aufdeckt.

4 Das Seminarkonzept

Das im Folgenden vorgestellte Seminar „Gummibärchenaufzüge und andere Experimente – mit dem Energiekonzept im Sachunterricht arbeiten“ ist ein naturwissenschaftliches Vertiefungsseminar für Studierende der Studiengänge Sachunterricht für das Grundschullehramt und Sachunterricht für das Lehramt für sonderpädagogische Förderung an der Universität Paderborn. Inhaltlicher physikalischer Schwerpunkt ist dabei das Energiekonzept. Das Seminar wurde bisher insgesamt zweimal durchgeführt (im Sommersemester 2023 und Wintersemester 2023/2024). Das Ziel dabei war es, zum einen das in der Prüfungsordnung (PO, 2022) geforderte fachliche Lernen zu erreichen,

aber zum anderen auch die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden im Bereich Physik (Unterrichten) zu stärken. Im Sommersemester 2023 standen zwölf und im Wintersemester 2023/2024 standen 13 90-minütige Seminartermine zur Verfügung.

Im Fokus des Seminars steht die Erstellung eines Erklärvideos in Kleingruppen, die von Beginn der Seminarreihe an mitgedacht wird. Kulgemeyer et al. (2023) schlagen dazu eine Vorgehensweise vor, die sich an den Physikunterricht an Schulen richtet und für das beschriebene Seminar adaptiert wurde. Diese Vorgehensweise ist in Abb. 1 dargestellt.

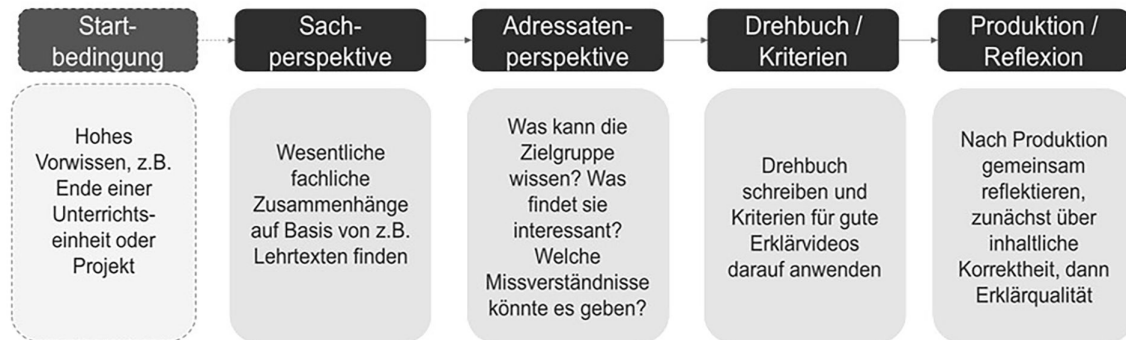


Abbildung 1: Schema zum Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht (Ziel: Videos produzieren zum Adressieren von Fachwissen und Kommunikationskompetenz) (Kulgemeyer et al., 2023, S. 241)

Dieses Schema wurde für das Seminar leicht abgewandelt. So gehört die Erarbeitung des hohen Vorwissens, was die Ausgangsposition des obigen Schemas ist, noch explizit mit zum Seminar. In der ersten Sitzung wird in das Thema Erklärvideos und die Organisation des Seminars eingeführt.

Zur Erarbeitung der Sachperspektive des zu erstellenden Videos folgen fünf Seminarsitzungen, die sich erst im Allgemeinen und dann spezieller mit den individuellen Themen der Videos auseinandersetzen. Die Erarbeitung der Sachperspektive folgt den Ideen der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997) und orientiert sich an der Elementarisierung des Energiebegriffs von Duit (2007). Dieser schlägt vor, das Energiekonzept anhand von vier Grundideen bzw. Eigenschaften des Energiebegriffs, die er als *Energiequadrige* bezeichnet, anzubahnen (Duit, 2007). Die vier Grundideen werden in der Reihenfolge Energieumwandlung, Energietransport, Energieentwertung und Energieerhaltung thematisiert. Diese Strukturierung richtet sich nach der Reihenfolge, in der das Energiekonzept üblicherweise gelernt wird (Neumann et al., 2012). In den Sitzungen zur Sachperspektive werden zur Veranschaulichung auch Experimente am „Gummibärchenaufzug“ durchgeführt. Das ist ein aus einer Chipsdose konstruierter Aufzug, an dem außen ein Gummibärchen hochgezogen werden kann, das auf einem an einem Faden hängenden Korken sitzt. Dieser Aufzug kann durch verschiedene Energieformen angetrieben werden. Die im Seminar durchgeführten Experimente sollen vor allen Dingen das fachliche Lernen unterstützen, indem sie Theorie und Praxis miteinander verbinden (Girwidz, 2020). Experimenten im Unterricht kann aber auch zugesprochen werden, dass sie Motivation und Interesse bei den Lernenden wecken (Girwidz, 2020). Inhaltlich fokussieren sich die im Seminar durchgeführten Experimente auf den Gummibärchenaufzug. Daran wird beispielsweise die Änderung der potenziellen Energie des Gummibärchens beim Hochfahren am Aufzug bestimmt. Darüber hinausgehend sollte experimentell der Wirkungsgrad eines kleinen Elektromotors bestimmt werden.

Auf die Sachperspektive folgen zwei Sitzungen, in denen die Adressat:innenperspektive erarbeitet wird. Dazu lesen die Studierenden Artikel zu didaktischen Konzepten. Zudem werden Präkonzepte von Lernenden zum Energiekonzept besprochen sowie anhand von Interview-Transkripten Aussagen von Lernenden im Grundschulalter auf deren Vorstellungen zum Energiekonzept hin analysiert. Daraufhin wird das Schreiben erster Drehbuchentwürfe in den Kleingruppen initiiert. In der nächsten Sitzung steht die kriteriengeleitete Überarbeitung der Drehbuchentwürfe im Vordergrund, wozu auch Feedback der Dozentin eingeholt werden soll. Zur technischen Umsetzung der

Erklärvideos gibt es eine Stationenarbeit, in der einige Möglichkeiten ausprobiert werden können, bevor die Videos schlussendlich erstellt werden. Am Ende der Seminarreihe werden die so entstandenen Videos gemeinsam geschaut, deren fachliche und gestalterische Qualität reflektiert sowie über konkrete Unterrichtseinsätze diskutiert. Ein Ablaufplan des Seminars ist in Abbildung 2 dargestellt.

Das Erstellen der Erklärvideos stellt mit ein paar auf die Klausur vorbereitenden Übungsaufgaben die zu erbringende Teilnahmeleistung zum erfolgreichen Abschließen des Seminars dar.

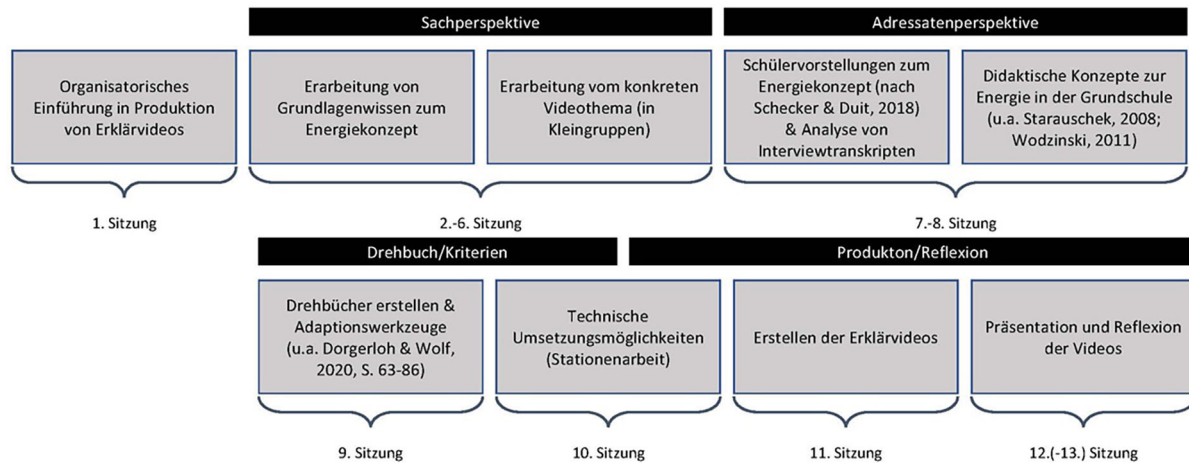


Abbildung 2: Ablaufplan des überarbeiteten Seminars mit Bezug auf die Produktionsschritte beim Erstellen von Erklärvideos

5 Beforschung des Seminarkonzepts

Um das Seminarkonzept zu beforschen, wird ein hauptsächlich quantitativer Forschungsansatz verwendet. Vertieft werden die Ergebnisse durch zwei frei zu beantwortende Fragen. Der quantitative Teil besteht aus einem Leistungstest zum Energiekonzept zur Untersuchung des Fachwissens sowie einer Befragung mit fünfstufigen Rating-Skalen zu den Selbstwirksamkeitserwartungen. Um die Auswirkungen der Seminarreihe zu untersuchen, wird ein Prä- und Posttest-Verfahren eingesetzt. Die Durchführung der Befragung ist jeweils für 25 Minuten angesetzt und findet jeweils in der ersten und letzten Seminarsitzung vor Ort statt.

5.1 Instrumente und Methodik

Um den Zuwachs des Fachwissens zwischen Beginn und Ende der Seminarreihe zu erheben, werden im Prä- und Posttest jeweils dieselben 20 Items aus dem „Konzeptwissen Energie Test“ von Viering et al. (2017) genutzt. Es handelt sich dabei um einen geschlossenen Single-Choice-Test mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten. Abgefragt werden die vier inhaltlichen Grundprinzipien zum Energiekonzept (Energieformen & -umwandlung, Energietransport, Energieentwertung und Energieerhaltung), die auch im Seminar thematisiert werden. Ziel ist es, einen möglichst breiten Einblick in das Verständnis des Energiekonzepts zu bekommen. Bei Auswahl der Items wurde darauf geachtet, dass alle vier Grundprinzipien in jeder der vier im ursprünglichen Testinstrument verfügbaren Schwierigkeitsstufen über ein möglichst breites Spektrum der Sachzusammenhänge abgedeckt werden. Für die Items des Fachwissen-Tests ergibt sich eine Reliabilität von $\alpha_{prä} = 0,74$ und $\alpha_{post} = 0,76$.

Zur Erhebung der Selbstwirksamkeitserwartungen werden Items mit fünfstufigen Ratingskalen (von 1 = vollständige Ablehnung bis 5 = volle Zustimmung) genutzt. Die Items wurden aus bestehenden Testinstrumenten von Kulgemeyer und Wittwer (2022) sowie Meinhardt (2018) adaptiert und zu drei Teilskalen zusammengestellt. Die Teilskalen zielen auf die Bereiche „Physik Lernen“ (elf Items), „Physik Unterrichten“ (sieben Items) und „Selbsteinschätzung zum Thema Energie“ (vier Items) ab.

Die in den jeweiligen Skalen abgefragten Gebiete sowie einige Beispielitems sind in Tabelle 1 aufgezeigt. Die Items zu den Selbstwirksamkeitserwartungen werden in den Befragungen jeweils vor dem Fachwissenstest abgefragt um zu verhindern, dass ebendieser die Selbsteinschätzung beeinflusst.

Die Testaufgaben zum Fachwissen, zum Energiekonzept sowie die Items der Ratingskalen sind im Prä- und Posttest identisch und erreichen alle eine Reliabilität von $\alpha \geq 0,55$ für reliable Persönlichkeits- und Leistungstests (vgl. Rost, 2005, S. 132). Im Prätest wurden zusätzlich wenige demografische Daten (Geschlecht, Fachsemester, Physikkurs in der Oberstufe) abgefragt. Im Posttest gibt es zudem zwei offene Fragen, um einen Eindruck davon zu bekommen, wie das Seminarkonzept von den Studierenden wahrgenommen wurde und wie es weiter verbessert werden kann. Gefragt wurde zum einen: „Welche Inhalte, Übungen oder Materialien der Veranstaltung waren gut und sollten unbedingt für den nächsten Jahrgang beibehalten werden?“, und zum anderen: „Welche Inhalte, Übungen oder Materialien der Veranstaltung waren überflüssig und/oder sollten gestrichen werden? Warum?“ Um die Anonymität der Teilnehmenden zu gewährleisten, werden der Prä- und Posttest derselben Person mittels vergebener Benutzercodes einander zugeordnet. Die Teilnahme an den Befragungen war ein verpflichtender Bestandteil des Seminars, der Verwendung der Daten konnte aber widersprochen werden.

Tabelle 1: Darstellung der angesprochenen Gebiete in den einzelnen Skalen sowie Beispielitems und Reliabilitäten der Skalen

Skala	Angesprochene Gebiete	Beispielitems
Physik Lernen ($\alpha_{prä} = 0,83$; $\alpha_{post} = 0,78$)		
	Lernen & Problemlösen (4 Items)	„Ich lerne neuen Stoff in Physik schnell.“ „Die Lösung physikalischer Probleme und Aufgaben gelingt mir immer, wenn ich mich darum bemühe.“
	Prüfungen (4 Items)	„Normalerweise kann ich Prüfungsfragen in Physik gut beantworten.“ „In Physik bekomme ich gute Noten.“
	Spaß & Wohlbefinden (3 Items)	„Mir macht es Spaß, mich mit physikalischen Themen zu befassen.“ „Ich lese gern etwas über Physik.“
Physik (im Sachunterricht) Unterrichten ($\alpha_{prä} = 0,81$; $\alpha_{post} = 0,67$)		
	Experimentieren (2 Items)	„Ich traue mir zu im Sachunterricht physikalische Experimente durchzuführen.“ „Ich kann in meiner Unterrichtsplanung zu den Lernzielen passende Experimente aufbauen.“
	Erklären (2 Items)	„Ich traue mir zu, meinen Schüler*innen ein physikalisches Thema zu erklären.“ „Ich kann bei Verständnisschwierigkeiten eine (physikalische) Aufgabenstellung im Sachunterricht spontan umformulieren.“
	Sachunterricht allgemein (3 Items)	„Ich würde in meinem Sachunterricht so wenig physikalische Themen wie möglich unterrichten.“ (umgepolt) „Ich kann erkennen, weshalb meine SuS Schwierigkeiten bei einem physikalischen Thema haben, auch wenn sie es selbst noch nicht in Worte fassen können.“

(Fortsetzung Tabelle 1)

Skala	Angesprochene Gebiete	Beispielitems
Selbstwirksamkeitserwartung zum Thema Energie ($\alpha_{prä} = 0,79$; $\alpha_{post} = 0,71$)		
	Energie fachlich (2 Items)	„Ich muss noch mehr darüber lernen, was Energie in der Physik ist.“ (umgepolt) „Ich traue mir zu, Klausuraufgaben zum Thema Energie zu lösen.“
	Energie erklären (2 Items)	„Ich kann den Begriff Energie auch jemandem erklären, wenn die- bzw. derjenige noch nichts dazu weiß.“ „Ich traue mir zu Inhalte zum Thema Energie im Sachunterricht zu unterrichten.“

Die Auswertung der so erhobenen Daten erfolgt über quantitativ-statistische Verfahren (t-Tests, Wilcoxon-Tests, Mann-Whitney-U-Tests, Korrelationsanalysen) sowie induktive Kategorienbildung (Mayring, 2010) für die offenen Fragen.

5.2 Stichprobe

Die Untersuchung wurde in zwei Durchgängen der Seminarreihe „Gummibärchenaufzüge und andere Experimente – mit dem Energiekonzept im Sachunterricht arbeiten“ durchgeführt. Insgesamt sind von $N = 31$ Studierenden Fragebögen, von denen der Prätest und Posttest vorhanden sind, $N = 29$ vollständig und werden ausgewertet. Der Verarbeitung der Daten hat niemand widersprochen.

Tabelle 2: Übersicht über Studiengang und Geschlechterverteilung der Teilnehmenden

	Studiengang		Geschlecht		
	Sachunterricht Grundschule	Sachunterricht Sonderpädagogik	männlich	weiblich	divers
Sommersem. 2023	2	9	3	8	0
Wintersem. 2023/2024	13	5	5	13	0
gesamt	15	14	8	21	0

Aus der Stichprobe geben 21 Teilnehmende an, und damit mit Abstand die meisten, dass sie in der Oberstufe keinen Physikkurs mehr besucht haben. Acht Teilnehmende hatten noch Physik in der Oberstufe, aber nur eine davon hatte Physik als Leistungskurs. Niemand außer der Letztgenannten hat in der Oberstufe noch eine Physikklausur geschrieben. Dies ist, ebenso wie die verhältnismäßig vielen weiblichen Seminarteilnehmerinnen, typisch für diesen Studiengang. Eine Übersicht über weitere demografische Daten der Teilnehmenden ist in Tabelle 2 zu finden.

6 Ergebnisse

6.1 Auswertungen zur Forschungsfrage a – fachliches Lernen

Zur Auswertung von Forschungsfrage (a) wurde über die 20 Items zum Konzeptwissen Energie jeweils der Mittelwert gebildet, sodass die höchste zu erreichende Punktzahl auf der Skala einem Punkt entspricht. Der Kolmogorov-Smirnoff-Test zeigt, dass nicht alle Größen normalverteilt sind, sodass zusätzlich zum t-Test nicht-parametrische Tests zur Analyse herangezogen werden. Der Mann-Whitney-U-Test zeigt, dass es für das Vorwissen zum Energiekonzept zwischen den beiden untersuchten Semestern ($Mdn_{SoSe23} = 0,45$; $Mdn_{WiSe2324} = 0,45$) keine signifikanten Unterschiede gibt, $U(N_{SoSe23} = 11, N_{WiSe2324} = 18) = 90$; $z = -0,70$; $p = 0,51$. Auch für das Wissen nach dem

jeweiligen Semester ($Mdn_{SoSe23} = 0,55$; $Mdn_{WiSe2324} = 0,70$) gibt es keinen signifikanten Unterschied, $U(N_{SoSe23} = 11, N_{WiSe2324} = 18) = 97$; $z = -0,09$; $p = 0,95$. Die Auswertung bezüglich des fachlichen Lernens wird deshalb über beide Semester und somit alle Teilnehmenden gemeinsam vorgenommen.

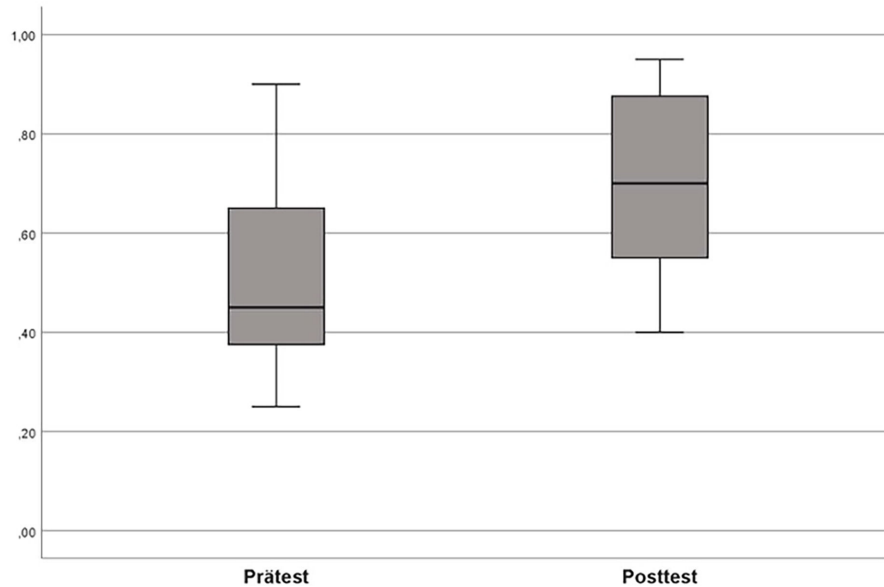


Abbildung 3: Boxplot für die erreichte Punktzahl im Fachwissen zum Thema Energie für den Prätest (links) und Posttest (rechts)

Über beide Semester gemeinsam betrachtet zeigt der t-Test einen höchst signifikanten Zuwachs auf der Skala zum Konzeptwissen zwischen vor ($MW = 0,49$; $SD = 0,19$) und nach ($MW = 0,70$; $SD = 0,18$) dem jeweiligen Semester, $t(28) = -7,73$; $p < 0,001$; $d = 1,44$. Dabei handelt es sich um einen großen Effekt (Rasch et al., 2010, S. 68). Auch der nicht-parametrische Wilcoxon-Test zeigt, dass die Wissensskala im Prätest mit 0,45 einen signifikant niedrigeren Median als im Posttest mit 0,70 aufweist ($z = -4,41$; $p < 0,001$; $r = 0,62$). Auch hier bestätigt sich der große Effekt (Rasch et al., 2010, S. 133). Eine grafische Darstellung der im Prätest und Posttest erreichten Punkte kann Abbildung 3 entnommen werden.

Ein Lernzuwachs kann auch durch den Hake-Faktor oder Individual Learning Gain eingeschätzt werden. Da es bei einer ohnehin schon hohen Punktzahl im Prätest schwieriger ist, sich im Posttest zu verbessern, wird die Punktzahl im Prätest bei dieser Auswertungsmethode mitberücksichtigt (Hake, 1998, S. 65). Der Individual-Learning-Gain bzw. Hake-Faktor bewegt sich zwischen $g_{min} = -0,2$ und $g_{max} = 0,86$. Nur eine Person der Stichprobe erreicht einen negativen Wert für g . Der Mittelwert liegt bei 0,40 ($SD = 0,28$), was laut Hake (1998) als mittlerer Lernzuwachs einzuschätzen ist.

Insgesamt zeigt sich durch die Analysen, dass das untersuchte Seminarkonzept signifikant zum fachlichen Lernen beiträgt.

6.2 Auswertungen zur physikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung

Zur Auswertung der physikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung (Forschungsfrage (b)) wurde über die drei Teilskalen jeweils der Mittelwert gebildet. Der Kolmogorov-Smirnoff-Test zeigt hier für die Skalen zum Physik Lernen und Physik Unterrichten jeweils eine Normalverteilung. Die Skala zur Selbstwirksamkeitserwartung Energie ist zum Posttestzeitpunkt nicht normalverteilt, sodass hier auch nicht-parametrische Auswertungsmethoden herangezogen werden.

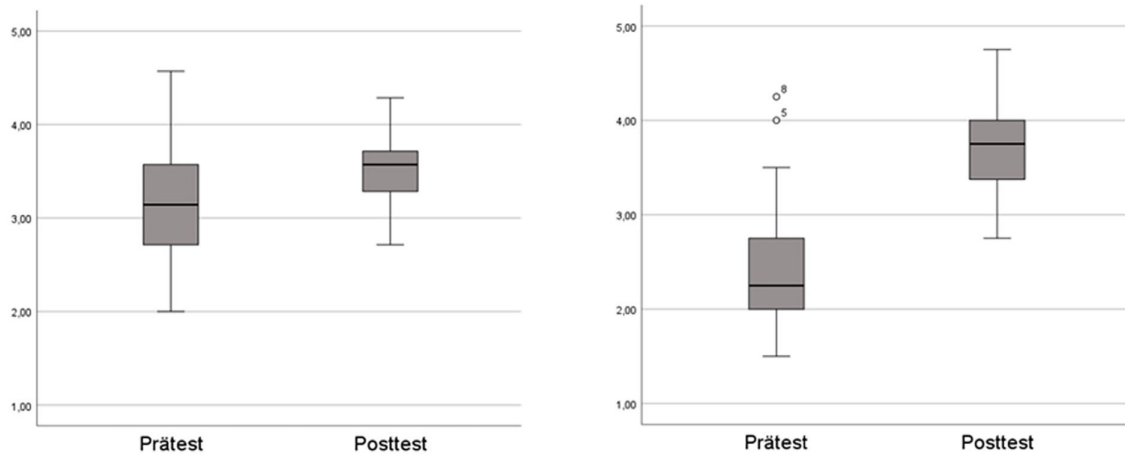


Abbildung 4: Boxplots für die Skalen Physik Unterrichten (links) und Selbstwirksamkeitserwartung zum Thema Energie (rechts) jeweils für den Prätest und Posttest

Bei der Skala zum Physik Unterrichten (siehe auch Abb. 4) zeigt sich ein signifikanter Zuwachs zwischen den Messzeitpunkten vor ($MW = 3,08$; $SD = 0,51$) und nach ($MW = 3,51$; $SD = 0,38$) dem Seminar, $t(28) = -5,30$; $p < 0,001$; $d = 0,98$. Nach Rasch et al. (2010, S. 68) handelt es sich dabei um einen starken Effekt.

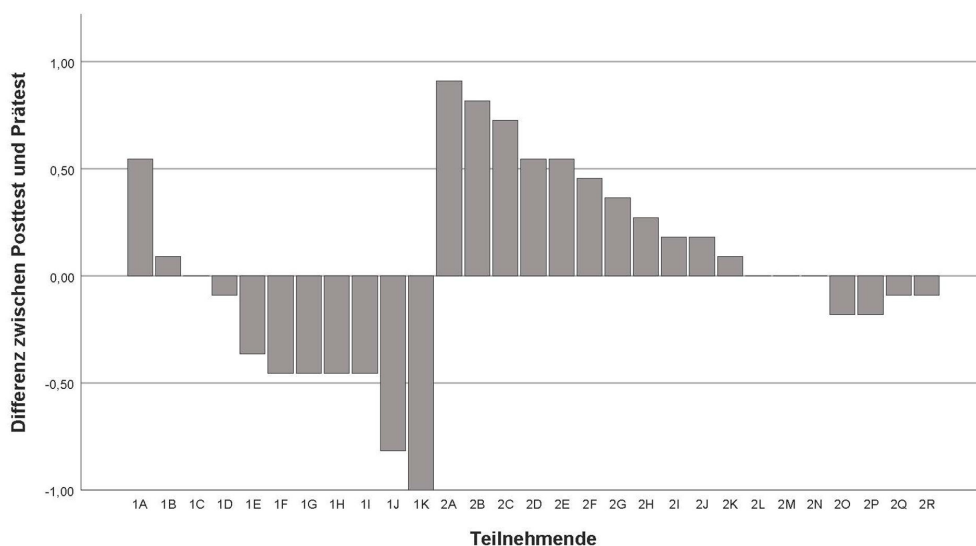


Abbildung 5: Darstellung der Differenz zwischen Posttest und Prätest pro Teilnehmenden für die Skala zum Physik Lernen. Die Ziffer in der Bezeichnung der Teilnehmenden entspricht dem der 1. oder 2. Durchführung des Seminars

Auch die Skala zur Selbstwirksamkeitserwartung zum Thema Energie (siehe auch Abb. 5) lässt durch einen t-Test einen signifikanten Zuwachs zwischen Prätest ($MW = 2,39$; $SD = 0,62$) und Posttest ($MW = 3,71$; $SD = 0,49$) erkennen, $t(28) = -12,63$, $d = 2,34$. Dieser signifikante Zuwachs zeigt sich mit einem starken Effekt. Auch der nicht-parametrische Wilcoxon-Test zeigt, dass die Selbsteinschätzung zum Thema Energie im Prätest mit 2,25 einen signifikant niedrigeren Median als im Posttest mit 3,75 ($z = -4,72$; $p < 0,001$; $r = 0,88$) aufweist. Auch der starke Effekt bestätigt sich durch diese Analyse.

Die Skala, die das Konstrukt Physik Lernen abbildet, lässt mittels t-Test keinen signifikanten Unterschied zwischen den Messzeitpunkten zu Beginn ($MW = 3,10$; $SD = 0,42$) und am Ende ($MW = 3,14$; $SD = 0,46$) des Seminars erkennen, $t(28) = -0,43$; $p = 0,67$. Bei der Betrachtung der Differenz des Skalenwerts vom Posttest zum Prätest, welche auch in Abbildung 5 dargestellt ist, wird deutlich, dass zwölf der Teilnehmenden einen negativen Wert erhalten, nach dem Seminar also we-

niger Punkte auf der Skala erreichen. Bei vier der Teilnehmenden gibt es keine Veränderung von Prä- zu Post, also eine Differenz von 0. Eine positive Differenz und damit eine höhere Punktzahl auf der Skala im Posttest zeigt sich bei 13 der Teilnehmenden. Insgesamt reicht der Unterschied zwischen Prä- und Posttest von -1 bis + 0,91.

Um eventuelle Zusammenhänge zwischen den Variablen aufzudecken, wurden Korrelationsanalysen nach Spearman durchgeführt. Diese zeigt für den Prätest eine signifikante positive Korrelation zwischen der Skala zum Physik Lernen mit der zum Physik Unterrichten, $r(29) = 0,43$, $p = 0,02$. Dies deutet darauf hin, dass Studierende, die sich vor dem Seminar selbst als kompetent im Physik Lernen einschätzen, tendenziell auch eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung beim Unterrichten von Physik haben. Im Posttest gibt es signifikante Korrelationen zwischen der Wissensskala und der Skala zum Physik Lernen, $r(29) = 0,38$, $p = 0,04$. Des Weiteren korreliert die Skala zum Physik Lernen mit der Skala zum Physik Unterrichten, $r(29) = 0,47$, $p = 0,01$ und zur Selbsteinschätzung zum Thema Energie, $r(29) = 0,44$, $p = 0,02$. Im Posttest zeigt sich eine signifikante positive Korrelation zwischen der Wissensskala und der Skala zum Physiklernen ($r = 0,38$, $p = 0,04$). Dies legt nahe, dass Studierende, die über ein umfassenderes Fachwissen verfügen, tendenziell auch eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung beim Physik Lernen aufweisen oder die Selbsteinschätzung im Posttest auch realistischer ist. Weiterhin besteht eine signifikante positive Korrelation zwischen der Skala zum Physik Lernen und der Skala zum Physik Unterrichten ($r = 0,47$, $p = 0,01$). Dies deutet erneut darauf hin, dass eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung beim Physik Lernen mit einer gesteigerten Selbstwirksamkeitserwartung beim Unterrichten von Physik einhergeht. Zudem korreliert die Skala zum Physik Lernen signifikant mit der Selbsteinschätzung zum Thema Energie ($r = 0,44$, $p = 0,02$)

Zusammenfassend bestätigen die Analysen, dass das Seminar sich signifikant positiv auf die Selbstwirksamkeitserwartung im Bereich Physik Unterrichten und zum Seminarthema Energie auswirkt. Der Einfluss auf die Einschätzung zum Physik Lernen hingegen wird nicht signifikant.

6.3 Auswertungen der offenen Fragen

Das Ziel der im Folgenden ausgewerteten offenen Fragen war es, die Wahrnehmung des Seminars durch die Studierenden zu erfahren, um das Seminar weiter zu verbessern. Dazu wurden die Freitext-Antworten kategorisiert. Bei der Frage danach, was im Seminar beibehalten werden soll, haben alle 29 Teilnehmenden eine Aussage getätigt und zum Teil sogar mehrere Dinge genannt, sodass es insgesamt 50 Nennungen gibt. Eine Übersicht zur Anzahl der jeweiligen Nennungen ist in Abbildung 6 dargestellt.

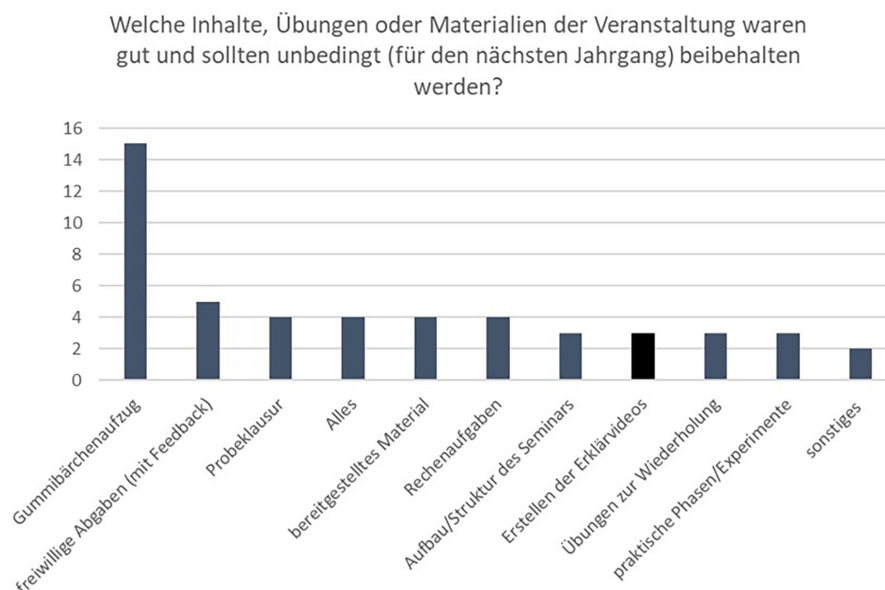


Abbildung 6: Darstellung der Anzahl der Nennung als Antwort auf die Frage, was im Seminar beibehalten werden soll

Der Gummibärchenaufzug, der in den Sitzungen zur Sachperspektive eine große Rolle spielt, wird mit 15 Nennungen am häufigsten genannt. Begründet wird dies u. a. mit der Möglichkeit Fachliches daran zu veranschaulichen oder mit dem Praxisbezug zum Sachunterricht in der Grundschule. Das Erstellen der Erklärvideos wird dreimal genannt. Die Vorbereitung auf die Klausur wird durch Probeklausur (4 Nennungen), (freiwillige) Abgaben mit Feedback (5 Nennungen) und Übungen zur Wiederholung (3 Nennungen) abgedeckt. Der Aufbau des Seminars wurde dreimal positiv erwähnt sowie viermal, dass alles beibehalten werden soll.

Bei der Frage danach, was überflüssig war oder weggelassen werden sollte, machen elf der 29 Teilnehmenden keine Angabe. Zehn der Teilnehmenden, die eine Angabe machen, stellen fest, dass nichts geändert werden soll. Von den acht Teilnehmenden, die Vorschläge dazu machen, was weggelassen werden soll, wird viermal genannt, dass es zu viele oder zu aufwendige Experimente gäbe. Jeweils einmal wird genannt, dass der Theorieteil (Sachperspektive) reduziert werden sollte, dass die Adressatenperspektive in Form der Präkonzepte zu umfangreich war und einmal die Gewichtung des Seminars, die mehr in Richtung des fachlichen Lernens (Sachperspektive) gehen sollte. Einmal wird auch genannt, dass das Erklärvideo als qualifizierte Teilnahme zu aufwendig war und nicht auf die Klausur vorbereitet. Die Aussage schließt mit dem Kommentar: „Dennoch positiv, da für spätere Laufbahn möglicherweise relevant.“

Aus der Nennung der Inhalte, Übungen oder Materialien, die beibehalten werden sollen, sticht das Erklärvideo nicht heraus, stattdessen wird der Gummibärchenaufzug mit Abstand am häufigsten genannt. Insgesamt wird aus den Aussagen auch deutlich, dass die meisten Teilnehmenden möchten, dass alles beibehalten wird. Einmal wird kritisiert, dass das Erklärvideo zu aufwendig war, dennoch wird Verständnis für dessen mögliche Relevanz für die Berufspraxis gezeigt.

7 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analysen legen nahe, dass das Seminar einen signifikanten Zuwachs im fachlichen Wissen zum Energiekonzept bei den Studierenden bewirkt. Dieser Zuwachs in den Wissensskalen deutet darauf hin, dass das Seminar das fachliche Lernen der Studierenden unterstützt, wobei es sich um einen mittleren Lernzuwachs handelt. Die Hypothese, die einen positiven Effekt des Seminars auf das fachliche Wissen postuliert, wird somit bestätigt.

Ein signifikanter Unterschied zeigt sich auch in der Skala zum Unterrichten von Physik vor und nach dem Seminar. Dies legt nahe, dass die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden in diesem Bereich mit einem starken Effekt gestiegen ist. Obwohl die Einschätzungen im Durchschnitt vor und nach dem Seminar tendenziell in der Mitte der fünfstufigen Skala liegen, deutet der signifikante Anstieg auf eine gesteigerte Selbstwirksamkeit hin. Ähnlich verhält es sich mit der Selbstwirksamkeitserwartung zum Thema Energie, wo ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen ist. Es ist klar erkennbar, dass sich hier eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung bei den Studierenden anhand deren Selbsteinschätzungen zeigt.

Jedoch zeigt die Auswertung der Skala zum Physik Lernen keine klare Tendenz. Vor dem Seminar gab es Teilnehmende, die sich besser einschätzten, aber auch welche, die sich schlechter einschätzten als danach. Insgesamt bewegen sich die Einschätzungen vor und nach dem Seminar im Schnitt auf der Mitte der Skala. Somit lässt sich kein klarer Effekt des Seminars auf die Selbstwirksamkeitserwartungen zum Physik Lernen feststellen. Eine mögliche Erklärung für diese Feststellungen könnte sein, dass die Selbstwirksamkeitserwartungen zum Physik Lernen sich schon in der Schule entwickelt und gefestigt haben, sodass es hier durch die vergleichsweise kurze Intervention keinen deutlichen Einfluss auf dieses Konzept geben kann.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse liefern Einblicke in die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen. Schon vor dem Seminar haben Studierende, die sich selbst als kompetent im Physik Lernen einschätzen, tendenziell auch eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung beim Unterrichten von Physik. Auch im Posttest besteht eine signifikante positive Korrelation zwischen der

Skala zum Physik Lernen und der Skala zum Physik Unterrichten. Dies deutet darauf hin, dass eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung beim Physik Lernen mit einer gesteigerten Selbstwirksamkeitserwartung beim Unterrichten von Physik einhergeht. Im Posttest zeigt sich dann zudem eine signifikante positive Korrelation zwischen der Wissensskala und der Skala zum Physik Lernen. Dies legt nahe, dass Studierende, die über ein umfassenderes Fachwissen verfügen, tendenziell auch eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung beim Physik Lernen aufweisen oder die Selbsteinschätzung zum Posttest auch realistischer ist. Zudem korreliert die Skala zum Physik Lernen signifikant mit der Selbsteinschätzung zum Thema Energie. Dies legt nahe, dass Studierende, die sich selbst als kompetent im Physik Lernen einschätzen, tendenziell auch eine höhere Selbstwirksamkeit im Umgang mit energiebezogenen Themen haben. Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, dass eine gesteigerte Selbstwirksamkeitserwartung beim Physik Lernen mit verschiedenen anderen Faktoren, wie dem Unterrichten von Physik und dem Umgang mit energiebezogenen Themen, in Zusammenhang stehen kann.

Die Auswertung der offenen Fragen ergab eine Nennung, die das Erklärvideo als aufwendig empfand und es in kommenden Semestern eventuell weglassen würde. Dies wurde jedoch relativiert durch die mögliche Relevanz des Erklärvideos für die spätere Berufspraxis. Andererseits sprachen sich auch Teilnehmende dafür aus, das Erklärvideo beizubehalten. Häufiger wurden jedoch der Gummibärchenaufzug sowie rechen- und klausurvorbereitende Aufgaben genannt. Dies deutet darauf hin, dass das Erstellen des Erklärvideos zwar als fester Bestandteil des Seminars angesehen wurde, jedoch andere Elemente wie Experimente und der Gummibärchenaufzug als wichtiger erachtet wurden. Auch könnte es sein, dass zum Zeitpunkt der Befragung die Klausur und die damit zusammenhängende Vorbereitung als relevanter angesehen wurde als die in nicht ganz so naher Zukunft liegende Berufspraxis. Es könnte dennoch sein, dass der Mehrwert des Seminars nicht in der Strukturierung durch das Erklärvideo-Projekt liegt, sondern an anderen Aspekten wie den ausgewählten Experimenten. Allerdings ist es schwierig, dies genau zu bestimmen, da ein direkter Vergleich fehlt.

8 Fazit und Limitationen

Die vorliegende Studie untersuchte die Auswirkungen eines innovativen Seminarkonzepts, das das fachliche Lernen im Bereich Physik mit der Produktion von Erklärvideos verbindet, auf das Fachwissen und die physikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung von Studierenden im Sachunterricht. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg des Fachwissens zum Energiekonzept sowie eine deutliche Steigerung der physikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung im Bereich des Physik Unterrichts und der Selbsteinschätzung zum Thema Energie nach Abschluss des Seminars.

Die Integration praktischer Elemente wie der Erstellung von Erklärvideos erwies sich als effektive Methode, um die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden zu stärken und sie in ihrem fachlichen Lernprozess zu unterstützen. Die positiven Ergebnisse legen nahe, dass ein praxisorientiertes Lehrkonzept nicht nur das fachliche Wissen, sondern auch das Selbstvertrauen der Studierenden in ihren zukünftigen Lehrberuf stärken kann.

Die vorliegende Studie weist trotz der positiven Ergebnisse einige Limitationen auf, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssten. Mit 29 Teilnehmenden ist die Stichprobe (insbes. für quantitative Erhebungen) relativ klein. Da die Studierenden das Seminar freiwillig gewählt haben, kann ihnen generell eine Offenheit gegenüber dem physikalischen Thema und vielleicht auch der Physik generell unterstellt werden. Abschließend gibt es vielleicht noch andere Dinge, die in einer Skala im Rahmen der Selbstwirksamkeitserwartungen hätten abgefragt werden können. Außerdem gibt diese Studie keine Auskunft darüber, ob die Selbstwirksamkeitserwartungen im Bereich Physik Unterrichten und zum Wissen zur Energie sich nachhaltig verbessert haben und dieser Effekt bis zum Eintritt in das Berufsleben anhält und das Lehrerhandeln später beeinflusst.

Insgesamt liefert die vorliegende Studie wertvolle Einblicke in die Wirksamkeit praxisorientierter Lehrmethoden und zeigt Möglichkeiten auf, wie Studierende erfolgreich auf ihren zukünftigen

Lehrberuf vorbereitet werden können. Es bleibt jedoch zu betonen, dass weitere Forschung erforderlich ist, um die Langzeiteffekte solcher Lehrkonzepte zu untersuchen und ihre Übertragbarkeit auf andere Kontexte zu prüfen.

Literatur

- Appleton, K. (2003). How Do Beginning Primary Teachers Cope with Science? Towards an Understanding of Science Teaching and Practice. *Research in Science Education*, 33 (1), 1–25. <https://doi.org/10.1023/A:1023666618800>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy. Towards a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological review*, 84 (2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Dorgerloh, S. & Wolf, K. D. (Hrsg.) (2020). *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos*. Beltz.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. VS Verlag.
- Duit, R. (2007). Energie. Ein zentraler Begriff der Naturwissenschaften und des naturwissenschaftlichen Unterrichts. *Unterricht Physik*, 18 (101), 182–185.
- Girwidz, R. (2020). Experimentieren im Physikunterricht. In *Physikdidaktik. Grundlagen* (S. 263–291). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_7
- Hake, R. (1998). Interactive engagement vs traditional methods. A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 1 (66), 64–74.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 3–18.
- Krapp, A., Geyer, C. & Lewalter, D. (2014). Motivation und Emotion. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie: Mit Online-Materialien* (6. Aufl., S. 193–222). Beltz.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2019). *Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 14.03.2019*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2019/BS_190314_Empfehlungen_Digitalisierung_Hochschullehre.pdf
- Kulgemeyer, C. (2011). Physik erklären als Rollenspiel. Adressatengemäßes Kommunizieren fördern und diagnostizieren. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 22(123/124), 70–74.
- Kulgemeyer, C. (2020). Didaktische Kriterien für gute Erklärvideos. In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (S. 70–75). Beltz.
- Kulgemeyer, C., Sterzing, F. & Hörnlein, M. (2023). Wie bettet man Erklärvideos lernwirksam in Physikunterricht ein? In T. Wilhelm (Hrsg.), *Digital Physik unterrichten. Grundlagen, Impulse, Perspektiven* (S. 230–243). Klett Kallmeyer.
- Kulgemeyer, C. & Wittwer, J. (2023). Misconceptions in Physics explainer videos and the illusion of understanding. An experimental study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21 (2), 1–21. <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-022-10265-7>
- Landwehr, B. (2002). *Die Distanz von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*. Logos.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Beltz.
- Meinhardt, C. (2018). *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in Physikdidaktischen Handlungsfeldern*. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J. & Fischer, H. E. (2012). Towards a Learning Progression of Energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (2), 162–188. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21061>
- Präsidium der Universität Paderborn [PO] (2022). *Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Lehramt an Grundschulen mit dem Lernbereich Natur- und Gesellschaftswissenschaften (Sachunterricht) an der Universität Paderborn*. <https://digital.ub.uni-paderborn.de/hs/download/pdf/6598114?originalFilename=true>
- Rasch, B., Hofmann, W., Friese, M. & Naumann, E. (2010). *Quantitative Methoden. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (3. Aufl.). Springer.
- Rost, D. H. (2005). *Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien* (2. Aufl.). Beltz.

- Schecker, H. & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen. In H. Schecker, T. Wilhelm & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_8
- Schmidt-Borcherding, F. (2020). Zur Lernpsychologie von Erklärvideos. Theoretische Grundlagen. In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (S. 63–70). Beltz.
- Schön, S. & Ebner, M. (2020). Was macht ein gutes Erklärvideo aus? In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (S. 75–83). Beltz.
- Starauschek, E. (2008). Das Thema „Energie“ in der Grundschule. In D. Höttecke (Hrsg.), *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung* (S. 167–169.). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.
- Viering, T., Neumann, K. & Fischer, H. (2017). *Kompetenzentwicklung Energie Test*. [Testinstrument Version 1.0]. Erstanwendung 2009. Forschungsdatenzentrum Bildung am DIPF.
- 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://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00461520701756420>
- Wodzinski, R. (2011). *Naturwissenschaftliche Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeit verbessern*. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen.
- Wolf, K. D. & Kulgemeyer, C. (2016). Lernen mit Videos? Erklärvideos im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*. 27 (152), 36–41.

Autorin

M. Ed. Madeleine Hörnlein. Universität Paderborn, Didaktik der Physik, Paderborn, Deutschland; Orcid-ID: <https://orcid.org/0000-0002-4220-930X>; E-Mail: madeleine.hoernlein@upb.de



Zitiervorschlag: Hörnlein, M. (2025). Physik lernen durch Erklären? Evaluation eines Seminarkonzepts für Sachunterrichtsstudierende. *die hochschullehre*, Jahrgang 11/2025. DOI: 10.3278/HSL2462W. Online unter: wbv.de/die-hochschullehre



die hochschullehre

Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre

Die Open-Access-Zeitschrift **die hochschullehre** ist ein wissenschaftliches Forum für Lehren und Lernen an Hochschulen.

Zielgruppe sind Forscherinnen und Forscher sowie Praktikerinnen und Praktiker in Hochschuldidaktik, Hochschulentwicklung und in angrenzenden Feldern, wie auch Lehrende, die an Forschung zu ihrer eigenen Lehre interessiert sind.

Themenschwerpunkte

- Lehr- und Lernumwelt für die Lernprozesse Studierender
- Lehren und Lernen
- Studienstrukturen
- Hochschulentwicklung und Hochschuldidaktik
- Verhältnis von Hochschullehre und ihrer gesellschaftlichen Funktion
- Fragen der Hochschule als Institution
- Fachkulturen
- Mediendidaktische Themen

wbv.de/die-hochschullehre



Alle Beiträge von **die hochschullehre** erscheinen im Open Access!