pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Hahn, Lotte

Physik-Erklärvideos: Qualitätsanalyse und Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften

Berlin : Logos Verlag Berlin 2026, 564 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 400) - (Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2026)

Quellenangabe/ Reference:
Hahn, Lotte: Physik-Erklärvideos: Qualitätsanalyse und Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften. Berlin : Logos Verlag Berlin 2026, 564 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 400) - (Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2026) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-364022 - DOI: 10.25656/01:36402; 10.30819/6128

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-364022
https://doi.org/10.25656/01:36402

in Kooperation mit / in cooperation with:

https://www.logos-verlag.de

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Studien zum Physik- und Chemielernen

M. Hopf und M. Ropohl [Hrsg.]

400

Lotte Hahn

Physik-Erklärvideos: Qualitätsanalyse und Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Diese Reihe im Logos Verlag Berlin lädt Forscherinnen und Forscher ein, ihre neuen wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen im Kontext einer Vielzahl von bereits erschienenen Arbeiten zu quantitativen und qualitativen empirischen Untersuchungen sowie evaluativ begleiteten Konzeptionsentwicklungen zu veröffentlichen. Die in den bisherigen Studien erfassten Themen und Inhalte spiegeln das breite Spektrum der Einflussfaktoren wider, die in den Lehr- und Lernprozessen in Schule und Hochschule wirksam sind.
Die Herausgeber hoffen, mit der Förderung von Publikationen, die sich mit dem Physik- und Chemielernen befassen, einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Verbesserung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Martin Hopf und Mathias Ropohl

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 400

Lotte Hahn

Physik-Erklärvideos: Qualitätsanalyse und Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften

Logos Verlag Berlin

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen
Martin Hopf und Mathias Ropohl [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Die frei zugängliche Open-Access-Publikation des vorliegenden Titels wurde mit Mitteln des Publikationsfonds der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ermöglicht.

Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Lizenz CC BY-NC-ND (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).
Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

Logos Verlag Berlin GmbH 2026

ISBN 978-3-8325-6128-4
ISSN 1614-8967
DOI 10.30819/6128

Logos Verlag Berlin GmbH
Georg-Knorr-Str. 4, Geb. 10
D-12681 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90
Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92
https://www.logos-verlag.de

Physik-Erklärvideos: Qualitätsanalyse und Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
der naturwissenschaftlichen Fakultät II, Fakultät für Physik,
Didaktik der Physik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Lotte Hahn

Gutachter*innen: Prof. Dr. Thorid Rabe, Prof. Dr. Christoph Kulgemeyer & Prof. Dr. Anne-Kathrin Lindau

Tag der Verteidigung: 13.03.2026

Diese Veröffentlichung wurde durch den Publikationsfonds der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg gefördert.

Die Arbeit wurde im Zeitraum von März 2021 bis August 2025 unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. Thorid Rabe im Rahmen des BMBF-Projekts „DikoLa – Digital kompetent im Lehramt“ verfasst.

Danksagung

An allererster Stelle soll der Dank für die wunderschöne Zeit der Promotion an die Arbeitsgruppe der Didaktik der Physik in Halle gehen. Ihr habt den Arbeitsplatz zu einem Ort gemacht, auf den ich mich immer gefreut habe und nach über vier Jahren Zusammenarbeit seid ihr für mich mehr als nur Kolleginnen und Kollegen geworden. Danke Thorid, dass du mir die Chance gegeben hast, so viel von dir zu lernen. Eine bessere Betreuung hätte ich mir nicht wünschen können. Ich danke euch, Inka und Andreas, dass ihr mir so viele Fragen beantwortet habt. Freja, Frederik, Fabian und Peter, Anett, Thomas und Andrea: Danke für die gegenseitige Unterstützung, euren täglichen Rückhalt und euren Humor. Auch danke ich allen wissenschaftlichen Hilfskräften, insbesondere Gabriel und Kira, die mich begleitet und unterstützt haben.

Ebenso erwähnt sei das gesamte DikoLa-Team, vor allem Katharina, Matthias, Paula, Lilly, Leon, Sarah und Sabine – die Arbeit mit euch war eine große Bereicherung. Ein besonderer Dank geht an Saskia, die mich ab Tag 1 begleitet, unterstützt und motiviert hat und mich bis heute inspiriert.

Ich danke meiner Familie, besonders Hedwig, die so viel Interesse und Zeit für meine Arbeit aufgebracht hat, Christoph, meinen Eltern, Annett und Jonathan. Danke, dass ihr mich bei allem unterstützt habt. Außerdem danke ich allen Freunden, die beim Korrekturlesen beteiligt waren. Ihr wart mir eine große Hilfe.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 21

Forschungsschwerpunkt I – Analyse der Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube

2 (Physik-)Erklärvideos – Theoretische Grundlagen 31
2.1 Didaktische Perspektiven auf Erklären im (Physik-)Unterricht Eine Einführung……..32
2.2 Erklärvideos im schulischen Kontext……37
2.2.1 Erklärvideos: Eine Begriffsdefinition……37
2.2.2 YouTube-Nutzung von Kindern, Jugendlichen und Lehrkräften……...39
2.2.3 Qualität von (naturwissenschaftlichen) Erklärvideos zu schulspezifischen Themen……42
2.3 Qualitätskriterien und Lernwirksamkeit von Erklärvideos……...46
2.3.1 Momentane Forschungslage.……..…….…….....46
2.3.2 Fachdidaktisches Qualitätskriterienraster lernförderlicher Erklärvideos.……..……..……..……...52
2.3.3 Multimediaprinzipien……..……..……..……...76

3 Forschungsfragen: Erklärvideoanalyse 85

4 Wahl der thematischen Schwerpunkte: Dichte und Schall 87
4.1 Dichte: Fachliche Klärung, Verortung im Lehrplan und Schüler-*innenvorstellungen.……..……..……..……..88
4.2 Schall: Fachliche Klärung, Verortung im Lehrplan und Schüler*-innenvorstellungen……..…….…….....94
5 Konzeption und Durchführung der Erklärvideoanalysen 105
5.1 Gesamtstudiendesign……..……..…….……...105

5.2 Kriterien zur Auswahl der Erklärvideos……..……108
5.3 Kategorien zur Bewertung der fachlichen Qualität…….112
5.4 Kriterienraster zur Bewertung der fachdidaktischen Qualität…….114
5.5 Kriterienraster zur Bewertung der medialen und lernpsychologischen Qualität. ……..……..…….……..…….125

6 Ergebnisdarstellung: Erklärvideoanalyse 133
6.1 Verschriftliche Analyse: Lehrerschmidt (2017)……..133
6.2 Verschriftliche Analyse: Duden Learnattack (2020a)…….160
6.3 Ergebnisse der fachlichen Analyse……. 186
6.4 Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse……..197
6.5 Ergebnisse der Analyse anhand der Multimediaprinzipien…….218

7 Diskussion und Ausblick 229
7.1 Diskussion der Ergebnisse der Erklärvideoanalyse…….229
7.2 Diskussion und Reflexion des methodischen Vorgehens: Potenziale, Limitationen und Implikationen……..237

8 Fazit Erklärvideoanalyse 251

Forschungsschwerpunkt II – Qualitative Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos

9 Einstellungen – Theoretische Grundlage 257
9.1 Einstellungen – Eine Begriffsklärung…….258
9.1.1 Konzeptionelle Unterschiede in den Definitionen von Einstellungen……..259
9.1.2 Affektive, kognitive und behaviorale Komponente von Einstellungen (Multikomponentenmodell)…….267

9.2 Bedingungen für die Integration von Technologie im Unterricht: Will-Skill-Tool-Modell……...272
9.3 Einstellungsmessung……..275
9.4 Schlussfolgerungen für das Forschungsprojekt…….278

10 Forschungsfragen: Erhebung von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos 281

11 Konzeption und Durchführung der Einstellungserhebung 285
11.1 Methodischer Zugang: Legitimation der qualitativen Ausrichtung……285
11.2 Erhebung von Einstellungen: Interviewleitfaden, Stichprobe und Durchführung der Erhebung……..288
11.3 Auswertungsverfahren: Qualitative Inhaltsanalyse……..298
11.3.1 Allgemeine Charakterisierung und punktueller Vergleich des Vorgehens nach Mayring (2015) und Kuckartz und Rädiker (2022)……...299
11.3.2 Ablaufschema……..304
11.3.3 Kategorienbildung……...307
11.3.4 Datenanalyse und -auswertung……313
11.3.5 Gütekriterien……316

12 Ergebnisse: Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos 329
12.1 Darstellung des Kategoriensystems…….. 330
12.2 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“ ……334
12.3 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Relevanz von Erklärvideos“……...340

12.4 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Potenziale: Erklärvideos“…….. 346
12.5 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/ Empfehlung“……362
12.6 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Einschätzung Qualität Erklärvideos“…….369
12.7 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorien zur Erfassung verhaltensbezogener Einstellungskomponenten.....372
12.7.1. Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht…….....375
12.7.2. Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht…….379
12.7.3. Unterricht durch Erklärvideos ersetzen……393
12.8 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“……394
12.9 Kategorienbasierte Analyse entlang weiterer, induktiv ergänzter Hauptkategorien……..407
12.9.1. Rahmenbedingungen……...408
12.9.2. Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos……412

13 Typenbildung 415
13.1 Bestimmung von Merkmalsraum und Merkmalsausprägungen....415
13.2 Gruppierung der Fälle, Bildung und Beschreibung der Typologien……...426

14 Diskussion 453
14.1 Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse……...453
14.2 Typenbildung……475
14.3 Diskussion der Methodik und Limitationen……..483

15 Abschließendes Fazit und Ausblick 489

16 Anhang 497

16.1 Codierleitfaden zur Einschätzung der fachlichen Qualität von Erklärvideos…….497

16.2 Begleitender Fragebogen……..501

16.3 Interviewleitfäden…….504

16.4 Codierleitfaden Interviewstudie……510

16.5 Ausgewähltes Interviewtranskript: LKm-6-IGS-HS……513

16.6 Fallzusammenfassungen auf Basis des Merkmalsraums der Typologisierung……...530

16.7 Tabellarische Zusammenfassung der Merkmalsausprägungen….536

Literaturverzeichnis 543

Eidesstattliche Erklärung 563

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Modell des Erklärens im Physikunterricht, exemplarisch bezogen auf das Thema Schall, nach Kulgemeyer (2016, S. 4 ff.)……..36
Abbildung 2 Schematische Darstellung der Typologie von Erklärvideos, Video-Tutorials und Lehrfilmen (reduziert und visuell adaptiert nach Wolf, 2015, S. 123) ……...39
Abbildung 3 Beispiel einer Analogie mit Brückenelement nach Clement (1993, S. 1244)……...58
Abbildung 4 Kognitive Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer (2021, S. 40)…….59
Abbildung 5 Theorie des sozialen Handelns nach Mayer (2021, S. 310, eigene Übersetzung aus dem Engl.)…….82
Abbildung 6 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 00:19)…….135
Abbildung 7 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 00:07)…….141
Abbildung 8 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 03:18)…….154
Abbildung 9 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 01:30).……....159
Abbildung 10 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 01:47) ……...164
Abbildung 11 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 02:16).……...165

Abbildung 12 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 02:43), Darstellung Atom……..172
Abbildung 13 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 03:33), Darstellung Atome mit großer Atomkernmasse.…….172
Abbildung 14 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 00:20)……..176
Abbildung 15 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 01:13), Realvideo siehe unten links……..178
Abbildung 16 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 01:51)……...181
Abbildung 17 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020b, 01:26)……...210
Abbildung 18 Screenshot aus dem Erklärvideo von Learning Level Up (2020, 00:49)…….....216
Abbildung 19 Screenshot aus dem Erklärvideo von Ivi-Education (2017, 05:05)……...218
Abbildung 20 Beispiel einer spezifischen Zeigegeste, Screenshot aus dem Erklärvideo von Physikcoach (2021, 02:57)…..223
Abbildung 21 Screenshot aus dem Erklärvideo von Bieso- Mathe-Physik (2020, 00:28)……...227
Abbildung 22 Ein- und zweidimensionale Sichtweise auf Scholadenkuchen in Anlehnung an Haddock und Maio (2023, S. 203)……..265
Abbildung 23 Will-Skill-Tool-Modell (reduziert und visuell adaptiert nach Knezek et al., 2003, S. 5)…….273
Abbildung 24 Ablaufschema strukturierende qualitative Inhaltsanalyse, übernommen aus Kuckartz und Rädiker (2020, S. 132)…….305

Abbildung 25 Merkmalsraum der Typologisierung……...416
Abbildung 26 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum der Gruppierung „Erklärvideo-Enthusiast*in“……. 428
Abbildung 27 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum des Kontrastfalls „Erklärvideo-Kritiker“…….430
Abbildung 28 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum der Gruppierung „Kritische*r Erklärvideo-Befürworter*in“……432
Abbildung 29 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum des Kontrastfalls „Ambivalenter Pragmatiker“……... 434
Abbildung 30 Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ausprägungen im Merkmalsraum der Typen (N > 1) und Kontrastfälle (N = 1)……...436

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Befunde und Empfehlungen für die Gestaltung von Erklärvideos nach Guo et al. (2014, S. 42, eigene sinngemäße Übersetzung aus dem Engl.)…….47
Tabelle 2 Konstellationen von Konzeption und Medium, eigenes Beispiel in Anlehnung an Koch und Oesterreicher (1985, S. 17), besonders typische Kombinationen ausgegraut……69
Tabelle 3 Dichtewerte von Luft und Wasser (Halliday & Resnick, 1993, S. 479)……89
Tabelle 4 Ausschnitt Storyboard (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021)……...106
Tabelle 5 Auflistung der für die Erklärvideoanalyse ausgewählten Erklärvideos……...110
Tabelle 6 „Kriterien für gute Erklärvideos“ nach Kulgemeyer (2020b, S. 423)……..116
Tabelle 7 „Checkliste zur Bewertung der Qualität von Erklärvideos“ nach Kulgemeyer (2018, S. 10)……..117
Tabelle 8 Adaptiertes Qualitätskriterienraster zur Bewertung der fachdidaktischen Qualität von Erklärvideos in Anlehnung an Kulgemeyer (2018b, 2020b)……..120
Tabelle 9 Raster zur Bewertung der medialen und lernpsychologischen Qualität von Erklärvideos nach Mayer (2021)……. 128
Tabelle 10 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 00:32–01:13)……..136
Tabelle 11 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 00:50–01:35)…….182
Tabelle 12 Ergebnisse der fachlichen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Dichte…….187

Tabelle 13 Ergebnisse der fachlichen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Schall……..188
Tabelle 14 Kommentare und Hinweise zur fachlichen Qualität der analysierten Erklärvideos……..193
Tabelle 15 Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Dichte…….199
Tabelle 16 Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Schall…….200
Tabelle 17 Screenshots und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von Physik - simpleclub (2014, 01:17–01:37)…….206
Tabelle 18 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von NEO-MINT Lerntipps (2020, 00:30–00:47)…….206
Tabelle 19 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von planet schule (2014, 00:42–00:58)…….210
Tabelle 20 Ergebnisse zur Analyse der Multimediaprinzipien zum thematischen Schwerpunkt Dichte……...219
Tabelle 21 Ergebnisse zur Analyse der Multimediaprinzipien zum thematischen Schwerpunkt Schall……220
Tabelle 22 Screenshots und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von m3 [Erklärungen und mehr] (2020, 01:12–01:18)…….225
Tabelle 23 Komplexitätsreduziertes Erklärvideo-Analysetool für Lehrkräfte, abgeleitet aus Kulgemeyer (2018b, 2020b) und Mayer (2021)…….247
Tabelle 24 Überblick ausgewählter Einstellungsdefinitionen……266
Tabelle 25 SPSS-Verfahren nach Helfferich (2011, S. 182ff.)……..289
Tabelle 26 Demografische Daten der Stichprobe……...295
Tabelle 27 Beispiel eines Arbeitsstands induktiver Kategorienbildung mittels fokussierter Zusammenfassung……...310

Tabelle 28 Beispiel für die Erstellung des Codierleitfadens in Anlehnung an Kuckartz und Rädiker (2022, S. 66)……...313
Tabelle 29 Gütekriterien qualitativer Forschung nach Miles und Huberman (1994), übernommen aus Kuckartz und Rädiker (2022, S. 235)……..317
Tabelle 30 Übereinstimmungstabelle für zwei Codierende in Anlehnung an Kuckartz und Rädiker (2022, S. 248)…….321
Tabelle 31 Werte der Intercoder-Übereinstimmung (prozentuale Übereinstimmung) bei einer Toleranzgrenze von 50 % Codeüberlappung…….324
Tabelle 32 Ergebnisse Intercoder-Übereinstimmung der segmentorientierten Codierung pro Hauptkategorie……..326
Tabelle 33 Vollständiges Kategoriensystem (deduktiv gebildete Kategorien grau unterlegt, induktiv gebildete Kategorien weiß unterlegt)…….331
Tabelle 34 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“……...335
Tabelle 35 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Relevanz von Erklärvideos“…341
Tabelle 36 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Erklärvideos: Potenziale“……347
Tabelle 37 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Sichtweise auf privaten Erklärvideokonsum der Schüler*innen“……..363
Tabelle 38 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“…….369

Tabelle 39 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Wahrscheinlichkeit/Häufigkeit: Einsatz Physikunterricht“……..373
Tabelle 40 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung im Physikunterricht“…….374
Tabelle 41 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Unterricht durch Erklärvideos ersetzen“……...375
Tabelle 42 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“……..395
Tabelle 43 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Rahmenbedingungen“……..408
Tabelle 44 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Wertung/Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos“……...408
Tabelle 45 Merkmalsausprägungen der Vergleichsdimension Relevanz von (Physik-)Erklärvideos……...418
Tabelle 46 Interviewleitfaden Physik-Lehramtsstudierende……..505
Tabelle 47 Interviewleitfaden Physiklehrkräfte…….508
Tabelle 48 Codierleitfaden für Kategorie „Rahmenbedingungen: Einsatz/Nutzung Erklärvideos“ (Haupt- und Subkategorien grau unterlegt)……...510
Tabelle 49 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Erklärvideos: Potenziale“……...536
Tabelle 50 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung“……...537
Tabelle 51 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Empfehlung“…….538

Tabelle 52 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“…….539
Tabelle 53 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit Einsatz Physikunterricht“……..540
Tabelle 54 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ (Zielgruppe: praktizierende Physiklehrkräfte)…….541
Tabelle 55 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Erklärvideos: Hürden“……...542

1 Einleitung

Online-Lernangebote wie Erklärvideos haben in den vergangenen zwei Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen und sind für viele Lernende zu einer wichtigen Ressource für schulische Kontexte geworden (Bitkom, 2025a; mpfs, 2021; Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Klickzahlen bis in den Millionenbereich, beispielsweise von Inhalten der YouTube-Erklärvideokanäle „Physik - simpleclub“ oder „Lehrerschmidt“, zeigen, dass Schüler*innen Erklärvideos bereits „als ‚kostenlose Nachhilfe‘ oder auch als ‚alternative Lehrmeinung‘“ (Wolf & Kulgemeyer, 2016, S. 36) nutzen. Eine Umfrage der Bertelsmann Stiftung (2017) kam darüber hinaus bereits vor einigen Jahren zu folgendem Ergebnis:

> Von allen digitalen Technologien und Anwendungen verwenden Schüler heutzutage mit Abstand am häufigsten Videos (Lernvideos, Video Lectures etc.) zum Lernen in ihrer Freizeit (76 Prozent). Auch viele Lehrer (60 Prozent) nutzen Videos außerhalb von Schule zur Unterrichtsvorbereitung. […] Videos […] werden nach Auskunft der Lehrer auch im Unterricht genutzt. 72 Prozent der Lehrer setzen zum Beispiel YouTube ein […]. (S. 25 f.)

Während Lehrkräfte teils von einer verstärkten Nutzung von Erklärvideos seit der Covid-19-Pandemie berichten (Labude et al., 2024; Meller, 2024), zeigen Erhebungen im Rahmen der JIM-Studie (mpfs, 2020a), dass der Konsum von Erklärvideos durch Schüler*innen bereits seit 2019 etabliert ist. Seitdem stagnierte dieser weitgehend (mpfs, 2020b, 2021), während die YouTube-Nutzung in der Summe sogar leicht zurückging (mpfs, 2022).

Eine aktuelle Studie zeigt, dass inzwischen 64 % der Schüler*innen der Auffassung sind, YouTuber*innen und Influencer*innen würden schuli-

lische Sachverhalte besser erklären als ihre Lehrkräfte (Bitkom, 2025a). Influencer*innen und YouTuber*innen wird somit eine höhere Erklärungskompetenz zugeschrieben als künstlicher Intelligenz[1]: Im Vergleich zu den genannten Ergebnissen sind nur 23 % der Schüler*innen der Meinung, dass künstliche Intelligenz besser erklären kann als Lehrkräfte (Bitkom, 2025b). Zudem geben 34 % der von Bitkom (2025a) befragten 14- bis 19-Jährigen an, sie hätten Prüfungen ohne Erklärvideos nicht bestehen können.

Wie die Inhaber des Bildungs-Start-ups „simpleclub“ berichten, seien unter anderem Inhalte ihrer YouTube-Kanäle notwendig, um langfristig das Bildungssystem stabil zu halten: „Ohne mehr Technik kollabiert das Schulsystem“ – so Nicolai Schork, einer der beiden Gründer, im Interview mit der Frankfurter Allgemeinen Zeitung (Sachse, 2024, Abs. 11). Der zunehmende Lehrkräftemangel erfordere eine digitale Transformation des deutschen Bildungssystems, um dieses aufrechtzuerhalten (Sachse, 2024). Inhalte von simpleclub seien dabei laut der Gründer „als gleichwertige Alternative zu einem Schulbuch“ (Sachse, 2024, Abs. 8) zu betrachten, wobei die Nachfrage nach solchen Formaten seitens der Schulen vorhanden sei.

Allerdings stehen die Annahmen der simpleclub-Gründer Nicolai Schork und Alexander Giesecke zur Qualität ihres Bildungsangebots im Widerspruch zu bisherigen Erklärvideo-Analysen dieses Anbieters. So eignen sich ausgewählte Inhalte des YouTube-Kanals „TheSimplePhysics“[2] aufgrund zahlreicher fachlicher Mängel vielmehr dazu, gemeinsam mit

[1] Eine Definition dessen, was unter künstlicher Intelligenz verstanden wird, gibt Bitkom (2025b) nicht an.

[2] Heute nennt sich der Kanal „Physik - simpleclub“.

Lernenden „Fehlersuche zu betreiben“ (Wolf & Kulgemeyer, 2016, S. 37). Das Verstehen physikalischer Inhalte wird zudem mittels simpleclub-Erklärvideos nicht immer intendiert, sondern „auf eine *Zurkenntnisnahme* von Informationen reduziert“ (Krey & Rabe, 2021, S. 165, Herv. i. O.). In simpleclub-Erklärvideos anderer naturwissenschaftlicher Fachbereiche, wie der Biologie, werden hingegen „festgezurrte Geschlechterstereotype […], mit klar abwertenden Perspektiven gegenüber Frauen“ (Matthes & Lachner, 2021, S. 67) verbreitet, was Leitlinien für eine gendersensible Gestaltung von Bildungsmedien widerspricht. Insgesamt deuten die Analysen somit auf strukturelle Qualitätsmängel von Inhalten des YouTube-Anbieters „simpleclub“ hin.

Auf Basis des momentanen Forschungsstands ist ungeklärt, ob sich Inhalte anderer Kanäle sowohl aus fachlicher als auch aus fachdidaktischer Perspektive als qualitativ hochwertiger und zumindest pragmatisch als angemessenes Bildungsmedium erweisen. Erklärvideoanalysen im deutschsprachigen Raum fokussieren jedoch bislang vorrangig (punktuell) Inhalte des Marktführers simpleclub. Ziel des ersten Forschungsschwerpunkts der vorliegenden Studie ist es deshalb, die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube durch eine Analyse von Inhalten unterschiedlicher Kanäle systematisch zu erfassen. Als Basis der Analyse kann auf ein bereits etabliertes fachdidaktisches Qualitätskriterienraster nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) sowie auf empirisch geprüfte Prinzipien zur Gestaltung von multimedialen Lerneinheiten nach Mayer (2021) zurückgegriffen werden, welche in der vorliegenden Arbeit angewendet und kontextbezogen weiterentwickelt werden.

Vor dem Hintergrund der ersten Befunde zur Qualität von Physik-Erklärvideos stellt sich jedoch die Frage, aus welchen Gründen und in welchen Kontexten dieses Medium von Lehrkräften eingesetzt oder gerade nicht eingesetzt wird und generell, welche Einstellungen (angehende) Physik-

lehrkräfte gegenüber diesem Medium haben. Die vorliegende Arbeit widmet sich im zweiten Forschungsschwerpunkt diesem Desiderat physikdidaktischer Forschung, indem Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos in einer explorativen Interviewstudie erfasst und inhaltsanalytisch nach Kuckartz und Rädiker (2022) ausgewertet werden. Ziel ist es, anhand der Einstellungen der befragten Personen Typen zu bilden.

Die Studie gliedert sich somit in zwei Forschungsschwerpunkte: (I) die Analyse von Physik-Erklärvideos auf YouTube und (II) die qualitative Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich dieses Mediums. Die folgenden Kapitel 2 bis 8 widmen sich dem Forschungsschwerpunkt I, wobei Teile des Theoriekapitels (Kapitel 2) auch für den zweiten Forschungsschwerpunkt (Kapitel 9 bis 15) relevant sind.

In Kapitel 2 werden nach einer Einführung in das Thema Erklären im Physikunterricht konkret Erklärvideos im schulischen Kontext thematisch fokussiert. Dazu wird zunächst eine Begriffsklärung vorgenommen. Anschließend wird auf Grundlage empirischer Studien das YouTube-Nutzungsverhalten von Kindern und Jugendlichen dargestellt. Zudem wird beschrieben, wie Lernende bei der Auswahl von Erklär-videos vorgehen. In einem Unterkapitel werden erste Studienergebnisse zur Qualität von (naturwissenschaftlichen) Erklärvideos auf YouTube dargestellt. Weiterhin werden die in der Analyse verwendeten Qualitätskriterienraster bzw. Multimediaprinzipien vorgestellt. Dazu wird zunächst die momentane Forschungslage zu Gestaltungsprinzipien von Erklärvideos bzw. digitalen Lehr- und Lernformaten umrissen. Anschließend werden die Qualitätskriterien lernförderlicher Erklärvideos nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) und die Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) erläutert.

In Kapitel 3 werden die Forschungsfragen des ersten thematischen Schwerpunkts formuliert. Da es im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich ist, Erklärvideos zu allen schulspezifischen Themen der Physik zu analysieren, wurden zwei Themen ausgewählt: Dichte und Schall. In Kapitel 4 wird die Auswahl der beiden Themen begründet und es folgen eine fachwissenschaftliche Klärung der physikalischen Grundlagen sowie eine curriculare Verortung der Themen Dichte und Schall im Lehrplan, exemplarisch für das Land Sachsen-Anhalt. Darüber hinaus werden gängige Schüler*innenvorstellungen zu beiden Themen zusammengefasst.

In Kapitel 5 wird die Konzeption und Durchführung der Studie dargelegt. Nach einer Vorstellung des Gesamtstudiendesigns werden die Kriterien für die Auswahl der zu analysierenden Erklärvideos erläutert. Anschließend werden die Kategorien und Kriterienraster zur Bewertung der fachlichen, fachdidaktischen sowie medialen und lernpsychologischen Qualität vorgestellt. Zudem werden Gütekriterien des vorliegenden Forschungsvorhabens diskutiert.

Die Ergebnisse der Erklärvideoanalysen werden in Kapitel 6 dargestellt. Dazu werden zunächst exemplarisch zwei verschriftlichte Erklärvideoanalysen präsentiert. Im Anschluss werden die Ergebnisse aller Analysen tabellarisch vorgestellt und schließlich zusammengefasst. Die vollständige Darstellung aller ausführlichen Analysen ist dem digitalen Anhang zu entnehmen. Die Befunde des ersten Forschungsschwerpunkts werden abschließend in Kapitel 7 diskutiert und es wird ein Fazit gezogen (Kapitel 8).

Der Forschungsschwerpunkt II wird in Kapitel 9 mit einem Theorieteil eingeleitet. In diesem wird zunächst erläutert, was unter Einstellungen verstanden werden kann, indem unter anderem verschiedene Definitionsansätze verglichen sowie zentrale Modelle vorgestellt werden. Weiterhin

werden Möglichkeiten zur Einstellungsmessung näher beleuchtet. Abgeleitet aus diesen theoretischen Grundlagen werden Schlussfolgerungen für das vorliegende Forschungsprojekt bezüglich der Definition von Einstellungen gezogen. Darauf aufbauend werden in Kapitel 10 die Forschungsfragen formuliert.

Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos werden im vorliegenden Forschungsprojekt qualitativ mittels leitfadengestützter Interviews erhoben. Zielgruppen der Studie sind angehende Physiklehrkräfte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und praktizierende Physiklehrkräfte aus Mittel- und Ostdeutschland. Die Konzeption und Durchführung der Interviewstudie ist in Kapitel 11 dargelegt. Dabei wird zunächst der methodische Zugang legitimiert und anschließend der Interviewleitfaden, die Stichprobe sowie die Durchführung der Erhebung vorgestellt. Die Analyse der Daten erfolgt mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022). Das Vorgehen im Rahmen dieser Forschungsmethode sowie deren Gütekriterien werden in einem Unterkapitel dargelegt.

Die Ergebnisse der Interviewstudie sind Kapitel 12 zu entnehmen. Zunächst wird das Kategoriensystem der qualitativen Inhaltsanalyse vorgestellt. Anschließend werden die Daten frequenzanalytisch sowie inhaltlich-strukturierend ausgewertet und kategorienbasiert entlang der Hauptkategorien dargestellt. Um die Einstellung einer Person aus den von ihr angesprochenen Kategorien ableiten zu können, werden die Studienergebnisse in der Typenbildung fallspezifisch zusammengeführt und analysiert. Das Resultat dieses Analyseschritts ist Kapitel 13 zu entnehmen.

In Kapitel 14 werden die Ergebnisse der Interviewstudie zu Einstellungen der Befragten bezüglich Physik-Erklärvideos zusammengefasst und diskutiert. Abschließend folgt in Kapitel 15 ein Fazit, in dem sowohl auf den

ersten als auch auf den zweiten Forschungsschwerpunkt Bezug genommen wird.

Forschungsschwerpunkt I – Analyse der Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube

2 (Physik-)Erklärvideos – Theoretische Grundlagen

> Ein Grundfehler beim Erklären ist es, eine Erklärung, die nicht verstanden wurde, einfach zu wiederholen. Manche neigen sogar dazu, dies dann noch in gehobener Lautstärke zu tun. (Kulgemeyer, 2016, S. 9)

Das Erklären als didaktische Handlung ist ein zentraler Bestandteil von Unterricht. Eine grundlegende Kernkompetenz von Lehrkräften liegt daher darin, komplexe Inhalte verständlich und prägnant vermitteln zu können (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Merzyn, 2016). In der Praxis zeigt sich jedoch häufig, dass Erklärungen von Lernenden nicht immer sofort verstanden werden. Doch was kennzeichnet im Kontrast zum eingangs zitierten Grundfehler eine gelungene Erklärung im Unterricht? Diese Frage bildet den Ausgangspunkt des zweiten Kapitels. Im Unterkapitel 2.1 wird zunächst zwischen wissenschaftlichen Erklärungen und Erklärungen im schulischen Kontext differenziert. Es wird erläutert, welche Formen des Erklärens im Unterrichtskontext zu unterscheiden sind und wie Erklärungsprozesse idealerweise aufgebaut sein sollten. In diesem Zusammenhang werden erste Qualitätsmerkmale effektiver Erklärungen vorgestellt und auf das zentrale Thema dieser Arbeit – Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht – übertragen. In Kapitel 2.3 werden diese weiterführend vertieft und um Prinzipien zur lernförderlichen Gestaltung von multimedialen Lerneinheiten ergänzt. Als Einstieg in das Thema wird dazu zunächst in Kapitel 2.2 eine Einordnung des Begriffs „Erklärvideo“ vorgenommen. Zudem wird die Relevanz des Themas anhand empirischer Daten zur YouTube-Nutzung durch Kinder und Jugendliche und der Qualität naturwissenschaftlicher Erklärvideos auf YouTube begründet.

2.1 Didaktische Perspektiven auf Erklären im (Physik-)Unterricht: Eine Einführung

Effektive Erklärungen erfordern neben fachlicher Expertise auch Kenntnisse über das Vorwissen der Adressat*innen sowie die Fähigkeit, flexibel auf Verständnisprobleme reagieren zu können (Baumert & Kunter, 2006; Kulgemeyer, 2016). In Abgrenzung zu naturwissenschaftlichen Erklärungen, die sich auf „die Suche nach einem Verständnis der Natur“ (Toulmin, 1981, S. 118) und auf das Zurückführen von Phänomenen auf Prinzipien konzentrieren, ist eine Unterrichtserklärung vielmehr ausgerichtet auf eine adressat*innenorientierte Wissensvermittlung (Hempel & Oppenheim, 1948; Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Ein zentraler Unterschied besteht somit darin, dass wissenschaftliche Erklärungen darauf abzielen, Phänomene durch Rückführung auf zugrunde liegende Prinzipien verständlich zu machen, um darauf aufbauend Vorhersagen zu ermöglichen (Hempel & Oppenheim, 1948). Unterrichtserklärungen fokussieren hingegen darauf, das Verständnis des Gegenübers zu fördern sowie den Aufbau von anschlussfähigem Wissen zu ermöglichen (Kulgemeyer, 2023; Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Insgesamt umfasst das Erklären als didaktische Handlung, als weitere Abgrenzung zu Erklärungen aus wissenschaftlicher Sichtweise, sowohl das Produkt der Erklärung selbst als auch den kommunikativen Prozess des Erklärens (Kiel, 1999; Kulgemeyer, 2016; Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Dementsprechend lassen sich Unterrichtserklärungen wie folgt definieren: „Unterrichtserklärungen sind didaktische Handlungen, die dem Verstehen eines Sachverhalts dienen sollen“ (Kulgemeyer, 2016, S. 3).

Im Kontext des Erklärens (physikspezifischer) Unterrichtsinhalte lassen sich zwei Erklärformen unterscheiden: die Selbsterklärung und die instruktionale Erklärung. Unter Selbsterklärungen werden jene Erklärungen

gefasst, die sich Schüler*innen eigenständig erarbeiten (Renkl, 2002; Renkl et al., 2006). Diese gehen vom Vorwissen einer Person aus und sind entsprechend an deren Wissensstand angepasst (Renkl, 2002; Renkl et al., 2006). Im Vergleich zu instruktionalen Erklärungen erfordern Selbsterklärungen unausweichlich mentale Aktivität der Lernenden, indem sich ein Sachverhalt eigens erschlossen wird (Renkl et al., 2006). Wie Lovett (1992) aufzeigt, behalten Lernende eigenständig erarbeitete Inhalte besser als solche, die ihnen final präsentiert werden. Dementsprechend plädieren Renkl et al. (2006) dafür, Lernende nach Möglichkeit zu Selbsterklärungen anzuregen.

Der Erfolg von Selbsterklärungen wird unter anderem durch deren Qualität und die Fähigkeit bestimmt, bei Verständnisschwierigkeiten selbstständig Lösungen zu finden (Chi et al., 1989). Weiterhin kann jedoch die Überschätzung des eigenen Wissensstands den Erfolg von Selbsterklärungen negativ beeinflussen (Chi et al., 1989; Renkl, 2002). Im Unterschied zu Expert*innen gehen Laien häufig davon aus, die Welt auf Grundlage ihres Wissens ausreichend erklären zu können, ohne ihr vermeintliches Verständnis kritisch zu hinterfragen (Rozenblit & Keil, 2002). So genannte Verstehensillusionen, abgeleitet aus dem Englischen *illusion of knowing* (Glenberg et al., 1982), bzw. später *illusion of understanding* (Chi et al., 1989), beschreiben den metakognitiven Zustand, indem eine Person fälschlicherweise annimmt, einen Sachverhalt verstanden zu haben, wobei dies objektiv betrachtet nicht der Fall ist. Da Verstehensillusionen die Lernmotivation und die Bereitschaft, sich weiterführend mit einem Lerngegenstand zu beschäftigen, negativ beeinflussen können, stellen sie Hindernisse für effektives Lernen dar (Glenberg et al., 1982; Kulgemeyer & Wittwer, 2023).

Instruktionale Erklärungen beschreiben von Lehrkräften oder externen Fachexpert*innen ausgehende „sprachliche Handlungen, […] mit der Ab-

sicht, Inhalte zu vermitteln“ (Kulgemeyer, 2020b, S. 404) und können im Unterricht selbst, aber auch in Erklärvideos angeboten werden. Das Ziel instruktionaler Erklärungen besteht im Sinne des Ziels von Unterrichtserklärungen darin, das Verständnis bei einer anderen Person zu fördern (Kulgemeyer, 2016, 2020b, 2023). Anders als bei Argumentationen liegt der Fokus bei instruktionalen Erklärungen somit nicht darauf, Adressat*innen zu überzeugen, um Akzeptanz zu erzielen (Kulgemeyer & Schecker, 2012; Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Ebenfalls grenzt sich das Erklären vom Belehren ab, indem Erklären keinen einseitigen, sondern einen interaktiven Prozess beschreibt (Kulgemeyer, 2020b).

Zwischen dem Erklären als Prozess und der Erklärung als (Zwischen)Produkt dieses Prozesses ist eine Unterscheidung vorzunehmen (Kulgemeyer, 2023). Da Erklärungen von Lernenden unterschiedlich aufgenommen werden, lässt sich keine universell gültige „gute“ Erklärung definieren. Aus konstruktivistischer Sicht unterstützen Erklärungen Lernende dabei, Bedeutung zu konstruieren (Kulgemeyer, 2016). Die Berücksichtigung von Qualitätskriterien in Erklärungen erhöht zudem die Wahrscheinlichkeit, dass deklaratives Wissen behalten wird und bildet somit die Basis für den Aufbau von Konzeptwissen (Kulgemeyer, 2023). Der Lernerfolg aus einer Erklärung ist dabei individuell und hängt maßgeblich vom jeweiligen Vorwissen einer Person ab. Somit schlägt Kulgemeyer (2016, 2020b) vor, den Fokus vielmehr auf den Prozess des Erklärens und dessen Gestaltung zu richten. Erklären im Unterricht kann dabei als ein spiralförmiger Ablauf beschrieben werden (Kulgemeyer, 2016). Dieser setzt sich aus einzelnen Erklärungen zusammen (Kulgemeyer, 2016, 2020b). Jeder Erklärung sollte eine Evaluation folgen, um zu prüfen, inwiefern die angebotene Erklärung erfolgreich war (Kulgemeyer, 2016). Kulgemeyer (2016) benennt in diesem Kontext zwei Möglichkeiten: „Die Evaluation kann erfolgen, indem die Schülerinnen und Schüler selbst erkennen, dass sie die Er-

klärung nicht verstanden haben bzw. im Idealfall sogar, was genau unklar bleibt. Sie kann aber auch erfolgen, indem vonseiten der Lehrkraft aktiv diagnostiziert wird“ (S. 4). Die darauffolgenden Erklärungen sollten auf Basis der Evaluationsergebnisse entsprechend angepasst werden. Mit Rückbezug auf das eingangs angeführte Zitat lässt sich somit erklären, worin der „Grundfehler“ (Kulgemeyer, 2016, S. 9) besteht: Wird eine Erklärung nicht verstanden, ist es wenig zielführend, dieselbe Erklärung erneut anzubieten. Vielmehr gilt es zu identifizieren, weshalb die Erklärung nicht verstanden werden konnte und an welcher Stelle es beispielsweise mehr Informationen benötigt, um Verstehen zu ermöglichen. Nach Kulgemeyer (2016, S. 4 ff.) lässt sich der Prozess des Erklärens in die folgenden, in Abbildung 1 näher erläuterten Schritte unterteilen:

1. Feststellen eines Erkläranlasses
2. Erklären mit Hilfe eines allgemeinen Prinzips
3. Sach- und adressat*innengerechtes Erklärungsangebot
    a. Adressat*innengerechte Verdeutlichung
    b. Sachgerechte Darstellung
4. Erklären als kommunikativer Prozess
5. Evaluation und Diagnostik
6. Beenden der Erklärung

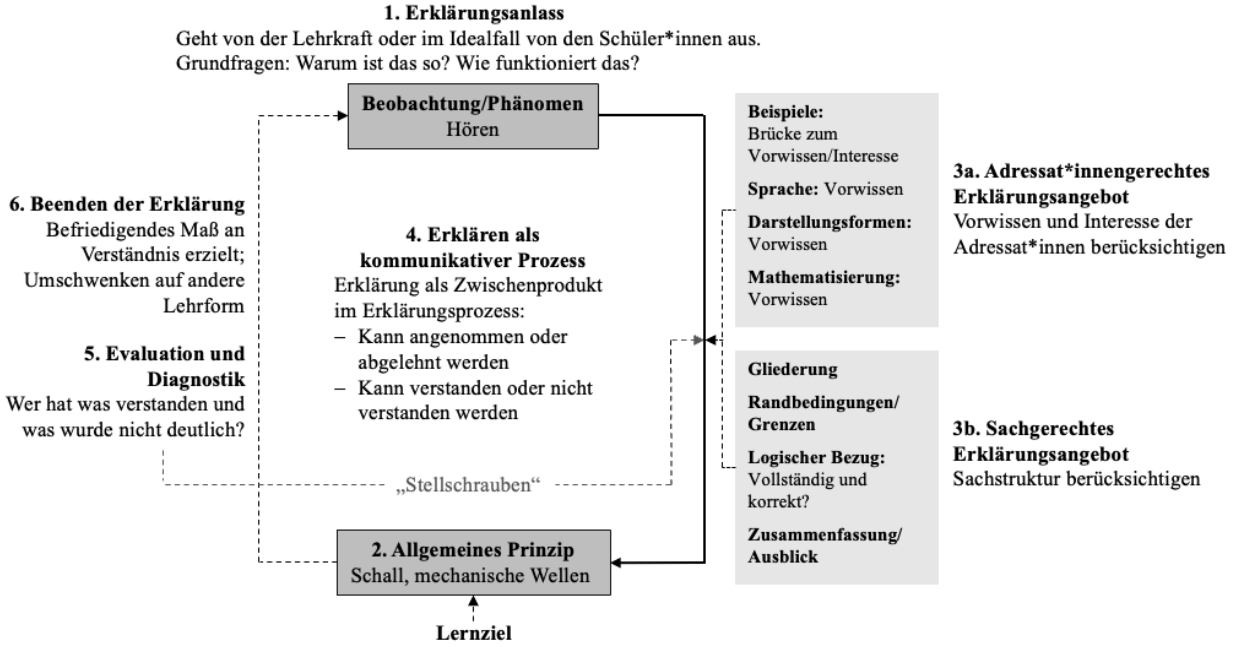


Abbildung 1 Modell des Erklärens im Physikunterricht, exemplarisch bezogen auf das Thema Schall, nach Kulgemeyer (2016, S. 4 ff.)

Während bei Erklärungen im Unterricht durch Rückfragen und Interaktion eine unmittelbare Überprüfung des Verständnisses möglich ist, bleibt dies bei Erklärvideos zumeist aus. Jedoch ist eine abschließende Diagnose des Lernerfolgs (Schritt 5) erforderlich, um festzustellen, ob die Erklärung erfolgreich war und der Erklärungsprozess als abgeschlossen (Schritt 6) gelten kann. In Anlehnung an Höttecke, Struck und Wodzinski (2015) schlägt Kulgemeyer (2016) für den Unterrichtskontext Aufforderungen zur Selbsterklärung, vorbereitete Transferaufgaben, das Erstellen von Concept Maps oder das Konstruieren von Aufgaben durch die Lernenden selbst als Diagnosemöglichkeiten vor. Anders als das Erklären im (Physik-)Unterricht, das einen kommunikativen Prozess darstellt, liefern Erklärvideos allerdings, bedingt durch das Format, in der Regel nur Erklärungen, ohne sukzessive das Verständnis zu diagnostizieren. Vielmehr stehen die Konsument*innen somit selbst in der Verantwortung, die Schritte 5 „Evaluation und Diagnose“ und 6 „Beenden der Erklärung“ zu durchlaufen. Ähnlich wie im Kontext von Selbsterklärungen besteht auch bei Erklärvideo-

Konsument*innen potenziell die Gefahr, einer Illusion des Verstehens zu unterliegen und einen Lernprozess vorschnell als abgeschlossen zu betrachten (Kulgemeyer & Wittwer, 2023). Dementsprechend rücken anschließende Lernaufgaben als ein zentrales Qualitätsmerkmal erfolgreicher Lernprozesse verstärkt in den Fokus (Kulgemeyer, 2020b, 2023).

2.2 Erklärvideos im schulischen Kontext

Das folgende Kapitel befasst sich zunächst mit einer begrifflichen Klärung und Erläuterung, was unter Erklärvideos zu verstehen ist, sowie der Abgrenzung zu verwandten Formaten wie Tutorials und Lehrfilmen. Anschließend werden ausgewählte Forschungsbefunde vorgestellt, die die Relevanz von Erklärvideos als Bildungsmedium hervorheben. Abschließend wird anhand fachdidaktischer Studien dargestellt, welche fachliche und fachdidaktische Qualität frei zugängliche Erklärvideos aufweisen und ob sich diese anhand von Oberflächenmerkmalen, wie Likes oder Klickzahlen, erkennen lässt.

2.2.1 Erklärvideos: Eine Begriffsdefinition

Erklärvideos sind „eigenproduzierte Filme, in denen erläutert wird, wie man etwas macht oder wie etwas funktioniert bzw. in denen abstrakte Konzepte erklärt werden“ (Wolf, 2015, S. 123). Das Ziel von Erklärvideos ist es, ebenso wie von Unterrichtserklärungen, Adressat*innen einen Erklärinhalt möglichst verständlich zu vermitteln und dementsprechend Verständnis hervorzurufen (Fey, 2021; Findeisen et al., 2019; Wolf, 2015). Demzufolge zeichnen sich Erklärvideos im Gegensatz zu Dokumentarfilmen durch ein „Mindestmaß an Didaktisierung“ (Findeisen et al., 2019, S. 18) aus. Nach Simschek und Kia (2017) zielen Erklärvideos darauf ab,

Inhalte in einfacher, unkomplizierter und spielerischer Form, häufig in Verbindung mit emotionalem Storytelling, zu vermitteln, was sie neben Bildungskontexten auch für Marketingzwecke beliebt macht.

Video-Tutorials, zum Teil auch als *How-to*-Videos bezeichnet (Simschek & Kia, 2017), stellen eine Spezialform von Erklärvideos dar, in denen der Fokus auf dem Vermitteln einer „Fähigkeit oder Fertigkeit im Sinne einer vollständigen Handlung explizit zum Nachmachen durch die Zuschauer" (Wolf, 2015, S. 123) liegt. Somit konzentrieren sich Tutorials darauf, zu vermitteln, *wie* etwas funktioniert oder getan wird, statt zu erklären, *warum* es so funktioniert (Simschek & Kia, 2017; Wolf & Kulgemeyer, 2016). Videos, in denen beispielsweise Rechenschritte vorgeführt und Zahlenwerte in Formeln eingesetzt werden, ohne zu erklären, warum dies geschieht und welches physikalische Prinzip dem vorausgeht oder zugrunde liegt, sind demnach vielmehr als Video-Tutorials und nicht als Erklärvideos zu kategorisieren (Wolf & Kulgemeyer, 2016).

Lehrfilme können als „überwiegend professionell produzierte Filme, die durch eine explizite didaktische und mediale Gestaltung Lern-Prozesse initiieren oder unterstützen sollen" (Wolf, 2015, S. 122) charakterisiert werden. Somit fallen sowohl didaktisch aufbereitete, abgefilmte Lehrervorträge als auch aufwendig und didaktisch sinnvoll animierte Videos unter die Kategorie der Lehrfilme, der Mitschnitt einer Lehrveranstaltung ohne weitere didaktische Aufbereitung jedoch nicht (Wolf, 2015). Der Übergang zwischen Lehrfilm und Erklärvideo kann allerdings auch fließend sein. Beispielsweise werden heutzutage auch Lehrfilme, jedoch in informellem Stil, für Onlineformate produziert, die sowohl als Lehrfilm als auch als Erklärvideo charakterisiert werden können. Abbildung 2 veranschaulicht in Anlehnung an Wolf (2015) den Zusammenhang zwischen Erklärvideos, Video-Tutorials und Lehrfilmen.

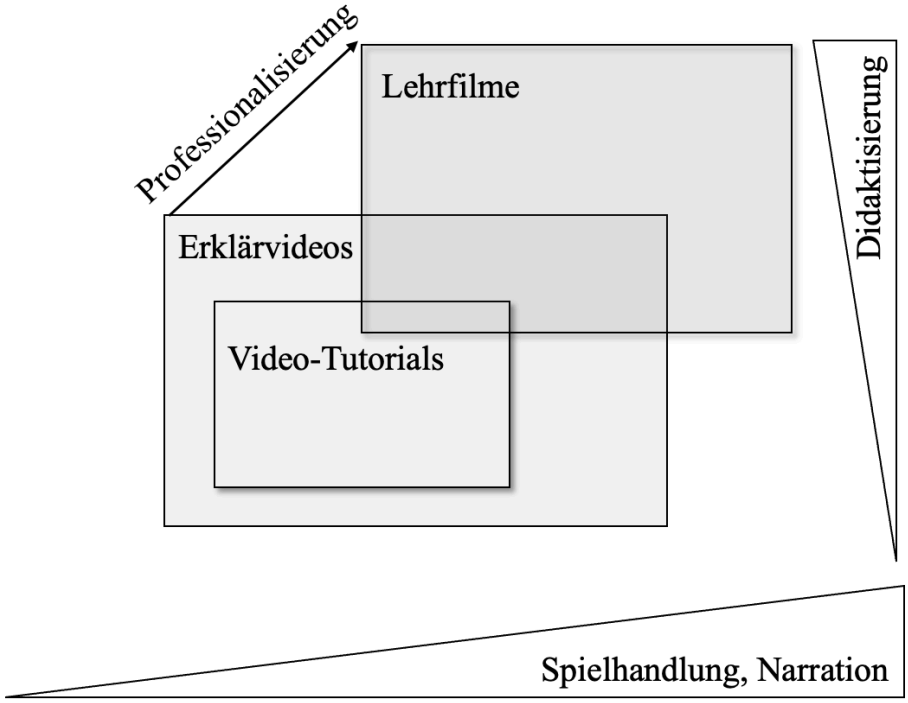


Abbildung 2 Schematische Darstellung der Typologie von Erklärvideos, Video-Tutorials und Lehrfilmen (reduziert und visuell adaptiert nach Wolf, 2015, S. 123)

2.2.2 YouTube-Nutzung von Kindern, Jugendlichen und Lehrkräften

Insgesamt ist YouTube die am häufigsten genutzte Video-Plattform (mpfs, 2022, 2024). Die durchschnittliche Nutzungszeit von Zwölf- bis 19-Jährigen liegt dabei bei 87 Minuten pro Tag (mpfs, 2024). Das beliebteste YouTube-Genre sind Musikvideos, die von knapp jeder bzw. jedem zweiten Jugendlichen mehrmals pro Woche konsumiert werden, aber auch Streamingformate wie Serien rücken verstärkt in den Fokus der Nutzung (mpfs, 2020b, 2024). Zudem werden auch Wissensformate zunehmend beliebter. 21 % der im Kontext der JIM-Studie 2019 (mpfs, 2020a) befragten Jugendlichen gaben an, regelmäßig Erklärvideos und Tutorials für schulische Zwecke zu konsumieren. Jede bzw. jeder Zweite bewertet YouTube zudem für die in der Schule behandelten Themen als wichtig bzw. sogar sehr wichtig, wobei YouTuber*innen und Influencer*innen mehr Erklär-

kompetenz zugeschrieben wird als Lehrkräften (Bitkom, 2025a; Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Mädchen bewerten die Bedeutung von YouTube für schulische Zwecke dabei höher als Jungen (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Insgesamt werden YouTube-Angebote beispielsweise zur Wiederholung und Aneignung von Unterrichtsinhalten, für Hausaufgaben und Hausarbeiten oder zur Vorbereitung auf Prüfungen genutzt (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Die Art und Weise, wie Lernende sich weiterbilden, wandelt sich somit zunehmend, wobei YouTube einen stetig wachsenden Einfluss auf Bildungsprozesse junger Menschen hat (Bitkom, 2025a).

Welche Inhalte von Jugendlichen auf YouTube allgemein konsumiert werden, wird unter anderem durch ihr privates Umfeld bestimmt. 91 % von befragten Zwölf- bis 19-Jährigen halten Empfehlungen des näheren Umfelds, bestehend aus Freunden, Bekannten und Mitschüler*innen, für wichtig bzw. sogar sehr wichtig und auch Tipps von Influencer*innen werden von etwa zwei Dritteln als (sehr) wichtig erachtet (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Tipps von Lehrkräften sowie Pädagoginnen und Pädagogen werden mehrheitlich (von 70 % der Befragten) als eher unwichtig oder sogar völlig unwichtig bewertet (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Vermehrt beeinflussen auch Vorschläge der Plattform selbst das Konsumverhalten von Jugendlichen. Beispielsweise gibt ein Drittel der Befragten an, von YouTube vorgeschlagene Videos zu konsumieren und sich so zu den nächsten Inhalten leiten zu lassen (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Vor dem Hintergrund der genannten Befunde fordern die Autor*innen der angeführten Studie Bildungs- und Kulturinstitutionen dazu auf, Medienbildung aktiv zu fördern:

> YouTube lenkt den Videokonsum über Algorithmen, die nicht auf pädagogische oder lernbezogene Werte, sondern auf maximale Seh- und Verweildauer abzielen. […] Es geht nicht zuletzt auch darum, die

> durch ökonomische Interessen bestimmte Darstellungsformen einiger Influencer zu thematisieren und kritisch zu hinterfragen. (Rat für Kulturelle Bildung, 2019, S. 10)

Besonders wichtig ist Kindern und Jugendlichen beim Konsum von YouTube-Videos, dass diese unterhaltsam sind, für Entspannung und Ablenkung sorgen (63 %), dass sie witzig und lustig sind (59 %) und dass sie darüber hinaus neu, zeitgemäß und hip sind (39 %) (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Kulgemeyer und Wolf (2016) zeigen zudem, dass im Auswahlprozess entscheidend ist, ob die Person, die erklärt, als sympathisch wahrgenommen wird. Ergebnisse einer Studie mit Studierenden im ersten Drittel des Studiums zeigen darüber hinaus, dass Lernende bei der gezielten Suche nach YouTube-Erklärvideos meist diejenigen auswählen, die ihnen an oberster Stelle angezeigt werden (Mohamed & Shoufan, 2022). Als weitere Auswahlkriterien nennen Schüler*innen in einer explorativen Studie von Labude et al. (2024) die Klickzahlen eines Videos, den Kanalnamen und die Professionalität von Erklärvideos, wobei letzteres von den Befragten nur marginal konkretisiert werden kann. Auch die Formulierung des Videotitels ist für Schüler*innen entscheidend. Dieser sollte eine Passung zum eingegebenen Suchbegriff aufweisen (Labude et al., 2024).

Insgesamt deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass Lernende im Vergleich zu Lehrkräften bei der Auswahl passender Videos vermutlich einen anderen Schwerpunkt setzen und dass es möglicherweise eine Diskrepanz geben könnte zwischen dem, was Didaktiker*innen als empfehlenswert erachten und was Schüler*innen privat konsumieren. Erste Befragungen von Lehrkräften zeigen sogar, dass Lehrkräfte ein Risiko darin sehen, wenn Schüler*innen selbstständig Erklärvideos auswählen (Labude et al., 2024).

2.2.3 Qualität von (naturwissenschaftlichen) Erklärvideos zu schulspezifischen Themen

> Despite their high potential, the quality of online explainer videos on YouTube greatly varies. (Kulgemeyer & Wittwer, 2023, S. 3)

Die Untersuchung der Qualität von Physik-Erklärvideos bildet eine wichtige Grundlage, um ihre Eignung als Bildungsmedium im Unterricht zu beurteilen. Erklärvideoanalysen im deutschsprachigen Raum konzentrieren sich primär auf Inhalte des YouTube-Kanals „simpleclub“. Mit Klickzahlen auf Erklärvideos zu schulspezifischen Themen im Millionenbereich stellt simpleclub einen der momentan beliebtesten Erklärvideokanäle Deutschlands dar. Erste Analyseergebnisse zeigen jedoch, dass Inhalte des Kanals erhebliche Mängel an Erklärqualität aufweisen, die nachhaltigen Lernprozessen sogar entgegenwirken können und Vorgaben zur Gestaltung von Bildungsmedien teilweise widersprechen. Beispielsweise werden in einer Studie von Krey und Rabe (2021) zwei Physik-Erklärvideos vom YouTube-Kanal „TheSimplePhysics“ zum Ohmschen Widerstand und ein Video zum Thema „Was ist Physik?“ unter anderem hinsichtlich fachlicher und fachdidaktischer Merkmale analysiert. Die Studie zeigt, dass die untersuchten Videos deutliche Defizite im Bereich der fachlichen und fachdidaktischen Qualität aufweisen. Die folgenden Analyseergebnisse des ersten Videos zum Ohmschen Widerstand spiegeln exemplarisch fachliche, fachsprachliche und fachdidaktische Auffälligkeiten wider:

> Strom und Stromstärke werden verwechselt; die elektrische Stromstärke wird nicht präzise definiert; Spannung wird mit Kraft gleichgesetzt, Kraft wird als Zustandsgröße verbalisiert; es wird von Gleichspannung statt gleicher Spannung gesprochen und von elektronischen statt elektrischen Geräten. Gleichzeitig wird versucht mit Analogien/Bildern/Metaphern zu arbeiten, die im vorliegenden Fall

> […] leider nicht belastbar sind und so eher zu fachlichen Missverständnissen führen. (Krey & Rabe, 2021, S. 159)

Die Analyse der im Videotitel als „Remake“ gekennzeichneten Überarbeitung des Videos zum Ohmschen Widerstand zeigt, dass diese zwar partielle Verbesserungen aufweist, zum Teil wurden jedoch sowohl fachliche und fachsprachliche als auch fachdidaktische Mängel nicht behoben (Krey & Rabe, 2021).

Ziel der Studie von Krey und Rabe (2021) war es zudem, herauszuarbeiten, welches „*Bild von Physik*“ (S. 158, Herv. i. O.) und welches „*Bild von Lernen von Physik*“ (S. 158, Herv. i. O.) sich aus den insgesamt drei analysierten Erklärvideos rekonstruieren lässt. Das Fazit lautet: Alle drei Videos sind als problematisch einzustufen, denn keines der Videos zielt auf ein „echtes Verstehen“ (Krey & Rabe, 2021, S. 165) der Erklärinhalte ab. Für das Verständnis physikalischer Inhalte erscheint es im Kontext der Videoinhalte vielmehr ausreichend, Faktenwissen zu memorieren. Darüber hinaus zeigt sich im von Krey und Rabe (2021) analysierten Video zum Thema „Was ist Physik?“, dass sowohl naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse trivialisiert als auch stereotype Vorstellungen von Naturwissenschaftler*innen reproduziert werden.

Weiterhin stellen fachliche Fehler in Erklärvideos von „Physik - simpleclub“ bzw. früher „TheSimplePhysics“ anscheinend keinen Einzelbefund dar. Anstatt sich neues Wissen mit Hilfe von Inhalten dieses Kanals aneignen zu können, eignen sich die Videos vielmehr dazu, „nach einer Unterrichtseinheit […] Fehlersuche zu betreiben“ (Wolf & Kulgemeyer, 2016, S. 37). Darüber hinaus schneiden Videos des genannten YouTube-Kanals auch in Bezug auf den Umgang mit Schüler*innenvorstellungen schlecht ab. Die Analyseergebnisse von Eichhorn et al. (2019) zu zwei simpleclub-Erklärvideos aus dem Bereich Optik zeigen, dass die

analysierten Erklärvideos Fehlvorstellungen unter Umständen sowohl festigen oder bestätigen als auch potenziell hervorrufen können. Neben fachlichen Fehlern tritt zudem ein problematischer Umgang mit Modellen und dem Lernen über Modelle hervor (Eichhorn et al., 2019). Die Vermittlung und Verbreitung stereotyper Vorstellungen von Physik als Fach „für Nerds“ (Eichhorn et al., 2019, S. 412) ist darüber hinaus für das Interesse am Fach potenziell kontraproduktiv. Sowohl die Studie von Wolf und Kulgemeyer (2016) zu Erklärvideos aus dem Bereich der Mechanik als auch die Studie von Eichhorn et al. (2019) zu Erklärvideos aus dem Bereich der Optik verdeutlichen, dass die analysierten Erklärvideos in Bezug auf fachliche und fachdidaktische Aspekte als problematisch einzustufen sind.

In Bezug auf den Umgang mit Gender und Heterogenität lassen sich deutliche Mängel in Erklärvideos des Kanals „Biologie - simpleclub“ identifizieren. Matthes und Lachner (2021) zeigen, dass die sieben im Kontext der Studie analysierten Erklärvideos geschlechterstereotype und heteronormative Vorstellungen sowie eine abwertende Sichtweise auf und Objektifizierung von Frauen verbreiten. Darüber hinaus konnte an mehreren Stellen der analysierten Videos gezeigt werden, dass diese bezogen auf die Sprache sexistische Tendenzen aufweisen. Insgesamt erfüllen die in der Studie untersuchten Formate somit nicht die für beispielsweise Lehrbücher geltenden Vorgaben zur gendersensiblen Gestaltung von Bildungsmedien. Inwiefern auch Erklärvideos des YouTube-Kanals „Physik - simpleclub“ ähnlich stereotype Vorstellungen vermitteln und sexistische Tendenzen aufweisen, wurde bislang nicht systematisch untersucht. Erste Befunde von Krey und Rabe (2021) geben jedoch einen Hinweis darauf, dass auch Inhalte dieses Kanals zumindest stereotype Klischees des optischen Erscheinungsbilds von Naturwissenschaftlern bedienen.

Wie in Kapitel 2.2.2 gezeigt wurde, favorisieren Lernende bei der Auswahl von YouTube-Erklärvideos vorrangig diejenigen, die bei der Suche

an vorderer Stelle angezeigt werden (Mohamed & Shoufan, 2022). Häufig handelt es sich dabei um besonders beliebte Videos mit dementsprechend hohen Klickzahlen (Mohamed & Shoufan, 2022). Einen Zusammenhang zwischen Oberflächenmerkmalen wie Likes oder Klickzahlen und der Erklärqualität kann allerdings nicht festgestellt werden (Bitzenbauer et al., 2023; Kulgemeyer & Peters, 2016). Die Analysen von 52 deutsch- und englischsprachigen Videos zu Themen der klassischen Mechanik (Kulgemeyer & Peters, 2016) und 60 englischsprachigen Videos zu Themen der Quantenphysik (Bitzenbauer et al., 2023) zeigen, dass Likes und Klickzahlen keine Indikatoren für die Erklärqualität eines Videos sind. Allerdings bestätigen Bitzenbauer et al. (2023) den von Kulgemeyer und Peters (2016) festgestellten Befund einer statistisch signifikanten Korrelation zwischen im Kontext der Studie als relevant erachteten, inhaltsbezogenen Kommentaren und der Erklärqualität. Kulgemeyer und Peters (2016) interpretieren anhand der Ergebnisse, dass die Erklärqualität eines Videos einen Einfluss auf die Anzahl bestimmter Kommentare hat, wobei mehr inhaltsbezogene Kommentare auf eine höhere Erklärqualität hindeuten. Die Qualität der analysierten Erklärvideos insgesamt wird im Kontext der Studie von Kulgemeyer und Peters (2016) und Bitzenbauer et al. (2023) nicht differenziert diskutiert. Es lässt sich annehmen, dass YouTube-Algorithmen Erklärvideos von simpleclub-Kanälen unter anderem aufgrund der hohen Klickzahlen als besonders relevant einstufen und vielen Lernenden eben diese Videos bei der Suche nach Inhalten an oberer Stelle angezeigt werden.

Insgesamt weisen die vorgestellten Studien auf eine defizitäre fachliche und fachdidaktische Qualität frei zugänglicher Erklärvideos, konkret des Marktführers „simpleclub“, hin. Die Literaturrecherche zeigt allerdings, dass Analysen, die systematisch die Qualität deutschsprachiger Physik-Erklärvideos auch anderer Erklärvideokanäle erfassen und diskutieren,

bislang fehlen. Der Befund, dass Oberflächenkriterien wie Likes und Klickzahlen keinen entscheidenden Hinweis auf die Erklärqualität geben, unterstützt Lernende und Lehrende zudem nicht bei der Identifikation qualitativ hochwertiger Videos. Ebenso erscheint die inhaltliche Auswertung von Kommentaren unter Erklärvideos in der Praxis wenig handhabbar, denn deren Anzahl erreicht je nach Erklärvideo zum Teil dreistellige Bereiche. Dementsprechend werden Kriterien zur Identifikation lernförderlicher Erklärvideos benötigt, welche im folgenden Kapitel vorgestellt werden.

2.3 Qualitätskriterien und Lernwirksamkeit von Erklärvideos

Im Folgenden wird ein Überblick über die momentane Forschungslage zu Qualitätskriterien, Gestaltungsprinzipien und der Lernwirksamkeit von Erklärvideos gegeben. Zudem werden ausgewählte Erkenntnisse aus dem Bereich der Erklärvideoforschung vorgestellt. Anschließend werden ein etabliertes Qualitätskriterienraster effektiver Erklärvideos nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) und die Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) als theoretische Grundlage der in Kapitel 5 vorgestellten Untersuchung näher erläutert.

2.3.1 Momentane Forschungslage

Angesichts der zunehmenden Popularität von Erklärvideos gewinnen Fragen nach Qualitätskriterien und Gestaltungsprinzipien sowie der Lernwirksamkeit von Erklärvideos zunehmend an Bedeutung. Eine Vielzahl an empirischen Studien befasste sich bislang mit der Thematik, wie (multimediale) Lernangebote und instruktionale Erklärungen optimalerweise gestaltet sein sollten, um den Lerneffekt zu maximieren. Dabei lassen sich

unterschiedliche Typen wissenschaftlicher Studien unterscheiden: (1) empirische Untersuchungen, die neue Erkenntnisse zu lernwirksamen Merkmalen von Erklärvideos generieren, (2) Überblicksartikel, die zentrale Studienergebnisse und theoretische Modelle systematisieren sowie (3) Metaanalysen, die vorhandene Befunde zusammenführen, um verallgemeinerbare Aussagen abzuleiten.

Die Arbeit von Guo et al. (2014) stellt eine der bislang umfangreichsten Studien in Bezug auf die Analyse von Gestaltungsempfehlungen von Online-Videos dar. Im Rahmen der Studie werteten die Autoren knapp 6,9 Millionen Datensätze im Zusammenhang mit dem Konsum von MOOCs[3] aus, um das Konsumverhalten und das weiterführende Engagement von Studierenden, sich vertiefend mit einem Lerninhalt auseinanderzusetzen, zu untersuchen. Die aus den Ergebnissen abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen für multimediale Lernangebote sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Befunde und Empfehlungen für die Gestaltung von Erklärvideos nach Guo et al. (2014, S. 42, eigene sinngemäße Übersetzung aus dem Engl.)

Befund	Empfehlung
Kürzere Videos sind deutlich ansprechender.	Es sollte vor der Produktion viel Zeit in die Planung (*Pre-Production*) investiert werden, um Videos in kürzere Segmente von jeweils weniger als 6 Minuten Länge unterteilen zu können.
Videos, in denen neben Präsentationsfolien auch ein *Talking-Head*[4] der sprechenden Person zu sehen ist,	Es sollte Zeit in die Nachbearbeitung (*Post-Production*) investiert werden,

[3] Die Kurzform MOOC steht für *massive open online course*. Im Kontext der genannten Studie von Guo et al. (2014) beinhalten diese unter anderem Erklärvideos und Vorlesungsaufzeichnungen.

[4] Ein *Talking-Head* bezeichnet eine Video- oder Bildeinstellung, in der eine Person, von der meist nur Kopf und Schultern zu sehen sind, frontal zur Kamera spricht.

sind deutlich ansprechender als Präsentationsfolien allein.	um die sprechende Person an geeigneten Stellen einzublenden.
Videos, die eine persönliche Note aufweisen, können das Engagement eher erhöhen als qualitativ hochwertige Studioaufnahmen.	Es sollte versucht werden, in einer informellen Umgebung zu filmen; es ist nicht unbedingt nötig, in eine Studioproduktion mit großem Budget zu investieren.
Videos im Khan-Style[5] mit Tablet-Zeichnungen erhöhen das Engagement deutlich mehr als im Vergleich zu PowerPoint-Folien-Videos oder Screencasts mit Text.	Es sollte in Videos mit Bewegung und einem kontinuierlichen visuellen Fluss gearbeitet und aus dem Stegreif gesprochen werden.
Selbst qualitativ hochwertige aufgezeichnete Vorlesungen sprechen wenig an, auch wenn sie für Online-Kurse (MOOCs) zugeschnitten werden.	Wenn darauf bestanden wird, Vorlesungen aufzuzeichnen, sollte dennoch das MOOC-Format bei der Planung Berücksichtigung finden.
Videos, in denen die erklärende Person relativ schnell und mit großem Enthusiasmus spricht, sind ansprechender.	Die sprechende Person sollte dahingehend geschult werden, Enthusiasmus zu wecken. Sie sollte nicht absichtlich langsamer sprechen.
Studierende lassen sich unterschiedlich auf Erklärvideos (Vermittlung von deklarativem Wissen) und Tutorials (Vermittlung von prozeduralem Wissen) ein.	Es sollte sich bei Erklärvideos mehr auf das erste Anschauen konzentriert werden. Bei Tutorials sollten das erneute Anschauen und Überfliegen unterstützt werden.

Als Überblicksartikel zu Gestaltungsrichtlinien von Erklärvideos klassifiziert Brame (2016) unter anderem auf Basis der *Cognitive Load Theory* (Sweller, 1988, 1989) (im weiteren Verlauf vorgestellt in Kapitel 2.3.2), den Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) (weiteren Verlauf vorgestellt in Kapitel 2.3.3) sowie den in Tabelle 1 zusammengefassten Ergeb-

[5] Khan-Style-Videos kennzeichnen sich dadurch, dass Informationen frei Hand auf einem digitalen Tablet gezeichnet werden.

nissen der empirischen Untersuchung von Guo et al. (2014) drei Kategorien von Gestaltungskriterien: (a) Kriterien zur Regulierung der kognitiven Belastung, (b) Kriterien zur Optimierung des Engagements von Lernenden und (c) Kriterien zur Förderung von aktivem Lernen. Unter diesen werden insgesamt zwölf Maßnahmen zusammengefasst, die in Erklärvideos beachtet werden sollten, um den Lernerfolg von Schüler*innen durch Erklärvideos zu maximieren. Da diese im weiteren Verlauf des Kapitels auf Basis der Primärliteratur vorgestellt werden, wird an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet und stattdessen auf den Artikel von Brame (2016) verwiesen.

Eine Metaanalyse, in der 24 empirische Studien zu Gestaltungsprinzipien lernförderlicher Erklärvideos analysiert wurden, bieten Findeisen et al. (2019). Der Fokus liegt hierbei vor allem auf der Darstellung, inwiefern „1. interaktive Elemente, 2. Merkmale der erklärenden Person und Videoperspektive sowie 3. sonstige Designelemente (z.B. Videotypen, Videodauer)“ (Findeisen et al., 2019, S. 21) einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg haben. In Bezug auf die Notwendigkeit einer kognitiven Aktivierung der Lernenden zur Ausbildung individueller mentaler Repräsentationen erscheint es naheliegend, dass die Mehrheit der von Findeisen et al. (2019) untersuchten Studien interaktiven Elementen in Erklärvideos positive Effekte hinsichtlich des Lernerfolgs zuweisen können. Die Sichtbarkeit der erklärenden Person in Erklärvideos hat hingegen keinen signifikanten Einfluss auf den Lernerfolg (Findeisen et al., 2019). Im Zuge „sonstiger Designelemente“ (S. 28 f.) beziehen sich Findeisen et al. (2019) ebenfalls unter anderem auf die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse von Guo et al. (2014).

Eine bedeutende Metaanalyse zur Wirksamkeit instruktionaler Erklärungen stammt von Wittwer und Renkl (2008). Auf Grundlage zahlreicher empirischer Studien zur (In-)Effektivität instruktionaler Erklärungen

formulieren die Autoren Leitlinien zur Verbesserung der Lernwirksamkeit aus instruktionalen Erklärungen. Geelan (2012) erweitert die Forschung in diesem Bereich, indem der Autor konkret das Erklären in naturwissenschaftlichen Kontexten in einer Metastudie untersucht. Die Erkenntnisse beider Studien bilden eine zentrale theoretische Grundlage für nachfolgende Arbeiten, die sich mit Qualitätsmerkmalen effektiver Erklärungen befassen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen analysiert Kulgemeyer (2018a) in einer umfassenden Metastudie 156 peer-reviewte Studien und Metaanalysen zu lernwirksamen Gestaltungsmerkmalen instruktionaler Erklärungen. Ziel der Studie ist es, mit Fokus auf naturwissenschaftliche Kontexte, Rahmenrichtlinien effektiver instruktionaler Erklärungen herauszuarbeiten. Aus den Ergebnissen der Analyse leitet Kulgemeyer (2018a, S. 10 ff.) neun Faktoren instruktionaler Erklärungen mit potenziell positiven Auswirkungen auf Lerneffekte ab:

- Struktur der Erklärung: Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel
- Adaption an Vorwissen (inkl. Fähigkeit zur Diagnose des Vorwissens) der Adressat*innen
- Minimales Erklären
- Korrigierende Erklärungen/Hilfserklärungen („remedial explanations“)
- Weiterführende Lernaufgaben
- Prompts zu relevanten Inhalten
- Responsive Erklärung: Relevanz verdeutlichen
- Fokussierung auf Konzepte und Prinzipien
- Werkzeuge zur Verbesserung der Adaption an Vorwissen der Adressat*innen

Wenngleich die Faktoren kein Garant für effektives Lernen aus einer Erklärung darstellen, so kann angenommen werden, dass sich die Berücksichtigung dieser positiv auf den Lernerfolg auswirken kann (Kulgemeyer,

2018a). Unter dem letzten Faktor wird mit Verweis auf vorangegangene Studien (u. a. Geelan, 2013; Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015) eine Vielzahl an konkreten Merkmalen zusammengefasst, die durch eine Orientierung an den Adressat*innen zur Erhöhung der Qualität einer Erklärung beitragen können (siehe dazu Kulgemeyer, 2018a, S. 18 f.). Dementsprechend ist dieser Faktor als Konkretisierung des Faktors „Adaption an Vorwissen der Adressat*innen“ zu verstehen (Kulgemeyer, 2018a).

Die aus der Analyse gewonnenen Kernideen greift Kulgemeyer (2018b, 2020b) in nachfolgenden Arbeiten auf und überträgt sie auf den Kontext von (Physik-)Erklärvideos. Daraus entstehen zwei inhaltlich ähnliche und im deutschsprachigen Raum etablierte Qualitätskriterienraster, die sowohl zur Analyse bestehender als auch zur Produktion neuer lernförderlicher Erklärvideos herangezogen werden können. Inwiefern sich die Qualitätsmerkmale tatsächlich auf den Kontext von Erklärvideos übertragen lassen, wurde von Kulgemeyer (2020a) empirisch untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass zumindest im Bereich des deklarativen Wissens positive Effekte nachgewiesen werden können. Im folgenden Kapitel 2.3.2 werden die Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) dargestellt.

Mayer (2021) untersucht weiterhin auf Basis empirischer Studien die Wirksamkeit von Gestaltungsmerkmalen multimedialer Lerneinheiten. Unter einer multimedialen Lerneinheit ist in diesem Kontext die Kombination mehrerer Medien, wie Text, Grafiken, Animationen und/oder Audios, zu verstehen. Aus den gewonnenen Kenntnissen leitet Mayer (2021) 14 Gestaltungsprinzipien ab, die im folgenden Kapitel 2.3.3 als sogenannte Multimediaprinzipien vorgestellt werden.

2.3.2 Fachdidaktisches Qualitätskriterienraster lernförderlicher Erklärvideos

In diesem Abschnitt werden die Inhalte der beiden Qualitätskriterienraster nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) vorgestellt. Beide Raster umfassen ähnliche Qualitätskriterien. Da ein inhaltlicher Vergleich beider Raster im weiteren Verlauf der Arbeit in Kapitel 5.4 vorgenommen wird, soll an dieser Stelle der Fokus auf der Einführung und Beschreibung der Qualitätskriterien liegen. Abgeleitet aus Kulgemeyer (2018a) lassen sich die im Folgenden beschrieben Qualitätskriterien sieben Kernideen zuordnen, die auch im Raster von Kulgemeyer (2020b) aufgegriffen werden. Aufgrund der kompakten Kriterienbeschreibung innerhalb beider Raster werden die Qualitätskriterien, klassifiziert unter die sieben Kernideen, zum Teil unter Einbezug weiterführender Literatur beschrieben und für den Kontext der vorliegenden Studie ausgelegt.

Kernidee: Adaption

Die Adaption an die Zielgruppe stellt, wie bereits in Abbildung 1 nach Kulgemeyer (2016, S. 4 ff.) angerissen, ein grundlegendes Qualitätsmerkmal effektiver Erklärungen dar. Nach Kulgemeyer (Kulgemeyer, 2018b, 2020b) umfasst die Kernidee „Adaption“ als Qualitätskriterien sowohl eine Adaption an Vorwissen als auch an Fehlvorstellungen bzw. Schüler*innenvorstellungen[6] sowie an Interessen der jeweiligen Zielgruppe. Damit eine Erklärung zum Lernerfolg beitragen kann, muss sie an das

[6] Das Kriterium selbst wird von Kulgemeyer (2020b) als „Adaption an […] Fehlvorstellungen” (S. 423) bezeichnet. In der Beschreibung des Kriteriums wählt Kulgemeyer (2020b) weiterführend die Bezeichnung „Schülervorstellungen“ (S. 423). Eine Unterscheidung zwischen beiden Begrifflichkeiten wird nicht vorgenommen.

Vorwissen der Zielgruppe anknüpfen (Kulgemeyer, 2018a; Wittwer & Renkl, 2008). Dementsprechend erscheint es wenig zielführend, Lernenden beispielsweise die Dichte als physikalische Größe zu erläutern, ohne dass zuvor ein Verständnis für Masse und Volumen erlangt wurde. Alle neuen Informationen einer Erklärung müssen von Lernenden im Arbeitsgedächtnis aufgenommen, gehalten und verarbeitet werden. Kann nicht auf benötigtes Vorwissen zurückgegriffen werden, kann das Arbeitsgedächtnis, wie weiterführend auf Basis der *Cognitive Load Theory* (Sweller, 1988, 1989) erläutert wird, an seine Kapazitätsgrenze stoßen. Bei einer Überlastung des Arbeitsgedächtnisses können Informationen nicht oder nur zum Teil ins Langzeitgedächtnis überführt werden. Um diesem entgegenzuwirken, ist bei Erklärungen darauf zu achten, sowohl Fachbegriffe als auch Konzepte zu verwenden, die der jeweiligen Zielgruppe bereits bekannt sind (Kulgemeyer, 2018a).

Inwiefern eine Erklärung verständlich ist, lässt sich jedoch nicht pauschal an deren Komplexität oder dem Umgang mit Fachbegriffen festmachen. Wie Kulgemeyer (2018a, 2020b) unter anderem mit Verweis auf den *Expertise Reversal Effect* (Kalyuga et al., 2003) hervorhebt, gibt es keine Erklärung, die für alle passt: Instruktionale Erklärungen, die für Lernende mit wenig Vorwissen verständlich sind, können sich für Expert*innen mit viel Vorwissen als weniger wirksam erweisen. So empfinden Expert*innen Aspekte einer Erklärung, die für Novizen hilfreich und notwendig erscheinen, möglicherweise als redundant und überflüssig (Kalyuga et al., 2003). Sobald Lernende ein gewisses Maß an Wissen über einen Lerngegenstand erworben haben, gilt es, weiterführende Erklärungen an den neuen Wissensstand anzupassen, um das Arbeitsgedächtnis nicht mit als redundant empfundenen Informationen zu belasten (Kalyuga et al., 2003). Eine zentrale Maßnahme zur Steigerung der Wahrscheinlichkeit, dass eine instruktionale Erklärung verstanden wird, besteht somit darin, das Vor-

wissen und die Lernvoraussetzungen einer Lerngruppe zu diagnostizieren und die Erklärungen entsprechend anzupassen (Kulgemeyer, 2018a, 2020b).

Die Berücksichtigung der Voraussetzungen einer Lerngruppe schließt neben dem Vorwissen auch die Kenntnis und gezielte Diagnose von Schüler*innenvorstellungen ein. Schüler*innenvorstellungen beschreiben nach Schecker und Duit (2018) „Dispositionen, d. h. Tendenzen von Schülerinnen und Schülern, physikalische Begriffe in einer bestimmten Weise zu interpretieren oder Phänomene in einer bestimmten Weise zu beschreiben, die sich von der fachphysikalischen Darstellung unterscheidet“ (S. 9 f.). Dabei ist die Koexistenz verschiedener, häufig von Schüler*innen nicht direkt verbalisierbarer oder latenter Vorstellungen möglich (Schecker & Duit, 2018). Inwiefern eine Aktivierung der Vorstellungen stattfindet, hängt unter anderem von der Wortwahl bzw. Formulierung einer Aufgabe ab (Schecker & Duit, 2018). Die Bezeichnung „Fehlvorstellung“ fokussiert „Defizite im Vergleich zum wissenschaftlichen Verständnis“ (Schecker & Duit, 2018, S. 11 f.) eines physikalischen Sachverhalts. Fehlvorstellungen können nach Schecker und Duit (2018) somit als Spezifikation von Schüler*innenvorstellungen verstanden werden. In Anlehnung an den Vorschlag der Autoren, die Bezeichnung „Schüler*innenvorstellung“ (bzw. im Originaltext gemäß dem generischen Maskulinum „Schülervorstellung“) als Oberbegriff zu verwenden, wird im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit dieser Begriff verwendet. Da Schüler*innenvorstellungen zu Lernschwierigkeiten führen können, indem sie die Aufnahme und Verarbeitung physikalisch korrekter Informationen beeinflussen, ist es als erklärende Personen wichtig, gängige Schüler*innenvorstellungen zu kennen und auf diese reagieren zu können (Schecker & Duit, 2018).

Als weiteres Merkmal identifiziert Kulgemeyer (2018a), aufbauend auf den Befunden von Kulgemeyer und Schecker (2009) zum adressat*innen-

gerechten Kommunizieren, die Adaption an das Interesse der Zielgruppe als wichtige Voraussetzung effektiver instruktionaler Erklärungen. Das bedeutet für die inhaltliche und visuelle Gestaltung von Erklärvideos, dass die Erklärung in Kontexte eingebettet sein sollte, die Interesse wecken, etwa durch alltagsnahe Beispiele oder spektakuläre Naturphänomene (Kulgemeyer, 2018b). Ein solches, von den Adressat*innen als attraktiv empfundenes Erklärangebot ist nach Kulgemeyer und Schecker (2009) notwendig, damit Lernende eine Erklärung überhaupt annehmen. Ferner verweisen Geelan (2013) und Wolf (2020) auf die Rolle von Humor in Erklärungen: Geelan (2013) beschreibt Humor als Strategie, um das Interesse der Lernenden zu aktivieren und verweist auf seine häufige Präsenz in Erklärvideos. Wolf (2020) hingegen stellt Humor sogar als zentrales Unterscheidungsmerkmal zwischen Erklärvideos und klassischen Lehrfilmen heraus.

Kernidee: Veranschaulichungswerkzeuge nutzen

Die Kernidee „Veranschaulichungswerkzeuge nutzen“ umfasst nach Kulgemeyer (2020b) fünf Qualitätskriterien effektiver Erklärvideos. Aus Sicht des adressat*innengerechten Kommunizierens heben Kulgemeyer und Schecker (2009) hervor, dass die Attraktivität eines Kommunikats, wie hier einer Erklärung, nicht allein von der Anpassung an die Interessen der Adressat*innen abhängt. Ebenso bedeutsam sind eine passende Sprachebene, ein passender Mathematisierungsgrad, die Nutzung von Beispielen, Analogien und Modellen sowie geeigneten Darstellungsformen und Experimenten, die die Voraussetzungen der Adressat*innen berücksichtigen und den jeweiligen Sachinhalt angemessen veranschaulichen (Kulgemeyer, 2018a; Kulgemeyer & Schecker, 2009).

Unter anderem der Sprachebene kommt in diesem Kontext eine doppelt bedeutsame Rolle zu, da sie sowohl für das adressat*innengerechte als auch für das sachgerechte Kommunizieren entscheidend ist: Einerseits soll sie an die sprachlichen Voraussetzungen der Adressat*innen anknüpfen, andererseits müssen die fachlichen Inhalte präzise und korrekt wiedergegeben werden (Kulgemeyer & Schecker, 2009). Kulgemeyer (2018b) rät in diesem Kontext „neue fachsprachliche Wendungen über Alltagssprache ein[zuführen]“ (S. 10). Zudem sollte sich bei instruktionalen Erklärungen im schulischen Kontext auf eine geringe Anzahl an neuen Fachbegriffen begrenzt werden (Kulgemeyer, 2020b). Wie Alltags- und Fachsprache zu unterscheiden sind und was einen Begriff zu einem Fachbegriff macht, ist jedoch nicht immer ohne Weiteres und auf den ersten Blick erkennbar. Häufig bedarf es hier einer genauen Analyse des Sachverhalts. Zur Auslegung des Qualitätskriteriums „Sprachebene“ findet im weiteren Verlauf des Kapitels eine vertiefende Betrachtung des Themas Sprache im naturwissenschaftlichen Kontext, einschließlich der Unterscheidung zwischen Fach- und Alltagssprache.

Die Erklärung physikalischer Phänomene erfordert häufig einen gewissen Grad an Mathematisierung. Kulgemeyer und Schecker (2009) merken daher aus Sicht des sachgerechten Kommunizierens an, dass bei der Erklärung von physikalischen Theorien nicht gänzlich auf mathematische Beschreibungen verzichtet werden kann. Damit Lernende weder über- noch unterfordert werden, sollte auch hier der Grad der Mathematisierung an die jeweilige Zielgruppe angepasst werden (Kulgemeyer, 2018a, 2020b). Dies setzt die Kenntnis des Wissensstands der jeweiligen Zielgruppe voraus. Kulgemeyer (2018b, 2020b) rät darüber hinaus, mathematische Zusammenhänge in instruktionalen Erklärungen zudem verbal zu erläutern.

Weiterhin spielen Beispiele eine zentrale Rolle in effektiven Erklärungen, indem sie der Veranschaulichung von Sachverhalten dienen und als

Brücke zwischen Theorie und Praxis fungieren können (Kulgemeyer, 2018a; Kulgemeyer & Schecker, 2013). Bei der Wahl der Beispiele sollte der bekannte Phänomenbereich der Adressat*innen fokussiert werden (Kulgemeyer, 2020b). Außerdem kann der Einbezug von Modellen und Analogien den Lernerfolg aus einer instruktionalen Erklärung positiv beeinflussen (Kulgemeyer, 2018a). Modelle lassen sich aus physikdidaktischer Perspektive nach Mikelskis-Seifert (2010) wie folgt definieren: „Ein Modell ist ein Gegenstand oder theoretisches Konstrukt, das von einem Subjekt für einen bestimmten Zweck geschaffen bzw. verwendet wird. Dabei bestehen zwischen bestimmten Eigenschaften des Modells und bestimmten Eigenschaften des präsentierten Objekts Analogien“ (S. 128). Ein unreflektierter Umgang mit Modellen kann jedoch Fehlvorstellungen auf Seiten der Lernenden hervorrufen (Mikelskis-Seifert & Leisner-Bodenthin, 2012). Da diese zu Lernschwierigkeiten führen können, ist bei Erklärungen darauf zu achten, die Entwicklung eines angemessenen Modellverständnisses zu unterstützen oder dieser zumindest nicht entgegenzuwirken.

Im Kontext der Empfehlung bei instruktionalen Erklärungen auf Analogien zurückzugreifen, verweist Kulgemeyer (2018a) unter anderem auf Clement (1993), der den Einbezug von Analogien in Erklärungen und deren Einfluss auf Schüler*innenvorstellungen untersuchte. Wie Clement (1993) zeigt, kann sich die Nutzung von Analogien positiv auf den Lernerfolg auswirken. Analogien sowie Zwischenschritte zwischen den Analogien und dem zu erklärenden physikalischen Sachverhalt, die vom Autor als „*bridging case*“ (Clement, 1993, S. 1244) bezeichnet werden, können Lernenden helfen, das neue Prinzip mit bekannten Sachverhalten zu verknüpfen. Ein Beispiel des Übergangs von Analogie, über Brückenelement und hin zum physikalischen Sachverhalt ist in Anlehnung an Clement (1993) in Abbildung 3 dargestellt. Gleichzeitig ist jedoch anzumerken,

dass die Nutzung von Analogien stets einen Umweg im Lernprozess bedeutet, den es bewusst abzuwägen gilt (Kircher & Girwidz, 2020). Zudem ist zu berücksichtigen, dass Analogien zwar die Möglichkeit bieten, einen Sachverhalt zu illustrieren, nicht jedoch, ihn vollständig zu erklären (Kircher & Girwidz, 2020).

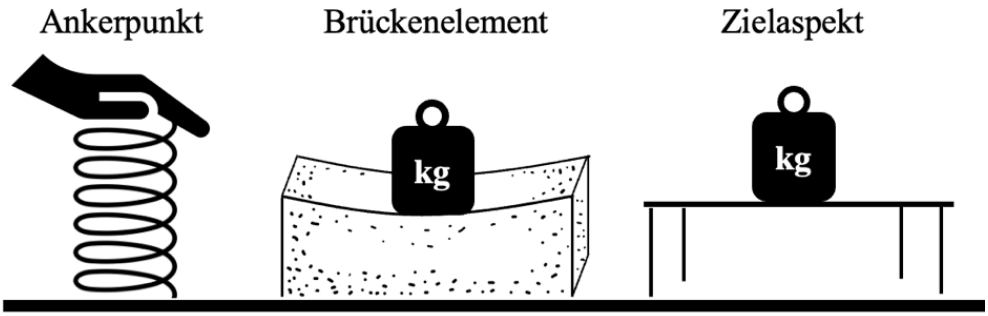


Abbildung 3 Beispiel einer Analogie mit Brückenelement nach Clement (1993, S. 1244)

Weiterhin stellt Kulgemeyer (2020b) im Kontext der Kernidee „Veranschaulichungswerkzeuge nutzen“ die Bedeutung von Darstellungsformen und Experimenten heraus. Diese können für Lernende eine sinnvolle Unterstützung des Lernprozesses darstellen, indem unterschiedliche Informationskanäle angesprochen werden. Gemäß dem Multimediaprinzip von Mayer (2021) ist der Lerneffekt größer, wenn in einer Lerneinheit, wie etwa einer Erklärung, auditive und visuelle Informationen verknüpft werden, als wenn nur auditive Informationen angeboten werden. Das Prinzip geht zurück auf die kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Abbildung 4). Diese Theorie geht von einer Dreiteilung des kognitiven Speichersystems aus, auch bekannt als Drei-Speicher-Modell des Gedächtnisses (Atkinson & Shiffrin, 1968). Demnach lässt sich das Gedächtnis nach Dauer der gespeicherten Inhalte in drei Speichersysteme einteilen: das sensorische Gedächtnis, das Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis. Diese Systeme können unterschiedlich viele Informationen für jeweils unterschiedlich lange Zeiträume aufnehmen und behalten. Mayer (2021) geht

zudem davon aus, dass visuelle und auditive Informationen in unterschiedlichen Kanälen verarbeitet werden. Jeder Kanal hat dabei eine begrenzte Kapazität. Um Lernprozesse zu ermöglichen, müssen relevante Informationen zunächst erkannt, in mentale Modelle verarbeitet und mit anderen (vorhandenen) mentalen Modellen verknüpft werden (Mayer, 2021). Werden im Sinne des dualen Kodierens (engl. *dual coding*) sowohl der visuelle als auch der auditive Informationskanal angesprochen, lässt sich die begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses effektiv ausnutzen (Mayer, 2021).

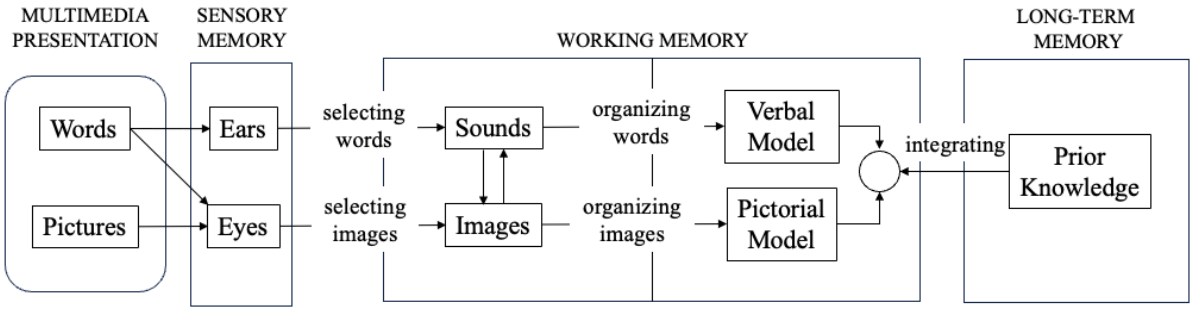


Abbildung 4 Kognitive Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer (2021, S. 40)

In der Physik lassen sich neben allgemeinen Darstellungsformen, wie Grafiken, Fotos oder Videos, auch domänenspezifische Darstellungsformen, wie Diagramme oder Schaltpläne, unterscheiden. Kulgemeyer und Schecker (2009) weisen darauf hin, dass es bei der Wahl der Darstellungsform sowohl sachgerechter als auch adressat*innengerechter Kommunikationskompetenz bedarf, um zu entscheiden, welche Darstellungsart physikalisch korrekt und in Anbetracht der jeweiligen Zielgruppe sinnvoll erscheint. Zudem ist das Zeigen von Experimenten zur Unterstützung der Erklärung sinnvoll, wenn diese einen Erklärinhalt (modellhaft) veranschaulichen können (Kulgemeyer, 2020b).

Kernidee: Relevanz verdeutlichen

Die Kernidee „Relevanz verdeutlichen“ umfasst nach Kulgemeyer (2020b) zwei Qualitätskriterien effektiver Erklärvideos: „Prompts zu relevanten Inhalten geben“ und „Direkte Ansprache der Adressat*innen“. Wie Kulgemeyer (2018a) in seiner Metastudie mit Verweis auf eine Vielzahl an empirischen Arbeiten zeigt, ist es für den Lernprozess von Vorteil, wenn den Adressat*innen deutlich wird, warum die Erklärung für sie von Relevanz ist. Um den Lernerfolg aus einem Erklärvideo zu erhöhen, rät Kulgemeyer (2020b) dementsprechend dazu, Prompts zu relevanten Inhalten zu geben. Hierbei gilt es den Adressat*innen sowohl zu verdeutlichen, warum der Erklärinhalt für sie wichtig ist, als auch besonders wichtige Aspekte des Erklärinhalts hervorzuheben (Kulgemeyer, 2020b). Kulgemeyer (2020b) betont in diesem Kontext insbesondere die Möglichkeit, Schüler*innen auf gängige Missverständnisse aufmerksam zu machen, beispielsweise mittels des Prompts „das ist jetzt besonders wichtig, weil es häufig falsch verstanden wird“ (S. 413). Die Relevanz von Prompts in Erklärungen lässt sich damit begründen, dass diese Lernende potenziell kognitiv aktivieren und somit zum Mitdenken auffordern können (Kulgemeyer, 2020b). Ähnliche kognitiv aktivierende Effekte werden der direkten Ansprache der Adressat*innen zugeschrieben. Die Theorie, mit der diese Annahme begründet werden kann, wird in Kapitel 2.3.3 im Rahmen des Personalisierungsprinzips nach Mayer (2021) näher erläutert.

Kernidee: Struktur geben

Die Kernidee „Struktur geben“ umfasst nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) zwei Qualitätskriterien: „Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel“ und „Zusammenfassungen“ bzw. von Kulgemeyer (2018b) inhaltlich erweitert zu „Struktur geben“. Im Folgenden soll zunächst das erste Kriterium „Regel-

Beispiel oder Beispiel-Regel“ erläutert werden. Die Struktur einer Erklärung sollte sich, je nachdem welches Lernziel mit der Erklärung verfolgt wird, unterscheiden. Hierbei kann zwischen einem induktiven oder deduktiven Vorgehen differenziert werden. Wie Kulgemeyer (2018a) auf Basis der empirischen Studien von Seidel et al. (2013), Tomlinson und Hunt (1971) sowie Champagne et al. (1982) zusammenfasst, sollte mit der Erklärung der Regel begonnen werden, sofern die Vermittlung von Fachwissen das Ziel ist. Soll prozedurales Wissen vermittelt werden, so ist es effektiver, mit einem Beispiel zu beginnen. Dementsprechend ist die Beispiel-Regel-Strategie für Tutorials, als Variante von Erklärvideos (vgl. Abbildung 2), eher geeignet, wohingegen bei der deduktiven Erklärung eines physikalischen Prinzips mit der Regel begonnen werden sollte.

Unter dem zweiten Qualitätskriterium „Struktur geben“ fasst Kulgemeyer (2018b) einen einleitenden Ausblick sowie die Zusammenfassung relevanter Aspekte am Ende der Erklärung. Ein Ausblick zu Beginn kann Lernende dabei unterstützen, nachfolgende Inhalte mental zu organisieren und bestenfalls mit Vorwissen zu verknüpfen. Bei der Suche passender Erklärvideos werden Lernende zudem mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Erkläransätzen auf unterschiedlichen Wissensniveaus konfrontiert. Unter der Voraussetzung, dass Konsument*innen ihre Erwartungen klar definieren können, bietet ein Ausblick auf Inhalte der Erklärung eine erste Orientierung, inwiefern die im Folgenden angebotenen Inhalte den Bedürfnissen entsprechen. Eine abschließende Zusammenfassung relevanter Inhalte einer Erklärung kann Lernende dabei unterstützen, aus der Vielzahl an präsentierten (neuen) Informationen relevante Informationen zu filtern. Ein aus der Lernpsychologie bekannter Effekte stützt zudem die Bedeutung einer Zusammenfassung: Gemäß dem *Recency*-Effekt wird Informationen, die zum Ende einer Einheit präsentiert werden, eine größere Bedeutung

beigemessen und sie werden zudem besser behalten als vorherige Informationen (Hoffmann & Engelkamp, 2017).

Kernidee: Präzise und kohärent erklären

Die Kernidee „Präzise und kohärent erklären“ umfasst nach Kulgemeyer (2020b) zwei Qualitätskriterien: „Hohe Kohärenz des Gesagten“ und „Exkurse vermeiden“. Unter hoher Kohärenz des Gesagten kann eine inhaltlich logische und zusammenhängende sowie einzelne Inhalte verknüpfende Erklärung verstanden werden. Aus linguistischer Perspektive wird dabei als Oberflächen- und Tiefenstruktur eines Textes zwischen globaler und lokaler Kohärenz unterschieden:

> Von globaler Kohärenz eines Textes wird gesprochen, wenn die Sätze, aus denen er besteht, als Beiträge zu einem globalen Thema zu verstehen sind und diese Beiträge darüber hinaus in einer sinnvollen Reihenfolge angeordnet sind. Die globale Kohärenz eines Textes kann durch einen Textplan beschrieben werden, der einem solchen Text zugrundeliegt [sic]. Von lokaler Kohärenz zwischen Sätzen wird gesprochen, wenn die Mitteilungen, die durch diese Sätze ausgedrückt werden, sowohl inhaltlich als auch sprachlich verknüpft sind. Eine solche inhaltliche Verknüpfung liegt zum Beispiel dann vor, wenn in einem Satz ein Kontrast zu dem vorherigen Satz hergestellt wird oder wenn in einem Satz ein Wort aus dem vorherigen Satz weiter ausgeführt wird. (Rickheit, 1991, S. 5)

Nach Kulgemeyer (2020b) zeichnet sich Kohärenz in Erklärvideos ab, wenn „Sätze durch Konnektoren, insbesondere ‚weil‘“ (S. 423) verbunden werden. Dementsprechend vertritt Kulgemeyer (2020b) das Verständnis von lokaler Kohärenz, im Kontext welcher es Lernenden potenziell ermöglicht wird, inhaltliche Verbindungen zwischen Informationen vorher-

gehender Sätze zu knüpfen. Wenngleich die Forderung nach globaler Kohärenz nicht explizit in den Qualitätskriterienrastern nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) verankert ist, erscheint diese jedoch nicht weniger bedeutsam für nachhaltige Lernprozesse.

Gemäß der Definition lokaler Kohärenz nach Rickheit (1991) kennzeichnen sich kohärente Erklärungen zudem durch Rekurrenz. Das bedeutet, dass beispielsweise auf die Verwendung unnötiger synonym verwendeter Begriffe verzichtet wird. Im Kontext hoher und niedriger Kohärenz exemplarisch zu kontrastieren sind folgende Texte, mit a) hoher Kohärenz und b) geringer Kohärenz:

a) Der runde Körper hat eine höhere Dichte als der eckige Körper, weil er bei gleichem Volumen eine höhere Masse hat.
b) Der runde Körper hat eine höhere Dichte als der eckige Körper. Die Masse von Gegenständen wird in Kilogramm angegeben.

Während im Text a) ein Zusammenhang zwischen der Dichte, dem Volumen und der Masse von Körpern hergestellt wird, folgt in Text b) eine Information, der zwar im weiteren Kontext der Erklärung der Dichte inhaltliche Relevanz beigemessen werden kann, die jedoch keine direkte inhaltliche Verbindung zum vorherigen Satz aufweist. Zudem lässt sich in b) eine inkonsequente Verwendung von Begrifflichkeiten feststellen, indem zunächst von einem Körper und anschließend von Gegenständen die Rede ist.

Im Kontext der Qualitätskriteriums „Exkurse vermeiden“ sollte nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) in Erklärvideos auf unnötige Exkurse sowie irrelevante Effekte und Veranschaulichungswerkzeuge verzichtet und lediglich auf relevante Kernaspekte fokussiert werden. Als theoretischer Hintergrund ist hierbei auf die *Cognitive Load Theory* (Sweller, 1988, 1989) zu verweisen. Gemäß der Theorie sind die kognitiven Ressourcen

des Arbeitsgedächtnisses, die zum Erfassen von (neuen) Sachverhalten nötig sind, begrenzt. Demnach kann nur eine bestimmte Anzahl an Informationen aufgenommen und auch verarbeitet werden. Wie Chandler und Sweller (1991) herausstellen, veranlassen zahlreiche instruktionale Lehrformate Lernende jedoch dazu, kognitive Kapazitäten auf Inhalte eben dieser Formate zu verwenden, die nicht unmittelbar auf das angestrebte Lernziel ausgerichtet sind. Die *Cognitive Load Theory* befasst sich hierbei mit der Frage nach der optimalen Verteilung der Ressourcen während Lernprozessen. Gemäß der Theorie werden drei Belastungsanteile beschrieben: die intrinsische kognitive Belastung, die extrinsische kognitive Belastung und die lernbezogene kognitive Belastung.

Die intrinsische kognitive Belastung bedingt sich durch die Komplexität eines Lernmaterials selbst, sowie durch das Vorwissen einer Person (Sweller, 1989, 1994). Lerninhalten, die separat und losgelöst von anderen Inhalten gelernt werden können (*low element activity*), kann per se eine geringere intrinsische kognitive Belastung zugeschrieben werden als solchen, die sich aus verschiedenen Elementen zusammensetzen (*high element activity*) (Sweller, 1994). Sweller und Chandler (1994) zufolge ist dazu die Anzahl der Elemente zu berücksichtigen, die im Kontext eines Lerninhalts gleichzeitig verarbeitet werden müssen. Dementsprechend geht beispielsweise die Erklärung der Dichte mit einer höheren intrinsischen Belastung einher als die Erklärung der Masse. Gleichzeitig bedingt auch das Vorwissen die intrinsische Belastung: Für Personen mit viel Vorwissen ist ein Lerngegenstand mit weniger intrinsischer Belastung verbunden als für Personen mit wenig Vorwissen (Sweller & Chandler, 1994).

Die Gestaltung eines Lernmaterials beeinflusst die extrinsische Belastung (Sweller, 1988, 1989). Zusätzliche, irrelevante Informationen, Redundanzen oder eine ungünstige Gestaltung eines Lernmaterials erhöhen die extrinsische kognitive Belastung, indem diese Informationen zusätzlich zu

den relevanten Informationen aufgenommen und verarbeitet werden (Sweller, 2010). Eine Eliminierung dieser Elemente kann die extrinsische kognitive Belastung wiederum reduzieren und sich positiv auf die Gesamtbelastung auswirken. Die Gesamtbelastung ergibt sich dabei zum Teil aus der Summe der intrinsischen und extrinsischen Belastungsanteile. Ist die kognitive Gesamtbelastung ausgeschöpft, beispielsweise bedingt durch die Komplexität des Lerngegenstands und eine ungünstige Gestaltung des Lernmaterials, kann sich dies negativ auf weitere Lernprozesse auswirken:

> When people are faced with new material, the cognitive load imposed by that material will consist of the intrinsic cognitive load due to element interactivity and extraneous cognitive load determined by the instructional design used. If that total cognitive load is excessive, learning and problem solving will be inhibited. (Sweller, 1993, S. 7)

Um effektives Lernen zu ermöglichen, genügt es nicht, die kognitive Belastung auf ein Minimum zu reduzieren (Moreno & Park, 2010). Vielmehr sind die verfügbaren kognitiven Ressourcen darauf zu verwenden, sich mit dem jeweiligen Lerngegenstand auseinanderzusetzen (Sweller, 2010). Der lernbezogene Belastungsanteil beschreibt den Anteil kognitiver Belastung, der sich daraus ergibt, sich einen Lerngegenstand zu erschließen und diesen zu verstehen. Aufgaben, die zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Lerngegenstand anregen, gehen mit einer hohen lernbezogenen Belastung einher und sind somit lernförderlich (Sweller, 2010). Um den Aufbau und die Vernetzung neuer bzw. vorhandener Wissensschemata zu ermöglichen, benötigt es kognitive Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses. Eine Reduktion der extrinsischen Belastung, unter anderem durch das Vermeiden von Exkursen, und Optimierung der intrinsischen Belastung, beispielsweise durch eine Anpassung an das Vorwissen, schaffen somit die Basis, um eine intensive Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand zu gewährleisten.

Kernidee: Konzepte und Prinzipien erklären

Unter der Kernidee „Konzepte und Prinzipien erklären“ formuliert Kulgemeyer (2020b) ein gleichnamiges Qualitätskriterium. Laut Kulgemeyer (2018a) entstehen Erkläranlässe insbesondere dann, wenn Prinzipien und Konzepte so komplex sind, dass sie sich nicht durch Selbsterklärungen erschließen lassen und zudem leicht Verstehensillusionen bei Lernenden hervorrufen können. Mit Bezug auf Renkl et al. (2006) verweist Kulgemeyer (2018a) darauf, dass instruktionale Unterrichtserklärungen allerdings nur dann gegeben werden sollten, wenn (neue) Prinzipien, Konzepte oder Funktionen eingeführt werden und nicht, wenn die schrittweise Lösung einer Aufgabe oder experimentelle Fähigkeiten fokussiert werden. Mittels instruktionaler Erklärungen adressierte Kompetenzen sollten sich dabei im Bereich der Sachkompetenz verorten (Kulgemeyer, 2020b).

Kernidee: In Unterrichtsgang einbetten

Um eingangs beschriebenen Verstehensillusionen entgegenzuwirken und zu diagnostizieren, ob eine Erklärung verstanden wurde, benötigt es Anschlussaufgaben (Kulgemeyer, 2018a). Diese werden als abschließendes Qualitätskriterium effektiver Erklärvideos von Kulgemeyer (2020b) unter der Kernidee „In den Unterrichtsgang einbetten“ beschrieben. Erklärvideos können zwar als Initiatoren von Lernprozessen dienen, allein der (passive) Konsum eines Videos reicht aus konstruktivistischer Sicht jedoch nicht aus, um effektives Lernen zu ermöglichen:

> Ultimately that means that finding an explanatory video is just the beginning. For effective learning it is essential that a video is followed by two stages. First, teachers have to evaluate the understanding by asking questions and giving students the opportunity to ask questions on their own. Secondly, teachers should prepare tasks that challenge

> their students with problems that need the information explained in the video. It is crucial that students actually work with this information on their own – otherwise, the information is likely to be forgotten soon. (Kulgemeyer & Peters, 2016, S. 13)

Wie Kulgemeyer (2018a) in der Metastudie zu Qualitätskriterien instruktionaler Erklärungen herausstellt, sind anschließende Lernaufgaben somit essenziell für den Lernerfolg, da Lernende so zur kognitiven Auseinandersetzung mit Lerninhalten aktiviert werden. Im folgenden Kapitel 2.3.3 wird das Qualitätskriterium vertieft, indem im Rahmen des Multimediaprinzips „Prinzip der generativen Tätigkeit“ nach Mayer (2021) Möglichkeiten vorgestellt werden, die zur aktiven Auseinandersetzung mit erklärten Inhalten anregen.

Aus didaktischer Sicht ist allerdings zu beachten, dass allein das Vorhandensein einer Aufgabenstellung nicht per se den Lernerfolg aus einem Erklärvideo erhöhen kann. Vielmehr gilt es zu reflektieren, inwiefern eine Aufgabe im Kontext eines Videoinhalts und vor dem Hintergrund einer bestimmten Zielgruppe tatsächlich dafür geeignet ist, Lernprozesse anzustoßen. Kauertz und Fischer (2020) beschreiben die Entwicklung einer Aufgabe als kreativen und iterativen Prozess des Ausprobierens und Umgestaltens, bis „die Aufgabe so gut funktioniert wie erhofft“ (S. 429). Die Inhalte eines produzierten Erklärvideos sind jedoch statisch. Somit lässt sich der für die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Physikaufgaben notwendige iterativ-zyklische Prozess aus Erprobung und Anpassung nicht durchlaufen. Folglich bleibt die Aufgabenstellung auf eine zuvor definierte Lerngruppe sowie auf ein festgelegtes Ziel fixiert. Die Passung einer Aufgabe ist somit jeweils aus Sicht der angenommenen Zielgruppe eines Videos zu reflektieren und zu bewerten.

Vertiefung: Sprache im (naturwissenschafts-)didaktischen Kontext

Zur inhaltlichen Vertiefung des Qualitätskriteriums „Sprachebene“ wird im Folgenden das Thema Sprache im (naturwissenschafts-)didaktischen Kontext näher beleuchtet. Unter anderem werden dazu zunächst verschiedene sprachliche Register vorgestellt und erläutert. Anschließend wird literaturbasiert herausgearbeitet, zwischen welchen Sprachebenen und -niveaus differenziert werden kann und welche Charakteristika diese aufweisen. Abschließend werden Prinzipien sprachsensiblen Fachunterrichts nach Leisen (2015) dargestellt.

Unterscheidung zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit sowie Sprache der Nähe und der Distanz. Grundlegend können zwei sprachliche Register unterschieden werden: die Handlungssprache, auch bezeichnet als Register der Mündlichkeit, und die Bildungssprache, auch bezeichnet als Register der Schriftlichkeit (Leisen, 2015; Rincke & Markic, 2018). Unter Handlungssprache bzw. dem Register der Mündlichkeit wird dabei ein „handlungsbegleitendes und handlungsberichtendes Sprechen“ (Leisen, 2015, S. 132) verstanden. Hingegen werden beispielsweise Lehrbuch- oder Fachtexten sowie in Protokollen schriftlich festgehaltene Informationen, aber auch die Sprache in Vorträgen dem bildungssprachlichen Register bzw. dem Register der Schriftlichkeit zugeordnet. Als Merkmale von Handlungssprache werden „unvollständige und einfache Sätze, unpräziser Wortgebrauch, Füllwörter, […] [und] grammatikalische Fehler“ (Leisen, 2015, S. 133) benannt, wohingegen Bildungssprache durch gegenteilige Merkmale gekennzeichnet ist. Im Vergleich zur Handlungssprache stellt die adäquate Verwendung von Bildungssprache eine Herausforderung für viele Lernende dar und ist in der Regel keine Fähigkeit, die Schüler*innen per se mitbringen (Leisen, 2015). Leisen (2015) sieht daher den schuli-

schen Unterricht in der Pflicht, Lernende in der Verwendung von Bildungssprache zu fördern. Erkennt man Erklärvideos als Bildungsmedium an, so obliegt es ihnen ebenso wie anderen Medien des Schulunterrichts, als gutes Beispiel voranzugehen und den Erwerb und die Förderung von Bildungssprache zu unterstützen, indem in den Videos situationsangemessen das jeweils adäquate Register verwendet wird.

Nach Oesterreicher und Koch (1985) lassen sich in Bezug auf den Informationskanal, über den ein Medium vermittelt wird (grafisch oder phonisch), und die Konzeption (gesprochen oder geschrieben) vier Konstellationen unterscheiden (Tabelle 2). Der grafische und phonische Kode sind dabei als Dichotomie zu verstehen und die Konzeptionen „gesprochen" und „geschrieben" stehen für die Register der Mündlichkeit bzw. Schriftlichkeit. Allgemein typisch sind die in

Tabelle 2 ausgegrauten Kombinationen von Konzeption und Medium „gesprochen und phonisch" (z. B. informelle Konversationen) sowie „geschrieben und grafisch" (z. B. Lehrbuchtexte). Als Beispiele für die ebenfalls möglichen, wenngleich weniger typische Kombinationen „gesprochen und grafisch" bzw. „geschrieben und phonisch" sind beispielsweise Interviewtranskripte bzw., wie im vorherigen Absatz bereits als Beispiel benannt, Vorträge zu klassifizieren.

Tabelle 2 Konstellationen von Konzeption und Medium, eigenes Beispiel in Anlehnung an Koch und Oesterreicher (1985, S. 17), besonders typische Kombinationen ausgegraut

		Konzeption	
		gesprochen („Mündlichkeit")	**geschrieben („Schriftlichkeit")**
Medium	**grafischer Kode**	Da fällt der Apfel runter	Der Apfel fällt zu Boden
	phonischer Kode	[da: fɛlt de:ɐ apfəl rʊntɐ]	[de:ɐ apfəl fɛlt tsu: bo:dən]

Im Rahmen einer Gegenüberstellung von Mündlichkeit und Schriftlichkeit ergeben sich nach Oesterreicher und Koch (1985) die folgenden Kommunikationsbedingungen:

- Zwischen den Kommunikationspartner*innen ist die Rollenverteilung in gesprochener Sprache offen, wohingegen sie in der geschriebenen Sprache fest bis vollständig einer Seite zugeordnet ist.
- In gesprochener Sprache sind Kommunikationsinhalte sowohl verbal als auch nonverbal aushandelbar. In geschriebener Sprache ist dies nicht möglich, womit Interessen bzw. Bedürfnisse der Zielgruppe vorab berücksichtigt werden müssen.
- Im Gegensatz zur geschriebenen Sprache findet die Kommunikation in der gesprochenen Sprache von Person zu Person i.d.R. im Rahmen eines gemeinsamen Kontexts statt. In der geschriebenen Sprache sind die zu erreichenden Personen häufig anonymer Identität, womit sich i.d.R. nicht auf einen gemeinsamen Kontext gestützt werden kann, dieser also zunächst versprachlicht werden muss.
- Gesprochene Sprache ermöglicht Spontanität und benötigt weniger intensive Planung, da flexibel reagiert und Aussagen korrigiert werden können. Geschriebene Sprache bedarf hingegen einer aufwendigeren Planung.
- Im Gegensatz zur gesprochenen Sprache treten in geschriebener Sprache sowohl expressive als auch affektive Faktoren in den Hintergrund.

Im Zuge dieser Kommunikationsbedingungen unterscheiden die Autoren zwischen Sprache der Nähe und Sprache der Distanz. Die Sprache der Nähe ist durch eine Art Prozesshaftigkeit und Vorläufigkeit gekennzeichnet, wohingegen die Sprache der Distanz im Vergleich festgelegt und finalisiert ist und eher mit Texten als mit Diskursen in Verbindung gebracht werden kann (Oesterreicher & Koch, 1985). Aufgrund der Möglichkeit zur

Planung sind distanzsprachliche Äußerungen durch eine hohe Informationsdichte und Komplexität gekennzeichnet.

Darstellungs- und Sprachebenen, Sprachsensibilität. Die Vermittlung von Informationen kann über verschiedene Darstellungsebenen und sprachliche Repräsentationen erfolgen. Nach Leisen (2015) kann dabei mit steigendem Abstraktionsgrad zwischen gegenständlicher, bildlicher, sprachlicher, symbolischer und mathematischer Ebene unterschieden werden. Charakteristika der Gegenstandsebene, die der nonverbalen Sprache zugeordnet werden können, sind beispielsweise die Verwendung von Gegenständen zur Veranschaulichung, Experimente oder sonstige Handlungen des Unterrichts, die das Verstehen erleichtern bzw. erst ermöglichen. Unter der bildlichen Ebene (Bildsprache) kann die Verwendung von Abbildungen, Zeichnungen oder Piktogrammen verstanden werden. Im Rahmen der sprachlichen Ebene (Verbalsprache) unterscheidet Leisen (2015) zwischen den Sprachniveaus der Fach- und Alltagssprache, sowie der Unterrichtssprache als deren „Zwischensprache“ (S. 134). Unter die sprachliche Ebene fallen neben gesprochener Sprache sowohl Texte als auch Mind-Maps oder Gliederungen. Tabellen, Graphen oder Diagramme haben ein höheres Abstraktionsniveau als Wörter und können der symbolischen Ebene bzw. der Symbolsprache zugeordnet werden. Auf der Ebene mit dem höchsten Abstraktionsgrad steht die mathematische Sprache mit Formeln und Gesetzen. Diese Ebene bereitet manchen Lernenden unter anderem aufgrund der hohen Abstraktion Schwierigkeiten (Leisen, 2015).

Im Rahmen des Erklärvideo-Qualitätskriteriums „Sprachebene“ heißt es nach Kulgemeyer (2018b): „Die Erklärung führt neue fachsprachliche Wendungen über Alltagssprache ein. Es schließt an das Sprachniveau der Zielgruppe an“ (S. 10). Um im Kontext dieses Kriteriums argumentieren

zu können, sollen im Folgenden zunächst Merkmale der sprachlichen Varietäten Alltags- und Fachsprache geklärt werden. Die Klassifikation „Alltagssprache“ bezieht sich auf die im Alltag und im Privaten verwendete, meist einfache Sprache, die beispielsweise zur täglichen Kommunikation genutzt wird und von „dienstlichen oder institutionellen Zwängen“ (Hoffmann, 2007, S. 1) befreit ist. Alltagssprache kennzeichnet sich nach Hoffmann (2007) durch eine Reihe von Merkmalen, die dem stilistischen Prinzip der Ungezwungenheit zuzuordnen sind. Beispielhaft zu nennen sind regionalsprachliche Kolloquialismen (d. h. regionale umgangssprachliche Ausdrücke), spontansprachliche Kolloquialismen, wie beispielsweise einen Redebeitrag einleitende Wörter wie „na, also“ (Hoffmann, 2007, S. 16) oder Wortverschleifungen und „außerhalb der Normsprache liegende Sprachvarianten“ (Hoffmann, 2007, S. 16), wie beispielsweise informelle, umgangssprachliche Äußerungen. Weiterhin kennzeichnet sich Alltagssprache einerseits durch Knappheit, im Sinne des Abkürzens von Wörtern, und andererseits durch eine Breite, im Sinne des Hinzufügens von Wörtern, wie „*schwimmen tun* statt *schwimmen*“ (Hoffmann, 2007, S. 16, Herv. i. O.). Auch Ausdrucksverstärker und beispielsweise bildliche Verstärkungen des Gesagten sind Charakteristika von Alltagssprache. Alltags- und Umgangssprache sind jedoch nicht gleichzusetzen. So stellt Umgangssprache viel mehr eine Varietät von Alltagssprache dar, die sich unter anderem durch regionale oder gruppenspezifische Merkmale kennzeichnet (Hoffmann, 2007).

Fachsprache stellt eine Varietät von Sprache dar, wobei die Abgrenzung von Fach- und Alltagssprache unter verschiedenen Perspektiven zu betrachten ist. Unter deskriptiver Perspektive sind als äußerliche Merkmale von Fachsprache deren „besondere Präzision“ (Rincke & Krabbe, 2020, S. 374) sowie die Verwendung von Fachvokabular zu nennen (Rincke, 2010). Es ist jedoch festzuhalten, dass sowohl die alleinige Verwendung

von Fachvokabular als auch allein das Merkmal der Präzision nicht ausreichen, um Fachsprache angemessen zu charakterisieren (Rincke, 2010; Rincke & Krabbe, 2020).

Nach von Hahn (1981) lassen sich sieben Merkmale als Charakteristika von Fachsprache festhalten:

(1) *Externe Kennzeichnung*: Fachtexte zeichnen sich durch eine „exklusive Verstehbarkeit", sowohl bedingt durch Fachwörter als auch deren Zusammenhang, aus, die bei Personen außerhalb des Fachgebiets zu Verständnisschwierigkeiten führen kann. Gleichzeitig trägt die Verwendung von Fachsprache innerhalb eines Fachbereichs zu einer verbesserten Kommunikation bei.

(2) *Referentielle Kennzeichnung*: Bestimmte Fächer (Referenzbereiche) zeichnen sich durch die Verwendung einer bestimmten Fachsprache aus.

(3) *Lexikalischer Ansatz*: Fachsprache kennzeichnet sich durch die Verwendung eines fachspezifischen Wortschatzes als „Exklusivmerkmal gegenüber der Gemeinsprache" (von Hahn, 1981, S. 3).

(4) *Zusätzliche syntaktische Beschreibung*: Zur Beschreibung von Zusammenhängen wird über den spezifischen Wortschatz (3) hinaus ein „komplettes sprachliches Inventar" (von Hahn, 1981, S. 3) benötigt.

(5) *Zusätzliche textlinguistische Beschreibung*: Zur zusätzlichen syntaktischen Beschreibung (4) kommt die Beschreibung von Textstrukturen hinzu.

(6) *Kommunikative Begründung*: Die Merkmale (3), (4) und (5) beziehen sich auf die Sprachpraxis, in der der Kommunikation und der Situation, in der sich die Sprechenden befinden, besondere Werte zugeschrieben werden.

(7) *Pragmatische Analyse*: Fachsprachen kennzeichnen sich, sowohl bezogen auf Problemstellungen als auch auf Lösestrategien, durch eine feste Bindung zwischen Sprechen und Handeln.

Die Vielschichtigkeit der Möglichkeiten zur Charakterisierung von Fachsprache macht es somit schwierig, eine einheitliche Definition des Begriffs festzulegen. Im Fachbereich der Physikdidaktik kann jedoch auf einen etablierten Definitionsansatz verwiesen werden. Nach Rincke und Krabbe (2020) ist „die Fachsprache einer Disziplin […] durch ein bestimmtes Fachvokabular, ein sprachliches Inventar, um Fachvokabeln untereinander zu verbinden, Merkmale auf Textebene und die Rücksichtnahme auf die jeweils vorliegende Kommunikationssituation gekennzeichnet“ (S. 375). Aus diesem Verständnis geht hervor, dass deskriptive Merkmale, wie das Fachvokabular, alleinig nicht ausreichen, um Fachsprache zu charakterisieren. Allerdings können Fachbegriffe als Indikatoren bestimmter fachlicher Disziplinen fungieren. Auf normativer Ebene lassen sich jedoch keine einheitlich geltenden Regeln zur Trennung zwischen Fach- und Alltagssprache festmachen. So sind Fachbegriffe beispielsweise nicht per se Fachbegriffe, sondern werden erst im Kontext ihrer sprachlichen Umgebung als diese erkennbar (Rincke & Krabbe, 2020). Auf deskriptiver Ebene hingegen zeichnet sich Fachsprache gegenüber von Alltagssprache durch eine Reihe von Merkmalen aus. Als Beispiele fachsprachespezifischer Merkmale auf syntaktischer und stilistischer Ebene nennen Rincke und Krabbe (2020) „Funktionsverbgefüge (Arbeit verrichten, Anwendung finden), Phraseologeme (Kraft ausüben auf), Nominalisierungsgruppen (die Ermittlung der Wertepaare), Satzglieder anstelle von Gliedsätzen (nach Durchführung der Messung) und komplexe Attribute statt Attributsätze (der auf der Fahrbahn reibungsfrei gleitende Wagen)“ (S. 377). Die Bedeutung fachsprachlicher Wendungen ist dabei nicht per se definiert, sondern wird von der Fachgemeinschaft bestimmt. Weiterhin sind vor

allem Fachtexte durch einen eher unpersönlichen Stil gekennzeichnet (Rincke & Krabbe, 2020). Auf Textebene zeichnet sich Fachsprache vor allem im konzeptionell schriftlichen Bereich durch eine systematische Gliederung und Quellenverweise, insbesondere auch Zitation, aus. Die präsentierten Informationen sind häufig dicht und endgültig (Rincke & Krabbe, 2020).

Nach Leisen (2015) lässt sich sprachsensibler Fachunterricht über zwei Merkmale charakterisieren: Einerseits akzeptiert sprachsensibler Fachunterricht, „dass Sprache im Fachunterricht ein Thema ist und dass Sprachlernen im Fach untrennbar mit dem Fachlernen verbunden ist“ (S. 135) und andererseits pflegt sprachsensibler Fachunterricht „einen bewussten Umgang mit der Sprache. Er versteht Sprache als Medium, das dazu dient, fachliches Lernen nicht durch (vermeidbare) sprachliche Schwierigkeiten zu verstellen“ (S. 135). Als Merkmal sprachsensiblen Fachunterrichts hebt Leisen (2015) deutlich den Wechsel verschiedener Darstellungsformen (gegenständlich, bildlich, sprachlich, symbolisch und mathematisch) hervor. Ist beispielsweise ein Fachinhalt für eine*n Lernende*n auf einer bestimmten Ebene nicht verständlich, kann ein Wechsel der Darstellungsform notwendig sein, um einen Zugang zum Inhalt zu ermöglichen.

Um den Lernerfolg aus einer instruktionalen Erklärung zu unterstützen, bedarf es somit eines Wechsels der Sprachebenen bzw. sprachlichen Varietäten und einer bewussten Entscheidung für oder gegen Fachbegriffe (Kulgemeyer, 2020b). Kulgemeyer und Schecker (2009) gehen davon aus, dass sowohl die bzw. der Kommunikator*in als auch die adressierte Person im Verstehensprozess eine aktive Rolle einnehmen. Adressat*innen können demnach beispielsweise eine von einer bzw. einem Kommunikator*in gegebene Erklärung annehmen und Bedeutung konstruieren oder ablehnen. Um ersteres zu gewährleisten, muss eine Erklärung sowohl sach- als auch adressat*innengerecht sein. Adressat*innengerechtes Kom-

munizieren wird dabei als „Fähigkeit zur Konstruktion eines Kommunikats als ein Angebot, das attraktiv genug ist, um dem Adressaten angenommen zu werden“ (Kulgemeyer & Schecker, 2009, S. 139) verstanden. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei unter anderem, „die Wahl eines für den Beobachter entschlüsselbaren Codes (insbesondere durch die angemessene Verwendung von Wissenschaftssprache)“ (Kulgemeyer & Schecker, 2009, S. 139).

Sachgerechtes Kommunizieren verstehen Kulgemeyer und Schecker (2009) als „Fähigkeit, Sachinhalte fachlich adäquat, korrekt und konsistent sowie unter Berücksichtigung von fachlichen Konventionen in ein Kommunikat zu überführen“ (S. 140). Von wesentlicher Bedeutung ist dabei unter anderem, „die Wahl eines Codes, der fachlich adäquat, korrekt und konsistent ist sowie fachliche Konventionen berücksichtigt“ (Kulgemeyer & Schecker, 2009, S. 140). Einen Fachinhalt in Fachsprache zu kommunizieren, ist dabei höchstwahrscheinlich sachgerecht, nicht jedoch in jedem Fall adressat*innengerecht (Kulgemeyer & Schecker, 2009). Somit gilt es, die Sprachebene je nach Zielgruppe und Phase innerhalb einer Erklärung zu variieren (Kulgemeyer, 2020b).

2.3.3 Multimediaprinzipien

Multimediale Lerneinheiten kombinieren verschiedene Medienformate, wie Text, Grafiken, Animationen, Videos und Audios. In einer Reihe empirischer Studien, systematisiert von Mayer (2021), wurde untersucht, welche Anforderungen multimediale Lerneinheiten erfüllen sollten, um den Lernerfolg zu fördern. Mayer (2021) leitet aus den gewonnenen Kenntnissen 14 Gestaltungsprinzipien ab, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit als *Multimediaprinzipien* bezeichnet werden. Um den Lern-

erfolg durch ein Erklärvideo zu unterstützen, sollten diese Prinzipien bei der Erstellung dieser Medien Anwendung finden.

Nach Mayer (2021) lassen sich die 14 Multimediaprinzipien anhand des jeweiligen Ziels drei übergeordneten Gruppen zuordnen, deren Kernaussagen im Folgenden vorgestellt werden. Soweit nicht anders gekennzeichnet, beziehen sich die folgenden Zusammenfassungen der Multimediaprinzipien auf Mayer (2021, S. 139–393).

Prinzipien zur Reduktion extrinsischer kognitiver Verarbeitungsprozesse beim Lernen mit Multimedia

Kohärenzprinzip. Das Kohärenzprinzip besagt, dass der Lerneffekt aus multimedialen Lerneinheiten größer ist, wenn (a) auf interessante, aber irrelevante Informationen in Text- oder Bildform verzichtet wird, wenn (b) auf unnötige Informationen in Form von Text und Symbolen im Sinne eines ausführlichen, doppelten Erklärens verzichtet wird sowie wenn (c) auf Hintergrundmusik verzichtet wird. Interessante, aber irrelevante Informationen, wie beispielsweise das Einbetten von Erklärungen in eine Geschichte, stellen sogenannte *seductive details* dar. Diese können dazu führen, dass sich Lernende besser unterhalten fühlen. Gleichzeitig können sie aber auch vom eigentlichen Erklärinhalt ablenken und sich somit nachteilig auf den Lerneffekt auswirken. Mit Berufung auf Studien (Garner et al., 1991, 1992; Hidi & Anderson, 1992; Hidi & Baird, 1986) stellt Mayer (2021) heraus, dass zusätzliche interessante Textpassagen unter Umständen sogar besser behalten werden als die eigentlichen inhaltlich wichtigen Aspekte einer Erklärung, womit als Schlussfolgerung besser auf diese verzichtet werden sollte.

Signalisierungsprinzip. Das Signalisierungsprinzip besagt, dass der Lerneffekt aus multimedialen Lerneinheiten größer ist, wenn Hinweise zugefügt werden, die die Organisation des wesentlichen Lernmaterials hervorheben. Solche Hinweise lassen sich nach Mayer (2021) in verbale und visuelle Signalisierungen unterteilen, wobei diese Signalisierungen nicht zu neuen Informationen führen, sondern lediglich dabei unterstützen, die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte zu lenken. Klassische verbale Signalisierungen umfassen beispielsweise einführende Sätze, in denen Hauptpunkte angegeben werden, sowie die Verwendung von Überschriften. Auch die grafische Organisation von Schlüsselaspekten kann sich positiv auf den Lernerfolg auswirken. Ob das Einfärben von Schlüsselaspekten einen Mehrwert für Lernende bietet, ist hingegen nicht eindeutig geklärt. Visuelle Signalisierungen, die sich positiv auf den Lernerfolg auswirken können, sind beispielsweise spezifische Zeigegesten. Hierbei wird der Fokus der Lernenden auf momentan relevante visuelle Aspekte gelenkt. Um durch Signalisierungen einen positiven Effekt auf den Lernerfolg zu erzielen, sollten diese allerdings insgesamt sparsam eingesetzt werden.

Redundanzprinzip. Das Redundanzprinzip besagt, dass es sich nicht positiv auf den Lernerfolg auswirkt, wenn eine multimediale Lerneinheit, bestehend aus Abbildungen und auditiven Informationen, um zusätzlich visuell festgehaltenen Text ergänzt wird. Als Ursache führt Mayer (2021) an, dass visuell festgehaltener Text eine zusätzliche Belastung des visuellen Speicherkanals darstellen kann. Aufgrund der begrenzten Kapazität dieses Kanals kann es zu einer Überlastung kommen, wenn Lernende neben den auditiven Informationen sowohl Abbildungen als auch visuell festgehaltene Worte kognitiv verarbeiten müssen. Dementsprechend sollten visuelle Informationen wie Abbildungen, Grafiken und Animationen lediglich mit gesprochenem Text und nicht mit gesprochenem und

geschriebenem Text kombiniert werden. Als Grenzen des Redundanzprinzips führt Mayer (2021) allerdings an, dass die Gültigkeit des Prinzips eingeschränkt ist, „wenn a) die Bildunterschriften auf wenige Wörter reduziert sind und in räumlicher Nähe zur Grafik stehen, die diese beschreiben, b) die Wörter unbekannt oder in einer zweiten Sprache sind und c) es keine Grafiken gibt und die verbalen Segmente kurz sind“ (S. 186, eigene Übersetzung aus dem Engl.).

Räumliches Kontiguitätsprinzip. Das räumliche Kontiguitätsprinzip besagt, dass der Lerneffekt aus multimedialen Lerneinheiten größer ist, wenn zueinander gehörende Bild- und Textinformationen in räumlicher Nähe präsentiert werden. Das Prinzip gilt vor allem dann, wenn es sich um komplexes Lernmaterial handelt, visuelle Informationen nicht ohne festgehaltene Worte verständlich sind und/oder Lernenden das Lernmaterial fremd ist. Werden zusammengehörende Bild- und Textinformationen nicht gemeinsam in räumlicher Nähe präsentiert, müssen Lernende diese zunächst auf dem Bildschirm auffinden und verknüpfen, was kognitive Kapazitäten beansprucht. Bei gemeinsamer Präsentation der Informationen können diese unnötigen Verarbeitungsprozesse vermieden werden, was sich wiederum positiv auf den Lerneffekt auswirken kann.

Zeitliches Kontiguitätsprinzip. Das zeitliche Kontiguitätsprinzip besagt, dass der Lerneffekt aus multimedialen Lerneinheiten größer ist, wenn zueinander gehörende visuelle und auditive Informationen gleichzeitig anstatt nacheinander präsentiert werden. Diese gleichzeitige Präsentation erleichtert es Lernenden, sowohl visuelle als auch auditive Informationen gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis zu halten und zu verarbeiten. Als Rahmen des Prinzips merkt Mayer (2021) an, dass sich dessen Gültigkeit vor allem auf längere, fortlaufende Multimedia-Lerneinheiten, die nicht von den Lernenden eigenständig durchlaufen werden können, beschränkt.

Prinzipien zum Management wesentlicher kognitiver Verarbeitungsprozesse beim Lernen mit Multimedia

Segmentierungsprinzip. Das Segmentierungsprinzip besagt, dass der Lerneffekt aus multimedialen Lerneinheiten größer ist, wenn die Inhalte in zielgruppengerechte Segmente aufgeteilt sind, anstatt dass sie zusammenhängend und fortlaufend angeboten werden. Unter Segmentierung wird im Rahmen dieses Prinzips verstanden, dass beispielsweise durch eigenständiges Klicken eine aus verschiedenen Abschnitten bestehende Multimediapräsentation selbstgesteuert durchlaufen werden kann, oder, dass Präsentationsfolien durch eigenständiges Klicken kontinuierlich ergänzt werden. Die Einhaltung des Segmentierungsprinzips erweist sich für den Lernprozess vor allem dann als hilfreich, wenn es sich um komplexe, in zügiger Abfolge präsentierte Informationen handelt. Welchen Einfluss das Vorwissen von Lernenden bezüglich des Segmentierungsprinzips hat, ist allerdings bislang nicht vollständig erforscht.

Pre-Training-Prinzip. Das Pre-Training-Prinzip besagt, dass es sich positiv auf den Lernerfolg auswirken kann, wenn bestimmte Begriffe und Charakteristika eines Konzepts vorab bekannt sind. Das Pre-Training-Prinzip gilt vor allem für komplexen Lernstoff, mit dem die Lernenden nicht vertraut sind, sowie für zügig ablaufende multimediale Lerneinheiten. Insbesondere erweist es sich in diesen Fällen als vorteilhaft für den Lernprozess, beispielsweise Schlüsselaspekte vorab zu erklären. Den Lernenden wird somit ermöglicht, sich intensiver auf wesentliche Aspekte der Erklärung konzentrieren zu können und neue Informationen mit relevantem Vorwissen in Verbindung zu bringen.

Modalitätsprinzip. Das Modalitätsprinzip besagt, dass ein vertieftes Lernen aus einer multimedialen Lerneinheit ermöglicht wird, wenn Bilder und gesprochene Wörter anstatt Bilder und geschriebene Wörter präsentiert

werden. Da, wie bereits im Rahmen des Redundanzprinzips beschrieben, sowohl Bilder als auch visuell festgehaltene Worte im visuellen Speichersystem des Gedächtnisses verarbeitet werden, kann dies unter Umständen zu einer Überlastung des Arbeitsgedächtnisses führen. Ebenso wie das Segmentierungsprinzip und das Pre-Training-Prinzip gilt auch das Modalitätsprinzip vor allem dann, wenn der Lernstoff komplex ist und die Lerneinheit zügig abläuft. Werden jedoch (Fach-)Begriffe verwendet, die neu für die Lernenden sind, sollten diese auch visuell festgehalten werden. Positive Aspekte der Einhaltung des Modalitätsprinzips verlieren sich darüber hinaus, wenn eine Lerneinheit von Lernenden eigenständig durchlaufen werden kann.

Prinzipien zur Förderung generativer kognitiver Verarbeitungsprozesse beim Lernen mit Multimedia

Personalisierungsprinzip. Das Personalisierungsprinzip besagt, dass es für den Lernerfolg aus einer multimedialen Lerneinheit von Vorteil ist, wenn nicht im formalen Stil, sondern im Konversationsstil gesprochen wird. Das bedeutet konkret, dass Adressat*innen direkt angesprochen werden sollten, anstatt dass in unpersönlicher, neutraler Form gesprochen wird. Mayer (2021) führt diesen Aspekt auf die Theorie des sozialen Handelns zurück: Personalisierungen stellen soziale Signale dar, die dazu führen können, dass sich Lernende unter Umständen mehr bemühen, den Sinn eines Lerninhalts zu erschließen, was zu besseren Lernergebnissen führen kann (Abbildung 5a). Fehlen solche sozialen Signale, sind die Adressat*innen unter Umständen weniger motiviert, sich tiefer in das Lernmaterial einzudenken (Abbildung 5b).

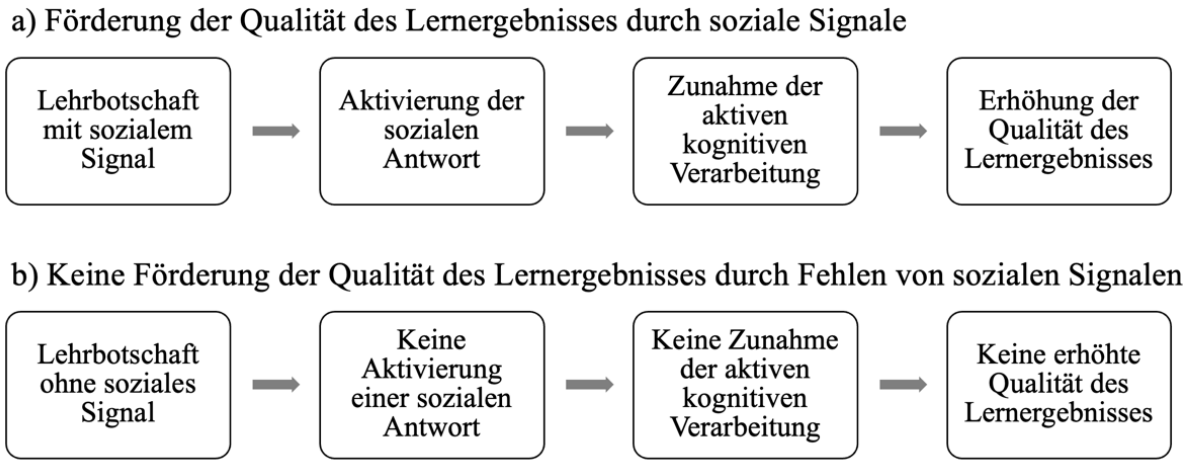


Abbildung 5 Theorie des sozialen Handelns nach Mayer (2021, S. 310, eigene Übersetzung aus dem Engl.)

Prinzip der Stimme. Das Prinzip der Stimme besagt, dass der Lerneffekt aus multimedialen Lerneinheiten größer ist, wenn mit einer ansprechenden, menschlichen Stimme gesprochen wird anstatt mit einer Computerstimme. In Anlehnung an die Theorie des sozialen Handelns (Abbildung 5) kann eine ansprechende menschliche Stimme im Gegensatz zu einer Computerstimme als ein soziales Signal interpretiert werden. Dies könnte dazu führen, dass sich Lernende mehr bemühen, das Lernmaterial zu durchdringen, was wiederum zu besseren Lernergebnissen führen kann. Studien von Mayer et al. (2003) bestätigen, dass der Lerneffekt aus einer multimedialen Lerneinheit tatsächlich höher ist, wenn der Erklärinhalt einerseits von einer menschlichen Stimme anstatt einer Computerstimme und andererseits von einer Stimme mit standardisierter Betonung anstatt mit einer gelangweilt und desinteressiert klingenden Stimme mit russischem Akzent vorgetragen wird. Wenn der Inhalt einer multimedialen Lerneinheit von einer visualisierten Person mit menschlicher Stimme vorgetragen wird, jedoch keine weiteren sozialen Signale wie menschliche Gesten gesendet werden, können im Vergleich zu einer ähnlichen Lernumgebung, in der mit einer Computerstimme gearbeitet wurde, allerdings keine besseren Lernergebnisse erwartet werden (Mayer & DaPra, 2012).

Abbildungsprinzip. Das Abbildungsprinzip besagt, dass in multimedialen Lernumgebungen auf die Abbildung statischer Erklärender verzichtet werden kann, da dies nicht zu besseren Lernerfolgen führt. Unter statischen Abbildungen sind beispielsweise Comic-Figuren, Tiere oder *Talking-Heads* zu verstehen, die keine menschlichen Gesten ausführen. Angesichts der potenziellen Ablenkung von Lernenden durch statische Erklärende empfiehlt Mayer (2021), den Einsatz dieser zu überdenken. Es bedarf allerdings weiterer Studien, um zu untersuchen, wie sich das kurzzeitige Einblenden von statischen Erklärenden auf den Lernerfolg auswirkt.

Verkörperungsprinzip. Das Verkörperungsprinzip besagt, dass es sich positiv auf den Lerneffekt auswirken kann, wenn die in multimedialen Lerneinheiten abgebildeten, erklärenden Personen menschliche Gesten und Bewegungen ausführen. Menschliche Gesten, das eigenständige Anzeichnen von visuellen Informationen und Blickkontakt mit den Adressat*innen können als soziale Signale interpretiert werden, die für Lernende eine Motivation darstellen können, sich tiefgreifender mit dem Lehrmaterial auseinanderzusetzen (Abbildung 5). Allerdings kann anhand der derzeitigen Studienlage nicht eindeutig beantwortet werden, ob positive Lerneffekte nicht auch dadurch bedingt sein könnten, dass Gesten und Bewegungen von Erklärenden die Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte der Erklärung lenken (Fiorella & Mayer, 2022).

Immersionsprinzip. Das Immersionsprinzip besagt, dass der Lerneffekt aus einer dreidimensionalen, immersiven *Virtual-Reality*-Umgebung im Vergleich zu einer zweidimensionalen Lernumgebung nicht unbedingt höher ist. Obwohl realitätserweiternde Technologien das Interesse der Lernenden am Lernmaterial potenziell steigern, können immersive Lernumgebungen auch zu einer erhöhten Belastung des Arbeitsgedächtnisses führen, da eine größere Menge an sensorischen und motorischen Informa-

tionen verarbeitet werden muss, was letztendlich zu schlechteren Lernleistungen führen kann. Gleichzeitig bedarf es weiterer Studien, in denen erforscht wird, inwiefern sich immersive Lernumgebungen positiv auf die Motivation und Lernbereitschaft von Lernenden auswirken können.

Prinzip der generativen Tätigkeit. Das Prinzip der generativen Tätigkeit besagt, dass der Lernerfolg positiv beeinflusst wird, wenn Lernende dazu angeregt werden, generative Lerntätigkeiten auszuführen. Unter generativen Lerntätigkeiten zählt Mayer (2021) beispielsweise das „Zusammenfassen, Zuordnen, Zeichnen, [oder] Vorstellen“ (S. 370, eigene Übersetzung aus dem Engl.) von Sachverhalten auf, aber auch „Selbsttests, Selbsterklärungen, Lehrtätigkeiten, [oder das] Nachstellen“ (S. 370, eigene Übersetzung aus dem Engl.) von Sachverhalten. Generative Tätigkeiten können sich positiv auf Lernprozesse auswirken, indem sie Lernende dazu anregen, sich aktiv mit dem Lernmaterial auseinanderzusetzen. Allerdings sollten die Tätigkeiten, zu denen die Lernenden angeregt werden, leicht zugänglich und nicht zu umfassend sein.

3 Forschungsfragen: Erklärvideoanalyse

Im Theorieteil wurde gezeigt, dass sich Erklärvideos zu einer für Schüler*innen relevanten Bildungsressource entwickelt haben. Allerdings zeigen die in Kapitel 2.2.3 vorgestellten Studien zur Qualität von naturwissenschaftlichen Erklärvideos zu schulspezifischen Themen, dass Erklärvideos auf YouTube vermehrt fachliche und fachdidaktische Mängel an Erklärqualität aufweisen und teils stereotype Vorstellungen in Bezug auf Physik, Physiker*innen sowie das männliche und weibliche Geschlecht verbreiten (Eichhorn et al., 2019; Krey & Rabe, 2021; Matthes & Lachner, 2021; Wolf & Kulgemeyer, 2016). Insgesamt fokussieren sich Erklärvideoanalysen im deutschsprachigen Raum jedoch vorrangig auf Inhalte des YouTube-Kanals „simpleclub“. Ob es sich hierbei lediglich um kanalspezifische Einzelbefunde handelt, kann auf Basis der derzeitigen Studienlage nicht beantwortet werden. Um verallgemeinerbare Aussagen zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube zu schulspezifischen Themen treffen zu können, bedarf es weiterer systematischer Erklärvideoanalysen. Die vorliegende Arbeit greift dieses Desiderat auf, indem frei zugängliche Physik-Erklärvideos auf YouTube systematisch und kriteriengeleitet analysiert werden. Da in der Studie die Abdeckung aller möglichen Unterrichtsthemen nicht zu leisten ist, werden exemplarisch Erklärvideos zu den Themenbereichen Dichte und Schall kriteriengeleitet ausgewählt[7] und untersucht. Eine Begründung für die Festlegung auf im Speziellen diese Themen ist dem folgenden Kapitel 4 zu entnehmen.

---

[7] In die Analyse einbezogen werden beispielsweise lediglich Videos aus dem deutschsprachigen Raum, die bis zum 18. Januar 2024 online gestellt wurden und eine festgelegte Mindestanzahl an Aufrufen erreicht haben. Weitere Auswahlkriterien sind Kapitel 5.2 zu entnehmen.

Im Kontext dieser Analyse werden folgende Forschungsfragen formuliert:
FF1: Welche Qualität haben Physik-Erklärvideos auf YouTube, exemplarisch zu den Themen Dichte und Schall, bezogen auf die …

- *FF1.1 … fachliche Qualität?*
- *FF1.2 … fachdidaktische Qualität?*
- *FF1.3 … mediale und lernpsychologische Qualität?*

4 Wahl der thematischen Schwerpunkte: Dichte und Schall

In der Studie werden Erklärvideos zu den thematischen Schwerpunkten Dichte und Schall untersucht. Beide Themen bieten die Grundlage für das Verständnis fortgeschrittener physikalischer Themengebiete, sind jedoch für Schüler*innen in der Regel zu komplex, als dass selbstständig Erklärungen gefunden werden können. Die Dichte als Verhältnis von Masse und Volumen eines Körpers ist eine grundlegende physikalische Größe, die zudem in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens von Bedeutung ist. Als Materialkonstante ist die Dichte ein wesentliches Spezifikum eines Stoffes und ermöglicht es, Reinstoffe zu bestimmen. Auf phänomenologischer Ebene sind Alltagsbeobachtungen wie beispielsweise das Absetzen von Öl auf Wasser mit Hilfe der Dichte zu erklären. In der Physik ist die Dichte in vielen Bereichen von zentraler Bedeutung. Beispielsweise wird sie bei der Berechnung des Auftriebs, der Berechnung der Strömung eines Fluids (Bernoulli-Gleichung) oder der Berechnung der Schallgeschwindigkeit benötigt. Ebenso ist Schall ein fundamentaler Bestandteil des alltäglichen Lebens und beeinflusst maßgeblich die menschliche Kommunikation. Sowohl Menschen als auch Tiere haben sich über Jahrtausende an die Aufnahme und Verarbeitung von Schallwellen adaptiert. Schall ermöglicht es Menschen, sich effektiv zu verständigen, die Umgebung zu erfassen, sich räumlich zu orientieren, aber auch Warnsignale zu erkennen. Darüber hinaus findet Schall in verschiedenen Bereichen Anwendung, wie etwa im Gesundheitswesen sowie in der Industrie, Technik und Forschung. Beide Themen, Dichte und Schall, sind in deutschen Lehrplänen curricular im Anfangs- und aufbauenden Physikunterricht (Dichte) sowie in der Mittel- oder Oberstufe (Schall) verankert. Eine Vielzahl an Schüler*innenvor-

stellungen zu den Themen Dichte und Schall verdeutlicht, dass beide Inhaltsbereiche nicht für alle Lernenden intuitiv verständlich sind und dass bei Schüler*innen ergänzend zum Schulunterricht potenziell Erklärungsbedarf besteht, der durch Erklärvideos abgedeckt werden könnte.

Im Kapitel erfolgt zunächst eine fachwissenschaftliche Klärung beider Themen, gefolgt von einer Verortung in deutschen Lehrplänen, exemplarisch mit Fokus auf Lehrpläne aus Sachsen-Anhalt. Anschließend werden gängige Schüler*innenvorstellungen auf Basis fachdidaktischer Literatur zusammengefasst.

4.1 Dichte: Fachliche Klärung, Verortung im Lehrplan und Schüler*innenvorstellungen

Fachliche Klärung

Die folgende fachliche Klärung der Dichte konzentriert sich inhaltlich auf die Erklärung der Massendichte. Weitere in der Physik relevante Dichtebegriffe, wie etwa Ladungsdichte, Zustandsdichte oder Energiedichte, werden nicht näher erläutert.

Die Massendichte, im weiteren Verlauf kurz Dichte, ist eine wesentliche physikalische Größe, die das Verhältnis der Masse (m) eines Körpers zu seinem Volumen (V) beschreibt. Mathematisch ist die Dichte durch die Formel:

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1}$$

definiert, wobei die Einheit der Dichte im internationalen Einheitensystem (SI) in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m³) oder wie ursprünglich in Gramm pro Kubikzentimeter (g/cm³) angegeben wird (Meschede, 2015; Tipler & Mosca, 2007). Als Materialkonstante ist die Dichte eine spezifische Eigenschaft eines Stoffes. Je nach Temperatur und Druck ändert sich

die Dichte jedoch, wobei bei Flüssigkeiten und Festkörpern lediglich geringe Änderungen zu verzeichnen sind (Halliday et al., 2009; Tipler & Mosca, 2007). Dementsprechend kann die Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern annäherungsweise als konstant angenommen werden (Halliday et al., 2009; Tipler & Mosca, 2007). Die Dichte von Gasen hingegen ist stark druck- und temperaturabhängig, weshalb bei Dichteangaben von Gasen stets der Druck und die Temperatur mitangegeben werden müssen (Tipler & Mosca, 2007). Tabelle 3 verdeutlicht exemplarisch die Dichteunterschiede von Wasser und Luft bei unterschiedlichen Temperaturen und Drücken.

Tabelle 3 Dichtewerte von Luft und Wasser (Halliday & Resnick, 1993, S. 479)

Stoff	Temperatur und Druck	Dichte
Wasser	0 °C und 1,013 bar	$1{,}000 \cdot 10^3$ kg/m³
	100 °C und 1,013 bar	$0{,}958 \cdot 10^3$ kg/m³
	0 °C und 50,66 bar	$1{,}002 \cdot 10^3$ kg/m³
Luft	0 °C und 1,013 bar	1,3 kg/m^3
	100 °C und 1,013 bar	0,95 kg/m^3
	0 °C und 50,66 bar	6,5 kg/m^3

Im Vergleich zu Flüssigkeiten und Festkörpern haben Gase eine deutlich geringere Dichte. Moleküle in Gasen haben eine relativ hohe kinetische Energie und beeinflussen sich geringfügig in Form von Stößen (Tipler & Mosca, 2007). Moleküle bzw. Atome in Flüssigkeiten und Festkörpern haben hingegen geringere kinetische Energien und geringere Abstände zueinander, sodass sich Nah- und in kristallinen Festkörpern auch Fernordnungen ausbilden können (Meschede, 2015; Tipler & Mosca, 2007). Die Dichte eines Körpers wird neben der Anordnung der Atome und dementsprechend der atomaren Anzahldichte (n) mit:

$$n = \frac{N\ (Teilchenanzahl)}{V\ (Volumen)} \qquad (2)$$

weiterhin von der Atommasse bestimmt (Lüders & von Oppen, 2012; Meschede, 2015). Besteht ein Körper aus Atomen mit hoher Atommasse und weist der Körper eine hohe Anzahldichte auf, so hat er eine hohe Dichte. Beispielsweise bestehen Graphit und Diamant jeweils aus Kohlenstoff, jedoch mit unterschiedlicher Kristallstruktur. Aufgrund der höheren Anzahldichte an Kohlenstoffatomen pro Volumen hat Diamant dementsprechend mit einer Dichte von $\rho_D = 3{,}5\ g/cm^3$ bei gleicher Atommasse eine höhere Dichte als Graphit mit $\rho_G = 2{,}3\ g/cm^3$ (Binnewies et al., 2016).

Die spezifische Dichte, auch Dichtezahl genannt, gibt das Verhältnis der Dichte eines Stoffes zur Dichte von Wasser bei 4 °C ($\rho_W = 1{,}00\ g/cm^3$) an (Lüders & von Oppen, 2012; Tipler & Mosca, 2007). Dementsprechend ist die spezifische Dichte dimensionslos und stimmt zahlenmäßig mit der Dichte des jeweiligen Stoffes in der Einheit g/cm^3 überein. Gold hat mit einer Dichte von $19{,}32\ g/cm^3$ beispielsweise eine spezifische Dichte von 19,32 und somit für ein bestimmtes Volumen eine 19,32fache Masse im Vergleich zum selben Volumen an Wasser.

Eine vorrangig in der Technik verwendete Größe ist die Wichte. Die Wichte definiert mit:

$$\rho_g = \frac{F_G}{V} = \frac{mg}{V} \tag{3}$$

das Verhältnis von Gewichtskraft zum Volumen und hat die Einheit N/m^3 (Lüders & von Oppen, 2012; Tipler & Mosca, 2007). Entsprechend der Definition der Wichte ist diese keine Stoffkonstante, da die Gewichtskraft F_G an verschiedenen Orten der Erde nicht konstant ist (Lüders & von Oppen, 2012). Im Gegensatz zur Technik findet die Wichte in der Physik heute weniger Verwendung und wird in einigen gängigen Physik-Fachbüchern (z. B. Demtröder, 2021; Halliday et al., 2009; Meschede, 2015) nicht thematisiert.

Verortung im Lehrplan

Die Thematisierung der Dichte ist in deutschen Lehrplänen im Fach Physik je nach Bundesland im Anfangsunterricht bzw. im aufbauenden Unterricht in den Klassenstufen 5/6, 6, 7 oder 7/8 festgeschrieben. Die konkrete Verortung des Themas in den spezifischen Kompetenzschwerpunkten wird im Folgenden als exemplarischer Bezugspunkt für das Bundesland Sachsen-Anhalt für die Schulformen Gymnasium und Sekundarschule herausgestellt.

Im Unterrichtsfach Physik an Gymnasien wird das Thema Dichte gemäß dem Fachlehrplan des Ministeriums für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt (2022) in der Sekundarstufe I, Schuljahrgang 6, im Kompetenzschwerpunkt „Eigenschaften und Bewegung von Körpern und Teilchen“ behandelt. Konkret unter dem Kompetenzbereich der Sachkompetenz sind das Angeben des Formelzeichens und das Umrechnen von Einheiten der Dichte festgeschrieben sowie die Berechnung von Dichten verschiedener Körper und das Durchführen und Auswerten von Experimenten zur Dichte. Weiterhin sind Experimente zu den Dichten flüssiger und fester Stoffe als verbindliche Schüler*innenexperimente festgehalten. Insgesamt zählt die Dichte von Stoffen laut Fachlehrplan unter dem genannten Kompetenzschwerpunkt zum grundlegenden Wissensbestand der Schüler*innen (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022).

In den Klassenstufen 7/8 wird das Thema Dichte im Kompetenzschwerpunkt „Druck und Auftrieb“ erneut aufgegriffen (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022). Aufbauend auf dem Wissen über die Dichte aus der Klassenstufe 6 ist unter dem Kompetenzbereich der Sachkompetenz festgeschrieben, dass Schüler*innen in der Lage sein sollen, einen „Zusammenhang zwischen der Schwimmfähigkeit eines Körpers und den Dichten von Körper und Flüssigkeit“ (Ministerium für Bildung

des Landes Sachsen-Anhalt, 2022, S. 39) herzustellen. Weiterhin soll der Aufstieg von Ballons unter Einbezug der Gesamtdichte eines Ballons und der Gasdichte erklärt werden können (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022).

In Sekundarschulen wird das Thema Dichte gemäß dem Fachlehrplan des Ministeriums für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt (2019) in den Klassenstufen 7/8 unter dem Kompetenzschwerpunkt „Kräfte und ihre Wirkungen beobachten und vorhersagen“ im Physikunterricht behandelt. Die in den Kompetenzbereichen „Fachwissen anwenden“ und „Erkenntnisse gewinnen“ festgeschriebenen Anforderungen beziehen sich dabei auf die Berechnung von Dichtewerten sowie die experimentelle Ermittlung der Dichte von Körpern. Weiterhin sollen Schüler*innen der genannten Klassenstufen über die im Kompetenzbereich „Kommunizieren“ festgehaltene Kompetenz verfügen, Dichtewerte aus analogen oder digitalen Medien ermitteln zu können (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019). Parallel zum Gymnasiallehrplan wird die Dichte zum grundlegenden zu erwerbenden Wissensbestand der Schüler*innen gezählt. Eine erneute Thematisierung in weiterführenden Klassenstufen ist laut Sekundarschullehrplan nicht vorgesehen.

*Schüler*innenvorstellungen zur Dichte*

Das Lernen über die physikalische Größe Dichte kann von Seiten der Schüler*innen von Verständnisschwierigkeiten und Schüler*innenvorstellungen begleitet sein. Schüler*innenvorstellungen zum Thema Dichte sind oft durch Alltagsbeobachtungen und -erfahrungen geprägt, die nicht immer mit physikalisch korrekten Konzepten übereinstimmen. Diese intuitiven Annahmen können den Lernprozess potenziell beeinflussen und das Verständnis der Dichte als Materialkonstante erschweren. Im Folgenden

werden gängige Schüler*innenvorstellungen zur Dichte und zum Schwimmen und Sinken von Körpern zusammengetragen.

Unter Schüler*innen weit verbreitet ist im Kontext des Lernens über die Dichte die Fokussierung auf einzelne Parameter, also entweder das Volumen eines Körpers oder dessen Masse (Wilhelm et al., 2023). Dementsprechend wird die Frage, was schwerer sei, ein Kilogramm Eisen oder ein Kilogramm Federn, häufig von Lernenden falsch beantwortet (Wilhelm et al., 2023). Beim Schwimmen und Sinken von Körpern fokussieren sich Lernende ebenfalls häufig auf die Masse, als ausschlaggebenden Faktor, anstatt auf die Dichte. Nach Auffassung der Lernenden sinken schwere Gegenstände dementsprechend im Wasser, während leichte Gegenstände oder Gegenstände, die Luft enthalten, schwimmen (Rösch et al., 2017; Stern et al., 2017; Wodzinski & Wilhelm, 2018). Das Volumen bzw. die Dichte werden dabei nicht berücksichtigt (Wilhelm et al., 2023). Weiterhin verbreitet ist das Konzept, dass Gegenstände aus bestimmten Materialien, wie Holz, per se schwimmen (Rösch et al., 2017; Stern et al., 2017).

Die Ursache genannter Schüler*innenvorstellungen liegt häufig in Erfahrungen aus dem Alltag. Dementsprechend hat ein Körper aus Eisen eine höhere Masse als beispielsweise eine Feder und im Vergleich eines mit Luft gefüllten Ballons sinkt ein Ballon, der beispielsweise mit Sand gefüllt ist. Um Verständnisschwierigkeiten vorzubeugen und anschlussfähiges Wissen aufzubauen, ist es für Lehrende sinnvoll und notwendig, Schwierigkeiten und Widersprüche, die in Verbindung mit den genannten Vorstellungen auftreten können, zu kennen, um entsprechend darauf reagieren zu können.

4.2 Schall: Fachliche Klärung, Verortung im Lehrplan und Schüler*innenvorstellungen

Fachliche Klärung

Die Lehre vom Schall wird als Akustik bezeichnet und ist als Teilbereich der Mechanik in der klassischen Physik zu verorten. Die Ursache der Entstehung von Schallwellen sind Störungen, die Schwingungen in einem Trägermedium auslösen, während die Ausbreitung von Schallwellen durch Wechselwirkungen des entsprechenden Trägermediums bedingt ist (Halliday et al., 2009; Meschede, 2015; Tipler & Mosca, 2007). Trägermedien können Gase, Flüssigkeiten und Festkörper sein (Halliday et al., 2009; Meschede, 2015; Ramsey, 2024). Je nach räumlicher Orientierung der Schwingung zur Ausbreitungsrichtung können Transversal- und Longitudinalwellen unterschieden werden (Halliday et al., 2009; Meschede, 2015; Tipler & Mosca, 2007). Verläuft die Schwingung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung, wie beispielsweise beim Schwingen eines Seils senkrecht zum Boden, so wird die Welle als Transversalwelle bezeichnet (Halliday et al., 2009; Meschede, 2015; Tipler & Mosca, 2007). Bei Schallwellen in der Luft erfolgt die Schwingung der Luftmoleküle hingegen parallel zur Ausbreitungsrichtung der Welle. Diese Art von Wellen, bei der die Schwingung parallel zur Ausbreitungsrichtung der Welle verläuft, wird als Longitudinalwelle bezeichnet (Halliday et al., 2009; Meschede, 2015; Tipler & Mosca, 2007). Je nachdem, in welchem Trägermedium sich eine Schallwelle ausbreitet, treten zum Beispiel bei der Ausbreitung in Festkörpern durch Kopplungseffekte und mechanische Verschiebung und Verzerrung von Atomen bzw. Atomstrukturen Longitudinalwellen und Transversalwellen auf (Lerch et al., 2009). Schallwellen in Flüssigkeiten und Gasen sind stets Longitudinalwellen (Tipler & Mosca, 2007). Anstatt von Wellenbergen und Wellentälern, wie sie bei

Transversalwellen zu verzeichnen sind, treten bei Schallwellen Komprimierungen und Ausdehnungen des jeweiligen Trägermediums auf, wobei lediglich geringe Veränderungen im Vergleich zur Ruhegröße zu verzeichnen sind (Tipler & Mosca, 2007). Dementsprechend lassen sich Schallwellen sowohl als Teilchenauslenkung als auch als Druckänderung in einem Medium betrachten (Halliday et al., 2009). Daraus geht hervor, dass Schallwellen folglich Energie, jedoch keine Materie transportieren (Halliday et al., 2009).

Mathematische Grundlagen. Die Frequenz einer Schallwelle ist nach Meschede (2015) über folgende Gleichung definiert:

$$f = \frac{v}{\lambda}\,, \tag{4}$$

wobei v die Schallgeschwindigkeit und λ die Wellenlänge beschreibt. Die Schallgeschwindigkeit variiert in unterschiedlichen Ausbreitungsmedien. Für die Schallgeschwindigkeit in Gasen und Flüssigkeiten gilt:

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}}\,, \tag{5}$$

wobei ρ die Massendichte bezeichnet und K das Kompressionsmodul durch:

$$K = -\frac{\Delta p}{\frac{\Delta V}{V}}, \tag{6}$$

definiert ist (Halliday et al., 2009; Tipler & Mosca, 2007). Das Kompressionsmodul beschreibt die durch die Druckänderung Δp verursachte relative Volumenänderung ΔV/V im jeweiligen Medium (Halliday et al., 2009). In der Luft wird die Schallgeschwindigkeit im Wesentlichen von der Temperatur und weniger vom Luftdruck, dem Feuchtigkeitsgehalt und der genauen Zusammensetzung der Gase beeinflusst. Es gilt: $v \sim \sqrt{T}$, wobei T die absolute Temperatur in Kelvin ist (Meschede, 2015).

Die Schallgeschwindigkeit in Festkörpern hängt neben der Dichte und dem Kompressionsmodul des jeweiligen Stoffes von weiteren Materialkonstanten ab. Wie erwähnt treten in Festkörpern anders als bei Flüssigkeiten und Gasen zusätzlich auch Transversalwellen auf. Longitudinalwellen haben dabei jedoch stets eine größere Ausbreitungsgeschwindigkeit als Transversalwellen (Lerch et al., 2009). Mathematisch lassen sich die Geschwindigkeiten wie folgt beschreiben:

$$v_{longitudinal} = \sqrt{\frac{2G(1-\mu)}{\rho_{(1-2\mu)}}}, \tag{7}$$

und

$$v_{transversal} = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \tag{8}$$

wobei μ, die Poissonzahl, ρ, die Massendichte und G, das Schubmodul, Materialkonstanten darstellen (Lerch et al., 2009).

Die durch die Störung bedingte Auslenkung beispielsweise von Luftmolekülen aus der Ruhelage lässt sich über die Funktion *s(x, t)* beschreiben, mit *t* der Zeit der Auslenkung aus der Ruhelage am Ort *x*:

$$s(x,t) = s_m co\, s(kx - \omega t). \tag{9}$$

Dabei steht *k* für die Wellenzahl und *ω* für die Winkelgeschwindigkeit (Halliday et al., 2009). Die Auslenkungsamplitude s_m gibt die maximale Auslenkung konkret betrachteter Luftmoleküle aus der Ruhelage an. Die Änderung des Ortes x der Luftmoleküle geht mit einer Änderung des Drucks Δp einher. Diese Druckänderung lässt sich in folgender Form mathematisch beschreiben:

$$\Delta p(x,t) = \Delta p_m \sin(kx - \omega t), \tag{10}$$

wobei Δp_m die Druckamplitude bezeichnet (Halliday et al., 2009). Die maximale Auslenkung s_m der Luftmoleküle steht dabei im Zusammenhang mit der Druckamplitude Δp_m:

$$\Delta p_m = (v\rho\omega)s_m. \tag{11}$$

Der Schalldruck und somit die Auslenkung der Luftmoleküle ist, wie im weiteren Verlauf gezeigt wird, ausschlaggebend dafür, wie laut oder leise eine Schallwelle vom menschlichen Ohr wahrgenommen wird.

Kategorisierung von Schallwellen nach Frequenz und Wellenform. Je nach Frequenz der Schallwellen lassen sich unterschiedliche Schallbereiche unterscheiden. Das Gehör eines Menschen kann Frequenzen zwischen 20 Hz und 20 kHz wahrnehmen, weshalb dieser Bereich als Hörschall bezeichnet wird (Halliday et al., 2009). Je höher die Frequenz ist, desto höher ist der vom menschlichen Ohr wahrgenommene Ton (Ramsey, 2024; Roederer, 1995). Schallwellen mit einer Frequenz von unter 20 Hz werden als Infraschall bezeichnet und sind im Allgemeinen nicht vom menschlichen Ohr wahrnehmbar (Halliday et al., 2009). Schallwellen im Ultraschallbereich haben Frequenzen von über 20 kHz bis 10 GHz und Schallwellen mit Frequenzen oberhalb des Ultraschalls werden als Hyperschall bezeichnet und sind ebenfalls nicht vom menschlichen Ohr wahrnehmbar (Halliday et al., 2009; Meschede, 2015).

Schallwellen lassen sich im Bereich des Hörschalls anhand der Wellenform in Töne, Klänge, Schallimpulse und Geräusche kategorisieren, wobei sich die im Bereich der physikalischen Akustik verwendeten Begriffe zum Teil von den im Bereich der Musik verwendeten Begriffen unterscheiden (Meschede, 2015; Ramsey, 2024; Roederer, 1995). In der Physik beschreiben Töne Schallwellen mit festen Frequenzen (Meschede, 2015; Ramsey, 2024; Roederer, 1995). Klänge bezeichnen die Zusammensetzung verschiedener Frequenzen, bestehend aus einem Grundton f_0 und Obertönen, die ganzzahlige Vielfache des Grundtons, z. B. $2f_0$ und $3f_0$, darstellen (Meschede, 2015; Ramsey, 2024; Roederer, 1995). Auch im Bereich der Musik werden beide Begriffe verwendet. Allerdings beschreibt der musikalische Ton, wie ihn beispielsweise ein Streichinstrument erzeugt, aus

physikalisch-akustischer Sicht vielmehr einen Klang (Meschede, 2015). Ein Klang wiederum kann im Bereich der Musik sowohl einen Akkord als auch den Klangcharakter eines Instruments bezeichnen und ist somit nicht ebenso scharf definiert wie in der Physik (Kadner, 1994). Schallimpulse, auch als „Knall“ (z. B. Kersting, 2023, S. 87f.; Meschede, 2015, S. 170) bezeichnet, sind kurzzeitige Schallereignisse. Im Gegensatz zu Schallimpulsen bezeichnet der Begriff des Rauschens fortlaufende Schallsignale mit breitem Frequenzspektrum, unterschiedlichen Amplituden und Phasen (Pierce, 1999). Geräusche sind häufig nicht zweckgebunden und beinhalten meist Rauschen, Töne und Klänge (Meschede, 2015). Im Gegensatz zu Tönen stellen Geräusche somit nichtperiodische Schwingungen dar (Halliday & Resnick, 1993). Der Begriff Lärm bezeichnet Geräusche, die eine hohe Intensität haben, als störend empfunden werden und gegebenenfalls sogar gesundheitsschädigend sind (Meschede, 2015).

Unter welchen Umständen Lärm gesundheitsschädigend ist, kann von der vom menschlichen Ohr wahrgenommenen Lautstärke der Schallwellen abhängen. Die Empfindung der Lautstärke steht in direktem Zusammenhang mit der Amplitude der Trommelfellschwingung, die durch die Druckänderung p hervorgerufen wird (Roederer, 1995). Anstatt des Begriffs der Lautstärke wird in der Akustik der Begriff Schallpegel verwendet (Halliday et al., 2009; Roederer, 1995). Der Schallpegel L, angegeben in Dezibel, lässt sich über folgende Gleichung, mit der Druckänderung Δp und dem Bezugsschalldruck Δp_0, berechnen:

$$L = 20 \cdot lg \frac{\Delta p}{\Delta p_0}. \qquad (12)$$

Der Bezugsschalldruck p_0 ist dabei der der Hörschwelle, also dem geringsten Schalldruck, den ein durchschnittliches menschliches Ohr unter optimalen Bedingungen wahrnehmen kann, entsprechende Schalldruck bei

1 kHz und ist mit $2 \cdot 10^{-5}$ Pa fest definiert (Roederer, 1995). Schallwellen mit einem Schalldruck unter $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa können somit nicht vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden. Wird die Lautstärke von Tönen unterschiedlicher Frequenz verglichen, ist die Angabe des Schallpegels jedoch kein geeignetes Maß, denn je nach Frequenz eines Tons, wird dieser unterschiedlich laut wahrgenommen (Roederer, 1995). So werden Töne mit einer Frequenz von beispielsweise 1 kHz bei gleichem Schalldruck lauter wahrgenommen als Töne mit einer Frequenz von 2 kHz.

Verortung im Lehrplan

Schall wird laut deutschen Lehrplänen im Unterrichtsfach Physik sowohl in der Mittelstufe, in den Klassenstufen 7, 8, 9 oder 10, als auch in der Oberstufe unterrichtet. Die konkrete Verortung des Themas in den spezifischen Kompetenzschwerpunkten wird im Folgenden als exemplarischer Bezugspunkt für das Bundesland Sachsen-Anhalt für die Schulformen Gymnasium und Sekundarschule herausgestellt.

An Gymnasien in Sachsen-Anhalt wird das Thema Schall gemäß dem Fachlehrplan des Ministeriums für Bildung (2022) in der Sekundarstufe II im Unterrichtsfach Physik mit erhöhtem Anforderungsniveau unter dem Kompetenzschwerpunkt „Mechanische Wellen“ behandelt. Neben der Sachkompetenz, „Grundgrößen der Akustik nennen und anwenden“ (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022, S. 75) zu können, sollen die Schüler*innen Schallbereiche unterscheiden, „Schwingungen als Ursache von Schall und das Hören als Aufnahme von Schallschwingungen durch das Ohr identifizieren“ (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022, S. 75) sowie die Schallgeschwindigkeit experimentell bestimmen können. Darüber hinaus sollen die Schüler*innen

in der Lage sein, Schall elektronisch aufzuzeichnen und die Ergebnisse kriteriengeleitet auszuwerten. Zudem sollen die Lernenden sich im Kontext des Themas Schall mit technischen Geräten, wie beispielsweise Schallsendern oder -empfängern, auseinandersetzen. Abschließend ist im Fachlehrplan festgehalten, dass Schüler*innen in der Qualifikationsphase über die Kompetenz verfügen sollen, beispielsweise potenzielle Gefährdungen von Menschen durch Schall sowie pränatale Ultraschallanwendungen erläutern und diskutieren zu können. Zum grundlegenden Wissensbestand zählen somit laut Fachlehrplan (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022, S. 76) unter dem thematischen Unterpunkt „Schallwellen“ des Kompetenzschwerpunkts „Mechanische Wellen“ folgende Inhalte:

- Kenngrößen,
- Töne und Klänge, Hörbereiche, Lärm und Lärmschutz,
- Schallgeschwindigkeit und deren Messung,
- Infraschall, Ultraschall und
- Anwendungen in Natur, Technik und Medizin, Schallintensität.

Für das Unterrichtsfach Physik im grundlegenden Anforderungsniveau sowie als zweistündiges Wahlpflichtfach wird das Thema Schall nicht explizit erwähnt, kann jedoch im Kompetenzschwerpunkt „Mechanische Schwingungen und Wellen“ (grundlegendes Anforderungsniveau) bzw. „Wellen“ (Wahlpflichtfach) als Beispiel mechanischer Wellen behandelt werden. Hierbei bietet die festgeschriebene Sachkompetenz, Longitudinal- und Transversalwellen zu vergleichen, die Möglichkeit, Schallwellen als Beispiel longitudinaler Wellen einzuführen (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2022).

An Sekundarschulen in Sachsen-Anhalt wird das Thema Schall gemäß dem Fachlehrplan des Ministeriums für Bildung des Landes Sachsen-

Anhalt (2019) in den Schuljahrgängen 9/10 im Kompetenzschwerpunkt „Eigenschaften der Schallausbreitung nutzen“ im Physikunterricht behandelt. Die Schüler*innen sollen über die Kompetenzen verfügen, Kenngrößen mechanischer Schwingungen und Wellen beschreiben und aus Diagrammen ermitteln zu können, die Entstehung mechanischer Schwingungen erläutern sowie Entstehung und Ausbreitung von Schallwellen beschreiben zu können (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019). Zudem sollen sie in der Lage sein, die Ausbreitung von Schallwellen experimentell untersuchen und Gesetzmäßigkeiten ihrer Ausbreitung anwenden zu können (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019). Weiterhin sollen die Schüler*innen in der Lage sein, „den Zusammenhang zwischen der Leistung der Schallquelle und der empfundenen Lautstärke beschreiben“ (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019, S. 22) zu können, und sie sollen erläutern können, wie Schallpegel gemessen werden können. Darüber hinaus sollen sie in der Lage sein, sich Lärmschutzverordnungen zu erschließen, Lärmkarten erstellen und interpretieren und Lärmschutzmaßnahmen vergleichen zu können, sowie ausgewählte Schallquellen in deren Aufbau und Funktionsweise beschreiben und „die Auswirkungen der technischen Entwicklung der Schallaufzeichnung unter vorgegebenen Kriterien beurteilen“ (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019, S. 22) zu können. Zum grundlegenden Wissensbestand zählen somit laut Fachlehrplan (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019, S. 22) folgende Inhalte:

- Merkmale von Schwingungen und Wellen
- Erzwungene Schwingung und Resonanz
- Schallerzeugung
- Ausbreitungseigenschaften (Reflexion, Beugung, Interferenz, Absorption)

- Schallgeschwindigkeit
- Hörbereiche, Lärm, Lärmschutz

*Schüler*innenvorstellungen zum Schall*

Werden mechanische Wellen und konkret das Thema Schall im Unterricht behandelt, so gibt es einige Schüler*innenvorstellungen, die beachtet werden sollten, um potenziellen Lern- und Verständnisschwierigkeiten adäquat begegnen zu können. Ebenso sollten Erklärvideoproduzent*innen typische Schüler*innenvorstellungen bekannt sein, um gegebenenfalls konkret auf diese einzugehen oder dem Hervorrufen oder der Manifestierung gewisser Vorstellungen entgegenzuwirken. Im Folgenden werden auf Grundlage fachdidaktischer Literatur Schüler*innenvorstellungen zum Thema Schall zusammengetragen.

Eine gängige Auffassung von Schüler*innen ist die Vorstellung, dass sich (Schall-)Wellen wie materielle Objekte, also wie reale Körper, verhalten (Hopf & Wilhelm, 2018; Wodzinski & Wilhelm, 2018; Wulf & Euler, 1995). Diese Vorstellung steht im Widerspruch zur physikalischen Definition mechanischer Wellen und demnach auch zur Definition des Schalls, da Schallwellen zwar Energie und Impuls übertragen, jedoch keine Materie transportieren. Nicht lernförderlich ist hierbei die von Schüler*innen potenziell herangezogene Analogie zwischen Wasserwellen und Schallwellen. Diese kann die Vorstellung unterstützen, dass Schallwellen tatsächlich dafür verantwortlich sind, dass Materie durch den Raum bewegt wird (Hopf & Wilhelm, 2018). Lernschwierigkeiten können darüber hinaus auftreten, wenn Lernende aufgrund der Vorstellung, dass Wellen wie materielle Objekte zu betrachten sind, nicht erkennen, dass sich gegenläufige Wellenimpulse nicht zwangsläufig gegenseitig auslöschen oder abschwächen, sondern auch ungehindert passieren können (Hopf &

Wilhelm, 2018). Darüber hinaus können sich aus der genannten Schüler*innenvorstellung weitere Fehlvorstellungen ergeben, wie beispielsweise die ebenfalls verbreitete Vorstellung, Schallwellen ließen sich „von außen durch den Raum schieben“ (Hopf & Wilhelm, 2018, S. 199). Zusammengefasst lassen sich nach Hopf und Wilhelm (2018, S. 199) folgende Vorstellungen von Schüler*innen in Bezug auf die durch Luftschall bedingten Bewegungen festhalten:

- Luftteilchen wechseln durch Bewegung ihren Ort.
- Luftteilchen bewegen sich hin und her oder von der Schallquelle aus.
- Ein Agglomerat an Luftteilchen bewegt sich, bedingt durch die Schallwelle, von der Schallquelle aus.
- Luftteilchen bewegen sich auf einer sinusförmigen Schallwelle.
- Die Bewegung der Luftteilchen erfolgt senkrecht statt parallel zur Ausbreitungsrichtung.

Eine weitere, bei jüngeren Schüler*innen verbreitete Vorstellung ist, dass die Bewegung von Schallwellen in einem zirkulären Prozess abläuft, wobei beispielsweise der „Weg“ eines Tones von einem Schallerzeuger aus zum Ohr und zurück zum Schallerzeuger verläuft (Wulf & Euler, 1995). Schwingungen werden dabei jedoch nicht als Ursache der Schallerzeugung erkannt. Vielmehr ist der Ton nach Anzupfen oder Anschlagen eines Instruments „einfach da“ (Wulf & Euler, 1995, S. 257). Töne lassen sich dieser Vorstellung entsprechend durch äußere Einwirkung freisetzen, heraustreiben oder hervorlocken (Wodzinski & Wilhelm, 2018; Wulf & Euler, 1995).

Dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen nicht vom jeweiligen Medium, sondern von der Frequenz oder Amplitude der Welle abhängt, ist eine weitere verbreitete Vorstellung (Hopf & Wilhelm, 2018, S. 198 f.). Demnach sollte sich eine mechanische Welle bei höherer Frequenz oder größerer Amplitude schneller ausbreiten als Wellen mit geringerer Fre-

quenz und kleinerer Amplitude. Einige Lernende sind jedoch auch der Auffassung, eine kleinere Amplitude würde zu einer höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit führen, da somit „weniger ‚Weg' durchlaufen werden muss" (Hopf & Wilhelm, 2018, S. 198). Konkret bezogen auf das Thema Schallwellen erkennen Lernende zwar unter Umständen den Einfluss der Dichte des Trägermediums auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit. Einige Lernende nehmen allerdings an, dass die Dichte des Trägermediums ebenfalls die Frequenz einer Schallwelle beeinflusst (Hopf & Wilhelm, 2018).

5 Konzeption und Durchführung der Erklärvideoanalysen

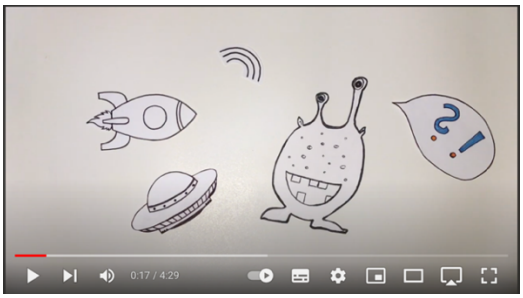
Im Folgenden wird zunächst das Gesamtstudiendesign des ersten Forschungsschwerpunkts vorgestellt (Kapitel 5.1). Anschließend werden in Kapitel 5.2 die Auswahlkriterien der zu analysierenden Erklärvideos sowie die Liste der ausgewählten Medien dargelegt. Abschließend werden in den Unterkapiteln 5.3, 5.4 und 5.5 die Analyseschwerpunkte (fachliche Qualität, fachdidaktische Qualität, mediale und lernpsychologische Qualität) und die verwendeten Analysekategorien bzw. Kriterienraster vorgestellt. Für jeden Schwerpunkt wird die Reliabilität der Analyseergebnisse diskutiert.

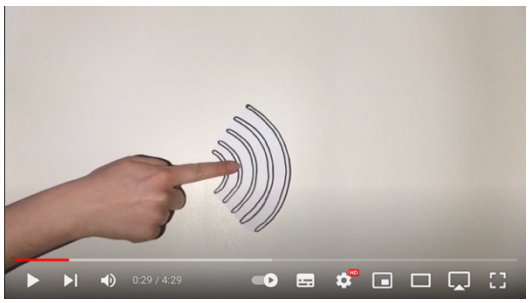
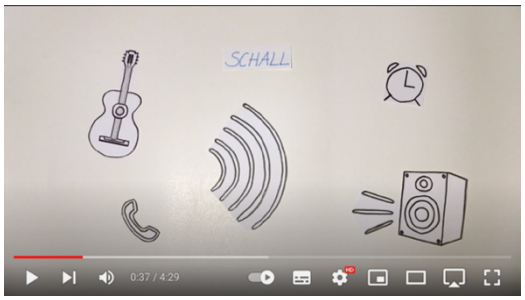
5.1 Gesamtstudiendesign

Die Studie verfolgt das Ziel, die fachdidaktische, mediale und lernpsychologische Qualität sowie die fachliche Angemessenheit von Physik-Erklärvideos auf YouTube einzuschätzen. In diesem Kontext werden zunächst Erklärvideos nach festgelegten Kriterien ausgewählt. Zur Bewertung der fachdidaktischen, medialen und lernpsychologischen Qualität werden im Hinblick auf den Erwerb von deklarativem Wissen effektive und empirisch validierte Qualitätskriterien von Erklärvideos (Kulgemeyer, 2018b, 2020b) sowie empirisch validierte Prinzipien lernförderlicher Multimediainhalte (Mayer, 2021) verwendet. Die fachliche, fachdidaktische sowie mediale und lernpsychologische Qualität der zu analysierenden Videos wird von mindestens zwei Personen eingeschätzt und kommunikativ validiert.

Die Analyse der ausgewählten Erklärvideos erfolgt auf Grundlage von Storyboards. Dieses Vorgehen stellt eine strukturierte und effiziente Möglichkeit dar, visuelle und auditive Informationen hinsichtlich verschiedener Kriterien zu untersuchen. In Tabellenform werden dazu alle visuellen und auditiven Informationen, darunter auch beispielsweise das Ausführen von Gesten einer sprechenden Person, festgehalten. Ein Ausschnitt eines Storyboards ist in Tabelle 4 dargestellt. Alle im Rahmen der Studie erstellten Storyboards sind dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 4 Ausschnitt Storyboard (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021)

Zeit	Bild	Text
0:00 - 0:07		**[Musik]** **[Raumschiffe fliegen und beschießen sich, Schussgeräusche sind zu hören]**
0:08 - 0:25		**[Abbildungen werden nacheinander per Hand ins Bild geschoben]** *Wer von euch gerne Sci-Fi-Filme guckt, hat solche Szenen bestimmt schon einmal gesehen. Natürlich stellen diese Filme die Realität nicht korrekt dar und darum wollen wir nun einen Aspekt näher untersuchen.* **[Kreuz wird ins Bild gelegt]** *Wir werden dabei weniger auf außerirdisches Leben* **[Intro-Musik beginnt]** *und Weltraumkämpfe eingehen, sondern näher auf* **[Hände entfernen Bilder]** *Geräusche im Weltall.*

0:26 - 0:28		**[Intro-Musik]** **[Logo setzt sich zusammen]** **[Intro-Musik endet]**
0:29 - 0:39	 	**[Symbol wird ins Bild geschoben]** *Solch ein Symbol sieht man immer wieder* **[Telefon, Wecker und Lautsprecher werden ins Bild geschoben]** *im Alltag.* **[Gitarre wird ins Bild geschoben]** *Sie sollen Geräusche und Töne darstellen,* **[„Schall“ wird ins Bild geschoben]** *was wir in der Physik als Schall bezeichnen. Doch was ist Schall* **[Hände entfernen Bilder]** *und warum wird er so dargestellt?*

Die Einschätzung der fachlichen Qualität erfolgt auf Basis der Identifikation und Einschätzung fachlicher Fehler. Die fachdidaktische Qualität wird mittels eines adaptierten Qualitätskriterienrasters nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) eingeschätzt. Die Qualitätskriterien dieses Rasters zeichnen sich dadurch aus, dass sie empirisch validiert sind (Kulgemeyer, 2020a). Die Nutzung dieses bereits etablierten Rasters ermöglicht weiterhin die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit zukünftigen Ergebnissen von Erklärvideoanalysen. Zur Analyse der medialen und lernpsychologischen Qualität von Erklärvideos wird auf die von

Mayer (2021) aufgestellten, empirisch validierten Multimediaprinzipien zurückgegriffen.

Das Vorgehen im Kontext der Analyse wurde mehrfach in Form von Vorträgen und Publikationen in der Scientific Community präsentiert und diskutiert. Anhand der im Folgenden vorgestellten Methodik wird eine zuverlässige Einschätzung der Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube angestrebt. Die kritische Reflexion der verwendeten Analysewerkzeuge und der Durchführung der Studie ermöglicht einen Ausblick auf potenzielle Implikationen des Vorgehens für weitere Forschungsprojekte.

5.2 Kriterien zur Auswahl der Erklärvideos

Die Auswahl der zu analysierenden Erklärvideos erfolgt kriteriengeleitet. Dazu werden die beiden ausgewählten thematischen Schwerpunkte der klassischen Physik, Dichte und Schall, fokussiert. Da Schüler*innen beim Konsum von Erklärvideos vorrangig auf die Plattform YouTube zurückgreifen (mpfs, 2022), werden im Rahmen der vorliegenden Studie nur Videos dieser Plattform in die Analyse einbezogen. Weiterhin liegt der Fokus der Analyse ausschließlich auf Videos aus dem deutschsprachigen Raum.

Ziel des Auswahlprozesses ist es, die Videos in der Analyse abzubilden, die potenziell von Schüler*innen und Lehrkräften für Unterrichtskontexte konsumiert werden. Den ersten Schritt im Auswahlprozess stellt die Suche der Begriffe „Dichte“ und „Schall“ über die Suchfunktion auf YouTube dar. Videos, die als exemplarischer Bezugspunkt für das Bundesland Sachsen-Anhalt keine direkte curriculare Anknüpfung an die Lehrpläne der Sekundarstufe I für das Thema Dichte und der Sekundarstufe I oder II für das Thema Schall aufweisen, werden nicht in der Analyse berücksichtigt. Da,

wie Guo et al. (2014) zeigen, Videos mit einer Videolänge von über neun Minuten von Lernenden in der Regel nicht bis zum Schluss angeschaut werden, werden nur Videos in die Analyse aufgenommen, die eine maximale Videolänge von neun Minuten nicht überschreiten. Darüber hinaus werden nur Videos ausgewählt, die, bezogen auf das Upload-Datum und die zum Zeitpunkt der Analyse aktuelle Anzahl an Klicks, im Durchschnitt von mindestens einer Person pro Tag angeschaut werden. Ebenfalls entscheidend dafür, ob ein Erklärvideo in die Analyse einbezogen wird, ist die Kanalpopularität. Videos von Erklärvideokanälen mit mindestens 5 000 Abonnent*innen werden ebenfalls in die Analyse einbezogen, auch wenn sie zum Zeitpunkt der Analyse weniger Klicks hatten, als im Rahmen der vorliegenden Studie als Auswahlkriterium festgelegt wurde. Möglich ist, dass diese Videos aufgrund der Kanalpopularität zukünftig ebenfalls populärer werden. Die Auswahl der zu analysierenden Erklärvideos endet am 18. Januar 2024. In Tabelle 5 sind die im weiteren Verlauf der Studie analysierten Erklärvideos und deren Klick- und Abonnent*innenzahlen zum Zeitpunkt des Auswahlprozesses festgehalten.

Tabelle 5 Auflistung der für die Erklärvideoanalyse ausgewählten Erklärvideos

	Erklärvideotitel, Kanal	**Upload-datum**	**Klick-zahlen** am 18. Januar 2024	**Abon-nent*innen-zahlen des Kanals** am 18. Januar 2024	**Video-länge** in Mi-nuten
Dichte					
1	Dichte – Was ist das? (Chemie - simpleclub, 2015)	02.03.2015	420 619	416 000	4:54
2	Dichte berechnen | Physik | Lehrer-schmidt (Lehrerschmidt, 2017)	27.04.2017	81 028	3 131	3:03
3	Dichte (Ivi-Education, 2017)	06.06.2017	64 939	80 900	5:56
4	Warum gehen wir im Wasser (nicht) unter? Dichte (schoolseasy, 2014)	19.07.2014	34 957	144 000	3:33
5	Dichte (Hui, 2021)	13.04.2021	28 866	4 690	7:32
6	Die Dichte: Defini-tion, Formel und Bei-spiel – Physik | Du-den Learnattack (Duden Learnattack, 2020a)	16.12.2020	19 135	46 200	5:29
7	Dichte - Herleitung und Berechnung! | Physik verstehen mit dem Studienkreis (Studienkreis, 2021)	22.03.2021	5 110	1 911	4:40
8	Dichte berechnen| Physik| Einfach er-klärt (Bieso- Mathe-Physik, 2020)	29.11.2020	4 914	19 200	4:12

9	Dichte – Grundlagen & Experiment (M.M. - Physik mit c, 2021)	17.11.2021	4 249	2 810	8:04
10	Dichte von Stoffen | Physik Lernvideo [Learning Level Up] (Learning Level Up, 2020)	14.08.2020	2 059	24 200	3:39
11	Mathe: Masse und Dichte einfach und kurz erklärt (m3 [Erklärungen und mehr], 2020)	27.03.2020	746	8 910	3:12
Schall					
1	Was ist Schall?! (Schallwellen & Tonentstehung) (Physik - simpleclub, 2014)	06.10.2024	389 442	533 000	3:04
2	Wie breitet sich Schall aus? | frage-trifft-antwort.de | Planet Schule (planet schule, 2014)	18.08.2014	69 351	10 800	2:40
3	Wie entsteht Schall? Einfach und anschaulich erklärt von physikdigital.de (physikdigital • de, 2018)	22.08.2018	62 864	4 960	2:26
4	Schall: Begriff, Ausbreitung, Anwendung – Physik. | Duden Learnattack (Duden Learnattack, 2020b)	14.10.2020	33 961	46 200	3:50
5	Schallwellen longitudinal und transversal || Physik für Mediziner || Physik Grundlagen (Physikcoach, 2021)	08.04.2021	25 170	23 100	6:34

6	Grundlagen Akustik - Was ist Schall? Schalldruck, Schall-schnelle, Frequenz und Wellenlänge (Schalldämmen und mehr, 2021)	15.04.2021	10 066	648	6:15
7	Schall – einfach erklärt! (NEO-MINT Lerntipps, 2020)	23.07.2020	4 868	19	2:24
8	Was ist Schall? (Schall-wellen & Tonentstehung) | Physik Tutorial (Studytiger - Physik & E-Technik, 2021)	04.12.2021	2 979	9 540	5:28
9	Vakuum begreifen: Der Schall (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021)	16.06.2021	2 112	2 820	4:30

Die ausgewählten Videos zum thematischen Schwerpunkt Dichte haben eine mittlere Videolänge von t_D = 4:56 Minuten, mit einer Standardabweichung von SD_D = 1:37 Minuten. Die ausgewählten Videos zum thematischen Schwerpunkt Schall sind mit einer mittleren Videolänge von t_S = 4:08 Minuten im Schnitt etwas kürzer als die Erklärvideos zum Thema Dichte. Die Standardabweichung beträgt SD_S = 1:33 Minuten.

5.3 Kategorien zur Bewertung der fachlichen Qualität

Zur Bewertung der fachlichen Qualität von Physik-Erklärvideos existiert bislang kein Bewertungsraster. Im Rahmen der vorliegenden Studie wird deshalb ein Kategoriensystem zur Einschätzung der fachlichen Qualität entwickelt. Die Bildung der folgenden vier Kategorien erfolgte induktiv nach Kuckartz und Rädiker (2022) über offenes Codieren. Da zum Teil unscharf ist, wann eine Aussage in einem Erklärvideo fachsprachlich

unpräzise und wann fachlich falsch ist, werden fachsprachliche Aspekte teils sowohl im Kontext der fachlichen als auch der fachdidaktischen Analyse aufgenommen. Der ausführliche Codierleitfaden mit inhaltlicher Beschreibung der Kategorien, Informationen zur Anwendung der Kategorien und Ausschlusskriterien für das Anwenden der Kategorien sowie Ankerbeispielen ist dem Anhang (Kapitel 16.1) zu entnehmen.

Darstellung der Kategorien zur Analyse der fachlichen Korrektheit

Versprecher und Schreibfehler. Es werden alle Aussagen codiert, in denen die sprechende Person sich so verspricht, dass eine fachlich oder fachsprachlich unsinnige Aussage entsteht. Außerdem werden visuell festgehaltene Tipp- oder Schreibfehler codiert.

Fachsprachlich unpräzise. Es werden alle Aussagen und alle visuellen Informationen codiert, in denen Fachbegriffe syntaktisch nicht sinnvoll verwendet werden oder fachsprachliches Vokabular von der fachsprachlichen Norm abweichend verwendet wird. Die inkonsequente Verwendung von (Fach-)Begriffen, solange diese nicht zu fachlichen Fehlern führt, wird im Rahmen der fachdidaktischen Analyse aufgegriffen und nicht ebenfalls im Kontext der fachlichen Analyse bewertet.

Fachlich ungenau. Es werden alle Aussagen und alle visuellen Informationen codiert, die nicht grundsätzlich falsch sind, aber beispielsweise Grenzfälle pauschal als Norm darstellen oder einen physikalisch korrekt benannten Sachverhalt aus einer physikalisch ungünstigen Schlussfolgerung ableiten.

Fachlich falsch. Es werden alle Aussagen und alle visuellen Informationen codiert, die fachlich grundsätzlich falsch sind. Es wird auch als fachlich

falsch codiert, wenn Formelzeichen und Einheiten falsch verwendet werden.

Reliabilität der Analyseergebnisse zur fachlichen Qualität

Die fachliche Qualität der analysierten Erklärvideos wird für jedes Erklärvideo von zwei Rater*innen unabhängig voneinander eingeschätzt. Dazu wird jedes Erklärvideo von der Autorin der vorliegenden Studie und einer vorab geschulten studentischen Hilfskraft oder von Studierenden, die sich im Rahmen der wissenschaftlichen Abschlussarbeit mit dem Thema Erklärvideoanalysen befassenden, hinsichtlich des Auftretens von fachlichen Auffälligkeiten untersucht. Anschließend werden die Ergebnisse beider Rater*innen abgeglichen. Bei Unstimmigkeiten bei der Zuordnung einer identifizierten Auffälligkeit findet im Rahmen einer kommunikativen Validierung eine Einigung auf die Zuordnung zu einer Kategorie statt. Unter Umständen bedarf es hierbei einer Anpassung der Beschreibung der Kategorien. Da das Kategoriensystem und der Codierleitfaden während des gesamten Analyseprozesses erstellt und zum Teil vervollständigt wurden, wurde neben der kommunikativen Validierung keine Inter-Rater-Reliabilität in Form von Cohens Kappa berechnet.

5.4 Kriterienraster zur Bewertung der fachdidaktischen Qualität

Im Folgenden wird das der vorliegenden Studie zugrunde liegende Qualitätskriterienraster zur Bewertung der fachdidaktischen Qualität von Erklärvideos vorgestellt. Dieses leitet sich aus zwei von Kulgemeyer (2018b, 2020b) publizierten Qualitätskriterienrastern ab, die sowohl zur Analyse der fachdidaktischen Qualität von Erklärvideos als auch zur Unterstützung bei der Produktion effektiver, im Sinne von lernförderlicher, Erklärvideos geeignet sind. Die Inhalte der Raster, vorgestellt in Kapitel 2.3.2, basieren

auf Kriterien effektiver Unterrichtserklärungen, wurden auf den Kontext von Erklärvideos übertragen und deren Validität wurde empirisch überprüft (Kulgemeyer, 2020a, online publiziert 2018). Kulgemeyer (2020a) zeigt, dass sich die in diesem Kontext aufgestellten Qualitätskriterien in Bezug auf den Erwerb von deklarativem Wissen als lernförderlich erweisen.

Beide Raster nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) weisen grundlegende strukturelle und inhaltliche Ähnlichkeiten auf. Eine Gemeinsamkeit beider Raster liegt darin, dass die Qualitätskriterien jeweils benannt und in prägnanter Form beschrieben werden. Das Qualitätskriterienraster nach Kulgemeyer (2020b) gliedert sich darüber hinaus in sieben Kernideen, die insgesamt 14 „Kriterien für gute Erklärvideos“ (S. 423) fassen (Tabelle 6). Die „Checkliste zur Bewertung der Qualität von Erklärvideos“ nach Kulgemeyer (2018b) umfasst 13 inhaltlich ähnliche Kriterien, hier als Merkmale bezeichnet, und eine Bewertungsskala zur Einschätzung des Grades der Kriterienerfüllung (Tabelle 7). Im Vergleich zu den „Kriterien für gute Erklärvideos“ (Kulgemeyer, 2020b, S. 423) werden die Kriterien in Kulgemeyer (2018b) in einer anderen Reihenfolge präsentiert und weisen eine alternative, jedoch inhaltlich ähnliche Bezeichnung auf. Inhaltlich weisen die Beschreibungen der Kriterien in beiden Rastern essenzielle Gemeinsamkeiten auf. Die Kriterien „Hohe Kohärenz des Gesagten“ und „Neues und komplexes Prinzip als Thema“ finden sich ausschließlich im Raster von Kulgemeyer (2020b) wieder. Das Merkmal „Interesse wecken“ hingegen ist ausschließlich dem Raster von Kulgemeyer (2018b) zu entnehmen, jedoch wird die Adaption an Interessen der Adressat*innengruppe in

Kulgemeyer (2020b) unter dem Qualitätskriterium „Adaption an Vorwissen, Fehlvorstellungen und Interesse“ gefasst.

Tabelle 6 „Kriterien für gute Erklärvideos“ nach Kulgemeyer (2020b, S. 423)

Kernidee	Kriterium	Beschreibung
Adaption	Adaption an Vorwissen, Fehlvorstellungen und Interesse	Das Video bezieht sich auf gut beschriebene Eigenschaften einer Adressatengruppe (wahrscheinliches Vorwissen, Interessen, Schülervorstellungen)
Veranschaulichungswerkzeuge nutzen	Beispiele	Das Video nutzt Beispiele, um das Erklärte zu veranschaulichen
	Analogien und Modelle	Das Video nutzt Analogien und Modelle, um die neue Information mit bekannten Wissensbereichen zu verbinden
	Darstellungsformen und Experimente	Das Video nutzt Darstellungsformen und Experimente zur Veranschaulichung
	Sprachebene	Das Video wählt eine Sprachebene passend zur beschriebenen Adressatengruppe
	Mathematisierungsgrad	Das Video wählt einen Mathematisierungsgrad passend zur beschriebenen Adressatengruppe
Relevanz verdeutlichen	Prompts zu relevanten Inhalten geben	Das Video betont, a) warum das Erklärte wichtig für die Adressatengruppe ist und b) gibt Prompts zu besonders wichtigen Teilen
	Direkte Ansprache des Adressaten	Das Video involviert die Adressaten durch Handlungsaufforderungen und direkte Ansprache (statt unpersönlichem Passiv)
Struktur geben	Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel	Wenn Fachwissen das Lernziel ist, wird eine Regel-Beispiel-Struktur bevorzugt, bei Routinen eine Beispiel-Regel-Struktur

	Zusammenfassungen geben	Das Video fasst die wesentlichen Aspekte zusammen
Präzise und kohärent erklären	Exkurse vermeiden	Das Video fokussiert auf die Kernidee, vermeidet Exkurse und hält den *cognitive load* gering. Insbesondere verzichtet es auf zu viele Beispiele, Analogien, Modelle oder Zusammenfassungen
	Hohe Kohärenz des Gesagten	Das Video verbindet Sätze durch Konnektoren, insbesondere „weil“
Konzepte und Prinzipien erklären	Neues und komplexes Prinzip als Thema	Das Video bezieht sich auf ein neues Prinzip, das zu komplex zur Selbsterklärung ist
In Unterrichtsgang einbetten	Anschließende Lernaufgaben	Das Video beschreibt eine Lernaufgabe, mit der das Erklärte selbst vertieft werden kann

Tabelle 7 „Checkliste zur Bewertung der Qualität von Erklärvideos“ nach Kulgemeyer (2018, S. 10)

Merkmal	**Erläuterung**	**Einstufung**
(1) Minimalismus	Die Erklärung ist sparsam im Einsatz von Effekten, aber auch von Veranschaulichungsmitteln und Exkursen zum Thema: Sie ist auf das Wesentliche konzentriert (geringer „Cognitive Load“).	+ -
(2) Rule-Example-Strategie	Die Erklärung stellt zunächst das zu erklärende Prinzip vor und illustriert es danach mit Veranschaulichungswerkzeugen. Ein einleitendes Beispiel, das die Relevanz des zu erklärenden Inhalts begründet, schließt das nicht aus!	+ -
(3) Adaption an den Wissensstand	Die Erklärung knüpft an Vorwissen und typische Fehlvorstellungen an.	+ -
(4) Beispiele	Die Erklärung verwendet Beispiele, an denen sich ein Prinzip als leistungsfähig erweist. Diese Beispiele stammen aus einem bekannten Phänomenbereich.	+ -
(5) Modelle und Analogien	In der Erklärung wird durch Analogien oder Modelle die Übertragung des Prinzips auf einen bekannten Phänomenbereich gewährleistet.	+ -

(6) Darstellungsformen	In der Erklärung werden grafische Darstellungsformen, schriftliche Repräsentationen, Gegenstände, Animationen oder Experimente gezeigt, die das Gesagte illustrieren (Multimediaprinzip).	+ -
(7) Sprachebene	Die Erklärung führt neue fachsprachliche Wendungen über Alltagssprache ein. Es schließt an das Sprachniveau der Zielgruppe an.	+ -
(8) Mathematisierung	Mathematisierungen (z.B. Formeln) werden verbal kommentiert und an einem Beispiel erläutert.	+ -
(9) Struktur geben	Die Erklärung gibt zu Beginn einen Ausblick auf das Thema und fasst die wesentlichen Aspekte noch einmal zusammen.	+ -
(10) Relevanz verdeutlichen	Die Erklärung stellt dar, warum das erklärte Prinzip wichtig ist. Dies kann an einem Problem geschehen, zu dessen Lösung das Prinzip beiträgt oder an einem Beispiel, zu dessen Verständnis das Prinzip dienlich ist.	+ -
(11) Interesse wecken	Die Erklärung verwendet Kontexte, die Interesse erzeugen (z.B. bei der Auswahl der Beispiele; eher Beispiele aus dem Alltag oder zu spektakulären Naturphänomenen).	+ -
(12) Anschlussaufgaben	Die Erklärung stellt am Ende eine Verständnisaufgabe, die dazu geeignet ist, selbst mit der erklärten Information zu arbeiten.	+ -
(13) Direkte Ansprache	Die Erklärung spricht die Adressatengruppe direkt an, z.B. durch regelmäßige Fragen.	+ -

Im Kontext der vorliegenden Studie werden die Qualitätskriterienraster nach Kulgemeyer (2018b) und Kulgemeyer (2020b) zu einem gemeinsamen Raster zusammengefasst und für die vorliegende Studie adaptiert. Weitere Qualitätskriterien werden nicht ergänzt. Die Zusammenführung beider Raster erfolgt, indem zunächst die Klassifikation in Kernidee, Kriterium und Beschreibung aus Kulgemeyer (2020b) übernommen und um den Punkt „Einstufung“ aus Kulgemeyer (2018b) ergänzt wird. Da sich die Kriterien bzw. Merkmale zwar zum Teil in der Bezeichnung, nicht jedoch im Kerninhalt zwischen Kulgemeyer (2020b) und Kulgemeyer

(2018b) unterscheiden, wird eine Bezeichnung und jeweils der ausführlichere Part der Beschreibung bzw. Erläuterung übernommen. Zum Teil werden auch Informationen aus beiden Beschreibungen vereint.

In einem weiteren Schritt werden einige der Qualitätskriterien ausdifferenziert. Beispielsweise wird das Qualitätskriterium „Adaption an den Wissensstand“ aufgegliedert in die Qualitätskriterien „Adaption an Vorwissen“ und „Adaption an Schüler*innenvorstellungen“. Das Qualitätskriterium „Prompts zu relevanten Inhalten geben“ wird zur näheren Beschreibung mit Informationen aus Kulgemeyer (2020b) erweitert. Darüber hinaus werden sprachliche, jedoch nicht inhaltliche Änderungen und Anpassungen vorgenommen. Beispielsweise werden „Schülervorstellungen“ (Kulgemeyer, 2020b, S. 423) gendergerecht zu „Schüler*innenvorstellungen“ und „Das Video […]“ (Kulgemeyer, 2020b, S. 423) zu „Das Erklärvideo […]“. Die kontinuierliche Einstufungsskala nach Kulgemeyer (2018b) wird zur konkreteren Bewertung in eine dreistufige Skala, mit (+) vollständig erfüllt, (~) teilweise erfüllt und (–) nicht erfüllt, gegliedert. Lediglich das Qualitätskriterium „Neues und komplexes Prinzip als Thema“ aus Kulgemeyer (2020b) wird nicht übernommen. Da die Themen der im Rahmen der vorliegenden Studie analysierten Erklärvideos vorab festgelegt und die Erklärvideos hinsichtlich spezifischer Kriterien (siehe Kapitel 5.2) ausgewählt werden, erscheint die Einschätzung dieses Kriteriums im Kontext der vorliegenden Studie nicht notwendig und nicht sinnvoll, denn alle ausgewählten Erklärvideos erfüllen, bedingt durch die Auswahlkriterien, dieses Prinzip. Insgesamt ergibt sich das der vorliegenden Studie zugrunde gelegte und in Tabelle 8 dargestellte Qualitätskriterienraster zur Einschätzung der fachdidaktischen Qualität von Erklärvideos.

Tabelle 8 Adaptiertes Qualitätskriterienraster zur Bewertung der fachdidaktischen Qualität von Erklärvideos in Anlehnung an Kulgemeyer (2018b, 2020b)

Kernidee		**Kriterium**	**Beschreibung**	**Einstufung** „+"–vollständig, „~"– teilweise, „–"–nicht erfüllt
Struktur geben	**1**	Struktur geben (Ausblick, Zusammenfassung)	Im Erklärvideo wird zu Beginn ein Ausblick auf das Thema gegeben und es werden die wesentlichen Aspekte noch einmal zusammengefasst.	+ ~ – ☐☐☐
	2	Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel	Wenn Fachwissen das Ziel ist, wird eine Regel-Beispiel-Struktur bevorzugt. Im Erklärvideo wird zunächst das zu erklärende Prinzip vorgestellt und anschließend mit Veranschaulichungswerkzeugen illustriert. Ein einleitendes Beispiel, das die Relevanz des zu erklärenden Inhalts begründet, schließt das nicht aus! Bei Routinen wird eine Beispiel-Regel-Struktur bevorzugt.	+ ~ – ☐☐☐
Adaption Wissensstand	**3**	Adaption an Vorwissen	Das Erklärvideo bezieht sich auf gut beschriebene Eigenschaften einer Adressat innengruppe. Die Erklärung knüpft an Vorwissen an.	+ ~ – ☐☐☐
	4	Adaption an Schüler - innen-vorstellungen	Das Erklärvideo bezieht sich auf gut beschriebene Eigenschaften einer Adressat innengruppe. Die Erklärung knüpft an typische Schüler innenvorstellungen bzw. Fehlvorstellungen an.	+ ~ – ☐☐☐
	5	Interesse wecken	Im Erklärvideo werden Kontexte verwendet, die Interesse erzeugen (z. B. bei der Auswahl der Beispiele; eher Beispiele aus dem Alltag oder zu spektakulären Naturphänomenen).	+ ~ – ☐☐☐

Veranschaulichungswerkzeuge nutzen	**6**	Beispiele	Das Erklärvideo nutzt Beispiele, an denen sich das Prinzip als leistungsfähig erweist, um das Erklärte zu veranschaulichen. Diese Beispiele stammen aus einem bekannten Phänomenbereich.	+ ~ – ☐☐☐
	7	Analogien und Modelle	In der Erklärung wird durch Analogien und Modelle die Übertragung des Prinzips auf einen bekannten Phänomenbereich gewährleistet. Dadurch wird die Verbindung neuer Informationen mit bekannten Wissensbereichen unterstützt.	+ ~ – ☐☐☐
	8	Darstellungsformen und Experimente	Im Erklärvideo werden grafische Darstellungsformen, schriftliche Repräsentationen, Gegenstände, Animationen oder Experimente gezeigt, die das Gesagte illustrieren (Multimediaprinzip).	+ ~ – ☐☐☐
	9	Sprachebene	Im Erklärvideo wird eine Sprachebene passend zur beschriebenen Adressat innengruppe gewählt. In der Erklärung werden neue fachsprachliche Wendungen über Alltagssprache eingeführt.	+ ~ – ☐☐☐
	10	Mathematisierungsgrad	Im Erklärvideo wird der Mathematisierungsgrad passend zur beschriebenen Adressat innengruppe gewählt. Mathematisierungen (z. B. Formeln) werden verbal kommentiert und an einem Beispiel erläutert.	+ ~ – ☐☐☐
Relevanz verdeutlichen	**11**	Relevanz verdeutlichen	Im Erklärvideo wird dargestellt, warum das erklärte Prinzip wichtig für die Adressat innengruppe ist. Dies kann an einem Problem geschehen, zu dessen Lösung das Prinzip beträgt oder an einem Beispiel, zu dessen Verständnis das Prinzip dienlich ist.	+ ~ – ☐☐☐

	12	Prompts zu relevanten Inhalten geben	Im Erklärvideo werden Prompts zu besonders wichtigen Teilen gegeben, beispielsweise im Sinne von „das ist besonders wichtig, weil es häufig falsch verstanden wird“.	+ ~ – ☐☐☐
	13	Direkte Ansprache	Das Erklärvideo involviert die Adressat innen durch Handlungsaufforderungen und direkte Ansprache (statt unpersönlichem Passiv).	+ ~ – ☐☐☐
Präzise und kohärent erklären	**14**	Minimalismus (Exkurse vermeiden)	Das Erklärvideo ist sparsam im Einsatz von Effekten, aber auch von Veranschaulichungsmitteln (zu viele Beispiele, Analogien, Modelle, Zusammenfassungen) und Exkursen zum Thema, es fokussiert auf die Kernidee und hält den *cognitive load* gering.	+ ~ – ☐☐☐
	15	Hohe Kohärenz des Gesagten	Im Erklärvideo werden Sätze durch Konnektoren, insbesondere „weil“, verbunden.	+ ~ – ☐☐☐
In Unterrichtsgang einbetten	**16**	Anschlussaufgaben	Im Erklärvideo wird am Ende eine Verständnisaufgabe gestellt, die dazu geeignet ist, selbst mit der erklärten Information zu arbeiten bzw. mit der das Erklärte vertieft werden kann.	+ ~ – ☐☐☐

Reliabilität der Analyseergebnisse der fachdidaktischen Qualität

Die Einschätzung der fachdidaktischen Qualität erfolgt für jedes Erklärvideo durch mindestens zwei unabhängige Rater*innen. Alle ausgewählten Erklärvideos werden von der Autorin der vorliegenden Studie anhand des zuvor beschriebenen Rasters (Tabelle 8) eingeschätzt, wobei die der Einschätzung zugrunde gelegten Argumentationen schriftlich festgehalten werden. Weiterhin werden alle Erklärvideos von einer geschulten studentischen Hilfskraft oder von Studierenden, die sich im Rahmen ihrer

wissenschaftlichen Abschlussarbeiten mit Erklärvideoanalysen befassten, analysiert.

Das Vorgehen und Teile der Ergebnisse der ersten fachdidaktischen Analyse zum Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) wurden im Rahmen eines Kolloquiums in der Arbeitsgruppe der Didaktik der Physik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zur Diskussion gestellt. Unter Einbezug des Feedbacks wurde als Zweites das Erklärvideo von Ivi-Education (2017) analysiert. Im Rahmen eines weiteren Kolloquiums der MINT-Didaktiker*innen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurde das Vorgehen der Erklärvideoanalyse erneut zur Diskussion gestellt. Die MINT-Didaktiker*innen erhielten darüber hinaus den Arbeitsauftrag, die fachdidaktische Qualität des Erklärvideos von Ivi-Education (2017) anhand des adaptierten Qualitätskriterienrasters nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) einzuschätzen und die Einschätzungen argumentativ zu begründen. Die Argumentationen und Einschätzungen bezüglich der Qualitätskriterien wurden mit den Ergebnissen der Autorin abgeglichen. Es zeigte sich eine Übereinstimmung sowohl in der Tiefe der Argumentationen als auch in den Tendenzen der Einschätzungen der Qualitätskriterien auf Grundlage der Argumente.

Vor der ersten Erklärvideoanalyse anhand des adaptierten Qualitätskriterienrasters (Tabelle 8) durch die studentische Hilfskraft bzw. die Studierenden fand eine Konsensbildung darüber statt, wie die einzelnen Qualitätskriterien zu verstehen sind. Dies geschah auf Basis des Lehrbuchkapitels von Kulgemeyer (2020b) zum Thema „Erklären im Physikunterricht“ und weiterführender, im Artikel erwähnter Literatur. Im Verlauf der Analysen wurde die Festlegung getroffen, dass die Qualitätskriterien im Rahmen der Kernidee „Struktur geben“ als formale Kriterien zu verstehen sind. Das bedeutet konkret, dass es zur Erfüllung des Qualitätskriteriums „Struktur geben“ beispielsweise ausreicht, wenn ein Erklärvideo die

formalen Anforderungen erfüllt, einen Ausblick auf die Videoinhalte zu Beginn des Videos zu geben und die Videoinhalte abschließend zusammengefasst werden. Welche didaktische Qualität der Ausblick und die Zusammenfassung haben, kann als Kommentar in der Tabelle vermerkt werden, soll jedoch nicht in die finale Einschätzung dieses Kriteriums einfließen.

Die Inter-Rater-Reliabilität der Bewertung der fachdidaktischen Qualität der analysierten Erklärvideos wird über Cohens Kappa ermittelt, wobei ein gewichteter Cohens Kappa Wert berechnet wird. Dieser bezieht ebenfalls die Schwere von Diskrepanzen zwischen Bewertungen ein. Bezogen auf das vorliegende Forschungsprojekt wird demnach in der Berechnung berücksichtigt, inwiefern der Fall auftritt, dass Rater*in 1 ein Qualitätskriterium mit „vollständig erfüllt“ bewertet und Rater*in 2 hingegen mit „nicht erfüllt“. Die Berechnungen der gewichteten Cohens Kappa Werts zeigen, dass die Inter-Rater-Reliabilitäten für die Bewertung der fachdidaktischen Qualität mit $\kappa_{w\_Dichte} = 0{,}58$ als ausreichend für die Videos zum Thema Dichte und mit $\kappa_{w\_Schall} = 0{,}60$ als gut für die Videos zum Thema Schall einzuschätzen sind (Gwet, 2012).

Die Festlegung auf eine endgültige Einschätzung eines Qualitätskriteriums erfolgt abschließend über eine kommunikative Validierung der Ergebnisse beider Rater*innen. Dazu werden die Einschätzungen anhand des Bewertungsrasters zur fachdidaktischen Qualität (Tabelle 8) und die zugrunde gelegten Argumentationen beider Rater*innen abgeglichen. Bei abweichenden Bewertungen der Qualitätskriterien werden jeweils die Argumente für die Einschätzungen diskutiert, bis eine Einigung auf eine Bewertung erzielt wird. Unter Umständen wird hierbei eine weitere Einschätzung von einer dritten Person vorgenommen und gemeinsam diskutiert, bis ein Konsens in der Bewertung gefunden wird.

5.5 Kriterienraster zur Bewertung der medialen und lernpsychologischen Qualität

Die Einschätzung der medialen und lernpsychologischen Qualität der analysierten Erklärvideos basiert auf den von Mayer (2021) aufgestellten Multimediaprinzipien. Mayer (2021) konnte nachweisen, dass die Einhaltung der jeweiligen Prinzipien in einer multimedialen Lernumgebung im Vergleich zu Lernumgebungen, die das jeweilige Prinzip nicht berücksichtigen, zu einem höheren Lernzuwachs sowie einem tieferen Verständnis des Lerninhalts führen können. Für die spezifischen Ziele der Studie wird ein adaptiertes Bewertungsraster erstellt (Tabelle 9), welches im Folgenden vorgestellt wird. Grundsätzlich setzt sich das Raster aus den Beschreibungen der Prinzipien nach Mayer (2021) zusammen, welche in gekürzter und von der Autorin der vorliegenden Studie übersetzter Fassung sinngemäß übernommen werden. Zum Teil werden Beschreibungen von Prinzipien, wie beispielsweise dem Pre-Training-Prinzip, für den Kontext von Erklärvideos als mediale Lerneinheit adaptiert. Die Einstufung von „+“ (erfüllt), „–“ (nicht erfüllt) und „0“ (nicht bewertbar) wird dem Raster hinzugefügt. Ist beispielsweise keine sprechende Person im Video zu sehen, so ist das Multimediaprinzip „Menschliches Abbildungsprinzip“ mit „0“ (nicht bewertbar) einzuschätzen.

Da sich Mayers (2021) Forschungsergebnisse zum Segmentierungsprinzip, wie in Kapitel 2.3.3 dargestellt, auf Multimediapräsentationen beziehen, in denen Lernende das Durchlaufen der einzelnen Segmente selbstständig bestimmen können, kann dieses Prinzip nicht ohne Weiteres auf den Kontext von YouTube-Erklärvideos übertragen werden. Mayer (2021) hebt in Anlehnung an Mayer und Pilegaard (2014) hervor, dass „die effektivste Form der Segmentierung darin besteht, nach jedem sinnvollen Segment (das vom Lehrenden festgelegt wird) eine Pause einzufügen und dem

Lernenden die Kontrolle darüber zu überlassen, wann das nächste Segment beginnt“ (S. 259, eigene Übersetzung aus dem Engl.). Im Gegensatz zu den von Mayer (2021) beschriebenen und untersuchten Lernumgebungen bietet YouTube nicht die Funktion, Videosegmente eigenständig zu durchlaufen oder Grafiken und Lerneinheiten sukzessiv zu ergänzen. Jedes im Kontext der vorliegenden Studie analysierte Erklärvideo stellt somit eine zusammenhängende, kontinuierlich ablaufende Lerneinheit dar. Zwar bietet YouTube die Möglichkeit des eigenständigen Pausierens, Biard et al. (2018) zeigten jedoch, dass lediglich die Möglichkeit zum Pausieren keinen positiven Effekt auf den Lernerfolg hat, da dies von Lernenden selten in Anspruch genommen wird. Da für Erklärvideos auf YouTube nicht die technischen Voraussetzungen des eigenständigen Durchlaufens einer Lerneinheit, wie im Sinne von Mayer (2021) beschrieben, gegeben sind, ist das Segmentierungsprinzip für keines der analysierten Erklärvideos erfüllt, was im Raster (Tabelle 9) vermerkt wird.

Das Personalisierungsprinzip nach Mayer (2021) und das Qualitätskriterium der direkten Ansprache nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) weisen inhaltliche Überschneidungen auf. Im Kontext beider Aspekte wird erfasst, inwiefern Adressat*innen in Erklärvideos persönlich angesprochen werden, anstatt dass eine unpersönliche, passive Anrede verwendet wird. Zusätzlich wird im Rahmen der Bewertung des Qualitätskriteriums der direkten Ansprache erfasst, inwiefern Adressat*innen nicht nur direkt angesprochen werden, sondern auch, inwiefern sie durch Handlungsaufforderungen aktiviert werden. Da beide Aspekte somit nicht deckungsgleich sind, wird das Personalisierungsprinzip trotz inhaltlicher Überschneidung mit dem Qualitätskriterium „Direkte Ansprache“ im Raster zur Bewertung der medialen und lernpsychologischen Qualität beibehalten.

Im Gegensatz zu dreidimensionalen, immersiven *Virtual-Reality*-Medien handelt es sich bei Erklärvideos auf YouTube um zweidimensionale Medien. Somit ist das Immersionsprinzip nach Mayer (2021) für jedes Erklärvideo als erfüllt zu bewerten, was im Raster (Tabelle 9) berücksichtigt wird.

Tabelle 9 Raster zur Bewertung der medialen und lernpsychologischen Qualität von Erklärvideos nach Mayer (2021)

Kernidee		Multimedia-Prinzip	Beschreibung	Einstufung „+"- erfüllt, „–"- nicht erfüllt, „0"- nicht bewertbar
Prinzipien zur Reduktion extrinsischer kognitiver Verarbeitungsprozesse beim Lernen mit Multimedia	**1**	Kohärenzprinzip	a) Wird auf interessante, aber irrelevante Informationen in Text- oder Bildform verzichtet?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
			b) Wird auf zusätzliche Texte und Symbole im Sinne eines ausführlichen, doppelten Erklärens verzichtet?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
			c) Wird auf Hintergrundmusik verzichtet?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	2	Signalisierungsprinzip	a) Werden verbale Signalisierungen, wie strukturgebende Sätze oder Überschriften (klassische verbale Signalisierungen), gegeben?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
			b) Werden Schlüsselaspekte in grafischen Organisationsformen, wie Tabellen oder Mindmaps, festgehalten?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
			c) Werden visuelle Signalisierungen, wie spezifische Zeigegesten, gegeben?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	3	Redundanzprinzip	Wird darauf verzichtet, zum Bild und zum Ton das Gesagte zusätzlich visuell in Textform festzuhalten?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	4	Räumliches Kontiguitätsprinzip	Werden zueinander gehörende Informationen wie Bild und Text in räumlicher Nähe zueinander präsentiert?	+ – 0 ☐ ☐ ☐

	5	Zeitliches Kontiguitätsprinzip	Werden zueinander gehörende Informationen wie Bild und Text gleichzeitig präsentiert? Wird also beispielsweise darauf verzichtet, zunächst etwas zu erklären und im Anschluss eine dazugehörige Animation ablaufen zu lassen?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
Prinzipien zum Management wesentlicher kognitive Verarbeitungsprozesse beim Lernen mit Multimedia	**6**	Segmentierungsprinzip	Ist der Erklärinhalt bei komplexen und schnell ablaufenden Multimediaeinheiten in benutzergerechte Segmente aufgeteilt und können die Konsument innen diese Segmente selbstständig im eigenen Tempo durchlaufen?	Bedingt durch das gewählte Analysemedium **nicht erfüllt**
	7	Pre-Training-Prinzip	Werden bestimmte Begriffe oder Charakteristika eines Konzepts als Vorwissen benannt oder als bekannt und als nicht erklärungsbedürftig vorausgesetzt?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	8	Modalitätsprinzip	Werden visuelle Informationen mit auditiven Informationen ergänzt und werden dementsprechend Bilder und gesprochene Wörter anstatt Bilder und geschriebene Wörter präsentiert?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
Prinzipien zur Förderung generativer kognitiver Verarbeitungsprozesse beim Lernen mit Multimedia	**9**	Personalisierungsprinzip	Wird im Konversationsstil gesprochen, indem die Adressat innen persönlich angesprochen werden, anstatt dass im unpersönlichen Passiv gesprochen wird?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	10	Prinzip der Stimme	Wird der Erklärinhalt von einer menschlichen Stimme mit standardisierter Betonung anstatt von einer Computerstimme oder einer gelangweilt und desinteressiert klingenden Stimme mit Akzent vorgetragen?	+ – 0 ☐ ☐ ☐

	11	Abbildungsprinzip	Wird auf statische Sprecher innen (*Talking Heads*, Comic-Figuren etc.), die keine menschlichen Gesten ausführen, verzichtet?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	12	Verkörperungsprinzip	Wenn sprechende Personen oder Comic-Figuren gezeigt werden, weisen diese menschliche Gesten auf, wie Körpersprache oder Zeigegesten, wird Blickkontakt mit den Adressat innen gehalten oder werden visuelle Informationen selbstständig angezeichnet?	+ – 0 ☐ ☐ ☐
	13	Immersionsprinzip	Handelt es sich bei dem Medium um eine 2D-Lernumgebung anstatt um eine dreidimensionale, immersive *Virtual-Reality*-Lernumgebung?	Bedingt durch das gewählte Analysemedium **erfüllt**
	14	Generatives Tätigkeitsprinzip	Werden die Adressat innen dazu angeregt, generative Tätigkeiten auszuführen, wie … … etwas zusammenzufassen, … etwas zuzuordnen, … etwas zu zeichnen, … sich etwas vorzustellen, … Selbsttests zu bearbeiten, … Selbsterklärungen zu finden, … anderen etwas zu erklären oder … etwas nachzustellen?	+ – 0 ☐ ☐ ☐

Reliabilität der Analyseergebnisse der medialen und lernpsychologischen Qualität

Die Einschätzung der medialen und lernpsychologischen Qualität erfolgt für alle Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte durch die eingangs erwähnte, vorab geschulte studentische Hilfskraft. Die Einschätzung der medialen und lernpsychologischen Qualität der Erklärvideos zum

thematischen Schwerpunkt Schall erfolgt vollständig im Rahmen einer Staatsexamensarbeit und analog zum eingangs beschriebenen Vorgehen (siehe Kapitel 5.4).

Die Inter-Rater-Reliabilität der Bewertung der medialen und lernpsychologischen Qualität der analysierten Erklärvideos wird über Cohens Kappa ermittelt. Mit Werten von $\kappa_{Dichte} = 0{,}87$ für die Bewertung der Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte und $\kappa_{Schall} = 0{,}73$ für die Bewertung der Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall gilt die Inter-Rater-Reliabilität als sehr gut bzw. gut (Gwet, 2012).

6 Ergebnisdarstellung: Erklärvideoanalyse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Erklärvideoanalysen vorgestellt. Um Defizite in den analysierten Erklärvideos aufzuzeigen, die beispielsweise beim Einsatz im Unterricht berücksichtigt werden sollten, fokussiert die Ergebnisdarstellung vor allem auf als kritisch identifizierte Aspekte. Exemplarisch wird die Analyse von zwei Erklärvideos ausführlich dargelegt. Dazu ausgewählt wurden Erklärvideos von zwei populären Erklärvideokanälen, zu denen bislang noch keine Studien zur Qualität vorliegen: Lehrerschmidt (2017) und Duden Learnattack (2020a). Anschließend folgen eine tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse aller Erklärvideoanalysen und die Beantwortung der Forschungsfrage 1. Für alle analysierten Erklärvideos sind die Argumentationen, die den Bewertungen zugrunde liegen, dem digitalen Anhang zu entnehmen.

6.1 Verschriftliche Analyse: Lehrerschmidt (2017)

Im Folgenden ist die Analyse des Erklärvideos mit dem Titel „Dichte berechnen I Lehrerschmidt I Physik“ vom YouTube-Kanal Lehrerschmidt (2017) dargestellt. Das Video wurde am 27.04.2017 eingestellt und hatte zum Zeitpunkt der Analyse am 18.01.2024 81 028 Aufrufe, 3 131 Likes und 180 Kommentare. Bei dem Format des Videos handelt es sich um ein mit Hilfe einer *Overhead*-Kamera aufgenommenes Realvideo, wobei visuelle Informationen auf vorgedruckten Kärtchen festgehalten sind oder handschriftlich ad hoc ergänzt werden. Neben den Ergebnissen der fachlichen Analyse sind im Folgenden die Argumentationen für die Einschätzung der Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) und der Multimediaprinzipien (Mayer, 2021) festgehalten.

Fachliche Analyse

Die Analyse der fachlichen Qualität erfolgt anhand der vier in Kapitel 5.3 beschriebenen Kategorien. Insgesamt weist das Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) einen Versprecher und zwei fachliche Fehler auf. Diese tragen nicht maßgeblich dazu bei, dass der Lerngegenstand selbst grundsätzlich fachlich falsch erklärt wird. Jedoch können die fachlichen Fehler bei Lernenden im weiteren Lernprozess zu Lernschwierigkeiten führen. Die folgenden Zitate aus dem Erklärvideo weisen neben fachlichen Problematiken, die im weiteren Verlauf durch Unterstreichungen hervorgehoben werden, teilweise weitere Schwierigkeiten auf, die im Rahmen der fachdidaktischen Analyse näher beleuchtet werden.

Das Erklärvideo beginnt nach einem Intro und einer persönlichen Begrüßung der Konsument*innen mit der Definition der Dichte. Visuell festgehalten sind zwei Kärtchen (Abbildung 6), deren Inhalte vorgelesen werden: „Dichte oder auch Massendichte. Die Dichte eines Stoffes beschreibt das Verhältnis zwischen Masse und Volumen. Anders als die Masse ist die Dichte ortsunabhängig, das heißt, egal, ob auf der Erde, im Weltall oder sonst wo […]“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:11–00:26). Fachlich falsch ist dabei die Information, dass die Dichte, *anders als die Masse*, ortsunabhängig sei. Diese Aussage widerspricht der physikalischen Definition von Masse und könnte im weiteren Verlauf aufgrund der Vermittlung des fehlerhaften Verständnisses des physikalischen Konzepts zu kognitiven Konflikten und Lernschwierigkeiten führen. Korrekt wäre hier die Information, dass die Dichte *genau* wie die Masse ortsunabhängig ist.

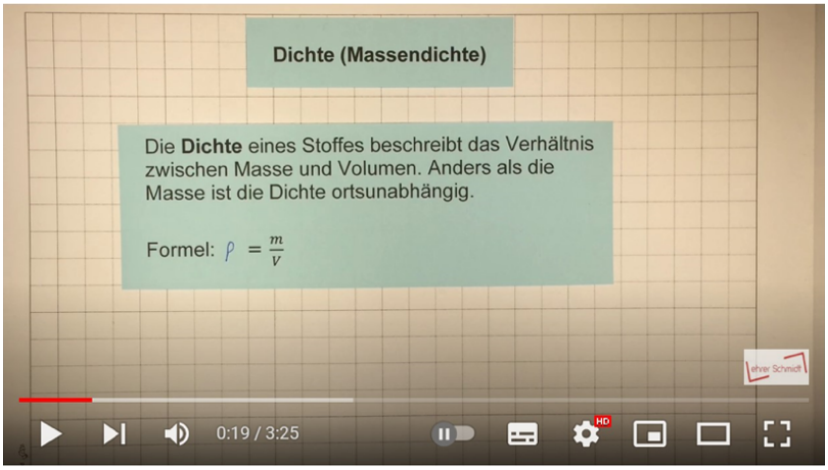
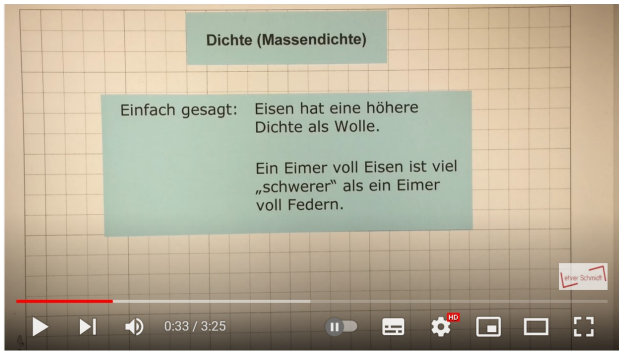


Abbildung 6 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 00:19)

Anschließend wird die Definition der Dichte „mit einfachen Worten“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:33–00:35) erläutert (Tabelle 10). Lehrerschmidts Versprecher, „beide [gemeint sind das Material Eisen und die Körper Federn] kann man mit einem Eimer füllen“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:06–01:09), erhöht den *cognitive load*, da als Konsument*in zunächst erschlossen werden muss, was vermutlich gemeint ist. Dem grundlegenden Verständnis des physikalischen Prinzips der Dichte wird jedoch nicht wesentlich entgegengewirkt.

Tabelle 10 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 00:32–01:13)



Jetzt versuchen wir das nochmal mit einfachen Worten. Eisen hat zum Beispiel eine höhere Dichte als Wolle. Oder ein anderes Beispiel. Ein Eimer voll Eisen ist viel schwerer als ein Eimer voll Federn. Einfach gesagt kann man sagen: Eisen hat eine höhere Dichte als Wolle. Das bedeutet, beide nehmen zwar einen gewissen Raum ein, aber Eisen hat bei gleicher Raummenge viel, viel mehr Gewicht. Ein anderes Beispiel: Ein Eimer voll Eisen ist richtig schwer oder eben viel, viel schwerer als ein Eimer voll Federn. Beide kann man mit einem Eimer füllen, aber der Eimer hat viel mehr Gewicht, wenn Eisen drin ist, als wenn Federn drin sind.

Ein weiterer fachlicher Fehler lässt sich am Ende des Erklärvideos identifizieren: „Und ganz interessant ist, dass jede Dichte einem bestimmten Stoff zugeordnet werden kann und es macht durchaus Sinn und einige Lehrer möchten das auch, dass man bestimmte Dichtewerte kennt, zum Beispiel den von Stahl und Beton. Und warum die beiden gleich sind und was das bedeutet, das kann euch euer Lehrer erklären. Okay? Das war‘s“ (Lehrerschmidt, 2017, 02:38–03:02). Diese Aussage ist faktisch nicht korrekt, da sich die Dichten von Stahl mit ρ_{Stahl} = 7 850 kg/m^3 und Beton mit ρ_{Beton} = 1 900 bis 2 800 kg/m^3 deutlich unterscheiden (Kuchling, 2007). Anstatt auf die konkreten Dichtewerte beider Werk- bzw. Baustoffe einzugehen oder eine passende Anschlussaufgabe zu formulieren, wird der fachliche Fehler an Lehrkräfte delegiert.

Fachdidaktische Analyse

Im Folgenden sind die Argumentationen für die Einschätzungen der Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) anhand des adaptierten Qualitätskriterienrasters (Tabelle 8) festgehalten. Zur Orientierung werden die Qualitätskriterien, auf die sich ein Abschnitt bezieht, eingangs kursiv festgehalten und deren Einschätzung wird abschließend angegeben.

Struktur geben. Zu Beginn des Videos wird nicht konkretisiert, welche thematischen Inhalte das Video im Einzelnen behandelt. In der Videobeschreibung finden sich jedoch folgende Informationen, die auf die Inhalte des Videos schließen lassen: „Wie berechnet man die Dichte von einem Stoff? Was ist die Massendichte? Wie lautet die Formel? Wie muss man vorgehen? Warum ist das wichtig? Was muss man wissen? Ich erkläre es Euch. Und natürlich bringe ich auch ein Beispiel mit“ (Lehrerschmidt, 2017). Dies entspricht jedoch nicht der tatsächlichen inhaltlichen Struktur des Erklärvideos. Das Video lässt sich vielmehr in die folgenden Sinnabschnitte gliedern:

(1) Intro (00:00–00:04)
(2) Persönliche Begrüßung und Nennung des Themas (00:04–00:10)
(3) Qualitative Erklärung und Formel (00:10–00:32)
(4) Beispiel „mit einfachen Worten“ (00:32–01:13)
(5) Rechenbeispiel (01:13–03:02)
(6) Werbung (03:02–03:21)
(7) Outro (03:21–03:25).

Lehrerschmidt (2017) gibt nach dem Intro in der persönlichen Begrüßung einen kurzen Ausblick auf das Thema: „Heute erklär‘ ich euch, wie man die Dichte von einem Stoff berechnet“ (00:06–00:10). Bevor jedoch tatsächlich die Dichte eines Stoffes berechnet wird, gibt Lehrerschmidt im

Abschnitt 3 eine kurze qualitative Erklärung der Dichte an und benennt die zugehörige Formel. Anschließend folgt im Abschnitt 4 ein Beispiel, in welchem die Dichten von Eisen und Wolle bzw. Eisen und Federn qualitativ von Lehrerschmidt (2017) verglichen werden. Diese Erklärung „mit einfachen Worten“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:33–00:35) steht nicht explizit in Verbindung mit dem zuvor Erklärten. Es wird beispielsweise kein Bezug zur Formel genommen. Abschließend folgt in Abschnitt 5 ein Rechenbeispiel. Hierbei werden von Lehrerschmidt (2017) vorgegebene Werte für Masse und Volumen zur Berechnung der Dichte in die Formel eingesetzt und ein Wert wird berechnet. Die vorgegebenen Werte sind dabei losgelöst vom vorherigen Beispiel des Vergleichs der Dichten von Eisen und Wolle bzw. Eisen und Federn. Eine Zusammenfassung des Videoinhalts wird nicht gegeben. Stattdessen endet das Video mit einem Werbeblock für den eigenen Kanal und Lehrerschmidts Website (Abschnitt 6) sowie einem Outro (Abschnitt 7), in dem, wie bereits im Intro, erneut das Logo zu sehen ist.

Insgesamt wirken die einzelnen Abschnitte modularisiert und scheinen separat aufgenommen und zusammengeschnitten zu sein, da Lehrerschmidt in den Hauptteilen des Videos (Abschnitt 3 bis 5) keine Bezüge untereinander herstellt. Es kann zwar positiv hervorgehoben werden, dass Lehrerschmidt das Thema des Videos zu Beginn nennt, was jedoch allein nicht ausreicht, um das Qualitätskriterium „Struktur geben“ zu erfüllen. Wünschenswert wäre beispielsweise ein Ausblick auf die weiteren Videoinhalte sowie eine abschließende Zusammenfassung. Das Qualitätskriterium „Struktur geben“ kann auf Grundlage der genannten Argumente als nicht erfüllt bewertet werden.

Adaption an Vorwissen. Thematisch und inhaltlich richtet sich das Video an Schüler*innen der Sekundarstufe I, die vermutlich über kein oder wenig

Vorwissen zur Dichte verfügen. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass im Video grundlegende und ausgewählte Fakten zur Dichte neu eingeführt werden. An die kurze Begrüßung der Konsument*innen knüpft Lehrerschmidt (2017) direkt mit der Definition von Dichte an: „Dichte oder auch Massendichte. Die Dichte eines Stoffes beschreibt das Verhältnis zwischen Masse und Volumen“ (00:11–00:17). Zusätzlich wird die (Fehl-)Information gegeben, dass die Dichte, *anders als die Masse*, ortsunabhängig sei. Letzteres konkretisiert Lehrerschmidt (2017) zusätzlich mit den Worten: „[…] das heißt, egal ob auf der Erde, im Weltall oder sonst wo“ (00:22–00:26). Sowohl die verbale Erklärung der Dichte, inklusive des fachlichen Fehlers, als auch die Formel sind vorgedruckt auf einem blauen Kärtchen visuell festgehalten (Abbildung 6). Lehrerschmidt (2017) stellt durch die zusätzliche Erklärung den Begriff der Ortsunabhängigkeit als erklärungsbedürftig heraus.

Die Formel und das Formelzeichen der Dichte werden ebenfalls als unbekannt vorausgesetzt und neu eingeführt: „Die Formel lautet Rho [Füller zeigt auf das mit Hand geschriebene Rho und wieder weg], das ist das, was aussieht wie so ’n kleines P, ist gleich Masse durch Volumen“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:26–00:32). Lehrerschmidts (2017) darauffolgende Worte: „Jetzt versuchen wir das nochmal mit einfachen Worten“ (00:32–00:35), implizieren, dass sowohl die qualitative Beschreibung der Dichte als auch die Formel für die Zielgruppe scheinbar etwas Neues darstellen. Dass dies einer erneuten, einfacheren Beschreibung bedarf, impliziert ebenso, dass es zuvor nicht einfach ausgedrückt wurde. Gleichzeitig nimmt Lehrerschmidt (2017) zwischen den beiden Abschnitten „Qualitative Erklärung und Formel“ (3) und „Beispiel ‚mit einfachen Worten‘“ (4) eine Trennung zwischen einem eher fachsprachlichen Niveau und einer als einfach bezeichneten Sprache vor. Im weiteren Verlauf der Analyse wird unter dem Qualitätskriterium „Sprachebene“ näher auf sprachliche Aspek-

te des Videos eingegangen. Für das im Anschluss an die Erklärung „mit einfachen Worten“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:33–00:35) folgende Rechenbeispiel wählt der YouTuber Zahlenwerte, die für Schüler*innen der Sekundarstufe I kognitiv handhabbar sind: 5 000 g geteilt durch 5 000 cm^3. Insgesamt lässt sich an den herausgestellten Punkten zeigen, dass sich das Video an eine Zielgruppe mit niedrigem oder keinem konkreten Vorwissen zur physikalischen Größe Dichte richtet.

Laut deutschen Lehrplänen ist das Thema Dichte für die Sekundarstufe I im Anfangsunterricht und im aufbauenden Unterricht Physik vorgesehen. In Sachsen-Anhalt ist die Dichte beispielsweise am Gymnasium in der 6. Klasse Unterrichtsthema und in Sekundarschulen in den Schuljahrgängen 7/8. Exemplarisch bezogen auf den Lehrplan aus Sachsen-Anhalt wird im Rahmen der vorliegenden Analyse angenommen, dass sich das Video in diesem Bundesland somit vorrangig an Schüler*innen der Klassenstufe 6. oder 7./8. richtet. Aufgrund der herausgestellten thematischen und inhaltlichen Passung des Videoinhalts zum Vorwissen von Schüler*innen der Sekundarstufe I kann das Qualitätskriterium „Adaption an Vorwissen“ als erfüllt bewertet werden.

Direkte Ansprache. Die Konsument*innen des Videos werden von Lehrerschmidt (2017) nur zum Teil persönlich angesprochen. Der YouTuber begrüßt die Zuschauenden eingangs persönlich, was bezogen auf das Qualitätskriterium der direkten Ansprache zunächst als positiv hervorgehoben werden kann. Das Erklärvideo beginnt damit, dass Lehrerschmidt (2017) in einem Realvideo als so genannter *Talking-Head* (Abbildung 7) die Zuschauenden begrüßt und das Thema benennt: „Heute erkläre ich euch, wie man die Dichte von einem Stoff berechnet“ (00:07–00:10).

Abbildung 7 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 00:07)

Gemäß den Forschungsergebnissen von Guo et al. (2014) erweist es sich als förderlich für das Engagement von Lernenden, die sprechende Person im Video zumindest in gewissen Videoabschnitten, wie zu Beginn, einzublenden. Lehrerschmidts (2017) direkte, persönliche Ansprache kann somit dazu beitragen, eine Verbindung zwischen dem Sprecher und den Zuschauenden herzustellen, was die Aufmerksamkeit seitens der Zuschauenden potenziell steigern kann (Guo et al., 2014). In der qualitativen Erklärung und dem qualitativen Beispiel in den Abschnitten 3 und 4 bleibt Lehrerschmidt (2017) in der Ansprache der Konsument*innen jedoch eher unpersönlich. Zwar leitet er das Beispiel des Vergleichs der Dichten von Eisen und Wolle bzw. Eisen und Federn durch die Worte: „Jetzt versuchen *wir* das nochmal mit einfachen Worten“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:32–00:35) ein, wechselt jedoch anschließend in eine neutrale, unspezifische Ansprache: „Beide [gemeint sind Eisen und Federn] kann *man* mit einem Eimer füllen […]“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:06–01:08). Damit wirft Lehrerschmidt (2017) eine eher unpersönliche Perspektive auf die gegebenen Beispiele. Diese beziehen sich weniger auf die Zuschauenden und deren Erfahrungswelt, sondern beschreiben vielmehr allgemeine Fakten.

Im weiteren Verlauf des Videos folgt das Rechenbeispiel in Abschnitt 5, in welchem Lehrerschmidt (2017) wieder zur ersten Person Plural wechselt. Zwar werden die Konsument*innen auch hier nicht persönlich angesprochen, jedoch schafft Lehrerschmidt (2017) mit der „Wir"-Form eine gemeinschaftliche Atmosphäre. Die gewählte Form der Ansprache integriert die Konsument*innen potenziell in den Lernprozess und eröffnet einen Raum des gemeinsamen Lernens. Gleichzeitig nimmt Lehrerschmidt (2017) eine autoritäre Rolle ein, die er bereits in der persönlichen Ansprache zu Beginn des Videos mit den folgenden Worten manifestierte: „Heute *erkläre ich euch*, wie man die Dichte von einem Stoff berechnet" (Lehrerschmidt, 2017, 00:06–00:10). Lehrerschmidt (2017) stellt somit heraus, dass das Wissen zur Dichte nicht gemeinsam erarbeitet wird, sondern dass er eine Erklärung anbietet. Dabei gibt der YouTuber vor, was die Konsument*innen zum Verständnis des Videoinhalts benötigen: und zwar „natürlich noch 'n Rechenbeispiel" (Lehrerschmidt, 2017, 01:14–01:16). Die Werte für Masse und Volumen legt Lehrerschmidt (2017) selbst fest: „Und jetzt sagen wir mal, dass die Masse ist in unserem Teil 5 000 g und das Volumen soll in unserem Fall 5 000 cm^3 sein" (01:35–01:50).

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass Lehrerschmidt (2017) versucht, persönliche Nähe zu den Zuschauenden herzustellen und eine persönliche Ansprache zu finden. Diese wird jedoch nicht konsequent über das gesamte Video beibehalten. Regelmäßige Zwischenfragen, die die Adressat*innen potenziell zum Mitdenken anregen, werden nicht gestellt. Insgesamt kann das Qualitätskriterium „Direkte Ansprache" als teilweise erfüllt bewertet werden.

Sprachebene. In der Gesamtbetrachtung ist die Sprachebene an die Zielgruppe angepasst, es lassen sich jedoch einige Kritikpunkte festhalten. Die

Erklärung beginnt zunächst mit einer fachsprachlich formulierten Definition des Dichtebegriffs, die der Sprache der Schriftlichkeit zuzuordnen ist. Visuell festgehalten und von Lehrerschmidt (2017) vorgelesen wird folgende Definition: „Die Dichte eines Stoffes beschreibt das Verhältnis zwischen Masse und Volumen. Anders als die Masse ist die Dichte ortsunabhängig“ (00:13–00:22). Anschließend folgen eine weiterführende Erklärung und das Rechenbeispiel. Eingeleitet wird die weiterführende Erklärung mit der bereits in vorherigen Abschnitten des Kapitels thematisierten Formulierung: „Jetzt versuchen wir das nochmal mit einfachen Worten“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:32–00:35). Lehrerschmidt (2017) stellt somit heraus, dass es einer Übersetzung der Definition bedarf und dass diese Definition zuvor nicht einfach ausgedrückt wurde. Die Formulierung lässt vermuten, dass hier ein Wechsel verschiedener Sprachebenen stattfinden wird. Sowohl die weiterführende Erklärung als auch das Rechenbeispiel sind der Sprache der Mündlichkeit zuzuordnen, wobei Formulierungen genutzt werden, die eher der Unterrichts- bzw. Alltagssprache zuzuordnen sind.

Lehrerschmidt (2017) wechselt im Rahmen der Erklärung „mit einfachen Worten“ (00:33–00:35) in Abschnitt 4 vom Begriff der Masse zum Begriff Gewicht, ohne dabei kenntlich zu machen, dass es sich hierbei um zwei verschiedene physikalische Größen handelt. Anstatt von beispielsweise einer großen Masse zu sprechen, nutzt Lehrerschmidt Formulierungen wie „viel schwerer als“ bzw. „richtig schwer“ und „viel mehr Gewicht“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:32–01:13). Im weiteren Verlauf des Videos wechselt Lehrerschmidt (2017) im Rahmen des Rechenbeispiels zurück zu den Fachbegriffen Volumen und Masse. Dabei ist der Wechsel der Sprachebene und der sprachlichen Konzeptionen unter Umständen als sinnvoll einzustufen, da es sich als lernförderlich erweisen kann, neue fachsprachliche Wendungen über Alltagssprache einzuführen (Kulgemeyer, 2018b).

Was in Lehrerschmidts (2017) Erklärvideo jedoch kritisch zu betrachten ist, ist die fehlende Abgrenzung zwischen Masse, Gewicht und Gewichtskraft. Masse und Gewicht scheinen synonym zueinander verwendet zu werden, ebenso wie die Gewichtskraft, die dadurch ausgedrückt wird, dass beispielsweise der Eimer voll Eisen „richtig schwer“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:01–01:02) ist. Dass somit Lernschwierigkeiten auftreten können, zeigt nicht zuletzt Lehrerschmidts (2017) Fehler zu Beginn des Videos, in dem die Eigenschaft der Ortsabhängigkeit fälschlicherweise der Masse und nicht dem Gewicht zugeordnet wurde.

Weiterhin lassen sich zwei Kritikpunkte bezüglich der Verwendung von Fachbegriffen festhalten. Lehrerschmidt (2017) leitet die Erklärung der Dichte damit ein, dass das Video inhaltlich die „Dichte oder auch Massendichte“ (00:11–00:13) fokussiert. Er spezifiziert somit indirekt, dass die Erklärung der Ladungs- oder Flussdichte nicht Gegenstand des Videos ist. Eingeführt wird damit jedoch neben dem Fachbegriff der Dichte die Spezifizierung Massendichte, die, bezogen auf die vermutete Zielgruppe, nicht grundsätzlich notwendig erscheint und auch in Lehrplänen und Schulbüchern in der Regel nicht als diese hervorgehoben wird. Weiterhin verwendet Lehrerschmidt (2017) für den Begriff des Volumens die weiteren Begriffe „Raum“ bzw. „Raummenge“ (00:32–01:13). Aus fachdidaktischer Sicht ist dies eher ungünstig, da somit mehr Fachbegriffe eingeführt werden als für den Verständnisprozess nötig wären.

Orientiert an den Darstellungsebenen nach Leisen (2015) bewegt sich Lehrerschmidt (2017) durchgängig auf der sprachlichen Ebene, indem die Verbalsprache genutzt wird, und der mathematischen Ebene, indem beispielsweise die Formel der Dichte und das Einsetzen von Zahlenwerten in diese thematisiert werden. Diesen Ebenen kann ein mittleres bis hohes Abstraktionsniveau zugemessen werden (Leisen, 2015). Im Sinne einer sprachsensiblen Erklärung hätte Lehrerschmidt (2017) zusätzlich auf eine

weitere Ebene geringeren Abstraktionsniveaus, wie zum Beispiel die gegenständliche oder bildliche Ebene (nonverbale Sprache bzw. Bildsprache), wechseln können. Das Qualitätskriterium „Sprachebene“ wird auf Basis der dargelegten Argumentation somit insgesamt nur teilweise erfüllt.

Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel. Das Video folgt der Regel-Beispiel-Struktur, was sich bezogen auf den Erwerb von Fachwissen als sinnvolle Struktur erweist (Kulgemeyer, 2018b, 2020b). Lehrerschmidt (2017) beginnt im Video damit, die Dichte qualitativ unter anderem mit den Worten: „Die Dichte eines Stoffes beschreibt das Verhältnis zwischen Masse und Volumen. […]“ (00:14–00:18), einzuführen und die Formel anzugeben. Anschließend folgen ein qualitatives Beispiel, welches der Veranschaulichung der vorherigen Erklärung dient, sowie ein einfaches Rechenbeispiel.

Faktisch ist es schwer zu identifizieren, was Lehrerschmidts (2017) Hauptanliegen ist: die Erklärung der Dichte, was auf den Erwerb von Fachwissen und das Verstehen von physikalischen Zusammenhängen abzielen würde, oder das Berechnen von Dichtewerten, was vielmehr auf dem Umgang mit mathematischen Algorithmen, konkret dem Einsetzen von Zahlen in eine Formel, abzielen würde. Zeitlich nimmt das Rechenbeispiel den größten Anteil des Videos ein. Auch laut des Titels: „Dichte berechnen […]“ und eigener Aussage von Lehrerschmidt (2017) zu Beginn des Videos: „Heute erklär‘ ich euch, wie man die Dichte von einem Stoff berechnet“ (00:06–00:10), soll vermutlich Letzteres das zentrale Anliegen des Erklärvideos darstellen. Anzumerken ist, dass Lehrerschmidts (2017) Versprechen, zu erklären, wie man die Dichte eines Stoffes berechnet, nicht vollständig eingehalten wird. Zwar wird ein Dichtewert durch Einsetzen von vorgegebenen Zahlenwerten berechnet, dieser wird jedoch nicht in Verbindung mit einem Stoff gebracht. Gemäß Kulgemeyer (2020b) er-

weist es sich beim Erlernen einer praktischen Fähigkeit, wie hier dem Einsetzen von Zahlen in eine Formel, als sinnvoll, der Beispiel-Regel-Struktur zu folgen. Demnach hätte Lehrerschmidt (2017) zunächst mit dem Rechenbeispiel beginnen können und anschließend auf die Regel, also beispielsweise auf die Definition der Dichte, verweisen können.

Bezogen auf die vermutete Zielgruppe von Lernenden mit Physik im Anfangsunterricht bzw. im aufbauenden Unterricht, die Lehrerschmidts (2017) Erklärvideo potenziell anspricht, erscheint es aus didaktischer Sicht nicht unbedingt sinnvoll, zunächst das Rechnen mit der Formel der Dichte zu üben, ohne überhaupt verstanden zu haben, was die Dichte ist. Wie im Punkt „Adaption an Vorwissen“ herausgearbeitet wurde, kann vermutet werden, dass Lehrerschmidt (2017) kein oder wenig Vorwissen zur physikalischen Größe Dichte bei seinen Adressat*innen voraussetzt. Somit scheint es entgegen dem laut Videotitel genannten Ziel, dem Erlernen der praktischen Fähigkeit, „Dichte berechnen“ (Lehrerschmidt, 2017), aus didaktischer Sicht sinnvoll, der Regel-Beispiel-Struktur zu folgen, womit das Qualitätskriterium als erfüllt bewertet werden kann.

*Beispiele und Adaption an Schüler*innenvorstellungen.* Als Veranschaulichungswerkzeuge nutzt Lehrerschmidt (2017) qualitative Beispiele, indem er die Dichten von Eisen und Wolle bzw. Eisen und Federn vergleicht. Die Umsetzung ist dabei in mehrfacher Hinsicht als kritisch zu betrachten. Lehrerschmidt (2017) bezieht sich in diesem Abschnitt nicht auf den Vergleich von zwei Stoffen bzw. Materialien, sondern es werden einerseits Eisen und Wolle und andererseits Eisen und Federn verglichen. Er bringt somit mehr Beispiele ein als für den Verstehensprozess notwendig wären. Gleichzeitig nimmt Lehrerschmidt (2017) keine Trennung zwischen Körpern, wie beispielsweise Federn, und Stoffen, wie beispielsweise Eisen, vor. Er erklärt mündlich und hält visuell auf einem blauen, vorgedruckten

Kärtchen fest: „Einfach gesagt: Eisen hat eine höhere Dichte als Wolle“ und „Ein Eimer voll Eisen ist viel ‚schwerer‘ als ein Eimer voll Federn“ (Tabelle 10). Lehrerschmidt (2017) bringt an dieser Stelle Wolle und Federn als Beispiele geringer Dichte ein, was aus didaktischer und lernpsychologischer Sicht redundant erscheint. Weshalb das Wort „schwerer“ hierbei in Anführungszeichen gesetzt wurde, bleibt für Lernende offen. Implizit könnte diese Visualisierung als ein Hinweis interpretiert werden, dass bei der Dichte eigentlich nicht das Gewicht, sondern die Masse entscheidend ist. Explizit thematisiert wird dies jedoch nicht von Lehrerschmidt (2017).

Darüber hinaus ist der Umgang mit Schüler*innenvorstellungen in Lehrerschmidts (2017) Beispielen ungünstig. Der Vergleich der Massen (bzw. in Lehrerschmidts Fall des Gewichts) von je einem Eimer voll Eisen und einem Eimer voll Wolle bzw. voll Federn kann unter Umständen die Schüler*innenvorstellungen stützen, bei der Dichte nur auf eine Größe zu fokussieren. Die Konsument*innen könnten hierbei möglicherweise zur Schlussfolgerung gelangen, dass Körper mit einer großen Masse auch eine hohe Dichte und Körper mit geringerer Masse eine geringe Dichte haben, ohne auf das Volumen zu fokussieren. Fragt man Lernende, was schwerer ist, ein Kilogramm Eisen oder ein Kilogramm Federn[8], so antworten diese häufig, dass das Kilogramm Eisen schwerer sei (Wilhelm et al., 2023). Ein Prompt, dass das gewählte Beispiel eine gängige Schüler*innenvorstellung thematisiert, wird im Video nicht gegeben. Anstatt stärker auf das feste Volumen zu fokussieren, wird in Lehrerschmidts (2017) Erklärvideo vierfach betont, dass der Eimer voll Eisen „viel schwerer [ist]“, „viel, viel mehr Gewicht [hat]“ bzw. „viel mehr Gewicht [hat]“ und „richtig schwer

[8] Auch in diesem Beispiel wird von Wilhelm et al. (2023) ein Stoff (Eisen) mit Körpern (Federn) verglichen.

oder eben viel schwerer [ist]“ (00:32–01:13) als ein Eimer voll Wolle bzw. voll Federn. Anzumerken ist, dass Lehrerschmidt (2017) das Volumen durchaus nicht explizit in seiner Erklärung ausspart, was zu grundsätzlich falschen Aussagen führen würde. Mehrfach wiederholt der YouTuber, dass es sich jeweils um *einen* Eimer *voll* Eisen, Federn oder Wolle handelt und dass Eisen „bei *gleicher Raummenge* viel, viel mehr Gewicht“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:54–00:57) hat als Wolle. Als Kritikpunkt ist jedoch anzumerken, dass der Fokus bei der Erklärung nur auf dem Vergleich der Massen (bzw. nach Lehrerschmidt des Gewichts) pro Eimer liegt: Es werden unterschiedliche Massen bei gleichem Volumen verglichen. Zusätzlich ungünstig ist Lehrerschmidts (2017) Versprecher bezogen auf das Volumen, indem er sagt, Eisen und Federn würden sich *mit* einem anstatt *in* einen Eimer füllen lassen: „beide [gemeint sind Eisen und Federn] kann man *mit* einem Eimer füllen, aber ein Eimer hat viel mehr Gewicht, wenn Eisen drin ist, als wenn Federn drin sind“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:05–01:13). Somit entsteht eine unsinnige Aussage, deren individuelle Korrektur mentale Kapazität im Arbeitsgedächtnis der Konsument*innen in Anspruch nimmt (siehe fachliche Analyse).

Weiterhin aus didaktischer Sicht kritisch ist Lehrerschmidts (2017) „einfach gesagte“ Zusammenfassung seines Beispiels: „Einfach gesagt kann man sagen: Eisen hat eine höhere Dichte als Wolle“ (00:45–0:50), die auch visuell als Merksatz festgehalten ist. Im Kontext der möglichen Fehlvorstellung, dass ein Kilogramm Eisen schwerer sei als ein Kilogramm Federn (Wilhelm et al., 2023), erscheint es Lernenden möglicherweise als logisch, dass Eisen eine höhere Dichte als Federn bzw. hier Wolle hat, weil Eisen, im Sinne der genannten Schüler*innenvorstellung, schwerer sei als Federn bzw. Wolle. Das Qualitätskriterium „Adaption an Schüler*innenvorstellungen“ ist somit aufgrund der genannten Kritikpunkte als nicht erfüllt einzustufen.

Insgesamt ist es zwar für den Verstehensprozess sinnvoll, das Erklärte an einem Beispiel zu veranschaulichen. Trägt das Beispiel jedoch potenziell dazu bei, Schüler*innenvorstellungen zu manifestieren oder hervorzurufen, wie es wie dargestellt in Lehrerschmidts (2017) Erklärung der Fall ist, ist die Verwendung eher kontraproduktiv und mindert die Erklärqualität. Somit kann das Qualitätskriterium „Beispiele“ als nicht erfüllt bewertet werden.

Analogien und Modelle, Darstellungsformen und Experimente. Im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) werden weder Modelle und Analogien noch grafische Darstellungsformen, Experimente oder Animationen als Veranschaulichungswerkzeuge zur Unterstützung der Erklärung genutzt. Lehrerschmidt (2017) arbeitet lediglich mit vorgedruckten Informationskärtchen, auf denen das Gesagte schriftlich festgehalten ist bzw. von denen er vorliest. Gerade für das Beispiel des Vergleichs der Dichten von Eisen und Wolle bzw. Federn wäre die Nutzung grafischer Darstellungsformen aus didaktischer Sicht hilfreich. Insgesamt arbeitet Lehrerschmidt (2017) somit zwar mit einem minimalistischen Design, vermeidet größere Exkurse und ist sparsam im Einsatz von Effekten, womit eine zusätzliche und unnötige Belastung des Arbeitsgedächtnisses vermieden wird. Der Verstehensprozess wird jedoch auch nicht mit Hilfe von Veranschaulichungswerkzeugen unterstützt, da zusätzlich zu den auditiven Informationen kaum neue visuelle Informationen gegeben werden. Das Qualitätskriterium „Darstellungsformen und Experimente“ ist somit ebenso wenig erfüllt wie das Qualitätskriterium „Modelle und Analogien“. Im weiteren Verlauf der Analyse wird diskutiert, inwiefern das Qualitätskriterium „Minimalismus“ als erfüllt bewertet werden kann.

Mathematisierungsgrad. Wie bereits dargestellt, beginnt Lehrerschmidt (2017) die Erklärung der Dichte mit den Worten: „Die Dichte eines Stoffes

beschreibt das Verhältnis zwischen Masse und Volumen“ (00:14–00:18). Im Anschluss folgt der bereits im Rahmen der fachlichen Analyse thematisierte fachliche Fehler: „Anders als die Masse ist die Dichte ortsunabhängig […]“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:18–00:22), und der YouTuber benennt die Formel der Dichte: „Die Formel lautet Rho, das ist das, was aussieht wie so ’n kleines P, ist gleich Masse durch Volumen“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:26–00:32). Angesichts der vermuteten Zielgruppe ist positiv hervorzuheben, dass die Formel der Dichte verbal als Verhältnis zwischen Masse und Volumen erläutert wird. Die anschließenden Beispiele des Dichtevergleichs von Eisen und Wolle bzw. Eisen und Federn werden jedoch nicht mehr in Verbindung mit der eben genannten Formel gebracht. Zwar wird beispielsweise von einem festen Volumen, „ein[em] Eimer voll […]“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:40), gesprochen, dieses wird aber nicht explizit als Volumen deklariert und mit der Formel in Verbindung gesetzt. Bezogen auf die vermutete Zielgruppe kann dies als Nachteil bewertet werden, da die Lernenden somit zusätzlich den Eimer als Volumen und das „schwerer als […]“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:43) als Masse identifizieren müssen, um eine Verbindung zur Formel und der vorherigen Erklärung herstellen zu können.

Im Video ein Rechenbeispiel vorzugeben, scheint für Lehrerschmidt (2017) besonders wichtig und auch selbstverständlich zu sein, da er es mit den Worten: „So, und jetzt brauchen wir *natürlich* noch ’n Rechenbeispiel“ (01:14–01:16) einleitet. Fraglich ist allerdings, inwiefern das Rechenbeispiel zum tatsächlichen Verständnis der physikalischen Größe Dichte beiträgt. Das Rechenbeispiel wird weder in einen Kontext eingebettet noch steht es in Verbindung zum vorherigen Dichtevergleich von Eisen und Wolle bzw. Eisen und Federn oder zu den zuvor gegebenen Merksätzen. Lehrerschmidt (2017) gibt lediglich Zahlenwerte vor, setzt diese in die Formel der Dichte ein und berechnet einen Wert, für den er

aufgrund der gleichen Zahlenwerte für Masse und Volumen „nicht lange überlegen“ (02:15–02:16) muss. Geübt wird somit vielmehr das Einsetzen von Werten in eine Formel, was sich an folgendem Zitat zeigen lässt: „Tja, dann brauchen wir nichts anderes machen als einzusetzen […] und das ist dann auch gleichzeitig die Lösung“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:56–02:32).

In Lehrerschmidts (2017) Rechenbeispiel selbst lassen sich normative Anforderungen an Ordnung und Übersichtlichkeit erkennen. Dies zeigt sich zum Beispiel darin, dass der Bruchstrich zwischen Masse und Volumen konsequent mit dem Geodreieck unterstrichen wird. Zusätzlich wird die Formel der Dichte durch den Hinweis „Formel:“ gekennzeichnet und auf die linke Seite des Blattes geschrieben. Was aus fachdidaktischer Sicht fehlt, ist die wünschenswerte Unterteilung in „gegeben“ und „gesucht“. Die Werte für die Masse mit „m = 5 000 g“ und das Volumen mit „V = 5 000 cm^3“ werden lediglich untereinander auf der rechten Seite des Blattes notiert, ebenso wie das Formelzeichen der Dichte, jedoch hier mit einem Fragezeichen hinter dem Gleichheitszeichen: „ρ = ?“. Bezogen auf die vermutete Zielgruppe erscheint es sinnvoll, die den Schüler*innen womöglich aus der Schule bekannte Struktur beim Lösen von Rechenaufgaben einzuhalten.

Insgesamt ist der Mathematisierungsgrad zwar an die Zielgruppe angepasst. Aufgrund der fehlenden, aus didaktischer Sicht jedoch wünschenswerten Einbettung des Rechenbeispiels in einen Kontext bzw. der fehlenden Verknüpfung mit dem zuvor Erklärten, steht das Rechenbeispiel für sich alleine und trägt wenig zum Verständnis der physikalischen Größe der Dichte bei. Das Qualitätskriterium „Mathematisierungsgrad“ wird deshalb nur als teilweise erfüllt bewertet.

Interesse wecken. Eine Adaption an mögliche Interessen der Konsument*innen ist aufgrund der fehlenden Einbettung der gegebenen

Beispiele in einen Kontext nicht gegeben. Das Qualitätskriterium „Interesse wecken“ ist somit in Lehrerschmidts (2017) Erklärvideo nicht erfüllt.

Relevanz verdeutlichen und Prompts zu relevanten Inhalten geben. Lehrerschmidt (2017) geht in seinem Video nicht darauf ein, welche Relevanz und Bedeutung der erklärte Inhalt für die Konsument*innen hat. Auch trägt das Erklärvideo nicht dazu bei, für die Zielgruppe potenziell relevante Probleme lösen zu können. Zwar wird gezeigt, wie Dichtewerte anhand der Formel der Dichte berechnet werden können, die Erschließung der Relevanz und Bedeutung dieses Rechenbeispiel bleibt den Konsument*innen jedoch selbst überlassen. Warum es also wichtig sein könnte, zu verstehen, was die Dichte ist, wird nicht explizit thematisiert.

Prompts zu relevanten Inhalten werden im Video nicht gegeben. Lehrerschmidt (2017) erwähnt jedoch, dass „einige Lehrer“ (02:48) von Schüler*innen erwarten, bestimmte Dichtewerte zu kennen. Den Grund dafür lässt der YouTuber jedoch offen: „Und ganz interessant ist, dass jede Dichte einem bestimmten Stoff zugeordnet werden kann und es macht durchaus Sinn und einige Lehrer möchten das auch, dass man bestimmte Dichtewerte kennt, zum Beispiel den von Stahl und Beton. Und warum die beiden gleich sind und was das bedeutet, das kann euch euer Lehrer erklären“ (Lehrerschmidt, 2017, 02:38–03:00). Die Relevanz, sich als Videokonsument*in weiterhin mit dem Thema Dichte auseinanderzusetzen, wird somit dahin verlagert, potenzielle Erwartungen von Lehrkräften zu erfüllen. Auffällig ist weiterhin, dass Lehrerschmidt (2017) lediglich von Lehrern und nicht von Lehrerinnen und Lehrern bzw. Lehrkräften spricht. Es ist zu vermuten, dass dies jedoch als generisches Maskulinum zu verstehen ist und beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen werden.

Inkohärent und falsch sind Lehrerschmidts (2017) Aussagen, dass „jede Dichte einem bestimmten Stoff zugeordnet werden kann“ (02:40–02:45)

und dass die Dichten von Stahl und Beton gleich sind. Vielmehr korrekt wäre hierbei, dass jeder Stoff einen bestimmten Dichtewert hat. Bei Stahl und Beton handelt es sich darüber hinaus nicht um (Rein-)Stoffe, sondern um Stoffgemische, also viel mehr Materialien, was Lehrerschmidt (2017) nicht erwähnt. Die Aussage, dass beide Materialien die gleiche Dichte hätten, ist dabei falsch, da Stahl eine deutlich höhere Dichte hat als Beton (siehe fachliche Analyse). Insgesamt ist sowohl das Qualitätskriterium „Relevanz verdeutlichen" als auch das Qualitätskriterium „Prompts zu relevanten Inhalten geben" als nicht erfüllt einzustufen.

Minimalismus. Das visuelle Design von Lehrerschmidts (2017) Erklärvideo ist minimalistisch und auch auf zusätzliche Effekte oder ablenkende inhaltliche Exkurse wird verzichtet. Für den Verstehensprozess jedoch unnötig ist Lehrerschmidts (2017) Werbeblock zum Ende des Videos (Abbildung 8). In diesem werden die Zuschauenden gebeten, den Kanal zu abonnieren und das Video mit „Gefällt mir" zu markieren, wenn es ihnen gefallen hat und sie etwas gelernt haben. Dieser Werbeblock macht mit knapp 20 Sekunden fast 10 % der Videolänge aus. Bezogen auf das Verständnis der Dichte führt der Werbeblock grundsätzlich zu keinem Lernzuwachs. Gleichzeitig belastet ein solcher, vom Inhalt losgekoppelter Zusatz das Arbeitsgedächtnis unnötig, was dazu führen kann, dass soeben erarbeitete Informationen bei den Lernenden verloren gehen. Da der inhaltliche Teil des Videos zuvor mit den Worten „Okay? Das war's" (Lehrerschmidt, 2017, 03:00–03:03) beendet wurde, ist es den Zuschauenden allerdings selbst überlassen, ob sie das Video selbstständig beenden oder den Werbeblock anschauen. Aufgrund dessen wird das Qualitätskriterium „Minimalismus" dennoch als erfüllt bewertet.

Abbildung 8 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 03:18)

Hohe Kohärenz des Gesagten. Lehrerschmidts (2017) Erklärung erscheint wie eine Ansammlung von Faktenwissen, wobei ein inhaltlicher „roter Faden“ im Sinne globaler Kohärenz nicht erkennbar ist. Wie bereits im Punkt „Struktur geben“ herausgearbeitet wurde, erscheinen die einzelnen Videoabschnitte modularisiert, ohne dass konkrete Bezüge zum zuvor Erklärten gezogen werden. Zwar bietet Lehrerschmidt (2017) Begründungen für beobachtbare Phänomene an, indem er versucht, herauszustellen, dass Eisen eine höhere Dichte als Wolle hat, da Eisen „bei gleicher Raummenge viel, viel mehr Gewicht“ (00:50–00:52) hat als Wolle. Insgesamt ist die Erklärung jedoch unpräzise und durch eine inkohärente Verwendung von Fachbegriffen gekennzeichnet. Beispielsweise werden für den Begriff des Volumens Synonyme wie „gewisser Raum“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:48) bzw. „Raummenge“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:51) verwendet und, wie bereits herausgestellt, wird auch keine Trennung zwischen den Größen Masse und Gewicht vorgenommen. Darüber hinaus vermischen sich in der Erklärung die Vergleiche von einerseits Eisen und Federn und andererseits Eisen und Wolle: „Eisen hat zum Beispiel eine höhere Dichte als Wolle. Oder ein anderes Beispiel: Ein Eimer voll Eisen ist viel schwerer als ein Eimer voll Federn. Einfach gesagt kann man sagen: Eisen hat eine höhere Dichte als Wolle […]“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:35–00:50). Der Grund,

weshalb sowohl Wolle als auch Federn als Beispiele von Materialien bzw. Körpern geringer Dichte eingebracht werden, ist nicht erkennbar. Konnektoren wie „weil“, um im Sinne lokaler Kohärenz Verbindungen zwischen inhaltlichen Elementen herzustellen, werden nicht genutzt. Das Qualitätskriterium „Hohe Kohärenz des Gesagten“ ist demnach als nicht erfüllt zu bewerten.

Anschlussaufgaben. Abschließend ist im Kontext der Analyse der fachdidaktischen Qualität festzuhalten, dass keine anschließenden Lernaufgaben von Lehrerschmidt (2017) gegeben werden. Das Qualitätskriterium „Anschlussaufgaben“ ist demnach nicht erfüllt.

Analyse anhand der Multimediaprinzipien

Die Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) werden im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) weitestgehend umgesetzt, was auf eine hohe multimediale Qualität hinweist. Insgesamt trägt die mediale Gestaltung des Erklärvideos dazu bei, extrinsische kognitive Verarbeitungsprozesse größtenteils zu minimieren, wesentliche kognitive Verarbeitungsprozesse zu optimieren und generative kognitive Verarbeitungsprozesse in Teilen zu fördern. Im Folgenden wird dargestellt, inwiefern das Erklärvideo den Multimediaprinzipien konkret Rechnung trägt. Zur Orientierung werden die Multimediaprinzipien, auf die sich ein Abschnitt bezieht, eingangs kursiv und deren Einschätzung abschließend angegeben.

Kohärenzprinzip. Lehrerschmidt (2017) verzichtet gemäß dem Kohärenzprinzip auf zusätzliche interessante, aber irrelevante Informationen in Bild- oder Textform, womit der Teilaspekt a) des Kohärenzprinzips nach Tabelle 9 als erfüllt zu bewerten ist. Auch auf Hintergrundmusik wird im Video vollständig verzichtet, womit der Teilaspekt c) nach Tabelle 9

ebenfalls als erfüllt zu bewerten ist. Die visuelle Gestaltung des Videos ist in einem minimalistischen Design gehalten und es werden keine inhaltlichen Exkurse angeboten. Allerdings lässt sich eine Passage im Abschnitt 4 identifizieren, in der eine zusätzliche, doppelte Erklärung angeboten wird. Lehrerschmidt (2017) bringt in seiner Erklärung „mit einfachen Worten“ (00:33–00:35), die ebenfalls bereits im Kontext der fachdidaktischen Analyse als schwierig herausgestellt wurde, mehr Beispiele ein als für den Verstehensprozess nötig sind. Zur Veranschaulichung wird ein Vergleich zwischen einem Stoff mit hoher Dichte und Körpern bzw. Materialien mit geringerer Dichte angestellt, wobei als Beispiele für Körper bzw. Materialien mit geringer Dichte Federn *und* Wolle thematisiert werden. Das Einbringen von mehreren Beispielen ist dabei weder für den Verstehensprozess notwendig noch sinnvoll. Dementsprechend ist der Teilaspekt b) nach Tabelle 9 nicht erfüllt.

Signalisierungsprinzip. Lehrerschmidt (2017) arbeitet im Erklärvideo mit klassischen verbalen Signalisierungen wie strukturgebenden Sätzen, um inhaltliche Abschnitte voneinander abzugrenzen. Beispielsweise wird die Definition der Dichte von der weiterführenden Erklärung „mit einfachen Worten“ (Lehrerschmidt, 2017, 00:33–00:35) und das Rechenbeispiel mit den Worten „So, und jetzt brauchen wir natürlich noch ’n Rechenbeispiel“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:13–01:16) verbal von vorherigen Abschnitten abgegrenzt. Abschließend markiert Lehrerschmidt (2017) das Ende der inhaltlichen Erklärung und den Wechsel zum Werbeblock mit den Worten „Okay? Das war‘s“ (03:00–03:03). Zusätzlich wird ab Abschnitt 3 die Überschrift „Dichte (Massendichte)“ visuell festgehalten. Inwiefern die Konkretisierung „Massendichte“ tatsächlich eine für die vermutete Zielgruppe notwendige Information darstellt, wurde bereits im Rahmen der fachdidaktischen Analyse herausgestellt. Insgesamt ist der Teilaspekt a)

des Signalisierungsprinzips zur Nutzung verbaler Signalisierungen jedoch als erfüllt zu bewerten.

Grafische Organisationsformen, wie Tabellen oder Mindmaps, werden im Erklärvideo nicht verwendet. Für den Inhalt dieses Videos sind diese jedoch nicht zwingend erforderlich und bieten sich nicht explizit an, womit der Teilaspekt b) des Signalisierungsprinzips zur Nutzung grafischer Organisationsformen aus der Bewertung ausgeklammert wird. Weiterhin arbeitet Lehrerschmidt (2017) in Abschnitt 3 mit spezifischen Zeigegesten, beispielsweise indem er bei 00:28 mit einem Füller synchron zum Gesagten auf den griechischen Buchstaben Rho zeigt. Der Teilaspekt c) zur Nutzung spezifischer Zeigegesten ist somit als erfüllt zu bewerten.

Redundanzprinzip. Das Redundanzprinzip gilt im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) als erfüllt, da lediglich ausgewählte und als wichtig erachtete Aspekte wie die Definition und die Formel der Dichte, kurze Merksätze und das Rechenbeispiel zusätzlich zum Gesagten schriftlich festgehalten werden. Wie bereits im Rahmen der fachdidaktischen Analyse thematisiert, wird auf den Einsatz zusätzlicher Abbildungen vollständig verzichtet.

Räumliches und zeitliches Kontiguitätsprinzip. Sowohl das räumliche als auch das zeitliche Kontiguitätsprinzip werden im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) erfüllt. Auf visueller Ebene arbeitet der YouTuber lediglich mit vorgedruckten Kärtchen und das Rechenbeispiel wird ad hoc per Hand mitgeschrieben. Zueinander gehörige schriftliche Repräsentationen befinden sich jeweils in räumlicher Nähe (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7). Auditive und visuelle Informationen werden darüber hinaus synchron präsentiert.

Pre-Training-Prinzip. Das Pre-Training-Prinzip ist im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) gemäß der Auslegung des Prinzips als nicht bewertbar einzustufen. Lehrerschmidt (2017) benennt kein für das Verständnis des Videos benötigtes Vorwissen. Angesichts der vermuteten Zielgruppe (siehe fachdidaktische Analyse: „Adaption an Vorwissen") lassen sich keine Segmente im Erklärvideo identifizieren, die gezielt als Pre-Training-Elemente hätten ausgelagert werden müssen.

Modalitätsprinzip. Obwohl im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) auf die Präsentation von Abbildung verzichtet wird, kann das Modalitätsprinzip dennoch als erfüllt bewertet werden. Gemäß der Auslegung des Prinzips im Rahmen der vorliegenden Studie ist dieses erfüllt, wenn lediglich Fachbegriffe oder Merksätze, wie im Video von Lehrerschmidt (2017), visuell festgehalten und durch auditive Informationen ergänzt werden.

Personalisierungsprinzip. Lehrerschmidt (2017) spricht die Adressat*innen des Erklärvideos teils in der ersten und zweiten Person Plural direkt an, wechselt jedoch stellenweise auch zu einer unpersönlichen Ansprache. Im Hinblick auf das Personalisierungsprinzip ist kritisch anzumerken, dass das Beispiel in Abschnitt 3 vollständig ohne Bezug auf eine spezifische Zielgruppe präsentiert wird. Lehrerschmidt (2017) wählt an dieser Stelle eine passive Ansprache unter Verwendung des Indefinitpronomens „man": „Einfach gesagt kann *man* sagen: Eisen hat eine höhere Dichte als Wolle. […]. Beide kann *man* mit einem Eimer füllen, aber der Eimer hat viel mehr Gewicht, wenn Eisen drin ist, als wenn Federn drin sind" (00:45–01:13). Lehrerschmidt (2017) schafft somit eine unpersönliche Perspektive auf den Erklärinhalt, womit das Personalisierungsprinzip im Kontext der vorliegenden Studie als nicht erfüllt bewertet wird.

Prinzip der Stimme, Abbildungsprinzip und Verkörperungsprinzip. Positiv hervorzuheben ist, dass im Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017) mit einer ansprechenden menschlichen Stimme gesprochen wird, womit das Prinzip der Stimme als erfüllt gilt. Zu Beginn und zum Ende des Erklärvideos sind Realvideos der sprechenden Person eingeblendet. Der YouTuber hält dabei Blickkontakt mit den Zuschauenden und führt menschliche Gesten aus. Weiterhin wird das Rechenbeispiel in Abschnitt 5 live aus der Perspektive der Konsument*innen mitgeschrieben (Abbildung 9), was sich, wie Mayer (2021) zeigt, positiv auf den Lerneffekt auswirken kann (siehe „Theorie des sozialen Handelns“, Abbildung 5). Insgesamt können somit sowohl das Abbildungsprinzip als auch das Verkörperungsprinzip als erfüllt bewertet werden.

Abbildung 9 Screenshot aus dem Erklärvideo von Lehrerschmidt (2017, 01:30)

Generatives Tätigkeitsprinzip. Die Adressat*innen werden im Video von Lehrerschmidt (2017) nicht dazu angeregt, generative Tätigkeiten auszuführen, womit das generative Tätigkeitsprinzip nicht erfüllt ist.

Fazit

Die Analyse zeigt sowohl auf fachlicher als auch auf fachdidaktischer Ebene deutliche Mängel an Erklärqualität des Erklärvideos von Lehrerschmidt (2017) auf. Trotz des zunächst professionellen und ansprechenden

Eindrucks durch Lehrerschmidts (2017) persönliche Ansprache und das minimalistische, strukturiert wirkende Design werfen die inhaltlichen Fehler und didaktischen Schwächen erhebliche Zweifel an der Eignung des Erklärvideos als Lehrmittel auf. Die hohen Klickzahlen des Videos deuten darauf hin, dass Konsument*innen potenziell von der scheinbaren Expertise des Erklärenden und der medialen Gestaltung angezogen werden. Insgesamt erscheint das Erklärvideo jedoch wenig geeignet, um ein tiefes Verständnis zu fördern und anschlussfähiges Wissen aufzubauen. Jedoch könnte das von Lehrerschmidt (2017) als notwendig herausgestellte Rechenbeispiel dazu beitragen, dass Lernende zumindest in der Lage sind, mit Zahlenwerten und der vorgegebenen Formel Dichtewerte zu berechnen. Ein Verständnis der Dichte ist dafür jedoch nicht erforderlich. Insgesamt birgt das Erklärvideo somit die Gefahr, Verstehensillusionen hervorzurufen und nachhaltigen Lernprozessen potenziell entgegenzuwirken.

6.2 Verschriftliche Analyse: Duden Learnattack (2020a)

Im Folgenden ist die Analyse des Erklärvideos mit dem Titel „Die Dichte: Definition, Formel und Beispiele – Physik | Duden Learnattack“ vom YouTube-Kanal Duden Learnattack (2020a) dargestellt. Das Video wurde am 18.12.2020 eingestellt und hatte zum Zeitpunkt der Analyse am 18.01.2024 19 135 Aufrufe, 187 Likes und 14 Kommentare. Bei dem Format des Videos handelt es sich um eine mit Realbildern und -videos ergänzte, digital animierte Multimediapräsentation. Neben den Ergebnissen der fachlichen Analyse sind im Folgenden die Argumentationen für die Einschätzung der Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) und der Multimediaprinzipien (Mayer, 2021) festgehalten.

Fachliche Analyse

Das Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) stellt im Rahmen der Analyse von Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte das einzige Video dar, welches aus fachlicher Perspektive keine Fehler oder Ungenauigkeiten aufweist. Der Inhalt des Videos ist dementsprechend sowohl auf inhaltlicher als auch auf sprachlicher Ebene physikalisch korrekt dargestellt. Dies hebt das Erklärvideo positiv von den anderen analysierten Videos hervor, die teils erhebliche fachliche Mängel aufweisen.

Fachdidaktische Analyse

Analog zum Vorgehen der Analyse in Kapitel 6.1 werden im Folgenden die Argumentationen für die Einschätzung der Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) anhand des adaptierten Qualitätskriterienrasters (Tabelle 8) schriftlich festgehalten.

Struktur geben. Im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) wird zu Beginn kein Ausblick auf die im Video thematisierten Inhalte gegeben. Auch in der Videobeschreibung finden sich keine näheren Informationen zur inhaltlichen Strukturierung des Videos. Lediglich der Videotitel „Die Dichte: Definition, Formel und Beispiele […]“ (Duden Learnattack, 2020a) lässt darauf schließen, dass im Video die Definition und die Formel der Dichte sowie zugehörige Beispiele thematisiert werden. Wie zu erwarten, finden sich diese Aspekte auch inhaltlich im Video wieder, jedoch in abweichender Reihenfolge. Vielmehr lässt sich das Video in die folgenden Sinnabschnitte gliedern, wobei die in Anführungszeichen gesetzten Wortgruppen und Sätze im Video als Haupt- oder Unterüberschrift visuell festgehalten sind:

(1) Einleitung und Benennung benötigten Vorwissens (00:00–00:26)

(2) Hinweis „Masse und Kraft“ (00:27–00:48)
(3) „Was ist die Dichte eines Körpers?“
    a. Volumen-Masse-Diagramm, Formel (00:49–01:34)
    b. Einheiten (01:35–01:49)
    c. „Haben Stoffe unterschiedliche Dichten?“, Beispiele Mehl und Zucker (01:50–02:34)
    d. „Warum haben Stoffe unterschiedliche Dichten?“, Eigenschaften von Atomen (02:35–03:55)
    e. „Ist die Dichte eines Stoffs immer gleich?“, Einfluss Temperatur, Druck (03:56–4:25)
(4) Zusammenfassung (04:26–04:50)
(5) Werbeblock (04:51–05:20)
(6) Outro (05:21–05:28).

Gegen Ende des Erklärvideos gibt Duden Learnattack (2020a) eine Zusammenfassung der im Video behandelten Inhalte (Abschnitt 4). Folgende Informationen werden dabei synchron zum Gesagten visuell festgehalten: „Dichte $\rho = \frac{m}{V}$“, „Materialkonstante“, „Atommasse und Anordnung der Atome“, „Temperatur- und Druckabhängigkeit“ (Duden Learnattack, 2020a, 04:26–04:50). Diese Stichpunkte fassen die auditiven Informationen in maximaler Kürze zusammen. Der erste Stichpunkt wird beispielsweise mit den folgenden Worten kommentiert: „Die Dichte ist immer das Verhältnis aus Masse und Volumen“ (Duden Learnattack, 2020a, 04:32–04:36). Insgesamt kann das Qualitätskriterium „Struktur geben“ als teilweise erfüllt bewertet werden, da kein Ausblick auf die im Video behandelten Themen gegeben wird, die Inhalte jedoch zum Ende des Videos zusammengefasst werden.

Interesse wecken und Relevanz verdeutlichen. Die Erklärung der Dichte wird über einen Alltagsbezug eingeleitet, welcher im Verlauf des Videos erneut aufgegriffen wird:

> Wer einen Kuchen backen will, braucht neben anderen Zutaten meist Mehl und Zucker. Aber ist dir schon mal aufgefallen, dass die Packungen unterschiedlich groß sind, obwohl in beiden die gleiche Masse enthalten ist? Das hat mit der Dichte zu tun. (Duden Learnattack, 2020a, 00:00–00:19)

Dass Mehl eine geringere Dichte als Zucker hat, ist vermutlich den wenigsten Lernenden bekannt. Es ist jedoch denkbar, dass einige Konsument*innen des Erklärvideos schon einmal im Alltag beobachtet haben, dass Zucker- und Mehlpackungen mit einer Masse von jeweils einem Kilogramm unterschiedliche Volumen haben. Darüber hinaus könnte das Beispiel das Interesse der Konsument*innen wecken, beispielsweise beim nächsten Einkauf auf das beschriebene Phänomen zu achten. Das Beispiel ist somit geeignet, um einen alltagsnahen Bezug zum Thema Dichte herzustellen.

Die Relevanz des Videoinhalts wird implizit anhand des Eingangsbeispiels deutlich: Um erklären zu können, weshalb Körper mit gleicher Masse unterschiedliche Volumen haben, muss die physikalische Größe Dichte verstanden werden. Den Konsument*innen wird somit aufgezeigt, wie alltagsnahe Phänomene mit Hilfe von physikalischen Sachverhalten erklärt werden können. Die Qualitätskriterien „Interesse wecken“ und „Relevanz verdeutlichen“ können demnach als erfüllt bewertet werden.

Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel und Beispiele. Das Erklärvideo folgt der Regel-Beispiel-Struktur. Da der Videoinhalt auf die Vermittlung von Fachwissen abzielt, erweist sich diese Struktur aus didaktischer Perspektive als sinnvoll. Im Video wird die Dichte über den mathematischen

Zugang der Proportionalität zwischen Masse und Volumen und über ein Volumen-Masse-Diagramm erläutert. Duden Learnattack (2020a) erklärt: „Wenn du zu einem Volumen eines Stoffes jeweils die zugehörige Masse bestimmst, dann erhältst du im Volumen-Masse-Diagramm solch eine Ursprungsgerade. Daran siehst du, dass die Masse proportional zum Volumen ist. [...] Weil Masse und Volumen proportional zueinander sind, bekommen wir für den Quotienten immer den gleichen Wert. Dieser Wert ist die Dichte des Stoffes“ (00:49–01:25). Synchron zum Gesagten erscheinen eine Ursprungsgerade in einem Volumen-Masse-Diagramm und eine farbig unterlegte Box mit der Information „Proportionalität zwischen Masse und Volumen m ~ V“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:03–01:49). Weiterhin werden das Formelzeichen der Dichte als „griechisch[er] Buchstabe Rho“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:26–01:28) und verschiedene Einheiten der Dichte auditiv eingeführt und synchron visuell festgehalten (Abbildung 10).

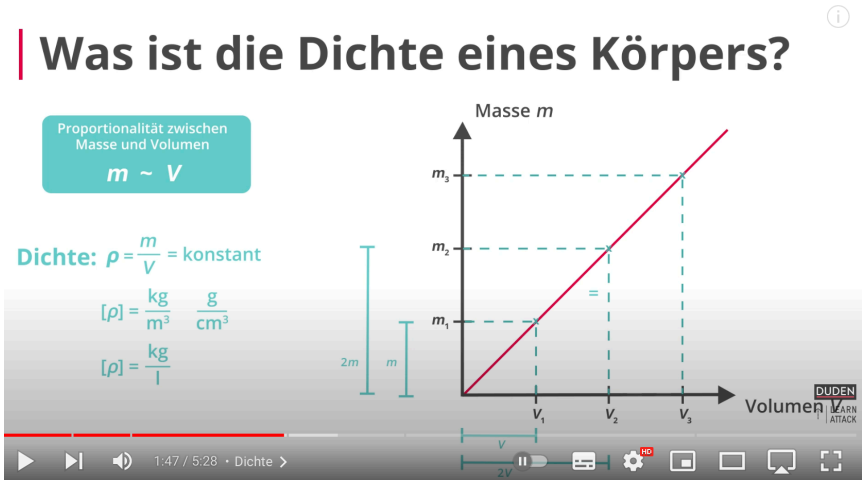


Abbildung 10 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 01:47)

Als Veranschaulichung der Erklärung wird auf das Eingangsbeispiel des Vergleichs der Dichten von Zucker und Mehl zurückgegriffen. Learnattack (2020a) erklärt:

> Die Dichte ist nicht für alle Stoffe gleich. Sie ist eine Materialkonstante. Unterschiedliche Stoffe können also unterschiedliche Dichten haben. Das gilt auch für Mehl und Zucker. Für unterschiedliche Stoffe ergeben sich im Volumen-Masse-Diagramm also Ursprungsgeraden mit anderen Steigungen. Zucker hat eine etwas größere Dichte als Mehl. (01:50–02:14)

Visuell festgehalten sind eine Zuckerpackung und eine im Vergleich dazu größere Mehlpackung, gekennzeichnet mit jeweils der Aufschrift „1000 g“ und den jeweiligen Dichtewerten von Mehl („$\rho \approx 0{,}6 \frac{g}{cm^3}$“) und Zucker („$\rho \approx 1 \frac{g}{cm^3}$“) (Duden Learnattack, 2020a, 02:02–02:33). Der angegebene Dichtewert von Zucker bezieht sich dabei auf handelsüblichen Zucker in kristalliner Form. Anschließend werden die Ursprungsgeraden von Mehl und Zucker in einem Volumen-Masse-Diagramm visuell festgehalten und es folgt eine weitere Erklärung der Beobachtung unterschiedlicher Volumen von Mehl- und Zuckerpackungen bei gleicher Masse. Visuell wird die Erklärung mit zwei Realbilder von einem Messbecher, gefüllt mit 200 g Mehl und einem Messbecher, gefüllt mit 200 g Zucker, unterstützt (Abbildung 11). Aus didaktischer Sicht ist das Vorgehen von Duden Learnattack (2020a), die zuvor erklärte Regel anschließend auf ein konkretes Beispiel zu beziehen und an diesem zu veranschaulichen, sinnvoll.

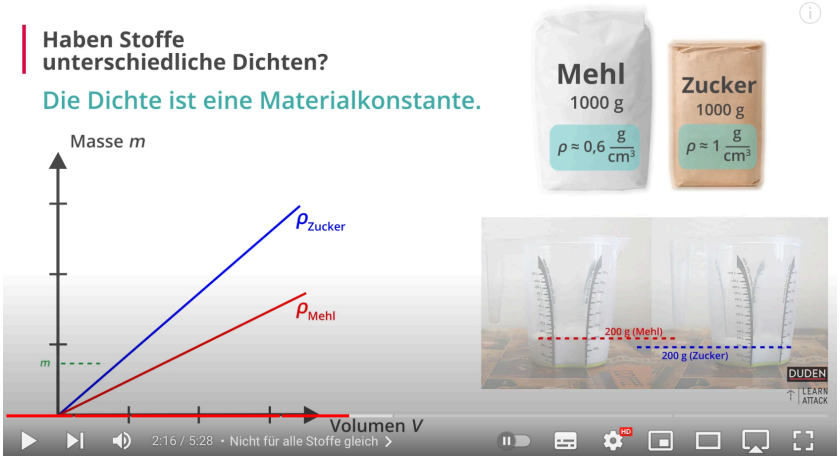


Abbildung 11 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 02:16)

Im weiteren Verlauf des Videos werden die bei Lernenden potenziell auftretenden Fragen aufgegriffen, warum Stoffe unterschiedliche Dichten haben und ob die Dichte eines Stoffes immer gleich ist. Die Beantwortung der ersten Frage erfolgt über die Erklärung des Aufbaus von Materie mit Hilfe des Atommodells sowie Atomgittermodellen. Inwiefern diese Erklärung für die vermutete Zielgruppe angemessen ist, wird im Punkt „Adaption an Vorwissen“ diskutiert. Die Beantwortung der zweiten Frage erfolgt über die Information, dass die Dichte eines Stoffes temperatur- und druckabhängig ist. Um die Temperatur- und Druckabhängigkeit der Dichte zu visualisieren, wird als Beispiel ein Luftballon im Video animiert, der sich in der Sonne ausdehnt und bei Erhöhung des Drucks zusammenzieht. In Bezug auf das Qualitätskriterium „Regel-Beispiel-Struktur“ ist positiv anzumerken, dass die präsentierte „Regel“ der Temperatur- und Druckabhängigkeit der Dichte visuell an einem Beispiel verdeutlicht wird.

Zusammengefasst lässt sich somit festhalten, dass die Erklärung der Dichte mit einem alltagsnahen Eingangsbeispiel eingeleitet wird, welches nach der darauffolgenden fachlichen Erklärung erneut aufgegriffen wird. Auch im weiteren Verlauf des Videos werden von Duden Learnattack (2020a) präsentierte Fakten an Beispielen erläutert. Ebenso wie das Qualitätskriterium „Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel“ kann das Qualitätskriterium „Beispiele“ als erfüllt bewertet werden.

Adaption an Vorwissen. Thematisch richtet sich das Video an Schüler*innen der Sekundarstufe I, die vermutlich über kein oder wenig Vorwissen zur physikalischen Größe Dichte verfügen: Das Prinzip der Dichte wird neu eingeführt, wobei die Dichte in ihrer Definition als unbekannt vorausgesetzt wird. Laut deutschen Lehrplänen ist das Thema Dichte für die Sekundarstufe I im Anfangsunterricht bzw. im aufbauenden Unterricht Physik vorgesehen. In Sachsen-Anhalt betrifft dies die 6. Klasse eines

Gymnasiums und die Klassenstufen 7/8 einer Sekundarschule. Exemplarisch bezogen auf den Lehrplan aus Sachsen-Anhalt wird im Rahmen der vorliegenden Analyse angenommen, dass sich das Video in diesem Bundesland somit vorrangig an Schüler*innen der sechsten oder siebten bzw. achten Klasse richtet. Im Erklärvideo wird lediglich explizit als Vorwissen vorausgesetzt, dass die Adressat*innen „schon etwas mit den Begriffen Volumen und Masse anfangen können“ (Duden Learnattack, 2020a, 00:20–00:26). Bezogen auf die vermutete Zielgruppe kann angenommen werden, dass die Konsument*innen über dieses Vorwissen verfügen.

Die Erklärung der Dichte ist im Video von Duden Learnattack (2020a) eher mathematisch ausgerichtet. Im Video wird erklärt und mit Hilfe eines Volumen-Massen-Diagramms visualisiert, dass Volumen und Masse eines Stoffes proportional zueinander sind: „Wenn du zu einem Volumen eines Stoffes jeweils die zugehörige Masse bestimmst, dann erhältst du im Volumen-Masse-Diagramm solch eine Ursprungsgerade. Daran siehst du, dass die Masse proportional zum Volumen ist“ (Duden Learnattack, 2020a, 00:40–01:05). Anschließend folgt die Erläuterung: „Das bedeutet, dass du bei doppeltem Volumen auch die doppelte Masse erhältst. Weil Masse und Volumen proportional zueinander sind, bekommen wir für den Quotienten immer den gleichen Wert“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:06–01:21). Wo die Ursprungsgerade im Diagramm zu finden ist, wird über eine spezifische Zeigegeste kenntlich gemacht. Die Dichte wird anschließend als Quotient aus Masse und Volumen bzw. als Steigung der Ursprungsgeraden definiert.

Diagramme zählen zu logischen Bildern und haben einen hohen Informationsgehalt. Gleichzeitig sind sie abstrakt und Lernende müssen über die Kompetenz verfügen, diese entschlüsseln zu können. Die Erklärung von Duden Learnattack (2020a) setzt zumindest grundlegendes Wissen zum Umgang mit Diagrammen voraus, da das gezeigte Volumen-Masse-

Diagramm und dessen Interpretation auditiv nicht näher erläutert werden. Auch sollte das Prinzip der Proportionalität von den Konsument*innen verstanden und auf die physikalische Größe Dichte übertragen werden können, denn andernfalls ist die Erklärung womöglich schwer verständlich. Darüber hinaus sollte den Konsument*innen der Begriff Quotient bekannt sein. Für mathematisch leistungsstarke Schüler*innen sollte der Erkläransatz, Dichte als Proportionalitätsfaktor von Masse und Volumen zu definieren und Dichtewerte im abstrakten Format eines Volumen-Masse-Diagramms darzustellen, verständlich sein. Insgesamt spricht das Video somit eher Lernende an, die über ein gutes mathematisch-naturwissenschaftliches Verständnis verfügen.

Das Formelzeichen der Dichte wird im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) als für die Zielgruppe unbekannt und somit als erklärungsbedürftig angenommen. Duden Learnattack (2020a) gibt die Information, dass die Dichte „mit dem griechischen Buchstaben Rho bezeichnet“ (01:25–01:29) wird. Sprachlich zu konkretisieren wäre hierbei, dass das Formelzeichen der Dichte mit dem griechischen Buchstaben Rho definiert ist. In Anbetracht der vermuteten Zielgruppe erscheint es als sinnvoll und notwendig, das Formelzeichen der Dichte als „griechischen Buchstaben Rho“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:26–01:28) zu benennen, da dieser Buchstabe für die vermutete Zielgruppe wahrscheinlich unbekannt ist.

Die anschließende Erklärung, warum Stoffe unterschiedliche Dichten haben, ist nicht an das Vorwissen von Schüler*innen aus Sachsen-Anhalt, die das Thema Dichte momentan im Schulunterricht thematisieren, adaptiert. Duden Learnattack (2020a) verwendet Fachbegriffe, die auf Basis des Vorwissens in der Regel unbekannt sind, und setzt Fachwissen voraus, das über das Vorwissen von Schüler*innen mit Physik im Anfangs- und aufbauenden Unterricht, bezogen auf Sachsen-Anhalt konkret Schüler*innen der Klassenstufen 6 bzw. 7/8, hinausgeht. So werden beispielsweise

Begriffe aus der Atomphysik, wie Atom, leichte und schwere Atomkerne, Atomkernmasse sowie Protonen und Neutronen, als bekannt oder zumindest als nicht erklärungsbedürftig angenommen. Aufgrund der Tatsache, dass Atomphysik gemäß den deutschen Lehrplänen nicht im Anfangsunterricht Physik bzw. im aufbauenden Physikunterricht behandelt wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass Konsument*innen das erforderliche Wissen aus dem Physikunterricht mitbringen. Allerdings wird der Aufbau von Atomen im Anfangsunterricht Chemie thematisiert. In Sachsen-Anhalt startet der Chemieunterricht jedoch sowohl an Gymnasien als auch an Sekundarschulen erst in der Klassenstufe sieben. Möglich erscheint, dass sich das Video inhaltlich vorrangig an Schüler*innen von Sekundarschulen in Sachsen-Anhalt richtet. Darüber hinaus ist denkbar, dass das Video vielmehr Lernende aus höheren Klassenstufen adressiert, die ihr Wissen zum Thema Dichte auffrischen oder vertiefen wollen. Auch für Lernende an Gymnasien aus Bundesländern, in denen im Chemieunterricht bereits der Aufbau von Atomen behandelt wurde, könnte die Erklärung, warum Stoffe unterschiedliche Dichten haben, verständlich sein. Für Schüler*innen an Gymnasien in Sachsen-Anhalt ist die Erklärung jedoch nicht an deren Vorwissen adaptiert. Fraglich ist zudem, warum zu Beginn des Videos zwar Masse und Volumen als notwendiges Vorwissen benannt werden, nicht jedoch Kenntnisse zum Aufbau von Atomen und zu Atomanordnungen. Da somit nicht offengelegt wird, welches Vorwissen für das Verständnis des Videos tatsächlich nötig ist und an welche Zielgruppe sich das Video konkret richtet, wird das Qualitätskriterium „Adaption an Vorwissen“ als nicht erfüllt bewertet.

*Adaption an Schüler*innenvorstellungen.* Typische Schüler*innenvorstellungen zum Thema Dichte werden im Erklärvideo nicht explizit thematisiert. Gleichzeitig wird in der Erklärung nicht auf eine Größe, also entweder auf die Masse oder auf das Volumen, fokussiert, was Schüler*innen-

vorstellungen hervorrufen oder manifestieren könnte. Im Sinne der Umgehensstrategie nach Schecker et al. (2018) ließe sich dies als passive Reaktion auf Schüler*innenvorstellungen interpretieren. Dementsprechend wird das Qualitätskriterium „Adaption an Schüler*innenvorstellungen" als teilweise erfüllt bewertet.

Prompts zu relevanten Inhalten. Die bei Schüler*innen möglicherweise auftretende Schwierigkeit der Unterscheidung von Masse und Gewicht wird explizit thematisiert und mit einem Prompt gekennzeichnet: „Achtung! In der Physik wird das, was man im Alltag Gewicht nennt, als Masse bezeichnet und in Kilogramm angegeben. Die Gewichtskraft wird in Newton angegeben. Gewicht in Kilogramm gibt es eigentlich nicht. Dazu haben wir ein Video" (Duden Learnattack, 2020a, 00:27–00:48). Durch die Verwendung des Begriffs „eigentlich" geht allerdings nicht explizit hervor, ob es Gewicht in Kilogramm nur in der Physik oder generell nicht gibt. Die Formulierung kann als Anspielung auf das Alltagsverständnis von Gewicht interpretiert werden, in dem die Angabe von Gewicht in Kilogramm möglich und üblich ist. Darüber hinaus bleibt jedoch offen, warum das, „was man im Alltag Gewicht nennt" (Duden Learnattack, 2020a, 00:29–00:33), in der Physik die Masse ist und weshalb das für das Verständnis der Dichte wichtig ist.

Im Verlauf des Videos werden keine weiteren Prompts genutzt, um relevante Stellen hervorzuheben, die beispielsweise mögliche Schüler*innenvorstellungen thematisieren. Jedoch wird die Zusammenfassung mit den Worten „Diese Punkte solltest du dir unbedingt zur Dichte merken" (Duden Learnattack, 2020a, 04:27–04:31) eingeleitet, womit hervorgehoben wird, dass die folgenden Fakten besonders relevant sind. Insgesamt kann das Qualitätskriterium „Prompts zu relevanten Inhalten" aufgrund der beiden Prompts als noch erfüllt bewertet werden.

Analogien und Modelle. Um zu erklären, warum Stoffe unterschiedliche Dichten haben, wählt Duden Learnattack (2020a) den Ansatz über die Erklärung des Aufbaus von Materie: „Materie besteht aus Atomen. Die Masse der Atome ist fast vollständig in den Atomkernen konzentriert [...]“ (Duden Learnattack, 2020a, 02:42–02:49). Im Video wird ein Atom als je eine große grüne Kugel visualisiert (Abbildung 12). Der Atomkern wird über jeweils gleich viele eng aneinanderliegende kleinere rote Kugeln mit jeweils einem „+“-Zeichen und weiße Kugeln ohne Beschriftung visualisiert. Dass es sich bei diesen Kugeln um Protonen und Neutronen handelt, geht implizit über die Verknüpfung von Bild und Ton hervor: Während Duden Learnattack (2020a) erklärt, dass leichte Kerne wenige Protonen und Neutronen besitzen, schwere Kerne jedoch sehr viele, nimmt synchron zum Gesagten die Anzahl an roten und weißen Kugeln zu. Anschließend folgt eine Erklärung zum Aufbau und zur Anordnung von Atomen und ein Kristallgittermodell wird visualisiert. Dabei werden Atome wieder als grüne Kugeln, jetzt jedoch ohne Visualisierung des Atomkerns, dargestellt. „Sehr dicht gepackte Struktur[en]“ (Duden Learnattack, 2020a, 03:19–03:22) werden dabei über größere grüne Kugeln und kleinere Abstände zwischen eben diesen dargestellt, „während in anderen Stoffen [gemeint ist vermutlich in Stoffen mit weniger dicht gepackten Atomstrukturen] die Atome weiter verteilt sind“ (Duden Learnattack, 2020a, 03:25–03:30). Anschließend werden zwei Atomkerne mit großer Atomkernmasse visualisiert, illustriert über jeweils mehrere dicht platzierte rote Kugeln, mit einem „+“-Zeichen und weiße Kugeln, wobei beide Atomkerne über einen schwarzen Strich verbunden sind (Abbildung 13). Duden Learnattack erklärt: „Auch ein Stoff mit einer großen Atomkernmasse kann also eine relativ kleine Dichte haben, wenn die Atome weit auseinander liegen“ (Duden Learnattack, 2020a, 03:30–03:39). Synchron zum Gesagten bewegen sich die visualisierten Atomkerne auseinander.

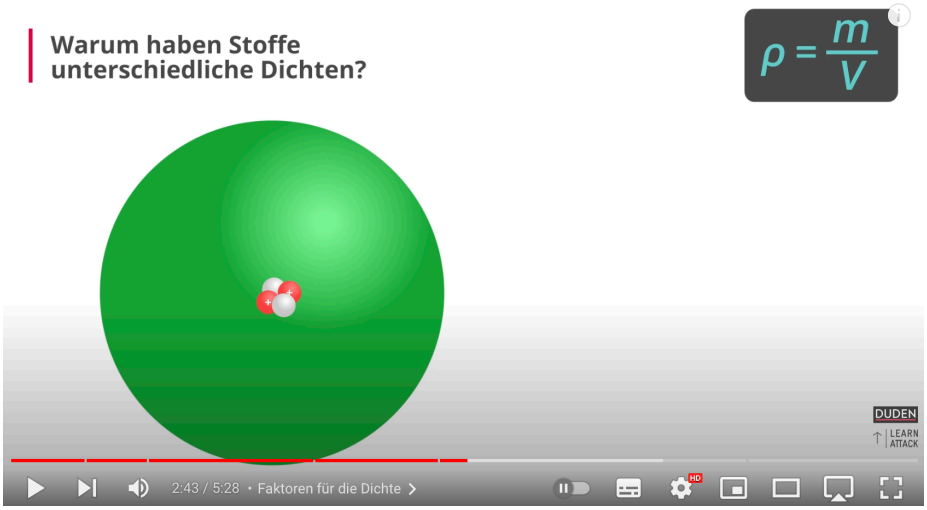


Abbildung 12 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 02:43), Darstellung Atom

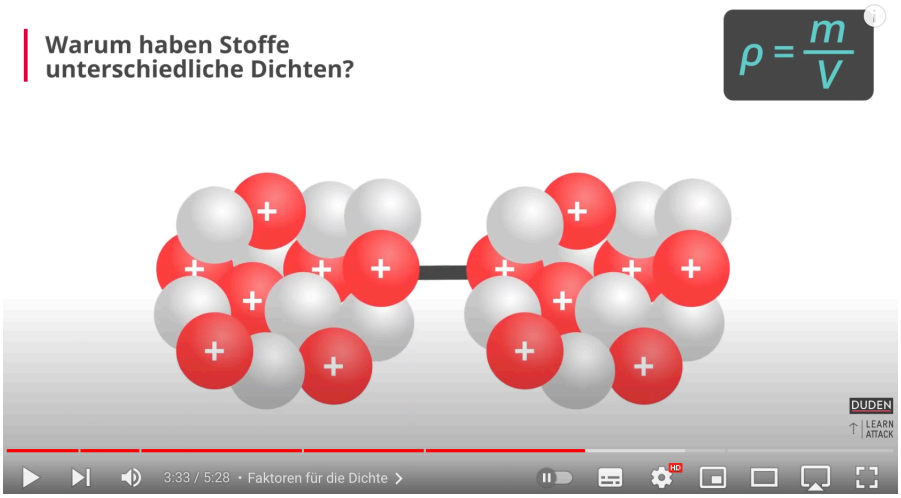


Abbildung 13 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 03:33), Darstellung Atome mit großer Atomkernmasse

Insgesamt ungünstig ist der bereits im Punkt „Adaption an Vorwissen“ thematisierte Aspekt, dass Lernende im Anfangsunterricht Physik bzw. im aufbauenden Physikunterricht, an die sich das Video potenziell thematisch richtet, nicht zwangsläufig mit dem Aufbau von Atomen und Kristallgittermodellen vertraut sind, wenn das Thema Dichte im Fach Physik unterrichtet wird. Ob Atome und der Aufbau von Materie zu der Zeit, in der das Thema Dichte im Fach Physik unterrichtet wird, bereits im Fach Chemie thematisiert wurden, variiert zwischen den deutschen Bundesländern und

zwischen Schulformen innerhalb eines Bundeslandes. Schüler*innen an Gymnasien in Sachsen-Anhalt verfügen laut Lehrplan nicht über Vorwissen zum Aufbau von Atomen und Materie. Die von Duden Learnattack (2020a) verwendeten Modelle zur Visualisierung des Aufbaus von Materie mit geringer bzw. hoher Dichte sind somit nicht an den Wissensstand von Gymnasialschüler*innen in Sachsen-Anhalt angepasst. Fraglich ist demnach, ob die verwendeten Modelle überhaupt zum Verständnis beitragen können oder ob sie nicht vielmehr nachteilig für das Verständnis sind, weil Lernende mit Informationen konfrontiert werden, die auf Grundlage des Vorwissens vermutlich nicht verstanden werden können. Da von Duden Learnattack (2020a) nicht herausgestellt wird, an wen sich das Video inhaltlich richtet und über welches Vorwissen die Konsument*innen verfügen sollten, wird das Qualitätskriterium „Analogien und Modelle“ als nicht erfüllt bewertet.

Darstellungsformen und Experimente. Im Video von Duden Learnattack (2020a) wird das Erklärte mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen, wie zum Teil mit Beschriftungen erweiterten Realbildern (gegenständliche Darstellungen), teils animierten Abbildungen von Realobjekten (bildliche Darstellungen) und Volumen-Masse-Diagrammen (symbolische Darstellungen) sowie der Formel der Dichte (mathematische Darstellung), visuell unterstützt. Zusätzlich werden Aspekte wie das proportionale Verhältnis von Volumen und Masse sowohl in einem Volumen-Masse-Diagramm als auch im Rahmen eines Realvideos visualisiert und auditiv erläutert. Insgesamt wird der Videoinhalt somit durchgängig mit passenden Visualisierungen unterstützt. Das Qualitätskriterium „Darstellungsformen und Experimente“ kann dementsprechend als erfüllt bewertet werden.

Sprachebene. Das Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) kann aufgrund des Wechsels zwischen verschiedenen Darstellungsformen und

sprachlichen Ebenen als sprachsensibel eingestuft werden. Insgesamt bewegt sich die Erklärung auf allen sprachlichen Ebenen nach Leisen (2015) und nutzt dabei unter anderem folgende sprachliche Mittel:

- die nonverbale Sprache, indem beispielsweise ein Video von einem realen Handlungsablauf synchron zum Gesagten gezeigt wird,
- die Bildsprache, indem beispielsweise Abbildungen von Realobjekten zur Visualisierung des Gesagten genutzt werden,
- die Verbalsprache, indem mündliche Erklärungen gegeben werden,
- die Symbolsprache, indem beispielsweise Volumen-Masse-Diagramme zur Erklärung der Dichte genutzt werden und
- die mathematische Sprache, indem beispielsweise die Formel der Dichte visualisiert wird.

Insgesamt ist die Verbalsprache im Video von Duden Learnattack (2020a) dem sprachlichen Register der Schriftlichkeit und der Bildungssprache zuzuordnen. Es werden keine Füllwörter benutzt und die Sätze sind kurz, präzise und ohne grammatikalische Fehler. Angesichts der vermuteten Zielgruppe werden jedoch Fachbegriffe verwendet, die potenziell über das Vorwissen der Adressat*innen hinausgehen. Da dies jedoch bereits im Punkt „Adaption an Vorwissen“ diskutiert und mit Nicht-Erfüllen dieses Kriteriums sanktioniert wurde, wird dieser Aspekt unter dem Qualitätskriterium „Sprachebene“ nicht erneut diskutiert. Angesichts der vermuteten Zielgruppe ist als positiv hervorzuheben, dass Fachbegriffe, wie beispielsweise Proportionalität, nicht nur genannt, sondern auch erklärt werden: „Das bedeutet, dass du bei doppeltem Volumen auch die doppelte Masse erhältst“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:05–01:10).

Im Rahmen der sprachlichen Konstellationen von Konzeption und Medium nach Koch und Oesterreicher (1985) ist die Sprache des Erklärvideos der Konstellation „geschrieben und phonisch“ (Tabelle 2) zuzuordnen. Somit kann vermutet werden, dass der Erklärtext in einem Skript festgehalten

und anschließend abgelesen wurde. Insgesamt kann das Qualitätskriterium „Sprachebene“ als erfüllt bewertet werden.

Mathematisierung. Wie bereits im Punkt „Adaption an Vorwissen“ diskutiert, ist die Erklärung der physikalischen Größe Dichte im Erklärvideo bis zum Abschnitt 3d) deutlich mathematisch ausgerichtet. So wird die Dichte zunächst als Quotient aus Masse und Volumen definiert. Der Wechsel der Darstellungsformen unterstützt dabei potenziell den Verstehensprozess: Anstatt lediglich Graphen in einem Volumen-Masse-Diagramm zu visualisieren, wird mit Hilfe von Realbildern veranschaulicht, dass sich die Volumen von jeweils 200 g Mehl und 200 g Zucker unterscheiden. Die Bedeutung und Aussagekraft des Volumen-Masse-Diagramms werden qualitativ erklärt. Wie eingangs angerissen, bietet das Erklärvideo über den mathematischen Zugang einen alternativen Erkläransatz zu anderen Erklärungen der physikalischen Größe Dichte, welcher vor allem Lernende mit einem guten mathematisch-naturwissenschaftlichen Verständnis ansprechen könnte. Durch den Wechsel der Darstellungsformen wird jedoch auch Konsument*innen mit geringeren mathematischen Kompetenzen der Zugang zum Erklärten potenziell erleichtert. Das Qualitätskriterium „Mathematisierung“ kann als erfüllt bewertet werden.

Direkte Ansprache. Im Video von Duden Learnattack (2020a) werden die Adressat*innen direkt angesprochen und durch Zwischenfragen zum Mitdenken angeregt. Das Video beginnt mit der Animation einer sprechenden weiblichen Comic-Figur, die in einer Küche steht und während des Sprechens menschliche Gesten ausführt (Abbildung 14). Die Comic-Figur richtet sich dabei in ihrer Ansprache direkt an die Zuschauenden: „Aber ist *dir* schon mal aufgefallen, dass [...]“ (Duden Learnattack, 2020a, 00:08–00:10). Auch im weiteren Verlauf des Videos werden die Zuschauenden durchgängig in der zweiten Person Singular und der ersten Person

Plural angesprochen. Exemplarisch für die direkte Ansprache sind folgende Zitate:

- „Daran siehst *du*, dass die Masse proportional zum Volumen ist“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:01–01:05)
- „*Du* kannst *dir* aber merken, dass [...]“ (Duden Learnattack, 2020a, 03:16–03:18)
- „Weil Masse und Volumen proportional zueinander sind, bekommen *wir* für den Quotienten [...]“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:12–01:17).

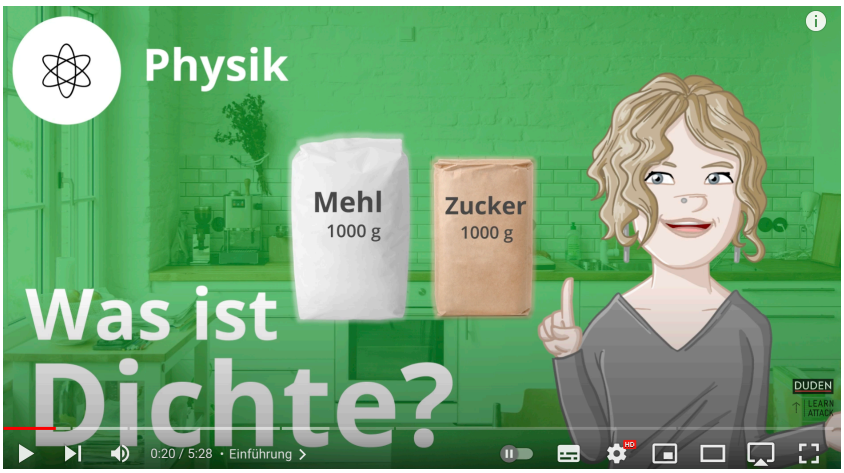


Abbildung 14 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 00:20)

Die Konsument*innen werden zudem durch zwei Zwischenfragen zum Mitdenken angeregt. So werden von der sprechenden Person Fragen aufgeworfen, die sich die Konsument*innen im Verlauf des Videos potenziell ebenfalls gestellt haben könnten: „Warum haben Stoffe unterschiedliche Dichten?“ (Duden Learnattack, 2020a, 02:28–02:33) und „Ist die Dichte eines Stoffes immer gleich?“ (Duden Learnattack, 2020a, 03:57–04:25).

Die sprechende Comic-Figur ist zu Beginn des Videos in Abschnitt 1 und zum Ende des inhaltlichen Teils des Videos in Abschnitt 4 visualisiert. Gemäß den Forschungsergebnissen von Guo et al. (2014) erweist es sich als positiv für das Engagement von Lernenden, die sprechende Person im

Video zumindest in gewissen Videoabschnitten wie zu Beginn einzublenden. Diese direkte, persönliche Ansprache kann dazu beitragen, eine Verbindung zwischen dem Sprechenden und den Zuschauenden herzustellen, was das Interesse und die Aufmerksamkeit seitens der Zuschauenden potenziell steigern kann (Guo et al., 2014). Insgesamt kann das Qualitätskriterium „Direkte Ansprache" aufgrund der dargestellten Aspekte als erfüllt bewertet werden.

Minimalismus. In der Gesamtbetrachtung ist das Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) größtenteils sparsam im Einsatz von Effekten und zusätzlichen inhaltlichen Exkursen, jedoch lassen sich einzelne Aspekte identifizieren, die die kognitive Belastung der Konsument*innen zusätzlich erhöhen. Beispielsweise wird die Proportionalität von Masse und Volumen in Abschnitt 3a) in Form eines Realvideos synchron zum Gesagten veranschaulicht. Im Videoausschnitt wird die Masse einer bestimmten Menge Mehl ermittelt, indem das Mehl auf eine Küchenwaage gegeben und gewogen wird. Anschließend wird als Visualisierung der mündlichen Aussage „Das bedeutet, dass du bei doppeltem Volumen auch die doppelte Masse erhältst" (Duden Learnattack, 2020a, 01:06–01:10) erneut dieselbe Menge Mehl zur verbliebenen Menge gegeben und gewogen. Die Waage zeigt daraufhin die doppelte Masse an. In Hinblick auf das Qualitätskriterium Minimalismus ist als problematisch anzumerken, dass das Video nicht minimalistisch gestaltet ist. So ist der Hintergrund des Realvideos auffällig gemustert (siehe Abbildung 15) und auch die Zahlenwerte auf der Waage sind aufgrund ungünstiger Lichtverhältnisse schwer erkennbar.

Abbildung 15 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 01:13)*, Realvideo siehe unten links*

Synchron zum Ablauf des Realvideos werden durch Markierungen an den Achsen des Volumen-Masse-Diagramms die Masse „m“ und das Volumen „V“ sowie die doppelte Masse „2m“ und das doppelte Volumen „2V“ visualisiert. Auditiv werden die Informationen gegeben, dass man „bei doppeltem Volumen auch die doppelte Masse“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:06–01:10) erhält. Visuell müssen sich die Konsument*innen sowohl auf das zum Teil ungünstig visualisierte Realvideo als auch auf das Volumen-Masse-Diagramm fokussieren, was eine erhöhte kognitive Anforderung darstellt.

Darüber hinaus stellt der Werbeblock in Abschnitt 5 einen stilistischen Bruch dar. Anstelle von Präsentationsfolien werden nun Sequenzen von Realvideos präsentiert. In Bezug auf den fachlichen und fachdidaktischen Gehalt dieser Sequenzen handelt es sich um überflüssige Exkurse, welche unter dem Qualitätskriterium „Anschlussaufgaben“ näher betrachtet werden. Visuell sind Videos von verschiedenen Personen vor unterschiedlich farbigen Hintergründen, die die Website learnattack.de bewerben. Mit knapp 30 Sekunden nimmt dieser Werbeblock fast zehn Prozent der Videolänge ein. Bezogen auf das Verständnis der physikalischen Größe

Dichte führt der Werbeblock zu keinem Lernzuwachs. Gleichzeitig belastet ein solcher, vom fachlichen Inhalt losgekoppelter Zusatz das Arbeitsgedächtnis unnötig. Dies kann dazu führen, dass soeben ins Arbeitsgedächtnis gelangte fachliche Informationen nicht weiterverarbeitet werden könnten und somit möglicherweise nicht im Langzeitgedächtnis gespeichert werden. Zwar ist den Konsument*innen selbst überlassen, ob sie den Werbeblock anschauen oder das Video beenden, allerdings wird der fachliche Teil nicht explizit, beispielsweise durch abschließende Worte, vom Werbeblock abgegrenzt.

Weitere, möglicherweise ablenkende Exkurse sind nicht zu identifizieren. Positiv anzumerken ist, dass die visuellen Informationen im Video Schritt für Schritt und synchron zum Gesagten ergänzt werden. Insgesamt kann das Qualitätskriterium „Minimalismus“ somit als teilweise erfüllt bewertet werden.

Hohe Kohärenz des Gesagten. Das Video von Duden Learnattack (2020a) folgt einer logischen Struktur und ist inhaltlich kohärent. Insgesamt fokussiert das Video zudem nicht nur auf die Vermittlung isolierter Fakten. Das Phänomen der unterschiedlichen Volumen von je einer Mehl- bzw. Zuckerpackung mit jeweils einer Masse von einem Kilogramm wird auf die unterschiedlichen Dichten von Mehl und Zucker zurückgeführt. Dazu wird zunächst die physikalische Größe Dichte erklärt. Duden Learnattack (2020a) verwendet im Sinne lokaler Kohärenz in der Erklärung Bedingungssätze mit Wenn-Dann-Beziehungen und Konnektoren wie „weil“. Darüber hinaus werden Begründungen mit „deshalb“ eingeleitet. Als Beispiele sind folgende Videoausschnitte zu zitieren: „Weil Masse und Volumen proportional zueinander sind, bekommen wir für den Quotienten immer den gleichen Wert“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:12–01:18), oder „Die gleiche Masse braucht bei Zucker also ein etwas kleineres Volumen

als bei Mehl. Deshalb ist die Zuckerpackung auch etwas kleiner, obwohl in beiden Packungen eine Masse von 1000 g enthalten ist“ (Duden Learnattack, 2020a, 02:15–02:27). Zudem werden in der Erklärung keine unnötigen Synonyme verwendet. Das Qualitätskriterium „Hohe Kohärenz des Gesagten“ kann somit als erfüllt bewertet werden.

Anschlussaufgaben. Abschließend ist festzuhalten, dass Duden Learnattack keine anschließenden Lernaufgaben bereitstellt, um das Wissen zu vertiefen. Für Konsument*innen, die „den Stoff richtig festigen“ (Duden Learnattack, 2020a, 04:55–04:57) wollen, wird jedoch auf die Website „learnattack.de“ verwiesen. Ohne ein kostenpflichtiges Abonnement abzuschließen, lassen sich jedoch keine Anschlussaufgaben lösen. Das Qualitätskriterium „Anschlussaufgaben“ ist somit nicht erfüllt.

Analyse anhand der Multimediaprinzipien

Die Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) werden im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) weitestgehend umgesetzt, was auf eine hohe multimediale Qualität hinweist. Ebenso wie in der Analyse des vorherigen Erklärvideos von Lehrerschmidt (2017) trägt die mediale Gestaltung des Erklärvideos von Duden Learnattack (2020a) dazu bei, extrinsische kognitive Verarbeitungsprozesse größtenteils zu minimieren, wesentliche kognitive Verarbeitungsprozesse zu optimieren und generative kognitive Verarbeitungsprozesse in Teilen zu fördern. Im Folgenden wird dargestellt, inwiefern das Erklärvideo den Multimediaprinzipien konkret Rechnung trägt.

Kohärenzprinzip. Alle Teilaspekte des Kohärenzprinzips werden im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) erfüllt. So wird im Video auf zusätzliche interessante, jedoch irrelevante Informationen in Bild- oder

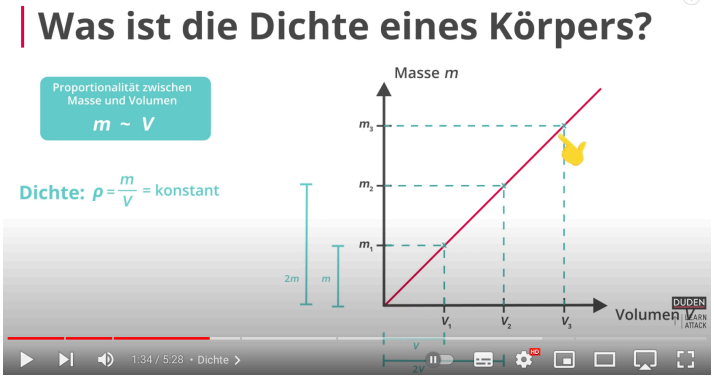
Textform verzichtet. Lediglich der Beginn des Videos wird mit den Worten „Wer einen Kuchen backen will, braucht neben anderen Zutaten meist Mehl und Zucker […]“ (Duden Learnattack, 2020a, 00:00–00:06) eingeleitet und es folgt die Frage, ob den Adressat*innen schon einmal aufgefallen ist, dass Mehl- und Zuckerpackungen unterschiedliche Volumen haben. Der genannte Abschnitt stellt nach Mayer (2021) zwar eine interessante, aber irrelevante Information dar. Möglich ist jedoch, dass Lernende über das alltagsnahe Beispiel einen Bezug zum Erklärthema aufbauen können, was den Lernprozess potenziell positiv beeinflussen kann. Die visuelle Gestaltung des Videos ist in einem minimalistischen Design gehalten und es werden keine inhaltlichen Exkurse angeboten. Auch auf Hintergrundmusik wird im Video vollständig verzichtet.

Signalisierungsprinzip. Duden Learnattack (2020a) arbeitet im Erklärvideo mit klassischen verbalen Signalisierungen und spezifischen Zeigegesten, womit die Teilaspekte a) und c) des Signalisierungsprinzips erfüllt sind. Auf strukturgebende Sätze wird dabei zwar weitgehend verzichtet, jedoch werden die jeweiligen Erklärabschnitte durchgängig mittels Überschriften oder visuell festgehaltenen Zwischenfragen als solche kenntlich gemacht (Abbildung 16). Ebenso wird die inhaltliche Erklärung der Dichte durch eine grau unterlegte Folie mit dem Wort „Zusammenfassung“ von der Zusammenfassung des Erklärinhalts abgegrenzt.

Abbildung 16 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 01:51)

An einer Stelle des Videos arbeitet Duden Learnattack (2020a) mit einer spezifischen Zeigegeste, indem die Abbildung einer Hand die Steigung des Graphen im Diagramm nachzeichnet (Tabelle 11).

Tabelle 11 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a, 00:50–01:35)



Wenn du zu einem Volumen eines Stoffes jeweils die zugehörige Masse bestimmst, dann erhältst du im Volumen-Masse-Diagramm solch eine Ursprungsgerade. **[rote Linie eingefügt]** Daran siehst du, dass die Masse proportional zum Volumen ist. **[türkis unterlegtes Merkkästchen erscheint]** […] Im Diagramm entspricht die Dichte der Steigung der Ursprungsgeraden. **[gelbe Hand zeichnet Graphen nach]**

Grafische Organisationsformen, wie Tabellen oder Mindmaps, werden im Erklärvideo nicht genutzt. Für den Inhalt des Videos sind diese jedoch nicht zwingend erforderlich und bieten sich nicht explizit an. Dementsprechend wird der Teilaspekt b) des Signalisierungsprinzips zur Nutzung grafischer Organisationsformen nicht bewertet.

Redundanzprinzip. Gemäß dem Redundanzprinzip verzichtet Duden Learnattack (2020a) auf eine zusätzliche Visualisierung des Gesagten. Lediglich als wichtig erachtete Aspekte werden neben der auditiven Information auch schriftlich präsentiert. Dabei ergeben sich zum Teil leichte Redundanzen: Die Proportionalität zwischen Masse und Volumen wird, wie in Tabelle 11 zu sehen, sowohl über den Ausdruck „m ~ V“ als auch über die

schriftliche Repräsentation „Proportionalität zwischen Masse und Volumen“ (Duden Learnattack, 2020a, 01:05–01:49) visuell festgehalten. Möglich ist, dass der Ausdruck „m ~ V“ als für die Zielgruppe unbekannt oder zumindest als erklärungsbedürftig angenommen wird und es dementsprechend für Duden Learnattack (2020a) zusätzlich der Ausformulierung des Zusammenhangs bedarf. Gleichzeitig wird der proportionale Zusammenhang auch auditiv erläutert, womit eine zusätzliche schriftliche Repräsentation nicht zwingend erforderlich erscheint. Da sich jedoch weiterhin keine weiteren Redundanzen identifizieren lassen, kann das Redundanzprinzip als erfüllt bewertet werden.

Räumliches und zeitliches Kontiguitätsprinzip. Sowohl das räumliche als auch das zeitliche Kontiguitätsprinzip werden im Video von Duden Learnattack (2020a) erfüllt. Auditive und visuelle Informationen werden synchron präsentiert und zueinander gehörende, visuell festgehaltene Informationen befinden sich in räumlicher Nähe zueinander.

Pre-Training-Prinzip. Das Pre-Training-Prinzip bleibt im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) unberücksichtigt. Das Video thematisiert in Abschnitt 3d) Inhalte, die in Bezug auf die vermutete Zielgruppe nicht als Vorwissen vorausgesetzt werden können (siehe fachdidaktische Analyse: „Adaption an Vorwissen“). Duden Learnattack (2020a) benennt als benötigtes Vorwissen Kenntnisse der Begriffe bzw. physikalischen Größen Volumen und Masse. Um Abschnitt 3d) inhaltlich zu durchdringen, ist jedoch zusätzlich zumindest ein grundlegendes Verständnis vom Aufbau von Atomen und Materie erforderlich. Dieses wird jedoch nicht als Vorwissen benannt. Je nach Zielgruppe erscheint es sinnvoll und notwendig, Vorwissen zum Aufbau von Materie als Vorwissen zu benennen oder als Pre-Training-Element explizit auszulagern, beispielsweise indem auf andere Erklärvideos verwiesen wird.

Modalitätsprinzip. Das Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) erfüllt das Modalitätsprinzip, indem sich visuelle und auditive Informationen ergänzen. Auf visueller Ebene arbeitet das Video mit Abbildungen, analogen und logischen Bildern. Als besonders wichtig erachtete Aspekte werden sowohl auditiv erläutert als auch schriftlich festgehalten.

Personalisierungsprinzip, Prinzip der Stimme und Abbildungsprinzip. Dem Personalisierungsprinzip und dem Prinzip der Stimme wird im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) Rechnung getragen, indem die Konsument*innen mit einer ansprechenden menschlichen Stimme im Konversationsstil in der zweiten Person Singular und der ersten Person Plural angesprochen werden. Lediglich zu Beginn des Videos wird einmalig eine unpersönliche Ansprache gewählt: „*Wer* einen Kuchen backen will […]“ (Duden Learnattack, 2020a, 00:00–00:03). Die sprechende Person wird dabei als Comic-Figur (siehe Abbildung 14) visualisiert und zu Beginn und am Ende des Videos eingeblendet. Da die Figur Blickkontakt mit den Adressat*innen hält, menschliche Gesten ausführt und dementsprechend keine statische Abbildung darstellt, kann das Abbildungsprinzip ebenfalls als erfüllt bewertet werden.

Verkörperungsprinzip und generatives Tätigkeitsprinzip. Gemäß der Theorie des sozialen Handelns (Abbildung 5) können das Halten von Blickkontakt und Gestikulationen der abschnittsweise eingeblendeten Comic-Figur soziale Signale darstellen, die sich positiv auf den Lerneffekt auswirken können. Im weiteren Verlauf des Erklärvideos lassen sich jedoch nur noch vereinzelt soziale Signale identifizieren, beispielsweise bei der erneuten Einblendung der Comic-Figur in der Zusammenfassung (Abschnitt 4). Als Kritikpunkt anzumerken ist, dass visuelle Informationen nicht handschriftlich ergänzt, sondern final in digitaler Schrift präsentiert werden. Insgesamt ist das Verkörperungsprinzip somit nicht erfüllt.

Weiterhin findet keine Anregung der Adressat*innen zur Ausführung generativer Aufgaben statt, womit das generative Tätigkeitsprinzip ebenfalls nicht erfüllt ist.

Fazit

Die Analyse zeigt eine hohe fachliche Qualität des Erklärvideos von Duden Learnattack (2020a) auf, indem der Inhalt physikalisch korrekt dargestellt wird. Zudem erfüllt das Video eine Vielzahl an didaktischen Kriterien qualitativ hochwertiger Erklärungen und hebt sich somit positiv von einigen anderen analysierten Erklärvideos ab (siehe im weiteren Verlauf Zusammenfassung der Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse, Tabelle 15). Die ansprechende und aus medialer sowie lernpsychologischer Perspektive gelungene Gestaltung kann dazu beitragen, Lernprozesse effektiv zu unterstützen.

Allerdings weist das Video eine zentrale Schwäche auf: In der zweiten Videohälfte ist der Erklärinhalt nicht adäquat an das Vorwissen der vermuteten Zielgruppe angepasst. Das fachliche Niveau der Erklärung kann Lernende mit Physik im Anfangsunterricht bzw. Lernende im aufbauenden Physikunterricht, als vermutete Zielgruppe des Videos, potenziell überfordern. Eine uneingeschränkte Empfehlung zum Konsum erscheint, zumindest für Schüler*innen in Sachsen-Anhalt, nicht in allen Klassenstufen sinnvoll, da insbesondere Schüler*innen im Anfangsunterricht mit hoher Wahrscheinlichkeit kognitiv überfordert sein könnten. Eingebettet in einen didaktischen Kontext bietet das Erklärvideo jedoch das Potenzial zur Förderung von Lernprozessen.

6.3 Ergebnisse der fachlichen Analyse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der fachlichen Analyse zusammengefasst. Nach einer Darstellung der Ergebnisse in Tabellenform folgt die Beantwortung der Forschungsfrage 1.1. Dabei wird auf vermehrt auftretende sowie auf spezifische fachliche Problematiken der analysierten Erklärvideos eingegangen. Abschließend wird für jedes der analysierten Videos eine Einschätzung der fachlichen Qualität von „akzeptabel“ bis „nicht akzeptabel“ vorgenommen.

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse der fachlichen Analyse der Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte und in Tabelle 13 der Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall mittels der in Kapitel 5.3 beschriebenen Kategorien zusammengefasst. Die Zahlen in den Tabellen stehen für die jeweils im Erklärvideo identifizierten Auffälligkeiten. Eine Auflistung aller Fundstellen ist dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 12 Ergebnisse der fachlichen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Dichte

Kategorie / YouTube-Kanal (Video)	Lehrerschmidt (2014)	Learning Level Up (2020)	schooleasy (2014)	Chemie - simple-club (2015)	Biesо- Mathe-Physik (2020)	Duden Learn-attack (2020a)	Ivi-Education (2017)	m3 [Erklärungen und mehr] (2020)	Hui (2021)	M.M - Physik mit c (2021)	Studienkreis (2021)
(1) Versprecher und Schreibfehler	1	1	–	–	1	–	1	–	1	–	2
(2) Fachsprachlich unpräzise	–	2	–	5	1	–	2	4	2	4	–
(3) Fachlich ungenau	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
(4) Fachlich falsch	2	–	3	2	1	–	–	1	–	–	–

Farbliche Codierung: weiß (keine Auffälligkeiten), hellgrau (1–2 Auffälligkeiten) und dunkelgrau (> 3 Auffälligkeiten)

Tabelle 13 Ergebnisse der fachlichen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Schall

Kategorie / YouTube-Kanal (Video)	Physik - simple-club (2014)	Duden Learnattack (2020b)	NEO-MINT Lerntipps (2020)	Studytiger – Physik & E-Technik (2021)	Deutsches Elektronen-Synchrotron (2021)	Physikcoach (2021)	physikdigital • de (2018)	Schalldämmen und mehr (2021)	Planet Schule (2014)
(1) Versprecher und Schreibfehler	–	–	–	–	–	–	–	1	–
(2) Fachsprachlich unpräzise	3	2	3	–	–	1	1	–	1
(3) Fachlich ungenau	–	–	1	–	–	–	–	–	–
(4) Fachlich falsch	4	–	1	1	–	–	–	1	–

Farbliche Codierung: weiß (keine Auffälligkeiten), hellgrau (1–2 Auffälligkeiten) und dunkelgrau (> 3 Auffälligkeiten)

Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfrage 1.1: Fachliche Qualität von Physik-Erklärvideos

Forschungsfrage 1.1: Welche Qualität haben Physik-Erklärvideos auf YouTube*, exemplarisch zu den Themen Dichte und Schall, bezogen auf die fachliche Qualität?*

Die Analyseergebnisse zeigen deutliche Mängel an fachlicher Qualität bei einigen der analysierten Erklärvideos auf. Dabei ließen sich in den Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte im Vergleich zu den Videos zum thematischen Schwerpunkt Schall in allen Kategorien mehr Auffälligkeiten identifizieren.

Versprecher und Schreibfehler. Versprecher und Schreibfehler, die (potenziell) zu fachlichen Fehlern führen, bzw. allgemein Schreib- und Tippfehler ließen sich in sechs Videos zum Thema Dichte und in einem Video zum Thema Schall identifizieren (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13). Vorrangig konnten in dieser Kategorie Versprecher identifiziert werden, die auf die verwendete Sprache der Mündlichkeit zurückgeführt werden können. So spricht Bieso- Mathe-Physik (2020) zum Beispiel fälschlicherweise von „Kubikmilliliter“ (01:01–01:02), hält jedoch visuell „ml“ fest. Es ist anzumerken, dass die Kategorie „Versprecher und Schreibfehler“ im Rahmen der fachlichen Analyse als am wenigsten problematisch betrachtet werden kann. Hier auftretende Auffälligkeiten können zwar die kognitive Belastung erhöhen, jedoch wird das Verständnis des physikalischen Sachverhalts nicht grundlegend eingeschränkt.

Fachsprachlich unpräzise. Die meisten identifizierten Auffälligkeiten konnten bei den Videos beider Themengebiete in der Kategorie „Fachsprachlich unpräzise“ identifiziert werden. Lediglich vier der elf analysierten Videos zum Thema Dichte und drei der neun analysierten Videos zum

Thema Schall wiesen keine Auffälligkeiten auf Ebene der Fachsprache auf. Besonders häufig trat in dieser Kategorie bei den analysierten Videos zur Dichte das Weglassen von Einheiten auf: „So und jetzt kann man hier erkennen, dass der Flüssigkeitsspiegel von 600 gestiegen ist auf 950, ja nicht ganz, 960, keine Ahnung. Vielleicht 958 oder so“ (Hui, 2021, 03:05–03:18). Weiterhin konnte in drei Videos zum Thema Dichte die Einführung des Formelzeichens der Dichte als fachsprachlich ungünstig identifiziert werden, wie zum Beispiel: „[…] als erstes ist wichtig zu wissen, dass die Dichte ein sogenannter Rho ist“ (Bieso- Mathe-Physik, 2020, 00:37–00:41), und „Dichte, das ist das griechische Rho“ (M.M. - Physik mit c, 2021, 03:32–03:36). Im Bereich der Videos zum Thema Schall wurde in drei Videos keine Trennung zwischen einem Ton im physikalischen und im musikalischen Sinne vorgenommen. So gab Duden Learnattack (2020b) beispielsweise an, dass „du einen Ton [hörst]“ (01:05–01:06) und ließ ein Klavier, und dementsprechend einen Klang, erklingen. Ebenso vermittelte NEO-MINT Lerntipps (2020), dass sich Töne von gezupften Gitarrensaiten erzeugen lassen. Die genannten Aspekte lassen sich je nach Auslegung der Kategorie als fachsprachlich unpräzise oder fachlich falsch klassifizieren. Da in keinem der analysierten Videos zum Thema Schall eine Definition angegeben wurde, wie Töne und Klänge definiert sind, wurden die genannten Aspekte als ungenauer Umgang mit Begrifflichkeiten aufgefasst und unter der Kategorie „Fachsprachlich unpräzise“ erfasst.

Aus fachsprachlicher Perspektive als besonders kritisch einzuschätzen sind die beiden analysierten Erklärvideos der YouTube-Kanäle Physik - und Chemie - simpleclub (2015; 2014). Im Video zum Thema Dichte (Chemie - simpleclub, 2015) konnten fünf und im Video zum Thema Schall (Physik - simpleclub, 2014) drei fachsprachliche Ungenauigkeiten identifiziert werden. Während im Video zum Thema Dichte vorrangig auf

das Mitsprechen oder Mitschreiben von Einheiten verzichtet wurde, wurde im Video zum Thema Schall grundsätzlich keine korrekte Fachsprache verwendet oder physikalische Sachverhalte wurden nicht korrekt verstanden: „Eine hohe Welle ist sehr laut. Eine kleine Schallwelle verdrängt wenig Luftmoleküle. Sie ist demnach sehr leise“ (Physik - simpleclub, 2014, 02:35–02:41) und „Ist eine Schallwelle eng beieinander, dann ist sie ein hoher Ton und ist die Schallwelle sehr hoch, dann ist sie ein lauter Ton“ (Physik - simpleclub, 2014, 02:50–02:57).

Fachlich ungenau. Fachliche Ungenauigkeiten konnten laut der festgelegten Definition der Kategorie (Kapitel 5.3) in einem der analysierten Videos identifiziert werden. So gab NEO-MINT Lerntipps (2020) an, dass Menschen Schallwellen nicht mit bloßem Auge sehen können. Der Sachverhalt wurde damit begründet, dass Schallwellen „sehr klein und ihre Bewegungen sehr schnell sind“ (NEO-MINT Lerntipps, 2020, 01:07–01:10). Unberücksichtigt blieb der Aspekt, dass Druckschwankungen in der Luft in der Regel nicht mit bloßem Auge beobachtet werden können.

Fachlich falsch. Mit neun der 20 analysierten Erklärvideos wies nahezu jedes zweite Erklärvideo fachliche Fehler auf. Die Schwere der Fehler variierte je nach Erklärvideo von einer falschen Angabe des Formelzeichens, bei schoolseasy (2014), oder der Information, dass in der Mathematik keine Einheiten angegeben werden, bei Bieso- Mathe-Physik (2020), bis hin wie weiterführend dargestellt zur Vermittlung von Wissen, welches Schüler*innenvorstellungen grundlegend begünstigt und dem Aufbau von anschlussfähigem Wissen entgegenwirken kann. Die Ergebnisse der analysierten Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte zeigen, dass in drei von elf Videos nicht klar zwischen den Größen Masse, Gewicht und/oder Dichte unterschieden wurde. Im Besonderen m3 [Erklärungen und mehr] (2020) vermittelte eine fehlerhafte Vorstellung der Dichte: „Die

Dichte gibt an, wie schwer ein bestimmtes Material ist“ (00:13–00:16). Zwei von neun Videos zum Thema Schall, wie exemplarisch Physik - simpleclub (2014), bestärkten die Schüler*innenvorstellung des Materialtransports von Schallwellen: „Schall entsteht, indem man irgendwie Luft kurz zusammenpresst und die Luft dann ganz schnell das Weite sucht“ (00:50–00:54).

Insgesamt zeigt die Analyse, dass beim Konsum von Physik-Erklärvideos auf YouTube grundsätzlich mit vor allem fachsprachlichen und fachlichen Fehlern zu rechnen ist. Lediglich einzelne Erklärvideos erfüllten fachlichen Anforderungen an Erklärqualität, indem Inhalte fehlerfrei präsentiert wurden. In Tabelle 14 sind für jedes der analysierten Erklärvideos abschließend Kommentare und Hinweise zur fachlichen Qualität festgehalten. Diese zeigen auf, inwiefern sich ein Erklärvideo für den Einsatz oder die Empfehlung in schulischen Kontexten aus fachlicher Sicht eignet und was gegebenenfalls mindestens zu beachten wären. Es wird auf Basis der Anzahl und Schwere der identifizierten Auffälligkeiten eine Einschätzung zur fachlichen Qualität von „akzeptabel“ bis „nicht akzeptabel“ vorgenommen. Aus fachlicher Sicht sind Erklärvideos mit der Einschätzung „nicht akzeptabel“ eher nicht zum Lernen geeignet. Bei der Mehrheit der Erklärvideos sind trotz akzeptabler fachlicher Qualität Hinweise zu beachten, die der Tabelle zu entnehmen sind.

Tabelle 14 Kommentare und Hinweise zur fachlichen Qualität der analysierten Erklärvideos

YouTube-Kanal (Video)	**Einschätzung fachliche Qualität** Akzeptabel	Nicht akzeptabel	**Hinweise zur fachlichen Qualität**
Thematischer Schwerpunkt Dichte			
Lehrerschmidt (2017)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgende Aspekte sollten beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Video vermittelt fehlerhaftes Verständnis von Masse – Video gibt fälschlicherweise an, dass Stahl und Beton gleiche Dichtewerte haben
Learning Level Up (2020)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt kann beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos begleitend thematisiert werden: – Flussschema „Dichte → Masse → Volumen → Stoff“ (00:22–00:27)
Ivi-Education (2017)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt sollte beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Angabe von Temperaturen in Maßeinheit von Winkeln (°), statt in Einheit der Temperatur (°C)
schoolseasy (2014)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgende Aspekte sollten beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Video vermittelt fehlerhaftes Verständnis von Masse und Gewicht Formelzeichen der Dichte nicht ausreichend eingeführt, Verwechslungsgefahr mit „p“ möglich

Chemie - simpleclub (2015)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgende Aspekte sollten beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Fachsprachliche Ungenauigkeiten können dem Erlernen von Fachsprache potenziell entgegenwirken – Keine Trennung zwischen Stoffen (im Sinne von Substanzen bzw. Materialien) und Körpern – Keine Trennung zwischen Einheiten und physikalischen Größen
Bieso- Mathe-Physik (2020)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt sollte beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Video vermittelt, dass das Festhalten von Einheiten in der Mathematik nicht erforderlich sei
m3 [Erklärungen und mehr] (2020)	☐	X	Aus fachlicher Sicht ist das Video nicht zum Einsatz oder der Empfehlung in Unterrichtskontexten geeignet: – Fachsprachliche Ungenauigkeiten können dem Erlernen von Fachsprache potenziell entgegenwirken: Einheiten von Volumen und Dichtewerten werden nicht angegeben – Video vermittelt falsches Verständnis davon, was die Dichte im Vergleich zur Masse angibt – Formelzeichen der Dichte falsch eingeführt

Hui (2021)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt kann beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Fachsprachliche Ungenauigkeiten können dem Erlernen von Fachsprache potenziell entgegenwirken: Einheiten von Volumen und Dichtewerten werden nicht angegeben
M.M - Physik mit c (2021)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt sollte beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos begleitend thematisiert werden: – Formelzeichen der Masse ähnelt im Video eher einem „M“ statt einem „m“
Duden Learnattack (2020a)	X	☐	
Studienkreis (2021)	X	☐	
Thematischer Schwerpunkt Schall			
Physik - simpleclub (2014)	☐	X	Aus fachlicher Sicht ist das Video nicht zum Einsatz oder der Empfehlung in Unterrichtskontexten geeignet: – Ungenaue Verwendung von Fachbegriffen: keine Trennung zwischen Ton und Klang – Fachsprachliche Ungenauigkeiten können dem Erlernen von Fachsprache und Fachinhalten potenziell entgegenwirken: Beschreibung von Eigenschaften von Schallwellen fachsprachlich unpräzise – Video vermittelt falsches Verständnis von Schall: vermittelt Vorstellung des Materietransports

Duden Learnattack (2020b)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgende Aspekte sollten beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Ungenaue Verwendung von Fachbegriffen: keine Trennung zwischen Ton und Klang – Wiederholt keine klare Trennung zwischen Schwingung und Welle
physikdigital • de (2018)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt sollte beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Ungenaue Verwendung von Fachbegriffen: keine Trennung zwischen Ton und Klang
Studytiger - Physik & E-Technik (2021)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt sollte beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Video vermittelt an einer Stelle (02:54–03:00) fachlich falsche Vorstellung der Entstehung und Ausbreitung von Schallwellen
Physikcoach (2021)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt kann beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos thematisiert werden: – Keine klare Trennung zwischen Schwingung und Welle an einer Stelle des Videos (01:01–01:06)

NEO-MINT Lerntipps (2020)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgende Aspekte sollten beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Ungenaue Verwendung von Fachbegriffen: keine Trennung zwischen Ton und Klang – Fachsprachliche Ungenauigkeiten können dem Erlernen von Fachsprache und Fachinhalten potenziell entgegenwirken: keine fachsprachlich korrekte Definition einer Schwingung
Schalldämmen und mehr (2021)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt sollte beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos berücksichtigt werden: – Fachlich falsche Definition der Wellenlänge
planet schule (2014)	X *Hinweise beachten*	☐	Folgender Aspekt kann beim Einsatz bzw. bei der Empfehlung zum Konsum des Videos thematisiert werden: – Fachsprachlich ungenaue Erklärung für Ausbreitung von Schallwellen (00:51–00:57)
Deutsches Elektronen-Synchrotron (2021)	X	☐	

6.4 Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse zusammengefasst. Nach einer Darstellung der Ergebnisse in Tabellenform folgt die Beantwortung der Forschungsfrage 1.2. Für die Bewertung der fachdidaktischen Erklärqualität auf quantitativer Ebene anhand der Anzahl

(nicht/teilweise) erfüllter Qualitätskriterien wurden Punkte vergeben. Vollständig erfüllte Kriterien wurden mit zwei Punkten und teilweise erfüllte Kriterien mit einem Punkt bewertet. Ist ein Qualitätskriterium nicht erfüllt, wurde kein Punkt vergeben. Wie im weiteren Verlauf argumentiert wird, kann jedoch anhand der Anzahl erfüllter Qualitätskriterien keine eindeutige Aussage getroffen werden, inwiefern sich ein Erklärvideo tatsächlich für den Einsatz in Unterrichtskontexten eignet. Dennoch lassen sich Tendenzen erkennen, welchen Videos eine höhere bzw. niedrigere Erklärqualität zugeschrieben werden kann.

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse der Erklärvideos zum thema- tischen Schwerpunkt Dichte und in Tabelle 16 der Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall mittels des in Kapitel 5.4 vorgestellten Qualitätskriterienrasters (Tabelle 8) zusammengefasst. Zur visuellen Orientierung sind nicht erfüllte Qualitätskriterien dunkelgrau und teilweise erfüllte Qualitätskriterien hellgrau unterlegt. Die ausführlichen Argumentationen, die den Bewertungen der Qualitätskriterien zugrunde liegen, sind dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 15 Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Dichte

Qualitätskriterium \ **YouTube-Kanal**	Lehrer-schmidt (2017)	Duden Learnattack (2020a)	Ivi-Educa-tion (2017)	schoolseasy (2014)	Bieso-Mathe-Phy-sik (2020)	Chemie - simple-club (2015)	m3 [Erklä-rungen und mehr] (2020)	Learning Level Up (2020)	Hui (2021)	M.M - Physik mit c (2021)	Studienkreis (2021)
Struktur geben	–	~	+	–	–	–	~	~	–	–	–
Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel	+	+	–	+	+	~	+	–	~	~	+
Adaption an Vorwissen	+	–	–	~	+	+	–	–	+	+	~
Adaption an Schüler*innenvorstellungen	–	~	~	~	~	~	–	–	+	~	~
Interesse wecken	–	+	~	+	~	+	–	–	~	~	–
Beispiele	–	+	~	+	~	~	–	–	~	+	–
Analogien und Modelle	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Darstellungsformen und Experimente	–	+	~	~	–	+	–	–	+	+	~
Sprachebene	~	+	~	~	~	–	–	–	+	~	~
Mathematisierungsgrad	~	+	–	–	+	+	–	–	+	~	~
Relevanz verdeutlichen	–	+	~	+	~	~	–	–	~	–	–
Prompts zu relevanten Inhalten geben	–	+	–	–	~	~	–	–	~	~	–
Direkte Ansprache	~	+	~	~	+	+	~	~	+	+	~
Minimalismus	+	~	~	–	~	+	+	–	+	+	+
Hohe Kohärenz des Gesagten	–	+	~	+	~	~	–	–	+	+	~
Anschlussaufgaben	–	–	~	–	–	–	–	–	+	–	–
Bewertung der Erklärqualität (quantitativ)	9	23	12	15	16	18	6	2	23	18	11

„+“ – vollständig erfüllt (2 Pkt.); „~“ – teilweise erfüllt (1 Pkt.); „–“ – nicht erfüllt (0 Pkt.)

Tabelle 16 Ergebnisse der fachdidaktischen Analyse zum thematischen Schwerpunkt Schall

YouTube-Kanal / **Qualitätskriterium**	Physik - simple-club (2014)	Duden Learnattack (2020b)	NEO-MINT Lerntipps (2020)	Studytiger - Physik & E-Technik (2021)	Deutsches Elektronen-Synchrotron (2021)	Physikcoach (2021)	physikdigital • de (2018)	Schall-Dämmen und Mehr (2021)	planet schule (2014)
Struktur geben	~	~	–	–	~	~	–	~	~
Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel	–	~	–	+	~	+	–	+	+
Adaption an Vorwissen	–	~	–	~	+	+	–	~	+
Adaption an Schüler*innenvorstellungen	–	–	–	~	~	~	~	~	~
Interesse wecken	~	+	~	–	+	–	–	–	~
Beispiele	–	+	~	–	+	~	~	–	+
Analogien und Modelle	–	–	–	~	~	~	~	~	~
Darstellungsformen und Experimente	–	–	–	–	+	~	~	~	+
Sprachebene	–	~	–	~	+	~	~	~	~
Mathematisierungsgrad	~	~	~	~	+	~	+	–	+
Relevanz verdeutlichen	~	+	~	–	+	+	–	–	~
Prompts zu relevanten Inhalten geben	–	–	–	–	–	~	–	~	–
Direkte Ansprache	+	+	~	~	~	+	~	~	–
Minimalismus	~	~	–	~	~	–	~	–	–
Hohe Kohärenz des Gesagten	–	–	–	~	~	–	–		~
Anschlussaufgaben	–	–	–	–	–	–	~	–	–
Bewertung der Erklärqualität (quantitativ)	7	14	5	10	21	16	10	11	17

„+“ – vollständig erfüllt (2 Pkt.); „~“ – teilweise erfüllt (1 Pkt.); „–“ – nicht erfüllt (0 Pkt.)

Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfrage 1.2: Fachdidaktische Qualität von Physik-Erklärvideos

Forschungsfrage 1.2: Welche Qualität haben Physik-Erklärvideos auf YouTube*, exemplarisch zu den Themen Dichte und Schall, bezogen auf die fachdidaktische Qualität?*

Die Analyseergebnisse zeigen deutliche Mängel an fachdidaktischer Qualität bei den analysierten Erklärvideos auf. Keines der analysierten Videos erfüllte vollständig die Qualitätskriterien lernförderlicher Erklärvideos nach Kulgemeyer (2018b, 2020b). Dennoch ließen sich einige Erklärvideos identifizieren, die aus fachdidaktischer Perspektive für den Einsatz in Unterrichtskontexten oder als Empfehlung für Lernende geeignet erscheinen. Andere Erklärvideos hingegen sollten nicht uneingeschränkt genutzt oder empfohlen werden. Tendenzen, inwiefern Erklärvideos aus fachdidaktischer Sicht eher weniger zum Lernen geeignet erscheinen, lassen sich bereits bei einer quantitativen Betrachtung der Anzahl nicht erfüllter Qualitätskriterien erkennen. Gleichzeitig bedeutet eine hohe Anzahl erfüllter Qualitätskriterien nicht per se, dass ein Erklärvideo uneingeschränkt in Unterrichtskontexten eingesetzt oder empfohlen werden kann. Auf qualitativer Ebene können einzelne nicht erfüllte Kriterien ausschlaggebend dafür sein, dass sich ein Video trotz ansonsten hoher Erklärqualität für eine bestimmte Zielgruppe als ungeeignet erweist.

Im Querschnitt zeigt die Analyse Tendenzen auf, welche Qualitätskriterien von YouTube-Erklärvideos in der Regel erfüllt bzw. nicht erfüllt werden. Zur Beantwortung der Forschungsfrage 1.2 wird im Folgenden vorgestellt, inwiefern Erklärvideos auf YouTube, exemplarisch zu den thematischen Schwerpunkten Dichte und Schall, die Qualitätskriterien lernförderlicher Erklärvideos erfüllen. Die vollständigen Argumentationen, auf Basis derer die Einschätzungen der Kriterien vorgenommen wurden, sowie welche

Aspekte dementsprechend beim Einsatz in Unterrichtskontexten zu beachten sind, sind wie eingangs angemerkt dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Struktur geben. Das Qualitätskriterium „Struktur geben“ wurde von den meisten analysierten Erklärvideos nicht erfüllt. Lediglich im Erklärvideo von Ivi-Education (2017) wurde zu Beginn ein Ausblick auf das Thema gegeben und die Videoinhalte wurden abschließend zusammengefasst. Neun Erklärvideos erfüllten das Kriterium teilweise, indem entweder zu Beginn ein (teils unvollständiger) Ausblick auf Inhalte des Erklärvideos gegeben wurde oder Inhalte am Ende zusammengefasst wurden. Jedes zweite analysierte Erklärvideo gab weder einen vollständigen Ausblick auf die folgenden Inhalte noch wurden wesentliche Aspekte abschließend zusammengefasst. Häufig wurde zu Beginn lediglich das Thema benannt, wie exemplarisch im Erklärvideo von Studytiger - Physik & E-Technik (2021): „In diesem Video geht es um Schallwellen und dabei werden wir zuerst hier auf die Grundlagen eingehen und dann anschließend jetzt noch weitere wichtige Informationen geben“ (00:00–00:09). Offen bleibt, was im Video konkret thematisiert wird und ob das Medium dementsprechend für die jeweiligen Interessen der Konsument*innen relevant ist.

Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel. Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass mit $N_{Dichte} = 9$ und $N_{Schall} = 6$ die meisten der analysierten Erklärvideos das Qualitätskriterium „Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel-Struktur“ der Kernidee „Struktur geben“ vollständig oder teilweise erfüllen. Fünf der analysierten Erklärvideos erfüllten das Kriterium nicht, indem entweder keine Beispiele zur Verdeutlichung der Regel genutzt wurden (siehe Learning Level Up, 2020), die Ableitung der Regel aus Beispielen erfolgte (siehe Physik - simpleclub, 2014; physikdigital • de, 2018) oder das Video

mit einem Beispiel begann und anschließend zur Regel überging (siehe Ivi-Education, 2017).

Adaption an Vorwissen. Auf Basis von Lehrplänen, exemplarisch für das Bundesland Sachsen-Anhalt (Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt, 2019, 2022), wurden Zielgruppen abgeleitet, an die sich die analysierten Erklärvideos potenziell richten. Videos zum thematischen Schwerpunkt Dichte richten sich dementsprechend potenziell an Lernende mit Physik im Anfangsunterricht und dem aufbauenden Unterricht (Sachsen-Anhalt: Gymnasium Klassenstufe 6, Sekundarschule Klassenstufen 7/8) und Videos zum thematischen Schwerpunkt Schall je nach Schulform an Lernende in der Mittel- bzw. Oberstufe (Sachsen-Anhalt: Sekundarschule Klassenstufen 9/10 bzw. Gymnasium Klassenstufen 11/12). Vier der analysierten Erklärvideos zum Thema Dichte wählten jedoch ein fachliches Niveau, das für die vermuteten Zielgruppen als voraussichtlich zu anspruchsvoll einzustufen ist. Beispielsweise wurde im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) die Ursache unterschiedlicher Dichten von unterschiedlichen Stoffen mittels des atomaren Aufbaus erläutert. Für Lernende vor allem mit Physik im Anfangsunterricht, die in der Regel über kein Vorwissen zum Aufbau von Materie verfügen, erscheinen die Erklärung und die Wahl der genutzten Modelle fachlich zu komplex und somit wenig geeignet. Fünf der analysierten Videos zum Thema Dichte waren an das Vorwissen von Lernenden mit Physik im Anfangsunterricht bzw. im aufbauenden Unterricht angepasst und erklärten den physikalischen Sachverhalt auf einem zielgruppenadäquaten Niveau (siehe Tabelle 15).

Im Bereich der analysierten Videos zum Thema Schall ließen sich drei Videos identifizieren, die nicht und drei weitere, die nur teilweise an das Vorwissen der potenziellen Zielgruppe adaptiert waren (siehe Tabelle 16). Die Erklärvideos von Physik - simpleclub (2014) und NEO-MINT

Lerntipps (2020) rissen das Thema Schall lediglich oberflächlich, ohne fachliche Tiefe, an und vermittelten dabei kein zielgruppengerechtes, fachlich korrektes Verständnis von Schall. Zudem lagen den Erklärungen, wie im weiteren Verlauf gezeigt wird, Schüler*innenvorstellungen zugrunde, die eher bei Kindern der Primarstufe zu vermuten sind. Im Gegensatz dazu richtete sich das Erklärvideo von Schalldämmen und mehr (2021) eher an Schüler*innen mit gutem bis sehr gutem physikalisch-mathematischen Verständnis, ohne jedoch darauf hinzuweisen, welches Vorwissen für das Verständnis des Videos erforderlich ist. Drei der analysierten Erklärvideos zum Thema Schall (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021; Physikcoach, 2021; planet schule, 2014) erfüllten das Qualitätskriterium der Adaption an Vorwissen vollständig.

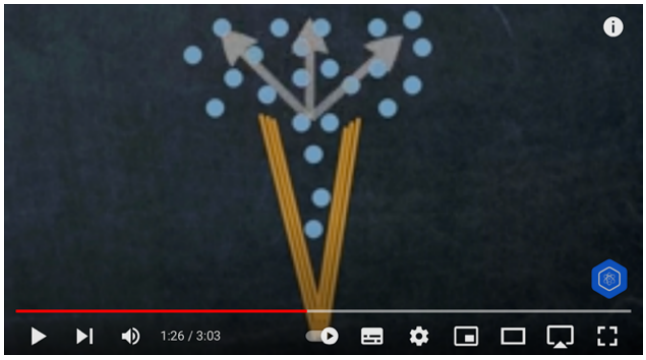
*Adaption an Schüler*innenvorstellungen.* Die Analyse zeigte, dass vor allem der Umgang mit Schüler*innenvorstellungen in den untersuchten Erklärvideos vermehrt problematisch ist. Während in einigen Videos auf eine explizite Thematisierung von Schüler*innenvorstellungen verzichtet wurde, was je nach Videoinhalt im weiteren Sinne als Umgehensstrategie (Schecker et al., 2018) interpretiert werden kann, trugen andere Videos dazu bei, gängige Schüler*innenvorstellungen zu bestärken oder hervorzurufen.

Im Kontext der analysierten Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte ließen sich folgende Problematiken aufzeigen: In drei der analysierten Videos, wie beispielsweise im Video von schoolseasy (2014), aber auch Learning Level Up (2020) und Studienkreis (2021), wurden Masse und Gewicht gleichgesetzt oder nicht klar voneinander abgegrenzt: „Die Masse ist fast dasselbe wie das Gewicht. Auch sie wird in Kilogramm und Co. angegeben“ (schoolseasy, 2014, 01:13–01:19). In zwei weiteren Videos (Lehrerschmidt, 2017; m3 [Erklärungen und mehr], 2020) fand eine Fokussierung auf einzelne Größen statt, wie entweder die Masse oder das

Volumen, was weiterführend potenziell zu Lernschwierigkeiten seitens der Konsument*innen führen kann. Weiterhin zeigte sich in der Analyse, dass in einem der elf analysierten Erklärvideos zum Thema Dichte, dem Erklärvideo von Hui (2021), angemessen auf potenzielle Schüler*innenvorstellungen reagiert wurde, indem diese explizit aufgegriffen und thematisiert wurden.

Sechs der neun Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall, darunter Physik - simpleclub (2014), vermittelten verbal oder durch ungünstige visuelle Informationen die Vorstellung, dass bei Schallwellen Materie durch den Raum transportiert wird: „Schall entsteht, indem man irgendwie Luft kurz zusammenpresst und die Luft dann ganz schnell das Weite sucht“ (00:50–00:54). In zwei der Videos wurde dabei eine Analogie zur Wasserwelle gezogen (siehe Tabelle 17 und Tabelle 18). Auch wenn NEO-MINT Lerntipps (2020) darüber informierte, dass die Wasserwelle „nichts mit der Schallwelle zu tun“ (00:34–00:36) hat, wurde nicht herausgestellt, was der Unterschied zwischen beiden Wellenarten ist. Darüber hinaus erscheint die Wahl der visuellen Informationen von NEO-MINT Lerntipps (2020) aus didaktischer Sicht ungünstig, unter anderem weil verschiedene Arten von Visualisierungen undifferenziert verglichen wurden: die Abbildung einer Wasserwelle und das logische Bild einer Schallwelle (siehe Tabelle 18). Weiterhin stützten drei Videos (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021; Duden Learnattack, 2020b; NEO-MINT Lerntipps, 2020) die Vorstellung des Schallempfängers bzw. dessen Ohr als gerichtetes Ziel einer Schallwelle. Zwei Videos, NEO-MINT Lerntipps (2020) und planet schule (2014), stützten potenziell die Vorstellung, dass sich Töne oder Klänge aus schallerzeugenden Gegenständen herauslocken bzw. herausschlagen lassen.

Tabelle 17 Screenshots und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von Physik - simpleclub (2014, 01:17–01:37)



Und die [Luftmoleküle] fliegen jetzt ganz schnell raus und das drückt dann andere Luftmoleküle weg. **[Pfeile werden nacheinander eingeblendet]** Das geht dann in alle Richtungen und immer so weiter. Hm, das erinnert mich an etwas. Wenn ich einen Stein ins Wasser fallen lasse, dann wird auch was verdrängt.

Und dann entstehen solche Wasserwellen. Und Schall ist eigentlich auch dasselbe. Anstatt Wasser wird eben Luft verdrängt.

Tabelle 18 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von NEO-MINT Lerntipps (2020, 00:30–00:47)

Wenn du das Wort Welle hörst, denkst du sicher erst einmal **[Wasserwelle wird ins Bild geschoben]** an die Wasserwelle. Die hat aber **[Graph wird ins Bild geschoben]** nichts mit der Schallwelle zu tun. Auch wenn sie sich beide mit ihrer geschwungenen Form ähnlichsehen. **[Gesicht links neben Wasserwelle wird ins Bild geschoben]** Wasserwellen hingegen sind jedoch sichtbar. **[Gesicht links neben Schallwelle wird ins Bild geschoben]** Im Gegensatz zu den Schallwellen, die für unser bloßes Auge unsichtbar sind.

Interesse wecken. Eine Einbettung des Erklärinhalts in einen Kontext, der potenziell das Interesse der Konsument*innen anspricht, wurde mit $N_{Dichte} = 3$ bzw. $N_{Schall} = 2$ in jedem vierten analysierten Erklärvideo vorgenommen. So wurde die Erklärung des Themas Schall beispielsweise im Erklärvideo vom YouTube-Kanal Deutsches Elektronen-Synchrotron (2021) von der Fragestellung gerahmt, inwiefern Geräusche im Weltall mit dem Ohr wahrnehmbar sind. Gekoppelt wurde diese Fragestellung an Szenen in Science-Fiction-Filmen. Abschließend fand ein Rückbezug zur genannten Rahmung statt, indem die aufgeworfene Frage mit Hilfe der Erklärung des Videos beantwortet wurde.

In anderen Erklärvideos hingegen erschienen die Wahl des Kontextes oder die Fragen, die zu Beginn eines Erklärvideos aufgeworfen wurden, trivial und dienten lediglich der Benennung des Themas. Beispielsweise fragte Physik - simpleclub (2014) in einer für den YouTube-Kanal typisch umgangssprachlichen Ausdrucksweise, wie die „derbe geile Musik“ (00:05–00:06) auf einem Konzert entsteht und „was […] das eigentlich [ist]“ (00:07–00:08). Ein Rückbezug zum Eingangsbeispiel erfolgte im weiteren Verlauf nicht. Inwiefern Fragen wie diese tatsächlich dazu führen, das Interesse der Konsument*innen für das erklärte Thema zu wecken, ist fraglich. Dementsprechend wurde das Qualitätskriterium im genannten Beispiel mit „teilweise erfüllt“ bewertet. In anderen Erklärvideos, die das Qualitätskriterium nicht erfüllten, wurde keine Einbettung des Erklärinhalts in einen (potenziell Interesse weckenden) Kontext vorgenommen.

Beispiele. Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass in allen analysierten Erklärvideos Beispiele zur Veranschaulichung genutzt wurden. Nicht in jedem Fall wurde damit jedoch das Verständnis sinnvoll unterstützt. Insgesamt wurde das Qualitätskriterium „Beispiele“ nur in sechs von zwanzig Erklärvideos als vollständig erfüllt bewertet. Im Sample der Erklärvideos

zur Dichte fokussierten sich vier von elf Erklärvideos auf das Berechnen von Dichtewerten mittels vorgegebener Zahlenwerte. Anhand der ausführlichen Darstellung der Analyse des Erklärvideos von Lehrerschmidt (2017) in Kapitel 6.1 wurde gezeigt, dass dies nicht zwangsläufig zu einem besseren Verständnis der Dichte führt. Innerhalb der Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall wurden in allen Erklärvideos Beispiele für Schallerzeuger genannt. In Bezug auf das Hervorrufen oder Festigen von Schüler*innenvorstellungen war der Umgang mit diesen Beispielen jedoch in den Videos von beispielsweise Physik - simpleclub (2014) und Studytiger - Physik & E-Technik (2021) als problematisch einzustufen. In anderen Erklärvideos, bei denen das Kriterium als „teilweise erfüllt" bewertet wurde, wäre aus didaktischer Sicht zum Teil eine tiefere Auseinandersetzung mit den Beispielen wünschenswert, um das Verständnis tatsächlich zu unterstützen. Insgesamt ist somit davon auszugehen, dass YouTube-Erklärvideos Beispiele für die Erklärung physikalischer Phänomene und Prinzipien nutzen. Inwiefern diese Beispiele jedoch tatsächlich zum Verständnis beitragen, ist für jedes Erklärvideo individuell zu prüfen.

Analogien und Modelle. Das Qualitätskriterium „Analogien und Modelle" konnte in keinem der analysierten Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte als teilweise oder vollständig erfüllt bewertet werden. Mit $N_{Dichte} = 9$ wurde in der Mehrheit der analysierten Videos gänzlich auf die Nutzung von Analogien und Modellen verzichtet. Zwei Erklärvideos (Duden Learnattack, 2020a; Learning Level Up, 2020) nutzten Modelle zur Visualisierung des Aufbaus von Atomen bzw. Materie, wobei Learning Level Up (2020) lediglich mit Visualisierungen von Kugel-Stab-Modellen arbeitete, ohne diese zu erläutern. Da Modelle zum Aufbau von Materie das fachliche Verständnis von Lernenden vor allem mit Physik im Anfangsunterricht in der Regel überschreiten und somit dem Verständnis der Dichte je nach Zielgruppe nicht zwangsläufig zuträglich sind, wurde

dieses Qualitätskriterium in beiden Erklärvideos ebenfalls mit nicht erfüllt bewertet. Bei Duden Learnattack (2020a) zeigte sich somit ein Zusammenhang zwischen dem Qualitätskriterium „Adaption an Vorwissen“ und dem Qualitätskriterium „Modelle und Analogien“: Die Einbindung von Modellen zum Aufbau von Materie, die das Vorwissen der vermuteten Zielgruppe potenziell übersteigen, führte in diesem Video dazu, dass beide Qualitätskriterien als nicht erfüllt eingeschätzt wurden.

Sieben der analysierten Erklärvideos zum Thema Schall griffen in der Erklärung auf das Teilchenmodell der Luft zurück, um zu verdeutlichen, was Schallwellen sind und wie Schall sich ausbreitet. In einigen Videos führte dies jedoch dazu, in der fachdidaktischen Literatur als gängig beschriebene Schüler*innenvorstellungen (siehe Kapitel 4.2) zu begünstigen. Beispielsweise lag der Fokus bei der Nutzung des Teilchenmodells der Luft im Erklärvideo von Duden Learnattack (2020b) auf dem Versuch, Töne zu visualisieren. Die Darstellung von Tönen als Agglomerate von jeweils fünf schwingenden blauen Kreisen (Abbildung 17) ist dabei sowohl aus fachlicher als auch aus fachdidaktischer Sicht problematisch. In anderen Erklärvideos, wie beispielsweise im Video von planet schule (2014), war die dargestellte Ausbreitung von Schwingungen mit einem Ortswechsel der Luftmoleküle verbunden und dementsprechend ebenfalls problematisch (Tabelle 19). Weiterhin zogen zwei Erklärvideos zur Erklärung von Schall eine Analogie zur Wasserwelle (siehe NEO-MINT Lerntipps, 2020; Physik - simpleclub, 2014), was die Vorstellung des Materietransports von Schall ebenfalls bestärken kann. Lediglich im Video von physikdigital • de (2018) wurden der Modellcharakter und die Grenzen des genutzten Teilchenmodells der Luft herausgestellt.

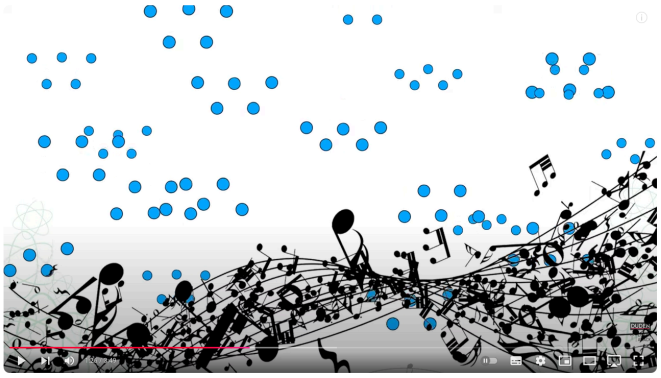


Abbildung 17 Screenshot aus dem Erklärvideo von Duden Learnattack (2020b, 01:26)

Tabelle 19 Screenshot und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von planet schule (2014, 00:42–00:58)

	Person 1: Herr Schwupp, Sie spielen jetzt hier nämlich gleich ein Luftmolekül. Herr Schwupp: Oh. Person 1: Schall breitet sich aus, weil sich die Luftmoleküle gegenseitig anstoßen. Und hupp **[Person 1 stößt Herrn Schwupp an]**, hier kommt eine Schallwelle. **[Wechsel der Seiten]**
	Herr Schwupp: Äh, das heißt, die wird dann immer weitergereicht, von Luftmolekül zu //Person 1: Ja.// Luftmolekül. **[Herr Schwupp stößt Person 1 an, wechselt Seiten, dann stößt Person 1 Herrn Schwupp an]** Person 1: Ja, könnte man so sagen.

Darstellungsformen und Experimente. In Bezug auf das Qualitätskriterium „Darstellungsformen und Experimente“ zeigen die Ergebnisse, dass alle analysierten Erklärvideos in gewisser Weise Darstellungsformen zur Veranschaulichung des Gesagten nutzten. Untersucht wurde, inwiefern diese den Verstehensprozess unterstützen, indem beispielsweise ein didaktisch

sinnvoller Wechsel zwischen unterschiedlichen Darstellungsebenen angeboten wird, und inwiefern Experimente zur Erklärung der thematischen Schwerpunkte genutzt werden. Sechs Erklärvideos ($N_{Dichte} = 4$, $N_{Schall} = 2$) erfüllten das Qualitätskriterium vollständig. Beispielsweise wurde die Erklärung in den Erklärvideos von Hui (2021) und M.M - Physik mit c (2021) an konkrete Experimente gekoppelt, die in Form von Realvideos durchgeführt und mithilfe von Tafelbildern unterstützt wurden. In anderen Erklärvideos, wie beispielsweise den Videos von Lehrerschmidt (2017), Bieso- Mathe-Physik (2020) und m3 [Erklärungen und mehr] (2020), wurde das Qualitätskriterium jeweils nicht erfüllt, da sich diese Videos vorrangig darauf fokussierten, Dichtewerte zu berechnen. Auf visueller Ebene beschränkten sich die angebotenen Informationen auf schriftliche Repräsentationen des Gesagten (sprachliche und mathematische Ebene), ohne zusätzliche Informationen auf bildlicher oder gegenständlicher Ebene anzubieten.

Bei den Videos zum Thema Schall zeigte sich, dass die den Videos zugrunde liegenden Schüler*innenvorstellungen wiederholt auch andere Qualitätskriterien negativ beeinflussen. So führten die genutzten Darstellungsformen und teils auch Experimente in den Erklärvideos von Duden Learnattack (2020b), Physik - simpleclub (2014) und NEO-MINT Lerntipps (2020) dazu, gängige Schüler*innenvorstellungen hervorzurufen oder zu bestärken. Bei den Videos beider thematischer Schwerpunkte ließen sich zudem Erklärvideos identifizieren, bei denen die genutzten Darstellungsformen aufgrund eines Überangebots an visuellen Informationen kontraproduktiv für das Verständnis sein können (siehe Learning Level Up, 2020; Schalldämmen und mehr, 2021; schoolseasy, 2014).

Sprachebene. Die meisten der analysierten Erklärvideos erfüllten das Qualitätskriterium „Sprachebene“ nicht ($N_{Dichte} = 3$, $N_{Schall} = 2$) oder nur teil-

weise ($N_{Dichte} = 6$, $N_{Schall} = 6$). Zwei Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte (Duden Learnattack, 2020a; Hui, 2021) und ein Video zum thematischen Schwerpunkt Schall (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021) bewegten sich hingegen durchgängig auf einer für die Zielgruppe angemessenen Sprachebene, indem sprachliche Register der Alltags- und Fachsprache genutzt wurden. Zudem sind sie nach Leisen (2015) durch den Wechsel verschiedener Darstellungs- und Sprachebenen als sprachsensibel einzustufen und können dementsprechend einen Beitrag zur Förderung des Erwerbs von Fachsprache leisten. Andere Erklärvideos (Chemie - simpleclub, 2015; Learning Level Up, 2020; m3 [Erklärungen und mehr], 2020; NEO-MINT Lerntipps, 2020; Physik - simpleclub, 2014) können dem Erlernen von Fachsprache potenziell entgegenwirken, indem in bestimmten Abschnitten gänzlich auf Fachbegriffe verzichtet wurde oder eine fehlende fachsprachliche Präzision zu fachlichen Fehlern oder Ungenauigkeiten führte. Exemplarisch zu zitieren sind die folgenden Formulierungen: „Je dichter unsere Welle beieinander ist, desto höher ist ein Ton“ (Physik - simpleclub, 2014, 02:11–02:14), „wie laut etwas schwingt“ (NEO-MINT Lerntipps, 2020, 01:17–01:18) oder „die Dichte [ist] ein so genannter Rho“ (Bieso- Mathe-Physik, 2020, 00:40–00:42). Zusammengefasst lässt sich somit festhalten, dass das Erlernen von physikalischen Fachtermini nicht unbedingt durch den Konsum von Erklärvideos gefördert wird. Vielmehr können einige Videos diesem sogar entgegenwirken.

Mathematisierungsgrad. Während knapp jedes zweite Erklärvideo zum Thema Dichte ($N_{Dichte} = 5$) vorrangig auf das Rechnen mit der Formel der Dichte fokussierte, wiesen die meisten Erklärvideos aus dem thematischen Bereich Schall ($N_{Schall} = 9$) eine geringe bis keine Mathematisierung auf, indem das Thema vorrangig auf phänomenologischer Ebene erklärt wurde. Je nach Zielgruppe und Phase im Lernprozess erscheint eine Mathematisierung im Bereich der Erklärung von Schall nicht zwingend notwendig.

Häufig wurde jedoch auf die Darstellung von Schall in Form von Sinuswellen zurückgegriffen, was im weiteren Kontext als Mathematisierung gewertet wurde. In fünf von neun Erklärvideos (simpleclub, 2014; NEO-MINT Lerntipps, 2020; Duden Learnattack, 2020b; Physikcoach, 2021; Studytiger - Physik & E-Technik, 2021) wurde dabei auf eine Achsenbeschriftung verzichtet, was sowohl aus fachlicher als auch aus fachdidaktischer Sicht als ungünstig zu bewerten ist.

Aus fachdidaktischer Sicht ist weiterhin als kritisch zu betrachten, dass die gewählte Mathematisierung in einigen Videos zur Dichte zum Teil nicht dem Verständnis über die physikalische Größe zuträglich war. In den meisten Erklärvideos, in denen mit der Formel der Dichte Berechnungen durchgeführt wurden, wurde lediglich das Einsetzen von Zahlenwerten in die Formel geübt (siehe z. B. ausführliche Analyse des Erklärvideos von Lehrerschmidt, 2017, Kapitel 6.1). Zudem wurden Rechenbeispiele teils in einem derart zügigen Tempo angeboten, dass ein Mitrechnen ohne Pausierung des Videos kaum möglich ist (siehe m3 [Erklärungen und mehr], 2020).

Relevanz verdeutlichen und Prompts zu relevanten Inhalten geben. Inwiefern die Thematik eines Erklärvideos für die Konsument*innen relevant ist, wurde in jedem vierten analysierten Erklärvideo verdeutlicht. Einige Videos wurden zwar von einer Fragestellung gerahmt, zu deren Lösung die Erklärung jeweils beitragen kann. Ein Rückbezug oder eine Klärung dieser Fragestellung erfolgte im weiteren Verlauf jedoch nicht in jedem Video (siehe Bieso- Mathe-Physik, 2020; Chemie - simpleclub, 2015; M.M. - Physik mit c, 2021). In $N_{Dichte} = 4$ und $N_{Schall} = 3$ Videos wurden die Konsument*innen lediglich mit Fakten konfrontiert, ohne dass diese in einen für Lernende relevanten Kontext eingeordnet wurden. Auch Prompts zu relevanten Inhalten wurden mehrheitlich ($N_{Dichte} = 6$,

N_{Schall} = 7) nicht gegeben. Einige Erklärvideos hoben zwar als wichtig erachtete Aspekte hervor, stellten jedoch nicht heraus, *warum* diese Aspekte wichtig sind, oder führten die Relevanz auf falsche oder fachlich und fachdidaktisch ungünstige Begründungen zurück. Exemplarisch zu zitieren ist folgender Erklärvideoabschnitt von Bieso- Mathe-Physik (2020):

> Und wichtig hierbei ist, dass wir die Einheit bei der Rechnung auch mit aufschreiben. In der Mathematik machen wir es nicht. In der Physik ist es Pflicht. Und das ist auch viel einfacher, mit den Einheiten, äh, zu rechnen. Dann findet ihr ganz schnell heraus, ob ihr irgendwo Fehler gemacht habt. (02:51–03:05)

Lediglich ein Erklärvideo, Duden Learnattack (2020a), erfüllte das Qualitätskriterium „Prompts zu relevanten Inhalten geben" vollständig, indem als relevant erachtete Aspekte mit „Achtung" (00:27) und mit „Diese Punkte solltest du dir unbedingt zur Dichte merken" (04:27–04:31) hervorgehoben wurden.

Direkte Ansprache. Die Analyse zeigte, dass die Adressat*innen in nahezu allen Erklärvideos durchgängig (N_{Dichte} = 5 bzw. N_{Schall} = 3) oder zumindest abschnittsweise (N_{Dichte} = 6 bzw. N_{Schall} = 5) in der zweiten Person Singular oder der ersten oder zweiten Person Plural angesprochen werden. Beispielsweise wurden Konsument*innen von simpleclub-Erklärvideos freundschaftlich mit „Moin Leute" (Chemie - simpleclub, 2015, 00:00–00:01) oder „Servus Leuds!" (Physik - simpleclub, 2014, 00:18–00:19) begrüßt und weiterhin durchgängig in der ersten und zweiten Person Plural angesprochen. Im Kontrast dazu fand die Kommunikation im Erklärvideo von planet schule (2014) lediglich zwischen zwei Akteuren statt, ohne dass die Konsument*innen direkt angesprochen wurden. Ein Gesprächsausschnitt der beiden Personen ist exemplarisch Tabelle 19 zu entnehmen.

Minimalismus. Ein weiterer Befund der Analyse ist, dass die Mehrheit der analysierten Erklärvideos das Qualitätskriterium „Minimalismus“ nicht ($N_{Dichte} = 2$ bzw. $N_{Schall} = 4$) oder nur teilweise ($N_{Dichte} = 3$ bzw. $N_{Schall} = 5$) erfüllte. So wurde beispielsweise in sieben Videos, fünf davon zum Thema Schall, Hintergrundmusik eingesetzt. Diese konnte in den Videos von Physik - und Chemie - simpleclub (2015; 2014) erst bei hoher Lautstärke leise im Hintergrund vernommen werden. Im Erklärvideo von NEO-MINT Lerntipps (2020) hatten Musik und Stimme der Sprecherin hingegen etwa die selbe Lautstärke. Weiterhin wurden Konsument*innen in mehr als jedem dritten Video ($N_{Dichte} = 6$ bzw. $N_{Schall} = 2$) am Ende dieses mit einem Werbeblock für den eigenen Kanal oder weiterführende Inhalte des Kanals konfrontiert. Während bei Chemie - simpleclub (2015) auf weitere Inhalte des Anbieters verwiesen wurde, endeten die Videos von Lehrerschmidt (2017) und Duden Learnattack (2020b, 2020a) mit separat aufgenommenen, bis zu 36 Sekunden langen Werbevideos. Andere Erklärvideos, wie schoolseasy (2014), NEO-MINT Lerntipps (2020), planet schule (2014), Schalldämmen und mehr (2021) und Physikcoach (2021), belasteten das Arbeitsgedächtnis mit einer Vielzahl an unnötigen Informationen und Details. Dementsprechend schwierig kann es sich für Lernende beim Konsum dieser Videos gestalten, relevante Fakten zu identifizieren und zu verarbeiten. Im Besonderen das Erklärvideo von Learning Level Up (2020) stellte im Rahmen der Studie den Extremfall einer hohen extrinsischen Belastung dar: Im Video werden in kurzer Zeit eine Vielzahl an zusätzlichen visuellen und auditiven Informationen präsentiert, die ohne Pausierung kognitiv kaum zu verarbeiten sind (siehe Abbildung 18).

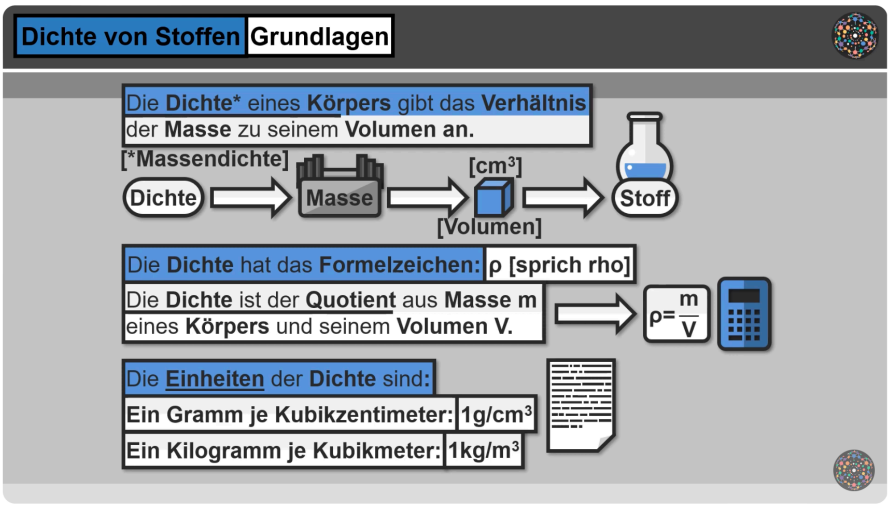


Abbildung 18 Screenshot aus dem Erklärvideo von Learning Level Up (2020, 00:49)

Hohe Kohärenz des Gesagten. Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Analyse, dass viele Erklärvideos auf Ebene globaler und lokaler Kohärenz aus didaktischer Sicht problematisch sind. Mehr als dreiviertel aller analysierten Videos ($N_{Dichte} = 7$, $N_{Schall} = 9$) erfüllten das Qualitätskriterium „Hohe Kohärenz des Gesagten“ nicht oder nur teilweise. Im Bereich der analysierten Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall war mehrfach zu verzeichnen, dass Fragen oder Themen in den Erklärvideos aufgeworfen oder angerissen wurden, die im weiteren Verlauf nicht beantwortet oder nicht weiter thematisiert wurden (siehe Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021; Duden Learnattack, 2020b; Physikcoach, 2021). Weiterhin zeigen die Ergebnisse auf, dass in einigen Erklärvideos beider Themenbereiche Fachbegriffe oder Fachinhalte zunächst eingeführt, anschließend jedoch durch Synonyme ersetzt oder umschrieben werden (siehe Duden Learnattack, 2020b; m3 [Erklärungen und mehr], 2020; NEO-MINT Lerntipps, 2020; Physikcoach, 2021). In einigen Erklärvideos, die das Qualitätskriterium nicht erfüllten, war zudem kein inhaltlicher „roter Faden“ erkennbar. Am Ende des Videos von m3 [Erklärungen und mehr] (2020) stellte sich beispielsweise die Frage, was im Video überhaupt erklärt werden sollte: die Masse, das Volumen oder die Dichte. Eine

Verknüpfung zwischen Phänomenen und dem zugrunde liegenden Gesetz wurde nicht hergestellt. Die Videos von m3 [Erklärungen und mehr] (2020), Physik - simpleclub (2014) und auch Lehrerschmidt (2017) bestanden aus einer Aneinanderreihung einzelner, teilweise fachlich falscher Fakten, die teilweise fachsprachlich ungünstig präsentiert wurden. Konnektoren, wie „weil“, im Sinne lokaler Kohärenz, wurden nicht genutzt, um Verbindungen zwischen Inhalten herzustellen.

Anschlussaufgaben. Die Ergebnisse der Analyse zeigen exemplarisch anhand der 20 analysierten Videos, dass Physik-Erklärvideos auf YouTube in der Regel keine Anschlussaufgaben bereitstellen. Lediglich in einem Erklärvideo wurden die Konsument*innen aufgefordert, im Anschluss eigenständig aktiv zu werden, indem die Dichte einer Getränkedose bestimmt werden soll:

> So als Übungsaufgabe für euch zu Hause [sprechende Person nimmt Red Bull-Dose in die Hand] nehmen wir vielleicht hier so ’ne kleine Discobrause und dann bestimmt ihr mal von der Discobrause, was die denn für ’ne Dichte haben könnte und ob die schwimmt oder nicht […] (Hui, 2021, 06:39–06:54).

In einem weiteren Erklärvideo wurden die Konsument*innen aufgefordert, das Video vor der anschließend folgenden Zusammenfassung zu stoppen und „das Wichtigste in ganzen Sätzen zusammen[zufassen]“ (Ivi-Education, 2017, 05:01–05:04). Visualisiert wurde dabei ein Stoppschild, hinter dem eine Folie mit der Zusammenfassung der Videoinhalte zu erkennen war (Abbildung 19). Die Konsument*innen hatten nach der auditiven Information, das Video zu stoppen, eine Zeitspanne von drei Sekunden, um zu reagieren. Das Qualitätskriterium „Anschlussaufgabe“ wurde in diesem Video als teilweise erfüllt bewertet, da fragwürdig ist, inwiefern Lernende in dieser kurzen Zeitspanne tatsächlich Zeit haben, zu reagieren, und andererseits bleibt ungewiss, inwiefern Lernende das Video überhaupt

pausieren würden, wenn die „Lösung“ bereits hinter dem Stoppschild erkennbar ist. 17 der analysierten Erklärvideos endeten, ohne weiterführend zu einer vertieften Auseinandersetzung mit den vermittelten Inhalten anzuregen.

Abbildung 19 Screenshot aus dem Erklärvideo von Ivi-Education (2017, 05:05)

6.5 Ergebnisse der Analyse anhand der Multimediaprinzipien

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Analyse der medialen und lernpsychologischen Qualität anhand des in Kapitel 5.5 beschriebenen Rasters zur Einschätzung der Multimediaprinzipien (Tabelle 9) zusammengefasst. Nach einer Darstellung der Ergebnisse in Tabellenform folgt die Beantwortung der Forschungsfrage 1.3.

In Tabelle 20 sind die Ergebnisse der Analyse anhand der Multimediaprinzipien für den thematischen Schwerpunkt Dichte und in Tabelle 21 für den thematischen Schwerpunkt Schall zusammengefasst. Zur visuellen Orientierung sind nicht erfüllte Prinzipien dunkelgrau und nicht bewertete Prinzipien hellgrau unterlegt. Die ausführlichen Argumentationen, die den Einschätzungen der Multimediaprinzipien zugrunde liegen, sind dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 20 Ergebnisse zur Analyse der Multimediaprinzipien zum thematischen Schwerpunkt Dichte

Multimediaprinzip \ YouTube-Kanal	Lehrer-schmidt (2017)	Duden Learnattack (2020a)	Ivi-Educa-tion (2017)	Schools-easy (2014)	Bieso- Ma-the-Physik (2020)	Chemie - simpleclub (2015)	m3 [Erklä-rungen und mehr] (2020)	Learning Level Up (2020)	Hui (2021)	M.M - Physik mit c (2021)	Studienkreis (2021)
Kohärenzprinzip	a) +	a) +	a) –	a) –	a) +	a) –	a) +	a) –	a) –	a) +	a) +
	b) –	b) +	b) +	b) +	b) +	b) +	b) +	b) –	b) +	b) +	b) +
	c) +	c) +	c) +	c) +	c) –	c) –	c) +	c) +	c) +	c) +	c) +
Signalisierungsprinzip	a) +	a) +	a) +	a) –	a) –	a) +	a) +	a) –	a) +	a) +	a) –
	b) 0	b) 0	b) +	b) 0	b) 0	b) 0	b) –	b) –	b) 0	b) 0	b) +
	c) +	c) +	c) –	c) –	c) +	c) +	c) –	c) –	c) +	c) +	c) +
Redundanzprinzip	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+
Räumliches Kontiguitätsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Zeitliches Kontiguitätsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pre-Training-Prinzip	0	–	0	–	0	–	0	–	0	0	0
Modalitätsprinzip	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+
Personalisierungsprinzip	–	+	–	–	+	+	–	–	+	+	+
Prinzip der Stimme	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+
Abbildungsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Verkörperungsprinzip	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+
Generatives Tätigkeitsprinzip	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–

„+“ – Vollständig erfüllt; „–“ – Nicht erfüllt; „0“ – Nicht bewertbar

Tabelle 21 Ergebnisse zur Analyse der Multimediaprinzipien zum thematischen Schwerpunkt Schall

Multimediaprinzip / **YouTube-Kanal**	Physik - simpleclub (2014)	Dudenattack (2020b)	NEO-MINT Lerntipps (2020)	Studytiger - Physik & E-Technik (2021)	Deutsches Elektronen-synchrotron (2021)	Physik-coach (2021)	Physik-digital • de (2018)	Schall-dämmen und mehr (2021)	planet schule (2014)
Kohärenzprinzip	a) +	a) –	a) –	a) +	a) –	a) –	a) +	a) –	a) –
	b) +	b) +	b) –	b) –	b) +	b) –	b) –	b) +	b) +
	c) –	c) +	c) –	c) +	c) +	c) –	c) +	c) –	c) –
Signalisierungsprinzip	a) +	a) –	a) –	a) +	a) +	a) –	a) –	a) –	a) –
	b) 0	b) 0	b) 0	b) 0	b) –	b) 0	b) 0	b) 0	b) 0
	c) +	c) +	c) +	c) +	c) +	c) +	c) 0	c) –	c) –
Redundanzprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Räumliches Kontiguitätsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Zeitliches Kontiguitätsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pre-Training-Prinzip	0	0	–	0	0	0	0	–	0
Modalitätsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Personalisierungsprinzip	+	+	–	–	–	+	–	–	–
Prinzip der Stimme	+	+	+	–	+	+	–	–	+
Abbildungsprinzip	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Verkörperungsprinzip	–	+	–	+	+	+	–	+	+
Generatives Tätigkeitsprinzip	–	–	–	–	–	–	+	–	–

„+“ – Vollständig erfüllt; „–“ – Nicht erfüllt; „0“ – Nicht bewertbar

Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfrage 1.3: Mediale und lernpsychologische Qualität von Physik-Erklärvideos

Forschungsfrage 1.3: Welche Qualität haben Physik-Erklärvideos auf YouTube*, exemplarisch zu den Themen Dichte und Schall, bezogen auf die mediale und lernpsychologische Qualität?*

Die Analyseergebnisse zeigen, dass die untersuchten Erklärvideos die Multimediaprinzipien (Mayer, 2021) größtenteils erfüllen. Zur Beantwortung der Forschungsfrage werden die Ergebnisse im Folgenden separat für jedes Multimediaprinzip zusammengefasst.

Kohärenzprinzip. Das Kohärenzprinzip erfasste Aspekte, die zum Teil ebenfalls im Kontext des Qualitätskriteriums „Minimalismus" erfasst wurden. Untersucht wurde, inwiefern Erklärvideos vollständig auf a) interessante, aber irrelevante Informationen, b) zusätzliche Texte und Symbole im Sinne eines doppelten Erklärens und c) Hintergrundmusik verzichten. Inwiefern in den analysierten Erklärvideos Hintergrundmusik eingesetzt wurde, wurde bereits im Kontext der fachdidaktischen Analyse dargestellt. Auf eine wiederholte Darstellung der Ergebnisse wird an dieser Stelle verzichtet und auf Kapitel 6.4 verwiesen.

Die Analyse zeigt, dass in etwa der Hälfte aller analysierten Erklärvideos ($N_{Dichte} = 6$, $N_{Schall} = 3$) vollständig auf zusätzliche interessante, aber irrelevante Informationen verzichtet wurde. Einige Erklärvideos, in denen dieser erste Teilaspekt a) des Kohärenzprinzips nicht erfüllt war, wiesen lediglich vereinzelt zusätzliche visuelle oder auditive Einschübe auf. Beispielsweise wurden zur Visualisierung eines Sachverhalts mehr Abbildungen als nötig (Deutsches Elektronen-Synchrotron, 2021) oder zusätzliche Sprechblasen mit irrelevanten, umgangssprachlichen Ausdrücken wie „BAM! :D" und „Alex stinkt!" (Physik - simpleclub, 2014, 01:44–01:46; 01:59–02:09) eingeblendet. Andere Erklärvideos enthielten hingegen

wiederholt visuelle oder auditive Informationen, die nicht zum Verständnis der erklärten Sachverhalte beitrugen. Im Besonderen das Erklärvideo von schoolseasy (2014) fiel negativ durch eine Vielzahl an irrelevanten Einschüben auf, wie beispielsweise: „[Dichte] hat nichts damit zu tun, dass manche Menschen nicht ganz dicht sind“ (schoolseasy, 2014, 00:54–00:57) oder „Was ist denn eine Masse? Nein, wir befinden uns nicht in der Küche und wollen Kekse backen“ (schoolseasy, 2014, 01:05–01:12).

Abschnitte, in denen zusätzliche, doppelte Erklärungen oder zusätzliche, doppelte visuelle Informationen angeboten wurden, ließen sich in sechs der 20 analysierten Erklärvideos ($N_{Dichte} = 2$, $N_{Schall} = 4$) identifizieren. Als Beispiel zu nennen ist folgender Abschnitt des Erklärvideos von Learning Level Up (2020), wobei zudem auf die inkohärente Verwendung von Fachbegriffen hinzuweisen ist: „So gibt die Dichte eines Körpers das Verhältnis der Masse zu seinem Volumen an. Die Dichte gibt also an, welche Masse jeder Kubikzentimeter Volumen eines Stoffes hat“ (Learning Level Up, 2020, 00:14–00:26).

Signalisierungsprinzip. Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass nur ein Teil der analysierten Erklärvideos das Signalisierungsprinzip vollständig erfüllt. Im Kontext des Signalisierungsprinzips wurde erfasst, inwiefern im Erklärvideo auf a) klassische verbale Signalisierungen, wie strukturgebende Sätze oder Überschriften, b) grafische Organisationsformen, wie Tabellen oder Mindmaps, und c) visuelle Signalisierungen, wie spezifische Zeigegesten, zurückgegriffen wurde.

Während lediglich jedes zweite analysierte Erklärvideo ($N_{Dichte} = 7$, $N_{Schall} = 3$) im Kontext des ersten Teilaspekts a) den Verstehensprozess mit strukturgebenden Sätzen oder visuell festgehaltenen Überschriften unterstützte, wurde weiterhin in kaum einem Erklärvideo ($N_{Dichte} = 2$) im Kontext des zweiten Teilaspekts b) mit grafischen Organisationsformen, wie

Mindmaps oder Tabellen, gearbeitet. Da sich dies je nach Aufbereitung der Erklärung nicht in jedem Video konkret anbot, wurde der Teilaspekt „grafische Organisation“ des Signalisierungsprinzips in drei Viertel aller analysierten Erklärvideos nicht bewertet. Visuelle Signalisierungen, wie spezifische Zeigegesten (siehe Abbildung 20), wurden hingegen bei der Mehrheit der analysierten Erklärvideos ($N_{Dichte} = 7$, $N_{Schall} = 6$) genutzt, um auf momentan relevante Aspekte der Erklärung zu verweisen.

Abbildung 20 Beispiel einer spezifischen Zeigegeste, Screenshot aus dem Erklärvideo von Physikcoach (2021, 02:57)

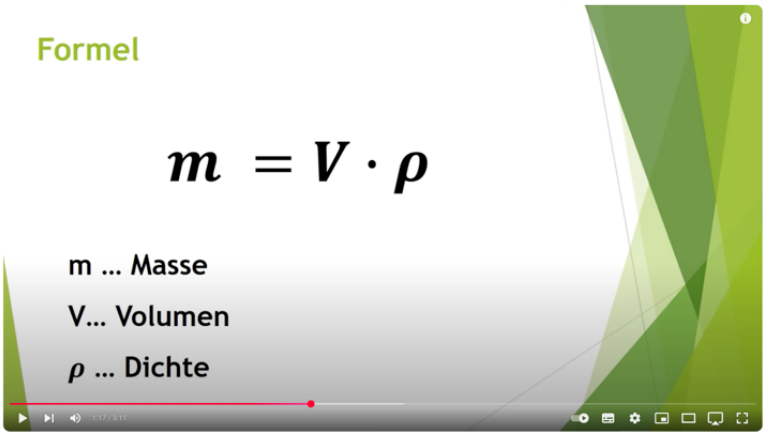
Redundanzprinzip, räumliches und zeitliches Kontiguitätsprinzip. Der überwiegende Anteil der analysierten Erklärvideos erfüllte das Redundanzprinzip ($N_{Dichte} = 10$, $N_{Schall} = 9$) sowie das räumliche ($N_{Dichte} = 10$, $N_{Schall} = 8$) und zeitliche Kontiguitätsprinzip ($N_{Dichte} = 11$, $N_{Schall} = 9$). Lediglich Learning Level up (2020) hielt das Gesagte zusätzlich schriftlich in einer Vielzahl an Merksätzen fest und erfüllt das Redundanzprinzip somit nicht. In den Erklärvideos von M.M. - Physik mit c (2021) sowie planet schule (2014) wurde das räumliche Kontiguitätsprinzip aufgrund der jeweiligen Formate von Realvideos nicht bewertet, da kaum oder gar nicht mit schriftlichen Repräsentationen gearbeitet wurde.

Pre-Training-Prinzip. Unter dem Pre-Training-Prinzip wurde untersucht, inwiefern sich in Erklärvideos Elemente identifizieren ließen, die als Pre-Training-Element hätten ausgelagert werden können. Die Benennung von Vorwissen wurde als potenzielles Pre-Training aufgefasst, da hier die Aneignung von beispielsweise bestimmten Fachinhalten auf eine vorhergehende Lernsequenz ausgelagert wurde. In vier Videos zum thematischen Schwerpunkt Dichte und zwei Videos zum thematischen Schwerpunkt Schall konnten Aspekte identifiziert werden, die zum Teil das Vorwissen der vermuteten Zielgruppe übersteigen und dementsprechend als Vorwissen hätten benannt werden müssen. So wurde beispielsweise Wissen über physikalische Modelle (Duden Learnattack, 2020a) sowie über Fachbegriffe und Konzepte (Learning Level Up, 2020) als bekannt und nicht erklärungsbedürftig vorausgesetzt. Da dieses jedoch das Vorwissen der jeweils vermuteten Zielgruppe potenziell übersteigt und als Pre-Training hätte ausgelagert werden können, wurde das Pre-Training-Prinzip in diesen Erklärvideos nicht erfüllt. Anders gestaltete sich der Umgang mit dem genannten Prinzip im Erklärvideo von NEO-MINT (2020): Hier wurden Schwingungen als bekannt und somit als nicht erklärungsbedürftig vorausgesetzt, die physikalische Größe Frequenz und deren Einheit wurden hingegen neu eingeführt. Je nach Zielgruppe hätte dies jedoch als Pre-Training-Element ausgelagert werden können.

In den meisten analysierten Erklärvideos ($N_{Dichte} = 7$ bzw. $N_{Schall} = 7$) wurde allerdings keine Bewertung vorgenommen. Konnten keine inhaltlichen Aspekte identifiziert werden, die als Pre-Training-Element hätten ausgelagert werden können oder als Vorwissen hätten benannt werden müssen, kann das Prinzip, so wie es von Mayer (2021) formuliert ist, nicht konkret bewertet werden.

Modalitätsprinzip. Bis auf eine Ausnahme erfüllten alle analysierten Erklärvideos das Modalitätsprinzip, indem sich visuelle und auditive Informationen ergänzten. Im Erklärvideo von m3 [Erklärungen und mehr] (2020) wurden hingegen keine Abbildungen zur Unterstützung der Erklärung eingesetzt. Stattdessen wurde ausschließlich auf schriftliche Repräsentationen des Gesagten zurückgegriffen, die den Verstehensprozess nicht durchgehend begünstigten und dem Erlernen mathematischer und physikalischer Konventionen sogar entgegenwirken könnten. In Tabelle 22 ist zudem ein Videoausschnitt von m3 [Erklärungen und mehr] (2020) festgehalten, in dem sich die visuellen und auditiven Informationen widersprechen: Während im Video von der Formel der Dichte gesprochen wird, ist die Formel zur Berechnung der Masse visualisiert.

Tabelle 22 Screenshots und Transkript des Gesagten, Erklärvideo von m3 [Erklärungen und mehr] (2020, 01:12–01:18)

	Für die Dichte gibt es nur eine Formel, die zudem sehr einfach ist.

Personalisierungsprinzip. Die Bewertung des Personalisierungsprinzips deckte sich inhaltlich mit der Bewertung des Qualitätskriteriums „Direkte Ansprache“. Im Kontext beider Kriterien wurde unter anderem untersucht, inwiefern die Adressat*innen in Erklärvideos direkt angesprochen wurden, anstatt dass im unpersönlichen Passiv gesprochen wurde. Da die dreistufige Bewertungsskala des Qualitätskriteriums „Direkte Ansprache“ differenziertere Bewertungen zuließ als die zweistufige Bewertungsskala des

Personalisierungsprinzips, sind die Ergebnisse jedoch nicht deckungsgleich. Wurden die Adressat*innen teilweise, aber nicht durchgängig persönlich angesprochen, wurde das Personalisierungsprinzip als „nicht erfüllt“ bewertet ($N_{Dichte} = 5$ bzw. $N_{Schall} = 6$). Im Rahmen des Qualitätskriteriums „Direkte Ansprache“ wurde hier zum Teil die Bewertung „teilweise erfüllt“ vergeben. In insgesamt neun Erklärvideos ($N_{Dichte} = 6$ bzw. $N_{Schall} = 3$) konnte das Personalisierungsprinzip als erfüllt bewertet werden, da die Konsument*innen durchgängig persönlich angesprochen wurden.

Prinzip der Stimme. Insgesamt wurde in neun von zehn der analysierten Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Dichte und in sechs von neun der analysierten Erklärvideos zum thematischen Schwerpunkt Schall mit einer ansprechenden menschlichen Stimme gesprochen. Im Erklärvideo von Learning Level Up (2020) war an einigen Stellen des Videos unklar, ob tatsächlich eine menschliche Stimme oder eine Computerstimme zu hören ist (z. B. 01:36 und 03:01–03:04). Zudem wurden S-Laute und Endungen teilweise unvollständig artikuliert. In den Erklärvideos von Studytiger (2021) und Schalldämmen und mehr (2021) wiesen die Sprechenden jeweils einen starken Dialekt auf, womit das Prinzip als nicht erfüllt bewertet wurde. Ebenfalls nicht erfüllt war das Prinzip der Stimme im Erklärvideo von physikdigital • de (2018). Zwar wurden die Inhalte von einer menschlichen Stimme vorgetragen, jedoch war die Stimmlage monoton und erweckte einen desinteressierten Eindruck des Sprechenden.

Abbildungsprinzip. Das Abbildungsprinzip wurde von allen in der Studie analysierten Erklärvideos berücksichtigt, indem auf die Darstellung statischer Sprecher*innen verzichtet wurde.

Verkörperungsprinzip. Das Verkörperungsprinzip wurde von knapp zwei Dritteln der analysierten Erklärvideos erfüllt ($N_{Dichte} = 6$ bzw. $N_{Schall} = 6$). Mehrere der analysierten Erklärvideos nutzten das visuelle Format fortlaufender Präsentationsfolien (siehe Chemie - simpleclub, 2015; Ivi-Education, 2017; Learning Level Up, 2020; m3 [Erklärungen und mehr], 2020; Physik - simpleclub, 2014; schoolseasy, 2014). Schriftliche Repräsentationen wurden hierbei nicht live mitgeschrieben, sondern ad hoc als Textelement eingeblendet. In elf der 20 analysierten Videos waren die sprechenden Personen abschnittsweise (Bieso- Mathe-Physik, 2020; Duden Learnattack, 2020a, 2020b; Lehrerschmidt, 2017) oder durchgängig (Hui, 2021; M.M. - Physik mit c, 2021; Physikcoach, 2021; planet schule, 2014; Schalldämmen und mehr, 2021; Studienkreis, 2021; Studytiger - Physik & E-Technik, 2021) visualisiert. Die in den aufgelisteten Videos abschnittsweise oder durchgängig visualisierten Personen wiesen dabei, wie exemplarisch anhand des Beispiels in Abbildung 21, menschliche Gesten auf und hielten Blickkontakt mit den Konsument*innen.

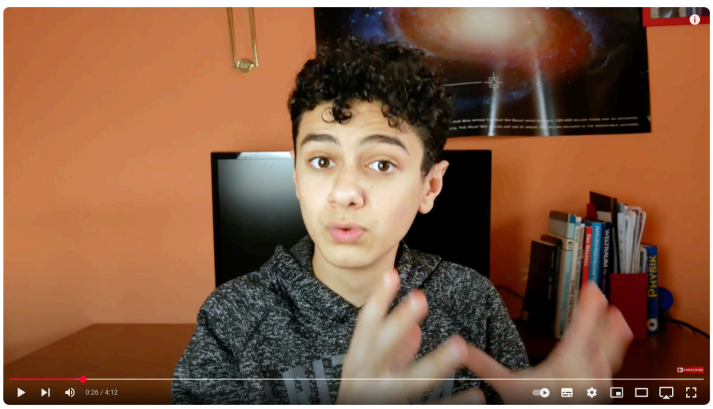


Abbildung 21 Screenshot aus dem Erklärvideo von Bieso- Mathe-Physik (Bieso- Mathe-Physik, 2020, 00:28)

Generatives Tätigkeitsprinzip. In zwei der analysierten Erklärvideos zum Thema Dichte (Hui, 2021; Ivi-Education, 2017) und einem Erklärvideo zum Thema Schall (physikdigital • de, 2018) wurden die Konsu-

ment*innen zu generativen Tätigkeiten angeregt. Inwiefern diese tatsächlich potenziell dazu beitragen, die Konsument*innen kognitiv zu aktivieren, wurde für die genannten Erklärvideos bereits im Kontext der fachdidaktischen Analyse unter dem Qualitätskriterium „Anschlussaufgaben“ analysiert. Die Mehrheit der analysierten Erklärvideos erfüllte das genannte Prinzip nicht.

7 Diskussion und Ausblick

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Erklärvideoanalyse zusammengefasst diskutiert (Kapitel 7.1). Anschließend folgt eine Reflexion und Diskussion der Methode der Erklärvideoanalyse sowie ein Ausblick auf mögliche zukünftige Vorgehensweisen bei der Analyse von Erklärvideos im schulischen Kontext (Kapitel 7.2).

7.1 Diskussion der Ergebnisse der Erklärvideoanalyse

Die Ergebnisse der Erklärvideoanalyse zeigen bei beiden thematischen Schwerpunkten Dichte und Schall deutliche Qualitätsmängel vorrangig auf fachlicher und fachdidaktischer Ebene auf. In Anbetracht vorangegangener Studien (Eichhorn et al., 2019; Krey & Rabe, 2021; Wolf & Kulgemeyer, 2016) erscheinen die Ergebnisse jedoch zumindest für Inhalte des Marktführers „simpleclub“ wenig überraschend. Vielmehr stellt der Befund, dass es sich um ein systematisches Problem handeln könnte, eine neue Erkenntnis dar. Wenngleich die Stichprobe mit N = 20 Erklärvideos nur einen geringen Ausschnitt an YouTube-Erklärvideos abbildet, zeigen die Ergebnisse auf, dass fachliche und fachdidaktische Mängel an Erklärqualität keine kanalspezifischen Einzelbefunde darstellen. Die Vielzahl an identifizierten fachlichen Fehlern verdeutlicht, dass die fachliche Qualität beim Konsum eines Erklärvideos grundsätzlich zu überprüfen ist. Da es Lernenden ohne entsprechendes Vorwissen in der Regel nicht möglich ist, fachliche Fehler eigenständig zu identifizieren, ist zu vermuten, dass diese potenziell übernommen werden und weiterführend unter Umständen den Lernprozess erschweren können. Vor allem der Umgang mit Schüler*innenvorstellungen ist in einigen der analysierten Erklärvideos darüber hinaus als problematisch zu betrachten. Insgesamt birgt der

Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen somit Problematiken, die sich potenziell negativ auf nachhaltige Lernprozesse auswirken können und denen sich Lehrkräfte im Unterricht stellen müssen.

Die Analyseergebnisse deuten darauf hin, dass Physik-Erklärvideos auf YouTube den Verstehensprozess nicht per se durch globale und lokale Kohärenz des Gesagten, Darstellungsformen und Experimente, passende Modelle und Analogien oder einen adäquaten Umgang mit Schüler*innenvorstellungen effektiv unterstützen. Vielmehr ist individuell zu prüfen, inwiefern ein Erklärvideo diese Qualitätskriterien umsetzt. Die Analyseergebnisse zeigen, dass der teilweise didaktisch unreflektierte Umgang mit Analogien und Modellen sowie die gewählten Darstellungen, insbesondere bei den analysierten Erklärvideos zum Thema Schall, das Entstehen von typischen Schüler*innenvorstellungen (siehe Kapitel 4.2) potenziell begünstigen und somit nachhaltigen Lernprozessen potenziell entgegenwirken können. Da von Lernenden nicht erwartet werden kann, dass sie Schüler*innenvorstellungen in Erklärvideos selbstständig identifizieren und hinterfragen, sollten Lehrkräfte vor dem Hintergrund der weiterhin hohen Nutzungszahlen (Bitkom, 2025a; mpfs, 2020a) vorbereitet sein, potenziell vermehrt auf gängige Vorstellungen reagieren zu müssen.

Anhand der analysierten Erklärvideos des Kanals Duden Learnattack (2020b, 2020a) zeigt sich, dass sich die Qualität von Erklärvideos innerhalb eines Kanals deutlich unterscheiden kann. Auch wenn weitere Studien dazu nötig sind, deuten die Ergebnisse an, dass bei der Identifikation eines qualitativ hochwertigen Erklärvideos eines Kanals nicht pauschal angenommen werden kann, dass weitere Erklärvideos desselben Kanals eine ähnlich hohe Qualität aufweisen. Beim Einsatz oder der Empfehlung von Erklärvideos in Unterrichtskontexten ist insofern für jedes Erklärvideo individuell zu prüfen, inwiefern die fachliche und fachdidaktische Qualität eines Videos vertretbar ist. Angesichts des erheblichen Zeitauf-

wands, der mit der Analyse von Erklärvideos verbunden ist, stellt dies Lehrkräfte jedoch vor neue Herausforderungen. Dementsprechend werden im folgenden Kapitel 7.2 Vorschläge abgeleitet, wie Erklärvideos in alltäglichen schulischen Kontexten[9] bewertet werden können.

Wie eingangs anhand der Ergebnisse der Studie von Bitkom (2025a) aufgezeigt, bewerten 64 % der Schüler*innen Erklärungen zu schulspezifischen Themen von YouTuber*innen und Influencer*innen deutlich besser als Erklärungen von Lehrkräften. Möglich ist, dass Online-Erklärungen somit mehr Vertrauen entgegengebracht wird als Erklärungen, die im Unterricht angeboten werden. Exemplarisch anhand des Erklärvideos von Lehrerschmidt (2017) deutet sich an, welche Problematiken sich hieraus ergeben können. Der fachliche Fehler von Lehrerschmidt (2017) zur Ortsabhängigkeit der Dichte und die Delegation der Erklärung, weshalb Stahl und Beton angeblich die gleiche Dichte haben, könnten zu Konflikten zwischen der im Video dargestellten Erklärung und der einer fachkundigen Lehrkraft führen: Wird der Erklärung von Lehrerschmidt (2017) eher vertraut und wird die fachlich korrekte Erklärung einer Lehrkraft nicht akzeptiert, kann dies Lernprozesse, aber auch die Beziehung zwischen Lehrkräften und Schüler*innen potenziell negativ beeinflussen. Somit stellt sich die Notwendigkeit heraus, Lernende für fachliche Fehler in Erklärvideos zu sensibilisieren und sie zu einer kritisch-reflexiven Haltung anzuregen.

Zwischen den beiden Erklärthemen Dichte und Schall zeigen sich bei den analysierten Videos Unterschiede in der Aufarbeitung der fachlichen Tiefe der Erklärungen. Die Ergebnisse der analysierten Erklärvideos zum

[9] Unter Erklärvideoanalysen in alltäglichen schulischen Kontexten wird die Analyse von Erklärvideos zum Beispiel durch Lehrkräfte verstanden, die nicht im Rahmen von Forschungsprojekten erfolgt, sondern vielmehr praxisorientiert ist. Solche Analysen können beispielsweise darauf abzielen, passende Videos für den Einsatz im Unterricht auszuwählen.

thematischen Schwerpunkt Schall zeigen, dass das Thema vorrangig phänomenologisch und zum Teil in einigen Videos lediglich oberflächlich erklärt wird. Relevante Fachbegriffe im Kontext des Themas sowie Kenngrößen von Schallwellen, wie beispielsweise die Frequenz und Amplitude, werden bei einer Betrachtung der Gesamtheit der analysierten Erklärvideos kaum thematisiert. Im Gegensatz zum geringen Mathematisierungsgrad im Rahmen der Erklärungen des Themas Schall steht bei der Erklärung der Dichte die Formel sowie Berechnungen von Dichtewerten im Fokus einer Vielzahl der analysierten Erklärvideos. Möglicherweise können Erklärvideos, die auf die Berechnung von Dichtewerten fokussieren, zudem zu Verstehensillusionen führen, wenn Lernende zwar mit der Formel der Dichte Werte berechnen können, jedoch qualitativ nicht erklären können, was die Dichte beschreibt.

Die Qualitätskriterien „Interesse wecken“ und „Prompts zu relevanten Inhalten geben“ wurden von der Mehrheit der analysierten Erklärvideos nicht vollständig umgesetzt. Dementsprechend deuten die Analyseergebnisse an, dass nicht pauschal angenommen werden kann, dass Erklärvideo-Konsument*innen die Relevanz des jeweils erklärten Prinzips und einzelner relevanter Inhalte verdeutlicht wird. Für den Auswahlprozess eines Erklärvideos für den Einsatz in Unterrichtskontexten erscheinen diese Kriterien jedoch zweitrangig. So kann und sollte die Relevanz eines Themas im Unterricht von der Lehrkraft individuell und zielgruppenspezifisch herausgestellt werden, insofern das eingesetzte Erklärvideo diesem nicht nachkommt. Ähnlich ließen sich Prompts je nach Einsatzsetting nachträglich setzen.

Bei der Suche nach einem individuell passenden Erklärvideo müssen Konsument*innen aus einer Vielzahl an YouTube-Videos auswählen. Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass unterschiedliche Videos zu einem

Thema unterschiedliche fachliche Niveaus adressieren, in der Regel ohne die jeweilige Zielgruppe und deren Vorwissen konkret zu benennen. Auch ein Ausblick auf Inhalte des Videos wird häufig nicht gegeben. In Kapitel 2.2.2 wurde gezeigt, dass Lernende bei der Auswahl eines Videos voraussichtlich andere Strategien verfolgen als Lehrende. Vor allem Oberflächenkriterien wie Popularität und Position eines Videos in der Trefferliste, Kanalname oder der Titel des Videos sind für Lernende entscheidende Auswahlkriterien (Labude et al., 2024; Mohamed & Shoufan, 2022). Um den Prozess der Auswahl passender Erklärvideos zu erleichtern, rückt somit das Qualitätskriterium „Struktur geben“ stärker in den Fokus der Relevanz. Konsument*innen sollte vor Beginn der Erklärung die Möglichkeit geboten werden, zu entscheiden, inwiefern das Video für die jeweiligen Ziele geeignet ist. Dies setzt jedoch die Kompetenz der Lernenden voraus, Erwartungen formulieren und das eigene Vorwissen realistisch einschätzen zu können.

Die Ergebnisse der Studie bestätigen den Befund von Kulgemeyer und Peters (2016), dass die Popularität eines Erklärvideos, gemessen an dessen Klickzahlen, nicht zwangsläufig auf eine hohe Erklärqualität hindeutet. Im Bereich der Videos zum Thema Dichte weisen die Videos von Chemie - simpleclub (2015), Lehrerschmidt (2017) und Ivi-Education (2017) die meisten Klickzahlen auf (siehe Tabelle 5). Bei den analysierten Videos zum Thema Schall steht ebenfalls Physik - simpleclub (2014) an erster Stelle, gefolgt von planet schule (2014) und physikdigital • de (2018) (siehe Tabelle 5). Wie bereits argumentiert wurde, lässt eine quantitative Betrachtung der Anzahl erfüllter Qualitätskriterien keine vollständige Aussage darüber zu, inwiefern sich ein Erklärvideo tatsächlich für den Einsatz in Unterrichtskontexten eignet. Allerdings lässt sich erkennen, welchen Erklärvideos eine eher höhere und welche eine eher niedrigere Erklärqualität zugeschrieben werden kann. Wie Tabelle 15 und Tabelle 16

zeigen, weisen vor allem die Videos von Lehrerschmidt (2017) mit 9 Punkten und Ivi-Education (2017) mit 12 Punkten sowie Physik - simpleclub (2014) mit 7 Punkten und physikdigital • de (2018) mit 10 Punkten wenige vollständig oder teilweise erfüllte Qualitätskriterien auf. Auf quantitativer Ebene kann diesen Videos, die insgesamt alle hohe Klickzahlen aufweisen, eine geringe Erklärqualität zugeschrieben werden. Chemie - simpleclub (2015) und planet schule (2014) weisen mit 18 und 17 Punkten zwar quantitativ betrachtet eine höhere Erklärqualität auf, insgesamt sind jedoch auch in diesen Erklärvideos eine Vielzahl an Qualitätskriterien nur teilweise oder nicht erfüllt. Zudem weisen die Videos von Chemie - simpleclub (2015) und Physik – simpleclub (2014) sowie Lehrerschmidt (2017) vermehrt fachliche und fachsprachliche Fehler und Ungenauigkeiten auf. Dementsprechend konnte auch in der vorliegenden Studie kein Zusammenhang zwischen Klickzahlen und Erklärqualität identifiziert werden.

In Kapitel 2.2.2 wurde gezeigt, dass für Jugendliche der Unterhaltungswert eines Videos von zentraler Bedeutung ist (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Dementsprechend erscheint die Annahme plausibel, dass Erklärvideo-Produzierende auf den Wunsch nach sogenanntem *Infotainment*[10] reagieren und mit visuellen und auditiven Informationen arbeiten, die nicht per se zum Lernerfolg, jedoch zur Unterhaltung beitragen. Wie die Ergebnisse zeigen, lassen sich in Erklärvideos, die das Qualitätskriterium „Minimalismus“ nicht oder nur teilweise erfüllen, überwiegend Aspekte identifizieren, denen jedoch nicht zwangsläufig ein Unterhaltungswert zugeschrieben werden kann. Häufig wird durch eine ungünstige visuelle Gestaltung und zusätzliche Informationen lediglich der *cognitive load*, also

[10] Infotainment: Zusammengesetztes Wort aus dem engl. *information* und *entertainment*, das Inhalte beschreibt, die sowohl informieren als auch unterhalten sollen.

die mentale Belastung, erhöht, ohne die Konsument*innen dabei potenziell zu unterhalten.

In Bezug auf die Analyse der Multimediaprinzipien (Mayer, 2021) zeigen die Ergebnisse exemplarisch anhand der 20 analysierten Videos, dass Erklärvideos auf YouTube einem gewissen Mindestmaß an multimedialer Qualität entsprechen. Im Querschnitt wird der Lernprozess somit in der Regel nicht negativ durch die mediale Aufbereitung der Videos beeinflusst. Dieser Befund ist sowohl als positiv als auch als potenziell problematisch zu beurteilen. Einerseits zeigen die Ergebnisse, dass die meisten Erklärvideos den Lernprozess durch eine effektive mediale Gestaltung unterstützen. Andererseits können Konsument*innen, die sich selbst noch im Lernprozess befinden und Mängel an fachlicher und fachdidaktischer Qualität selbst nicht identifizieren können, möglicherweise durch eben diese positiven Gestaltungsmerkmale getäuscht werden. Vor dem Hintergrund der identifizierten Defizite an fachlicher und fachdidaktischer Qualität zahlreicher analysierter Erklärvideos könnte die mehrheitlich hohe mediale Qualität dieser Videos zu Fehleinschätzungen in ihrer Eignung als Lernmedium führen. In weiteren Studien ist zu untersuchen, inwiefern Konsument*innen auf medialer Ebene ansprechend gestalteten Erklärvideos ebenfalls eine hohe Erklärqualität zuschreiben.

Einzelne Erklärvideos, die bereits in der fachdidaktischen Analyse als defizitär hervortraten, weisen jedoch auch im Hinblick auf die Erfüllung der Multimediaprinzipien deutliche Schwächen auf. Konkret zu benennen sind die Videos von m3 [Erklärungen und mehr] (2020), Learning Level Up (2020), NEO-MINT Lerntipps (2020) und Schalldämmen und mehr (2021). Möglich erscheint, dass Erklärvideos, die von Produzierenden ohne didaktischen Hintergrund erstellt wurden, sowohl aus fachdidaktischer als auch aus medialer und lernpsychologischer Perspektive problematisch sein können. Da jedoch im Kontext von YouTube-Erklärvideo-

analysen nur schwer zu erheben ist, ob ein Erklärvideo von einer Person mit fachdidaktischer Expertise produziert wurde, bleibt diese Annahme hypothetisch.

Weiterführend sollte untersucht werden, inwiefern eine persönliche, freundschaftliche Ansprache in Erklärvideos mit fachlich und fachdidaktisch problematischen Inhalten negative Effekte auf nachhaltige Lernprozesse haben kann. Möglich ist, dass durch die Ansprache einer bestimmten Gruppe, zu der sich die Konsument*innen zählen, ein Zugehörigkeitsgefühl und eine persönliche Bindung zu der erklärenden Person aufgebaut werden (Mayer, 2021). Diese aufgebaute Vertrauensbasis könnte potenziell dazu führen, dass fachliche Fehler oder Schüler*innenvorstellungen möglicherweise unreflektiert übernommen und den im Unterricht vermittelten Inhalten vorgezogen werden könnten.

Nachdem in der Analyse der 20 untersuchten Erklärvideos strukturelle fachliche und fachdidaktische Defizite hinsichtlich der Erklärqualität aufgezeigt werden konnten, bleibt abschließend die Hoffnung, dass sich die Qualität von Physik-Erklärvideos, insbesondere im Hinblick auf die fachliche Korrektheit, durch die Weiterentwicklung und den gezielten Einsatz KI-gestützter Werkzeuge[11] künftig verbessern lässt. Perspektivisch könnten auf diesem Weg insbesondere grobe fachliche Fehler potenziell vermieden werden, indem Erklärvideo-Produzent*innen das Storyboard eines geplanten Videos mittels KI einer fachlichen Analyse unterziehen. Möglich ist zudem, dass sich durch entsprechende Eingabe der Qualitätskriterien und Multimediaprinzipien in Form von Prompts die fachdidaktische

[11] Im Kontext dieser Studie wird die Abkürzung „KI-gestützte Werkzeuge“ als Sammelbezeichnung für generative (Text-)Analyse- und (Text-)Produktionswerkzeuge bzw. *Large Language Models* verwendet. Die Abkürzung „KI“ steht dabei für „Künstliche Intelligenz“.

sowie mediale und lernpsychologische Qualität eines geplanten Erklärvideos erhöhen ließe. Inwiefern KI-gestützte Werkzeuge jedoch neue, derzeit noch unbekannte Herausforderungen mit sich bringen, kann prospektiv nicht beantwortet werden.

7.2 Diskussion und Reflexion des methodischen Vorgehens: Potenziale, Limitationen und Implikationen

Im Folgenden werden Potenziale und Limitationen des methodischen Vorgehens im Rahmen der Erklärvideoanalysen reflektiert und diskutiert. Dabei werden Fragen aufgeworfen, die es in weiteren Studien zu klären gilt, und Implikationen für zukünftige Erklärvideoanalysen vorgeschlagen.

Grundlegend ist festzuhalten, dass in der vorliegenden Analyse lediglich eine begrenzte Anzahl an YouTube-Erklärvideos zu den Themen Dichte und Schall untersucht wurde und daher keine uneingeschränkte Verallgemeinerung der Ergebnisse auf Physik-Erklärvideos insgesamt möglich ist. Jedoch lässt sich anhand der Ergebnisse erkennen, welche der untersuchten Qualitätskriterien und Multimediaprinzipien zumindest in diesem Sample durchgängig nicht oder nur teilweise erfüllt wurden. Es ist zu vermuten, dass sich die in dieser Studie gezeigten Tendenzen auch in größer angelegten Studien widerspiegeln. Weiterhin zeigen die Ergebnisse zwar, dass die Komplexität eines Themas offenbar nicht ausschlaggebend ist für die fachliche Qualität von Erklärvideos. Selbst in Videos zum, zumindest für fachkundige Personen, vergleichsweise leicht zugänglichen Thema der Dichte konnten zahlreiche fachliche Fehler identifiziert werden. Dennoch bleibt offen, ob ähnliche Problematiken auch in Erklärvideos zu anderen Themenbereichen der Physik auftreten und ob sie die Ergebnisse der Studie somit generalisieren lassen.

Methodische Reflexion der Analyse der fachlichen Qualität

Die Ergebnisse beider Rater*innen im Rahmen der Analyse der fachlichen Qualität zeigen, dass häufig zwar dieselben, aus fachlicher Sicht auffälligen Stellen identifiziert werden, die Zuordnung zu den Kategorien (siehe Kapitel 5.3) jedoch nicht immer eindeutig ist. Beispielsweise ist vor allem die Grenze unscharf, wann eine Aussage oder ein Aspekt in einem Erklärvideo als fachsprachlich unpräzise oder als fachlich falsch einzuordnen ist. Als Beispiel zu nennen ist das Erklärvideo zum Thema Dichte vom YouTube-Kanal schoolseasy (2014), in dem anstatt des Formelzeichens „ρ“ der Dichte ein kleines „p“ visualisiert wird. Da an keiner Stelle des Videos das Formelzeichen als „Rho“ benannt wird und das kleine „p“ in der Physik als Formelzeichen für den Druck steht, wurde nach einer Diskussion zwischen den Rater*innen der Aspekt im Rahmen des Erklärvideos von schoolseasy (2014) als fachlich falsch anstatt fachsprachlich unpräzise eingeordnet. Für andere Erklärvideos, wie zum Beispiel Chemie - simpleclub (2015), wird jedoch die von der fachsprachlichen Norm in deutschen Schulbüchern abweichende Bezeichnung „L“ für die Angabe des Volumens Liter als fachsprachlich unpräzise codiert.

Die Beispiele zeigen, dass die Zuordnung von fachlichen Auffälligkeiten nicht pauschal, sondern zum Teil kontextabhängig erfolgen sollte. Obwohl vorab eine Diskussion und Konsensbildung über die Anwendung der Kategorien stattfand und ein Codierleitfaden erstellt wurde, zeigt die Studie, dass je nach Auslegung der identifizierten Auffälligkeiten für verschiedene Rater*innen unterschiedliche Ergebnisse zu erwarten sind. Die Ergebnisse kommunikativ zu validieren, stellt vor dem Hintergrund der beschriebenen Umstände eine geeignete Möglichkeit dar, um zu intersubjektiv nachvollziehbaren Ergebnissen zu gelangen. Zumindest im Rahmen der vorliegenden Studie zeigt sich, dass sich fachliche Auf-

fälligkeiten vollständig mittels der aufgestellten Kategorien (siehe Kapitel 5.3) erfassen lassen.

Insgesamt wird die Sprache in Erklärvideos in der vorliegenden Studie sowohl im Rahmen der fachlichen Analyse als auch im Rahmen der fachdidaktischen Analyse untersucht. Hintergrund ist, dass die Analyse und Bewertung (fach)sprachlicher Aspekte gemäß der Beschreibung des Qualitätskriterienrasters (Kulgemeyer, 2018b, 2020b) vorrangig auf die Sprach*ebene*, wie beispielsweise die Einführung und Verwendung von Fachbegriffen und der Wechsel zwischen den sprachlichen Ebenen der Fach- und Alltagssprache, abzielt. Eine Analyse beispielsweise fachsprachlich falsch verwendeter Begriffe könnte zwar auch hier angeknüpft werden. Dies würde jedoch eine Erweiterung der Beschreibung des Kriteriums erfordern. Es erscheint sinnvoll, im Rahmen des Qualitätskriteriums „Sprachebene“ nicht lediglich zu betrachten, ob die Sprachebene an die jeweilige Zielgruppe angepasst ist, sondern auch, ob das Video das Erlernen von Fachsprache unterstützt oder diesem zumindest nicht entgegenwirkt. Vorschläge, wie fachliche und fachsprachliche Aspekte effizient in weiteren Analysen erfasst werden können, sind Tabelle 23 zu entnehmen.

Methodische Reflexion der Analyse der fachdidaktischen sowie der medialen und lernpsychologischen Qualität: Reflexion der Verfahrensweise

Die Analyseergebnisse der fachdidaktischen Qualität und der Multimediaprinzipien zeigen, dass verschiedene Rater*innen zum Teil zu unterschiedlichen Ergebnissen in den Bewertungen kommen. Wiederholt zeigt sich, dass auf Grundlage der gleichen Argumentation unterschiedliche Bewertungen vorgenommen werden. Als Ursache lässt sich die unterschiedliche Auslegung der Qualitätskriterien (Kulgemeyer, 2018b, 2020b) und der Multimediaprinzipien (Mayer, 2021) zwischen verschiedenen Rater*-

innen identifizieren. Somit sollte zunächst ein Konsens gefunden werden, inwiefern beispielsweise bestimmte Qualitätskriterien als formale Kriterien zu betrachten und zu bewerten sind. Wird im Rahmen des Qualitätskriteriums „Struktur geben“ beispielsweise auch betrachtet, ob die Zusammenfassung der wesentlichen Aspekte des Videos aus didaktischer Sicht sinnvoll ist, oder reicht es aus, wenn stichpunktartig wiederholt wird, was im Video thematisiert wurde? Und reicht es beispielsweise zur Erfüllung des Qualitätskriteriums „Regel-Beispiel oder Beispiel-Regel“ aus, lediglich die Struktur des Videoinhalts zu bewerten, oder wird hier auch betrachtet, inwiefern das Beispiel überhaupt dazu geeignet ist, die Regel zu verstehen? Im adaptierten Bewertungsraster (Kapitel 5.4) wurde dies im Verlauf der Studie ergänzt und die genannten Qualitätskriterien wurden als formale Kriterien betrachtet und bewertet.

Für die Bewertung der Qualitätskriterien ist eine fachdidaktische und literaturbasierte Auseinandersetzung mit den Inhalten des Rasters erforderlich. Im Kontext wissenschaftlicher Erklärvideoanalysen sollte vorab festgelegt werden, auf Basis welcher Literatur Rater*innen argumentieren und bewerten. Eine Ausschärfung der Beschreibung der einzelnen Qualitätskriterien sollte dementsprechend in Betracht gezogen werden, um einen Konsens zwischen unterschiedlichen Rater*innen zu ermöglichen. Ein Vorschlag ist, das Qualitätskriterienraster für die Verwendung in wissenschaftlichen Kontexten um Hinweise zur Bewertung zu erweitern. Diese könnten, ähnlich wie ein Codierleitfaden im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse, Informationen enthalten, wann ein Qualitätskriterium erfüllt, teilweise oder nicht erfüllt ist. In weiteren Studien ist zu prüfen, ob die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen verschiedenen Rater*innen dadurch erhöht und das Bewertungsverfahren darüber hinaus für Außenstehende nachvollziehbarer gestaltet werden kann. Aufgrund unterschiedlicher Zielsetzungen erscheint eine solche Erweiterung des Rasters für

Erklärvideoanalysen in alltäglichen schulischen Kontexten jedoch nicht notwendig.

Die Bewertung der Qualitätskriterien anhand der dreistufigen Skala lässt Spielräume zu, die teilweise davon abhängen, ob ein Erklärvideo im Kontext bereits analysierter Videos betrachtet wird oder nicht. Grundlegend ist es sinnvoll, jedes der analysierten Erklärvideos einzeln zu betrachten und zu bewerten. Gleichzeitig sollte die Bewertung der Erklärvideos insgesamt konsistent sein und es sollten sich keine Widersprüche ergeben. Dies illustriert der folgende Fall: Wurde für ein Erklärvideo das Qualitätskriterium „Direkte Ansprache“ als „teilweise erfüllt“ bewertet, weil in einem Absatz keine direkte Ansprache der Konsument*innen erfolgte, sonst jedoch schon, dann sollte dies auch für die Bewertung weiterer im Rahmen der Studie analysierter Erklärvideos als Bewertungsmaßstab mitgedacht werden. Somit sollte auch hier zunächst ein gemeinsamer Konsens gefunden werden, wie Fälle wie diese zu bewerten sind. Insgesamt setzt ein solcher Bezugsrahmen jedoch voraus, dass bereits einige Erklärvideos analysiert wurden.

Die Ergebnisse zum Pre-Training-Prinzip zeigen, dass die Bewertung dieses Kriteriums für den Analysegegenstand von YouTube-Videos teilweise wenig zielführend ist, da es, wie bereits dargelegt, kaum bewertet werden konnte. Zudem wird bereits im Rahmen der fachdidaktischen Analyse unter dem Qualitätskriterium „Adaption an Vorwissen“ erfasst, inwiefern Erklärvideos inhaltliche Aspekte aufweisen, die das Vorwissen der vermuteten Zielgruppe übersteigen. In weiterführenden Erklärvideoanalysen ist je nach Datensatz zu entscheiden, inwiefern die Einschätzung des genannten Prinzips sinnvoll und nötig ist.

Reflexion der verwendeten Analysewerkzeuge und Implikationen für Erklärvideoanalysen in alltäglichen schulischen Kontexten

Insgesamt sind die verwendeten Analyseraster zur Erfassung der fachdidaktischen sowie der medialen und lernpsychologischen Qualität geeignete Werkzeuge zur Erfassung von Oberflächenmerkmalen qualitativ hochwertiger Erklärungen sowie der medialen Gestaltung. Inhaltlich und methodisch stoßen die Raster jedoch auf Grenzen. Im Folgenden wird reflektiert, inwiefern insbesondere das verwendete fachdidaktische Analyseraster nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) ein geeignetes Analysewerkzeug zur Identifikation lernförderlicher Erklärvideos darstellt. Weiterhin wird erörtert, inwieweit das Raster als praxisnahes Werkzeug für Lehrkräfte zur Analyse von Erklärvideos geeignet ist. Identifizierte Potenziale, aber auch Limitationen werden aufgezeigt und weiterhin werden Implikationen zur Erweiterung des Qualitätskriterienrasters und Ideen für zukünftige Erklärvideoanalysen vorgestellt.

Eine grundlegende Herausforderung, die die isolierte Betrachtung von Oberflächenmerkmalen mit sich zieht, ist, dass nicht alle didaktischen Anforderungen erfasst werden können, denen ein Bildungsmedium genügen sollte. Eine Erkenntnis der Analysen anhand des fachdidaktischen Qualitätskriterienrasters ist, dass sich äußere Merkmale guter Erklärungen effektiv erfassen und darstellen lassen. Gleichzeitig lassen sich tiefere Strukturen, wie beispielsweise welches Bild von Physik und Physiklernen im Erklärvideo vermittelt wird, nicht erfassen. Angemerkt wurde dies bereits von Krey und Rabe (2021):

> Diese [allgemeinen Qualitätskriterien für Erklärungen] erscheinen gut geeignet, die Oberflächenstruktur, wie beispielsweise den Grad der Strukturiertheit, die (sprachlich) passende Adressierung der Zielgruppe oder die Einbettung von (alltagsnahen) Beispielen, zu erfassen. Das Bild (des Lernens) von Physik

> hingegen bleibt weitgehend implizit und ist damit nur rekonstruktiv zugänglich. (Krey & Rabe, 2021, S. 158)

Beispielsweise zeigte sich im Erklärvideo von Chemie - simpleclub (2015) ein ähnlicher Befund bezüglich der Darstellung von physikalischem Wissen wie in Analysen von Krey und Rabe (2021). Zwar ist die Adaption an das Vorwissen der vermuteten Zielgruppe in diesem Video gemäß des Qualitätskriterienrasters vollständig erfüllt. Allerdings wird der Erklärinhalt nicht nur stark simplifiziert, sondern vielmehr sogar trivialisiert und kann Verstehensillusionen möglicherweise begünstigen. Was Dichte ist, ist für Chemie - simpleclub (2015) „eigentlich schnell erklärt“ (00:09–00:11), wobei anstatt zu erklären, was die Dichte ist, lediglich Zahlen in eine Formel eingesetzt werden. Bei der Angabe von Einheiten ist dabei vor allem wichtig, „dass man damit rechnen kann“ (Chemie - simpleclub, 2015, 01:28–01:30). Der Inhalt des Erklärvideos ist somit vielmehr fokussiert auf das Berechnen von Werten über Formeln, die „schnell in der Formelsammlung nach[ge]schlagen“ (Chemie - simpleclub, 2015, 03:38–03:39) werden können, anstatt auf ein tragfähiges Verständnis physikalischer Größen. Anstatt zu verstehen, wie Formeln zustande kommen, gelangen Konsument*innen „mit ’nem einfachen Trick“ (Chemie - simpleclub, 2015, 02:15–02:17), dem Formeldreieck, viel schneller an das gesuchte Ergebnis. Welches Bild von Physik und Physiklernen sich im Erklärvideo dokumentiert, ist rekonstruktiv, nicht jedoch mittels des Qualitätskriterienrasters erschließbar. Insgesamt können somit zwar Oberflächenmerkmale guter Erklärungen mit dem Raster eindeutig identifiziert werden, diese sind jedoch allein kein Garant für ein lernförderliches und didaktisch hochwertiges Erklärvideo.

Die Analyse von Erklärvideos anhand des Qualitätskriterienrasters (Kulgemeyer, 2018b, 2020b) und anhand der Multimediaprinzipien (Mayer, 2021) ist ein äußerst zeitaufwendiges Verfahren und kann von

Lehrkräften im schulischen Alltag vermutlich nur sporadisch durchgeführt werden. Aus fachdidaktischer Sicht problematisch umgesetzte Aspekte in Erklärvideos zeigen sich zum Teil jedoch erst bei einer intensiven Auseinandersetzung mit erstellten Storyboards. Je nach Komplexität und Länge eines Videos entgeht Expert*innen beim alleinigen Konsum eines Videos möglicherweise, ob Fachbegriffe tatsächlich durchgängig einheitlich verwendet werden oder nicht. Auch inwiefern ein Erklärvideo inhaltlich kohärent ist und ob beispielsweise jede zu Beginn des Videos aufgeworfene Frage ausreichend beantwortet wird, fällt erst bei der Analyse des Storyboards, nicht jedoch unbedingt nach dem ersten oder zweiten Konsum des Videos, auf. Prinzipiell sollte es der Anspruch einer Lehrkraft sein, sich mit einem Medium zunächst intensiv auseinanderzusetzen, bevor es in Unterrichtskontexten eingesetzt wird. Ob es Lehrkräften jedoch zeitlich möglich ist, jedes potenziell eingesetzte oder empfohlene Erklärvideo einer solch zeitaufwendigen Analyse zu unterziehen, erscheint fraglich. Leichte inhaltliche Redundanzen zwischen einigen fachdidaktischen Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) und den Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) weisen darüber hinaus darauf hin, dass eine Analyse von Erklärvideos anhand beider Raster für alltägliche schulische Kontexte zum Teil redundant ist.

Um (angehenden) Lehrkräften eine effektive Unterstützung bei der Entscheidung zu bieten, ob sich ein Erklärvideo für Unterrichtskontexte eignet, erscheint eine Gewichtung der Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) sinnvoll und hilfreich. Grundlegend ist darauf hinzuweisen, dass nicht die Gesamtanzahl der vollständig erfüllten bzw. nicht erfüllten Qualitätskriterien entscheidend ist, ob sich ein Video für den Einsatz in Unterrichtskontexten oder zum individuellen Lernen eignet oder nicht. Entsprechendes gilt ebenfalls für die Bewertung der Multimediaprinzipien. Abhängig vom Setting und dem Ziel des Einsatzes kann die

Nichterfüllung einzelner Kriterien und Prinzipien dazu führen, dass ein Erklärvideo trotz ansonsten hoher Erklärqualität für die jeweilige Zielgruppe als ungeeignet eingestuft werden sollte. Dies illustriert das Erklärvideo von Duden Learnattack (2020a) zum Thema Dichte. Die Vielzahl der erfüllten und teilweise erfüllten Qualitätskriterien weist auf eine hohe Erklärqualität hin. Das Nichterfüllen des Qualitätskriteriums der Adaption an Vorwissen kann jedoch ausschlaggebend dafür sein, zu überdenken, ob sich das Erklärvideo tatsächlich für den jeweiligen Unterrichtskontext eignet. Lediglich auf Grundlage der Bewertung der einzelnen Qualitätskriterien, wie sie in Tabelle 15 und Tabelle 16 angegeben sind, lassen sich vorrangig Tendenzen erkennen, welche Videos insgesamt eine höhere oder niedrigere Erklärqualität aufweisen. Um jedoch anhand der Qualitätskriterien-Checkliste zu entscheiden, welches Erklärvideo für den eigenen Unterrichtskontext geeignet ist, ist zunächst eine Festlegung der Relevanz und somit eine Gewichtung der Kriterien erforderlich. Das Qualitätskriterium „Direkte Ansprache“ scheint beispielsweise im Vergleich zu anderen Kriterien weniger relevant für die Förderung von Lernprozessen zu sein. Mayer (2021) zeigt, dass der Aspekt, ob die Adressat*innen in Erklärvideos direkt von der erklärenden Person angesprochen werden, nicht unwesentlich ist. In der Gesamtbetrachtung des Prozesses der Wissenskonstruktion scheint dieser Faktor jedoch weniger ausschlaggebend als etwa die Anpassung an das Vorwissen oder die Berücksichtigung von Schüler*innenvorstellungen.

Eine aus dem Qualitätskriterienraster (2018b, 2020b) und den Multimediaprinzipien (2021) sowie der fachlichen Analyse abgeleitete Handreichung soll es (angehenden) Lehrkräften ermöglichen, in einem praxisnahen Verfahren passende Erklärvideos für das jeweilige Unterrichtsziel zu identifizieren. Die Ergebnisse der Analyse der Umsetzung der Multimediaprinzipien zeigen, dass diese größtenteils erfüllt sind (siehe Tabelle 20

und Tabelle 21). Beinahe alle analysierten Erklärvideos erfüllen beispielsweise das Redundanzprinzip, das räumliche und zeitliche Kontiguitätsprinzip, das Modalitätsprinzip, das Prinzip der Stimme und das Abbildungsprinzip. Es lässt sich schlussfolgern, dass heutige YouTube-Erklärvideos somit aus Sicht der Multimediaprinzipien einen gewissen Standard an multimedialer Qualität erfüllen. Die Ergebnisse der fachlichen und fachdidaktischen Analyse zeigen jedoch deutliche Mängel auf. Angesichts dieser Befunde erscheint es für Analysen in alltäglichen schulischen Kontexten notwendiger, den Fokus vorrangig auf Kriterien zu legen, die einerseits auf Basis der Analyseergebnisse der vorliegenden Studie häufig nicht erfüllt werden. Andererseits sind aufgrund der Praktikabilität der Analyse von Erklärvideos Kriterien zu fokussieren, die ausschlaggebend dafür sind, ob Lernenden allgemein der Lernprozess ermöglicht wird und nachhaltigen Lernprozessen nicht entgegengewirkt wird. Kriterien, deren Einschätzung die Erstellung eines Erklärvideo-Transkripts oder das mehrfache Betrachten eines Videos benötigt, wie beispielsweise die Analyse der Kohärenz des Gesagten, erscheinen darüber hinaus in der Praxis aus zeitlichen Gründen schwer zu bewerten. Weiterhin ist zu unterscheiden, ob nichterfüllte Kriterien sich im Unterrichtskontext ausgleichen lassen oder nicht. Fehlt in einem Erklärvideo beispielsweise die Verdeutlichung der Relevanz des Erklärinhalts, so kann dies im Unterricht kompensiert werden. Ebenso kann die Einbettung in den Unterrichtsgang und das Geben von Anschlussaufgaben durch die Lehrkraft erfolgen. Im Gegensatz dazu lässt sich ein zu hoher *cognitive load*, der durch eine ungünstige mediale Gestaltung, Hintergrundmusik und viele zusätzliche Informationen hervorgerufen wird, nicht ohne Weiteres ausgleichen. In Tabelle 23 wird ein komplexitätsreduziertes, praxisnahes Tool für Lehrkräfte zur Analyse von Erklärvideos vorgeschlagen, welches es in weiteren Studien näher zu untersuchen gilt.

Tabelle 23 Komplexitätsreduziertes Erklärvideo-Analysetool für Lehrkräfte, abgeleitet aus Kulgemeyer (2018b, 2020b) und Mayer (2021)

Einführung und Anleitung

Das Tool dient dazu, ein für das jeweilige Unterrichtssetting passendes Erklärvideo zu identifizieren. Es wird zwischen *Kriterien* unterschieden, die in Erklärvideos grundlegend eingehalten werden sollten, und *Hinweisen*, die Anregungen zum weiteren Umgang mit Erklärvideos bieten, um den Lernprozess effektiv zu unterstützen.

Kriterien

Folgende Kriterien sollten grundlegend eingehalten werden, um allgemein einen Lernprozess zu ermöglichen und nachhaltigen Lernprozessen nicht entgegenzuwirken. Für jedes Kriterium ist folgende Frage zu beantworten:

- *Ist das Kriterium soweit erfüllt, dass das Erklärvideo in Unterrichtskontexten eingesetzt oder Schüler*innen empfohlen werden kann?*

Wird die Umsetzung eines Kriteriums als nicht mehr akzeptabel eingeschätzt, eignet sich das analysierte Erklärvideo nicht ohne Weiteres für den Einsatz in Unterrichtskontexten. Die Beantwortung der folgenden Fragen ist essenziell:

- *Kann das nicht erfüllte Kriterium durch eine passende Einbettung im Unterricht kompensiert werden? Welche Aspekte sollten dementsprechend vor oder nach dem Erklärvideokonsum thematisiert werden?*
- *Kann das nicht erfüllte Kriterium durch die Bereitstellung von Hinweisen bei der privaten Nutzung kompensiert werden? Welche Hinweise sollten gegeben werden?*

		Umsetzung	
		Akzeptabel	Nicht akzeptabel
Fachliche Qualität	Ist der Inhalt des Erklärvideos fachlich korrekt dargestellt? (Welche Hinweise zur fachlichen Qualität sollten begleitend gegeben werden?)	☐	☐
Adaption an die Zielgruppe	Ist der Inhalt des Erklärvideos (inkl. der Sprachebene und der Mathematisierung) an den Wissensstand der Zielgruppe angepasst? Werden gängige Schüler innenvorstellungen adäquat berücksichtigt?	☐	☐
Minimalismus (geringer *cognitive load*)	Ist das Erklärvideo sparsam im Einsatz von Effekten sowie Veranschaulichungsmitteln und wird auf ablenkende Hintergrundmusik verzichtet, sodass dem Erklärinhalt insgesamt gefolgt werden kann?	☐	☐

Hinweise

Die folgenden Hinweise sollten je nach Gestaltung des Erklärvideos, dem Einsatzsetting und dem Ziel des Einsatzes beachtet werden, um den Lernerfolg beim Einsatz des Erklärvideos zu maximieren.

Struktur geben

- Wenn das Erklärvideo nicht passend strukturiert ist (kein Ausblick auf das Thema, keine Zusammenfassung), dann sollte dies durch eine geeignete *Einführung* und anschließend durch eine eigene *Zusammenfassung* kompensiert werden.
- Wenn Fachwissen das Ziel ist, sollte im Erklärvideo zunächst das zu erklärende Prinzip vorgestellt und anschließend mit Beispielen veranschaulicht werden (*Regel-Beispiel-Struktur*). Beim Erlernen von Routinen wird die *Beispiel-Regel-Struktur* bevorzugt.

Veranschaulichungswerkzeuge

- Wenn das Erklärvideo keine Veranschaulichungswerkzeuge, wie *Beispiele*, *Modelle und Analogien*, passende *Darstellungsformen und Experimente* oder *Mathematisierungen* nutzt, sollten diese anschließend gegeben bzw. vorgestellt werden.

Interesse wecken

- Wenn das Erklärvideo nicht dazu geeignet ist, *Interesse* am Lerngegenstand zu wecken, dann sollte im Anschluss darauf geachtet werden, z. B. durch die Auswahl weiterführender Beispiele, Interesse zu wecken.

Relevanz verdeutlichen

- Wenn im Erklärvideo nicht dargestellt wird, warum das erklärte Prinzip für die Adressat innengruppe relevant ist, dann sollte die *Relevanz* im Anschluss verdeutlicht werden. Dies kann an einem Problem geschehen, zu dessen Lösung das Prinzip beiträgt, oder an einem Beispiel, zu dessen Verständnis das Prinzip dienlich ist. Falls nötig, sollten besonders wichtige Teile im Erklärvideo selbstständig mittels *Prompts* gekennzeichnet werden („Das ist besonders wichtig, weil …“).
- Wenn das Video unpersönlich gestaltet ist (Computerstimme, keine direkte Ansprache, sprechende Person ist nicht zu sehen oder hält keinen Blickkontakt etc.), dann sollte im Anschluss darauf geachtet werden, die Lernenden *persönlich anzusprechen* und durch Handlungsaufforderungen zu involvieren.

In den Unterrichtsgang einbetten

– Das Erklärvideo sollte durch passende *Verständnisaufgaben* in den Unterrichtsgang eingebettet werden, wenn im Video selbst keine Aufgaben gegeben werden, die die Lernenden zur selbstständigen Auseinandersetzung mit dem Inhalt anregen.

Die Inhalte der Kriterien und Hinweise beziehen sich auf Kulgemeyer (2018b, S. 10, 2020b, S. 409–423) und Mayer (2021, S. 143–370) und wurden sowohl wörtlich als auch sinngemäß übernommen. Inhalte von Mayer (2021) wurden sinngemäß aus dem Englischen übersetzt. Das Kriterium der fachlichen Qualität wurde neu ergänzt.

Aus dem hohen zeitlichen Aufwand, der mit der Analyse von Physik-Erklärvideos verbunden ist, ergibt sich ein weiterer möglicher Forschungsschwerpunkt: Es stellt sich die Frage, inwiefern durch den Einsatz KI-gestützter Werkzeuge vergleichbare Ergebnisse erzielt werden können, wie in der vorliegenden Arbeit. Zu untersuchen ist, ob KI-Systeme durch die gezielte Verwendung der Analysekriterien als Prompts in der Lage sind, die Qualität eines Erklärvideos adäquat zu erfassen, und ob KI-generiertes Feedback somit eine sinnvolle Unterstützung für Lehrkräfte und Lernende darstellen kann. Perspektivisch könnte weiterführend untersucht werden, ob sich über entsprechende Prompts auch spezifische Voraussetzungen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen im Feedback berücksichtigen ließen. Allerdings ist auch hier auf die Limitation hinzuweisen, dass sich mit KI-gestütztem Qualitäts-Feedback vermutlich nur Oberflächenmerkmale guter Erklärungen erfassen lassen. Wie zuvor im Kapitel diskutiert, lassen sich tieferliegende potenzielle Problematiken voraussichtlich nicht mittels der Analyse von Oberflächenkriterien effektiver Erklärungen und der Analyse der fachlichen sowie medialen und lernpsychologischen Qualität erfassen.

8 Fazit Erklärvideoanalyse

Ausgangspunkte der Erklärvideoanalyse stellten zum einen die derzeitige Relevanz dieses Mediums für Bildungskontexte und zum anderen die mittels vorangegangener Studien anhand einzelner Videos aufgezeigten fachlichen und fachdidaktischen Defizite dar. Die vorliegende Studie zeigt exemplarisch anhand der analysierten Erklärvideos zu den thematischen Schwerpunkten Dichte und Schall, dass YouTube-Erklärvideos vermehrt fachliche Fehler beinhalten und Qualitätskriterien effektiver Erklärvideos nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) in der Regel nicht oder nur teilweise erfüllen. Vor dem Hintergrund der aktuellen Relevanz von Erklärvideos für schulische Kontexte deuten die Studienergebnisse somit Problematiken an, denen sich Lehrkräfte im Unterricht unter Umständen stellen müssen. Die Analyse der Umsetzung der Multimediaprinzipien nach Mayer (2021) zeigt zugleich, dass Physik-Erklärvideos auf YouTube zumindest in gewissem Maße mediale und lernpsychologische Qualitätsstandards erfüllen, indem die Prinzipien überwiegend berücksichtigt werden.

Insgesamt zeigt die fachliche Analyse, dass nur wenige Erklärvideos ohne zusätzliche Hinweise, wie eine begleitende Thematisierung von inhaltlichen Unstimmigkeiten, von Lehrkräften empfohlen oder eingesetzt werden sollten. Dabei beziehen sich fachliche Problematiken vorrangig auf Aspekte, die in der Studie unter der Kategorie „fachsprachlich unpräzise“ gefasst werden, wie etwa das Weglassen von Einheiten, eine fachlich ungünstige oder fehlerhafte Einführung von Formelzeichen oder konkret die fehlende Unterscheidung zwischen Tönen und Klängen im physikalischen und musikalischen Sinn.

Auch im Kontext der fachdidaktischen Analyse lässt sich unter dem Qualitätskriterium „Sprachebene“ herausstellen, dass einige der analysierten Erklärvideos dem Erlernen von Fachsprache eher entgegenwirken, als

dieses zu unterstützen. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass einigen wenigen Erklärvideo-Produzierenden ein grundlegendes Fehlverständnis des dargestellten physikalischen Sachverhalts zugrunde liegt, welches mittels der Erklärvideos an die Konsument*innen weitergegeben wird. Zudem ist der Umgang mit Schüler*innenvorstellungen in einer Vielzahl der untersuchten Videos als kritisch zu bewerten. Insbesondere lässt sich in den analysierten Videos zum Thema Schall beispielsweise vermehrt die Vorstellung identifizieren, dass Schallwellen Materie transportieren.

In der Ergebnisdarstellung und der Diskussion der Ergebnisse wurden vorrangig als kritisch identifizierte Aspekte fokussiert. Als Mehrwert der Arbeit ist allerdings auch herauszustellen, dass mittels der Studie erstmals auch Erklärvideos analysiert wurden, die Lernprozesse durchaus unterstützen können. Insbesondere die Videos zum Thema Dichte von Hui (2021) und Duden Learnattack (2020a) und das Video zum Thema Schall vom Kanal Deutsches Elektronen-Synchrotron (2021) können je nach Einbettung in den Unterrichtskontext einen Mehrwert für heutige Bildungskontexte darstellen.

Bei der Auswahl von Physik-Erklärvideos für den Einsatz in Unterrichtskontexten tragen Lehrkräfte die Verantwortung, neben potenziellen fachlichen Fehlern auch fachdidaktische Problematiken zu erkennen. Wie angemerkt stellt die Analyse von Physik-Erklärvideos anhand der verwendeten Qualitätskriterienraster jedoch ein äußerst zeitaufwendiges Verfahren dar, welches in alltäglichen schulischen Kontexten kaum von Lehrkräften zu leisten ist. Dementsprechend wird eine Gewichtung der Qualitätskriterien vorgeschlagen, die dem komplexitätsreduzierten Erklärvideo-Analysetool für Lehrkräfte (Tabelle 23) zu entnehmen ist. Sind die dort gelisteten Kriterien nicht erfüllt, sollte das jeweilige Erklärvideo nicht uneingeschränkt in Unterrichtskontexten eingesetzt oder Lernenden empfohlen werden, da sich diese Kriterien kaum im Unterricht durch Lehr-

kräfte selbst ausgleichen lassen. Unter anderem die Adaption an das Vorwissen und an Schüler*innenvorstellungen der jeweiligen Zielgruppe erscheinen beispielsweise vor dem Hintergrund, dass diese bei Nicht-Erfüllung ein Hindernis für nachhaltige Lernprozesse darstellen, besonders relevant. Für andere Qualitätskriterien ist individuell je nach Zielgruppe und Ziel des Einsatzes zu bewerten, inwiefern die Erfüllung bzw. Nichterfüllung ausschlaggebend dafür ist, ob sich ein Erklärvideo zum Lernen eignet oder nicht.

Wie die Analyse zeigt, zielt eine Vielzahl der untersuchten Erklärvideos nicht darauf ab, das Interesse der Konsument*innen zu wecken. Ebenso selten wird Lernenden die Relevanz des vermittelten Inhalts verdeutlicht. Wie in der Diskussion (Kapitel 7) dargelegt wurde, lassen sich genannte Defizite jedoch potenziell im Unterricht ausgleichen, indem Lehrkräfte darauf fokussieren, das Interesse der Zielgruppe für das jeweilige Thema zu wecken und die Relevanz des Inhalts herauszustellen. Darüber hinaus zeigt die Analyse, dass bestimmte Qualitätskriterien, wie etwa das Kriterium „Anschlussaufgaben“, je nach Erklärthema aber auch „Modelle und Analogien“ oder „Prompts zu relevanten Inhalten geben“, in kaum einem der analysierten Videos berücksichtigt werden. Entsprechend bleibt es Aufgabe der Lehrkräfte, Schüler*innen durch weiterführende Aufgaben kognitiv zu aktivieren und potenziellen Verstehensillusionen entgegenzuwirken.

Die Studie konnte nachweisen, dass die mediale und lernpsychologische Qualität der analysierten Physik-Erklärvideos, gemessen an der Umsetzung der Multimediaprinzipien nach Mayer (2021), insgesamt als hoch einzustufen ist. Ausnahmen zeigen jedoch, dass YouTube-Erklärvideos nicht alle Multimediaprinzipien per se erfüllen. Angesichts der zum Teil mangelhaften fachlichen und fachdidaktischen Qualität kann die im Durchschnitt hohe mediale und lernpsychologische Qualität ein poten-

zielles Risiko für Lernende darstellen. Offen bleibt bislang, inwiefern Lernende Videos mit ansprechender medialer Gestaltung auch automatisch eine hohe fachliche und didaktische Qualität zuschreiben. Ist dies der Fall, könnten sich weiterführende Problematiken im Lernprozess ergeben, wenn die tatsächliche Qualität der Videos nicht dem entspricht, was Schüler*innen aufgrund der Gestaltung annehmen.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass sowohl die Auswahl als auch das Einsatzsetting eines Erklärvideos entscheidend dafür sind, inwiefern sich mit diesem Medium Lernprozesse tatsächlich anregen und unterstützen lassen. Da Erklärvideos auf YouTube, wie die Analyse zeigt, didaktische Kriterien effektiver Erklärvideos (Kulgemeyer 2018b, 2020b) nicht vollständig erfüllen, sind begleitende Maßnahmen erforderlich, um bestehende Defizite zu kompensieren. Zudem erscheint es angesichts der Vielzahl an fachlichen Fehlern sinnvoll und notwendig, Lernende gezielt durch konkrete Videoempfehlungen bei der Auswahl zu unterstützen. Zugleich macht die Analyse deutlich, dass Medienkompetenz als Fähigkeit zur kritischen Reflexion von Online-Lernangeboten gezielt in der Schule gefördert werden sollte, um Schüler*innen nachhaltiges Lernen mittels selbstgewählter digitaler Bildungsmedien zu ermöglichen.

Forschungsschwerpunkt II – Qualitative Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos

9 Einstellungen – Theoretische Grundlagen

Die Erforschung von Einstellungen (englisch *attitudes*) erlebte im 20. Jahrhundert einen Höhepunkt und zählte zu den in der Sozialpsychologie bestbeforschten Konstrukten dieser Zeit (Zanna & Olson, 1993). Auch in der Didaktik gewann die Einstellungsforschung an Bedeutung, was an einer steigenden Anzahl an Veröffentlichungen in den letzten 30 Jahren deutlich wird (z. B. Grigutsch et al., 1998; Knüsel Schäfer, 2020; Kullmann et al., 2014; Neuhaus & Vogt, 2002; Pajares, 1992; Schmid, 2023; Vogelsang et al., 2019). Der Einstellungsbegriff ist jedoch weder in der Psychologie noch in der Didaktik einheitlich definiert. Die Suche nach einer Begriffsklärung führt zu einer Vielzahl an Definitionsansätzen, die sich zum Teil sowohl inhaltlich als auch in der weiteren Bezeichnung des Begriffs selbst unterscheiden (Albarracín et al., 2005; Garms-Homolová, 2020; Mayerl, 2009). So werden für den Begriff Einstellungen bzw. für dessen Beschreibung beispielsweise neben Überzeugungen (englisch *beliefs*) (Dubberke et al., 2008; Knüsel Schäfer, 2020; Pajares, 1992; Reusser & Pauli, 2014; Seel, 2003) auch Orientierungen (Garms-Homolová, 2020; Seel, 2003), Bewertungen und Werthaltungen (Chaiken & Eagly, 1993; Haddock & Maio, 2023; Mayerl, 2009), Vorurteile (Allport, 1971; Haddock & Maio, 2014; Ostermann & Nicklas, 1976; Seel, 2003) und Meinungen (Seel, 2003; Thurstone, 1928) als Teile von Einstellungen oder teilweise sogar synonym, ohne scharf definierte Abgrenzungen, benannt. Ebenso wird der Einstellungsbegriff häufig als übergreifende Sammelbezeichnung für eben diese mentalen Repräsentationen genutzt.

Um ein für das vorliegende Forschungsprojekt gültiges Verständnis des Einstellungsbegriffs abzuleiten, werden im Folgenden einschlägige Definitionen und Komponenten des Konstrukts vorgestellt. Anhand des Will-Skill-Tool-Modells nach Knezek et al. (2000) wird aufgezeigt, inwieweit

Einstellungen die Integration von Technologien im Unterricht beeinflussen. Anschließend folgt ein Überblick zur Thematik der Erfassung von Einstellungen. Abschließend werden aus den vorherigen Kapiteln abgeleitete Annahmen formuliert, die die Auffassung des Einstellungsbegriffs für das vorliegende Forschungsprojekt darlegen.

9.1 Einstellungen – Eine Begriffsklärung

Der Einstellungsbegriff ist seit dem Aufleben der Einstellungsforschung Anfang des 20. Jahrhunderts bis heute nicht einheitlich definiert. Uneinigkeit besteht vor allem darin, wie Einstellungen verankert sind, von welchen Komponenten Einstellungen beeinflusst werden und nicht zuletzt, welche Begrifflichkeiten synonym zu Einstellungen verwendet werden. Die folgende Zusammenfassung einschlägiger Einstellungsdefinitionen bietet einen Überblick über die mit Einstellungen verknüpften Komponenten, welche zum Teil im weiteren Verlauf ausführlicher dargestellt werden. Nach einer Beschreibung und teilweise einem Vergleich verschiedener Definitionen, werden diese in Tabelle 24 abschließend zusammengefasst.

Eine kurze Zusammenfassung des Begriffs auf Basis von drei aktuellen Lehrbüchern der Sozialpsychologie (Garms-Homolová, 2020; Haddock & Maio, 2023; Werth et al., 2020) soll, ohne sich auf eine spezifische Definition festzulegen, zunächst einen ersten Überblick geben, was grundlegend unter Einstellungen verstanden werden kann. Unter Einstellungen wird heutzutage die Gesamtbewertung eines Einstellungsobjekts aufgefasst, welche hinsichtlich der Valenz (d. h. der Wertigkeit, bspw. positiv/negativ) und der Stärke (d. h. in der Intensität, bspw. starke oder weniger starke Zu- oder Abneigung) variieren kann. Einstellungsobjekte können Personen, einschließlich der eigenen Person, Objekte, Sachver-

halte bis hin zu Situationen sein. Demzufolge kann die Gesamtbewertung eines Einstellungsobjekts, wie im Kontext der vorliegenden Studie dem Einstellungsobjekt der Physik-Erklärvideos, positiv, negativ oder neutral ausfallen und entweder stark (bspw. „überhaupt nicht mögen“) oder schwach (bspw. „eher nicht mögen“) ausgeprägt sein. Neutrale Einstellungen (bspw. „weder mögen noch nicht mögen“) sind auf eindimensionaler Ebene, beispielsweise mit den Dimensionen „mögen“ und „nicht mögen“, schwer zu interpretieren, da sich diese aus positiven und negativen Elementen gleichermaßen zusammensetzen können. Somit kann eine eindimensional betrachtete ambivalente Einstellung bezüglich eines Einstellungsobjekts (bspw. im Sinne von „mögen, weil … und nicht mögen, weil …“) in der Summe ein neutrales Urteil ergeben.

Hervorgerufen und beeinflusst werden Einstellungen von Erfahrungen bezüglich eines Einstellungsobjekts. Eine im weiteren Verlauf beschriebene Theorie besagt, dass Einstellungen eine kognitive, affektive und behaviorale Komponente besitzen (Zanna & Rempel, 1988). Zusammengefasst bedeutet das, dass Einstellungen von kognitiven Prozessen, beispielsweise im Sinne des Abwägens von Vor- und Nachteilen, sowie von Emotionen beeinflusst werden und sich unter Umständen im Verhalten äußern können.

9.1.1 Konzeptionelle Unterschiede in den Definitionen von Einstellungen

In frühen Definitionen findet sich wiederholt die Hervorhebung der Relation von Einstellungen und dem Verhalten. Beispielsweise verstehen Thomas und Znaniecki (1918) unter Einstellungen einen „[…] process of individual consciousness which determines the real or possible activity of the individual in the social world“ (S. 22). Ebenso hebt Allport (1935) die

mit Einstellungen verknüpfte Verhaltenskomponente hervor: „An attitude is a mental and neural state of readiness, organized through experience, exerting a directive or dynamic influence upon the individual's response to all objects and situations with which it is related" (S. 810). Der Begriff „neural" verweist in diesem Zusammenhang auf die biologische Grundlage von Einstellungen, indem er auf neurophysiologische Prozesse im Gehirn anspielt. Darüber hinaus betont Allport (1935) die enge Verbindung zwischen Einstellungen und individuellen Erfahrungen. Demnach prägen Erfahrungen maßgeblich die Entwicklung von Einstellungen und können somit Einfluss auf das Verhalten haben.

Als weitere bedeutsame Komponente im Bereich der Einstellungsdefinitionen gilt die affektive Facette sowie die Verknüpfung von Einstellungen und Bewertungen. Bereits um die 1930er Jahre eröffnet Thurstone (1928) mit seinen Einstellungsdefinitionen die Spannweite der Begriffsklärung, indem er neben der affektiven Komponente auch die wertende Facette von Einstellungen explizit fokussiert: „The concept 'attitude' will be used here to denote the sum total of a man's inclinations and feelings, prejudice or bias, preconceived notions, ideas, fears, threats, and convictions about any specified topic" (S. 531), und später: „Attitude is the affect for or against a psychological object" (Thurstone, 1931, S. 261). Auch in moderneren Auffassungen des Einstellungsbegriffs werden teilweise beide Aspekte als bedeutend angesehen, wobei in neueren Definitionen der bewertende Aspekt von Einstellungen stärker betont wird. So definieren beispielsweise sozialpsychologische Lehrbücher Einstellungen als „Bewertungen von Sachverhalten, Menschen, Gruppen und anderen Arten von Objekten unserer sozialen Welt" (Haddock & Maio, 2014, S. 198) bzw. als „Gesamtbewertung eines Stimulusobjekts" (Haddock & Maio, 2023, S. 194) sowie als „eine mentale Repräsentation, die aus einer zusammenfassenden Bewertung eines Einstellungsobjekts besteht" (Werth et al., 2020, S. 243).

Eine bis heute weit verbreitete Auffassung versteht Einstellungen als Konstrukt, das kognitive, affektive und behaviorale Komponenten umfasst. Zurückzuführen ist diese in den 1960er Jahren zentrale Vorstellung, die später als sogenanntes Multikomponentenmodell der Einstellungen bekannt wird, auf Rosenberg und Hovland (1960): „Attitudes are typically defined as predispositions to respond in a particular way toward a specified class of objects. […] The types of response […] fall in three major categories: cognitive, affective, and behavioral“ (S. 1). In weiterführender Literatur finden sich in Anlehnung an das Multikomponentenmodell auch die Bezeichnungen ABC-Modell, abgeleitet aus A für *affect*, B für *behaviour* und C für *cognition* (Poppe & Gampfer, 2022; Solomon, 2013) oder Drei-Komponenten-Modell (Chaiken & Eagly, 1993; Fabrigar et al., 2005; Garms-Homolová, 2020; Neuhaus & Vogt, 2002).

Das Multikomponentenmodell bildet weiterhin einen wichtigen theoretischen Bezugspunkt zur Charakterisierung von Einstellungen, wird in neueren Definitionen jedoch zunehmend kritisch reflektiert. Chaiken und Eagly (1993) greifen das Modell auf, indem sie affektive, kognitive oder verhaltensbezogene Reaktionen als grundlegende Voraussetzungen beschreiben, um Einstellungen zu identifizieren: „An individual does not have an attitude until he or she responds evaluatively to an entity on an affective, cognitive, or behavioral basis“ (S. 2). Auch Albarracín et al. (2005) beziehen sich in der Definition von Einstellungen auf die genannten Komponenten: „[…] the term *attitudes* is reserved for evaluative tendencies, which can both be inferred from and have an influence on beliefs, affect, and overt behavior“ (S. 5). In neueren Lehrbuchdefinitionen (Haddock & Maio, 2023; Werth et al., 2020) erscheinen diese in der Regel nicht unmittelbar in der Definition von Einstellungen selbst, sondern erst in deren weiterführender Beschreibung, ohne dass damit jedoch die grundsätzliche Relevanz der drei Komponenten infrage gestellt wird. Auch

Mayerl (2009) sieht das Multikomponentenmodell nicht mehr als Bestandteil heutiger Einstellungsdefinitionen. Als Grund dafür nennt der Autor die hierarchische Strukturierung des Modells, in welchem Einstellungen ein Konstrukt zweiter Ordnung sind, die sich aus den Konstrukten erster Ordnung (affektive, kognitive und behaviorale Komponente) zusammensetzen. Daraus ergeben sich Probleme bei der Operationalisierung von Einstellungen. Somit ließen sich Einstellungen nicht mittels des Verhaltens erklären, wenn das Verhalten selbst eine Komponente der Einstellung darstellt. Allerdings stellt Mayerl (2009) ebenfalls heraus, dass „Einstellungen ein kognitives belief-System zugrunde liegt, dass mit Einstellungen auch Emotionen verbunden sind und […] dass Einstellungen verhaltensrelevant sein können“ (S. 25). Auch wenn sich Kritikpunkte vor allem bei der Operationalisierung von Einstellungen mittels des Multikomponentenmodells ergeben, so wird den drei Komponenten dennoch bis heute eine hohe Relevanz beigemessen, weshalb das Modell im Rahmen dieser Arbeit in einem eigenen Unterkapitel (Kapitel 9.1.2) näher beschrieben wird.

Den Komponenten des Multikomponentenmodells wird jeweils eine Valenz (Wertigkeit), eine Stärke und eine Relevanz zugeschrieben (Haddock & Maio, 2023). Die Valenz und Relevanz werden weiterhin „von der Zentralität (persönliche Wichtigkeit), der Relevanz für das Handeln und dem Kontext“ (Seel, 2003, S. 123) bedingt. Die Zentralität der jeweiligen Einstellung ist dabei ausschlaggebend für die Änderungsresistenz. Je zentraler eine Einstellung bzw. eine damit verknüpfte Überzeugung verankert ist, als desto änderungsresistenter erweist sie sich (Pajares, 1992). Gleichzeitig kann der Kontext, in dem Einstellungen zum Ausdruck kommen, entscheidend für ebendiese sein. Als Beispiel kann hierbei das Phänomen genannt werden, dass Kinder zu Hause ein bestimmtes Nahrungsmittel verweigern, dieses bei Freunden jedoch ohne Abneigung essen (Seel, 2003). Einstellungen können dementsprechend nach ihrer Beständigkeit in

zwei Gruppen unterteilt werden: situativ konstruierte und gespeicherte Einstellungen (Garms-Homolová, 2020; Werth et al., 2020). Situativ konstruierte Einstellungen stellen „sehr kurzfristige und schnell veränderbare beziehungsweise ‚aufhebbare' Orientierungen" (Garms-Homolová, 2020, S. 5) dar. Hierbei besteht die Möglichkeit, dass sich Einstellungen je nach Situation kurzfristig und sprunghaft verändern oder sogar komplett umkehren können (Mummendey & Grau, 2014; Werth et al., 2020). Unter die zweite Gruppe der gespeicherten Einstellungen fallen „grundsätzliche, langfristige und stark festgelegte Orientierungen" (Garms-Homolová, 2020, S. 5), die dementsprechend stabil und bis hin zu unveränderbar sein können.

Weiterhin unterscheiden sich Einstellungsdefinitionen hinsichtlich des Grades der Verankerung von Einstellungen als Persönlichkeitsmerkmal. So bezeichnen Rosenberg und Hovland (1960) Einstellungen als Prädisposition (siehe Definition vorheriger Abschnitt) und Ajzen (1993) als Disposition: „An attitude is an individual's disposition to react with a certain degree of favorableness or unfavorableness to an object, behavior, person, institution, or event […]" (S. 41). Dispositionen sind in der Psychologie definiert als „überdauernde charakteristische Merkmale wie etwa eine Fähigkeit oder Persönlichkeitsmerkmale" (Parkinson, 2014, S. 72). Dieser Definition zufolge weisen Einstellungen somit einen Bezug zur Persönlichkeit und darüber hinaus eine Beständigkeit und Resistenz auf. Chaiken und Eagly (1993) hingegen verstehen Einstellungen als eine psychologische Tendenz und somit weniger in der Persönlichkeit verankert: „Attitude is a psychological tendency that is expressed by evaluating a particular entity with some degree of favour or disfavour" (S. 1). Auch heutzutage werden Einstellungen zwar als mehr oder weniger beständig, nicht jedoch als unveränderbar angesehen (Stroebe, 2023).

Strittig ist, ob Einstellungen bilanzierend sind oder auch ambivalent sein können. Nach Werth et al. (2020) „[…] kann eine Einstellung auch ambivalent sein, d. h. gleichermaßen viele positive wie auch negative Bewertungen enthalten“ (S. 243). Mayerl (2009) hingegen versteht unter Einstellungen „eine individuelle, mentale und bilanzierende Bewertung eines gedanklichen Objekts“ (S. 23) und betont, dass das getroffene bilanzierende Urteil „unabhängig davon [ist], auf welcher Informationsbasis dies beruht“ (S. 23). Haddock und Maio (2023) heben hervor, dass die Organisation der Bewertungen im Rahmen der kognitiven, affektiven und verhaltensbezogenen Komponenten sowohl ein- als auch mehrdimensional sein kann. Am Beispiel einer potenziellen Einstellung zu Schokoladenkuchen erläutern die Autoren, dass sich diese sowohl aus positiven als auch negativen Aspekten zusammensetzen kann. So kann man Schokoladenkuchen beispielsweise aufgrund des Geschmacks mögen und gleichzeitig aufgrund der hohen Kaloriendichte nicht mögen (Haddock & Maio, 2023). In diesem Kontext ist anzumerken, dass die Erfassung von Einstellungen bei einer eindimensionalen Betrachtung zu Schwierigkeiten führen kann. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn eine Person in ihrer Bewertung eines Einstellungsobjekts verschiedene Dimensionen berücksichtigt. Wird die Bewertung anschließend mittels einer eindimensionalen Skala erfasst, kann dies zu Verzerrungen der Ergebnisse führen. In Abbildung 22 ist in Anlehnung an Haddock und Maio (2023) die Schwierigkeit der eindimensionalen Sichtweise bezogen auf die Einstellung zum genannten Einstellungsobjekt dargestellt.

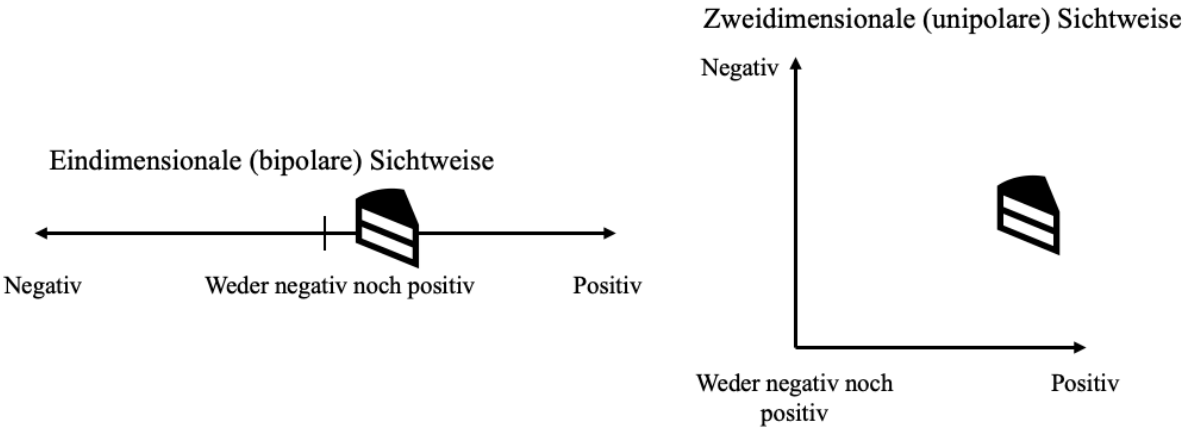


Abbildung 22 Ein- und zweidimensionale Sichtweise auf Schokoladenkuchen in Anlehnung an Haddock und Maio (2023, S. 203)

Im Gegensatz zu Mayerls (2009) Einstellungsdefinition ermöglicht die mehrdimensionale Auffassung von Einstellungen nach Haddock und Maio (Haddock & Maio, 2023), beliebig viele Kombinationen aus positiven und negativen Dimensionen in eine Einstellung einfließen zu lassen, ohne diese zwangsläufig bilanzieren zu müssen. Grundlegend ist dabei festzuhalten, dass die Ambivalenz einer Einstellung davon abhängt, wie viele Dimensionen einem Einstellungsobjekt bei der Bewertung zugrunde gelegt werden können. Je weniger Wissen eine Person über ein Einstellungsobjekt hat, desto stärker werden Einstellungsanteile beispielsweise durch die affektive Komponente geprägt (Seel, 2003). Affektive Bewertungen stehen einer Person somit als primäre Beurteilungskomponente zur Verfügung, bevor sie mit dem Einstellungsobjekt näher vertraut ist. Kognitive Einstellungsanteile entwickeln sich hingegen graduell, je mehr Erfahrungen mit dem bzw. über das Einstellungsobjekt gesammelt werden (Seel, 2003). Konkludierend ist somit festzuhalten, dass je nach Individuum und Einstellungsobjekt variiert, welche und wie viele verschiedene Dimensionen zur Ausbildung einer Einstellung herangezogen werden. Ambivalen-

zen innerhalb einer Einstellung werden dabei in der aktuellen Literatur überwiegend anerkannt.

Abschließend sind in Tabelle 24 ausgewählte und zuvor im Kapitel behandelte Einstellungsdefinitionen zeitlich geordnet zusammengefasst.

Tabelle 24 Überblick ausgewählter Einstellungsdefinitionen

Autor*in	Einstellungsdefinition
Thomas und Znaniecki (1918, S. 22)	„[…] process of individual consciousness which determines the real or possible activity of the individual in the social world.“
Allport (1935, S. 810)	„An attitude is a mental and neural state of readiness, organized through experience, exerting a directive or dynamic influence upon the individual's response to all objects and situations with which it is related.“
Thurstone (1928, S. 531)	„The concept 'attitude' will be used here to denote the sum total of a man's inclinations and feelings, prejudice or bias, preconceived notions, ideas, fears, threats, and convictions about any specified topic.“
Thurstone (1931, S. 261)	„Attitude is the affect for or against a psychological object.“
Rosenberg und Hovland (1960, S. 1)	„Attitudes are typically defined as predispositions to respond in a particular way toward a specified class of objects. […] The types of response […] fall in three major categories: cognitive, affective, and behavioral.“
Ajzen (1993, S. 41)	„An attitude is an individual's disposition to react with a certain degree of favorableness or unfavorableness to an object, behavior, person, institution, or event […]“
Chaiken und Eagly (1993, S. 1)	„Attitude is a psychological tendency that is expressed by evaluating a particular entity with some degree of favor or disfavor.“
Albarracín et al. (2005, S. 5)	„[…] the term *attitudes* is reserved for evaluative tendencies, which can both be inferred from and have an influence on beliefs, affect, and overt behavior.“
Mayerl (2009, S. 23)	„Unter einer Einstellung wird eine individuelle, mentale und bilanzierende Bewertung eines gedanklichen Objekts verstanden.“

Werth et al. (2020, S. 243)	„Eine mentale Repräsentation, die aus einer zusammenfassenden Bewertung eines Einstellungsobjekts besteht.“
Haddock und Maio (2014, S. 198, 2023, S. 194)	„Als ‚Einstellungen‘ bezeichnet man Bewertungen von Sachverhalten, Menschen, Gruppen und anderen Arten von Objekten unserer sozialen Welt“ bzw. „Gesamtbewertung eines Stimulusobjekts“

9.1.2 Affektive, kognitive und behaviorale Komponente von Einstellungen (Multikomponentenmodell)

Die Vorstellung der trichotomen Grundlage von Einstellungen geht, wie anhand der Einstellungsdefinition von Rosenberg und Hovland (1960) gezeigt, historisch weit zurück. Die Annahme, dass Einstellungen von einer affektiven, kognitiven und behavioralen Komponente beeinflusst sein können, wurde im weiteren Verlauf systematisiert und fand im Multikomponentenmodell (Zanna & Rempel, 1988) ihren Ausdruck. Bis heute gilt das Multikomponentenmodell als das wichtigste Modell zur Beschreibung der Grundlagen von Einstellungen (Haddock & Maio, 2023).

Das Multikomponentenmodell besagt, dass Einstellungen als zusammenfassende Bewertungen bezüglich eines Einstellungsobjektes betrachtet werden können, die sich auf Grundlage von affektiven, kognitiven, und behavioralen Komponenten bilden (Maio & Haddock, 2010; Zanna & Rempel, 1988). Dementsprechend besteht eine Einstellung nicht per se aus diesen Komponenten, sondern die Komponenten stellen die Basis für die Bildung einer Einstellung dar (Zanna & Rempel, 1988). Im Folgenden werden die drei Komponenten des Modells näher erläutert und zum Teil konkret auf das Thema der vorliegenden Studie – Physik-Erklärvideos – bezogen.

Die *affektive Komponente* umfasst Emotionen und Gefühle, die mit einem Einstellungsobjekt verbunden sind. Positive oder negative Affektreak-

tionen in Bezug auf ein Einstellungsobjekt können dabei zu jeweils positiven oder negativen Einstellungen gegenüber diesem Einstellungsobjekt führen (Haddock & Maio, 2023). Empfindet eine Person beispielsweise bei der Konfrontation mit Schlangen oder Spinnen negative Affektreaktionen wie Angst oder Ekel, ist es wahrscheinlich, dass ihre Einstellung gegenüber diesen Tieren grundsätzlich negativ ausfällt. Gleiches gilt umgekehrt für Einstellungsobjekte, die mit positiven Affektreaktionen verknüpft sind. Zudem können bestimmte Einstellungsobjekte unter Umständen durch bloße mehrfache Darbietung mit positiven Emotionen verbunden werden, was in der Psychologie als *Mere-Exposure-Effekt* bezeichnet wird. Dieser in Studien mehrfach bestätigte Effekt beschreibt, dass ein Stimulus nach wiederholter Darbietung bei einer Person einen positiven Affekt hervorrufen kann (Hicks & King, 2011; Monahan et al., 2000; Murphy & Zajonc, 1993). Abgeleitet aus diesen Ergebnissen ist es somit potenziell möglich, dass nach wiederholtem Konsum eines Erklärvideos beispielsweise das Jingle oder das Logo des jeweiligen YouTube-Kanals (unterbewusst) mit positiven Emotionen verknüpft wird. Besonders eingängige Jingles, die in jedem Erklärvideo zu hören sind, lassen sich beispielsweise bei den YouTube-Kanälen von „Physik - simpleclub“ oder „Lehrerschmidt“ finden.

Die *kognitive Komponente* umfasst das bewusste Abwägen von positiven und negativen Aspekten sowie Kognitionen, die sich als Überzeugungen äußern können (Haddock & Maio, 2023; Werth et al., 2020). Kognitive Einstellungskomponenten können sich durch Erfahrungen mit einem Einstellungsobjekt und Lernprozesse über eben dieses herausbilden (Seel, 2003; Werth et al., 2020). Dementsprechend können kognitive Einstellungskomponenten unterschiedlich differenziert und elaboriert sein. Ferner können im Rahmen der kognitiven Komponente auch negative

stereotype Vorstellungen zu vorurteilsbehafteten Einstellungen führen (Esses et al., 1993; Haddock & Maio, 2023).

In der Psychologie wird der Begriff „Vorurteil“ häufig in Verbindung mit Einstellungen verwendet oder es wird beschrieben, dass Einstellungen sich aus Vorurteilen ergeben (Allport, 1971; Haddock & Maio, 2014; Ostermann & Nicklas, 1976; Spears & Tausch, 2023). So definieren Ostermann und Nicklas (1976) Vorurteile als „in der Persönlichkeitsstruktur verankerte ‚Einstellungen‘, die einerseits die Wahrnehmung und die Interpretation der Umwelt bestimmen, andererseits das Verhalten des Menschen steuern“ (S. 2). Dabei benennen die Autor*innen drei Kernkomponenten von Vorurteilen, die sich auch im Multikomponentenmodell wiederfinden und somit zu keiner klaren Abgrenzung von Vorurteilen und Einstellungen führen: die affektive, kognitive und verhaltensbezogene Komponente von Vorurteilen (Ostermann & Nicklas, 1976). Dennoch lassen sich Charakteristika anführen, die Einstellungen von Vorurteilen abgrenzen. Uneinigkeit besteht beispielsweise darin, ob Vorurteile lediglich zu negativen Bewertungen von Personen oder Objekten führen (Iser, 2006; Ostermann & Nicklas, 1976; Spears & Tausch, 2023), oder sowohl negativ als auch positiv sein können (Allport, 1971; Barres, 1978). Bei Einstellungen hingegen herrscht unbeschränkt Konsens darüber, dass Einstellungen grundsätzlich positiv oder negativ sowie je nach Definition auch ambivalent sein können.

Im Kontext der kognitiven Komponente von Einstellungen können Personen gemäß dem „Erwartungs-mal-Wert“-Ansatz nach Fishbein und Ajzen (1975) ein Einstellungsobjekt unter Umständen positiv oder negativ bewerten, je nachdem, ob sie dieses mit einer positiven oder negativen Erwartung verknüpfen. Inwiefern die Erwartung dabei ausschlaggebend für die Gesamtbewertung des Einstellungsobjekts ist, hängt unter anderem davon ab, wie relevant die Überzeugung für die jeweilige Person ist. Be-

zogen auf das Forschungsthema der vorliegenden Studie lässt sich der „Erwartungs-mal-Wert“-Ansatz am fiktiven Beispiel einer Einstellung gegenüber dem YouTube-Kanal „Physik - simpleclub“ qualitativ veranschaulichen. Eine Person könnte beispielsweise die Annahme vertreten, dass Inhalte dieses Kanals fachliche und fachdidaktische Mängel an Erklärqualität aufweisen. Aufgrund ihres Vorwissens hält sie das Auftreten solcher Mängel für eher oder sehr wahrscheinlich. Gleichzeitig kann sie annehmen, dass die Gestaltung der Videos Schüler*innen anspricht und der Einsatz dieses Mediums bei Lernenden auf Interesse stößt. Reduziert in der Komplexität ergibt sich die Gesamtbewertung des Kanals somit aus folgenden Komponenten: (1) der Wahrscheinlichkeit, mit der eine Person das Eintreten bestimmter Aspekte (z. B. fachliche Mängel; Videos sprechen Schüler*innen an) annimmt, und (2) dem individuellen Wert, den sie diesen Aspekten beimisst. Entscheidend für die als bilanzierendes Urteil angenommene Gesamteinstellung ist demnach, wie gravierend die Person das potenzielle Auftreten fachlicher Mängel bewertet und wie wichtig es ihr ist, den Interessen der Lernenden im Unterricht gerecht zu werden.

Die *behaviorale Komponente* ergibt sich aus früheren, beabsichtigten oder gegenwärtigen Verhaltensweisen, die sich auf ein Einstellungsobjekt beziehen. Wie bereits eingangs angemerkt, lässt ein gezeigtes oder geplantes Verhalten nicht per se Rückschlüsse auf eine jeweilige Einstellung zu und umgekehrt. Menschliches Verhalten lässt sich somit weder über eine jeweilige Einstellung vorhersagen, noch lässt sich eine Einstellung aus einem Verhalten exakt erschließen. Dennoch kann das Verhalten die Grundlage, aber auch die Konsequenz einer Einstellung darstellen (Haddock & Maio, 2023; Mayerl, 2009). Gemäß der Selbstwahrnehmungstheorie nach Bem (1972) kann das frühere Ausführen einer mit dem Einstellungsobjekt verknüpften Handlung dazu führen, dass Personen sich Einstellungen beim Zurückerinnern an diese Handlungen erschließen. Die Gültigkeit der

Theorie greift vor allem dann, wenn Einstellungen eher schwach ausgeprägt sind und das Verhalten, an das sich zurückerinnert wird, intrinsisch motiviert und ohne Zwang ausgeführt wurde (Bem, 1972). Der Theorie zufolge könnte dies bedeuten, dass sich beispielsweise angehende Physiklehrkräfte ihre Einstellung zu Erklärvideos erschließen, indem sie sich zurückerinnern, dass sie dieses Medium häufig freiwillig im Rahmen der eigenen Schulzeit genutzt haben.

Laut dem beschriebenen Multikomponentenmodell können Einstellungen somit von Emotionen und Gefühlen (affektive Komponente), Erfahrungen und deren Bewertung sowie Überzeugungen (kognitive Komponenten) und von Handlungen oder Handlungsabsichten (behaviorale Komponente) geprägt sein. Diese Komponenten können unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Nach Garms-Homolová (2020) lassen sich somit folgende Typen von Einstellungen, die jedoch vornehmlich als Mischformen auftreten, unterscheiden:

> Affektive (emotionale) Einstellungen […] sind der Ausdruck von gefühlsbetonten Bewertungen, Vorlieben, subjektiven Befindlichkeiten (sich wohl oder unwohl fühlen […] bei der Betrachtung/Verwendung bestimmter Objekte). Die emotionalen Einstellungen sind oft mit der Reaktion des autonomen Nervensystems verbunden (z. B. Gänsehaut oder Übelkeit bei der Betrachtung von Objekten, die man nicht mag).
>
> Intellektuelle (kognitive) Einstellungen, auch evaluative, wertende Einstellungen […] sind Meinungen, Überzeugungen, Glaubensgrundsätze und ihnen entsprechende verbale Bewertungen. Auch das Wissen über Mitmenschen und Verstehen von Objekten werden in diese Kategorie eingeordnet.
>
> Handlungsorientierte (beziehungsweise konative oder verhaltensorientierte) Einstellungen […] sind Verhaltensabsichten […] und Ver-

> haltenstendenzen […], offenes Verhalten, Bereitschaft zum Handeln und Berichte über eigenes Verhalten. (S. 9)

Neben der jeweiligen Einstellung einer Lehrkraft hängt der tatsächliche (bzw. potenzielle) Einsatz von Erklärvideos im Unterricht von weiteren Einflussfaktoren ab und stellt somit ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Bedingungen dar. Einige dieser sollen im folgenden Kapitel näher beleuchtet werden.

9.2 Bedingungen für die Integration von Technologie im Unterricht: Will-Skill-Tool-Modell

Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht hängt von verschiedenen Faktoren ab. Das Will-Skill-Tool-Modell (WST-Modell) nach Knezek et al. (2000), vereinfacht dargestellt in Abbildung 23, beschreibt drei Faktoren, die für den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht ausschlaggebend sind:

1. *Will* (Wille): die unter anderem durch die Einstellung einer Person bedingte Bereitschaft, digitale Technologien in den Unterricht zu integrieren,
2. *Skill* (Fähigkeiten): die bezogen auf den Einsatz digitaler Technologien vorhandenen digitalen Kompetenzen einer Person und
3. *Tool* (Werkzeuge): der Zugang einer Person zu digitalen Technologien (Hard- und Software).

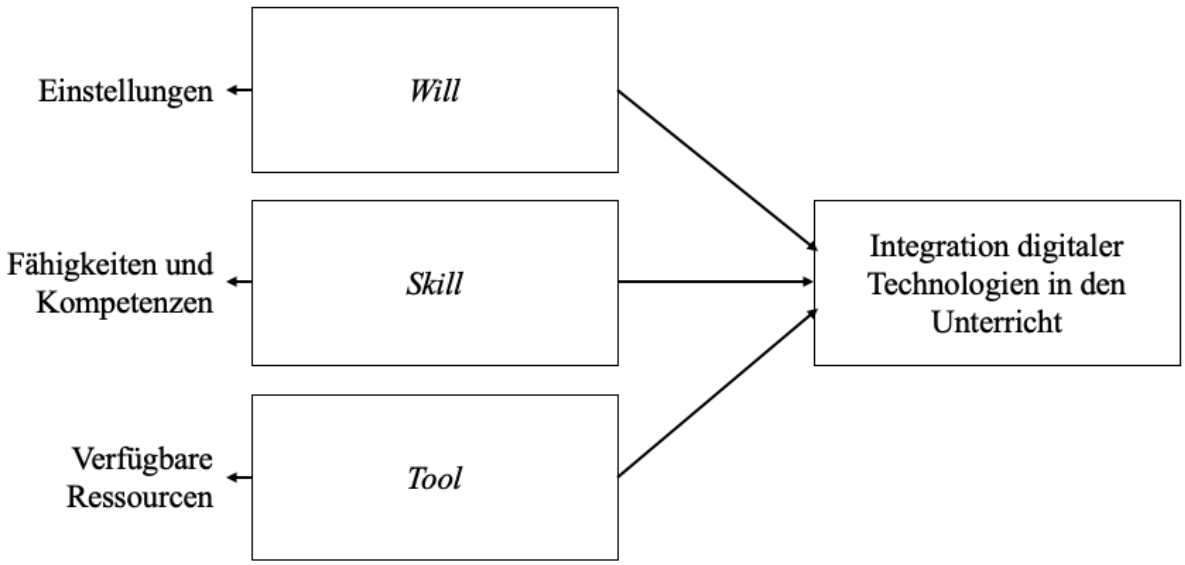


Abbildung 23 Will-Skill-Tool-Modell (reduziert und visuell adaptiert nach Knezek et al., 2003, S. 5)

Eine Vielzahl an in Studien identifizierten Faktoren, die als Bedingungen für die Integration digitaler Technologien im Unterricht gelten, lassen sich den genannten Kategorien zuordnen (mehr dazu in Sasota et al., 2021). Inwiefern digitale Technologien demnach im Unterrichtskontext Einsatz finden, hängt davon ab, ob Lehrkräfte diese einsetzen *wollen (Will)*, auf Basis ihrer Fähigkeiten einsetzen *können (Skill)* und ob sie über die entsprechenden *Ressourcen verfügen (Tool)*.

Die genannten WST-Faktoren sind jedoch nicht gleich bedeutsam für die Frage, inwiefern eine Lehrkraft digitale Technologien im Unterricht einsetzt bzw. einsetzen würde. Entscheidend für die Integration digitaler Technologien im Unterricht sind vor allem die Haltung und die digitalen Kompetenzen einer Lehrkraft, wohingegen sich der Faktor verfügbarer Ressourcen als weniger entscheidend erweist (Bitner & Bitner, 2002; Sasota et al., 2021). Während für Mathematiklehrkräfte vor allem die vorhandenen Kompetenzen der stärkere Prädikator sind, gefolgt von der jeweiligen Haltung (Skill > Will), so ist es für Lehrkräfte in anderen naturwissenschaftlichen Fächern eher die Grundhaltung gegenüber digitalen

Technologien, gefolgt von den jeweiligen vorhandenen Kompetenzen (Will > Skill) (Sasota et al., 2021). Bitner und Bitner (2002, S. 96 ff.) verweisen zudem auf acht Bereiche, die sich als prädiktive Indikatoren für die Integration digitaler Technologien im Unterricht erwiesen haben:

(1) Abbau und Überwindung von Angst vor Veränderungen,
(2) Förderungsmöglichkeiten zum Erwerb und zur Weiterentwicklung eigener digitaler Kompetenzen,
(3) eigener Gebrauch von Technologie,
(4) Wissen über Unterrichtsmodelle mit und Einsatzmöglichkeiten von digitalen Technologien,
(5) Lernen als Antrieb für den Einsatz von Technologie in der Schule,
(6) positives Klima an der Schule gegenüber digitaler Technologie im Unterricht und angemessene Fehlerkultur,
(7) Motivationsanreize und
(8) technischer Support.

Auch wenn der Ausbau verfügbarer digitaler Ressourcen weiterhin relevant bleibt, so stellt er somit allein keine hinreichende Voraussetzung dar, um Lehrkräfte zu einer stärkeren Integration digitaler Medien im Unterricht zu motivieren (Bitner & Bitner, 2002; Sasota et al., 2021).

Vannatta und Fordham (2004) untersuchten zudem, inwiefern unter anderem Inhalte der Lehramtsbildung die Bereitschaft beeinflussen, digitale Medien im Unterricht zu integrieren. Die Ergebnisse dieser Studie geben einen Hinweis darauf, dass vor allem der Umfang der Thematisierung digitaler Technologien Einfluss auf die spätere Nutzung eben dieser hat. Ebenso wie bereits von Bitner und Bitner (2002) diagnostiziert, identifizieren zudem auch Vannatta und Fordham (2004), dass die Wahrscheinlichkeit, digitale Technologien im Unterricht einzusetzen, steigt, wenn Lehrkräfte generell offen für Veränderung sind, in diesem Kontext eine gewisse Risikobereitschaft zeigen und bereit sind, aus Fehlern zu lernen.

Dementsprechend zeigen sowohl Bitner und Bitner (2002) sowie Vannatta und Fordham (2004) als auch Sasota et al. (2021), dass die Einstellung von Lehrkräften im Sinne der Will-Komponente maßgeblichen Einfluss darauf hat, inwiefern digitale Technologien im Unterrichtskontext integriert werden.

9.3 Einstellungsmessung

Die Erfassung von Einstellungen stellt ein zentrales Anliegen sowohl der psychologischen als auch der (naturwissenschafts-)didaktischen Forschung dar. Da Einstellungen als latente Konstrukte nicht direkt beobachtbar sind, bedarf es spezifischer Verfahren, um sie messbar zu machen (Krosnick et al., 2005). Der Blick auf frühere und aktuelle Studien aus verschiedenen Fachdisziplinen zeigt, dass zur Erfassung von Einstellungen eine große Bandbreite an Verfahren eingesetzt wird. Die Komplexität der Erfassung von Einstellungen reicht von einzelnen, direkt formulierten Frageitems über umfangreiche Erhebungsinstrumente bis hin zur Analyse von Verhaltensweisen (Krosnick et al., 2005). Die Vielfalt an Erhebungsverfahren lässt sich unter anderem auf die uneinheitliche Definition von Einstellungen zurückführen (siehe Kapitel 9.1.1), die auch innerhalb einzelner Fachbereiche variiert und unterschiedliche methodische Zugänge bedingt. Eine zentrale methodische Herausforderung ergibt sich dabei aus der Frage, woran Einstellungen überhaupt empirisch erfassbar sind.

Die Verbalisierung der eigenen Einstellung kann nach Thurstone (1928) unter dem Begriff Meinung (engl. *opinion*) zusammengefasst werden. Meinungen sind demnach „verbale Expressionen“ (Thurstone, 1928, S. 531) von Einstellungen und bilden, neben Verhaltensanalysen, wichtige Marker in der Einstellungsmessung. Gleichzeitig ist das Ziel der Einstellungsmessung verfehlt, würden Meinungen und Handlungsweisen als ex-

akte Indikatoren von Einstellungen herangezogen werden. Aufgrund von potenziellen Diskrepanzen zwischen dem Gesagten (Meinung) und dem Gezeigten (Verhalten) lassen sich Einstellungen weder zuverlässig aus Meinungen noch aus Handlungen ableiten (Thurstone, 1928). Die Messung von Einstellungen erfolgt somit über mindestens einen Indikator, der Hinweise auf die bestehende Einstellung gibt und als „Indiz" (Thurstone, 1928, S. 532) für eben diese steht. Demnach zeichnet sich ab, dass Einstellungsmessungen stets mit einer gewissen Unsicherheit verbunden sind (Garms-Homolová, 2020; Thurstone, 1928). Gemäß Haddock und Maio (2023) gilt ein Messinstrument jedoch nur dann als valide, wenn sich Verhalten mit diesen Messwerten prognostizieren lässt: „[…] Wenn ein Messinstrument tatsächlich Einstellungen misst, dann sollte sich mit den gemessen [sic] Werten auch Verhalten vorhersagen lassen können, das Menschen im Zusammenhang mit dem Einstellungsobjekt ausführen (prädiktive Validität)" (S. 214). Es ist jedoch zu beachten, dass sich das Verhalten umso weniger aus einer Einstellung vorhersagen lässt, je schwächer diese verankert ist (Haddock & Maio, 2023). Zudem wurde in Kapitel 9.2 gezeigt, dass neben der Einstellung einer Person weitere Einflussfaktoren ausschlaggebend dafür sind, inwiefern ein bestimmtes Verhalten gezeigt wird.

Um Einstellungen zu erfassen, lassen sich direkte und indirekte Verfahren unterscheiden. Direkte Verfahren basieren auf der Selbstauskunft der Befragten und erfassen Einstellungen, beispielsweise mittels Guttman-, Likert- oder Thurstone-Skalen oder semantischer Differentiale, durch die explizite verbale Bewertung eines Einstellungsobjekts (Garms-Homolová, 2020; Haddock & Maio, 2023; Thurstone, 1928). Fragebögen gelten hierbei als das wichtigste Instrument (Garms-Homolová, 2020). Indirekte Verfahren erschließen Einstellungen über Verhaltensindikatoren oder Reaktionszeiten (z. B. *Affective-Priming*, *Implicit Association Test*), ohne dass

die Befragten dazu aufgefordert werden, die jeweilige Einstellung direkt anzugeben (Garms-Homolová, 2020; Haddock & Maio, 2023). Haddock und Maio (2023) unterscheiden in diesem Kontext explizite und implizite Einstellungsmaße:

> Explizite Einstellungsmaße […]: Einstellungsmaße, bei denen die Befragten gebeten werden, über eine Einstellung nachzudenken und sie selbst zu berichten.
>
> Implizite Einstellungsmaße […]: Einstellungsmaße, bei denen die Einstellung indirekt aus den Reaktionen auf ein Einstellungsobjekt erschlossen wird, ohne dass Befragte über ihre Einstellung selbst berichten. (S. 210)

Gemäß Fazio und Olson (2003) ist zu betonen, dass die Bezeichnung *implizit* im Kontext der impliziten Einstellungs*messung* das Messverfahren beschreibt. Demnach können sich Personen ihrer Einstellung sehr wohl bewusst sein, auch wenn diese implizit erfasst wird.

Direkte Verfahren ermöglichen eine effiziente und theoriegeleitete Erfassung von Einstellungen, unterliegen jedoch auch Problematiken. Einerseits liegen Einstellungen nicht immer bewusst vor (implizite Einstellungen[12]), womit sich nicht jede Einstellung durch ein direktes Verfahren erfassen lässt (Fazio & Olson, 2003; Krosnick et al., 2005). Andererseits können die Vorgabe bestimmter Frage- und Antwortmöglichkeiten sowie die Problematik sozialer Erwünschtheit die Ergebnisse beeinflussen, womit sich auch für explizit vorliegende Einstellungen implizite Verfahren

[12] Im Gegensatz zu expliziten Einstellungen liegen implizite Einstellungen unbewusst vor und sind somit einem Menschen in der Regel nicht bewusst zugänglich. Nach Fazio und Olson (2003) lassen sich implizite Einstellungen wie folgt definieren: „[…] implicit attitudes are ones for which individuals lack awareness“ (S. 302)

anbieten können (Fazio & Olson, 2003; Krosnick et al., 2005). Indirekte Verfahren gelten entsprechend als weniger anfällig für eine Verzerrung der Ergebnisse, allerdings können sie je nach Methodik deutlich aufwendiger in der Erhebung und Auswertung der Daten sein (Haddock & Maio, 2023). Je nach Forschungsfrage, Zielgruppe und theoretischem Hintergrund ist abzuwägen, welches Verfahren oder welche Verfahrenskombination für die Ziele einer Studie geeignet ist bzw. geeignet sind.

9.4 Schlussfolgerungen für das Forschungsprojekt

Wie in den vorherigen Kapiteln gezeigt wurde, besteht in der Forschung kein Konsens darüber, wie Einstellungen zu definieren, von anderen Konstrukten abzugrenzen und zu erfassen sind. Die Festlegung auf eine bestimmte Definition impliziert eine Schwerpunktsetzung und kann mit der Vernachlässigung anderer relevanter Aspekte einhergehen. Heutige Begriffsdefinitionen tendieren folglich dazu, die Definition möglichst breit zu fassen, während in der weiterführenden Beschreibung des Konstrukts verschiedene Dimensionen Berücksichtigung finden (siehe z. B. Haddock & Maio, 2014; Werth et al., 2020). Um den potenziellen Herausforderungen einer Einschränkung des Begriffs zu begegnen, wird der vorliegenden Studie keine feste Definition von Einstellungen zugrunde gelegt. Stattdessen wird aufbauend auf den vorherigen Kapiteln ein Konsens herausgearbeitet, der das dieser Arbeit zugrunde liegende Verständnis von Einstellungen bestimmt.

Dementsprechend ergeben sich aus den eingangs beschriebenen Definitionen, Annahmen und Konkretisierungen des Einstellungsbegriffs folgende, dem vorliegenden Forschungsprojekt zugrunde gelegte Annahmen:

(1) Einstellungen sind individuelle und mentale Konstrukte.
(2) Einstellungen sind latent und somit nicht direkt beobachtbar.

(3) Einstellungen haben einen wertenden Charakter, der hinsichtlich der Valenz und der Stärke variieren kann.
(4) Einstellungen können eine affektive, kognitive und behaviorale Komponente haben.
(5) Die Gesamtbewertung eines Einstellungsobjekts kann sich aus beliebig vielen Dimensionen ergeben und muss nicht zwingend bilanzierend sein. Einstellungen können auch ambivalent sein.
(6) Einstellungen können explizit (bewusst zugänglich) oder implizit (nicht bewusst zugänglich) vorliegen und lassen sich direkt (z. B. mittels Fragebögen oder Interviews) oder indirekt (z. B. über ein gezeigtes Verhalten) erfassen. Gleichzeitig ist das Verhalten kein eindeutiger Indikator für eine Einstellung und umgekehrt.

10 Forschungsfragen: Erhebung von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos

Im ersten thematischen Schwerpunkt der vorliegenden Studie wurde gezeigt, dass Physik-Erklärvideos auf YouTube den fachlichen und fachdidaktischen Anforderungen an Erklärqualität häufig nicht genügen. Vielmehr stellen fachliche Fehler und fachsprachliche Auffälligkeiten in Erklärvideos keine Einzelbefunde dar und keines der analysierten Physik-Erklärvideos erfüllte vollständig die fachdidaktischen Kriterien lernförderlicher Erklärvideos nach Kulgemeyer (2018b, 2020b). Weiterhin wurde bereits im Theorieteil in Kapitel 2 herausgestellt, dass die Qualität von Erklärvideos nicht unbedingt auf den ersten Blick anhand von Oberflächenkriterien wie Likes oder Klickzahlen erkennbar ist (Bitzenbauer et al., 2023; Kulgemeyer & Peters, 2016). Das bedeutet konkret, dass Erklärvideos beliebter YouTube-Kanäle nicht zwangsläufig eine hohe Erklärqualität aufweisen, wie auch die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen konnten. Allerdings steht bei Jugendlichen beim Auswahlprozess eines Erklärvideos die vermutete Erklärqualität nicht an erster Stelle: Wichtiger ist Lernenden der jeweilige Unterhaltungs-, Entspannungs-, Ablenkungs- und Spaßfaktor eines Videos sowie, dass das Video neu und zeitgemäß ist (Rat für Kulturelle Bildung, 2019). Welche Erklärvideos von Lernenden konkret konsumiert werden, wird darüber hinaus eher durch Empfehlungen von Personen aus dem privaten Umfeld als durch solche von Lehrkräften beeinflusst (Rat für Kulturelle Bildung, 2019, S. 20). Lehrkräfte haben demnach potenziell wenig Einfluss darauf, welche Erklärvideos welcher Qualität außerhalb des Klassenzimmers von Lernenden konsumiert werden. Insgesamt stellt sich vor dem Hintergrund der dargestellten Befunde die Frage, wie Physiklehrkräfte zu Physik-Erklärvideos und dem Konsum von Physik-Erklärvideos durch Lernende stehen sowie

ob und wie sie mit Erklärvideos in Unterrichtskontexten agieren. Die Erhebung von Einstellungen von Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos stellt ein Forschungsdesiderat im Bereich der Physikdidaktik dar. Eine explorative qualitative Befragung angehender und praktizierender Physiklehrkräfte soll Einblicke geben, welche Perspektiven und Sichtweisen die beiden Zielgruppen auf Physik-Erklärvideos haben.

Dementsprechend wird die im Folgenden beschriebene Untersuchung von der übergreifenden Forschungsfrage geleitet:
FF2: Welche Einstellungen bezüglich Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht lassen sich bei angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften identifizieren?

Zur Beantwortung der Fragestellungen wird diese in Anlehnung an die theoretische Rahmung des Einstellungsbegriffs gemäß des Multikomponentenmodells (siehe Kapitel 9.1.2) in folgende Unterfragen unterteilt:

- *FF2.1: Inwiefern nutzen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte (Physik-)Erklärvideos außerhalb der beruflichen Tätigkeit?*
- *FF2.2: Für wie relevant halten angehende und praktizierende Physiklehrkräfte Physik-Erklärvideos für heutige Bildungskontexte?*
- *FF2.3: Welche Potenziale sehen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte in Verbindung mit Physik-Erklärvideos?*
- *FF2.4: Wie stehen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte zum privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen?*
- *FF2.5: Wie schätzen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube ein?*
- *FF2.6: In welchem Kontext, Umfang und mit welchen Zielen setzen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte Physik-Erklärvideos (potenziell) ein?*

- *FF2.7: Welche Hürden sehen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte in Verbindung mit Physik-Erklärvideos?*

Im Rahmen einer Typenbildung sollten die Ergebnisse zusammengeführt werden. In diesem Kontext wird die folgende Forschungsfrage formuliert:

- *FF2.8: Inwiefern lassen sich angehende und praktizierende Physiklehrkräfte hinsichtlich ihrer Einstellung bezüglich Physik-Erklärvideos typologisieren?*

11 Konzeption und Durchführung der Einstellungserhebung

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos qualitativ mittels Leitfadeninterviews erhoben und mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) ausgewertet. Im folgenden Kapitel werden Entscheidungen für die qualitative Ausrichtung des Forschungsprojekts argumentativ dargelegt und das Erhebungs- und Auswertungsverfahren wird erläutert.

11.1 Methodischer Zugang: Legitimation der qualitativen Ausrichtung

Qualitative Forschungsmethoden bieten sich vor allem dann an, wenn bezogen auf den jeweiligen Untersuchungsgegenstand auf wenig Vorwissen zurückgegriffen werden kann (Dresing & Pehl, 2018; Kelle & Kluge, 2010; Kruse, 2015). Demnach ist unter Umständen zunächst die Erschließung des Forschungsfeldes über einen qualitativen Zugang notwendig, um im Anschluss zu einer Generierung von Hypothesen und einer quantitativen Fundierung der Ergebnisse zu gelangen (Dresing & Pehl, 2018; Kelle & Kluge, 2010; Mayring, 2015). Der Zugewinn qualitativer Methoden liegt unter anderem darin, „[…] Kommunikationsstrukturen, Bedeutungskonstruktionen und Sinnzusammenhänge nachvollziehbar und analysierbar […]“ (Dresing & Pehl, 2018, S. 7) zu machen, wobei Fragen nach Handlungs- und Begründungsmustern sowie der Struktur von Prozessen von zentraler Bedeutung sind. Ausführliche Erläuterungen ermöglichen das Hervortreten von Aspekten, die im Forschungsfeld aufgrund begrenzten Grundlagenwissens bezüglich des Untersuchungsgegenstands bislang unbekannt sind.

Die zunehmende Anzahl an Studien rund um das Thema Erklärvideos

zeigt, dass das Forschungsfeld in diesem Bereich in den letzten Jahren deutlich gewachsen ist. Einstellungen sind darüber hinaus ein vor allem in der Sozialpsychologie intensiv erforschtes Konstrukt (Garms-Homolová, 2020; Haddock & Maio, 2023; Zanna & Olson, 1993). Studien, in denen Einstellungen von Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos erfasst werden, liegen bis zum Abschluss der vorliegenden Studie nicht vor. Ein Zurückgreifen auf und Anknüpfen an Studien bezüglich Einstellungen explizit zu Physik-Erklärvideos ist demzufolge nicht möglich. Ein qualitativer Ansatz zur Exploration des Forschungsfeldes stellt somit die Grundlage für eine weiterführende Generierung von Hypothesen und mögliche Konstruktion von Erhebungsinstrumenten dar (Kelle & Kluge, 2010).

Inwiefern eine qualitative Ausrichtung den Zielen der vorliegenden Studie Rechnung trägt, lässt sich anhand folgender Dimensionen in Anlehnung an Kuckartz et al. (2008) aufzeigen:

(1) *Fallorientierung:* Das Forschungsinteresse besteht unter anderem darin, argumentative Abwägungsprozesse und Begründungen für und gegen den Einsatz von Erklärvideos in Unterrichtskontexten zu explorieren. Darüber hinaus soll der Umgang der Interviewten mit Erklärvideos über die Zeitspanne des ersten Konsums bis heute erfasst werden. Die Schwerpunkte innerhalb der Datenerhebung liegen somit auf individuellen Begründungen und Merkmalen sowie im weiteren Verlauf auf der Erforschung von Gemeinsamkeiten und Differenzen im Umgang von Personen mit Erklärvideos. Die Fokussierung auf einzelne Fälle erlaubt es, Zusammenhänge zwischen Merkmalen und individuelle Begründungsmuster einer Person zu explorieren, die über ein quantitatives Verfahren nicht in derselben Tiefe erfassbar sind.

(2) *Ganzheitlichkeit und Komplexität:* Argumentationen und Beweggründe von Proband*innen sollen in ihrer Komplexität nachvollzogen und verstanden werden können. Ein qualitatives Verfahren ermöglicht es den Proband*innen, ihre Einstellungen frei und ohne Orientierung an und Einschränkung durch starre Fragen zu verbalisieren. Zwar können auch in Interviews vorgegebene Gesprächsimpulse den Gedankengang der Befragten beeinflussen, gleichzeitig ist die Lenkung des Gesprächs anhand der Äußerungen der interviewten Person möglich.

(3) *Kontexte und Hintergründe:* Qualitative Verfahren ermöglichen den Einbezug von Kontexten und Hintergründen. Der Gehalt einer Aussage und einer damit möglicherweise verbundenen Einstellung kann in manchen Fällen erst durch den Kontext erschlossen werden. Um den Hintergründen einer Äußerung nachzugehen, reicht beispielsweise eine mittels Ordinalskalierung erfasste Angabe zum Einsatz von Erklärvideos in Unterrichtskontexten nicht aus. Gibt eine Lehrperson beispielsweise an, Erklärvideos noch nie im Unterrichtskontext eingesetzt zu haben und dies auch in naher Zukunft nicht zu beabsichtigen, ist entscheidend, ob das Verhalten durch äußere Umstände, wie beispielsweise die Ausstattung der Schule, bedingt ist, oder ob dies auf andere Gründe zurückzuführen ist. Der Einbezug von Kontext und Hintergrund einer Aussage ist somit für die Beantwortung der Forschungsfragen der vorliegenden Studie von maßgeblicher Bedeutung.

(4) *Vermeiden von Fehlschlüssen und Missinterpretationen:* Interviews erhöhen durch gezieltes Nachfragen und das individuelle Eingehen auf Äußerungen die Anzahl an „Interpretationshinweisen“ (Kuckartz et al., 2008, S. 67), wodurch Fehlinterpretationen minimiert werden können. Eine quantitative Betrachtung der Anzahl des Einsatzes von

Erklärvideos in Unterrichtskontexten könnte, bezogen auf das obige Beispiel zum Nichteinsatz von Erklärvideos, dementsprechend zu grundsätzlichen Fehlschlüssen führen.

(5) *Prozessorientierung:* Gegenüber quantitativen Verfahren ermöglicht es ein qualitatives Verfahren, sich von der „vornehmlich beschreibend[en] und bewertend[en]“ (Kuckartz et al., 2008, S. 67) Ebene zu lösen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können einen Ausblick darauf geben, ob und wie Erklärvideos beispielsweise in Hochschulkontexten und Lehrkräftefortbildungen zu thematisieren sind. Dies erfordert es, beispielsweise konkrete, von den Proband*innen beschriebene Handlungspraxen zu erheben. Zum Beispiel können in weiteren Studien erfasste Bedarfe und Wünsche an Ausbildung und Fortbildungen unter Einbezug der Ergebnisse der vorliegenden Studie zu möglichen Implikationen für die Lehrer*innenaus- und -weiterbildung leiten.

(6) *Konsistenz und Authentizität:* Im Kontrast zu starren Frage- und Antwortformaten in quantitativen Verfahren sind qualitative Verfahren dynamisch und bedingen konsistente Antworten (Kuckartz et al., 2008). Die Proband*innen sind im Interview dazu angehalten, ihre Antworten mit Argumenten zu begründen. Auch lassen sich Widersprüchlichkeiten durch konkrete Rückfragen thematisieren.

11.2 Erhebung von Einstellungen: Interviewleitfaden, Stichprobe und Durchführung der Erhebung

Entwicklung des Interviewleitfadens

Basierend auf der im Theorieteil diskutierten Definition des Einstellungsbegriffs wurde ein Interviewleitfaden erstellt, anhand dessen Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos

erhoben werden sollen. Dieser wurde in Anlehnung an das SPSS-Prinzip nach Helfferich (2011) entwickelt und anschließend pilotiert. Das Kürzel „SPSS“ steht hierbei für sammeln (S), prüfen (P), sortieren (S) und subsumieren (S) (Tabelle 25). Zunächst wurde ein Leitfaden für die Zielgruppe der Physik-Lehramtsstudierenden entworfen und pilotiert. Der Interviewleitfaden für die Befragung von praktizierenden Physiklehrkräften baut auf diesem auf und wurde ebenfalls einer Pilotierung unterzogen.

Tabelle 25 SPSS-Verfahren nach Helfferich (2011, S. 182ff.)

Buchstaben-kürzel	**Arbeitsschritt**
S – Sammeln	Brainstorming: Sammeln von Fragen
P – Prüfen	Fragen auf deren Eignung und die Formulierung prüfen
S – Sortieren	Sortieren nach zeitlicher Abfolge der Fragen sowie inhaltlichen Aspekten
S – Subsumieren	Erzählaufforderungen finden, unter die die gebündelten Frageimpulse subsumiert werden

Insgesamt umfasst der Interviewleitfaden Frageimpulse sowie als konkrete Nachfragen aufgelistete Aspekte, die von den Proband*innen in Bezug auf den jeweiligen Impuls mindestens angesprochen werden sollten. Der vollständige Leitfaden ist dem Anhang (Kapitel 16.3) zu entnehmen.

Der für die Zielgruppe der praktizierenden Physiklehrkräfte konzipierte Interviewleitfaden orientiert sich an dem zu diesem Zeitpunkt der Erstellung bereits mehrfach pilotierten und überarbeiteten Leitfaden der Zielgruppe der Physik-Lehramtsstudierenden. Lediglich im inhaltlichen Block zur Bereitschaft, Erklärvideos einzusetzen oder zu empfehlen, wurden im Gegensatz zum Leitfaden der Zielgruppe der Studierenden zwei Impulsoptionen festgehalten, je nachdem, ob eine Lehrkraft zuvor berichtet, Erklärvideos im Unterrichtskontext eingesetzt zu haben, oder nicht.

Zusätzlich zum Interviewleitfaden wurde ein Kurzfragebogen (siehe Anhang Kapitel 16.2) erstellt. Dieser erfasst demografische Daten wie Alter, Geschlecht, Studienrichtung bzw. Unterrichtsfächer und Schulform. Darüber hinaus werden Informationen zur Häufigkeit des Erklärvideokonsums, zur präferierten Video-Plattform sowie zu bekannten und bevorzugten Physik-Erklärvideo-Kanälen abgefragt. Abschließend werden die Proband*innen im Fragebogen dazu aufgefordert, Assoziationen anzugeben, die sie mit Erklärvideos verknüpfen. Dieses Vorgehen orientiert sich an Maio und Haddock (2010), die vorschlagen, über ähnliche offene Fragen Einstellungskomponenten in Bezug auf ein Einstellungsobjekt zu erfassen. Da ein Teil der Daten des Kurzfragebogens, wie sich in der Auswertung herausstellte, nicht zur Beantwortung der Forschungsfragen beitrugen, wird zum Teil von einer weiterführenden Ergebnisdarstellung abgesehen.

Pilotierung des Interviewleitfadens und der Erhebungsmethode

Die Erhebungsmethode und der Interviewleitfaden wurden in mehreren Phasen pilotiert. Es wurde untersucht, inwiefern sich Gruppendiskussionen oder Einzelinterviews zur Erhebung von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos eignen und inwiefern die Impulse in den jeweiligen Leitfäden passend formuliert sind und zur Beantwortung der Forschungsfragen beitragen.

Pilotierung: Einzelinterviews. Der entwickelte Interviewleitfaden wurde im Wintersemester 2021/2022 in drei Probeinterviews mit Physik-Lehramtsstudierenden pilotiert. Über die Pilotierung von Formulierungen und die Strukturierung der Impulse hinaus wurde untersucht, inwiefern eine Beantwortung der Forschungsfragen anhand der Aussagen der Pro-

band*innen möglich erscheint. Teilnehmende der Einzelinterviews waren Studierende einer im Rahmen des Physik-Lehramtsstudiums an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg obligatorischen Lehrveranstaltung zum Thema Erklärvideos. Diese Lehrveranstaltung ist für Studierende ab dem siebten Fachsemester belegbar und wurde von der Autorin der vorliegenden Studie durchgeführt. Inhaltlich wurden ausgewählte Forschungsbefunde zum Thema Erklärvideo im Kontext von (Physik-)Unterricht thematisiert und diskutiert. Weitere Schwerpunkte der Lehrveranstaltung waren die Analyse von YouTube-Erklärvideos anhand fachdidaktischer Qualitätskriterien nach Kulgemeyer (2018b, 2020b) und die Produktion eines eigenen Physik-Erklärvideos zu einem fachspezifischen Schwerpunkt der Sekundarstufe I. Eine ausführliche Beschreibung der Lehrveranstaltung ist Hahn (2023) zu entnehmen. Die Auswertung der Interviewtranskripte gab Anlass, Frageimpulse aus dem Interviewleitfaden zu streichen, die zwar vor dem Hintergrund einer Evaluation der Lehrveranstaltung interessant erscheinen, jedoch nicht zur Erfassung von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos beitragen.

Pilotierung: Gruppendiskussionen und Begründung der Wahl der Erhebungsmethode. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts wurde weiterhin untersucht, inwiefern Einzelinterviews oder Gruppendiskussionen geeignet sind, um Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos zu erfassen. Infolgedessen wurde parallel zur Entwicklung des Interviewleitfadens für Einzelinterviews auch ein Leitfaden für die Durchführung von Gruppendiskussionen konzipiert. Neben erzählgenerierenden Fragen wurden zusätzlich kontroverse Thesen aufgestellt, die sich inhaltlich jeweils an den thematischen Schwerpunkten der Impulse der Einzelinterviews orientierten. Ein Beispiel stellt folgender Impuls des Leitfadens für Einzelinterviews dar: „Schülerinnen und Schüler schauen sich ja vor allem auch

zu Hause Erklärvideos an. Wie stehen Sie denn dazu, dass sich die Schülerinnen und Schüler privat Physik-Erklärvideos anschauen?“, welcher im Rahmen der Gruppendiskussion zu folgendem Impuls umformuliert wurde: „Schülerinnen und Schüler schauen sich ja vor allem auch zu Hause Erklärvideos an. Ich habe Ihnen zwei Thesen mitgebracht, zu denen Sie sich positionieren sollen: Dass Schülerinnen und Schüler privat Physik-Erklärvideos schauen, finde ich a) problematisch, weil … oder b) richtig gut, weil …“.

Der Gruppendiskussionsleitfaden wurde im Rahmen von zwei Gruppendiskussionen zu Beginn des Wintersemesters 2021/22 ebenfalls mit Absolvent*innen der beschriebenen Lehrveranstaltung getestet. An der ersten Gruppendiskussion nahmen vier und an der zweiten Gruppendiskussion nahmen zwei Proband*innen teil. Der Vergleich von Gruppendiskussionen und Einzelinterviews ergab, dass Einzelinterviews für das vorliegende Forschungsprojekt die passendere Erhebungsmethode darstellen. Dies lässt sich durch folgende Argumentation begründen: Es zeigte sich, dass die Proband*innen in den Gruppendiskussionen eher von eigenen Erfahrungen und Sichtweisen berichteten und dass kaum Bezug auf Antworten anderer Teilnehmenden genommen wurde. Des Weiteren wurde im Rahmen der ersten Gruppendiskussion deutlich, dass ruhigere und eher zurückhaltende Proband*innen im Vergleich zu anderen Proband*innen einen deutlich geringeren Gesprächsanteil hatten. Insgesamt wurde das Ziel, die Proband*innen über kontroverse Impulse zur Diskussion über Meinungen anzuregen, nicht erreicht. Der Vergleich beider Erhebungsmethoden deutet darauf hin, dass es sich für das vorliegende Forschungsprojekt als effektiver erweist, den Studienteilnehmer*innen in Einzelinterviews mehr Raum für Antworten und Begründungen zu geben sowie spezifische und individuelle Nachfragen stellen zu können.

Es bleibt jedoch Ungewissheit darüber bestehen, ob Gruppendiskussionen im Kontext der vorliegenden Studie grundsätzlich weniger geeignet sind, um Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos zu erfassen, oder ob möglicherweise nicht das passende Setting gefunden wurde. Weiterhin ist fraglich, inwiefern eine veränderte Formulierung der Impulse zu anderen Ergebnissen führen würde und letztendlich, inwiefern die Leitung der Gruppendiskussion anders hätte gestaltet werden müssen. Ein erster Ansatz zur potenziellen Optimierung des Settings bestand in der Reduktion der Gruppengröße. In der ersten Gruppendiskussion mit vier Proband*innen zeigte sich, dass die Teilnehmenden vorrangig von eigenen Sichtweisen berichteten, ohne Bezug zu den Vorredner*innen zu nehmen. Diesem wurde versucht, entgegenzuwirken, indem die Gruppengröße im zweiten Erhebungsdurchlauf auf zwei Proband*innen reduziert wurde. Hier zeigte sich, dass die Proband*innen schon eher Bezug zu den vorigen Antworten nahmen und an einer Stelle in eine kurze Diskussion einstiegen. Dennoch war der Anteil an Interaktion zwischen den Proband*innen geringer als erwartet. Die Teilnehmenden berichteten auch hier, ähnlich wie in der ersten Gruppendiskussion, eher von persönlichen Perspektiven, ohne ihre Positionen im Gespräch argumentativ zu verhandeln. Da Gruppendiskussionen im Vergleich zu Einzelinterviews weniger Raum bieten, individuelle Antworten zu vertiefen und spezifische Nachfragen zu stellen, ohne dass andere Proband*innen dabei vernachlässigt werden, erweist sich diese Erhebungsmethode in Anbetracht der Pilotierungsergebnisse für das vorliegende Forschungsprojekt eher als nachteilig.

Resümee der Pilotierung. Die Ergebnisse der Pilotierung beider Erhebungsmethoden deuten darauf hin, dass Einstellungen zu Physik-Erklärvideos vermutlich weniger stark affektiv verankert sind, da diese Komponente nicht von den Befragten thematisiert wurde. Im begleitenden

Kurzfragebogen wurde darüber hinaus nach Assoziationen gefragt, die mit Erklärvideos in Verbindung gebracht werden. Die Auswertung zeigt, dass die genannten Assoziationen nicht die affektive Komponente ansprechen. Vermutet wird somit, dass Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos vorrangig kognitiv und verhaltensbezogen geprägt sind. Dementsprechend zielt die Erfassung von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts vorrangig auf die Erhebung der kognitiven und verhaltensbezogenen Einstellungskomponente ab.

Stichprobe und Durchführung

Stichprobe. Die Stichprobe der Interviewstudie setzt sich zusammen aus angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften. Die befragten praktizierenden Physiklehrkräfte wurden über die Verteilung von Einladungsschreiben an Schulen in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg sowie über mündliche Einladungen zur Teilnahme am Interview gewonnen. Zielgruppe sind Physiklehrkräfte aller Schulformen mit mindestens fünf Jahren Berufserfahrung, um die Erfassung möglicher Unterschiede zur Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte zu gewährleisten. Insgesamt ergab sich im Zeitraum von Januar 2023 bis Januar 2024 eine Stichprobe von N = 11 Physiklehrkräften, vorrangig aus Halle (Saale) und Umgebung sowie aus Sachsen und Brandenburg, die zum Zeitpunkt der Interviews zwischen 33 und 60 Jahren als waren (Tabelle 26).

Die Stichprobe der angehenden Physiklehrkräfte besteht aus Physik-Lehramtsstudierenden der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, die im Rahmen ihres Studiums die bereits beschriebene obligatorische Lehrveranstaltung zum Thema Erklärvideos (Hahn, 2023) besucht und mit Abgabe einer Belegarbeit abgeschlossen haben. Nach formalem Abschluss der Lehrveranstaltung mit der Bewertung der Belegarbeiten wurden die

Studierenden schriftlich zur freiwilligen Teilnahme am Interview eingeladen. Insgesamt ergab sich über drei Erhebungsdurchläufe im Zeitraum von April 2022 bis Mai 2024 eine Stichprobe von N = 23 Studierenden im Alter von 20 bis 37 Jahren (Tabelle 26).

Tabelle 26 Demografische Daten der Stichprobe

	N	**Alter in Jahren** M (SD)	**Geschlecht** w/m	**(angestrebte) Schulform** Gym/Sek/IGS	**Fächerkombination** (Anzahl der Proband*innen)	**Seiteneinstieg** ja/nein
Praktizierende Lehrkräfte	11	46,2 (10,7)	4/7	5/3/3	Phy/Ma/(+weiteres Fach) (10) Phy/Spo (1)	1/10
Angehende Lehrkräfte	23	23,0 (3,4)	4/19	23/0	Phy/Ma/(+ Astro) (11) Phy/Chem/Astro (2) Phy/Bio/Astro (1) Phy/Sozi (2) Phy/Spo (3) Phy/Deu (1) Phy/Philo (1) Phy/Mu (2)	–

M: Mittelwert, SD: Standardabweichung, Gym: Gymnasium, Sek: Sekundarschule, Gesamtschule; IGS: Integrierte Gesamtschule; Phy: Physik; Ma: Mathematik, Spo: Sport; Astro: Astronomie, Che: Chemie; Sozi: Sozialkunde; Mu: Musik; Bio: Biologie; Philo: Philosophie, Mu: Musik

Ein Teil der Interviews wurde aufgrund der zu Beginn der Erhebung vorherrschenden Covid-19-Pandemie online durchgeführt. Mit auslaufenden Kontaktbeschränkungen fand die Interviewstudie vorrangig in Präsenz statt, allerdings wurden aufgrund der geografischen Distanz einiger Lehrkräfte zum Standort der Erhebung vereinzelt weitere Interviews auch online geführt. Die in Präsenz durchgeführten Interviews fanden in Räumlichkeiten der Physikdidaktik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und vereinzelt in den jeweiligen Schulen der interviewten Lehrkräfte statt. Vor den Interviews wurde der begleitende Kurzfrage-

bogen von den Proband*innen ausgefüllt und die interviewten Personen wurden über die datenschutzrechtlichen Grundlagen informiert und stimmten diesen schriftlich zu. Die Datenschutzerklärung und die den Teilnehmenden ausgehändigte Aufklärungsschrift, der Interviewleitfaden sowie der die Studie begleitende Kurzfragebogen wurden vom Ethikrat der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg begutachtet und akzeptiert.

Alle interviewten Personen wurden vorab darüber informiert, dass es im Interview um ihre persönlichen Sichtweisen und um persönliche Meinungen gehen soll, wobei es keine richtigen und keine falschen Antworten gibt. Die angehenden Physiklehrkräfte wurden zusätzlich darüber informiert, dass das Interview keinesfalls auf eine Abfrage von zuvor im Seminar behandelten Themen abzielt und die Antworten keinen Einfluss auf das Bestehen oder Nichtbestehen des Kurses haben werden, da die Bewertung der Belegarbeiten bereits abgeschlossen ist.

Die Interviews wurden mit Hilfe eines Audioaufnahmegeräts aufgezeichnet. Die durchschnittliche Länge der Interviews beträgt für die Stichprobe der angehenden Lehrkräfte t_{Stud} = 38:34 Minuten und für die Stichprobe der praktizierenden Lehrkräfte t_{LK} = 38:42 Minuten. Im Anschluss an ein Interview wurden die Tonspur und der Kurzfragebogen mit einem Kürzel bezeichnet. Das Kürzel setzt sich zusammen aus dem Tätigkeitsstatus (LK für Physiklehrkraft oder LA für Physik-Lehramtsstudierende*r), dem Geschlecht (w für weiblich oder m für männlich) und dem Studiengang der Studierenden (G für Gymnasium) bzw. der Schulform der Lehrkräfte (GYM für Gymnasium, IGS für integrierte Gesamtschule oder SEK für Sekundarschule). Zusätzlich wurden alle Interviews nummeriert und es wurde in der Bezeichnung zwischen Interviews der Pilotierung (PIL) und der Hauptstudie (HS) unterschieden. Somit ergibt sich beispielsweise das Kürzel „LAGm-S-13-HS“ für ein Interview aus der Hauptstudie, welches

mit einem Physik-Lehramtsstudenten des Studiengangs Lehramt für Gymnasien geführt wurde.

Die anschließende Transkription der Interviews erfolgt nach den Regeln der erweiterten inhaltlich-semantischen Transkription nach Dresing und Pehl (2018, S. 20 ff.):

- Es wird wörtlich transkribiert, also nicht lautsprachlich oder zusammenfassend.
- Wortverschleifungen werden an das Schriftdeutsch angenähert. „So ’n Buch“ wird zu „so ein Buch“ und „hamma“ wird zu „haben wir“. Die Satzform wird beibehalten, auch wenn sie syntaktische Fehler beinhaltet, z.B.: „Bin ich nach Kaufhaus gegangen.“
- Dialekte werden möglichst wortgenau ins Hochdeutsche übersetzt. Wenn keine eindeutige Übersetzung möglich ist, wird der Dialekt beibehalten, z.B.: „Ich gehe heuer auf das Oktoberfest“.
- Umgangssprachliche Partikeln wie „gell, gelle, ne“ werden transkribiert.
- […] Wortdoppelungen werden nur erfasst, wenn sie als Stilmittel zur Betonung genutzt werden: „Das ist mir sehr, sehr wichtig.“
- Halbsätze, denen die Vollendung fehlt, werden mit dem Abbruchzeichen „/“ gekennzeichnet.
- Interpunktion wird zugunsten der Lesbarkeit geglättet, das heißt, bei kurzem Senken der Stimme oder nicht eindeutiger Betonung wird eher ein Punkt als ein Komma gesetzt. Sinneinheiten sollten beibehalten werden.
- Rezeptionssignale wie „hm, aha, ja, genau“, die den Redefluss der anderen Person nicht unterbrechen, werden nicht transkribiert. Sie werden dann transkribiert, wenn sie als direkte Antwort auf eine Frage genannt werden.
- Pausen ab ca. 3 Sekunden werden durch (...) markiert.
- Besonders betonte Wörter oder Äußerungen werden durch VERSALIEN gekennzeichnet.

- Emotionale nonverbale Äußerungen der befragten Person und des Interviewers, welche die Aussage unterstützen oder verdeutlichen (wie lachen oder seufzen), werden beim Einsatz in Klammern notiert.
- Unverständliche Wörter werden mit „(unv.)“ gekennzeichnet. […]
- Die interviewende Person wird durch ein „I:“, die befragte Person durch ein „B:“ gekennzeichnet.

Im Interview genannte Informationen, wie Orte oder Namen, die potenziell Rückschlüsse auf bestimmte Personen zulassen, werden während der Transkription mit „(Ort)“ bzw. „(Name)“ anonymisiert und gegebenenfalls nummeriert. Ein exemplarisch ausgewähltes Interviewtranskript ist dem Anhang (Kapitel 16) beigefügt.

11.3 Auswertungsverfahren: Qualitative Inhaltsanalyse

Zur Erhebung der Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos der Befragten wird das Verfahren der inhaltlich strukturierenden, evaluativen sowie im weiteren Verlauf der typenbildenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) gewählt. Bevor das Vorgehen und die Anwendung des Verfahrens auf das vorliegende Forschungsprojekt erläutert werden, wird zunächst allgemein die Methode der qualitativen Inhaltsanalyse skizziert. Anschließend werden Charakteristika und Ziele der qualitativen Inhaltsanalyse speziell nach Mayring (2015) sowie Kuckartz und Rädiker (2022) vor- und gegenübergestellt und die Entscheidung für das methodische Vorgehen nach Kuckartz und Rädiker (2022) wird begründet.

11.3.1 Allgemeine Charakterisierung und punktueller Vergleich des Vorgehens nach Mayring (2015) und Kuckartz und Rädiker (2022)

Die qualitative Inhaltsanalyse ist eine Forschungsmethode, die darauf abzielt, vorrangig manifeste Kommunikationsinhalte systematisch und methodisch kontrolliert zu analysieren (Kuckartz & Rädiker, 2022; Schreier, 2014; Stamann et al., 2011). Sie ermöglicht, über die Beschreibung des Datenmaterials hinaus, beispielsweise Zusammenhänge zu erforschen und Hypothesen sowie Theorien zu überprüfen (Kuckartz & Rädiker, 2022). Grundlegend stehen die forschungsfragengeleitete Kategorienbildung und -orientierung im Zentrum einer qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022; Mayring, 2015; Schreier, 2014; Stamann et al., 2011). Im Prozess werden Forschungsdaten auf Grundlage des Kategoriensystems codiert, womit das Datenmaterial je nach Technik komprimiert, zusammengefasst und zum Teil auch in der Komplexität reduziert werden kann (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Innerhalb des Vorgehens der qualitativen Inhaltsanalyse können verschiedene Varianten unterschieden werden. So unterscheiden Kuckartz und Rädiker (2022) beispielsweise die Varianten der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse, der evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse und der typenbildenden qualitativen Inhaltsanalyse. Eine ausführliche Analyse und Beschreibung weiterer verschiedener Varianten einer qualitativen Inhaltsanalyse ist Schreier (2014) zu entnehmen. Welche Varianten in einem Forschungsprojekt Anwendung finden, ist abhängig vom jeweiligen Forschungsinteresse und den Forschungsfragen.

Die Methode der qualitativen Inhaltsanalyse ist sowohl für Forschungsprojekte mit theorieorientierter Fragestellung und einer expliziten theoretischen Grundlage geeignet als auch für Forschungsprojekte, die nicht auf

Theoriebildung abzielen und denen keine theoretische Rahmung vorausgeht (Kuckartz & Rädiker, 2022). Je nach Forschungsinteresse können demnach unterschiedliche Ziele verfolgt werden: „[…] die Zielsetzung kann sowohl die Generierung von Theorie wie auch die Bestätigung von Theorie sein und schließlich können Projekte sich […] auch bewusst auf Deskription konzentrieren wollen“ (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 107). Das Kategoriensystem kann sich demnach aus deduktiv oder induktiv sowie deduktiv und induktiv gebildeten Kategorien zusammensetzen (Kuckartz & Rädiker, 2022). Die Analyse des Datenmaterials erfolgt primär qualitativ, jedoch kann diese „[…] auch quantitativ-statistische Auswertungen integrieren; sie kann sowohl kategorieorientiert als auch fallorientiert erfolgen“ (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 39).

Bei der Wahl des Verfahrens der qualitativen Inhaltsanalyse, speziell mit dem Fokus auf eine inhaltlich strukturierende, evaluative bzw. nach Mayring (2015) skalierende und typenbildende qualitative Inhaltsanalyse, stellte sich für die vorliegende Studie zunächst die Frage, ob anhand des Verfahrens nach Mayring (2015) oder Kuckartz und Rädiker (2022) vorgegangen werden soll. Beide Verfahren definieren ähnliche Ziele. Unterschiede ergeben sich jedoch in der Art und Weise, wie das Material ausgewertet wird, beispielsweise speziell darin, wie die induktive Kategorienbildung erfolgt. Im Folgenden werden das Ziel qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) sowie nach Kuckartz und Rädiker (2022) dargelegt und weitere Charakteristika herausgestellt. Dabei liegt der Fokus bei letzterem darauf, grundlegende Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Ablauf qualitativer Inhaltsanalyse nach beiden Verfahren hervorzuheben.

Als übergreifendes Ziel einer Inhaltsanalyse definiert Mayring (2015) die „[…] Analyse von Material, das aus irgendeiner Art von *Kommunikation*

stammt“ (S. 11, Herv. i. O.). Aus dieser weitgefassten Definition geht hervor, dass es sich sowohl um eine Analyse der Kommunikationsinhalte selbst als auch um eine Analyse der Kommunikationsstruktur, also „formaler Aspekte“ (Mayring, 2015, S. 11), handeln kann. Darüber hinaus kann auch der Kommunikationsprozess Teil einer Inhaltsanalyse sein, womit beispielsweise nicht nur ein Text an sich analysiert wird, sondern aus der Kommunikation selbst Rückschlüsse über Sender*in und Empfänger*in gezogen werden können (Mayring, 2015). Kuckartz (2018) betont ebenfalls, dass Textverständnis und Interpretation eine bedeutende Rolle in der qualitativen Inhaltsanalyse spielen und sich eine qualitative Inhaltsanalyse somit von einer „[…] klassischen, sich auf den manifesten Inhalt beschränkenden Inhaltsanalyse […]“ (S. 26f.) abhebt. Das aus einer Kommunikation stammende Material ist nicht beschränkt auf Sprache, sondern auch Musik und Bilder können zum Gegenstand einer Inhaltsanalyse gemacht werden, soweit sie als „fixierte Kommunikation“ (Mayring, 2015, S. 12) in Form von Symbolen vorliegen. Da sich das vorliegende Forschungsprojekt jedoch ausschließlich auf in Interviews erhobene verbale Äußerungen bezieht, werden im Rahmen dieser Studie lediglich sprachliche Aspekte in der Analyse ausgewertet.

Im Zentrum einer Inhaltsanalyse steht – und hierbei besteht uneingeschränkt Einigkeit zwischen Mayring (2015) und Kuckartz und Rädiker (2022) – ein Kategoriensystem, bestehend aus üblicherweise Haupt- und Subkategorien. Hauptkategorien werden dabei sowohl bei Mayring (2015) als auch bei Kuckartz und Rädiker (2022) in der Regel aus der Theorie, die einem Forschungsprojekt zugrunde liegt, abgeleitet. Dennoch ist die deduktive Vorgehensweise bei der Kategorienbildung nicht für jede Hauptkategorie zwingend erforderlich: Kategorien können auch aus dem Material heraus gebildet werden, was als induktive Kategorienbildung bezeichnet wird (Kuckartz & Rädiker, 2022; Mayring, 2015).

Als Unterschied zur Hermeneutik ist der Prozess eines inhaltsanalytischen Verfahrens stets systematisch und folgt einem regel- und theoriegeleiteten Vorgehen, wodurch ein intersubjektiver Zugang zur Analyse gewährleistet werden kann (Mayring, 2015). Ungeachtet der Wahl des Verfahrens nach Mayring (2015) oder Kuckartz und Rädiker (2022) ist trotz des regelgeleiteten Vorgehens an dieser Stelle anzumerken, dass es kein Standardverfahren der qualitativen Inhaltsanalyse gibt, welches sich stets gleich gestaltet (Schreier, 2014). Eine qualitative Inhaltsanalyse lässt sich somit nicht von einem Gegenstand auf einen anderen übertragen, sie muss stets angepasst und entsprechend modifiziert werden (Mayring, 2015).

Die Bildung von induktiven Kategorien ist ein regelgeleiteter Prozess, wobei deutliche Unterschiede zwischen der Kategorienbildung nach Mayring (2015) und nach Kuckartz und Rädiker (2022) zu verzeichnen sind. Während Mayring (2015) sich auf den Dreischritt Paraphrasieren, Generalisieren und Reduzieren bezieht, schlagen Kuckartz und Rädiker (2022) eine offenere Form des Kategorienbildens vor und kritisieren Mayrings Vorgehen in zwei Punkten: Einerseits ist das dreischrittige Vorgehen ausgesprochen zeitaufwendig, andererseits führen Paraphrasierungen und Generalisierungen durch das hohe Maß an Verallgemeinerung nicht selten zu einer Entfernung vom und Verzerrung des Originaltextes (Kuckartz & Rädiker, 2022). Kuckartz und Rädiker (2022) schlagen dementsprechend vor, beim offenen Codieren zügig vorzugehen und bei der Frage nach Formulierungen nicht länger als nötig zu verweilen: Für die Festlegung auf konkrete Formulierungen sei in weiteren Schritten noch genügend Zeit eingeräumt.

Der, bezogen auf die große Datenmenge des vorliegenden Forschungsprojekts, erhebliche Zeitaufwand, welcher mit einem an Mayring (2015) orientierten Vorgehen verbunden ist, sollte nicht ausschlaggebendes Argument für die methodische Ausrichtung nach Kuckartz und Rädiker (2022) sein. Ein wesentliches Teilziel und das Grundgerüst der nachfolgenden

Analyse ist die Aufstellung eines intersubjektiv nachvollziehbaren Kategoriensystems, welches im Zentrum des methodischen Verfahrens steht. Die durch Mayrings Dreischritt bedingte frühzeitige Abstraktion von Aussagen und somit Entfernung vom Originaltext könnte unter Umständen dazu führen, dass Relationen zwischen einzelnen Aussagen untereinander verloren gehen und somit die Komplexität von Zusammenhängen unter Umständen nicht adäquat wiedergegeben werden kann. Das Vorgehen nach Kuckartz und Rädiker (2022) ist in der Kategorienbildung durch einen engeren Bezug zum Originaltext charakterisiert. Für das vorliegende Forschungsprojekt erscheint dieses Vorgehen von Vorteil, da durch den engeren Bezug zu Originalaussagen keine (verfrühten) Verallgemeinerungen und Abstraktionen vorgenommen werden.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Vorgehen in der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) und nach Kuckartz und Rädiker (2022) zeigt sich in der Fall- und Kontextorientiertheit beider Verfahren. Besonders deutlich zeigt sich dies im Rahmen der evaluativen (nach Mayring: skalierenden) Inhaltsanalyse. Innerhalb der skalierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) konzentriert sich die Codierung und somit die Einschätzung des Materials auf einzelne Textsegmente, die von Mayring als „Fundstellen“ (S. 109) bezeichnet werden. Konkret bedeutet dies, dass lediglich einzelne Textstellen codiert werden, ohne dass Bezug zum Kontext oder sogar zum Fall insgesamt genommen wird. Kuckartz und Rädiker (2022) plädieren hingegen dafür, im Rahmen der evaluativen Inhaltsanalyse kontextorientierter vorzugehen, den gesamten Fall zu betrachten und Einschätzungen nicht auf Grundlage einzelner Textsegmente festzulegen. Im Vergleich zeigt sich, dass das Verfahren der skalierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) im Vorgehen und der Auswertung generell quantitativer angelegt ist als das Verfahren der evaluativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022). Da im vorliegenden Forschungs-

projekt der konkrete Fallbezug und im weiteren Verlauf der Vergleich von Fällen von Bedeutung ist, spricht dies für eine Orientierung am Vorgehen der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022).

11.3.2 Ablaufschema

Das systematische, regel- und theoriegeleitete Vorgehen einer qualitativen Inhaltsanalyse spiegelt sich nicht zuletzt in der klar definierten Struktur der Methode wider. Grundlegend folgt die qualitative Inhaltsanalyse dem allgemeinen Ablauf empirischer Forschung, indem ausgehend von der Forschungsfrage Daten erhoben und im Anschluss ausgewertet werden (Kuckartz & Rädiker, 2022). Konkret setzt sich das Vorgehen der qualitativen Inhaltsanalyse aus einer nicht strikt chronologisch ablaufenden Abfolge von Schritten, exemplarisch für die strukturierende qualitative Inhaltsanalyse dargestellt in Abbildung 24, zusammen:

> Den Kern jeder qualitativen Inhaltsanalyse stellen die Phasen „Kategorien bilden“, „Daten codieren“ und „Codierte Daten analysieren“ dar, wobei das Bilden von Kategorien und das Codieren der Daten in mehreren Zyklen stattfinden kann. Die Abbildung soll verdeutlichen, dass der modellhafte Ablauf des Analyseprozesses weitaus weniger linear als im klassischen Modell des Forschungsablaufs ist und dass die verschiedenen Analysephasen nicht strikt voneinander getrennt sind, ja es sogar möglich sein kann, noch neue Daten zu erheben, obwohl das Kategoriensystem bereits fertig zu sein scheint und das meiste Datenmaterial schon codiert ist. Die Grafik soll auch verdeutlichen, dass die Forschungsfragen bei der qualitativen Inhaltsanalyse eine für alle Phasen wichtige Rolle spielen […] (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 106f.)

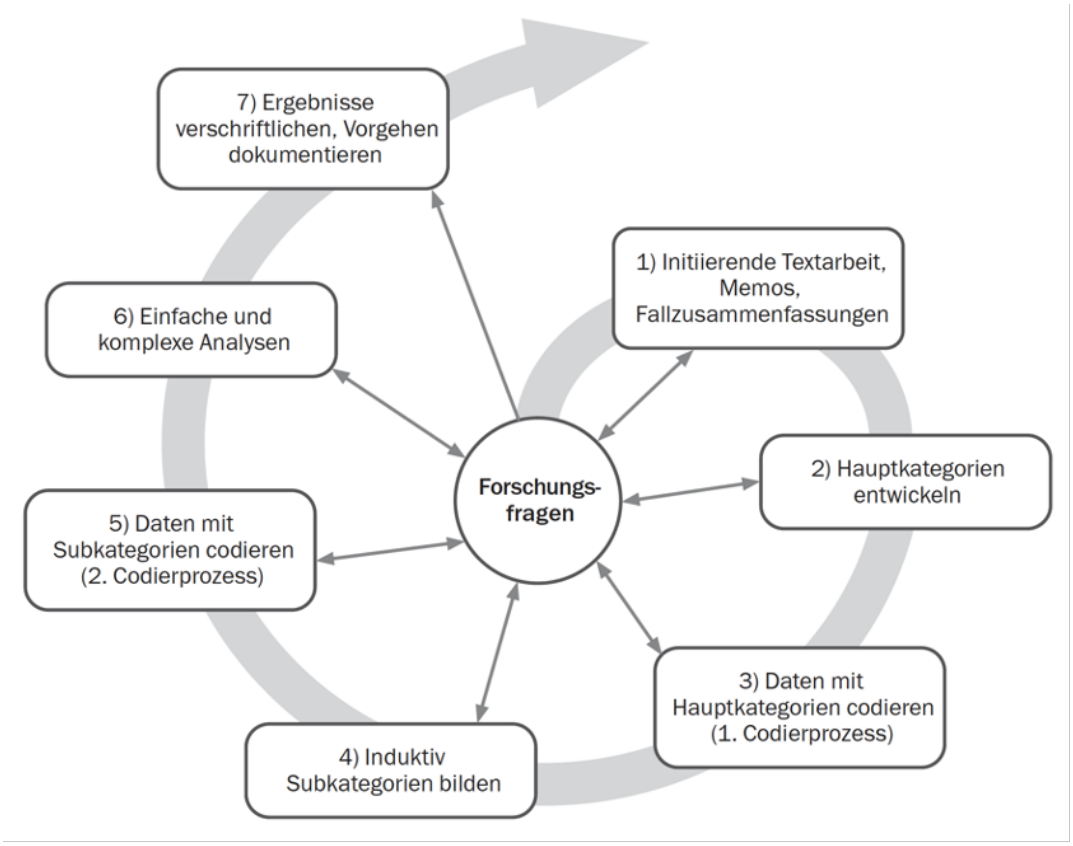


Abbildung 24 Ablaufschema strukturierende qualitative Inhaltsanalyse, übernommen aus Kuckartz und Rädiker (2022, S. 132)

Die strukturierende qualitative Inhaltsanalyse hat zum Ziel, das Datenmaterial zu strukturieren, indem ein Kategoriensystem auf dieses angewendet wird. Konkret ist darunter zu verstehen, dass alle Textstellen, die von einer Kategoriedefinition angesprochen werden, in dieser Kategorie extrahiert werden (Kuckartz & Rädiker, 2022). Ähnlich gestaltet sich auch das Vorgehen im Rahmen einer evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse. Mit dem Ziel, Dimensionen des Materials in Form von Skalen festzumachen und das Material dementsprechend einzuschätzen, werden hierbei Bewertungskategorien festgelegt. Anschließend werden relevante Textstellen identifiziert und entsprechend der jeweiligen Bewertungskategorien eingeschätzt (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Um die Einstellung der Proband*innen im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts zu erfassen, werden die Daten mittels inhaltlich struk-

turierender und evaluativer qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Beispielsweise scheint sich für die Erfassung der Wahrscheinlichkeit des Einsatzes von Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht eine evaluative Auswertung anzubieten. Für die Erfassung von beispielsweise angesprochenen Potenzialen von Physik-Erklärvideos ist jedoch eine inhaltliche Strukturierung geeigneter.

Nach der inhaltlich strukturierenden und evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse kann optional eine Typenbildung erfolgen (Kuckartz & Rädiker, 2022). Im Gegensatz zu den vorangegangenen Analyseverfahren sind Typenbildungen fallorientierte Verfahren und können wie folgt definiert werden:

> Aufgrund von Ähnlichkeiten in ausgewählten Merkmalsausprägungen werden Elemente zu Typen (Gruppen, Clustern) zusammengefasst. Ein Typ zeichnet sich dabei durch die gleiche Kombination von Merkmalsausprägungen aus. Die Elemente desselben Typs sollen einander möglichst ähnlich sein, die verschiedenen Typen hingegen sollen möglichst unähnlich und heterogen sein. (Kuckartz, 2018, S. 146)

Das Ziel einer Typenbildung besteht darin, in Bezug auf eine Typisierungsdimension spezifische Ausprägungen zu identifizieren und zu charakterisieren (Kelle & Kluge, 2010; Kuckartz & Rädiker, 2022). Möglich ist beispielsweise, einerseits nach besonders extremen Ausprägungen oder andererseits nach dem besonders häufigen Vorkommen einer Ausprägung zu fragen sowie Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Typen zu beschreiben (Kuckartz & Rädiker, 2022). Die Identifikation von Typologien, als „die Gesamtheit der für einen bestimmten Phänomenbereich gebildeten Typen“ (Kuckartz, 2018, S. 146), steht am Ende des Gruppierungsprozesses (Kelle & Kluge, 2010). Der Prozess einer Typenbildung lässt sich nach

Kuckartz und Rädiker (2022, S. 180, Herv. i. O) idealtypisch in fünf Hauptphasen unterteilen:

> **Phase 1: Bestimmung des Merkmalsraums**. In dieser Phase wird der Merkmalsraum definiert, welcher der Typenbildung zugrunde liegen soll.
>
> **Phase 2: Gruppierung der einzelnen Fälle, Bildung der Typologie.** In dieser Phase findet die eigentliche Konstruktion der Typologie, d. h. die Gruppierung der Fälle zu Typen, statt.
>
> **Phase 3: Beschreibung der Typologie.** Die gebildete Typologie und die einzelnen Typen, die gebildet wurden, werden in dieser Phase im Detail beschrieben.
>
> **Phase 4: Explizite Zuordnung der Einzelfälle zu den gebildeten Typen.** […] Hier findet die explizite Zuordnung der einzelnen Fälle […] zu den gebildeten Typen statt.
>
> **Phase 5: Zusammenhangsanalysen.** In der abschließenden Phase geht es um die Zusammenhänge von Typologie und Merkmalen, die nicht für die Typenbildung herangezogen wurden, sogenannten sekundären Variablen.

Im vorliegenden Forschungsprojekt wird untersucht, inwiefern sich (angehende) Physiklehrkräfte hinsichtlich ihrer Einstellungen zu Physik-Erklärvideos typologisieren lassen. Inhaltlich baut die Typenbildung auf den Ergebnissen der inhaltlich strukturierenden und evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse auf.

11.3.3 Kategorienbildung

Als Kern der qualitativen Inhaltsanalyse steht das Kategoriensystem im Zentrum des Verfahrens und bildet die Grundlage für die spätere Auswertung der Forschungsdaten (Kuckartz & Rädiker, 2022). Als Kategorien-

system wird die Summe aller Haupt- und Subkategorien bezeichnet. Kuckartz und Rädiker (2022) unterscheiden dabei, wie in Kapitel 11.3.1 bereits angerissen, zwei verschiedene Arten der Kategorienbildung, je nachdem, „[…] welche Rolle das empirische Material bei der Bildung des Kategoriensystems spielt“ (S. 71). Bei der ersten Art, der deduktiven Kategorienbildung, von Kuckartz und Rädiker (2022) auch als A-priori-Kategorienbildung bezeichnet, erfolgt die Bildung der Kategorien unabhängig vom jeweiligen Datenmaterial. So können sich deduktive Kategorien beispielsweise aus der dem Forschungsprojekt zugrunde gelegten Theorie, aus vorab festgelegten Hypothesen oder aus dem Interviewleitfaden ableiten (Kuckartz & Rädiker, 2022). Induktive Kategorien als zweite Kategorienart gehen aus dem erhobenen Datenmaterial hervor, wobei dieser Prozess des Kategorienbildens eine hohe kognitive und auch kreative Leistung darstellt (Kuckartz & Rädiker, 2022). Statt eines rein deduktiven oder eines rein induktiven Kategoriensystems finden sich in Forschungsprojekten häufig Kombinationen aus deduktiven und induktiven Kategorien (Kuckartz & Rädiker, 2022; Mayring, 2015).

Die Bezeichnung des *deduktiven* Kategorienbildens wird dabei von Kuckartz und Rädiker (2022) berechtigterweise als kritisch betrachtet:

> Der Begriff „deduktive Kategorienbildung“ ist […] für diese Vorgehensweise bei der Bildung von Kategorien und die im Hintergrund ablaufenden kognitiven Prozesse nicht wirklich optimal. Deduktiv bedeutet […], dass das Besondere aus dem Allgemeinen erschlossen wird, also eine logische Ableitung vorgenommen wird. So erweckt der Begriff „deduktiv“ unwillkürlich den Anschein, als gehe alles mehr oder weniger von selbst […]. Wenn alles den Regeln entsprechend gemacht wird, so die Vermutung, kommen alle zum gleichen Ergebnis. Dies ist nun (leider) ganz und gar nicht der Fall […] (S. 71f.)

Da sich die Verwendung der Begrifflichkeit jedoch im Wortschatz qualitativer Forschung etabliert hat, wird die vom Datenmaterial unabhängige Bildung von Kategorien sowohl von Kuckartz und Rädiker (2022) als auch im Rahmen der vorliegenden Studie als deduktive Kategorienbildung bezeichnet.

Die Ableitung von Hauptkategorien aus dem Interviewleitfaden ist ein gängiges Verfahren in der qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022). Der im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts entwickelte Interviewleitfaden orientiert sich an dem im Wissenschaftsfeld bekannten Konstrukt der Einstellungen. Wie im Theorieteil der vorliegenden Studie ausführlich dargelegt wurde, kann zwar auf keine in der Literatur einheitliche Definition des Konstrukts zurückgegriffen werden. Modelle wie das Multikomponentenmodell (siehe Kapitel 9.1.2) sind jedoch bis heute eine etablierte Möglichkeit, um Einstellungen zu beschreiben (Garms-Homolová, 2020; Haddock & Maio, 2023; Mayerl, 2009). Ebenen dieses Modells, konkret kognitive und verhaltensbezogene Aspekte, finden sich somit im Interviewleitfaden und entsprechend auch in den deduktiv gebildeten Haupt- und Subkategorien wieder. Die Zusammenfassung aller deduktiv gebildeten Kategorien ist dem Ergebnisteil in Kapitel 12.1 zu entnehmen.

Neben den deduktiv gebildeten Hauptkategorien werden vorrangig Subkategorien, aber auch einige weitere Hauptkategorien induktiv anhand der erhobenen Daten gebildet. Die induktive Kategorienbildung erfolgt im Anschluss an die deduktive Kategorienbildung. Konkret orientiert sich das Vorgehen an der von Kuckartz und Rädiker (2022) vorgeschlagenen Guideline zur Bildung induktiver Kategorien (siehe Kuckartz & Rädiker, 2022, Kapitel 3.2.2). Dazu werden zufällig ausgewählte Interviews beider Zielgruppen sequenziell durchgearbeitet, indem für die Forschungsfrage relevante Textstellen markiert und den zum Teil bereits deduktiv gebilde-

ten Hauptkategorien zugeordnet werden. Die induktive Bildung von Subkategorien erfolgt anschließend zunächst anhand fokussierter Zusammenfassungen, indem in einer dreispaltigen Tabelle der Originaltext zunächst zusammengefasst und anschließend eine Kategorie gebildet wird. Ein Beispiel für dieses Vorgehen ist in Tabelle 27 dargestellt. Die hier entstandenen vorläufigen Subkategorien bilden die Basis für die nach weiterer Sortierung und Verallgemeinerung festgelegten finalen Subkategorien. Für die Codierung von Textsegmenten in eine Subkategorie wird festgelegt, dass anstatt einzelner Begriffe eher Sinneinheiten codiert werden, um möglichst ohne weiteren Kontext die Verständlichkeit des codierten Segments zu gewährleisten.

Tabelle 27 Beispiel eines Arbeitsstands induktiver Kategorienbildung mittels fokussierter Zusammenfassung

Textstelle	Zusammenfassung	Codierung
Und ich denke mal, dann funktioniert das auch, oder halt gerade auch, wenn man am Ende von einem Thema jetzt die Schülerinnen und Schüler überprüfen möchte und schauen möchte, welche Ziele haben sie jetzt erreicht, Lernziele oder sowas, welche Kompetenzen haben sie vielleicht auch erlangt, dann ist es vielleicht auch ganz gut, wenn man die selber mal ein Erklärvideo produzieren lässt.	Erklärvideoproduktion am Ende eines Themas zur Überprüfung der Kompetenzen der Schüler innen	Methodik: Einsatz Physikunterricht – Erklärvideoproduktion Schüler innen
Aber da ist natürlich wieder das Problem, was ich sehe, ob man dafür überhaupt die Zeit findet? Und dann natürlich auch vielleicht auch noch die Nerven, wenn man ja eigentlich sowieso schon ein straffes Programm hat, was man irgendwie durchziehen muss.	Bedenken hinsichtlich der praktischen Umsetzung bzgl. Produktion: Zeitaspekt	Hürde: – Zeitaspekt Produktion
Wie oft man das dann machen kann und in welchen Situationen und ich denk mal, das ist auch dann wieder sehr stark abhängig von der Lerngruppe, also grade	Praktische Umsetzung (ob und wie oft) ist abhängig von Lerngruppe	Rahmenbedingung: – Lerngruppenabhängigkeit

auch wenn man dann die Schülerinnen und Schüler selber Erklärvideos produzieren lässt, und dann vielleicht auch wieder anderen Schülerinnen und Schüler GIBT, einfach nochmal zum Lernen oder selber, dass die auch noch mal ein Feedback geben, muss man glaube ich da als Lehrkraft auch ganz dolle drauf achten, dass da keine fachlichen Fehler drinnen sind, weil ansonsten können sich ja auch wieder Schülervorstellungen manifestieren. Also ja, es ist dann doch mehr mit Arbeit verbunden als nur ein Erklärvideo schnell rauszusuchen und laufen zu lassen. LAGw-S-2-HS, Pos. 20	Schüler innenprodukte müssen von Lehrkraft überprüft werden (fachliche Korrektheit, Schüler innenvorstellungen) Arbeit mit Erklärvideos kostet Zeit	Rahmenbedingung: – Prüfung der Erklärvideos seitens Lehrkraft erforderlich Hürde – Zeitaspekt generell

Das Vorgehen der induktiven Kategorienbildung wird so lange fortgesetzt, bis zunächst eine Sättigung an induktiven Kategorien erreicht ist. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden dazu sieben Interviews ausgewertet. Im fortgeschrittenen Verlauf des induktiven Kategorienbildens wurden einzelne Kategorien ebenfalls über offenes Codieren gebildet. Dazu wird den entsprechenden Textpassagen ohne den Schritt der Zusammenfassung eine Kategorie zugeordnet. Dieses Vorgehen bot sich vor allem für Textpassagen an, in denen für das Kategoriensystem neue, konkrete Vor- oder Nachteile von Erklärvideos angesprochen wurden.

Anschließend werden alle induktiv gebildeten Kategorien systematisiert: Kategorien mit großen inhaltlichen Überschneidungen werden zu einer Kategorie fusioniert, diverse konkrete Kategorien werden in allgemeinere Oberkategorien gebündelt und weiterhin werden Kategorien durch Anpassung der Kategoriedefinitionen und Ergänzung von Ankerbeispielen konkretisiert. Insgesamt werden thematische und evaluative Kategorien mit möglichst allgemeiner anstatt konkreter Bezeichnung gebildet.

Neben einer Vielzahl an Subkategorien wurden zusätzlich zwei Hauptkategorien induktiv gebildet. Der Interviewleitfaden beinhaltet keine Fragen, die auf die Verbalisierung von Emotionen, die in Verbindung mit Erklärvideos auftreten, abzielen. Dennoch werden diese zum Teil von den interviewten Personen geäußert. Ebenso wird eine Vielzahl an Rahmenbedingungen angesprochen, die für den Einsatz oder die Nutzung von Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht gegeben sein müssen oder sollten. Demnach erweitert sich das Kategoriensystem um die induktiv gebildeten Hauptkategorien „Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos“ und „Rahmenbedingungen“. Weiterhin wird die evaluative Hauptkategorie „Unterricht durch Erklärvideos ersetzen“ ergänzt. Die Zusammenfassung aller induktiv gebildeten Kategorien ist dem Ergebnisteil in Kapitel 12.1 zu entnehmen.

Erstellung des Codierleitfadens

Der Codierleitfaden soll einen intersubjektiven Zugang zum Vorgehen im Rahmen der Codierung der Interviews gewährleisten. Die Definitionen der Kategorien folgen dem allgemeinen Schema für Kategoriendefinitionen nach Kuckartz und Rädiker (2022), dargestellt in Tabelle 28. Weitere exemplarische Auszüge aus dem Codierleitfaden finden sich im Anhang (Kapitel 16.4) und der vollständige Codierleitfaden ist dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 28 Beispiel für die Erstellung des Codierleitfadens in Anlehnung an Kuckartz und Rädiker (2022, S. 66)

Name der Hauptkategorie	Potenziale von Erklärvideos
Inhaltliche Beschreibung der Hauptkategorie	Alle Aussagen codieren, in denen Potenziale von Erklärvideos angesprochen werden. Auch codieren, wenn angesprochen wird, wozu Erklärvideos sich eignen.
Name der Subkategorie	Motivation/Interesse wecken
Anwendung der Kategorie	In diese Kategorie codieren, wenn angesprochen wird, dass in Erklärvideos der Vorteil gesehen wird, Schüler innen zu motivieren und/oder Interesse zu wecken. Auch in diese Kategorie codieren, wenn als Grund für den Einsatz eines Erklärvideos genannt wird, Motivation hervorzurufen und/oder Interesse zu wecken. Auch codieren, wenn angesprochen wird, dass Erklärvideos motivierender sein können als Lehrkräfteerklärungen bzw. die Aufmerksamkeit höher ist, wenn ein Erklärvideo gezeigt wird, als wenn die Lehrkraft etwas erklärt.
Beispiele für Anwendungen	„[…] da denk ich kann man gerne auch mal ein Erklärvideo zeigen, weil es eben auch das Interesse von den Schülern wecken kann“ (LAGm-S-11-HS, Pos. 38)
Abgrenzung zu anderen Kategorien (Ausschlusskriterium)	Nicht codieren, wenn angesprochen wird, dass Erklärvideos zwischendurch zur Unterhaltung eingesetzt werden (können). Dann unter „Methodik Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ → „Auflockerung/Methodenvielfalt“ codieren.

11.3.4 Datenanalyse und -auswertung

Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorien, Zusammenhangsanalysen

Die Datenanalyse und -auswertung erfolgt nach Kuckartz und Rädiker (2022). Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden die Daten kategorienbasiert entlang der Hauptkategorien ausgewertet. Dazu wird

dargestellt, was im Kontext jeder Subkategorie einer Hauptkategorie von den Proband*innen angesprochen wird. Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Aussagen werden für beide Zielgruppen herausgestellt. Auffälligkeiten, aber auch prototypische Beispiele codierter Segmente werden zum Teil durch direkte Zitate angegeben. Neben der Darstellung, *was* Proband*innen ansprechen, ist zusätzlich von Interesse, *wie viele* Personen *wie oft* Aspekte einer Kategorie ansprechen. Informationen zu Häufigkeiten der Codierungen werden tabellarisch angegeben (Frequenzanalyse).

Im Kontext der Darstellung der Ergebnisse pro Hauptkategorie erfolgt zusätzlich in einem zweiten Analyseschritt eine Analyse von paarweisen und mehrdimensionalen Zusammenhängen zwischen Haupt- und Subkategorien (Kuckartz & Rädiker, 2022). Dementsprechend wird das gleichzeitige Auftreten bestimmter Subkategorien einer oder unterschiedlicher Hauptkategorien untersucht und inhaltliche Zusammenhänge werden dargestellt.

Typenbildung

Das Ziel einer Typenbildung ist „die untersuchten Fälle auf der Grundlage von Gemeinsamkeiten und Unterschieden hinsichtlich ausgewählter Merkmale in prägnante Gruppen zu unterteilen und diese Gruppen im Hinblick auf ihre Ausprägungen auf den relevanten Merkmalen genauer zu beschreiben“ (Schreier, 2014, S. 13f.). Übergreifendes Ziel ist es, Personen hinsichtlich ausgewählter Einstellungsfacetten zu gruppieren, wobei die Bildung der Typologie am Ende dieses Gruppierungsprozesses steht (Kelle & Kluge, 2010). Die Bildung von Typen erfolgt im vorliegenden Forschungsprojekt nach Kuckartz und Rädiker (2022). Der Prozess der Typenbildung kann dabei im Kontext der Studie, in Anlehnung an die

theoretische Beschreibung der Typenbildung in Kapitel 11.3.2, in die vier nachfolgend dargestellten Phasen unterteilt werden (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Phase 1: Bestimmung des Merkmalsraums. Im ersten Schritt werden relevante Dimensionen (Kategorien) ausgewählt. Im Fokus der Typenbildung stehen als primäre Merkmale lediglich Kategorien, die angesichts der Erfassung von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos als konstitutiv zu bewerten sind (Kuckartz & Rädiker, 2022). Sekundäre Merkmale sind beispielsweise soziodemografische Daten, aber auch Kategorien, die nicht explizit Physik-Erklärvideos fokussieren. Diese werden somit nicht in der Typenbildung berücksichtigt. Es werden zudem lediglich Merkmale ausgewählt, die im Kontext der übergreifenden Forschungsfrage als ausschlaggebend betrachtet werden (Kuckartz & Rädiker, 2022). Sinnvollerweise ist sich dabei auf eine Auswahl an Merkmalen zu beschränken, die sich bei hinreichend vielen Proband*innen identifizieren lassen (Kuckartz & Rädiker, 2022). Merkmale, die lediglich bei einer geringen Anzahl an Proband*innen vorkommen, werden somit nicht zur Typenbildung herangezogen. Im zweiten Schritt werden die Daten hinsichtlich des Auftretens der ausgewählten Merkmale untersucht.

Da der Analyseprozess der Typenbildung an die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse anschließt, kann auf die bereits codierten Daten dieses ersten Analyseprozesses zurückgegriffen werden. Es ist jedoch möglich, dass einzelne Kategorien einer weiteren Skalierung bedürfen oder sehr fein differenzierte Kategorien zusammengefasst werden.

Phase 2: Gruppierung der einzelnen Fälle, Bildung der Typologie. Bevor auf Basis des Datenmaterials Typen gebildet werden, sollte, auch mit Blick auf die Anzahl der geführten Interviews, eine ungefähre Anzahl der zu bildenden Typen festgelegt werden. Je größer das zugrunde liegende Sample

ist, desto differenziertere Typen sind möglich (Kuckartz & Rädiker, 2022). Bei einem vieldimensionalen Merkmalsraum, wie im vorliegenden Forschungsprojekt, schlagen Kuckartz und Rädiker (2022) eine *polythetische Typenbildung* vor. Diese Typen werden induktiv aus den Daten gebildet und kennzeichnen sich intern durch möglichst große Homogenität und extern durch möglichst große Heterogenität (Kuckartz & Rädiker, 2022). Proband*innen eines polythetischen Typs sind sich dabei möglichst ähnlich, jedoch nicht gleich (Kuckartz & Rädiker, 2022). Die Proband*innen werden anhand ihrer Aussagen gruppiert. Aus diesen Gruppierungen wird der jeweils mögliche Typus herausgearbeitet.

Phase 3 und 4: Beschreibung der Typologie und explizite Zuordnung der Einzelfälle zu den gebildeten Typen. Die Typen werden auf Basis ihrer Merkmale vollständig beschrieben. Die Proband*innen werden anschließend den Typen eindeutig und ohne Überschneidungen zugeordnet. Konkrete Einblicke in den jeweiligen Typ gibt die „Konstruktion eines Modellfalls“ (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 192). Hierbei werden unter Einbezug prototypischer Zitate fallübergreifende Merkmale der einzelnen Typen vorgestellt.

11.3.5 Gütekriterien

Durch die Anwendung von Gütekriterien wird sichergestellt, dass Ergebnisse qualitativer Forschung sowohl gültig und verlässlich als auch intersubjektiv nachvollziehbar sind. Ebenso wie quantitative Forschungsverfahren müssen auch qualitative Verfahren wissenschaftlichen Gütekriterien genügen, jedoch wird „[…] die Debatte um geeignete Qualitätskriterien in der qualitativen Forschung sehr viel kontroverser geführt“ (Döring & Bortz, 2016, S. 106). Im Ansatz orientieren sich Gütekriterien

qualitativer Forschung an den einer quantitativen Forschung zugrunde gelegten Kriterien nach Objektivität, Validität und Reliabilität (Brüsemeister, 2008; Döring & Bortz, 2016; Miles & Huberman, 1994). In Bezug darauf, inwiefern die bestehenden Kriterien zur Einschätzung der Güte eines qualitativen Vorhabens übernommen werden können, lassen sich verschiedene Standpunkte identifizieren (Kuckartz & Rädiker, 2022). Da die uneingeschränkte Übertragung und Anwendung quantitativer Gütekriterien auf ein qualitatives Forschungsprojekt selten kritiklos hingenommen werden kann, bedingt die Anwendung des Verfahrens einer qualitativen Inhaltsanalyse meist weitere Gütekriterien (Döring & Bortz, 2016; Kuckartz & Rädiker, 2022; Mayring, 2002, 2015).

Bei der Aufstellung von Gütekriterien qualitativer Forschung orientieren sich Kuckartz und Rädiker (2022) an Miles und Huberman (1994), die aus den genannten bestehenden Gütekriterien weitere für qualitative Forschung gültige Kriterien ableiten (siehe Tabelle 29). Überschneidungen lassen sich hierbei zu den sechs von Mayring (2002) aufgestellten Gütekriterien qualitativer Forschung finden.

Tabelle 29 Gütekriterien qualitativer Forschung nach Miles und Huberman (1994), übernommen aus Kuckartz und Rädiker (2022, S. 235)

Gütekriterien quantitativer Forschung	**Neue Gütekriterien für die qualitative Forschung nach Miles und Huberman**
Objektivität	Bestätigbarkeit
Reliabilität	Zuverlässigkeit/Verlässlichkeit/Auditierbarkeit
Interne Validität	Glaubwürdigkeit/Verlässlichkeit
Externe Validität	Übertragbarkeit/Passung

Gemäß Kuckartz und Rädiker (2022) sind bei der qualitativen Inhaltsanalyse vor allem interne Studiengütekriterien wie „Zuverlässigkeit, Verlässlichkeit, Auditierbarkeit, Regelgeleitetheit, [intersubjektive] Nachvollziehbarkeit, Glaubwürdigkeit“ (S. 236) von Relevanz, wohingegen Kriterien externer Studiengüte, wie die Übertragbarkeit und Verallge-

meinerungsfähigkeit, eher im Design der Studie selbst verankert sind. Im Folgenden werden Problematiken der Übertragung der klassischen Gütekriterien quantitativer Forschung beschrieben sowie die speziell qualitativer Forschung zugrunde gelegten Gütekriterien nach Miles und Huberman (1994) bzw. Mayring (2002) dargestellt und auf das vorliegende Forschungsprojekt bezogen.

Bestätigbarkeit

Das Gütekriterium nach Bestätigbarkeit (im Original nach Miles & Huberman, 1994, S. 278: *Objectivity/Confirmability*) leitet sich aus dem Gütekriterium Objektivität der quantitativen Forschung ab. Miles und Hubermann (1994) schlagen zur Überprüfung der Bestätigbarkeit vor, sich unter anderem die Fragen zu stellen, ob das Studiendesign ausführlich und detailliert beschrieben wird und ob transparent dargelegt wird, wie die Daten erhoben und ausgewertet werden. Darüber hinaus sollten Forschende sich möglicher persönlicher Annahmen und Vorurteile, die die Studie beeinflussen könnten, bewusst sein (Miles & Huberman, 1994). Getroffene Schlussfolgerungen sollten vom Untersuchungsgegenstand und den Bedingungen der Untersuchung, nicht jedoch von den Forschenden selbst abhängen (Miles & Huberman, 1994).

Ebenso betont Mayring (2002) im Kontext des Gütekriteriums *Verfahrensdokumentation* die Notwendigkeit der vollständigen und ausführlichen Darstellung des Vorgehens im Rahmen der qualitativen Analyse. Im vorliegenden Forschungsprojekt findet dieses Kriterium in der ausführlichen Darstellung des Vorgehens in vorangegangenen Unterkapiteln von Kapitel 11 Berücksichtigung. Erläutert wurde unter anderem, wie das Erhebungsinstrument konzipiert, pilotiert und finalisiert wurde. Darüber hin-

aus wurde dargestellt, wie bei der Auswahl der Befragten und der Datenerhebung vorgegangen wurde.

Zuverlässigkeit, Verlässlichkeit und Auditierbarkeit

Das Gütekriterium nach Zuverlässigkeit, Verlässlichkeit und Auditierbarkeit (im Original nach Miles & Huberman, 1994, S. 278: *Reliability/Dependability/Auditability*) leitet sich aus dem Gütekriterium Reliabilität der quantitativen Forschung ab. Klassische Reliabilitätsprüfungen im Sinne von Paralleltestverfahren sind im Rahmen der Erhebung sprachlichen Materials in der Regel nicht angebracht (Mayring, 2015). Obwohl das konventionelle Gütekriterium der Reliabilität in der qualitativen Inhaltsanalyse nicht in gleicher Weise Anwendung findet wie in quantitativen Methoden, wird es dennoch als relevantes Kriterium diskutiert und beachtet. Miles und Huberman (1994) heben in diesem Kontext die dringende Notwendigkeit von Klarheit in Bezug auf die Forschungsfragen und die Übereinstimmung dieser mit dem Forschungsdesign hervor. Die Passung zwischen Forschungsfragen und Forschungsdesign wurde für das vorliegende Forschungsprojekt bereits im Verlauf des Kapitels diskutiert.

Dem Gütekriterium der Reliabilität wird in einer qualitativen Inhaltsanalyse häufig mittels einer *Intercoder-Übereinstimmung*[13] Rechnung getragen (Kuckartz & Rädiker, 2022; Mayring, 2015). Konkret kann darunter die erneute Analyse von mindestens relevanten Textstellen und maximal

[13] Im Kontext einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) wird von Intercoderreliabilität gesprochen. Kuckartz und Rädiker (2022) vermeiden diesen Ausdruck jedoch, um sich vom Anspruch nach Replizierbarkeit, welcher mit dem Begriff Reliabilität einhergeht, abzugrenzen. Da sich das vorliegende Forschungsprojekt am Vorgehen qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) orientiert, wird in dieser Arbeit der Wortlaut Intercoder-Übereinstimmung übernommen.

dem gesamten Material durch eine andere Person oder sogar mehrere Personen (z. B. im Rahmen von Forschungswerkstätten oder Interpretationsgruppen) verstanden werden. Als reine Reliabilitätsprüfung beschreibt Mayring (2015) die *Intracoderreliabilität*, sprich das erneute Rücküberprüfen und Codieren des Materials durch die bzw. den Forschende*n selbst. Nach Mayring (2015) trägt eine Intercoderreliabilität bzw. Intercoder-Übereinstimmung im engeren Sinne somit vielmehr dem Gütekriterium nach Objektivität Rechnung, da hierbei die „Unabhängigkeit der Ergebnisse von der untersuchenden Person" (Mayring, 2015, S. 124) überprüft wird.

An die Erstellung des Kategoriensystems selbst ist kein Anspruch an Intercoder-Übereinstimmung zu erheben: „Wenn mehrere Personen auf der Basis des gleichen Materials Kategorien bilden, ist keine perfekte Übereinstimmung zu postulieren und diese lässt sich auch durch detaillierte Anleitung und Regelwerke nicht erreichen" (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 239). Das Ziel der Codierung des Datenmaterials durch mehrere Forschende besteht vielmehr darin, den Codierungsprozess und die Ergebnisse über die untersuchende Person hinaus nachvollziehbar zu gestalten. Um dies zu erreichen, ist es erforderlich, dass sich die neben der untersuchenden Person zusätzlich codierenden Personen intensiv mit dem Material auseinandersetzen, um anschließend gemeinsam in Diskussion über die Ergebnisse treten zu können.

Kuckartz und Rädiker (2022) schlagen verschiedene Möglichkeiten der Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung zwischen mindestens zwei Codierenden vor. Möglich ist beispielsweise die Berechnung der prozentualen Übereinstimmung von segmentgenauen Codierungen für jeweils ein Interview oder die Berechnung der Übereinstimmung für die Codierung vorab festgelegter Textsegmente. Im Rahmen der ersten Möglichkeit lässt sich somit erfassen, inwiefern beispielsweise zwei Codierende zu

ähnlichen Ergebnissen in der Codierung von Textsegmenten innerhalb eines Interviews kommen. Dementsprechend wird für beide Codierende erfasst, wie viele Textstellen jeweils von beiden Codierenden in dieselbe Kategorie codiert wurden, wie viele Textstellen von Codierer*in 1 codiert und von Codierer*in 2 nicht codiert wurden und umgekehrt (siehe Tabelle 30). Nach Miles und Huberman (1994) sollte eine prozentuale Übereinstimmung von etwa 80 % angestrebt werden. Je komplexer das Material ist und je mehr Interpretation die Zuordnung einer Textstelle zu einer Kategorie bedarf, desto tendenziell schlechtere Übereinstimmungsergebnisse sind jedoch zu erwarten (O'Connor & Joffe, 2020). Da selten eine exakte Übereinstimmung der Segmentgrenzen gegeben ist, sollte vorab festgelegt werden, in welchem Toleranzbereich zwei Codierungen als übereinstimmend erkannt werden (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Tabelle 30 Übereinstimmungstabelle für zwei Codierende in Anlehnung an Kuckartz und Rädiker (2022, S. 248)

Codierer*in 1	**Codierer*in 2**		
	Codiert	**Nicht codiert**	**Gesamt**
Codiert	a = (Anzahl aller einheitlich codierten Segmente)°	b = (Anzahl aller nicht von Codierer in 1 codierten Segmente)	a + b
Nicht codiert	c = (Anzahl aller nicht von Codierer in 2 codierten Segmente)	d = 0	c + d
Gesamt	a + c	b + d	N = a + b + c + d

°Exakt gleich codierte Segmente werden als zwei Codierungen gezählt: Codierer*in 1 hat ebenso wie Codierer*in 2 $\frac{a}{2}$ Segmente jeweils in dieselbe Kategorie codiert

*d ist stets 0, da lediglich codierte Textstellen betrachtet werden

Die Übereinstimmung p_0 berechnet sich nach Kuckartz und Rädiker (2022) über:

$$p_0 = \frac{Anzahl\ der\ übereinstimmenden\ Codierungen}{Gesamtzahl\ der\ Codierungen} = \frac{a}{N}\,. \tag{13}$$

Um den Einfluss einer möglicherweise zufälligen Übereinstimmung in den Codierungen zu erfassen, kann der zufallsbereinigte Koeffizient Kappa berechnet werden:

$$\kappa = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} \tag{14}$$

mit

$$p_e = \frac{1}{Anzahl\ der\ Kategorien}. \tag{15}$$

Mit steigender Anzahl an Kategorien nimmt die Wahrscheinlichkeit der zufälligen Übereinstimmung drastisch ab. Es sollte zudem beim freien Codieren vielmehr eine Zufallsbereinigung auf Basis der Worte anstatt der Kategorien vorgenommen werden:

> Wie wahrscheinlich ist es, dass beispielsweise bei einem 3 000 Wörter umfassenden Text das gleiche Wort oder der gleiche Satz zufällig von zwei unabhängig Codierenden mit der gleichen Kategorie codiert werden? Die Wahrscheinlichkeit dürfte mit wachsendem Textumfang asymptotisch gegen null konvergieren. Daraus folgt, dass die Berechnung von Kappa (oder einem anderen zufallsbereinigten Koeffizienten) eigentlich nur Sinn macht, wenn vorab Codiereinheiten festgelegt werden. (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 249)

Inwiefern die vorliegende Studie dem Gütekriterium der Reliabilität bzw. Zuverlässigkeit/Verlässlichkeit/Auditierbarkeit Rechnung trägt, soll im Folgenden erläutert werden. Zur Erfassung der Intercoder-Übereinstimmung (prozentuale Übereinstimmung) wurde eine wissenschaftliche Hilfskraft zunächst durch eine umfassende Codierschulung in das

methodische Vorgehen der qualitativen Inhaltsanalyse und in das Thema der Studie eingearbeitet. Im Anschluss daran wurde mit Hilfe des Codierleitfadens ein gesamtes Interview von der Hilfskraft codiert. Da bei kurzen Codiereinheiten schon der Einbezug oder Ausschluss eines einzelnen Wortes entscheiden kann, ob die Codierung als (nicht) übereinstimmend erkannt wird, wurde die Toleranzgrenze mittels MAXQDA auf 50 % Codeüberlappung gesetzt, womit eine noch zu geringe Übereinstimmung von 53 % erreicht wurde (Tabelle 31). Bei der ersten Codierung traten Fragen seitens der Hilfskraft auf, wie bestimmte Textstellen zu codieren sind und wie Segmentgrenzen zu setzen sind. Nach Diskussion dieser Fragen und Präzisierung bestimmter Kategoriendefinitionen im Codierleitfaden wurde das Interview erneut codiert und die Übereinstimmung berechnet (Tabelle 31). Zusätzlich wurde das Material anschließend konsensuell codiert. Dementsprechend wurde jede nicht einheitlich codierte Textstelle gemeinsam diskutiert und es wurde sich auf eine geeignete Segmentgrenze und die Zuordnung zu einer Kategorie geeinigt.

Anschließend wurde das Vorgehen für zwei weitere Interviews wiederholt (Tabelle 31). Die Ergebnisse zeigten, dass zwei Kategorien systematisch unterschiedlich codiert wurden und demnach eine Überarbeitung der Kategoriendefinitionen erforderlich war. Weiterhin wurden diskussionswürdige Textstellen und Codierungen markiert, bei denen sich die Codierenden unsicher waren. Diese wurde nach Berechnung der ersten prozentualen Übereinstimmung mittels MAXQDA gemeinsam diskutiert und zum Teil neu codiert. Textstellen mit gleicher Codierung, jedoch deutlich unterschiedlichen Segmentgrenzen wurden identifiziert und ebenfalls diskutiert. Nach erfolgter Überarbeitung der Codierungen wurde erneut die prozentuale Übereinstimmung berechnet. Anschließend wurde das Material ebenfalls konsensuell codiert.

Das Verfahren der segmentgenauen Codierung zeigt anhand der prozentualen Übereinstimmung, dass die Intersubjektivität der Codierungen gewährleistet ist. Insgesamt konnte für alle doppelt codierten Interviews im zweiten Codierungsdurchlauf eine nach Landis und Koch (1977) substanzielle bzw. nahezu perfekte Übereinstimmung erzielt werden.

Tabelle 31 Werte der Intercoder-Übereinstimmung (prozentuale Übereinstimmung) bei einer Toleranzgrenze von 50 % Codeüberlappung

Interview	Prozentuale Übereinstimmung (erste Codierung)	Prozentuale Übereinstimmung nach Diskussion (zweite Codierung)	Prozentuale Übereinstimmung nachkonsensueller Codierung
LKw-10-GYM-HS	53 %	80 %	100 %
LAGm-S-21-HS	67 %	92 %	100 %
LAGw-S-15-HS	68 %	93 %	100 %

Insgesamt ist das Codieren von Interviews durch eine zweite Person und die anschließende Konsensbildung über uneinheitlich codierte Textstellen ein äußerst zeitaufwendiges Verfahren, was dementsprechend im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts nicht für alle Interviews gewährleistet werden kann. Eine daran anknüpfende Problematik, die sich aus der Berechnung der prozentualen Übereinstimmung für das freie Codieren ergibt, ist, dass uneindeutig definierte Kategorien nicht immer ohne Weiteres erkannt werden (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Um diesem Sachverhalt entgegenzuwirken und uneindeutig definierte Kategorien zu identifizieren sowie die Codierung kontroverser Textsegmente punktuell zu diskutieren, bietet sich aufgrund der Vielzahl an möglichen Kategorien für das vorliegende Forschungsprojekt eine segmentorientierte Codierung an. Dementsprechend wird pro Hauptkategorie die Intercoder-Übereinstimmung für vorab festgelegte Textsegmente über den zufallsbereinigten Koeffizienten κ erfasst. Das methodische Vorgehen kann wie

folgt beschrieben werden: Die Interviews werden zunächst vollständig anhand des Codierleitfadens codiert. Zur Erfassung der Intercoder-Übereinstimmung pro Hauptkategorie werden einer zweiten codierenden Person Codiereinheiten jeweils einer Hauptkategorie vorgelegt, welche anschließend einer Subkategorie dieser Hauptkategorie zugeordnet werden sollen. Die Codierung von Textstellen erfordert stets zu einem gewissen Anteil die Interpretation einer Aussage (Kuckartz & Rädiker, 2022; Landis & Koch, 1977). Für die segmentorientierte Codierung wurden explizit komplexe und zum Teil kontroverse Textsegmente ausgewählt, deren Zuordnung zu einer Kategorie ein zum Teil höheres Maß an Interpretation der Aussage erfordert. Zusätzlich wurden diese durch zufällig ausgewählte Textsegmente ergänzt. Der zufallsbereinigte Koeffizient κ zur Bestimmung der Intercoder-Übereinstimmung berechnet sich anschließend anhand der Anzahl der möglichen Unterkategorien über die Formel (14). Nach erfolgter Codierung durch die zweite codierende Person wurden alle unterschiedlich codierten Textsegmente diskutiert und konsensuell codiert.

Das Verfahren der segmentorientierten Codierung zeigt anhand des zufallsbereinigten Kappa-Koeffizienten, dass nach Landis und Koch (1977) substanzielle bis nahezu perfekte Übereinstimmungswerte erzielt wurden, die auf ausreichend detaillierte Kategoriendefinitionen hinweisen (Tabelle 32). Darüber hinaus kann gezeigt werden, dass Intersubjektivität auch für kontroverse Textstellen gewährleistet ist.

Tabelle 32 Ergebnisse Intercoder-Übereinstimmung der segmentorientierten Codierung pro Hauptkategorie

Hauptkategorie	Anzahl der Sub-Kategorien	Anzahl der codierten Segmente	Prozentuale Übereinstimmung	Zufallsbereinigter Koeffizient κ
Unterricht ersetzen durch Erklärvideos	2	10	100 %	1
Erklärvideos: Potenziale	12	15	80 %	0,79
Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht	13	15	87 %	0,86
Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos	3	15	100 %	1
Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht	7	15	93 %	0,92
Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos	2	13	100 %	1
Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit	5	15	73 %	0,67
Relevanz von Erklärvideos	10	14	93 %	0,92
Rahmenbedingungen	5	11	73 %	0,68
Erklärvideos: Hürden	10	15	73 %	0,71

Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit

Das Gütekriterium nach Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit (im Original nach Miles & Huberman, 1994, S. 278: *Credibility/Authenticity*) leitet sich aus dem Gütekriterium interner Validität der quantitativen Forschung ab. Im Rahmen des Gütekriteriums Validität wird geprüft, ob im Forschungsprojekt das erfasst wird, was tatsächlich erfasst werden soll. Miles und Huberman (1994) schlagen als Möglichkeit zur Überprüfung der Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit vor, die Ergebnisse einer Studie mit Ergebnissen einer anderen Studie, bei der ein geprüftes Messinstrument verwendet wurde, zu vergleichen. Im Kontext der vorliegenden Studie lässt sich bislang jedoch kein passendes Forschungsprojekt identifizieren, mit dessen Ergebnissen die eigenen Ergebnisse verglichen werden könnten.

Vielmehr kann dem Gütekriterium nach Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit jedoch Rechnung getragen werden, indem die gewonnenen Ergebnisse im Rahmen des theoretischen Hintergrunds und der hier beschriebenen Ansätze zur Definition und zur Erfassung von Einstellungen (siehe Kapitel 9) interpretiert werden. Die anteilige Zitation der Rohdaten dient im weiteren Verlauf der Studie dazu, analytische Schlussfolgerungen transparent und nachvollziehbar darzustellen.

Übertragbarkeit und Passung

Das Gütekriterium nach Übertragbarkeit und Passung (im Original nach Miles & Huberman, 1994, S. 279: *Transferability/Fittingness*) leitet sich aus dem Gütekriterium externer Validität der quantitativen Forschung ab. Im Rahmen dieses Kriteriums wird gefragt, ob die Ergebnisse einer Studie von grundlegender Bedeutung sind. Das umfasst einerseits, inwiefern die Schlussfolgerungen auf andere Kontexte übertragen werden können, und andererseits, inwiefern eine Verallgemeinerung möglich ist (Miles & Huberman, 1994). Um dem Kriterium nach Übertragbarkeit und Passung Rechnung zu tragen, raten Miles und Huberman (1994) zu einer genauen Beschreibung von Stichprobe, Erhebungssetting und Ablauf der Befragung. Weiterhin sollten limitierende Einflussfaktoren nicht nur benannt, sondern auch ausreichend diskutiert werden (Miles & Huberman, 1994). Demnach sollte beispielsweise die Frage an das Forschungsprojekt gestellt werden, ob die gewählte Stichprobe ausreichend divers ist, um Verallgemeinerungen potenziell zuzulassen. Die vorliegende Studie wird diesem Anspruch gerecht, indem genannte und weitere Aspekte unter anderem im Kapitel 14.3 diskutiert werden.

12 Ergebnisse: Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos

Forschungsfrage 2: Welche Einstellungen bezüglich Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht lassen sich bei angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften identifizieren?

Geleitet von der zweiten Forschungsfrage wurden die Proband*innen anhand des in Kapitel 11 beschriebenen und im Anhang (Kapitel 16.3) beigefügten Interviewleitfadens zu verschiedenen Einstellungsfacetten befragt. Die Ergebnisse der Analyse sind in vier Schritten entstanden: (1) Das entwickelte Kategoriensystem stellt die Grundlage der Datenauswertung dar und ist das erste Teilergebnis der qualitativen Inhaltsanalyse. (2) Die Ergebnisdarstellung der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse erfolgt nach Kuckartz und Rädiker (2022) entlang der Hauptkategorien. Für alle Subkategorien einer Hauptkategorie werden dazu zunächst statistische Angaben wie z. B. Häufigkeiten der Codierungen tabellarisch zusammengefasst (Frequenzanalyse). Anschließend werden die Ergebnisse innerhalb einer Hauptkategorie, aufgefächert bis zur zweiten Subkategorie, deskriptiv dargestellt. Die Ergebnisse für die beiden Zielgruppen (angehende und praktizierende Physiklehrkräfte) werden dabei sowohl aggregiert als auch differenziert betrachtet. (3) Weiterhin werden die Daten hinsichtlich paarweise und mehrdimensional auftretender Zusammenhänge zwischen Haupt- und Subkategorien untersucht. Während einzelne Zusammenhänge bereits in der Darstellung entlang der Hauptkategorien vorgestellt werden, erfolgen Zusammenhangsanalysen komplexer Muster anschließend (4) im Rahmen der Typenbildung. Die Auswertung der Interviewstudie wird damit abgeschlossen.

Für jede Kategorie werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Antworten der Proband*innen beider Zielgruppen dargestellt. Zur besse-

ren Lesbarkeit werden Proband*innen der Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte als Studierende bezeichnet und Proband*innen der praktizierenden Physiklehrkräfte als Lehrkräfte. Prototypische Beispiele werden in Form von Interviewzitaten angegeben. In den Zitaten ist nicht immer eindeutig erkennbar, dass konkret von *Physik*-Erklärvideos die Rede ist. Dies ergibt sich jedoch aus dem Kontext der Interviews, da die Proband*innen vorab informiert wurden, dass diese thematisch Physik-Erklärvideos fokussieren.

12.1 Darstellung des Kategoriensystems

Als Grundlage für die Auswertung der Forschungsdaten steht das Kategoriensystem im Zentrum der qualitativen Inhaltsanalyse. In Tabelle 33 werden alle Haupt- und Subkategorien des entstandenen Kategoriensystems vorgestellt. Ebenfalls ist die Zuordnung der Hauptkategorien zu den Einstellungskomponenten gemäß des Multikomponentenmodells (Rosenberg & Hovland, 1960; Zanna & Rempel, 1988) dargestellt. Je nachdem, ob thematisierte Handlungen oder Handlungsabsichten, die in einer Hauptkategorie codiert sind, zusätzlich argumentativ begründet werden, lassen sich in diesen sowohl verhaltensbezogene als auch kognitive Einstellungskomponenten dokumentieren. Eine vollständige Auflistung alle Kategoriedefinitionen ist dem Codierleitfaden im digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 33 Vollständiges Kategoriensystem (deduktiv gebildete Kategorien grau unterlegt, induktiv gebildete Kategorien weiß unterlegt)

Hauptkategorien Sub-(Sub-)Kategorien	**Theoriebezug Multikomponentenmodell** (kognitiv, verhaltensbezogen, affektiv)
Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit	Verhaltensbezogen, kognitiv
Privat nicht genutzt	
Privat genutzt	
Schulzeit hilfreich	
Schulzeit weniger hilfreich	
Studium genutzt, hilfreich	
Studium weniger bis gar nicht genutzt	
Relevanz von Erklärvideos	Kognitiv
Relevant	
Schule allg.	
Physik/allg. Naturwissenschaften	
Sprachen	
Weniger relevant	
Physik	
Kunst	
Sport	
Mathematik	
Sprachen	
Erklärvideos: Potenziale	Kognitiv
Erklärvideoproduktion Schüler innen	
Zeitersparnis	
Eigene Vorbereitung/Inspiration	
Darstellung/Veranschaulichung von Aspekten	
Alternative Erklärung	
Entlastung Lehrkraft	
Kompakte, fokussierte Erklärung	
Fachwissen/Selbstständig Lernen	
Motivation/Interesse wecken	
„Geringe Hemmschwelle“[14]	
Über Unterrichtsstoff hinaus lernen	
Sonstiges	

[14] In Anführungszeichen gesetzte Kategoriebezeichnungen weisen auf von den Proband*innen selbst verwendete Terminologien und Begriffe hin (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/Empfehlung	Kognitiv, verhaltensbezogen
Bewertung privater Erklärvideokonsum	
Positiv/Aufgeschlossen	
„Zwiegespalten“	
Negativ/Ablehnend	
Empfehlung zum Erklärvideokonsum	
Keine Empfehlung	
Uneingeschränkt	
Angeleitet	
Sonstiges	
Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos	Kognitiv
Hohe Qualität	
Hohe und niedrige Qualität	
Kann nicht eingeschätzt werden	
Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht	Verhaltensbezogen
Potenzieller Einsatz: Studierende	
Aufgeschlossen	
Unsicher	
Abgeneigt	
Tatsächlicher Einsatz	
Einsatz ohne Häufigkeitsnennung	
Einsatz häufig	
Einsatz gelegentlich	
Sonstiges: Einsatz anderer Unterricht	
Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht	Verhaltensbezogen, kognitiv
Unterrichtsphase/Funktion	
Auflockerung/Methodenvielfalt	
Hinführung/Einstieg	
Zusammenfassung/Wiederholung	
Ergebnissicherung/Ausblick	
Konkrete Ideen/Methoden	
Flipped Classroom	
Tafelbild aus Erklärvideo übernehmen	
Erklärvideoproduktion	
Eigene Erklärung ersetzen/erweitern	
Erklärvideo statt Realexperiment	
Lernen über Erklärvideos	
Sonstiges	

Unterricht ersetzen durch Erklärvideos	Verhaltensbezogen, kognitiv
Nicht möglich	
Potenziell möglich	
Erklärvideos: Hürden	Kognitiv
Schlechte Qualität	
Lehrkraft-Erklärung vs. Erklärvideo-Erklärung	
Sprachebene	
Auswahl zeitintensiv	
Produktion zeitintensiv	
Fehlende Flexibilität/Anpassung/Interaktion	
Kein tiefes Verständnis/Verstehensillusion	
Videos zu komplexen Themen fehlen	
Technische Ausstattung Schule	
Sonstiges	
Rahmenbedingungen	Kognitiv
Vorabauswahl von Erklärvideos	
Medienkompetenz erforderlich	
Einsatz/Methodik/Videolänge lerngruppen-abhängig	
Individueller Konsum notwendig	
Sonstiges	
Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos	Affektiv
Positive Emotionen	
Negative Wertung/Emotionen	
Sichtweise guter Physikunterricht/Eigener Physikunterricht	
Klassenführung/Lehrkraftzentriert	
Schüler innen-Aktivität und/oder Methoden-wechsel	
Erklärvideos nutzen	
Begeisterung schaffen/Interesse wecken	
Feedback/Reflexion	
Hohe fachdidaktische Kompetenz generell	
Hohe fachliche Kompetenz	
Sozialkompetenz/Persönlichkeit	
Experimente/praktisch/anschaulich	
Formeln/Rechnen im eigenen Physikunterricht	
Sonstiges	

Die Kategorie „Sichtweise guter Physikunterricht/Eigener Physikunterricht“ erwies sich im Verlauf der Datenauswertung als nicht zentral für die Bildung von Typen. Zwar wurden entsprechende Aspekte im Interview gezielt erfragt, die Auswertung der Daten zeigte jedoch, dass die Ergebnisse nicht zur Beantwortung der Forschungsfragen beitragen. Dementsprechend wird auf eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse dieser Kategorie im weiteren Verlauf der Ergebnispräsentation verzichtet. In Kapitel 14.3 wird der Aspekt erneut aufgegriffen und diskutiert.

12.2 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“

Forschungsfrage 2.1: Inwiefern nutzen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte (Physik-)Erklärvideos außerhalb der beruflichen Tätigkeit?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.1 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorie *„Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“* vorgestellt. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorie sind Tabelle 34 zu entnehmen.

Tabelle 34 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“

Subkategorien der Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit N_{LK} = 11)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit N_{Stud} = 23)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Privat nicht genutzt	3	-	3	-
Privat genutzt	4	9	4	7
Schulzeit hilfreich	-	32	-	17
Schulzeit weniger hilfreich	1	13	1	7
Studium genutzt, hilfreich	3	30	2	17
Studium weniger bis gar nicht genutzt	2	10	2	9

Privat (nicht) genutzt. Insgesamt berichteten elf der 34 befragten Personen, Erklärvideos auch privat im außerschulischen bzw. außeruniversitären Kontext zu nutzen. Drei Lehrkräfte gaben explizit an, privat keine Erklärvideos zu konsumieren und 20 Proband*innen äußerten sich nicht konkret zur privaten Nutzung von Erklärvideos. Vor allem Studierende nutzen Erklärvideos privat, um sich je nach individuellem Interesse beispielsweise über populärwissenschaftliche Themen, aber auch physikalische Themen, die nicht explizit im Studium behandelt werden, zu informieren. Ein Student gab an, Erklärvideos generell zur Freizeitgestaltung zu konsumieren:

> […] eher so Freizeitfüllung so. Ich merke, ich habe Zeit, die ich irgendwie füllen muss, und bin jetzt durch die Uni noch nicht zu ausgelastet, das kommt ja auch vor, wo man dann einfach denkt: Serie an und nichts mehr. Aber wenn MIR langweilig ist, dann ist das halt was, womit ich mich gerne beschäftige. (LAGm-S-3-HS, Pos. 11)

Drei Proband*innen, darunter eine angehende Lehrkraft, berichteten, bei haushaltsbezogenen Themen auf Erklärvideos zurückzugreifen. Weiterhin gab eine Lehrkraft an, Erklärvideos zusammen mit den eigenen Kindern als Unterstützung bei der Nachhilfe zu nutzen. Konkret hervorgehoben wurde hierbei das Unterrichtsfach Mathematik sowie der YouTube-Kanal „Lehrerschmidt“: „Ja, also ich habe Erklärvideos kennengelernt für meine Kinder. Im Unterricht, wenn die zum Beispiel noch Fragen hatten oder was nicht verstanden haben, haben wir gerade in Mathe Lehrerschmidt ganz oft verwendet […]“ (LKw-9-GES-HS, Pos. 2).

Schulzeit hilfreich. Im Gegensatz zur Zielgruppe der Physik-Lehramtsstudierenden waren Erklärvideos für die befragten Physiklehrkräfte in der eigenen Schulzeit nicht relevant. Die Daten zeigen, dass die Aussagen der befragten Lehrkräfte die Kategorie „Schulzeit hilfreich“ nicht ansprechen. Insgesamt bewerteten jedoch 17 Studierende Erklärvideos retrospektiv bereits in der Schulzeit als hilfreich. Zehn Studierende gaben an, dass Erklärvideos damals zur Vor- oder Nachbereitung von Unterrichtsinhalten oder zur Vorbereitung auf Tests genutzt und als hilfreich empfunden wurden. Beispielsweise berichtete LAGm-S-22-HS, dass Erklärvideos ihn „schon von Beginn an“ (Pos. 2) in der Schulzeit begleitet haben. Exemplarisch für die angesprochenen zehn Personen konkretisierte der Proband, welche Vorteile er retrospektiv mit dem Konsum von unter anderem MINT-Erklärvideos in Verbindung bringt: „[…] wenn ich im Unterricht nicht mitgekommen bin, dann eben, ja, um es vielleicht erstmals zu verstehen“ (Pos. 2). Zwei weitere Personen gaben an, dass Erklärvideos vor allem zum weiterführenden Lernen genutzt wurden, wobei ein Zusammenhang mit der im weiteren Verlauf beschriebenen Kategorie „Über Unterrichtsstoff hinaus lernen“ der Hauptkategorie „Erklärvideos: Potenziale“ nachzuzeichnen ist:

> […] ansonsten war es wirklich meistens so, dass ich ein Grundverständnis hatte, aber nur dieses weiterführende Verständnis brauchte. Und dieses Grundverständnis habe ich ja aber durch den Lehrer bekommen. Aber letztlich, wenn man das halt so betrachtet, dieses weiterführende Verständnis habe ich durch das Erklärvideo und eben NICHT durch den Lehrer bekommen. (LAGm-S-9-HS, Pos. 26)

Acht der angesprochenen 17 Studierenden begründeten den damaligen Erklärvideokonsum unter anderem mit dem Potenzial, über Erklärvideos eine alternative Erklärung zur Erklärung der Lehrkraft bekommen zu haben: „[…] manchmal sind ja die Erkläransätze doch auch unterschiedlich zu ein und demselben Thema. Und mir fiel es glaube ich damals leichter, dann über ein Erklärvideo nochmal das Thema erklärt zu bekommen“ (LAGm-S-10-HS, Pos. 3). Somit lässt sich ein Zusammenhang zwischen der beschriebenen Subkategorie „Schulzeit hilfreich“ und der Subkategorie „Alternative Erklärung“ der Hauptkategorie „Potenziale: Erklärvideos“ abbilden. Weiterhin wurden zehn Textstellen aus neun Interviews mit angehenden Physiklehrkräften codiert, in denen generell über die Nutzung von Erklärvideos im schulischen Kontext gesprochen wurde, ohne dass konkrete Begründungen angegeben wurden. Beispielsweise berichtete LAGm-S-14-HS:

> Also Erklärvideos habe ich das erste Mal mitbekommen oder genutzt, als ich selbst noch Schüler war, so ab der 8. Klasse, das war so/ und ab so 2014 habe ich angefangen, gelegentlich Erklärvideos überhaupt zu konsumieren. Habe [ich] dann auch eigentlich regelmäßig für die verschiedensten Fächer, bis ich dann halt mein Abitur hatte […]. (Pos. 2)

Schulzeit weniger hilfreich. Nicht alle der befragten Studierenden ($N_{Stud} = 7$) konnten in der Schulzeit grundsätzlich einen Mehrwert aus Erklärvideos ziehen. Während einige in der Schulzeit „keinen Bezug“

(LAGm-S-16-HS, Pos. 6) zu Erklärvideos aufgebaut haben, berichteten fünf Studierende, den damaligen Einsatz von Erklärvideos im Unterricht als kontraproduktiv empfunden zu haben. Zwei Studierende, darunter LAGm-S-1-HS, konkretisierten, dass der Konsum von Erklärvideos im Unterricht zu einer kognitiven Passivität ihrerseits führte: „Ich war dann bei Erklärvideos auch immer einer, wenn das losging, dann habe ich die Zeit eben abgeschaltet, dann und dann verfehlt man ja eigentlich jeden Zweck als Lehrer“ (Pos. 21). Beide Proband*innen konsumierten Erklärvideos jedoch im privaten Kontext beim eigenständigen Lernen. LAGm-S-1-HS argumentierte auf Basis seiner eigenen Erfahrung im Verlauf des Interviews wiederholt an fünf Stellen, dass der individuelle Konsum von Erklärvideos notwendig ist, wenn ein Mehrwert aus diesem Medium gezogen werden soll: „[…] mir geht es bei meiner Argumentation [darum,] zu sagen, dass Erklärvideos eben für zu Hause sind […]. Der eine kriegt es vielleicht auch hin, wenn das einmal in der Schule läuft, und ich bin da immer jemand, der sagt: ‚Setzt euch doch mal in Ruhe hin‘“ (LAGm-S-1-HS, Pos. 61). Dementsprechend lässt sich aus der Argumentation von LAGm-S-1-HS ableiten, dass der Nutzen von Erklärvideos, zumindest für diesen Probanden, an die Rahmenbedingung des individuellen Konsums gekoppelt ist. Somit lässt sich ein probandenspezifischer Zusammenhang zwischen der beschriebenen Kategorie und der Subkategorie „Individueller Konsum nötig“ der Hauptkategorie „Rahmenbedingungen“ darstellen. Weiterhin berichtete eine Studentin, „immer so einen leichten Fremdscham“ (LAGw-S-15-HS, Pos. 2) empfunden zu haben, wenn ihre Lehrkraft im Unterricht Erklärvideos des YouTube-Kanals „simpleclub“ präsentierte. Als Grund wird die Sprachebene benannt, die „für einen Oberstufenkurs [als] nicht so angemessen“ (LAGw-S-15-HS, Pos. 2) empfunden wurde.

Studium genutzt, hilfreich. 17 Studierende und zwei Lehrkräfte gaben an, Erklärvideos im Rahmen des Studiums genutzt und als hilfreich empfunden zu haben. Als Gründe wurden der Bedarf, Studieninhalte zu wiederholen, sowie generell die Aneignung von Fachwissen, und auch das weiterführende Interesse an Studieninhalten genannt. Für einige der befragten Physik-Lehramtsstudierenden wurden Erklärvideos erst in diesem Bildungsabschnitt relevant, „weil dann teilweise halt auch ein bisschen verständliche Erklärungen gefehlt haben“ (LAGm-S-5-HS, Pos. 3). Zwei Personen berichteten, dass der Erklärvideokonsum im Vergleich zur Schulzeit eher abgenommen hat. Dennoch werden Erklärvideos auch von diesen Studierenden noch für universitäre Kontexte genutzt:

> […] die haben ja dann [im Studium] oft nicht mehr ausgereicht oder SELTEN ausgereicht, dass die das dann, naja, komplett die Anforderung irgendwie dargestellt haben. ABER irgendwie so, um das WICHTIGSTE nochmal zu bekommen, habe ich mir die gerne angeguckt. (LAGm-S-11-HS, Pos. 2)

Studium weniger bis gar nicht genutzt. Neun Studierende gaben an, dass der Konsum von Erklärvideos im Studium eher abgenommen hat oder generell in dieser Phase nicht auf Erklärvideos zurückgegriffen wurde. Während einige dies auf Basis eines fehlenden Angebots begründeten, stand für andere bei Fragen zu Fachinhalten eher der Austausch mit Kommiliton*innen im Fokus. Ein Student argumentierte mittels beider Begründungen:

> Seit ich jetzt studiere, merke ich selbst, dass ich öfter auf meine Kommilitonen zurückgreife und wir uns einfach versuchen, gegenseitig Dinge zu erklären. Weil ich das Gefühl habe, dort stehe ich einfach mit meinen Kommilitonen näher am Stoff, also mir fällt es schwerer, jetzt auf Hochschulniveau ein PASSENDES Erklärvideo zu finden, was nicht zu umfassend ist. Das ging im Schulkontext für mich

> leichter und daher habe ich jetzt in der Schule öfter Erklärvideos für mich SELBST verwendet als das jetzt im Studium der Fall war. (LAGm-S-10-HS, Pos. 3)

Auch eine Lehrkraft, LKm-4-GYM-HS, gab an, dass aufgrund des mangelnden Angebots an passenden Videos im Studium keine Erklärvideos konsumiert wurden. Weiterhin pauschalisierte die genannte Lehrkraft für die eigene Generation, dass diese generell „nicht so videokanalaffin" (LKm-4-GYM-HS, Pos. 10) sei und eher zum Buch als zu YouTube greifen würde.

12.3 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Relevanz von Erklärvideos"

Forschungsfrage 2.2: Für wie relevant halten angehende und praktizierende Physiklehrkräfte Physik-Erklärvideos für heutige Bildungskontexte?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.2 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorie *„Relevanz von Erklärvideos"* vorgestellt. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorie sind Tabelle 35 zu entnehmen. Aus der folgenden Kategoriebeschreibung geht hervor, dass beide Zielgruppen die Relevanz von Erklärvideos häufig im Zusammenhang mit deren (potenziellem) Einsatz im eigenen Unterricht thematisierten. Im Anschluss an die Beschreibung der Kategorie wird analysiert, inwiefern sich anhand der Daten ein Zusammenhang zur Kategorie „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht" identifizieren lässt.

Tabelle 35 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Relevanz von Erklärvideos“

Sub(-Sub-)Kategorien der Hauptkategorie „Relevanz von Erklärvideos“	**Häufigkeit der Codierung** Lehrkräfte	Studierende	**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit N_{LK} = 11)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit N_{Stud} = 23)**
Relevant				
Schule allg.	6	27	5	15
Physik/allg. Naturwissenschaften	12	37	8	19
Sprachen	-	2	-	2
Weniger relevant				
Physik	7	4	4	4
Kunst	-	1	-	1
Sport	-	1	-	1
Mathematik	-	3	-	1
Sprachen	-	5	-	4

Relevant. Mit 31 der insgesamt 34 Proband*innen schätzte die Mehrheit der befragten Personen Erklärvideos für heutige Bildungskontexte als relevant ein. 18 Proband*innen, darunter vier Lehrkräfte, begründeten die Relevanz von Erklärvideos sowohl für schulische Kontexte allgemein als auch speziell für den Physikunterricht auf Basis der voranschreitenden Digitalisierung. Einige der Befragten thematisierten in diesem Kontext die gesehene Notwendigkeit, den Bedürfnissen der heutigen Generation durch den Einsatz von Erklärvideos in Unterrichtskontexten gerecht zu werden:

> […] dass das [Einsetzen von Erklärvideos im Physikunterricht] natürlich absolut relevant ist, alleine schon um, sage ich mal, da diese Interessen zu verbinden, also mein Interesse, denen irgendwas beizubringen, und deren Interesse, irgendwie auch sich wahrgenommen zu fühlen, ja, und auch das Gefühl zu haben, ich bin hier irgendwie in einer Einrichtung, wo/ naja, die halt mit der Zeit geht. (LAGm-S-17-HS, Pos. 12)

Eine Lehrkraft äußerte zudem den Wunsch, dass neben dem eigenen Einsatz von Physik-Erklärvideos auch „die älteren Kollegen […] diese Gelegenheit nutzen“ (LKm-8-SEK-HS, Pos. 77) und Erklärvideos einsetzen. Auf welche Fächer sich LKm-8-SEK-HS hierbei bezieht, wurde nicht konkretisiert. Andere Proband*innen sprachen Erklärvideos speziell in naturwissenschaftlichen Fächern eine besondere Relevanz zu. Exemplarisch äußerte sich eine Lehrkraft wie folgt:

> Ich GLAUBE am relevantesten sind sie für den Matheunterricht. Also, das ist das Gefühl, was ich habe als Mathelehrer (lachend). Ja, aber Physik auch, aber hauptsächlich Mathe. So, da haben ja viele Schüler ein bisschen so Schwierigkeiten und es ist auch ein wichtiges FACH. (LKm-3-IGS-HS, Pos. 20)

Zwei Studierende mit naturwissenschaftlichen Fächerkombinationen sprachen darüber hinaus explizit an, dass Erklärvideos im Sprachunterricht relevant sein könnten, wobei die Aussagen hierbei auf hypothetischer Ebene verblieben.

Weiterhin zeigen die Daten, dass die Covid-19-Pandemie die Sichtweisen der praktizierenden Physiklehrkräfte auf Erklärvideos beeinflusst hat. Acht der elf befragten Physiklehrkräfte brachten die Pandemie und deren Auswirkung auf den Umgang mit Erklärvideos, zum Teil an mehreren Interviewstellen, zur Sprache. Exemplarisch äußerte sich LKw-2-IGS-HS wie folgt: „[…] also gerade im Rückblick auf die letzten ZWEI Coronajahre, für sehr relevant. Genau, ich habe natürlich vorher auch immer schon mal Erklärvideos eingesetzt, punktuell, aber im Distanzunterricht DANN halt auch wirklich flächendeckend“ (Pos. 6). Im Besonderen LKw-10-GYM-HS, die Erklärvideos generell „für ein wichtiges Thema“ (Pos. 14) hielt, griff die Covid-19-Pandemie im Interview mit acht Codierungen wiederholt auf. Sie berichtete, dass Erklärvideos bereits vor der Pandemie im Physikunterricht eingesetzt wurden. Die Pandemie hat die

Nutzung für sie jedoch „nochmal sehr intensiviert“ (LKw-10-GYM-HS, Pos. 2) und dazu geführt, dass LKw-10-GYM-HS heute auf eine große Sammlung an Erklärvideos zurückgreifen kann. Auch bis zum Zeitpunkt des Interviews finden diese immer noch Einsatz in ihrem Unterricht.

Inwiefern die Covid-19-Pandemie die Sichtweisen von Studierenden auf Physik-Erklärvideos beeinflusst hat, kann anhand der Daten nicht beantwortet werden. Lediglich ein Student begründete die in Erklärvideos gesehene Relevanz auf Basis der aktuellen Entwicklung der Popularität von Erklärvideos. Laut LAGm-S-21-HS haben Erklärvideos durch die Pandemie „nochmal so eine Festigung irgendwie erfahren“ (Pos. 29). Zwei weitere Studierende berichteten, dass die Aufzeichnung von Vorlesungsformaten im Kontext des eigenen Studiums unter Pandemiebedingungen einen Vorteil für sie darstellte. Ein Rückbezug zum Thema Physik-Erklärvideos wurde jedoch nicht gezogen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Physik-Erklärvideos von beiden Zielgruppen mehrheitlich als relevant für heutige Bildungskontexte erachtet werden. Insbesondere die fortschreitende Digitalisierung erwies sich laut den Daten als ausschlaggebendes Argument für diese Einschätzung.

Weniger Relevant. Acht Proband*innen, darunter vier praktizierende Physiklehrkräfte, schrieben Erklärvideos eine geringe Relevanz für den Physikunterricht zu. Anhand der Aussagen dieser vier Lehrkräfte ließ sich jedoch erkennen, dass Erklärvideos dennoch nicht per se als irrelevant erachtet wurden. Während LKw-7-GYM-HS beispielsweise lediglich die Zeit fehlt, sich näher mit Erklärvideos auseinanderzusetzen, hat die Bedeutung von Erklärvideos für LKm-1-GYM-HS nach der Covid-19-Pandemie eher abgenommen. Gleichzeitig berichtete die Lehrkraft: „VIELLEICHT ist das Interview jetzt auch mal Auslöser, das mal wieder zu versuchen, wieder einzubauen“ (LKm-1-GYM-HS, Pos. 4).

LKm-5-GYM-HS gab an, Erklärvideos für den eigenen Unterricht als weniger relevant zu erachten. Angesichts des zunehmenden Lehrkräftemangels gewannen diese jedoch für ihn vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern an Bedeutung. So schätzte LKm-5-GYM-HS seinen eigenen Unterricht als „old style" (Pos. 18) ein und konkretisierte: „Wir machen ein schönes Experiment und dann schreiben wir es uns gut auf. Wir machen handschriftliche Skizzen. Das ist mein Ding. Deswegen sind diese Erklärvideos für MEINEN Unterricht NICHT so relevant" (LKm-5-IGS-GYM-HS, Pos. 18). Später im Interview gab er an:

> Es wird DEFINITIV so sein, dass Lehrermangel eine größere Rolle noch spielt, spielt ja jetzt schon eine RIESENrolle. […] ich weiß, wie die Unterrichtsversorgung aussieht in naturwissenschaftlichen Fächern und da ist einfach klar: Man wird nicht alles persönlich abdecken können und dann muss es andere Methoden geben. Und da sind sicherlich Erklärvideos oder irgendwelche Wechselmodellmethoden oder Homeschooling-Methoden sicherlich relevant und dann werden Erklärvideos sicherlich eine hohe Rolle spielen. (LKm-5-IGS-GYM-HS, Pos. 72)

Die Studierenden, die Physik-Erklärvideos als weniger relevant einschätzten, bewerteten diese vor allem für den Physik*unterricht*, nicht jedoch im Allgemeinen, als weniger wichtig. Exemplarisch äußerte sich LAGm-S-14-HS wie folgt: „Das heißt im Unterricht selbst eher weniger relevant als für/ im Vergleich zum Außerunterrichtlichen" (Pos. 8). Ein Student hielt Physik-Erklärvideos für weniger relevant, da ihm prospektiv die Zeit für diese im Unterricht fehlt: „Der Zeitaspekt ist auf jeden Fall der größte Aspekt, [der] die Unrelevanz der Videos für mich ausmacht" (LAGm-S-9-HS, Pos. 14). Hätte LAGm-S-9-HS jedoch diese Zeit, könne er sich vorstellen, dennoch mit Erklärvideos zu arbeiten.

Weiterhin fehlte fünf Studierenden, darunter LAGm-S-10-HS, die Vorstellungskraft, einen Mehrwert im Einsatz von Erklärvideos in anderen Fächern, wie im Sprachen-, Sport- oder Kunstunterricht, ableiten zu können: „[…] in Deutsch beispielsweise könnte ich mir das irgendwie schwieriger vorstellen, einfach, weil ich gar nicht wüsste, wie das aufgebaut ist und wie umfangreich das dann wäre“ (Pos. 11). Mit drei Codierungen argumentierte aber auch eine Mathematik- und Physik-Studentin an mehreren Stellen des Interviews, dass sie Erklärvideos im Gegensatz zum Physikunterricht für den Mathematikunterricht als weniger relevant erachtet. Dies wurde unter anderem damit begründet, dass in Mathematik-Erklärvideos zwar Algorithmen vorgestellt werden können, fehlt Schüler*innen jedoch Vorwissen, „dann kann er oder sie vielleicht den Algorithmus anwenden, aber nicht wissen: Wofür brauche ich den eigentlich? Was ist, wenn das und das nicht funktioniert? Was bedeutet das dann?“ (LAGw-S-6-HS, Pos. 20), was für die Studentin eine „große Hürde“ (LAGw-S-6-HS, Pos. 20) darstellte.

Zusammenhangsanalyse

Im Kontext der beschriebenen Kategorie wurde untersucht, inwiefern Proband*innen, die (Physik-)Erklärvideos als relevant erachten, diese auch in Unterrichtskontexten einsetzen bzw. potenziell einsetzen würden. Dementsprechend wurde der Zusammenhang der Kategorie „Relevanz von Erklärvideos“ und der Kategorie „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht“ untersucht. Wie im weiteren Verlauf des Kapitels gezeigt wird, gaben jedoch alle praktizierenden Lehrkräfte an, Physik-Erklärvideos in Unterrichtskontexten einzusetzen oder eingesetzt zu haben. Dementsprechend lässt sich anhand der Zusammenhangsanalyse für die Zielgruppe der praktizierenden Physiklehrkräfte nicht eindeutig klären, inwieweit die Physik-Erklärvideos zugeschriebene Relevanz Einfluss darauf

hat, ob deren Nutzung im Unterricht in Betracht gezogen oder abgelehnt wird. Auch Personen, die Erklärvideos als weniger relevant für den Physikunterricht erachten, berichteten, diese zum Teil sogar wöchentlich einzusetzen.

Zu anderen Ergebnissen kommt die Analyse von Zusammenhängen der Kategorien „Relevanz von Erklärvideos“ und „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht“ für die Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte. Konkret anhand der von LAGm-S-21-HS und LAGm-S-22-HS angesprochenen (Sub-)Kategorien lässt sich aufzeigen, dass beide Probanden Erklärvideos zwar generell als relevant einschätzten, dem potenziellen Einsatz von Physik-Erklärvideos im Unterricht standen beide jedoch eher ablehnend gegenüber. Beide argumentierten, dass sie das Erklären lieber selbst übernehmen würden. Ebenfalls gab LAGm-S-9-HS an, Erklärvideos generell als relevant einzuschätzen. Im späteren Physikunterricht sieht er prospektiv jedoch keine Zeit für deren Einsatz.

12.4 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Potenziale: Erklärvideos“

Forschungsfrage 2.3: Welche Potenziale sehen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte in Verbindung mit Physik-Erklärvideos?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.3 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorie *„Erklärvideos: Potenziale“* vorgestellt. Die Daten zeigen, dass Proband*innen eine Vielzahl an Potenzialen thematisierten, die in Verbindung mit Physik-Erklärvideos assoziiert werden. Diese ließen sich in zwölf induktiv gebildeten Subkategorien subsumieren. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorie sind Tabelle 36 zu entnehmen. Inwiefern die Kategorie „Erklär-

videos: Potenziale“ mit weiteren Kategorien zur Erfassung verhaltensbezogener Komponenten von Einstellungen zusammenhängt, wird im weiteren Verlauf der Arbeit herausgestellt.

Tabelle 36 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Erklärvideos: Potenziale“

Sub-Kategorien der Hauptkategorie „Erklärvideos: Potenziale“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit $N_{LK} = 11$)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit $N_{Stud} = 23$)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Erklärvideoproduktion Schüler innen	1	13	1	9
Zeitersparnis	2	3	2	1
Eigene Vorbereitung/ Inspiration	2	12	2	9
Darstellung/Veranschaulichung von Aspekten	19	14	8	11
Alternative Erklärung	11	43	6	20
Entlastung Lehrkraft	11	15	7	9
Kompakte, fokussierte Erklärung	2	18	2	12
Fachwissen/Selbstständig Lernen	30	49	10	15
Motivation/Interesse wecken	12	11	7	6
„Geringe Hemmschwelle“	-	9	-	7
Über Unterrichtsstoff hinaus lernen	-	8	-	5
Sonstiges	6	16	4	12

*Erklärvideoproduktion Schüler*innen.* Vorrangig Studierende führten mit 13 Codierungen Potenziale auf, die sie in Verbindung mit der Produktion von Erklärvideos im Physikunterricht assoziierten. Neun der zehn Studierenden, die sich positiv zur Produktion von Physik-Erklärvideos mit

Schüler*innen äußerten, argumentierten auf Basis eines möglichen Zugewinns an Fachwissen. Exemplarisch äußerte sich eine Studentin wie folgt:

> Weil ich glaube, dass es den Schülern dann auch in dem Themengebiet wirklich auch SEHR tiefes Verständnis geben könnte. Weil ich glaube, wenn man etwas selbst produziert und sich überlegt, wie man das anderen erklärt, ist das sehr, sehr hilfreich für das Verständnis. (LAGw-S-6-HS, Pos. 62)

Drei Studierende führten zudem das Argument an, dass Lernenden über die Produktion von Erklärvideos in Unterrichtskontexten zusätzlich technische Kompetenzen vermittelt werden können, was laut LAGm-S-1-HS auch „Ziel der Schule [ist], das mitzugeben“ (Pos. 31). Zwei Proband*innen, darunter eine praktizierende Lehrkraft, beschrieben weiterhin das mit der Produktion assoziierte Potenzial, dass produzierte Erklärvideos anschließend auch in anderen Klassen eingesetzt werden können. Die Lehrkraft gab in diesem Zusammenhang an, bereits im Mathematikunterricht mit Schüler*innen Erklärvideos produziert zu haben und positive Erfahrungen gemacht zu haben:

> Aber die Schüler haben mir auch sehr positive Erfahrungen damit gespiegelt, sich mal mit einem Thema so auseinanderzusetzen. Das wirklich in 15 Minuten auf den Punkt zu bringen, strukturieren, dass es auf ein Lernvideo passt und natürlich gleichzeitig haben dann ALLE die Lernvideos von allen zur Verfügung gestellt bekommen. Das heißt, wir haben sozusagen am ENDE der Analysis die KOMPLETTE Analysis noch einmal rekapituliert in Form von Erklärvideos, was sie dann ein Jahr später zur Abiturvorbereitung nutzen konnten. (LKw-2-IGS-HS, Pos. 14)

Die Produktion in einem ähnlichen Setting im Physikunterricht anzuleiten, konnte sich LKw-2-IGS-HS ebenfalls „GUT vorstellen“ (Pos. 16). Dementsprechend zeigt sich ein Zusammenhang zur im weiteren Verlauf

beschriebenen Subkategorie „Erklärvideoproduktion“ der Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung im Physikunterricht“. Ebenso zeigten sich alle befragten Studierenden, die sich positiv zur Produktion von Erklärvideos durch Schüler*innen äußerten, aufgeschlossen, dies später tatsächlich auszuprobieren. Vier der neun Studierenden waren jedoch in Anbetracht des erheblichen Zeitaufwands unsicher, inwiefern eine Produktion im normalen Unterrichtssetting möglich sei. Alternativ wurde zum Teil auf die Produktion von Erklärvideos in Projektwochen verwiesen.

Zeitersparnis. Drei Proband*innen, darunter zwei praktizierende Physiklehrkräfte, beschrieben das Potenzial, mit Hilfe von Erklärvideos Zeit im Unterricht zu sparen. In diesem Kontext berichtete LKw-9-GES-HS, dass generell Zeit *im* Unterricht gespart werden kann, indem das Anzeichnen eines Tafelbildes entfällt und stattdessen ein Video pausiert und der visuelle Inhalt von den Lernenden übernommen werden kann. LAGm-S-1-HS würde das Abschreiben eines Tafelbildes mit Hilfe von Erklärvideos hingegen eher aus dem Unterricht auslagern: „[…] man spart sich dann doch schon, je nachdem wie groß das Tafelbild ist, fünf bis zehn Minuten Unterricht, in denen man konzentriert arbeiten könnte, anstatt eben beim Abschreiben zuzugucken, jetzt als Lehrer“ (LAGm-S-1-HS, Pos. 17). Im Fokus stand für diesen Probanden, die Zeit im Physikunterricht besser nutzen zu können, um beispielsweise „mehr Zeit für eine wirklich genaue Besprechung von Experimenten“ (LAGm-S-1-HS, Pos. 19) zu gewinnen.

Eigene Vorbereitung/Inspiration. Mit zwölf codierten Segmenten aus neun Interviews sahen mehr als ein Drittel der befragten Studierenden in Erklärvideos das Potenzial, diese zur eigenen (fachlichen) Vorbereitung oder Inspiration nutzen zu können. Praktizierende Physiklehrkräfte hingegen sprachen die Kategorie mit zwei Codierungen aus zwei Interviews

weniger an. Einige der Studierenden benannten als Vorteil, sich zur Vorbereitung auf den eigenen Unterricht beispielsweise „nochmal das Wichtigste […] zu vergegenwärtigen“ (LAGm-S-11-HS, Pos. 36). Die Mehrheit der Studierenden, die die Kategorie ansprachen, sowie eine praktizierende Lehrkraft argumentierten jedoch, dass Erklärvideos Inspirationen zur (inhaltlichen) Gestaltung des eigenen Unterrichts bieten können oder neue Erkläransätze exploriert werden können. Exemplarisch äußerte sich LKw-7-GYM-HS wie folgt: „[…] um mal [einen] neuen Ansatz vielleicht zu finden, wie man bestimmte Themen motivieren kann. Beziehungsweise auch […] welche praktischen Beispiele man da noch mit reinbringen könnte“ (Pos. 6).

Darstellung/Veranschaulichung von Aspekten. Mit 33 Codierungen in 19 der insgesamt 34 Interviews wurde das Erklärvideos zugeschriebene Potenzial, physikalische Aspekte darstellen und veranschaulichen zu können, von beiden Zielgruppen wiederholt diskutiert. Sowohl die befragten Lehrkräfte als auch die befragten Studierenden bezogen sich dabei vor allem auf das Potenzial, dass Erklärvideos Aspekte visualisieren können, die sonst in der realen Welt oder im Klassenzimmer nicht sichtbar sind. Ein Student und zwei Lehrkräfte konkretisierten zudem, dass ein Unterrichtsthema mittels Erklärvideos ergänzt werden kann, beispielsweise „wenn eventuell die technischen Möglichkeiten an der Schule nicht vorhanden sind“ (LKm-6-IGS-HS, Pos. 2). LAGm-S-19-HS sah weiterhin den Vorteil in Erklärvideos, „Situationen darzustellen oder zu zeigen, die eventuell ein gewisses Gefahrenpotenzial bieten“ (Pos. 22). Auch die befragten Lehrkräfte, darunter LKm-8-SEK-HS, bezogen sich im Kontext des gesehenen Potenzials der Darstellung und Veranschaulichung von Aspekten auf konkrete Unterrichtsthemen, bei denen sich der Einsatz von Erklärvideos anbieten würde:

> Also in Erklärvideos können die Schüler sehen, […] was ich im Unterricht nicht zeigen kann. Nehme ich ein Beispiel: der elektrische Strom. Egal was für ein Experiment [ich] durchführe, sehen sie nicht, was im Kabel fließt. Also durch das Video sehen sie, dass es gibt was, was in diesem Kabel fließt und die Energie übertragen kann und liefert. Und und und. Ja, also, das kann ich mit nirgend welchem Mittel zeigen. (LKm-8-SEK-HS, Pos. 14)

Alternative Erklärung. Mit 54 Codierungen ist der von den Proband*innen gesehene Vorteil, dass Erklärvideos alternative Erkläransätze zur Erklärung einer Lehrkraft bieten, ein in der Studie häufig codiertes Potenzial. Dieses wurde von 20 Studierenden und sechs Lehrkräften thematisiert. Auf Basis der Daten ließen sich bei beiden Zielgruppen zwei Argumentationsstränge nachzeichnen. Einerseits wurde argumentiert, dass es von Vorteil sein kann, wenn generell eine andere Person etwas erklärt. Exemplarisch äußerte sich eine angehende Physiklehrkraft wie folgt:

> Es ist vielleicht auch mal schön, ein bisschen Abwechslung reinzubringen, indem man halt durch dieses Video auch einfach mal einen anderen Akteur in der Stunde drin hat, als wenn der Lehrer die ganze Zeit im Endeffekt nur Unterricht mit den Schülern macht, und ja, das auf Dauer halt schon so ein bisschen sehr alltäglich ist. (LAGm-S-5-HS, Pos. 27)

Im genannten Zitat zeigt sich ein Zusammenhang zur gesehenen Funktion von potenziell im Physikunterricht eingesetzten Erklärvideos. Diese bieten für LAGm-S-5-HS dementsprechend die Möglichkeit, Unterricht abwechslungsreich zu gestalten.

Prominenter tritt andererseits als zweiter Argumentationsstrang hervor, dass Erklärvideos über alternative Erkläransätze neue Perspektiven auf einen Erklärinhalt bieten können. Einige der Befragten gaben an, dass somit

„andere Zugänge“ (LAGm-S-3-HS, Pos. 3) zum oder „andere Perspektive[n]“ (LAGw-S-2-HS, Pos. 20) auf den Lerngegenstand eröffnet werden können. LKw-2-IGS-HS hob in diesem Kontext als positiv hervor, dass in Erklärvideos eher jüngere Personen erklären. Studierende berichteten, wie bereits in der Subkategorie „Schulzeit hilfreich“ der Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“ beschrieben wurde, zum Teil von eigenen, konkreten und als positiv bewerteten Erfahrungen:

> Im Unterricht ist es ja manchmal so, dass, man bekommt eine Erklärung, die muss dann für alle gelten und jeder muss die begriffen haben und es ist ja manchmal so, manchmal begreift man das ja erst nach einer dritten oder vierten Erklärung und die Erklärvideos haben dann mir in der Schule so die Chance gegeben, diese Inhalte mehrfach auf verschiedene Art und Weisen zu mir zu verinnerlichen. (LAGm-S-4-HS, Pos. 4)

Entlastung Lehrkraft. Neben den dargestellten Potenzialen für Lernende sprachen die Proband*innen ebenfalls Potenziale an, die Erklärvideos für Lehrkräfte im Allgemeinen oder konkret für die eigene berufliche Praxis bieten. Insgesamt wurden 26 Textsegmente aus 16 Interviews, darunter sieben Interviews mit praktizierenden Physiklehrkräften, in diese Kategorie codiert. In den Daten ließen sich die folgenden Argumentationsstränge dokumentieren:

- eigene Ressourcen sparen,
- Selbstschutz, wenn man etwas nicht erklären kann,
- Entlastung bei Vertretungsstunden,
- Zeitersparnis in der Vorbereitung und
- kurze Pause/„Durchatmen“

Mit elf der 26 Codierungen wurde vor allem das Potenzial angesprochen, mittels Erklärvideos eigene Ressourcen sparen zu können. Einige Pro-

band*innen gaben in diesem Kontext an, generell die ständige Verfügbarkeit von Erklärvideos im Vergleich zu begrenzten Ressourcen von Lehrpersonen als Potenzial zu erachten. Beispielsweise berichtete LAGm-S-1-HS in diesem Zusammenhang, dass er im Vergleich zu Erklärvideos nicht ständig verfügbar ist und auch nicht sein möchte. Ebenso benannte ein weiterer Student Erklärvideos als „Ansprechpartner Nummer eins, vierundzwanzig-sieben erreichbar“ (LAGm-S-17-HS, Pos. 34), während Lehrkräften häufig die Zeit zum Wiederholen von Unterrichtsinhalten fehle.

Andere Proband*innen äußerten konkret, dass Erklärvideos das Anzeichnen von Tafelbildern im Physikunterricht ersparen können, indem ein Video pausiert und Inhalte von Schüler*innen übernommen werden, was hierbei als Entlastung und nicht als Zeitersparnis im Unterricht beschrieben wurde. In diesem Kontext beschrieb LAGm-S-14-HS prospektiv sein späteres potenzielles Handeln als Lehrkraft, womit sich ein Zusammenhang zur Kategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung – Tafelbild aus Erklärvideo übernehmen“ nachzeichnen lässt:

> Ich mache mir als Lehrkraft nicht den ganzen Aufwand und muss dieses Tafelbild erstellen, bringe dann das Tafelbild an die Tafel und die Schülerinnen und Schüler dürfen das Tafelbild dann abmalen, sondern ich suche mir ein Erklärvideo raus, wo eine schöne Übersicht entsteht. Ich kann die Übersicht, wie heißt es, übertragen lassen. In das Heft, Hefter von den Schülerinnen und Schülern. Dann ist es da, dann weiß ich, hey, die haben das genauso, so ist das passend, so möchte ich das drinnen haben, das ist eine schöne Übersicht. Und nicht dieses: „Oah, jetzt muss ich mir selbst eine Übersicht ausdenken, wie mache ich das hier am besten, mmh, wie mache ich das an der Tafel am besten? Ich habe die und die Farben gar nicht, brauche ich mindestens fünf Farben, ich habe aber nur drei.“ Da bietet sich das Video natürlich super an. Weil da kann jede Farbe genutzt

> werden, die schöne ist, da kann das schön übersichtlich gestaltet werden. Und dann, ja, wenn es halt kein gutes Erklärvideo ist, suche ich mir halt ein anderes raus. Da sehe ich das als doch guten Vorteil. (LAGm-S-14-HS, Pos. 22)

Eine Lehrkraft und zwei Studierende beschrieben, eine Entlastung in Erklärvideos zu sehen, wenn diese Erklärungen abnehmen, beispielsweise „wenn man selber nicht so ganz sattelfest in einem Thema ist“ (LKm-4-GYM-HS, Pos. 30). Dies wurde von einem der beiden Studierenden ebenfalls als Vorteil benannt, wenn beispielsweise fachfremde Vertretungsstunden gehalten werden sollen:

> Ich meine, es kommt ja auch nicht selten vor, dass man doch mal irgendwie auch eine Lehrkraft in einem fachfremden Unterricht übernehmen muss, kurzfristig. Da würde ich zum Beispiel sagen, da hat ein Erklärvideo einen unheimlichen Vorteil, wenn man da natürlich was abspielen kann, womit man sich selber nicht so auskennt, aber was dann schon fachlich hoffentlich in eine gute Richtung geht. […] Also quasi mal dann, wenn irgendwie die eigene Expertise da nicht weiterreicht und im eigenen Fach, also jetzt in Physik zum Beispiel, […] man könnte jetzt halb scherzhaft sagen, natürlich, wenn die Lehrkraft selber nicht so berauschend im Erklären ist, dass dann ein Erklärvideo einem viel abnehmen kann. Aber das ist auch […] immer dann, wenn die eigene Expertise fehlt. (LAGm-S-21-HS, Pos. 22)

Weiterhin berichteten drei Proband*innen, darunter zwei Lehrkräfte, dass Erklärvideos eine Zeitersparnis in der Vorbereitung von Unterricht bieten können. Während LKm-3-IGS-HS hierbei aus eigener Erfahrung sprach, schilderte LKw-10-GYM-HS, dass vor allem Seiteneinsteiger*innen auf Erklärvideos zurückgreifen würden, „[…] um im Grunde genommen auch schneller zu sein in der Vorbereitung“ (Pos. 70). Ein weiterer Student führte keine weitere Argumentation an und berichtete lediglich, dass man

„mit einem Erklärvideo auch einfach Zeit […] in der Planung sinnvoll nutzen“ (LAGm-S-19-HS, Pos. 36) kann.

Als weitere relevante Stärke von Erklärvideos wurde mit sechs Codierungen in sechs Interviews ($N_{LK} = 4$; $N_{Stud} = 2$) herausgestellt, dass das Abspielen dieser im Unterricht Lehrkräften eine kurze Pause verschafft und somit eine Entlastung darstellt. Alle sechs Personen berichteten dabei von konkreten eigenen Unterrichtserfahrungen oder Erfahrungen aus dem Kollegium. Wiederholt fallen dabei Begriffe wie „kurz runterfahren, kurz durchatmen“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 72), „Ruhe“ (LKm-8-SEK-HS, Pos. 71) oder „Pause“ (LAGm-S-17-HS, Pos. 18; LAGm-S-13-HS, Pos. 29; LKw-2-IGS-HS, Pos. 72) für die Lehrkraft. Ein Student, der bereits als Aushilfslehrer unterrichtete, schilderte in diesem Kontext exemplarisch folgende Erfahrung:

> Und tatsächlich bin ich da selber so an meine Grenzen auch der REDEfähigkeit gekommen. Es war ein schneidendes Erlebnis für mich, […] weil ich da halt einfach erkannt habe, ich war/ nach neunzig Minuten war ich PLATT. Und da habe ich natürlich auch viele Erklärvideos benutzt. Warum? Weil diese Erklärvideos dann bestimmte Sachverhalte schnell und kompakt halt eben in der Lage waren, zu erklären und ich mal eine PAUSE gekriegt habe in diesen neunzig Minuten. Und DA sehe ich auf jeden Fall den VORTEIL gegenüber der Lehrkraft. Erklärvideos ermüden nicht. (LAGm-S-13-HS, Pos. 29)

Kompakte, fokussierte Erklärung. Als weiteres Potenzial wurde benannt, dass Erklärvideos kompakte und fokussierte Erklärungen liefern. In den Aussagen der Proband*innen, die diese Kategorie ansprachen ($N_{LK} = 2$; $N_{Stud} = 12$), lassen sich zwei Argumentationsstränge nachzeichnen. Sieben Personen, darunter zwei praktizierende Physiklehrkräfte, konkretisierten, dass Erklärvideos kurze Erklärungen liefern, ohne abzuschweifen, und

Inhalte somit „schnell und kompakt“ (LAGm-S-13-HS, Pos. 29) vermitteln können. Einer Lehrkraft zufolge wird somit wird den Bedürfnissen von Schüler*innen explizit Rechnung getragen:

> Und das suchen die Schüler, also sehr viele Infos in kurzer Zeit. Also, wenn ich erkläre, dieselbe Sache neunzig Minuten, verlieren sie die Konzentration vielleicht innerhalb von fünfzehn bis zwanzig Minuten. Dann hören sie mir nicht zu. Also ich rede und erzähle, ich rede und zähle, aber sie hören nicht zu. Das ist viel zu viel, neunzig Minuten, für sie. Aber bei Herrn Schmidt oder bei einem Erklärvideo wird erklärt in kurzer Zeit, fünf bis zehn Minuten, was der Lehrer wirklich neunzig Minuten oder noch mehr verbraucht hat und trotzdem lernen die Schüler wirklich hier mehr, als was der Lehrer beibringt. (LKm-8-SEK-HS, Pos. 44)

Weiterhin erläuterten acht Studierende im Kontext des gesehenen Potenzials, dass Erklärungen in Erklärvideos vorab durchdacht und geplant sind. Exemplarisch äußerte sich ein Student wie folgt:

> Also ein Vorteil, den ich noch sehen würde, ist, dass die Produzenten von Lernvideos, wenn sich wirklich Zeit genommen wird, eben die Zeit auch haben, die Worte ganz genau zu planen und zu wählen, wie sie im Erklärvideo dann auch gesagt werden und welche Worte man eben wählt, dass auch alles physikalisch eben korrekt ist und logisch ist und als Lehrperson hat man natürlich auch seinen Plan, wie man das alles erklären möchte. Aber letztendlich formt man den Satz dann spontan genau. Hat da eben nicht so diese Chance, sich […] jedes einzelne Wort sozusagen genau zu durchdenken, wie man es beim Erklärvideo hat, wenn man sich da genug Zeit nimmt. Und das ist, glaube ich, dann auch nochmal ein Vorteil, den man beim Erklärvideo haben kann, dass man das eben noch genauer durchdenken kann, jedes einzelne Wort im Prinzip. (LAGm-S-7-HS, Pos. 32)

Wie das Zitat stellvertretend aufzeigt, gingen einige Studierende, die diesen Argumentationsstrang ansprachen, davon aus, dass die intensive Planung einer Erklärung deren Qualität erhöht. LAGm-S-5-HS, der das beschriebene Potenzial im Verlauf des Interviews dreimal aufgriff, stellte sich darüber hinaus die Frage, ob Erklärvideos dementsprechend „nicht eigentlich besser als der eigene Unterricht“ (Pos. 45) seien.

Die exemplarisch für die Kategorie „Kompakte, fokussierte Erklärung“ zitierten Aussagen lassen eine eher positive Bewertung der Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube vermuten. Dementsprechend wurde untersucht, wie Proband*innen, die das beschriebene Potenzial ansprachen, die Qualität von Physik-Erklärvideos im weiteren Verlauf des Interviews einschätzten. Die Zusammenhangsanalyse zwischen der Subkategorie „Kompakte, fokussierte Erklärung“ und der im weiteren Verlauf beschriebenen Hauptkategorie „Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“ zeigt, dass die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube von den Proband*innen nicht pauschal als hoch eingeschätzt wurde. Die Mehrheit der befragten Personen, die sich zur Qualität von Physik-Erklärvideos äußerten, schätzte diese beispielsweise als „mittelmäßig“ (LAGm-S-17-HS, Pos. 44) ein oder berichtete, dass es sowohl gute als auch schlechte Physik-Erklärvideos auf YouTube gibt. Ein genereller Zusammenhang zwischen der beschriebenen Subkategorie „Kompakte, fokussierte Erklärung“ und einer als positiv eingeschätzten Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube lässt sich anhand der Daten somit nicht erkennen.

Fachwissen/Selbstständig Lernen. Die im Folgenden beschriebene Kategorie ist mit 79 Codierungen in 25 der geführten Interviews die am meisten angesprochene Subkategorie in der Hauptkategorie „Erklärvideos: Potenziale“. Vor allem die Zielgruppe der befragten praktizierenden Physiklehrkräfte, mit zehn von elf Proband*innen, und auch die Mehrheit der

befragten Studierenden, mit 15 von 23 Proband*innen, sprach die genannte Subkategorie an mindestens einer Interviewstelle an. Insgesamt ist dem Datenkorpus somit zu entnehmen, dass die Vermittlung von Fachwissen durch sowie das eigenständige Lernen mit Physik-Erklärvideos mehrheitlich als relevante Potenziale diskutiert werden. Während einige angaben, dass Erklärvideos grundsätzlich das Potenzial bieten, Wissen zu vermitteln oder Fachwissen zu festigen, ohne dies näher zu konkretisieren, wurde von anderen zusätzlich als Vorteil herausgestellt, dass Erklärvideos beim Lernen pausiert sowie wiederholt angeschaut werden können. Drei Studierende und zwei Lehrkräfte führten zudem an, dass Erklärvideos Wissen vermitteln können, wenn Schüler*innen, aber auch Lehrkräfte krankheitsbedingt ausfallen.

Weiterhin thematisierten beide Zielgruppen den gesehenen Vorteil des individuellen Lernens mit Erklärvideos in außerunterrichtlichen Kontexten. Zehn Personen, darunter mit $N_{LK} = 6$ jede zweite befragte Lehrkraft, hoben dabei hervor, dass die Motivation, sich mit einem Lerngegenstand zu beschäftigen, zu Hause anders sei als im Unterricht selbst. Exemplarisch äußerte sich LKm-4-GYM-HS wie folgt: „[…] die hören es ja nochmal und dann hören sie es zu der Zeit, wo sie es selber hören möchten und dann ist die Motivation da und dann lerne ich auch“ (Pos. 36). Drei Studierende und eine Lehrkraft sahen zudem das Potenzial in Erklärvideos, Schüler*innen mit Nachholbedarf (kostenlose) Nachhilfe zu ermöglichen: „Das bietet ja gerade Schülern aus vielleicht einkommensschwachen Schichten gerade noch die Möglichkeit, trotzdem einigermaßen den Stoff verstehen zu können“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 28). Zwei Personen, darunter eine angehende und eine praktizierende Lehrkraft, sprachen weiterhin an, dass Erklärvideos bei Sprachbarrieren einen Vorteil bieten können. Lernende können demnach Inhalte nachholen, einerseits wenn aufgrund eigener Sprachbarrieren Nachholbedarf besteht, oder andererseits, wenn aufgrund

von Sprachbarrieren der Lehrkraft Unterrichtsinhalte nicht verstanden wurden.

Motivation/Interesse wecken. Sieben Lehrkräfte und sechs Studierende schrieben Physik-Erklärvideos positive Effekte auf die Motivation oder das Interesse von Schüler*innen zu. Häufig wurde das gesehene Potenzial dabei nicht weiter konkretisiert. Beispielsweise äußerte ein Proband, dass ein Erklärvideo „eben auch das Interesse von den Schülern wecken kann“ (LAGm-S-11-HS, Pos. 32) und eine Lehrkraft gab an, dass Physik-Erklärvideos im Vergleich zu Büchern von Schüler*innen als „nicht so langweilig“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 50) empfunden werden, jeweils ohne dies näher zu erläutern. Andere, wie beispielsweise LAGm-S-5-HS, begründeten die gesehenen positiven Auswirkungen auf das Interesse oder die Motivation auf Basis des generellen Methodenwechsels: „Ich glaube, das ist auch einfach mal was, was man im Unterricht nicht so oft macht, methodisch, und was dadurch vielleicht auch noch interessanter wirkt“ (Pos. 25). Weiterhin lässt sich bei einer Lehrkraft ein Zusammenhang zur im weiteren Verlauf beschriebenen Kategorie „Hinführung/Einstieg“ der Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ erkennen:

> Ich finde sie als Einstieg ganz gut, weil oft muss man die Schüler ja erstmal fangen. Die Pause war spannend und so weiter, also man muss ein bisschen die Aufmerksamkeit auf sich lenken und das ist grade in neuen Klassen nicht so einfach und da nutz ich gerne mal sowas als Einstieg, weil das ist spannend und dann: „Oh ja, wir können was angucken und müssen nicht sofort was rechnen oder jetzt erzählen.“ (LKm-11-IGS-HS, Pos. 8)

Weiterhin äußerten drei Studierende, dass Physik-Erklärvideos das Potenzial bieten, Schüler*innen für den Physikunterricht zu motivieren, die sich sonst eher weniger angesprochen fühlen. Einerseits kann beispielsweise

die Produktion von Erklärvideos im Physikunterricht Schüler*innen ansprechen, denen der Unterricht sonst „irgendwie zu stupide“ (LAGw-S-2-HS, Pos. 34) ist. Andererseits können Erklärvideos die nicht näher definierte „Stigmatisierung der Physik einfach wegnehmen, weil ganz normale Menschen da halt diesen Fall auch erklären“ (LAGm-S-3-HS, Pos. 31), womit sich das generelle Interesse am Fach steigern ließe. Ähnlich argumentierte auch ein weiterer Student, für den Erklärvideos positive Auswirkungen auf das Interesse am Unterrichtsfach Physik und die Grundeinstellung zu diesem haben können:

> Jedes Erklärvideo hat, oder die meisten Physik-Erklärvideos haben so dieses: „Hey, Physik ist cool. So und so funktioniert das. Das macht richtig Laune.“ Dass so dieses Gefühl, dass Physik nahbar ist, auf jeden Fall vermittelt wird. Da wird jetzt nicht gesagt: „Oh, und dafür brauchen wir diese und diese komplexe Formel und dafür müsst ihr das und das können.“, und so. Das wird meistens nicht erwähnt. Das heißt, für das Interesse an Physik zu schüren, finde ich das auf jeden Fall gut. Das fördert dieses: „Ja, ich habe Bock auf Physik und ich gehe jetzt in den Unterricht, habe mehr Bock drauf.“ Es fördert das auf jeden Fall. (LAGm-S-14-HS, Pos. 44)

„Geringe Hemmschwelle“. Sieben angehende Physiklehrkräfte thematisierten als Potenzial, dass der Konsum von Physik-Erklärvideos im Lernprozess weniger Überwindung kostet als beispielsweise das Nachfragen bei einer Lehrkraft oder das Nachlesen im Hefter. Vier dieser sieben Studierenden, darunter LAGw-S-6-HS, benutzten dabei konkret die Formulierung der „geringen Hemmschwelle“: „Ich glaube auch, dass manchmal die Hemmschwelle ein bisschen geringer ist als eine Lehrkraft zu fragen und anzuschreiben oder nochmal hinzugehen […]“ (Pos. 36).

Über Unterrichtsstoff hinaus lernen. Ein weiteres Potenzial, das ausschließlich von Physik-Lehramtsstudierenden angesprochen wurde, ist das Erklärvideos zugeschriebene Potenzial, ein Lernen über die Unterrichtsinhalte hinaus zu ermöglichen: „[…] sie [die Schüler*innen] erweitern quasi ihren Horizont und gucken über den Tellerrand hinaus und kriegen […] mitunter auch noch andere Aspekte hinzu, die man nicht im Unterricht hatte, die das Verständnis fördern können“ (LAGm-S-23-HS, Pos. 36). Mit acht Codierungen in fünf Interviews wurde das beschriebene Potenzial von einigen Personen mehrfach angesprochen. Wie in der Subkategorie „Schulzeit hilfreich“ der Hauptkategorie „Nutzung außerhalb beruflicher Tätigkeit“ angerissen wurde, berichteten zwei Studierende im Kontext der beschriebenen Kategorie von konkreten Erfahrungen aus der eigenen Schulzeit. Exemplarisch äußerte sich LAGm-S-9-HS wie folgt:

> Ansonsten war es wirklich meistens so, dass ich ein Grundverständnis hatte, aber nur dieses weiterführende Verständnis brauchte. Und dieses Grundverständnis habe ich ja aber durch den Lehrer bekommen. Aber letztlich, wenn man das halt so betrachtet, dieses weiterführende Verständnis habe ich durch das Erklärvideo und eben NICHT durch den Lehrer bekommen. […] (Pos. 26)

Sonstiges. Über die im Kapitel beschriebenen konkreten Potenziale hinaus ließen sich im Datenkorpus weitere allgemeine oder lediglich singulär codierte Potenziale von Erklärvideos identifizieren. Diese werden unter die Restkategorie „Sonstiges“ subsumiert. Vielfach von beiden Zielgruppen genannt wurde beispielsweise allgemein der Erklärvideos inhärente Vorteil der Visualisierung oder der Multimedialität im Allgemeinen:

> […] weil es halt viele Möglichkeiten bietet, die andere Medien nicht bieten können. Also wie dieses sozusagen kurz zusammenfassen, wiederholen, grafisch verknüpfen, gleichzeitig auch noch die auditive

> Verknüpfung dazu. Also ich so wüsste jetzt nicht, wo man so viel Input auf einmal sozusagen zusammen bekommen kann. (LAGm-S-3-HS, Pos. 27)

Weiterhin ließen sich in den Interviews beider Zielgruppen generelle positive Äußerungen zu Erklärvideos identifizieren, wie beispielsweise, dass Erklärvideos den Physikunterricht „echt richtig bereicher[n]“ (LKm-3-IGS-HS, Pos. 48). Weiterhin wurde von einer angehenden Lehrkraft angeführt, dass Erklärvideos für Schüler*innen eine Zeitersparnis beim Lernen darstellen können, ohne dies näher zu konkretisieren.

12.5 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/ Empfehlung“

*Forschungsfrage 2.4.: Wie stehen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte zum privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen?*

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.4 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorie *„Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/Empfehlung“* vorgestellt. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorien sind Tabelle 37 zu entnehmen. Da die beiden Subkategorien der Hauptkategorie, „Bewertung privater Erklärvideokonsum“ und „Empfehlung Erklärvideokonsum“, in den Interviews meist zusammenhängend thematisiert wurden, erfolgt eine aggregierte Auswertung zunächst für die angehenden und anschließend für die praktizierenden Physiklehrkräfte.

*Tabelle 37 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Sichtweise auf privaten Erklärvideokonsum der Schüler*innen“*

Sub(-Sub-)Kategorien der Hauptkategorie „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/ Empfehlung“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit $N_{LK} = 11$)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit $N_{Stud} = 23$)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Bewertung privater Erklärvideokonsum				
Positiv/Aufgeschlossen	10	23	9	18
„Zwiegespalten“	1	5	1	4
Negativ/Ablehnend	-	2	-	1
Empfehlung Erklärvideokonsum				
Keine Empfehlung	-	1	-	1
Uneingeschränkt	3	2	3	2
Angeleitet	11	35	7	21
Sonstiges	1	-	1	-

*Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/Empfehlung (Physik-Lehramtsstudierende).* Der private Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen wurde von der Mehrheit der befragten angehenden Physiklehrkräfte trotz einiger Kritikpunkte als positiv bewertet. Für viele zeigt sich daran, dass Schüler*innen Interesse am Unterrichtsfach Physik haben oder zumindest die Bereitschaft zeigen, sich freiwillig mit Unterrichtsinhalten auseinanderzusetzen. Exemplarisch äußerte sich ein Student wie folgt:

> Im Grunde genommen sehe ich das absolut positiv, also ich freu mich über jede Minute, die vielleicht in der Freizeit genutzt wird, um sich dann doch mit der Physik zu beschäftigen. Und wenn das Erklärvideos sind, wenn das irgendwelche Internetseiten sind, ich find das absolut gut und auch WENN das vielleicht NICHT hundertprozentig DIE Inhalte sind, die ich im Unterricht vermittelt habe, würde ich sagen, bin ich trotzdem zufrieden, weil sie haben sich damit beschäftigt

> und im GROßEN und GANZEN sind die Erklärvideos ja auch nicht falsch. Natürlich gibt es einzige fachliche Mängel, aber solange die sich irgendwie damit beschäftigen, sich da Informationen rausnehmen, bin ich absolut zufrieden. (LAGm-S-11-HS, Pos. 25)

Vier Studierende waren geteilter Meinung oder konkret „zwiegespalten" (LAGm-S-4-HS, Pos. 32, LAGm-S-12-HS, Pos. 28) und sahen sowohl Vor- als auch Nachteile, wenn Schüler*innen privat Physik-Erklärvideos konsumieren. Ähnlich wie die Studierenden, die dem privaten Konsum von Physik-Erklärvideos grundlegend offen gegenüberstanden, hoben drei der angesprochenen vier Studierenden zunächst als positiv hervor, dass Schüler*innen Interesse zeigen, sich selbstständig mit Fachinhalten zu beschäftigen. Alle vier Studierenden sahen jedoch ein Problem darin, wenn Schüler*innen eigenständig Erklärvideos auswählen würden. Schüler*innen, die sich selbst noch im Lernprozess befinden, könnten nicht beurteilen, ob Erklärvideos fachliche Fehler beinhalten oder Schüler*innenvorstellungen verstärken. Exemplarisch zu zitieren ist LAGm-S-16-HS: „[…] Das ist aber insofern halt auch schlecht, weil sie ja gar nicht wissen, ob das, was da gerade vermittelt wird, alles zu einhundert Prozent richtig ist, ob da irgendwie bestimmte Schülervorstellungen erweckt werden, die sie dann haben" (Pos. 26).

Ebenso kritisierte LAGm-14-S-HS, der den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen als „eher schädlich" (Pos. 54) bewertete, dass nicht kontrolliert werden könne, was Schüler*innen konkret konsumieren. Die Begründungen der Studierenden, weshalb sie dem privaten Konsum von Physik-Erklärvideos zwiegespalten oder ablehnend gegenüberstanden, sprachen somit die im weiteren Verlauf des Ergebniskapitels beschriebene Subkategorie „Schlechte Qualität" der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden" an. Der Student LAGm-S-12-HS, der dem privaten Erklärvideokonsum zwiegespalten gegenüberstand, begründete seine Be-

denken darüber hinaus mit dem Aspekt, dass die Aufbereitung eines Themas in Erklärvideos von seiner eigenen Vorgehensweise abweichen könne, was das Lernen im weiteren Verlauf erschweren könnte. Somit lässt sich anhand seiner Argumentation und auch der Argumentation von LAGw-S-15-HS ein Zusammenhang zur Subkategorie „Lehrkraft-Erklärung vs. Erklärvideo-Erklärung“ der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“ nachzeichnen.

Bis auf eine Ausnahme würden alle befragten Studierenden ihren Schüler*innen zwar empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren, die Mehrheit dieser Proband*innen ($N_{Stud} = 21$) würde dabei jedoch eher konkrete Erklärvideos oder konkrete Erklärvideo-Kanäle vorgeben, anstatt Lernende frei auswählen zu lassen. Als Grund wurde wiederholt genannt, dass Schüler*innen selbst nicht beurteilen können, welche Erklärvideos einerseits aus fachlicher Perspektive und andererseits aus Perspektive der individuellen Bedürfnisse einer Lerngruppe geeignet sind. Ein Student gab exemplarisch an, dass man Schüler*innen nicht verbieten könne, Erklärvideos zu konsumieren. Man müsse die Schüler*innen jedoch auf „gute Erklärvideos fokussiert bekomm[en]“ (LAGm-S-21-HS, Pos. 31), damit sie sich von als problematisch herausgestellten YouTube-Kanälen wie „simpleclub“ entfernen können. Für Lernende sei es schwierig, gute Erklärvideos zu identifizieren und dementsprechend müsse man als Lehrkraft Impulse vorgeben, so LAGm-S-21-HS. LAGm-S-8-HS hingegen würde statt konkreter Empfehlungen eher den Hinweis geben, mehrere Videos zu einem Thema anzuschauen und die Inhalte kritisch zu hinterfragen.

Ein Student, LAGm-S-13-HS, lehnte es ab, seinen Schüler*innen später Erklärvideos zu empfehlen. Zwar hatte er keinen grundsätzlichen Einwand gegen den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos, doch möchte er

darauf verzichten, eine Empfehlung auszusprechen. Als Grund gab er an, dass er Schüler*innen, die zu Hause nicht über die technischen Voraussetzungen für den Konsum von Erklärvideos verfügen, nicht benachteiligen möchte.

*Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung/Empfehlung (Physiklehrkräfte).* Ähnlich wie die befragten Physik-Lehramtsstudierenden stand auch die Mehrheit der befragten Physiklehrkräfte dem privaten Erklärvideo-Konsum der Schüler*innen offen gegenüber und würde Schüler*innen empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren. Allerdings würde auch die Mehrheit der befragten Physiklehrkräfte eher konkrete Videos oder Kanalempfehlungen vorgeben, als Schüler*innen selbst auswählen zu lassen. Wenngleich die befragten Lehrkräfte in ihren Begründungen im Durchschnitt tendenziell weniger kritisch auf potenzielle Fehler in Erklärvideos eingingen und lediglich zwei Lehrkräfte problematisierten, dass Schüler*innen Fehler selbst nicht erkennen würden, ließen sich keine größeren Unterschiede zwischen den Aussagen beider Zielgruppen identifizieren.

Drei Physiklehrkräfte sprachen ebenfalls potenzielle Herausforderungen an, die sie im Zusammenhang mit dem privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen sehen. Beispielsweise berichtete LKm-6-IGS-HS, dass es passieren kann, dass Schüler*innen Erklärvideos konsumieren, die er selbst nicht empfehlen würde. Für den Probanden ist das jedoch „völlig normal“ (LKm-6-IGS-HS, Pos. 42). Fachliche Fehler in Erklärvideos stellten für ihn kein Problem dar: „Es ist aber am Ende immer noch besser, als wenn der Schüler sich mit der Thematik nicht beschäftigen würde“ (LKm-6-IGS-HS, Pos. 42). Andere Lehrkräfte äußerten sich zunächst grundlegend positiv zum privaten Konsum von Physik-Erklärvideos: „Finde ich toll!“ (LKw-9-GES-HS, Pos. 30) oder „Ich kann das

wirklich NUR in den HÖCHSTEN Tönen LOBEN. Find ich spitze. […] wenn jemand zu Hause ist und es nicht verstanden hat und sich ein gutes Erklärvideo raussucht, halleluja, na ist doch perfekt“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 24). Konkrete Empfehlungen zum Erklärvideo-Konsum gibt LKm-5-GYM-HS jedoch eher selten. Im weiteren Verlauf des Interviews erklärte er, dass unterschiedliche Erklärансätze bei manchen Schüler*innen eher Verwirrung stiften könnten, anstatt ihnen zu helfen. Dementsprechend sprach diese Lehrkraft, ähnlich wie die zuvor beschriebenen zwei Studierenden, in ihrer Begründung die im weiteren Verlauf dargestellte Subkategorie „Lehrkraft-Erklärung vs. Erklärvideo-Erklärung“ der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“ an. Insgesamt äußerte sich LKm-5-GYM-HS unkonkret zur Frage, ob er Schüler*innen selbst empfehlen würde, Physik-Erklärvideos zu konsumieren, weshalb seine Antwort unter die Kategorie „Sonstiges“ codiert wurde.

Eine Lehrkraft gab auf die Frage nach ihrer Meinung zum privaten Konsum von Physik-Erklärvideos an, dass sie nicht daran glaube, dass Schüler*innen tatsächlich privat Physik-Erklärvideos konsumieren. Prominenter sind laut LKm-8-SEK-HS zwar eher TikTok-Videos, Schüler*innen würden diese jedoch nicht vor dem Hintergrund des Physikunterrichts konsumieren:

> Sie sehen TikTok-Videos und ab und zu gibt es Experimente, aber sie haben keine Ahnung. Also sie sehen die Experimente nicht, weil sie mit dem Thema, mit dem Fach Physik zu tun haben, sondern […] nur, weil das interessant ist. (LKm-8-SEK-HS, Pos. 26)

Empfehlen würde es LKm-8-SEK-HS seinen Schüler*innen immer, Physik-Erklärvideos zu konsumieren. Jedoch sei, wie er vermutete, die Motivation der meisten Schüler*innen zu gering, um sich zu Hause mit Erklärvideos zu beschäftigen.

Obwohl die meisten befragten Lehrkräfte dem privaten Konsum von Physik-Erklärvideos äußerst positiv gegenüberstanden, würden die wenigsten ihren Schüler*innen uneingeschränkt empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren. Wie bereits angerissen, tendierten die meisten Lehrkräfte dazu, konkrete Videos oder Kanäle vorzugeben. Eine Lehrkraft, die „wirklich Bedenken“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 50) bei der fachlichen Qualität von Erklärvideos äußerte, würde beispielsweise ausgewählte YouTube-Kanäle vorgeben. Konkret für das Fach Mathematik würde sie „Lehrerschmidt“ empfehlen: […] „da weiß man eben, dass das Hand und Fuß hat und den mögen die Schüler auch“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 50). Kanal-Empfehlungen für das Fach Physik wurden nicht gegeben. Eine weitere Lehrkraft gab als Argument neben dem Aspekt, dass Schüler*innen nicht einschätzen können, welche Videos fachlich korrekt sind, an, dass Lernende nach eigener Erfahrung bei der Auswahl von Videos überfordert seien und „frustriert aufgeben“ (LKm-4-GYM-HS, Pos. 18). Andere Lehrkräfte berichteten generell davon, spezifische Videos für ihre Lerngruppen auszuwählen und beispielsweise über Links bereitzustellen, ohne dies näher zu begründen. Um den Konsum von Physik-Erklärvideos anzuregen, gibt LKw-10-GYM-HS direkt am Schuljahresanfang Empfehlungen vor, beispielsweise für eine bundeslandinterne Lernplattform, über die Erklärvideos zur Verfügung stehen, und regt zum Teil auch Eltern an, den Erklärvideokonsum ihres Kindes zu fördern.

Drei Proband*innen, darunter die zuvor zitierte Lehrkraft LKm-8-SEK-HS, geben keine konkreten Videoempfehlungen. Während eine Probandin dies nicht weiter begründete, verwies LKm-1-GYM-HS auf seine zeitlich begrenzten Ressourcen. In der Praxis sei es für ihn schlichtweg nicht zu leisten, für alle Bedarfe der Schüler*innen konkrete Videos herauszusuchen.

12.6 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Einschätzung Qualität Erklärvideos“

Forschungsfrage 2.5: Wie schätzen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube ein?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.5 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorie *„Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“* vorgestellt. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorie sind Tabelle 38 zu entnehmen.

Tabelle 38 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“

Sub-Kategorien der Hauptkategorie „Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit N_{LK} = 11)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit N_{Stud} = 23)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Hohe Qualität	7	6	6	4
Hohe und niedrige Qualität	10	21	6	15
Kann nicht eingeschätzt werden	1	-	1	-

Hohe Qualität. Zehn Personen, darunter mit sechs Proband*innen mehr als die Hälfte der befragten Lehrkräfte, gaben an, die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube als hoch einzuschätzen. Insbesondere LKm-8-SEK-HS äußerte sich in diesem Kontext uneingeschränkt positiv und betonte am Ende des Interviews erneut: „Ich habe alle Videos gesehen, es gibt keine Videos, die nicht so gut und nicht geeignet für die Schüler [sind]“ (LKm-8-SEK-HS, Pos. 77). Zwei Lehrkräfte sprachen im Verlauf der Interviews sowohl die Kategorie „Hohe und niedrige Qualität“ als auch die Kategorie „Hohe Qualität“ an. Sowohl LKw-2-IGS-HS als auch LKm-3-IGS-HS berichteten in diesem Kontext, Qualitätsunterschiede in Physik-

Erklärvideos beobachtet zu haben. Global betrachtet schätzten beide Proband*innen die Qualität jedoch als hoch ein: „Im Großen und Ganzen würde ich sagen, dass es bei YouTube doch VIELE Kanäle gibt, die wirklich dann gute Arbeit machen“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 52) und „Physikerklärvideos? Ach, ich würde denen eine zwei geben“ (LKm-3-IGS-HS, Pos. 48).

Von den befragten Studierenden gaben vier Personen an, die Qualität von Physik-Erklärvideos generell als hoch einzuschätzen. Ähnlich wie die beiden zitierten Lehrkräfte sprachen ebenfalls zwei Studierende im Verlauf der Interviews beide Kategorien, „Hohe und niedrige Qualität“ und „Hohe Qualität“, an. Beispielsweise würde LAGm-S-23-HS die Qualität von Physik-Erklärvideos im englischen Raum besser einschätzen als im deutschsprachigen Raum: „[…] die Englischsprachigen, würde ich jetzt behaupten, die sind relativ hochwertig […] aber an sich würde ich die Qualität jetzt allgemein bezogen auf Physik-Erklärvideos auf Deutsch als Mittel einschätzen“ (Pos. 34). Jedoch fügte er hinzu, neben „simpleclub“ kaum deutsche Erklärvideo-Kanäle zu kennen. Die anderen drei Studierenden, die die Kategorie „Hohe Qualität“ ansprachen, berichteten zwar, dass Erklärvideos auch Mängel haben können. Insgesamt kamen sie jedoch zur Einschätzung, dass Physik-Erklärvideos beispielsweise „im GROßEN und GANZEN [...] ja auch nicht falsch [sind]“ (LAGm-S-11-HS, Pos. 25) oder es „VIEL mehr sehr gute Videos [gibt] als Videos, die man nicht empfehlen kann“ (LAGm-S-22-HS, Pos. 34).

Hohe und niedrige Qualität. Die Mehrheit der befragten Studierenden (N_{Stud} = 15) sowie sechs Lehrkräfte berichteten im Interview, dass es auf YouTube sowohl Physik-Erklärvideos von hoher als auch von niedriger Qualität gäbe. Wie bereits beschrieben, sprachen einige Personen dabei sowohl die Kategorie „Hohe und niedrige Qualität“ als auch die Kategorie

„Hohe Qualität“ an. Exemplarisch für eine der vier Lehrkräfte, die lediglich die im Folgenden beschriebene Kategorie ansprach, äußerte sich LKm-6-IGS-HS wie folgt: „Es gibt viele sehr gute Videos, die man durchaus einsetzen kann. Aber es gibt auch Videos, […] wo ich das nicht/ die ich nicht unbedingt empfehlen würde“ (Pos. 30). Lehrkräfte nannten häufig in Verbindung mit Physik-Erklärvideos hoher Qualität Inhalte des YouTube-Kanals „Lehrerschmidt“, aber auch des Kanals „simpleclub“. Exemplarisch berichtete LKm-1-GYM-HS in diesem Kontext: „Es gibt ja so manche mit renommierten Namen: simpleclub und dergleichen. Die sind meistens schon ganz gut“ (Pos. 50). Andere „No-Name-Produkte“ (LKm-1-GYM-HS, Pos. 50) schätzte die Lehrkraft hingegen als weniger geeignet ein.

Studierende äußerten sich im Vergleich zu den befragten Lehrkräften sowohl kritischer zu Inhalten von „simpleclub“ als auch generell zur Qualität von Physik-Erklärvideos. Von den 15 Studierenden, die die Kategorie „Hohe und niedrige Qualität“ ansprachen, kamen 13 nicht zu dem Fazit, die Qualität von Physik-Erklärvideos insgesamt als hoch einzustufen. Wie bereits am Beispiel von Student LAGm-S-23-HS beschrieben, gaben auch LAGm-S-17-HS und LAGm-S-16-HS an, die Qualität von Physik-Erklärvideos im englischsprachigen Raum als höher einzuschätzen. Die Mehrheit der Proband*innen nahm jedoch keinen Vergleich der Qualität von Physik-Erklärvideos in verschiedenen Sprachräumen vor. Viele gaben an, dass es sowohl Physik-Erklärvideos mit hoher als auch mit niedriger Qualität gäbe. Exemplarisch äußerte sich LAGm-S-4-HS wie folgt: „Es gibt ja auch sehr viele Videos zu einem bestimmten Themenkomplex und es gibt da ja Videos, die eher gut sind und eher schlecht sind“ (Pos. 32). Häufig sprachen Studierende im Kontext von Erklärvideos niedriger Qualität sowohl fachliche Fehler als auch den Umgang mit Schüler*innenvorstellungen als Problem an. Dementsprechend lässt sich ein Zusammenhang zur

im weiteren Verlauf beschriebenen Subkategorie „Schlechte Qualität“ der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“ darstellen.

Fünf Studierende äußerten sich nicht dazu, wie sie die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube insgesamt einschätzen. Vier davon sprachen im Verlauf jedoch die fachliche Qualität sowie zum Teil auch den Umgang mit Schüler*innenvorstellungen als Problem an, womit davon auszugehen ist, dass die Qualität nicht pauschal als hoch eingeschätzt wird.

Kann nicht eingeschätzt werden. Eine Lehrkraft gab an, die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube nicht pauschal einschätzen zu können. Als Begründung wurde von LKm-11-IGS-HS genannt, nicht alle Videos, die es zu einem Themengebiet gibt, gesichtet zu haben.

12.7 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorien zur Erfassung verhaltensbezogener Einstellungskomponenten

Forschungsfrage 2.6: In welchem Kontext, Umfang und mit welchen Zielen setzen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte Physik-Erklärvideos (potenziell) ein?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.6 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorien *„Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht“*, *„Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“* und *„Unterricht durch Erklärvideos ersetzen“* vorgestellt. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorien sind Tabelle 39, Tabelle 40 und Tabelle 41 zu entnehmen.

Die Kategorie „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht“ erfasst zunächst, ob als Lehrkraft tätige Personen Erklärvideos im Physikunterricht einsetzen und inwiefern es wahrscheinlich ist, dass die befragten

Studierenden Erklärvideos im Physikunterricht einsetzen würden. Wie Personen Erklärvideos konkret oder potenziell einsetzen würden und welchen Mehrwert sie daraus ableiten, wird anhand der Auswertung der Kategorien „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ und „Erklärvideos: Potenziale“ dargestellt. Doppelcodierungen sind dementsprechend möglich, beispielsweise wenn eine Person nicht nur berichtete, dass Physik-Erklärvideos eingesetzt werden, sondern auch konkret wie und zu welchem Zweck sie eingesetzt werden. Um das Auftreten inhaltlich gleicher Sub-Kategorien zu vermeiden, wurden jedoch nicht alle Segmente doppelt unter „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ und „Erklärvideos: Potenziale“ codiert, auch wenn der beschriebene Einsatz von Erklärvideos mit einem wahrgenommenen Potenzial einhergeht. Der Unterschied zwischen beiden Kategorien besteht darin, dass aus Segmenten, die unter die im Folgenden vorgestellten Kategorien fallen, konkrete Handlungspraxen abgeleitet werden können. Weiterhin wird anhand der Ergebnisse der induktiv gebildeten Kategorie „Unterricht durch Erklärvideos ersetzen“ dargestellt, inwiefern Proband*innen Erklärvideos als adäquaten Ersatz von Physikunterricht ansahen.

Tabelle 39 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Wahrscheinlichkeit/Häufigkeit: Einsatz Physikunterricht“

Sub(-Sub-)Kategorien der Hauptkategorie „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit N_{LK} = 11)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit N_{Stud} = 23)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Potenzieller Einsatz: Studierende				
Aufgeschlossen	-	46	-	17
Unsicher	-	5	-	5
Abgeneigt	-	5	-	4

Tatsächlicher Einsatz				
Einsatz ohne Häufigkeitsnennung	46	6	11	2
Einsatz häufig	16	-	8	-
Einsatz gelegentlich	4	-	4	-
Sonstiges: Einsatz anderer Unterricht	4	-	3	-

Tabelle 40 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung im Physikunterricht“

Sub(-Sub-)Kategorien der Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit $N_{LK} = 11$)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit $N_{Stud} = 23$)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Unterrichtsphase/Funktion				
Auflockerung/Methodenvielfalt	16	2	9	2
Hinführung/Einstieg	5	10	3	7
Zusammenfassung/ Wiederholung	10	31	6	13
Ergebnissicherung/ Ausblick	3	-	3	-
Konkrete Ideen/Methoden				
Flipped Classroom	-	8	-	4
Tafelbild aus Erklärvideo übernehmen	1	6	1	3
Erklärvideoproduktion	22	42	10	23
Eigene Erklärung ersetzen/erweitern	3	7	2	6
Erklärvideo statt Realexperiment	19	15	9	9
Lernen über Erklärvideos	5	16	4	9
Sonstiges	6	16	4	11

Tabelle 41 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Unterricht durch Erklärvideos ersetzen"

Sub-Kategorien der Hauptkategorie „Unterricht durch Erklärvideos ersetzen"	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit N_{LK} = 11)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit N_{Stud} = 23)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Nicht möglich	15	20	6	13
Potenziell möglich	2	1	2	1

12.7.1 Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht

Die Ergebnisse der Kategorie „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit: Einsatz Physikunterricht" werden zunächst für die Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte und anschließend für die praktizierenden Physiklehrkräfte dargestellt.

Physik-Lehramtsstudierende

Die Mehrheit der befragten Studierenden (N_{Stud} = 17) äußerte an mindestens einer Stelle des Interviews, dass sie dem potenziellen Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht offen gegenübersteht. In die Sub-Subkategorie „Aufgeschlossen: Potenzieller Einsatz" wurden Textstellen codiert, in denen die befragten Personen beispielsweise wie folgt über den möglichen Einsatz von Physik-Erklärvideos im eigenen Unterricht sprachen: „Und dann kann man sie auf jeden Fall nutzen, […] einfach, weil das eine Alternative ist, die ich wahrscheinlich auch nutzen würde" (LAGm-16-S-HS, Pos. 10).

Drei der 17 Studierenden äußerten sich im Verlauf des Interviews ambivalent zum potenziellen Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht und standen diesem sowohl aufgeschlossen als auch unsicher gegenüber.

Beispielsweise gab LAGw-15-S-HS an, definitiv Erklärvideos einsetzen zu wollen, wenn sie merke, dass diese den Lernerfolg positiv beeinflussen können. Im Verlauf des Interviews wog sie den potenziellen Einsatz von Erklärvideos jedoch unter anderem auf Basis der technischen Ausstattung einer Schule sowie des mit dem Einsatz verbundenen Zeitaufwands ab. Müsse beispielsweise die technische Ausstattung zum Präsentieren von Videos eigenständig mitgebracht werden, würde LAGw-15-S-HS keine Erklärvideos einsetzen, ebenso wenig, wenn der Einsatz „mehr Aufwand bereiten [würde], als dass es […] hilft“ (Pos. 55). Dementsprechend zeigte sich LAGw-15-S-HS nicht grundsätzlich abgeneigt, Physik-Erklärvideos einzusetzen, allerdings habe dieses Medium auch nicht die „erste Priorität“ (Pos. 55) im späteren Unterricht der Studentin.

Zwei der befragten Physik-Lehramtsstudierenden waren sich unsicher, inwiefern sie später tatsächlich Physik-Erklärvideos einsetzen würden und drei Proband*innen würden vermutlich keine Erklärvideos im Physikunterricht einsetzen. Ein Proband, LAGm-22-S-HS, sprach beide Kategorien an, indem er unter anderem berichtete, dass er Erklärvideos eventuell dann einsetzen würde, wenn er der Meinung ist, „selbst gerade nicht gut genug“ (Pos. 18) in der Vermittlung eines Unterrichtsinhalts zu sein. Im weiteren Verlauf des Interviews gab der Proband an, den Bedarf, Erklärvideos einzusetzen, momentan allerdings nicht zu sehen. LAGm-21-S-HS sah Physik-Erklärvideos hingegen eher als ein „optionales Mittel, was man nochmal mitgeben kann, was man empfehlen kann, aber eben nicht, dass man sich das zusammen irgendwie im Unterricht anschaut“ (Pos. 16). Als Grund gab LAGm-21-S-HS an, dass Erklärvideos für ihn an bestimmte Kontexte, wie die Vorbereitung auf Tests oder die Wiederholung von Inhalten, gebunden sind. Erklärvideos sind für ihn „eine Art Nachschlagewerk, einfach so ein bisschen besseres, vielleicht interaktiveres Nachschlagewerk und eben kein richtiges Lehr-Medium“ (Pos. 18). Im

Physikunterricht selbst gäbe es dem Probanden zufolge bessere Möglichkeiten, die Zeit zu nutzen.

Weiterhin berichteten zwei Studierende, die bereits als Physiklehrkräfte tätig waren, vom Einsatz von Erklärvideos im Unterrichtskontext: „Ich arbeite auch schon so als Aushilfslehrer und habe eine sechste Klasse und hatte das jetzt zwei-, dreimal schon eingesetzt so ein Erklärvideo“ (LAGm-S-11-HS, Pos. 8) und „Ansonsten, ich arbeite ja auch schon selber als studentische Aushilfskraft quasi an einer Schule unterrichte auch schon selber. Und da nutze ich hin und wieder AUCH Erklärvideos“ (LAGm-S-13-HS, Pos. 3).

Physiklehrkräfte

Die Interviewdaten zeigen, dass alle befragten Physiklehrkräfte Erklärvideos bereits im eigenen Unterricht eingesetzt haben. Einige berichteten zusätzlich davon, Erklärvideos auch in Zukunft im Physikunterricht einsetzen zu wollen. Häufig schilderten die Proband*innen konkrete Situationen, die ebenfalls der Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung“ zugeordnet sind und im weiteren Verlauf des Kapitels dargestellt werden. Zudem wurde der Einsatz oftmals mit wahrgenommenen Potenzialen begründet. Textstellen, in denen Proband*innen von konkreten oder allgemeinen Unterrichtssituationen berichteten, in denen Physik-Erklärvideos eingesetzt wurden oder zukünftig eingesetzt werden sollen, wurden in der Subkategorie „Einsatz ohne Häufigkeitsnennung“ codiert. Prototypisch für Textstellen dieser Subkategorie ist die Aussage der folgenden Lehrkraft zum Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht: „[…] oder habe ich auch schon letztens mal wieder gemacht, wir gucken uns zusammen dieses Erklärvideo an und dann beschäftigt ihr euch mit dem Thema. Das/

und da sind die Übungsaufgaben, die man dazu machen kann“ (LKm-3-IGS-HS, Pos. 38).

Im weiteren Verlauf der Analyse wurde untersucht, inwiefern sich die Aussagen der Lehrkräfte zum Einsatz von Erklärvideos quantifizieren lassen. Beispielsweise berichteten acht Personen, Erklärvideos für ihr Empfinden „oft“ oder „häufig“ im Physikunterricht einzusetzen, wobei einige die Aussagen im weiteren Verlauf der Interviews durch Häufigkeitsangaben konkretisierten: „Also wöchentlich auf jeden Fall. In irgendeiner Klassenstufe ist immer irgendwas“ (LKw-7-GYM-HS, Pos. 68). Vier Proband*innen, darunter LKm-1-GYM-HS, gaben an, Erklärvideos eher gelegentlich einzusetzen: „Naja, ab und zu MACHE ICH es, aber ich muss zugeben, diskontinuierlich. Da, wo es gerade passt“ (Pos. 10). Eine tatsächliche Quantifizierung, wie häufig Erklärvideos im Physikunterricht bereits eingesetzt wurden, kann anhand der Daten allerdings nicht vorgenommen werden. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass in einigen Interviews sowohl die Kategorie „Einsatz häufig“ als auch die Kategorie „Einsatz gelegentlich“ codiert wurde. In der Diskussion wird auf diesen Aspekt näher eingegangen.

Fünf der elf befragten Lehrkräfte gaben von sich aus an, Erklärvideos auch in anderen Unterrichtsfächern einzusetzen. Alle fünf Proband*innen, darunter exemplarisch LKw-9-GES-HS, sprachen hierbei konkret das Unterrichtsfach Mathematik an: „Und in Mathe benutze ich es vielleicht einmal in der Woche“ (LKw-9-GES-HS, Pos. 44). Eine Lehrkraft sprach darüber hinaus zusätzlich den Einsatz von Erklärvideos im Astronomieunterricht an.

12.7.2 Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht

Die Aussagen der Proband*innen, die die Kategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ ansprachen, konnten zwei induktiv gebildeten Subkategorien zugeordnet werden. Einerseits gaben Proband*innen an, in welcher Unterrichtsphase sie Physik-Erklärvideos (potenziell) einsetzen (würden) und zum Teil, welche Funktion die (potenziell) eingesetzten Erklärvideos dabei im Physikunterricht erfüllen (würden). Andererseits wurden konkrete Ideen und Methoden des (potenziellen) Einsatzes geschildert. Weitere Aussagen zum Einsatz und der Nutzung von Physik-Erklärvideos wurden in der Restkategorie „Sonstiges“ zusammengefasst. Die Ergebnisse werden im Folgenden pro Sub-(Sub-)Kategorie aggregiert für beide Zielgruppen zusammengefasst. Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Studierenden und Lehrkräften werden dargestellt.

Subkategorie: Unterrichtsphase/Funktion

Auflockerung/Methodenvielfalt. Vorrangig Lehrkräfte gaben mit 16 Codierungen aus neun Interviews an, Erklärvideos im Unterricht zur Auflockerung, Abwechslung oder generell zur Methodenvielfalt einzusetzen bzw. die Möglichkeit zu sehen, sie zu diesem Zweck einzusetzen. Exemplarisch beschrieb LKm-8-SEK-HS seinen Unterricht wie folgt:

> […] ein kurzes Video, also zwei, drei Videos Maximum zeige ich im Unterricht. Das ist vielfältig, damit die Schüler nicht dasselbe immer haben. Herr (Name) redet, redet, redet die ganze Zeit. Nein, es gibt Reden, es gibt Experimentieren und es gibt Videos und dann abschreiben. (Pos. 61)

Die Gruppe der befragten Studierenden sprach die Kategorie mit einer Codierung an. LAGm-S-5-HS, der die Möglichkeit sah, Physikunterricht mit

Hilfe von Erklärvideos abwechslungsreich zu gestalten, argumentierte hierbei ähnlich wie die befragten Lehrkräfte.

Hinführung/Einstieg. Sowohl Lehrkräfte ($N_{LK} = 3$) als auch Studierende ($N_{Stud} = 7$) thematisierten die Möglichkeit, Erklärvideos als Einstieg oder zur Hinführung zu einem Thema einzusetzen. Die Lehrkräfte, die diese Kategorie ansprachen, berichteten dabei zum Teil von konkreten Unterrichtssituationen: „Bei der Trägheit zum Beispiel so als Einstimmung […], das habe ich zur Einführung sogar genommen“ (LKw-7-GYM-HS, Pos. 32–34). Für den Probanden LKm-11-IGS-HS erfüllte beispielsweise ein von ihm zu Beginn einer Stunde eingesetztes Erklärvideo die Funktion, die Aufmerksamkeit der Schüler*innen zu gewinnen und über das Erklärvideo Interesse für ein Unterrichtsthema zu wecken. Studierende begründeten hingegen weniger, aus welchen Gründen sie ein Erklärvideo zur Hinführung zu einem Thema oder zum Einstieg in eine Unterrichtsstunde einsetzen würden. Exemplarisch für Aussagen der Studierenden, die die Kategorie „Hinführung/Einstieg“ ansprachen, ist das folgende Zitat, wobei keine weitere Erläuterung zu der Aussage folgte: „Also im Unterricht natürlich als Einleitung“ (LAGm-S-23-HS, Pos. 48).

Zwei Lehrkräfte berichteten, Physik-Erklärvideos explizit nicht als Einstieg in ein neues Unterrichtsthema zu nutzen. Während eine der beiden Lehrkräfte dies nicht näher erläuterte, gab LKm-3-IGS-HS folgende Begründung:

> […] weil ich schon der Meinung bin, dass ich halt Sachen besser erklären kann als das in den Erklärvideos der Fall ist. Oder meistens passt der Inhalt des Erklärvideos nicht so ganz genau auf das, was ich im Unterricht mache und da kann ich halt zielgenauer machen, wenn ich das selbst mache. (Pos. 8)

Zwar stehen Erklärvideos für ihn unter anderem auch am Stundenanfang, allerdings setze er sie hier ein, um Unterrichtsinhalte zu wiederholen oder zu vertiefen.

Zusammenfassung/Wiederholung. Etwa die Hälfte der befragten Personen ($N_{LK} = 6$, $N_{Stud} = 13$) gab an, Erklärvideos zur Zusammenfassung oder zur Wiederholung einzusetzen bzw. die Möglichkeit zu sehen, dass Erklärvideos für diese Zwecke genutzt werden können. Die Mehrheit dieser insgesamt 19 Proband*innen sprach die Kategorie mehrfach an. Insbesondere ein Student sprach diese Einsatzmöglichkeit besonders häufig an: Mit sieben codierten Textsegmenten kam LAGm-S-23-HS im Interview wiederholt darauf zurück, dass Physik-Erklärvideos zur Wiederholung oder zur Zusammenfassung eingesetzt werden können und somit vor allem diese Funktion erfüllen. Exemplarisch für Personen, die die beschriebene Kategorie ansprachen, gab er an, Erklärvideos „so als Cool-Down-Phase, um irgendwas zusammenzufassen“ (LAGm-S-23-HS, Pos. 16) einsetzen zu wollen. Weiterhin zeigen die Daten, dass alle Studierenden, die die Kategorie „Hinführung/Einstieg“ ansprachen, auch die Kategorie „Zusammenfassung/Wiederholung“ ansprachen.

Ergebnissicherung/Ausblick. Mit drei codierten Segmenten aus drei Interviews mit Lehrkräften sprach ein geringer Anteil der Befragten die Kategorie „Ergebnissicherung/Ausblick“ an. Zwei der Lehrkräfte berichteten von Unterrichtssituationen, in denen Erklärvideos ergänzend zu den im Physikunterricht behandelten Themen als Ausblick auf weiterführende Inhalte genutzt wurden. Eine Lehrkraft beschrieb weiterhin anhand eines konkreten Beispiels aus dem eigenen Physikunterricht, wie ein Erklärvideo nach einer Arbeitsphase zur Ergebnissicherung eingesetzt wurde:

> Die Schüler haben Messungen durchgeführt und haben das ausgewertet und mussten ihre eigenen Schlussfolgerungen daraus ziehen. Das

> ist schwergefallen, weil ja die Gleichheit mit diesen bescheidenen Messwerkzeugen nie zu erreichen ist und dann war eben, naja, jetzt gucken wir mal, was andere da herausgefunden haben. Wir sind nicht die ersten, die das untersucht haben. Wir gucken uns mal/ Da gibt es also Gesetz, das Hebelgesetz. Gucken wir uns mal an, was denn rauskommen SOLL. Und dann haben wir das also fertig präsentiert bekommen, wie das Hebelgesetz aussieht und mit schönen Simulationen illustriert bekommen. Und mit Beispielen, mit der Formel und mit den Begriffen und dann war da praktisch eine Ergebnissicherung und der Schüler konnte jetzt selber vergleichen: Na wie gut passen jetzt meine Werte dazu? Das Übliche. (LKm-1-GYM-HS, Pos. 40)

Subkategorie: Konkrete Ideen/Methoden

Flipped Classroom. Vier Studierende gaben an, sich vorstellen zu können, später Physik-Erklärvideos im *Flipped Classroom*-Setting einzusetzen. Zwei der Studierenden kamen dabei an drei Stellen des Interviews auf diese Methode zurück. Exemplarisch berichtete LAGw-S-6-HS: „Oder eben auch in diesem *Flipped-Classroom*-Setting könnte ich es mir vorstellen, das das ein oder andere Mal anzuwenden“ (Pos. 60). Lehrkräfte äußerten sich hingegen nicht zum Einsatz von Physik-Erklärvideos im *Flipped Classroom*-Setting.

Tafelbild. Vier Proband*innen, darunter eine Lehrkraft, sprachen in den Interviews die Möglichkeit an, statt Tafelbilder selbst anzuzeichnen, diese von den Schüler*innen aus Erklärvideos übernehmen zu lassen. Neben der Lehrkraft LKw-9-SEK-HS berichtete ein Student aus der eigenen Unterrichtspraxis und beschrieb eine Situation, in der er ein Erklärvideo im Unterricht abgespielt und zwischendurch gestoppt habe. Die Inhalte des Erklärvideos wurden dabei „auch wirklich als Tafelbild verwendet“ (LAGm-

S-11-HS, Pos. 8) und von den Lernenden übernommen. Inwiefern er Vorteile mit dieser Methode assoziiere, konkretisierte der Student nicht. Allerdings berichtete er von positivem Feedback seitens der Schüler*innen als Reaktion auf diese Unterrichtsstunde: „Der Unterricht an sich der kam auch wirklich richtig gut an, also die haben sich richtig gefreut“ (LAGm-S-11-HS, Pos. 8).

Ein anderer Student hat prospektiv bereits beschlossen, eigene Ressourcen zu sparen und sich „nicht den ganzen Aufwand“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 22) zu machen, Tafelbilder zu erstellen. Er würde eher nach Erklärvideos suchen, in denen „eine schöne Übersicht entsteht“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 22), die anschließend von den Schüler*innen im Hefter übernommen werden kann. Für ihn, aber auch für LKw-9-GES-HS ging diese Einsatzmethode mit dem zuvor beschriebenen Potenzial der Entlastung der Lehrkraft einher. Gerade in niedrigen Klassenstufen ist es zudem schwierig, wie die Lehrkraft berichtete, wenn man den Schüler*innen beim Anzeichnen eines Tafelbildes den Rücken zu kehrt. Es sei dementsprechend von Vorteil, wenn man die Klasse im Blick habe und kontrollieren könne, „wie das Abschreiben funktioniert“ (LKw-9-GES-HS, Pos. 24).

Ein weiterer Student, LAGm-S-1-HS, sah für seinen späteren Physikunterricht die Möglichkeit, Schüler*innen Erklärvideos als Hausaufgaben mitzugeben und statt des Abschreibens eines Tafelbildes im Unterricht, Inhalte aus dem Video im Hefter übernehmen zu lassen. Sowohl er als auch die angesprochene Lehrkraft begründeten die Methoden zudem mit dem Potenzial, Zeit im Unterricht zu sparen, wenngleich LKw-9-SEK-HS das Übernehmen des Tafelbildes nicht aus dem Unterricht auslagern würde.

Erklärvideoproduktion. Sowohl die angehenden als auch die praktizierenden Physiklehrkräfte wurden dazu befragt, inwiefern sie sich vorstellen

könnten, Physik-Erklärvideos selbst oder mit Schüler*innen zu produzieren. Mit Hilfe der Kategorie wurde erfasst, inwiefern Proband*innen der eigenen Produktion oder der Produktion von (Physik-)Erklärvideos mit Schüler*innen aufgeschlossen oder abgeneigt gegenüberstehen.

Wenngleich einige Lehrkräfte berichteten, zu Beginn der Karriere ($N_{LK} = 1$) oder während der Covid-19-Pandemie ($N_{LK} = 4$) bereits eigene Erklärvideos produziert zu haben, würden diese Lehrkräfte heute eher keine Erklärvideos mehr produzieren. Als Grund wurde der hohe zeitliche Aufwand genannt: „Selber produzieren ist auch wieder zu aufwendig. Ja, wir haben das während Corona alle probiert, es ist nicht/ die Zeit nicht wert, an der Stelle“ (LKm-4-GYM-HS). Eine Lehrkraft gab an, bereits Mathe- und Physik-Erklärvideos für Schüler*innen produziert zu haben, ohne auszuschließen, auch zukünftig Erklärvideos zu produzieren. Zwei weitere Lehrkräfte waren der Produktion prinzipiell nicht abgeneigt. Beispielsweise berichtete LKm-6-IGS-HS: „Und ich stelle mir das jetzt so vor, wenn ich jetzt Langeweile hätte, sag ich mal, und nichts weiter zu tun, dann könnte ich mir das durchaus vorstellen“ (Pos. 24). In der Realität fehle beiden Lehrkräften jedoch die Zeit.

Vier Lehrkräfte standen der Produktion von Physik-Erklärvideos mit Schüler*innen offen gegenüber. Zwei davon haben bereits mit Schüler*innen im Physikunterricht Erklärvideos produziert. Während LKm-3-IGS-HS positive Erfahrungen gemacht habe und heute lediglich keine Erklärvideos mehr produzieren würden, weil im Unterricht die Zeit fehle, ging die Produktion bei LKm-4-GYM-HS „nach hinten los“ (Pos. 32). Wie LKm-4-GYM-HS reflektierte, lag dies jedoch an der fehlenden Anleitung der Produktion seinerseits: „Das war das Problem und es/ die haben auch einfach losgelegt dann auch in dem Moment. Da habe ich auch gesagt: ‚So, macht einfach.‘ Noch in dem naiven Glauben, dass das/ irgendwas rumkommt“ (Pos. 34). Bei erneuter Produktion von Erklärvideos mit

Schüler*innen würde er heute zwar anders agieren, aber dennoch blieb LKm-4-GYM-HS eher skeptisch: „Ich glaube, wenn es sehr gut funktionieren WÜRDE, würden wir mehr davon im Internet finden“ (Pos. 34). Weiterhin gaben zwei Lehrkräfte generell an, im Physikunterricht keine Erklärvideos mit Schüler*innen produzieren zu wollen. Während LKm-8-SEK-HS sowohl die Zeit als auch die Mittel an der Schule fehlen, ist es für LKw-9-SEK-HS zu viel Aufwand und ihr würden auch die digitalen Kompetenzen fehlen: „Mit der Software würde ich nicht zurechtkommen“ (LKw-9-GES-HS, Pos. 20). Eine Lehrkraft äußerte sich nicht zur Produktion von Erklärvideos.

Studierende standen sowohl der eigenen Erklärvideo-Produktion als auch der Produktion von Erklärvideos im Physikunterricht offener gegenüber als die befragten Physiklehrkräfte. 18 der 23 Studierenden konnten sich vorstellen, zukünftig selbst oder mit Schüler*innen Physik-Erklärvideos zu produzieren. Exemplarisch berichtete LAGm-S-1-HS, dass er es „grundsätzlich sehr gut“ (Pos. 31) findet, Schüler*innen selbstständig Erklärvideos erstellen zu lassen und berichtete von Potenzialen, die er damit assoziiert:

> Ich glaube, das würde so ein bisschen was vereinen: Zum einen muss ich fachlich fit sein, dann kommt noch dazu […], Videos produzieren, da lernt man auch noch die ein oder andere technische Kompetenz, die man später nutzen kann. Das ist ja auch Ziel der Schule, das mitzugeben und das wäre schon eine gute Vereinigung. (Pos. 31)

Ähnlich wie die befragten Lehrkräfte thematisierten jedoch auch die Studierenden den hohen zeitlichen Aufwand, der sowohl mit der eigenen Produktion als auch mit der Produktion im Unterricht verbunden ist, als Problematik. Für beide Zielgruppen wurde dieser Aspekt unter der im Folgenden beschriebenen Subkategorie „Produktion zeitintensiv“ der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“ codiert. Drei Studierende

äußerten im Verlauf des Interviews die Befürchtung, dass die Zeit im Unterricht, aber auch die Zeit der Lehrkraft letztendlich doch nicht für das Produzieren ausreichen würde. Exemplarisch äußerte sich LAGm-S-20-HS wie folgt:

> Bin ich auch so ein bisschen skeptisch, ob es dann wirklich, ob man das wirklich so umsetzt, also, denn man ist ja dann auch irgendwo ein Stück weit eingebunden in seinem Berufsalltag und, also, ich sage mal, als normatives Ziel, das jetzt auszugeben, ist sicherlich eine gute Idee und das wäre auch gut, aber wahrscheinlich ist es im Zweifelsfall dann auch eher der Rückgriff vielleicht auf Bestehendes. (Pos. 36)

Acht Studierende verwiesen auf die Möglichkeit oder die Notwendigkeit, die Produktion mit Schüler*innen auf Projekttage oder -wochen auszulagern. Für eine Person, die den Zeitfaktor ansprach, stellte dieser allerdings kein Problem dar: „Muss man natürlich die Zeit finden, das ist ja immer das blöde Argument, aber die Zeit kann man sich ja nehmen“ (LAGm-S-3-HS, Pos. 23). Fünf Studierende würden weder selbst noch mit Schüler*innen Physik-Erklärvideos produzieren. Vier dieser Studierenden nannten den hohen zeitlichen Aufwand als Argument, der fünfte gab keine Begründung.

Eigene Erklärung ersetzen/erweitern. Mit zehn Codierungen aus acht Interviews sprachen etwa ein Viertel der Studierenden ($N_{Stud} = 6$) sowie zwei Lehrkräfte den Einsatz von Physik-Erklärvideos an, um die eigene Erklärung zu ersetzen oder zu erweitern. LKm-1-GYM-HS sah beispielsweise potenziell einen „RIESEN Vorteil“ (Pos. 22) darin, anstatt selbst zu erklären, die Wissensvermittlung auf das Präsentieren von Erklärvideos im Unterricht auszulagern und anschließend Übungsaufgaben bearbeiten zu lassen. Einen konkreten Mehrwert sah er darin, die Schüler*innen beim Lernen beobachten zu können:

> […] so wie man es eigentlich nur erlebt, wenn man hospitiert, wenn der Referendar oder Praktikant unterrichtet, könnte man dann mal ja den Schülern über die Schulter schauen und wäre aus der zentralen Vermittlungsrolle raus. WENN ICH was Geeignetes finde, würde ich es gerne ausprobieren. (LKm-1-GYM-HS, Pos. 24)

LKm-4-GYM-HS berichtete hingegen von einem konkreten Themenbereich, in dem er eher Erklärvideos einsetzen würde, anstatt selbst zu erklären:

> Quantenmechanik zum Beispiel, das ist so ein Ding. Also, wir haben jetzt auch im Kollegium jetzt aktuell darüber gesprochen, wo wir uns selber einig waren: Ja, die Hälfte davon haben wir selber schon nicht im Studium verstanden. Jetzt müssen wir das rumbringen. (LKm-4-GYM-HS, Pos. 30)

Den Erklärvideoeinsatz in diesem Themengebiet begründete er weiterhin mit dem bereits zuvor beschriebenen Potenzial, sich als Lehrkraft selbst zu entlasten. Erklärvideos stellten für LKm-4-GYM-HS hierbei einen „Selbstschutz“ (Pos. 30) dar: „Wenn man selber nicht so ganz sattelfest in einem Thema ist […] Ehe ich jetzt was Falsches sage, nehme ich dieses Video“ (Pos. 30). Weiterhin berichtete LKm-4-GYM-HS, Physik-Erklärvideos während der Covid-19-Pandemie als Ersatz der eigenen Erklärung genutzt zu haben und begründet dies wie folgt: „[…] ich konnte nicht bei jedem sein zur richtigen Zeit“ (LKm-4-GYM-HS, Pos. 30).

Drei Studierende argumentierten ähnlich wie LKm-4-GYM-HS und gaben an, die Möglichkeit zu sehen, Erklärvideos einzusetzen, wenn man selbst gerade nicht in der Lage sei, eine passende Erklärung zu liefern. Beispielsweise legitimierte LAGm-S-5-HS den Einsatz von Physik-Erklärvideos für sich im Unterricht, wenn er bemerke: „Okay, ich krieg jetzt keine so

super Erklärung hin, wie dieses Video, das erklärt das viel besser“ (Pos. 45).

LAGm-S-17-HS sah Erklärvideos als „adäquate[n] Ersatz“ (Pos. 10) der eigenen Erklärung im Unterricht und würde sie einsetzen, um Schüler*innen Folgendes zu vermitteln: „Hier ich kriege das mit, was ihr macht. Ich bin vielleicht schon zehn, 20 Jahre älter als ihr, aber genau, ich bin da sozusagen voll am Start und finde es auch gut“ (Pos. 10). Eine weitere Studentin würde Erklärvideos im Physikunterricht aus der Motivation heraus einsetzen, „nochmal eine andere Erklärung als die, die man selbst vielleicht gemacht hätte“ (LAGw-S-18-HS, Pos. 14) anzubieten. Dementsprechend zeigte sich eine Überschneidung zum gesehenen Potenzial der alternativen Erklärung. Ein Student, LAGm-S-4-HS, erläuterte nicht näher, warum er seine eigene Erklärung ersetzen würde, sondern beschrieb, dass er sich den Physikunterricht potenziell so vorstelle, dass ein Teil des Erklärens vollständig an Erklärvideos ausgelagert und ein anderer Teil weiterhin von der Lehrkraft übernommen werde.

Erklärvideo statt Realexperiment. Mit 34 codierten Segmenten aus insgesamt 18 Interviews ($N_{LK} = 9$, $N_{Stud} = 9$) sprachen beide Zielgruppen an, im Unterricht zum Teil anstatt von Realexperimenten Physik-Erklärvideos einzusetzen bzw. die Möglichkeit dieses Einsatzes zu sehen. Die Argumentationen, warum Realexperimente (potenziell) durch Erklärvideos ersetzt werden (können) und welche Funktionen die Videos im jeweiligen Kontext erfüllen, variierten zwischen den befragten Personen. Die Aussagen der Proband*innen ließen sich folgenden, im weiteren Verlauf vorgestellten Argumentationssträngen zuordnen:

- Materialien in Schule nicht vorhanden,
- Realexperiment zu aufwendig,

- Aspekte darstellen, die in realer Welt nicht/schlecht sichtbar sind und
- Sonstiges.

Fünf Lehrkräfte und sechs Studierende gaben an, dass sie Erklärvideos einsetzen oder die Möglichkeit in Betracht ziehen würden, sie in diesem Kontext einzusetzen, wenn in der Schule die notwendigen Ressourcen zur Durchführung eines Experiments nicht zur Verfügung stehen. Eine Lehrkraft äußerte sich exemplarisch wie folgt:

> Also ohne das Video kann ich nichts machen, zum Thema Radioaktivität zum Beispiel. Ich kann hier nichts tun. Also die Abschirmung oder Durchdringungsfähigkeiten, bla bla bla, kann ich hier nicht durchführen. Also ich habe keine radioaktiven Stoffe, auch die Mittel für die Experimente: Habe ich nicht. Dann zeige ich nur Videos. (LKm-8-SEK-HS, Pos. 55)

Weiterhin gaben zwei Lehrkräfte und vier Studierende an, Erklärvideos einzusetzen bzw. die Möglichkeit zu sehen, sie in diesem Kontext einzusetzen, wenn ein Realexperiment zu aufwendig ist. Eine der beiden Lehrkräfte, LKm-4-GYM-HS, fügte hinzu, auch Erklärvideos zur Wiederholung von Realexperimenten einzusetzen, wenn ein erneuter Aufbau dieser zu viel Aufwand erfordert.

Ein weiterer Bereich, den zwei Lehrkräfte und zwei Studierende anführten, ist der Einsatz von Erklärvideos, um Phänomene darzustellen, die in der realen Welt, für das bloße Auge oder im Unterricht nicht oder schlecht sichtbar sind. Als Beispiele wurden Experimente zu quantenphysikalischen Sachverhalten, der Kernphysik und das Implodieren einer Dose in Zeitlupe genannt. LAGm-S-19-HS gab an, die Möglichkeit zu sehen, Erklärvideos einzusetzen, wenn ein Realexperiment ein „gewisses Gefahrenpotenzial“ (Pos. 22) darstellt. Als konkretes Beispiel wurde der Alphazerfall genannt. Eine Studentin äußerte Zweifel an der Sinnhaftigkeit von

Demonstrationsexperimenten im Unterricht, da diese aufgrund der begrenzten Sichtbarkeit häufig von vielen Schüler*innen nicht richtig wahrgenommen werden können. Daher sprach sie sich dafür aus, stattdessen Erklärvideos einsetzen zu wollen:

> Wobei ich mir noch nicht sicher bin, inwiefern ich Demonstrationsexperimente wirklich für sinnvoll halte. Weil mir schon aufgefallen ist, wenn man dann zwanzig Schüler hat und dann stellt man sich vorne hin und dann ist das so ein super kleines Experiment und selbst wenn die alle um den Lehrertisch drumherum stehen, zehn Leute sehen es trotzdem nicht richtig, dann sehe ich, glaube ich, eher den Vorteil da drin das einmal abzufilmen, sodass das sich dann jeder selbstständig anschauen kann, weil ich denke, das ergibt mehr Sinn, als das vorne einmal zu zeigen und die Hälfte sieht es nicht richtig. (LAGw-S-6-HS, Pos. 52)

Andere Personen konkretisierten nicht, warum sie Realexperimente durch Erklärvideos ersetzen würden bzw. tatsächlich ersetzen. Beispielsweise gab LKm-5-GYM-HS generell an, Experimente durch Erklärvideos zu ersetzen, ohne zu erläutern, aus welchem Grund: „Ein echtes Experiment mache ich relativ wenig mit Erklärvideos oder mit Videos im Physikunterricht. Wobei wenig in meinem Kontext vielleicht heißt so zwei-, drei-, viermal die Woche“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 10). Probandin LKw-2-IGS-HS konkretisierte hingegen als einzige, dass sie Realexperimente durch Erklärvideos ersetzt, weil sie „zwei linke Hände bei Experimenten“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 40) hat.

Lernen über Erklärvideos. Sowohl die befragten angehenden als auch die praktizierenden Physiklehrkräfte äußerten, im Physikunterricht nicht nur das Lernen mit Erklärvideos, sondern auch das Lernen über Erklärvideos fördern zu wollen. In diesem Zusammenhang führten 13 Proband*innen,

darunter vier Lehrkräfte, an, die Medienkompetenz der Schüler*innen stärken zu wollen und sie darin schulen zu wollen, eigenständig geeignete Erklärvideos auszuwählen. Mit Ausnahme von LKm-6-IGS-HS hat dies jedoch bislang noch niemand tatsächlich im Unterricht umgesetzt oder die betreffenden Personen haben es nicht zur Sprache gebracht. Von den Proband*innen wurde beispielsweise als Möglichkeit, aber auch als Notwendigkeit angesprochen, sich im Physikunterricht „REFLEKTIEREND und kritisch“ (LKm-4-GYM-HS, Pos. 38) mit Erklärvideos auseinanderzusetzen und gezielt sowohl die Qualität von Erklärvideos als auch das Auswahlverhalten der Schüler*innen zu diskutieren. Beispielsweise schlug ein Student vor, eine Projektwoche zu gestalten, um Schüler*innen im Umgang mit Erklärvideos zu schulen:

> Wir machen jetzt am ersten Tag erstmal: Was sind Erklärvideos? Und am zweiten Tag sollen die mal alle Erklärvideos raussuchen, die sie zu einem bestimmten Thema finden und dann so zusammentragen, was finden die gut? Was finden die schlecht? Wo sind vielleicht Fehler? Was erkennen die vielleicht? Und die dann so schulen, dass die das dann auch zu Hause vielleicht selbst erkennen. (LAGm-S-4-HS, Pos. 44)

Insgesamt argumentierten sowohl Lehrkräfte als auch Studierende die Notwendigkeit, mit Schüler*innen über Physik-Erklärvideos ins Gespräch zu kommen, auf Basis von potenziellen fachlichen Fehlern. Dementsprechend zeigt sich ein Zusammenhang mit der im weiteren Verlauf beschriebenen Subkategorie „Schlechte Qualität“ der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“. Beispielsweise äußerte sich ein Student wie folgt:

> Das Problem ist, dass natürlich auch Falschinformationen kommen können oder Informationen, die man als Schüler vielleicht sehr schnell falsch interpretieren kann und dann können natürlich Schülervorstellungen und Lernhindernisse entstehen. Aber ich denke eigentlich, wenn man im Unterricht vielleicht nochmal gut auf das Thema

> Erklärvideos an sich auf einer Metaebene eingeht […], dann kann man denk ich schon eigentlich Erklärvideos auch nutzen. (LAGm-S-5-HS, Pos. 31)

Sonstiges. Die Proband*innen sprachen in den Interviews weitere Möglichkeiten zum Einsatz von und dem Umgang mit Erklärvideos im Physikunterricht an, die sich nicht den zuvor beschriebenen Subkategorien zuordnen ließen. Diese Aussagen wurden in der Kategorie „Sonstiges" zusammengefasst. Beispielsweise finden sich hier Aussagen dazu, dass Erklärvideos den Lernenden generell als Hausaufgabe oder als Zusatz mitgegeben werden können, ohne dies näher zu konkretisieren, oder dass begleitend zum Erklärvideo Arbeitsaufträge gegeben werden können. Zwei Lehrkräfte sprachen an, dass sie Erklärvideos für den Physikunterricht bei Bedarf als Reserve bereithalten. Eine der beiden Lehrkräfte konkretisierte im weiteren Verlauf des Interviews:

> Dann ist es manchmal so: Ich habe 45 Minuten Unterricht gemacht, denke mir so: „Naja, was machst du jetzt noch?" Ach keine Ahnung. Dann zeige ich hier ein Erklärvideo. PERFEKT ein Lückenfüller. In den sieben Minuten renne ich ins Lehrerzimmer, zieh noch eine Kopie und mache dann weiter. (LKm-5-GYM-HS, Pos. 54)

Konträr zur Einsatzmethodik von LKm-5-GYM-HS gab eine Studentin an, dass sie den Konsum von Erklärvideos im Physikunterricht stets begleiten würde, ohne dies zu näher konkretisieren:

> Ich finde es aber immer wichtig, dass man das halt begleitet. Also ich würde es wirklich ganz schlimm finden, wenn man einfach so ein Video anschmeißt und vielleicht gar nicht, selbst vielleicht als Lehrperson, gerade gar nicht im Raum ist. Wenn man noch irgendwas vorbereitet oder noch irgendwas absprechen muss oder so und dann lässt man es einfach laufen und danach macht man irgendwie weiter und

> also das würde ich, also dann denke ich, kann es auch lassen irgendwie. (LAGw-S-18-HS, Pos. 44)

12.7.3 Unterricht durch Erklärvideos ersetzen

Die Kategorie „Unterricht durch Erklärvideos ersetzen“ umfasst zwei Subkategorien. Die Ergebnisse der Kategorien werden im Folgenden, aggregiert für beide Zielgruppen, dargestellt.

Nicht möglich. Die Mehrheit der Proband*innen (N_{LK} = 6, N_{Stud} = 13), die die im Folgenden beschriebene Kategorie ansprachen, sahen es nicht als Möglichkeit an, dass sich Unterricht, im Speziellen Physikunterricht, durch Erklärvideos ersetzen ließe. Exemplarisch äußerte sich LKm-6-IGS-HS wie folgt: „Ich würde es nie so sehen, dass ein paar Erklärvideos den Unterricht ersetzen können“ (Pos. 28), und begründete seine Meinung im weiteren Verlauf des Interviews folgendermaßen: „Es reicht ja nicht aus, oder, ich sag jetzt mal so, man lernt ja vom Prinzip nicht so viel nur vom Hören und Sehen, sondern das Lernen ist vor allem selbst aktiv werden. Das heißt letztendlich muss der Schüler dazu kommen, dass er selber etwas erklären kann und nicht nur erklärt bekommt“ (Pos. 32). Für ihn sowie für neun weitere Proband*innen, darunter fünf Studierende, würden sowohl die Interaktion mit den Schüler*innen als auch das eigene Handeln dieser fehlen. Einige der Befragten thematisierten dies, wie im nächsten Unterkapitel dargestellt wird, als eine grundlegende Problematik beim Aneignen von Wissen durch Erklärvideos. Drei Proband*innen, darunter eine Lehrkraft, argumentierten, dass Erklärvideos keinen Ersatz für Experimente darstellen und daher, wie LAGm-S-17-HS angab, „nicht alternativlos“ (Pos. 16) im Unterricht eingesetzt werden sollten. Weiterhin gaben die anderen Proband*innen, die die beschriebene Kategorie ansprachen,

an, dass Physik-Erklärvideos eine Ergänzung, aber kein Ersatz von Lehrkräften oder Unterricht seien, oder gaben generell an, dass sich Unterricht nicht durch Erklärvideos ersetzen ließe, jeweils ohne dies näher zu begründen.

Potenziell möglich. Drei Proband*innen, darunter zwei Lehrkräfte, gaben an, dass sie potenziell die Möglichkeit sehen, Unterricht oder Lehrkräfte durch Erklärvideos zu ersetzen. Alle Personen, die diese Kategorie ansprachen, benannten jedoch zusätzliche Rahmenbedingungen oder Einschränkungen. Für LAGw-S-18-HS ließe sich Unterricht beispielsweise nur durch Erklärvideos ersetzen, wenn die jeweilige Lehrkraft krankheitsbedingt ausfällt. Erklärvideos könnten dementsprechend zusätzlich zum Lehrbuch und in Verbindung mit konkreten Aufgaben genutzt werden, um Inhalte nachzuholen. LKm-4-GYM-HS äußerte hingegen den Wunsch nach einem vom Land bereitgestellten Material-Pool, da die Auswahl passender Erklärvideos momentan noch zu zeitintensiv sei. Würde es ein solches Angebot geben, ließe sich Unterricht auch durch Erklärvideos ersetzen. Weiterhin schätzte es LKw-7-GYM-HS als potenziell möglich ein, dass sich Lehrkräfte durch gute Erklärvideos ersetzen ließen. Jedoch würde das eigenständige Lernen mittels Videos nicht für die Mehrheit der Schüler*innen funktionieren, so LKw-7-GYM-HS.

12.8 Kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“

Forschungsfrage 2.7: Welche Hürden sehen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte in Verbindung mit Physik-Erklärvideos?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2.7 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der Hauptkategorie *„Erklärvideos: Hürden“*

vorgestellt. Die Daten zeigen, dass die Proband*innen neben einer Vielzahl an Potenzialen auch eine Vielzahl an Hürden thematisierten, die in Verbindung mit Physik-Erklärvideos assoziiert wurden. Diese ließen sich in zehn induktiv gebildeten Subkategorien subsumieren. In dieser Kategorie werden unter anderem Äußerungen zusammengefasst, die sowohl von den Proband*innen wahrgenommene Problematiken im Zusammenhang mit Physik-Erklärvideos aufzeigen als auch angesprochene Aspekte, die Physik-Erklärvideos nicht leisten können, die jedoch als wichtig für nachhaltiges Lernen erachtet werden. Einige Subkategorien umfassen zudem Aspekte, die gegen die Nutzung oder den Einsatz von Physik-Erklärvideos sprechen. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorie sind Tabelle 42 zu entnehmen.

Tabelle 42 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Erklärvideos: Hürden“

Sub-Kategorien der Hauptkategorie„Erklärvideos: Hürden“	**Häufigkeit der Codierung**		**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit N_{LK} = 11)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit N_{Stud} = 23)**
	Lehrkräfte	Studierende		
Schlechte Qualität	9	38	4	19
Lehrkraft-Erklärung vs. Erklärvideo-Erklärung	3	5	2	4
Sprachebene	10	5	5	4
Auswahl zeitintensiv	7	7	4	5
Produktion zeitintensiv	10	21	7	15
Fehlende Flexibilität/ Anpassung/Interaktion	13	52	9	21
Kein tiefes Verständnis/ Verstehensillusion	4	34	3	15
Videos zu komplexen Themen fehlen	3	6	2	6
Technische Ausstattung Schule	3	1	2	1
Sonstiges	8	14	3	10

Schlechte Qualität. Mit 25 Personen, darunter 19 Studierende und vier Lehrkräfte, sprach die Mehrheit der Proband*innen die Qualität von Physik-Erklärvideos als Kritikpunkt an. Vorrangig wurden dabei von beiden Zielgruppen zwei Problematiken angeführt: einerseits der zum Teil ungünstige Umgang mit Schüler*innenvorstellungen und andererseits die zum Teil unzureichende fachliche Qualität. In diesem Kontext äußerte sich ein Student exemplarisch wie folgt: „[…] dass halt oft physikalische Sachverhalte nicht so richtig fachlich korrekt dargestellt werden, teilweise halt auch Schülervorstellungen entstehen können. Es ist mir auch aufgefallen oft bei simpleclub-Videos in Physik“ (LAGm-S-5-HS, Pos. 11). Anhand der Äußerungen der Befragten ließen sich zwei Sichtweisen identifizieren. Eine geringe Anzahl an Studierenden ($N_{Stud} = 4$) ging davon aus, dass Schüler*innen in der Lage sind, Fehler in Erklärvideos zu erkennen und diese bei Bedarf mit der Lehrkraft zu diskutieren. Die Mehrheit der Befragten, einschließlich LAGw-S-2-HS, bezweifelte, dass Personen, die sich selbst noch im Lernprozess befinden, Fehler in Erklärvideos erkennen können: „[…] schwierig finde ich es aber, weil Schülerinnen und Schüler, die ja wirklich gerade noch in so einer elementaren Lernphase [sind], die können sich ja jetzt nicht irgendwie, die können ja nicht bewerten, ob das Erklärvideo fachlich korrekt ist“ (LAGw-S-2-HS, Pos. 44). Zudem wurde von den Befragten häufig auf die Gefahr hingewiesen, dass Schüler*innen bei der Auswahl von Erklärvideos andere Kriterien anlegen als Lehrkräfte. Laut den Befragten beider Zielgruppen spielen dabei unter anderem Klickzahlen, aber auch visuelle Aspekte eine wichtige Rolle:

> […] woher soll denn so ein kleiner Schüler oder Schülerin das entscheiden können, was ist fachlich korrekt. Die gehen dann nach Vorlieben, nach Gestaltungselementen, stilistischen Mitteln, oder nach der Farbe, meinetwegen oder sowas. Aber auf die fachliche

> Richtigkeit können die erst schauen, wenn sie es selber verinnerlicht haben. Und das ist eine große GEFAHR. (LKm-4-GYM-HS, Pos. 18)

Bei mehreren Befragten lässt sich ein Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen schlechten Qualität von Physik-Erklärvideos und dem Umgang mit diesem Medium im Unterrichtskontext identifizieren. So würden einige Proband*innen aufgrund der mangelhaften Qualität mancher Videos ihren Schüler*innen nicht uneingeschränkt empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren. Exemplarisch für die Aussagen mehrerer Proband*innen lässt sich anhand von LKw-2-IGS-HS aufzeigen, dass die Empfehlung zum Erklärvideokonsum aufgrund fachlicher Mängel nicht uneingeschränkt ausgesprochen wird, sondern eher angeleitet erfolgt:

> Das einzige AUSRUFEZEICHEN, das ich da sozusagen im Hinterkopf habe, sind eben die fachlichen Mängel, die in manchen Erklärvideos drin sind. Also ich meine, es kann halt jeder bei YouTube irgendein Video hochladen. […] Ja und das ist halt was, da fehlt manchen Schülern einfach auch das Wissen, um diese fachlichen Fehler zu erkennen und die pflanzen sich dann fort. […] Aber das ist was, wo ich wirklich Bedenken habe. Wo ich dann LIEBER den Kanal empfehle. (LKw-2-IGS-HS, Pos. 50)

Weiterhin lässt sich bei drei Studierenden ein Zusammenhang zwischen der beschriebenen Kategorie und der im weiteren Verlauf vorgestellten Kategorie „Lehrkraft-Erklärung vs. Erklärvideo-Erklärung“ erkennen. Die Proband*innen, darunter LAGw-S-15-HS, äußerten in diesem Zusammenhang Bedenken, dass Schüler*innen fehlerhafte Informationen aus Erklärvideos übernehmen und anschließend die fachlich korrekte Erklärung der Lehrkraft ablehnen könnten:

> […] dass man dann halt der Lehrkraft nicht mehr glaubt, sondern: „Kanal X hat doch gesagt, dass es stimmt, das ist so richtig, SIE wissen es ja gar nicht.“ So, das wäre vielleicht auch sowas, was ich

> befürchten würde, wenn zu Hause viel Erklärvideos geguckt wird. (LAGw-S-15-HS, Pos. 37)

Lehrkraft-Erklärung vs. Erklärvideo-Erklärung. Zusätzlich zu den drei Studierenden, die einen möglichen Konflikt sahen, wenn Schüler*innen fehlerhaften Erklärungen mehr Vertrauen schenken als der Erklärung der Lehrkraft, sprachen auch zwei Lehrkräfte und ein weiterer Studierender den Konflikt zwischen unterschiedlichen Erklärungen an. Einer der beiden Lehrkräfte, LKm-3-IGS-HS, berichtete aus eigener Erfahrung, dass unterschiedliche Erkläransätze Schüler*innen verwirren können und der Lernprozess durch den Einsatz von Videos „verschlimmbessert" (Pos. 26) werden kann. Ähnlich argumentierte auch LKm-5-GYM-HS am Beispiel von Erklärvideos des YouTube-Kanals „Lehrerschmidt", dass unterschiedliche Erkläransätze, insbesondere für leistungsschwache Schüler*innen, wie er im weiteren Verlauf des Interviews ausführte, nicht von Vorteil seien:

> Jetzt kommt da Lehrerschmidt. Der macht das bisschen anders. […] Und dann gelingt den Schülern schon kaum noch, den Transfer zu kriegen. So hat das Herr (Name) gemacht, so macht es Lehrerschmidt. Das ist so bisschen das Schwierige daran, weil ich möchte ja unterm Strich dann schon, dass die, wenn ich sage: „Methode. Berechne heißt: Wir schreiben gegeben auf, gesucht auf, Lösung, Formel eingesetzt, ausgerechnet, doppelt unterstrichen, kurzen Antwortsatz." So ist „Berechne" bei mir. Wenn der Lehrerschmidt das völlig anders macht, dann ist das zwar gut und schön und dann kommt auch das Richtige raus, aber tendenziell besteht die Gefahr, dass die unterm Strich dann von hier bisschen, mal da bisschen und dort bisschen geguckt, aber so richtig, richtig SICHER, sind die sich da nicht. (LKm-5-GYM-HS, Pos. 26)

Sprachebene. Neun Proband*innen ($N_{LK} = 5$, $N_{Stud} = 4$) stellten die Sprachebene in Physik-Erklärvideos als problematisch heraus. Die Äußerungen lassen sich dabei in drei Positionen unterteilen. LKm-8-SEK-HS berichtete, dass aus seiner Perspektive generell zu viele Fachbegriffe in Physik-Erklärvideos genutzt werden. Zwei andere Lehrkräfte und ein Studierender sprachen als Problematik an, dass generell andere Begriffe verwendet werden, als Lehrkräfte verwenden würden. Exemplarisch äußerte sich LKm-1-GYM-HS wie folgt: „Die werden im Lehrvideo mit Begriffen konfrontiert, die wir so nicht haben wollen […]“ (Pos. 28). Drei Studierende und vier Lehrkräfte kritisierten hingegen allgemein die fehlende Fachsprache in Erklärvideos. Exemplarisch gab LKw-10-GYM-HS an: „Das stört mich zum Beispiel bei Simpleclub, dass also die Sprache etwas ja sehr auf JUGENDNAH vielleicht versucht wird zu machen, aber selbst die Jugendlichen lächeln da etwas müde darüber am Gymnasium und sagen: ‚Also man muss es nicht übertreiben’“ (Pos. 10). Auch LKm-1-GYM-HS berichtete, ihm würde bei dem Umgang mit Fachsprache in Physik-Erklärvideos „der kalte SCHAUER den Rücken hinab [laufen], wenn dort das so ziemlich LÄSSIG beschrieben wird“ (Pos. 2). Jedoch legitimierte er diesen Sachverhalt, indem er hinzufügte: „Das ist aber, glaube ich, nicht schlimm, das machen wir Lehrer ja manchmal selbst. Um etwas Kompliziertes zu erklären, benutzen wir manchmal ganz einfache Erklärspache“ (LKm-1-GYM-HS, Pos. 2). Im Unterschied zu Erklärvideos würden Lehrkräfte jedoch anschließend mit Fachsprache anknüpfen, so LKm-1-GYM-HS.

Auswahl zeitintensiv. Mit 14 Codierungen aus neun Interviews ($N_{LK} = 4$, $N_{Stud} = 5$) thematisierte etwa ein Viertel der Proband*innen den Aspekt, dass die Auswahl von passenden Erklärvideos zeitintensiv ist. Sowohl Lehrkräfte als auch Studierende stellten dies zum Teil konkret als Problem

heraus, das ein Hindernis für den Einsatz von Physik-Erklärvideos darstellt. Einige der Befragten, wie LKm-4-GYM-HS, der an vier Positionen des Interviews den zeitlichen Aufwand bei der Auswahl von Videos als Hürde ansprach, äußerten in diesem Kontext den Wunsch nach geprüften, vom Land bereitgestellten Erklärvideosammlungen:

> Es wäre SCHÖN, wenn es auch wirklich eine Sammlung GÄBE, die passend genau zum Lehrplan des Bundeslandes ist. Das man dort nicht wie bei Emu-Tube eine Sammlung von irgendwo kauft. […] Und wenn man das kurz und prägnant präsentiert bekommt, ist man auch eher noch gewillt MEHR Videos zu suchen und einzusetzen. Wenn ich aber eine halbe Stunde brauche, um einen zweiminütigen Clip zu finden, ist das nicht effektiv. Es ist mal machbar, aber nicht für 25 bald 26 Stunden die Woche. (LKm-4-GYM-HS, Pos. 40)

Ein Proband thematisierte den zeitlichen Aufwand bei der Auswahl von Physik-Erklärvideos für Unterrichtskontexte und fügte hinzu, dass von einer Ad-hoc-Auswahl von Videos im Unterricht selbst Abstand zu nehmen ist:

> Was man nicht machen sollte, das habe ich auch schon gemacht: „Ach ich habe noch ein bisschen Zeit, gucken wir doch mal, welches Erklärvideo wir jetzt gleich mal finden im Unterricht. Ach du liebe Zeit.“ Dann erwischt man eins, was sich nicht eignet. Ja, und dann man natürlich den Bock geschossen. Also das muss man unbedingt vorher sich überlegen. (LKm-1-GYM-HS, Pos. 2)

Produktion zeitintensiv. Wie bereits im Kapitel 12.7.2 angerissen, sprach die Mehrheit der Befragten ($N_{LK} = 7$, $N_{Stud} = 15$) den hohen zeitlichen Aufwand an, der mit der Produktion eigener, aber auch im Physikunterricht produzierter Erklärvideos verbunden ist. Für die Proband*innen stellte dies eine Hürde dar, weshalb sie sowohl mit Schüler*innen im alltäglichen Unterrichtssetting als auch selbst keine Physik-Erklärvideos produzieren

würden. Beispielsweise berichtete LKm-5-GYM-HS, der früher eigene Erklärvideos aufgenommen hat, dass er dies heute aus zeitlichen Gründen nicht mehr leisten könne: „[…] Aufwand und Nutzen konnte ich dann so nicht leisten“ (Pos. 72). Studierende argumentierten ähnlich wie die befragten Lehrkräfte. Auch in dieser Zielgruppe antizipierten einige Zeit als potenzielle Hürde. Exemplarisch äußerte sich LAGm-S-10-HS wie folgt:

> Ich kann mir bloß denken, dass die ZEIT vielleicht dafür irgendwann zu knapp wäre. Also ich meine, man hat ja doch sehr viel um die Ohren, wenn man irgendwie die Unterrichtsvorbereitungen macht. Und ich habe die Befürchtung, dass dafür die Zeit nicht wirklich ausreichen wird. (LAGm-S-10-HS, Pos. 15)

Fehlende Flexibilität/Anpassung/Interaktion. Mit 65 codierten Segmenten aus 30 Interviews ($N_{LK} = 9$, $N_{Stud} = 21$) sind die bei Erklärvideos fehlende Flexibilität und Anpassung an die jeweilige Zielgruppe sowie die fehlende Interaktion zwischen Lernenden und Erklärenden die in der vorliegenden Studie am meisten codierten Hürden und wurden von beiden Zielgruppen gleichermaßen thematisiert. Vor allem Studierende sprachen die im Folgenden beschriebene Hürden wiederholt im Verlauf der Interviews an. Häufig betonten Proband*innen beider Zielgruppen in diesem Zusammenhang, dass Erklärvideos, im Vergleich zu Lehrkräften, nicht in der Lage sind, Verständnisschwierigkeiten der Schüler*innen zu erkennen und aufkommende Fragen zu beantworten. Für einige Proband*innen, wie exemplarisch LKm-11-IGS-HS, stellte sich dabei die Frage, ob und in welchem Maße Schüler*innen tatsächlich aus Erklärvideos lernen können: „[…] Ein Erklärvideo fragt meist nicht nach und das heißt, man kann es konsumieren, ohne dass das Wissen jetzt wirklich vorhanden ist oder bleibt“ (LKm-11-IGS-HS, Pos. 38).

14 Proband*innen, darunter drei Lehrkräfte, thematisierten die fehlende Anpassung an die jeweilige Zielgruppe, insbesondere deren Vorwissen und Bedürfnisse, sowie die fehlende Bindung zwischen Lehrkraft und Lernenden als Nachteil von Physik-Erklärvideos. Exemplarisch berichtete ein Student, der Vor- und Nachteile von Lehrkräften und Erklärvideos gegenüberstellte:

> Ich denke eben, dass man als Lehrer da schon noch das Wissen besser anpassen kann auf die Schüler, dass man das besser STRUKTURIEREN kann, auch VERKNÜPFUNGEN zu anderen Themengebieten oder anderen Unterrichtsfächern besser geben kann und dass man da irgendwie auch als BEZUGSpersonen, die in so einem Erklärvideo, klar hat man dann vielleicht AUCH das Gefühl, wenn man das sich das fünfzigste Video von dem einen Menschen anguckt, der das Video macht, dass man den kennt. Aber das ist vielleicht so ein bisschen so eine vorgegaukelte Bezugsperson. Ich denke, als Lehrer kann man da einfach, ja, ein bisschen mehr bieten, dass die Schüler auf einen zukommen, dass man sich möglicherweise auch mal NACH dem Unterricht nochmal unterhält oder so das/ ja, kann so ein Erklärvideo einfach nicht machen. (LAGm-S-11-HS, Pos. 29)

Weiterhin thematisierten acht Proband*innen, darunter zwei Lehrkräfte, dass die fehlende Eigenaktivität und die fehlende Wissensüberprüfung beim Lernen mit Erklärvideos problematisch ist oder im Verlauf der Zeit problematisch werden könnte. LAGw-S-2-HS, die zuvor im Interview ebenfalls die fehlende Anpassung an das Vorwissen als Hürde bei Erklärvideos thematisierte, äußerte sich exemplarisch wie folgt:

> Ich kann mir vorstellen, dass die Schülerinnen und Schüler später dann auch merken, okay gut, ich schaue mir jetzt zwar viele Erklärvideos an, aber was bringt es mir dann? Also spätestens dann, wenn man das jetzt mal HYPOthetisch weiterspinnen würde und sagen würde, okay, wir ersetzen jetzt die ganze Schulzeit, indem wir Er-

> klärvideos einfach nur schauen, dann werden, denk ich mal, die Schülerinnen und Schüler früher oder später, spätestens mit dem Abschluss, merken: Ja, habe ich denn eigentlich selber mal was ausprobiert? Nein, habe ich in dem Falle nicht zwingend. Wenn das jedenfalls nicht nochmal gefordert wird und überprüft wird natürlich können ja auch Erklärvideos Aufgabenstellungen beinhalten, keine Frage, aber wer überprüft dann am Ende, ob die Schülerinnen und Schüler das denn auch machen? (LAGw-S-2-HS, Pos. 66)

Für LAGw-S-2-HS, aber auch für andere Proband*innen, die die beschriebene Kategorie ansprachen, waren die beschriebenen Aspekte ausschlaggebend dafür, dass sich Unterricht nicht durch Erklärvideos ersetzen ließe.

Kein tiefes Verständnis/Verstehensillusion. Vor allem Studierende (N_{Stud} = 15), aber auch drei der befragten Physiklehrkräfte, problematisierten, dass unklar sei, ob Erklärvideos tatsächlich in der Lage sind, ein tiefgreifendes Verständnis zu fördern und nachhaltiges Wissen zu vermitteln. Im Unterschied zur zuvor beschriebenen Kategorie wurden Aussagen, die unter dieser Kategorie codiert wurden, nicht explizit auf die fehlende Flexibilität oder Interaktion bezogen, sondern konkret auf Inhalte von Erklärvideos oder allgemein das Format eines Videos. Einige Proband*innen, wie beispielsweise LAGm-S-3-HS, fragten sich in diesem Zusammenhang konkret, inwiefern das in Physik-Erklärvideos vermittelte Wissen auf andere Kontexte übertragbar sei:

> […] und dass dann dieses „auf fünf Minuten runterbrechen“ dieses Gefühl gibt, ich kann das jetzt, weil ich habe es ja gerade gesehen, wie es geht und entweder geht man dann mit diesem Gefühl in den Test rein und hat Glück, dass die Aufgabe genauso ist und man kriegt es hin oder die Aufgabe ist halt ein bisschen abgeändert und man kriegt es vielleicht nicht hin. (LAGm-S-3-HS, Pos. 37)

Was sich im Zitat andeutet und was von einer Vielzahl an Proband*innen konkret angesprochen wurde, ist das gesehene Problem, dass Erklärvideos Verstehensillusionen hervorrufen oder fördern können. Exemplarisch äußerte sich LAGm-S-5-HS in diesem Zusammenhang wie folgt:

> Ein Problem ist auch so ein bisschen, dass auch diese Verstehensillusion auftreten kann. Also ich habe mir das Erklärvideo angeguckt, denke: „Oah, jetzt habe ich es super verstanden.“, und dann merke ich vielleicht dann doch später im Test, na ja, so richtig hat es irgendwie nicht geklappt. (LAGm-S-5-HS, Pos. 39)

Zwei der drei Lehrkräfte, die die beschriebene Kategorie ansprachen, gaben an, dass unter anderem Lernstrategien und Persönlichkeiten von Schüler*innen einen Einfluss darauf haben, inwiefern Verstehensillusionen beim Lernen mit Physik-Erklärvideos auftreten können. LKm-3-IGS-HS äußerte sich wie folgt:

> Ein Problem könnte sein, […] dass vielleicht manche von denen denken: „Na, ich habe das Video geschaut. Ich weiß das jetzt.“ So, und so funktioniert das Gehirn glaube ich nicht. Na also, ich habe nur einmal etwas gesehen, heißt nicht, dass ich mir das gemerkt habe oder dass ich das verstanden habe. […] Das ist quasi noch eine GEFAHR, sage ich mal, die ich da sehe, dass da sich gewisse Persönlichkeiten, das hängt dann bisschen davon ab, wie fleißig und wie sorgfältig sie sind, die sich vielleicht denken, dass das ausreicht. (LKm-3-IGS-HS, Pos. 14)

Eine der beiden Lehrkräfte berichtete in diesem Zusammenhang, dass Strategien im Umgang mit Erklärvideos vor allem bei „cleveren“ Schüler*innen vorhanden sind:

> […] Der Schüler oder die Schülerin hat natürlich die Möglichkeit, Pause zu drücken und auch da habe ich mal nachgefragt: „Wie oft macht ihr das?“ Und die Cleveren machen das. Die können alles alleine dann. Aber die, die Schwierigkeiten haben beim Lernen oder

> auch unmotiviert sind, die machen das nicht. Das geht dann, das rauscht dann durch […] (LKm-4-GYM-HS, Pos. 52)

Videos zu komplexen Themen fehlen. Ein Aspekt, der von einigen Studierenden ($N_{Stud} = 6$) und Lehrkräften ($N_{LK} = 2$) angesprochen wurde, ist, dass Videos zu komplexen physikalischen Themen fehlen. Zwar wurde dieser identifizierte Sachverhalt von den meisten Proband*innen nicht konkret als Problem thematisiert, welches den Lernprozess von Schüler*innen im Allgemeinen beeinflusst. Bei den Studierenden, die die Kategorie ansprachen, führte dies jedoch dazu, dass im Studium keine Erklärvideos konsumiert wurden. Alle sechs Studierenden berichteten, dass aufgrund des mangelnden Angebots an Erklärvideos bei steigender Komplexität der Inhalte weniger auf dieses Medium zurückgegriffen wurde. Exemplarisch gab LAGm-S-10-HS an:

> […] mir fällt es schwerer, jetzt auf Hochschulniveau ein PASSENDES Erklärvideo zu finden, was nicht zu umfassend ist. Das ging im Schulkontext für mich leichter und daher habe ich jetzt in der Schule öfter Erklärvideos für mich SELBST verwendet, als das jetzt im Studium der Fall war. (Pos. 3)

Eine Lehrkraft würde vor allem bei komplizierten Themen der Oberstufe gerne aus Selbstschutz auf Physik-Erklärvideos zurückgreifen, passende Videos würden jedoch fehlen. Dementsprechend könne LKm-4-GYM-HS, ähnlich wie die sechs Studierenden, bei steigender Komplexität der Inhalte nicht mehr auf passende Erklärvideos zurückgreifen. Eine andere Lehrkraft fügte hinzu, dass mit steigender Komplexität zudem die Qualität der Videos abnehme:

> Das Problem ist nur, diese Erklärvideos gibt es immer nur so bis Ende zehnte Klasse. Also ich habe viel Oberstufe und da gibt es eigentlich keine Erklärvideos. Das ist dann nicht mehr, also die sind dann

> meistens auch nicht mehr so gut gemacht. Also Grund- und Mittelstufe sind die echt gut, aber danach finde ich hört es so ein bisschen auf. Also zu komplexeren Themen in Physik gibt es eigentlich nicht mehr die gängigen Videos. (LKw-9-GES-HS, Pos. 30)

Technische Ausstattung Schule. Drei Proband*innen, darunter ein Studierender, benannten die technische Ausstattung von Schulen als Hürde für den Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht. Aufgrund fehlender Endgeräte und einer limitierten Bandbreite kann LKm-4-GYM-HS Erklärvideos beispielsweise nur frontal im Physikunterricht präsentieren. LKw-10-GYM-HS berichtete hingegen, dass es in einem der Schulgebäude, in dem sie unterrichte, aufgrund fehlender oder veralteter Technik bereits äußerst aufwendig sei, überhaupt Erklärvideos im Plenum zu präsentieren. Auch LAGm-S-3-HS beschrieb die technische Ausstattung von Schulen als „eine ganz große Hürde“ (Pos. 19), die den potenziellen Einsatz von Physik-Erklärvideos in Unterrichtskontexten prospektiv einschränkt.

Sonstiges. In den Interviews wurden weitere Hürden thematisiert, die sich nicht unter die zuvor beschriebenen neun Subkategorien subsumieren lassen. Diese sind in der Restkategorie „Sonstiges“ zusammengefasst. Einige Personen thematisierten beispielsweise allgemein, dass Erklärvideos potenziell problematisch sein können, ohne dies näher zu spezifizieren: „Das heißt, man muss auch immer in gewisser Weise die Möglichkeit haben beziehungsweise auch einfach das Problem sehen und wahrnehmen, dass man halt auch mit Schwierigkeiten aus diesen Erklärvideos umgehen muss“ (LAGm-S-5-HS, Pos. 53).

Die Kategorie „Sonstiges“ fasst weiterhin Aussagen von Proband*innen, die spezifische Hürden und Probleme im Zusammenhang mit Physik-Erklärvideos aufzeigten, welche jedoch im gesamten Datenkorpus lediglich singulär auftraten. Konkret wurde beispielsweise von LAGm-S-22-HS als

Problem benannt, dass YouTube großes Ablenkungspotenzial bietet und somit den Lernprozess negativ beeinflussen kann. Weiterhin wurde von LAGm-S-13-HS angesprochen, dass die Gefahr gesehen wird, dass Physik-Erklärvideos Realexperimente verdrängen oder Schüler*innen ihre Experimentierfähigkeit verlieren könnten. Auch die Notenfokussierung in Erklärvideos, insbesondere bei Inhalten des Marktführers „simpleclub“, wurde von LAGm-S-5-HS als Problem herausgestellt, ebenso wie von LKm-4-GYM-HS und LAGmS-8-HS die Abwertung von Schule und Lehrkräften, unter anderem ebenfalls bei Inhalten des genannten Kanalbetreibers. Ein Proband bemängelte zudem, dass nicht garantiert werden könne, dass alle Lernenden dasselbe aus Physik-Erklärvideos mitnehmen. Dies sei bei eigenen Erklärungen zwar auch ungewiss, jedoch sei es in Erklärvideos zunehmend problematisch, so LAGm-S-14-HS.

12.9 Kategorienbasierte Analyse entlang weiterer, induktiv ergänzter Hauptkategorien

Zur Beantwortung der übergreifenden Forschungsfrage 2 werden im Folgenden die Ergebnisse der Analyse entlang der induktiv gebildeten Hauptkategorien *„Rahmenbedingungen“* und *„Wertung/Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos“* vorgestellt. Die Häufigkeiten der Codierungen innerhalb dieser Kategorien sind Tabelle 43 und Tabelle 44 zu entnehmen.

Tabelle 43 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Rahmenbedingungen“

Sub-Kategorien der Hauptkategorie „Rahmenbedingungen“	**Häufigkeit der Codierung** Lehrkräfte	Studierende	**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit $N_{LK} = 11$)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit $N_{Stud} = 23$)**
Vorabauswahl von Erklärvideos	9	10	6	7
Medienkompetenz Erforderlich	1	10	1	6
Einsatz/Methodik/Videolänge lerngruppenabhängig	9	4	4	4
Individueller Konsum nötig	-	6	-	3
Sonstiges	1	4	1	4

Tabelle 44 Frequenzanalyse: Angabe der Häufigkeit der Codierungen für Hauptkategorie „Wertung/Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos“

Sub-Kategorien der Hauptkategorie „Wertung/Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos“	**Häufigkeit der Codierung** Lehrkräfte	Studierende	**Anzahl der Proband*innen (Lehrkräfte, mit $N_{LK} = 11$)**	**Anzahl der Proband*innen (Studierende, mit $N_{Stud} = 23$)**
Positive Wertung/Emotionen	7	10	6	6
Negative Wertung/Emotionen	1	4	1	4

12.9.1 Rahmenbedingungen

Vorabauswahl von Videos. In den Interviews benannten 13 Proband*innen ($N_{LK} = 6$, $N_{Stud} = 7$) als Rahmenbedingung, dass, wenn Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht eingesetzt werden, diese qualitativ hochwertig sein sollten. Exemplarisch beschrieben die Proband*innen beispielsweise, dass eingesetzte Videos fehlerfrei, nicht zu lang, didaktisch

durchdacht und/oder sprachlich angemessen sein sollten. Einige Personen benannten in diesem Zusammenhang die Bedingung, dass Erklärvideos, die eingesetzt werden sollen, vorab von der Lehrkraft gesichtet werden müssen. Drei Lehrkräfte berichteten von negativen Erfahrungen, die sie mit dem Einsatz von Erklärvideos machten, wenn diese zuvor nicht selbst angeschaut worden waren. Exemplarisch berichtete LKm-3-IGS-HS:

> Deswegen ist es mir dann auch wichtig, dass ich halt vorher mal geguckt (lachend) habe. Und es ist auch schon passiert, dass ich nicht geguckt habe und dann stellen die die Formel um und dann gucken mich da so ein paar Achtklässler an wie Autos. (LKm-3-IGS-HS, Pos. 32)

Medienkompetenz erforderlich. Eine Lehrkraft und sechs Studierende betonten, dass der Konsum von (Physik-)Erklärvideos Medienkompetenz seitens der Schüler*innen voraussetzt. Die Proband*innen gaben in diesem Zusammenhang an, dass Schüler*innen die Kompetenz bereits mitbringen oder erlangen sollten, Quellen und Inhalte kritisch zu hinterfragen. Thematisch deckt sich die Kategorie „Medienkompetenz erforderlich“ in Teilen mit Inhalten der Subkategorie „Über Erklärvideos Lernen“ der Hauptkategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung Erklärvideos“. Unterschied ist jedoch, dass unter die Kategorie „Medienkompetenz erforderlich“ lediglich Textsegmente codiert wurden, in denen Proband*innen berichteten, welche Kompetenzen bei Schüler*innen generell vorhanden sein sollten oder welche Kompetenzen ausgebaut werden sollten, ohne zu thematisieren, dass sie diese selbst im Unterricht fördern würden.

Zwei Studierende stellten zusätzlich heraus, dass der Einsatz oder die Produktion von Erklärvideos ebenso Medienkompetenz seitens der Lehrkraft erfordere. Während LAGm-S-8-HS nicht näher definierte, was unter Medienkompetenz verstanden wurde, konkretisierte LAGm-S-3-HS, dass die

Produktion von Erklärvideos „grundlegende Kompetenzen […] im Umgang mit Audiosoftware, irgendwie mit einem Aufnahmeprogramm, mit eventuell irgendeinem Animations- oder Designprogramm, also am einfachsten natürlich PowerPoint“ (Pos. 19) voraussetzt.

Einsatz/Methodik/Videolänge lerngruppenabhängig. Einige der Befragten beider Zielgruppen ($N_{LK} = 4$, $N_{Stud} = 4$) gaben an, dass der Einsatz, die Methodik des Einsatzes sowie die Auswahl der jeweiligen Videos abhängig von der jeweiligen Lerngruppe ist. Beispielsweise war die Methodik des Einsatzes von Physik-Erklärvideos bei LKm-6-IGS-HS „von Klasse zu Klasse verschieden“ (Pos. 6). Für ihn erfordere es seitens der Lehrkraft die Kompetenz, auf die jeweiligen Bedürfnisse der Lernenden reagieren zu können. Ähnlich argumentierte LAGw-S-2-HS, dass die Frage, wie oft und in welchen Situationen sie Physik-Erklärvideos im späteren Unterricht einsetzen würde, „sehr stark abhängig von der Lerngruppe“ (Pos. 20) ist.

Alle vier Lehrkräfte berichteten zusätzlich, dass die Entscheidung, wie lang ein Erklärvideo sein sollte, oder ob ein Video lediglich in Ausschnitten oder vollständig im Unterricht gezeigt wird, ebenfalls von der Lerngruppe abhängig ist. Eine Lehrkraft konkretisierte in diesem Zusammenhang, dass eine Videolänge von über zehn Minuten für Schüler*innen der Sekundarstufe 1 tendenziell zu lang und für Schüler*innen der Oberstufen zum Teil jedoch notwendig sei, um komplexe Themen ausführlich zu erklären. Generell bevorzugten die Lehrkräfte, die die Videolänge als Rahmenbedingung für den Einsatz dieser Medien ansprachen, eher kürzere Erklärvideos.

Individueller Konsum nötig. Mit $N_{Stud} = 3$ thematisierten Studierende, aber keine Lehrkräfte, als Rahmenbedingung für effektives Lernen mittels Erklärvideos, dass hierfür ein individueller Konsum dieser Medien nötig ist.

Die Argumentationen der Studierenden wiesen dabei inhaltliche Parallelen auf. Alle drei Studierenden hoben die Notwendigkeit hervor, Schüler*innen die Möglichkeit zu geben, Lerninhalte im eigenen Tempo zu verarbeiten und gegebenenfalls individuell zu pausieren oder zu spulen. Im Besonderen für LAGm-S-1-HS war es wichtig, dass sich die Lernenden beim Konsum von Erklärvideos konzentrieren können. Er nahm an drei Stellen des Interviews Bezug zur genannten Rahmenbedingung und konkludierte gegen Ende der Befragung:

> Also mir geht es bei meiner Argumentation [darum,] zu sagen, dass Erklärvideos eben für Zuhause sind. Geht es mir auch mehr darum, weil das einfach mehr der Grundgedanke der bei mir dahinter steht ist, wenn ich so ein Erklärvideo sinnvoll nutzen will, dann muss man sich da wirklich drauf konzentrieren […] und der eine kriegt es vielleicht auch hin, wenn das einmal in der Schule läuft und ich bin da immer jemand der sagt: „Setzt euch doch mal in Ruhe hin." (LAGm-S-1-HS, Pos. 61)

Sonstiges. Die Proband*innen nannten vereinzelt weitere konkrete Rahmenbedingungen, die den Einsatz von Physik-Erklärvideos im Unterricht betrafen, die unter die Restkategorie „Sonstiges" subsumiert wurden. Beispielsweise berichtete eine Lehrkraft, dass beim Präsentieren von YouTube-Erklärvideos im Unterricht rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten sind: „Wenn man YouTube schaltet, dann gibt es Werbung und das ist illegal, Werbungen in der Schule zu zeigen. Ich vermeide das, indem ich die Videos im Voraus herunterlade und ich lasse sie bei mir auf der Festplatte zeigen" (LKm-8-SEK-HS, Pos. 53). Eine angehende Lehrkraft benannte als Rahmenbedingung für den Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht die technische Ausstattung einer Schule. Würde der Aufwand des Einsatzes von Erklärvideos aufgrund eigens mitzubringender Technik die Vorteile überwiegen, würde LAGw-S-15-HS keine

Erklärvideos im Physikunterricht zeigen. Zwei Studierende gaben an, dass Erklärvideos lediglich in bestimmten Unterrichtsphasen, konkret als Einstieg oder als Zusammenfassung, als sinnvoll erachtet werden.

12.9.2 Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos

Positive Emotion. Einige Proband*innen (N_{LK} = 6, N_{Stud} = 6) gaben an, positive Emotionen in Verbindung mit (Physik-)Erklärvideos empfunden zu haben oder in diesem Kontext positive Emotionen auf Seiten der Schüler*innen wahrgenommen zu haben. Vorrangig genannt wurden Freude und Vergnügen. Exemplarisch berichtete LAGm-S-11-HS aus eigener Erfahrung als Lehrkraft, dass sich Schüler*innen gefreut haben, wenn Erklärvideos im Physikunterricht eingesetzt wurden. LKm-8-SEK-HS gab zudem an, konkrete Physik-Erklärvideos eingesetzt zu haben, die die Schüler*innen zum Lachen brachten und betonte, dass dies das Klassenklima positiv beeinflusst habe. LKm-5-GYM beschrieb hingegen, dass bestimmte Erklärvideos in ihm selbst große Freude ausgelöst haben und er beim Präsentieren der Videos im Physikunterricht „selber vor Lachen kaum mehr [konnte]“ (Pos. 14). Drei der Proband*innen, darunter LKw-10-GYM-HS, gaben an, dass die Produktion von Erklärvideos mit positiven Emotionen verknüpft war: „Sehe da aber eine Zukunft für mich, wenn ich mal Rentner bin, das kann ich gleich so sagen, also dass mir das [Erklärvideo-Produktion während der Covid-19-Pandemie] auch Spaß gemacht hat“ (Pos. 6).

Negative Wertung/Emotion. Fünf Proband*innen, darunter eine Lehrkraft, berichteten, negative Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos in den Naturwissenschaften empfunden zu haben. Die thematisierten negativen emotionalen Zustände variierten dabei zwischen Enttäuschung, Kränkung,

Angst und Genervtheit. Eine Probandin, LAGw-S-15-HS, gab weiterhin an, Erklärvideos nicht besonders zu mögen, ohne dies zu konkretisieren. Für LKm-4-GYM-HS fehlte hingegen die Wertschätzung seiner Arbeit, wenn er Schüler*innen konkrete Erklärvideos empfahl, Lernende anschließend jedoch YouTuber*innen, aber nicht ihn, dafür verantwortlich machten, Verständnis erlangt zu haben:

> […] dass das Verständnis und so weiter und so fort wieder auf den YouTube Menschen, das war der Daniel Jung in Mathematik, geschoben wurde, dass er das ja jetzt quasi das alles gerettet hat. Und da fühlte ich mich ein bisschen in meiner Ehre gekränkt, DENN ich habe es ja rausgesucht. Und habe (lachend) darauf HINgewiesen, dass man dieses Video nutzen kann, ja, aber das ist dann so. Ja, und er ist halt einfach populärer an dieser Stelle (LKm-4-GYM-HS, Pos. 16)

LAGw-S-2-HS reflektierte, den damaligen Umgang ihrer Biologie-Lehrkraft mit Erklärvideos im Unterricht retrospektiv als enttäuschend zu empfinden. Aufgrund der fehlenden didaktischen Einbettung der präsentierten Videos seien diese für sie damals nicht hilfreich gewesen. Weiterhin thematisierte LAGm-S-4-HS die Hürde, dass Physik-Erklärvideos potenziell Fehler enthalten und Schüler*innenvorstellungen verstärken können, welche sich möglicherweise im Klassenverband verbreiten. Dies stellte für LAGm-S-4-HS etwas dar, wovor er persönlich Angst habe. LAGm-S-19-HS äußerte, es als nervig zu empfinden, wenn Inhalte in Physik-Erklärvideos in einen narrativen Kontext eingebettet werden.

13 Typenbildung

Forschungsfrage 2.8: *Inwiefern lassen sich angehende und praktizierende Physiklehrkräfte hinsichtlich ihrer Einstellung bezüglich Physik-Erklärvideos typologisieren?*

Die Typenbildung erfolgt nach Kuckartz und Rädiker (2022) anhand der in Kapitel 11.3.4 beschriebenen Phasen. Im Analyseprozess der Typenbildung werden die Proband*innen auf Basis der von ihnen angesprochenen Kategorien gruppiert. Die folgenden Analyseschritte basieren dabei auf den Teilergebnissen der Forschungsfragen 2.1 bis 2.7. Das Ziel der Typenbildung besteht darin, die Proband*innen hinsichtlich verschiedener, gemeinsam auftretender Merkmale zu analysieren und somit die Ergebnisse der Interviewstudie zu den jeweiligen Einstellungsfacetten zusammenzuführen. Da die Einstellung einer Person nicht allein durch das Ansprechen oder Nicht-Ansprechen einzelner Einstellungsfacetten vollständig erfasst werden kann, stellt die Typenbildung einen abschließend notwendigen Schritt zur Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 2 dar.

13.1 Bestimmung von Merkmalsraum und Merkmalsausprägungen

Für die Bestimmung von Vergleichsdimensionen und somit des Merkmalsraums waren einerseits die forschungsleitende Fragestellung 2 sowie andererseits die Codierung des Datenmaterials ausschlaggebend. Der Merkmalsraum ergibt sich dementsprechend aus deduktiven und induktiven Kategorien. Kategorien, die lediglich von einer geringen Anzahl an Proband*innen angesprochen wurden, werden nicht in die Bestimmung des Merkmalsraums einbezogen (Kuckartz & Rädiker, 2022). Dies betraf in der vorliegenden Studie beispielsweise die Hauptkategorien „Nutzung

außerhalb beruflicher Tätigkeit“ und „Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos“. Zur Identifikation von Einstellungstypen erfolgt somit eine Fokussierung auf die kognitive und verhaltensbezogene Komponente von Einstellungen. Die in Abbildung 25 zusammengefassten Hauptkategorien bilden den Merkmalsraum der folgenden Typenbildung.

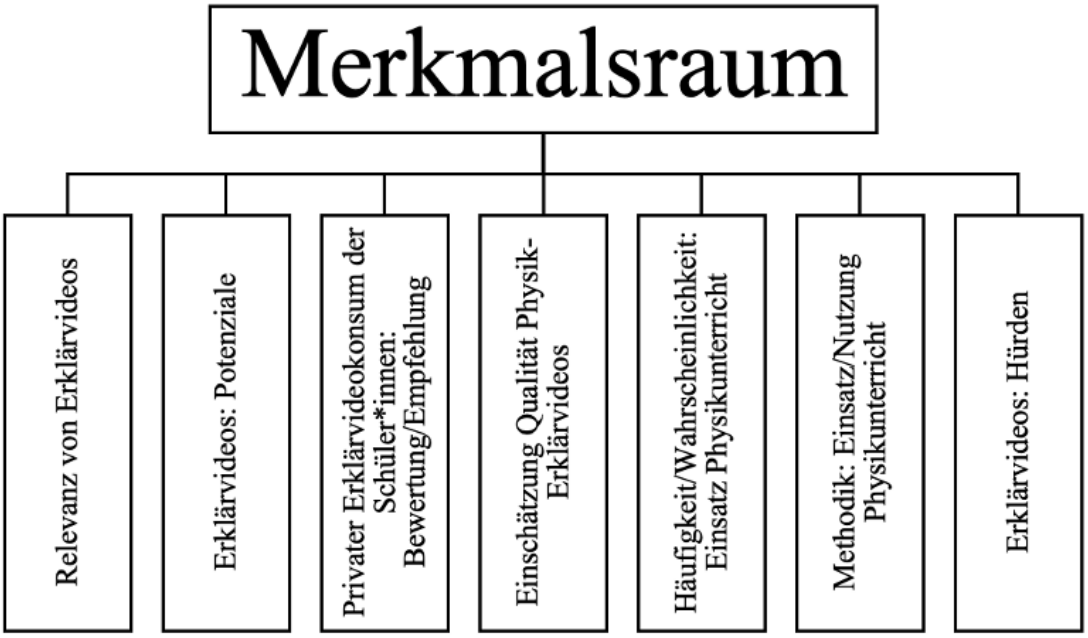


Abbildung 25 Merkmalsraum der Typologisierung

Im weiteren Verlauf der Typenbildung wurden nun die Merkmalsausprägungen des Merkmalsraums anhand der von den Proband*innen angesprochenen Subkategorien analysiert. Dazu wurde für jedes Interview eine auf den festgelegten Merkmalsraum fokussierte Fallzusammenfassung angelegt. Exemplarische Beispiele dieser Fallzusammenfassungen sind dem Anhang (Kapitel 16.6) zu entnehmen. Die Analyse gab Aufschluss über Homo- und Heterogenität hinsichtlich der Ausprägung eines Merkmals im Datenkorpus. Im Gegensatz zur inhaltlichen Darstellung im Kontext der kategorienbasierten Analyse entlang der Hauptkategorien wurde untersucht, inwiefern sich bestimmte Ausprägungsmuster in den jeweiligen Merkmalen identifizieren lassen. Diese werden im Folgenden vorgestellt.

Die Vergleichsdimension der gesehenen *Relevanz von (Physik-)Erklärvideos* wurde von den Proband*innen heterogen thematisiert. In der Datenanalyse ließen sich zwei Ausprägungen des Merkmals erkennen. Einerseits schätzte die Mehrheit der Proband*innen die Relevanz von Physik-Erklärvideos generell als hoch ein und andererseits schrieben einige Proband*innen Physik-Erklärvideos für heutige Bildungskontexte eine eher geringe Relevanz zu, wenngleich dieses Medium nicht in jedem Fall als gänzlich irrelevant eingeschätzt wurde. Es konnte bei einigen Proband*innen die Auffassung identifiziert werden, dass Physik-Erklärvideos zwar im Allgemeinen als relevant erachtet werden, für den eigenen Unterricht jedoch eher weniger relevant sind. Dementsprechend ließen sich die folgenden Merkmalsausprägungen identifizieren:

- *Relevant:* 19 angehende und sieben praktizierende Physiklehrkräfte sprachen die Kategorie „Relevanz von Erklärvideos - Relevant - Physik/allg. Naturwissenschaften“ an oder gaben an, dass Erklärvideos allgemein relevant sind, ohne einen Unterschied zwischen verschiedenen Unterrichtsfächern vorzunehmen.
- *Generell relevant, aber weniger für den eigenen Physikunterricht oder generell nicht relevant:* Vier angehende Physiklehrkräfte und eine praktizierende Physiklehrkraft sprachen sowohl die Kategorie „Relevanz von Erklärvideos - Relevant - Physik/allg. Naturwissenschaften“ als auch die Kategorie „Relevanz von Erklärvideos – Weniger relevant - Physik“ an und gaben an, dass Erklärvideos für ihren (späteren) Physikunterricht weniger relevant sind. Drei praktizierende Physiklehrkräfte sprachen lediglich die Kategorie „Relevanz von Erklärvideos - Weniger relevant - Physik“ an.

Exemplarisch für das beschriebene Merkmal sind die Merkmalsausprägungen der jeweiligen Proband*innen in Tabelle 45 zusammengefasst.

Weiterführend sind diese Tabellen für die folgenden Vergleichsdimensionen dem Anhang (Kapitel 16.7) zu entnehmen.

Tabelle 45 Merkmalsausprägungen der Vergleichsdimension Relevanz von (Physik-)Erklärvideos

Einschätzung der Relevanz von Physik-Erklärvideos	Relevant	Generell relevant, aber weniger für den eigenen Physikunterricht oder generell nicht relevant
Proband*innen	LKw-2-IGS-HS, LKm-3-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-1-HS, LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-4-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-8-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-13-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-23-HS	LKm-1-GYM-HS, LKm-5-GYM-HS, LKw-7-GYM-HS, LKw-9-GES-HS LAGm-S-9-HS, LAGm-S-14-HS, LAGm-S-16-HS, LAGm-S-22-HS

In den Interviews sprachen alle Proband*innen *Potenziale von Physik-Erklärvideos* an. Dabei unterschied sich die Ausprägung des Merkmals der von den Proband*innen identifizierten Potenziale zwischen den Befragten. Die Mehrheit der Proband*innen thematisierte eine Vielzahl an unter-

schiedlichen Potenzialen, die sich vorrangig für Schüler*innen, zum Teil aber auch für Lehrkräfte ergeben. Einige Proband*innen sprachen nur eine geringe Anzahl an unterschiedlichen Potenzialen an, zum Teil ohne diese näher zu erläutern, oder fokussierten sich auf ein bestimmtes Potenzial. Zwei Personen thematisierten vorrangig Potenziale von Physik-Erklärvideos, die sich für die Lehrkraft selbst, nicht aber für Schüler*innen ergeben. Dementsprechend lassen sich für das Merkmal die folgenden Merkmalsausprägungen identifizieren:

- *Vielzahl an unterschiedlichen Potenzialen*: 19 angehende und sechs praktizierende Physiklehrkräfte sprachen eine Vielzahl an unterschiedlichen Potenzialen an, die sich für Schüler*innen (und Lehrkräfte) ergeben.
- *Wenige, zum Teil unkonkrete Potenziale oder Fokussierung auf v. a. ein Potenzial; Hauptsächlich Potenziale für Lehrkraft*: Vier angehende und fünf praktizierende Physiklehrkräfte sprachen mit maximal drei unterschiedlichen Potenzialen eine geringe Anzahl an Potenzialen an und/oder fokussierten sich auf ein bestimmtes Potenzial, welches mehrfach thematisiert wurde. Eine praktizierende und eine angehende Physiklehrkraft sprachen vorrangig Potenziale an, die sich für Lehrkräfte, nicht aber für Schüler*innen ergeben.

Die Aufstellung, welche Proband*innen welche Merkmalsausprägungen aufweisen, ist dem Anhang (Kapitel 16.7, Tabelle 49) zu entnehmen.

In allen Interviews wurde diskutiert, wie die befragten Personen zum *privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen* stehen. Die Mehrheit der Proband*innen beider Zielgruppen zeigte sich diesem gegenüber aufgeschlossen, während einige jedoch Bedenken äußerten und angaben, geteilter Meinung bzw. „zwiegespalten“ (LAGm-S-4-HS, Pos. 32,

LAGm-S-12-HS, Pos. 28) zu sein. Eine Person bewertete den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen als „eher schädlich“ (Lagm-S-14-HS, Pos. 54) und gab an, diesem ablehnend gegenüberzustehen. Eine andere Person vermutete, dass Schüler*innen keine Physik-Erklärvideos konsumieren, brachte jedoch keine negative Haltung gegenüber deren privater Nutzung zum Ausdruck. Somit lassen sich die folgenden Merkmalsausprägungen identifizieren:

- *Grundsätzlich positiv/nicht abgeneigt*: 18 angehende und zehn praktizierende Physiklehrkräfte standen dem privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen aufgeschlossen gegenüber.
- *Nicht grundsätzlich positiv (zwiegespalten, abgeneigt):* Fünf angehende Physiklehrkräfte und eine praktizierende Physiklehrkraft standen dem privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen zwiegespalten oder ablehnend gegenüber.

Weiterhin wurde diskutiert, inwiefern die Befragten ihren Schüler*innen (potenziell) empfehlen würden, Physik-Erklärvideos zu konsumieren. Bis auf zwei Personen gaben alle Proband*innen an, es Schüler*innen zu empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumiere. Hierbei würde die Mehrheit konkrete Empfehlungen vorgeben, anstatt Schüler*innen selbst auswählen zu lassen. Für das Merkmal *Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Empfehlung* lassen sich dementsprechend folgende Merkmalsausprägungen festhalten:

- *Uneingeschränkte Empfehlung*: Zwei angehende und drei praktizierende Physiklehrkräfte würden Schüler*innen uneingeschränkt empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren.
- *Empfehlung angeleitet*: 20 angehende und sieben praktizierende Physiklehrkräfte würden Schüler*innen nicht uneingeschränkt empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren, sondern würden den Konsum durch die Vorgabe von Videos oder Kanälen anleiten.

– *Keine Empfehlung/unkonkret:* Eine angehende und eine praktizierende Physiklehrkraft würden selbst keine Empfehlung zum Konsum aussprechen oder äußern sich hier unkonkret.

Die Aufstellung, welche Proband*innen welche Merkmalsausprägungen aufweisen, ist dem Anhang (Kapitel 16.7, Tabelle 50 und 51) zu entnehmen.

Die *Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube* wurde von beiden Zielgruppen mehrheitlich nicht pauschal als hoch eingeschätzt. Die meisten Proband*innen äußerten, dass es sowohl Videos mit hoher als auch mit niedriger Qualität gebe. Einige wenige bewerteten die Qualität jedoch insgesamt als hoch oder gingen trotz identifizierter Mängel im Wesentlichen von einer hohen Qualität aus. Weiterhin nahm eine geringe Anzahl an Proband*innen keine Bewertung vor, äußerte sich im Interviewverlauf jedoch nur positiv zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube. Insgesamt kann das Merkmal in die folgenden Ausprägungen differenziert werden:

– *Hohe Qualität/nur positive Äußerungen*: Vier angehende und sieben praktizierende Physiklehrkräfte schätzten die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube als hoch ein oder äußerten sich ausschließlich positiv zur Qualität, auch wenn diese nicht pauschal eingeschätzt wurde.
– *Hohe und niedrige Qualität*: 19 angehende und vier praktizierende Physiklehrkräfte gaben an, dass die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube variiere: Es gibt den Proband*innen zufolge sowohl Videos hoher als auch niedriger Qualität oder die Proband*innen äußerten sich sowohl positiv als auch negativ zur Qualität.

Die Aufstellung, welche Proband*innen welche Merkmalsausprägungen aufweisen, ist dem Anhang (Kapitel 16.7, Tabelle 52) zu entnehmen.

Im Kontext des Merkmals der *Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit des Einsatzes von Erklärvideos im Physikunterricht* zeigte sich bei den praktizierenden Physiklehrkräften zunächst, dass alle Proband*innen dieses Medium bereits im eigenen Unterricht eingesetzt haben. Einige berichteten an mehreren Stellen des Interviews wiederholt vom Einsatz von Erklärvideos, während andere angaben, nur gelegentlich oder selten darauf zurückzugreifen. Auch die Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte diskutierte, inwiefern sie den Einsatz von Erklärvideos im späteren Physikunterricht in Betracht ziehen würde. Während einige angaben, sich den Einsatz dieses Mediums definitiv vorstellen zu können oder bereits Physik-Erklärvideos im Rahmen momentaner Lehrtätigkeiten einzusetzen, zeigten sich andere unsicher oder gaben an, vermutlich vorerst darauf verzichten zu wollen. Dementsprechend lassen sich für das Merkmal folgende Merkmalsausprägungen festhalten:

– *Gelegentlicher bis häufiger Einsatz, wiederholte Schilderung vom Einsatz oder potenzieller Einsatz ist wahrscheinlich*: 16 angehende Physiklehrkräfte gaben an, Erklärvideos im späteren Physikunterricht einsetzen zu wollen oder im Kontext momentaner Lehrtätigkeiten bereits einzusetzen und auch zukünftig einsetzen zu wollen, wenn auch nur gelegentlich. Für einen Probanden hätte der Einsatz jedoch eher eine geringe Priorität im Unterricht. Alle elf praktizierenden Physiklehrkräfte berichteten, Erklärvideos nach eigener Einschätzung gelegentlich bis häufig im Physikunterricht einzusetzen, oder sprachen den eigenen Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht wiederholt an mehreren Stellen des Interviews an. Somit kann der Rückschluss gezogen werden, dass Physik-Erklärvideos bereits wiederholt im Unterrichtskontext eingesetzt wurden.

– *Potenzieller Einsatz unsicher oder wahrscheinlich kein Einsatz*: Sieben angehende Physiklehrkräfte gaben an, unsicher zu sein, ob sie im späteren Physikunterricht Erklärvideos einsetzen würden.

Die Aufstellung, welche Proband*innen welche Merkmalsausprägungen aufweisen, ist dem Anhang (Kapitel 16.7, Tabelle 53) zu entnehmen.

Für das Merkmal *Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht* ließen sich in den Aussagen der praktizierenden Physiklehrkräfte verschiedene Merkmalscluster erkennen. Die Mehrheit der elf Befragten gab an, Erklärvideos im Physikunterricht als Ergänzung im Sinne methodischer Vielfalt einzusetzen, aber auch gezielt, um Realexperimente zu ersetzen. Weiterhin gaben einige Personen an, Erklärvideos vorrangig zur Unterhaltung und Auflockerung des Unterrichts einzusetzen, unter anderem, um die Aufmerksamkeit der Schüler*innen zu gewinnen. In den Aussagen einer Person ließ sich erkennen, dass Physik-Erklärvideos für sie die Funktion eines Platzhalters einnehmen, um Unterrichtszeit zu überbrücken. Zwar gab auch diese Person an, Erklärvideos anstelle von Realexperimenten einzusetzen, jedoch nicht, um den Unterricht auf den Videos aufzubauen, sondern um eine zusätzliche Reserve parat zu haben. Personen, die angaben, Physik-Erklärvideos zur Methodenvielfalt, als Zusatz, zum Ersetzen und/oder Ergänzen von Realexperimenten sowie zur Unterhaltung und/oder Auflockerung einzusetzen oder die Möglichkeit sahen, sie zu diesen Zwecken zu nutzen, verknüpften diese Einsatzmethodiken mit Potenzialen für den Unterricht oder den Lernprozess. Hingegen verknüpfte die Person, die Physik-Erklärvideos als Platzhalter oder Reserve einsetzte, die Methodik zwar mit Potenzialen für sich als Lehrkraft selbst, jedoch nicht mit Potenzialen für den Lernprozess. Dementsprechend lassen sich für die Zielgruppe der praktizierenden Physiklehrkräfte zwei Merkmalsausprägungen identifizieren:

- *Methodik begründet auf Potenzialen für den Lernprozess:* Zehn praktizierende Lehrkräfte gaben an, Erklärvideos (potenziell) als Zusatz oder Ergänzung einzusetzen, um methodische Vielfalt in den Physikunterricht zu bringen und/oder um Realexperimente aus verschiedenen Gründen durch Erklärvideos zu ersetzen, oder Proband*innen gaben an, Erklärvideos einzusetzen, um den Physikunterricht aufzulockern, Schüler*innen zu unterhalten oder um deren Aufmerksamkeit zu gewinnen. Sie begründeten die Methodik somit auf Potenzialen für den Lernprozess der Schüler*innen.
- *Methodik nicht begründet auf Potenzialen für den Lernprozess:* Eine praktizierende Lehrkraft begründete den Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht nicht mit gesehenen Potenzialen für den Lernprozess der Schüler*innen, sondern gab an, Erklärvideos als Platzhalter oder als Reserve im Physikunterricht einzusetzen.

Die Aufstellung, welche Proband*innen welche Merkmalsausprägungen aufweisen, ist dem Anhang (Kapitel 16.7, Tabelle 54) zu entnehmen.

Die befragten angehenden Physiklehrkräfte sprachen häufig eine Vielzahl an theoretisch gesehenen Möglichkeiten des Einsatzes von Physik-Erklärvideos im Unterrichtskontext an. Während einige diese nicht näher konkretisierten, begründeten andere die gesehenen Einsatzmethodiken unter anderem mit Potenzialen, die sich sowohl für sie als Lehrkraft als auch für Schüler*innen im Lernprozess ergeben. Konkrete Kategorien-Cluster, wie bei der Zielgruppe der praktizierenden Physiklehrkräfte, ließen sich jedoch nicht identifizieren. Auch ließen sich die Proband*innen nicht eindeutig den identifizierten Merkmalsausprägungen der praktizierenden Physiklehrkräfte zuordnen. Da die methodische Rahmung der Typenbildung vorsieht, Proband*innen hinsichtlich konkreter Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum zu gruppieren, diese sich in der Auswertung bei dieser

Zielgruppe jedoch nicht zeigten, wird das Merkmal für diese Zielgruppe nicht zur Typenbildung herangezogen.

In allen Interviews wurden von den Proband*innen wahrgenommene *Hürden im Zusammenhang mit Physik-Erklärvideos* thematisiert. Die Ausprägungen des Merkmals variierten dabei zwischen den Befragten: Während einige eine Vielzahl an Hürden identifizierten, die potenziell negative Auswirkungen auf nachhaltige Lernprozesse haben oder den (potenziellen) Einsatz behindern, thematisierten andere kaum Hürden dieser Art. Insgesamt lassen sich die folgenden Merkmalsausprägungen festhalten:

- *Vielzahl an unterschiedlichen Hürden, ausführliche Begründung von Hürden oder erneutes Aufgreifen der Hürden im Interviewverlauf:* 13 angehende und fünf praktizierende Physiklehrkräfte thematisierten eine Vielzahl an unterschiedlichen Hürden mit potenziell negativer Auswirkung auf nachhaltige Lernprozesse oder Hürden, die den Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht (potenziell) behindern. Bei einer geringen Anzahl an thematisierten Hürden wurden die genannten Hürden ausführlich begründet und/oder im Verlauf des Interviews wiederholt aufgegriffen.
- *Geringe Anzahl an Hürden ohne ausführliche Begründung, kein erneutes Aufgreifen dieser im Interviewverlauf:* Zehn angehende und sechs praktizierende Physiklehrkräfte thematisierten maximal zwei unterschiedliche Hürden mit potenziell negativer Auswirkung auf nachhaltiges Lernen, zum Teil ohne ausführliche Begründung und/oder erneutes Aufgreifen dieser im Verlauf des Interviews.

Die Aufstellung, welche Proband*innen welche Merkmalsausprägungen aufweisen, ist dem Anhang (Kapitel 16.7, Tabelle 55) zu entnehmen.

13.2 Gruppierung der Fälle, Bildung und Beschreibung der Typologien

Im nächsten Schritt der Typenbildung nach Kuckartz und Rädiker (2022) wurden die Proband*innen anhand ihrer Merkmalsausprägungen gruppiert. Als Ausgangspunkt für die Gruppierung und die anschließende Typenbildung wurden hinsichtlich ihrer Merkmalsausprägungen besonders konträre Fälle[15] identifiziert und gegenübergestellt. Dabei wurden sowohl einzelne Aspekte des Merkmalsraums und deren Ausprägung als auch die gesamten Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum betrachtet und verglichen.

Ziel ist die Bildung polythetischer Typen, was eine induktive Bildung „künstlicher“ Typen bedeutet, die in Bezug auf die Merkmalsausprägungen intern möglichst große Homogenität und extern möglichst große Heterogenität der Fälle aufweisen. Dementsprechend sind sich Fälle eines polythetischen Typs in ihren Ausprägungen im Merkmalsraum ähnlich, jedoch nicht identisch (Kuckartz & Rädiker, 2022). Proband*innen, deren Merkmalsausprägungen den identifizierten Kontrastfällen ähnelten, wurden entsprechend gruppiert. Die Merkmalsausprägungen dieser Gruppierungen bilden die Grundlage für die Merkmale des Modelltyps. Im Folgenden werden die Merkmale der Gruppierungen dargestellt, daraus Typologien abgeleitet und beschrieben. Anstatt einen prototypischen Fall als Repräsentant*in eines Typs herauszugreifen, werden die Typen über

[15] Im weiteren Verlauf als Kontrastfälle bezeichnete Proband*innen sind im Hinblick auf andere Proband*innen möglichst konträr in ihren Merkmalsausprägungen.

die Konstruktion von Modellfällen charakterisiert (Kuckartz & Rädiker, 2022). Anschließend erfolgt eine Zuordnung der Fälle zu einem Typus[16].

Anhand der in Bezug auf die Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum erstellten Fallzusammenfassungen wurden zunächst zwei konträre Fälle identifiziert, die sich in ihren Merkmalsausprägungen deutlich unterscheiden: LKm-8-SEK-HS und LAGm-S-14-HS. Im weiteren Verlauf der Analyse ließen sich mehrere Proband*innen, die ähnliche Merkmalsausprägungen aufweisen wie LKm-8-SEK-HS, um diesen Fall gruppieren. Diese Kontrastfall-Gruppe zeichnet sich durch eine besonders positive und aufgeschlossene Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos aus. Die Proband*innen dieser Gruppe halten Physik-Erklärvideos für relevant, schätzen deren Qualität auf YouTube als hoch ein und stehen dem privaten Konsum solcher Videos durch Schüler*innen offen gegenüber. Auch dem potenziellen Einsatz im Physikunterricht stehen sie aufgeschlossen gegenüber oder integrieren Erklärvideos bereits im eigenen Unterricht, wobei dieser Einsatz mit wahrgenommenen Potenzialen verbunden wird. Hürden werden kaum thematisiert oder es werden lediglich solche angesprochen, die sich nicht negativ auf nachhaltige Lernprozesse der Schüler*innen auswirken. Insgesamt kann für Proband*innen dieser Gruppe eine positive Einstellung bezüglich Physik-Erklärvideos angenommen werden, weshalb sie als Gruppe der „Erklärvideo-Enthusiast*innen“ bezeichnet werden. Eine Übersicht der Merkmalsausprägungen dieser Gruppierung ist in Abbildung 26 dargestellt.

[16] Als Typ bzw. Typus werden die im weiteren Verlauf identifizierten Gruppierungen bezeichnet. Einzelfälle, um die sich keine Gruppierung bilden lässt, bleiben in ihrer Bezeichnung als Kontrastfall bestehen, um sprachlich die Trennung zwischen Typus (Gruppierung) und Einzelfall deutlich zu machen.

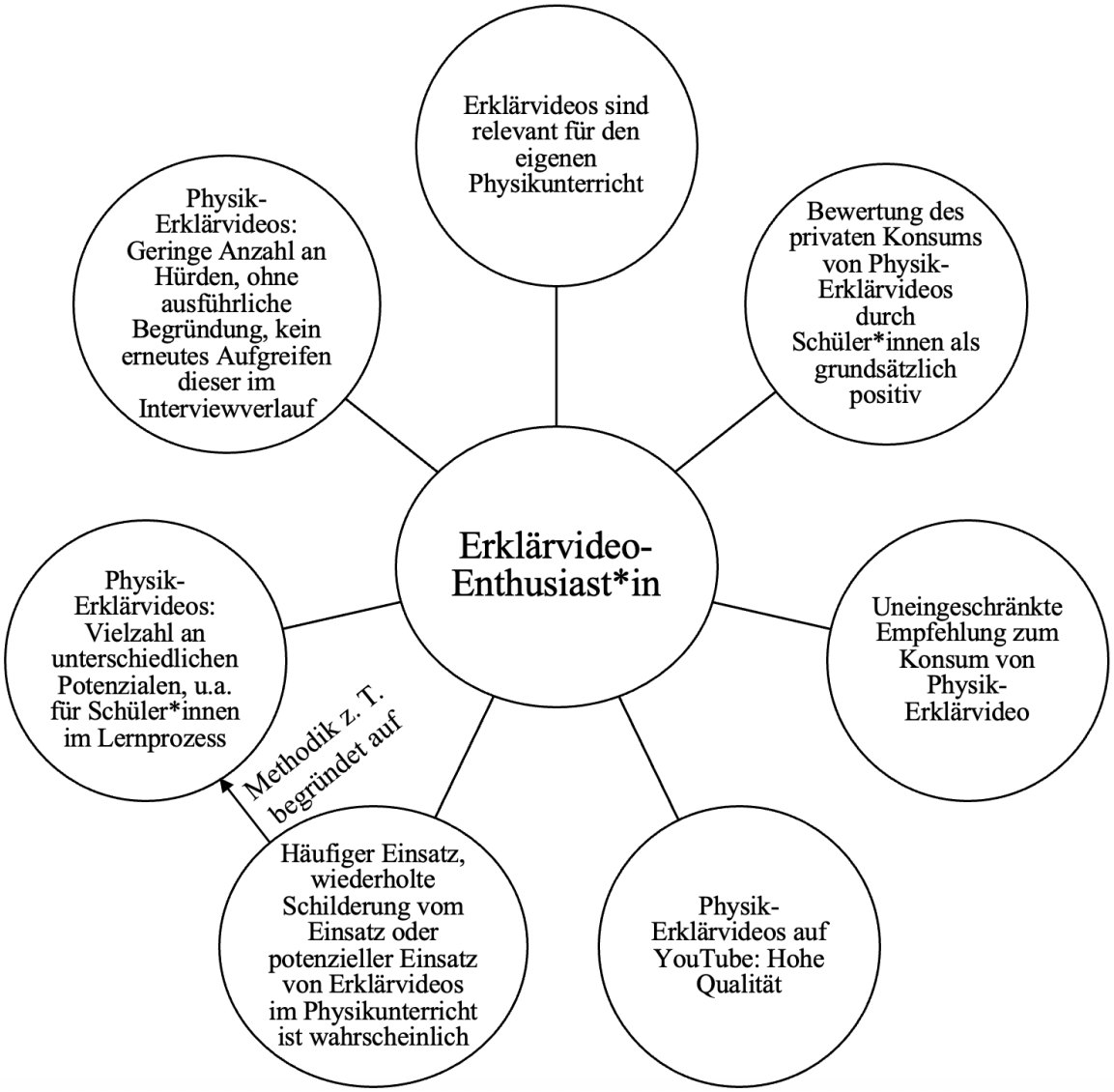


*Abbildung 26 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum der Gruppierung „Erklärvideo-Enthusiast*in“*

Der Kontrastfall der beschriebenen Gruppierung zeigt hingegen eine eher ablehnende Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos, weshalb er als „Erklärvideo-Kritiker“ bezeichnet wird. Zwar wird nicht grundsätzlich alles an diesem Medium kritisiert, jedoch deutet sich anhand der meisten Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum eine tendenziell negative Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos an. Eine Übersicht der Merkmalsausprägungen dieses Kontrastfalls ist in Abbildung 27 dargestellt. Für den Erklärvideo-Kritiker sind Physik-Erklärvideos eher weniger relevant für den

eigenen Unterricht. Die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube wird zudem nicht per se als hoch eingeschätzt und dem privaten Konsum solcher Videos durch Schüler*innen steht er ablehnend gegenüber. Dementsprechend werden keine uneingeschränkten Empfehlungen zum Konsum von Physik-Erklärvideos ausgesprochen. Im Unterricht selbst werden bessere Möglichkeiten gesehen, die Zeit zu nutzen, als Erklärvideos einzusetzen. Anstatt einer Vielzahl von Potenzialen in Verbindung mit Physik-Erklärvideos stehen für diesen Kontrastfall vorrangig Hürden im Fokus, die sich bei Schüler*innen potenziell negativ auf nachhaltige Lernprozesse auswirken können.

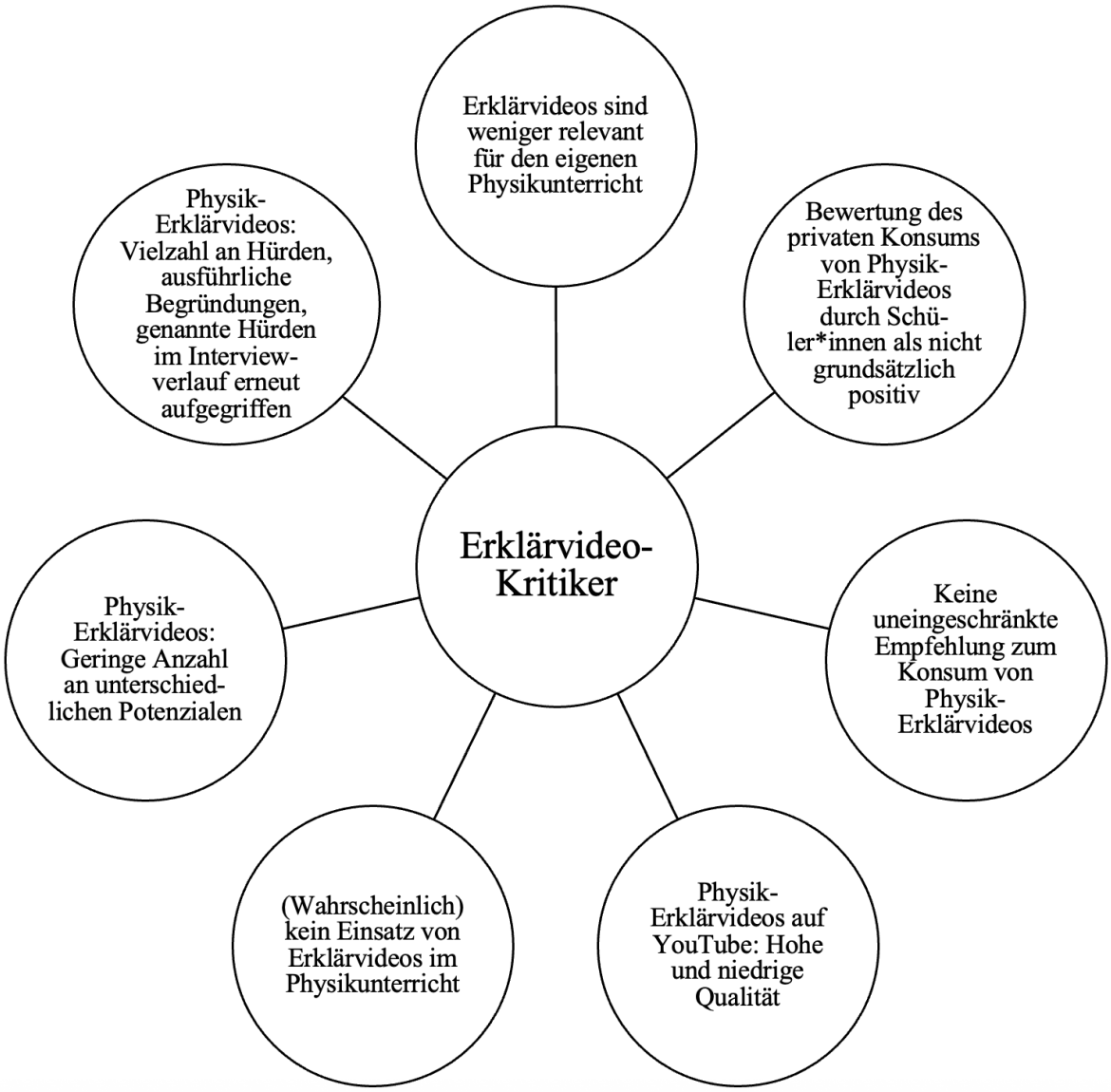


Abbildung 27 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum des Kontrastfalls „Erklärvideo-Kritiker“

Weiterhin ließ sich neben den beiden Kontrasten ein weiterer Kontrastfall, LAGw-S-2-HS, und im weiteren Verlauf der Auswertung eine weitere Gruppierung identifizieren. Proband*innen, die sich dieser Gruppierung zuordnen lassen, stehen hinsichtlich ihrer Ausprägungen im Merkmalsraum und somit hinsichtlich ihrer Einstellung bezüglich Physik-Erklärvideos zwischen der ersten Gruppierung der Erklärvideo-Enthusiast*innen und dem ersten Kontrastfall des Erklärvideo-Kritikers. Sie zeichnen sich durch eine positive und aufgeschlossene Haltung gegenüber Physik-

Erklärvideos aus, äußern jedoch auch Kritikpunkte. Ähnlich wie in der Gruppierung der Erklärvideo-Enthusiast*innen werden Physik-Erklärvideos als relevant für den eigenen Unterricht erachtet. Zudem stehen Fälle, die sich dieser zweiten Gruppierung zuordnen lassen, dem Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht aufgeschlossen gegenüber oder integrieren Erklärvideos bereits im eigenen Unterricht. Der Einsatz der Videos ist dabei mit wahrgenommenen Potenzialen verbunden. Dass Schüler*innen privat Physik-Erklärvideos konsumieren, wird als positiv bewertet. Da die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube jedoch nicht grundsätzlich als hoch angenommen wird, werden keine uneingeschränkten Empfehlungen zum Konsum gegeben. Vielmehr würden Proband*innen konkrete Videos oder Kanäle vorgeben wollen. Weiterhin wird eine Vielzahl an Hürden angesprochen, die es im Kontext von Physik-Erklärvideos zu beachten gilt und die sich bei Schüler*innen potenziell negativ auf nachhaltiges Lernen auswirken können. Die zweite Gruppierung wird somit in Bezug auf ihre Ausprägungen im Merkmalsraum als Typ der „Kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen“ bezeichnet. Eine Übersicht der Merkmalsausprägungen dieser Gruppierung ist in Abbildung 28 dargestellt.

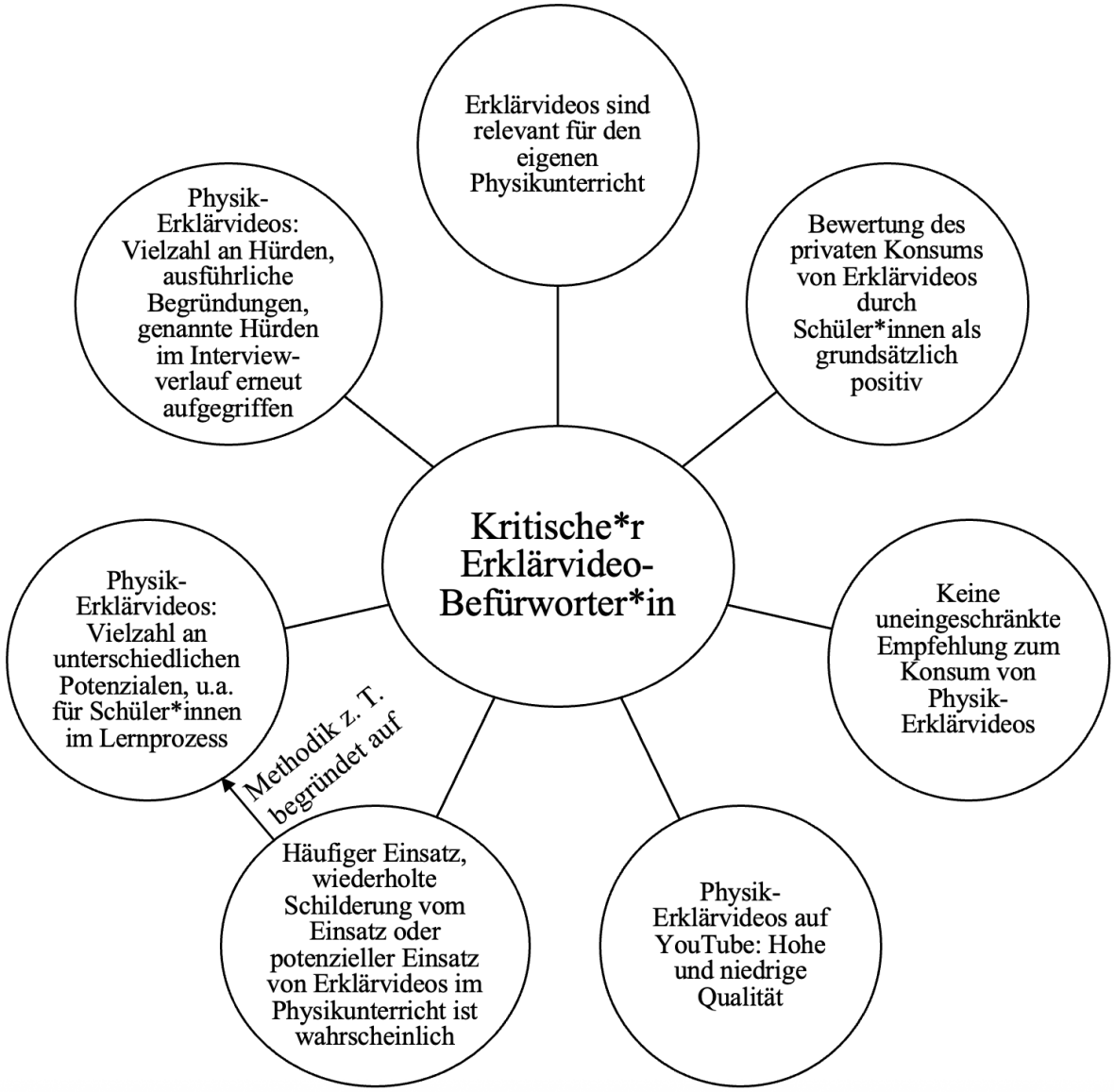


*Abbildung 28 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum der Gruppierung „Kritische*r Erklärvideo-Befürworter*in“*

Neben den genannten Gruppierungen und dem beschriebenen Kontrastfall ließ sich ein Fall, LKm-5-GYM-HS, identifizieren, der sowohl Merkmale der Gruppierung „Erklärvideo-Enthusiast*in“ als auch des Kontrastfalls „Erklärvideo-Kritiker“ aufwies und nicht in der zweiten Gruppierung „Kritische*r Erklärvideo-Befürworter*in“ verortet werden konnte. Dieser Fall ist teilweise durch eine ablehnende Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos und digitalen Unterrichtsmethoden im Allgemeinen geprägt. Eine besondere Relevanz für den eigenen Physikunterricht wird Physik-

Erklärvideos nicht zugeschrieben, obwohl diese regelmäßig eingesetzt werden. Die Einsatzmethodik wird dabei nicht nur mit Potenzialen für Lernende im Lernprozess verknüpft, sondern primär als Arbeitserleichterung für die Lehrkraft betrachtet. Zudem erfolgt der Einsatz von Erklärvideos teilweise, um einer wahrgenommenen äußeren Erwartungshaltung zu entsprechen. Sowohl Potenziale als auch Hürden von Physik-Erklärvideos werden angesprochen, jedoch jeweils nur in begrenztem Umfang. Der private Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen wird grundsätzlich positiv bewertet, gleichzeitig aber mit wahrgenommenen Hürden in Verbindung gebracht. Empfehlungen zum Konsum werden bislang nicht ausgesprochen. Der beschriebene Kontrastfall wird in Bezug auf die Ausprägungen im Merkmalsraum als „ambivalenter Pragmatiker“ bezeichnet. Eine Übersicht der Merkmalsausprägungen dieses Kontrastfalls ist in Abbildung 29 dargestellt.

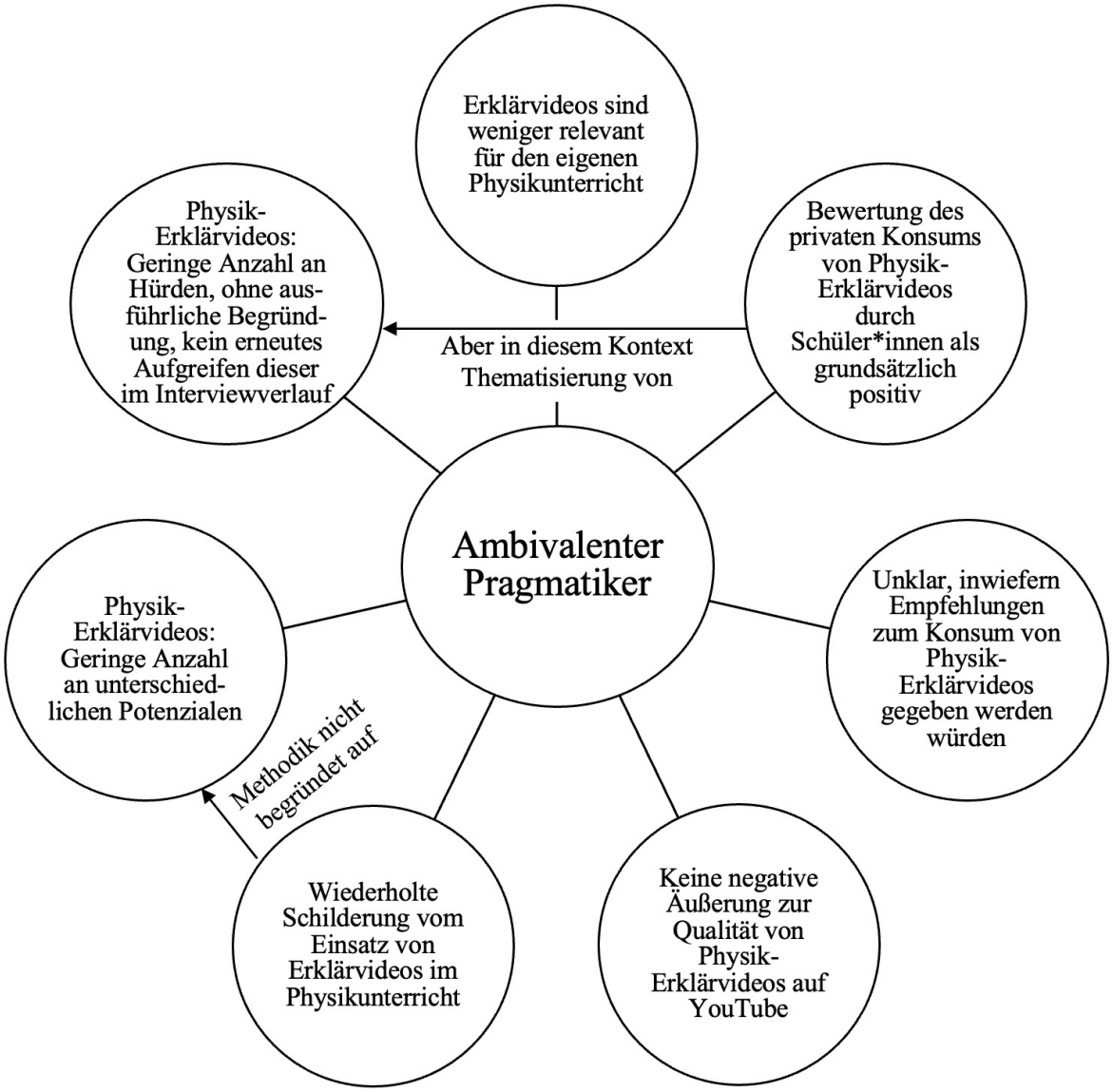


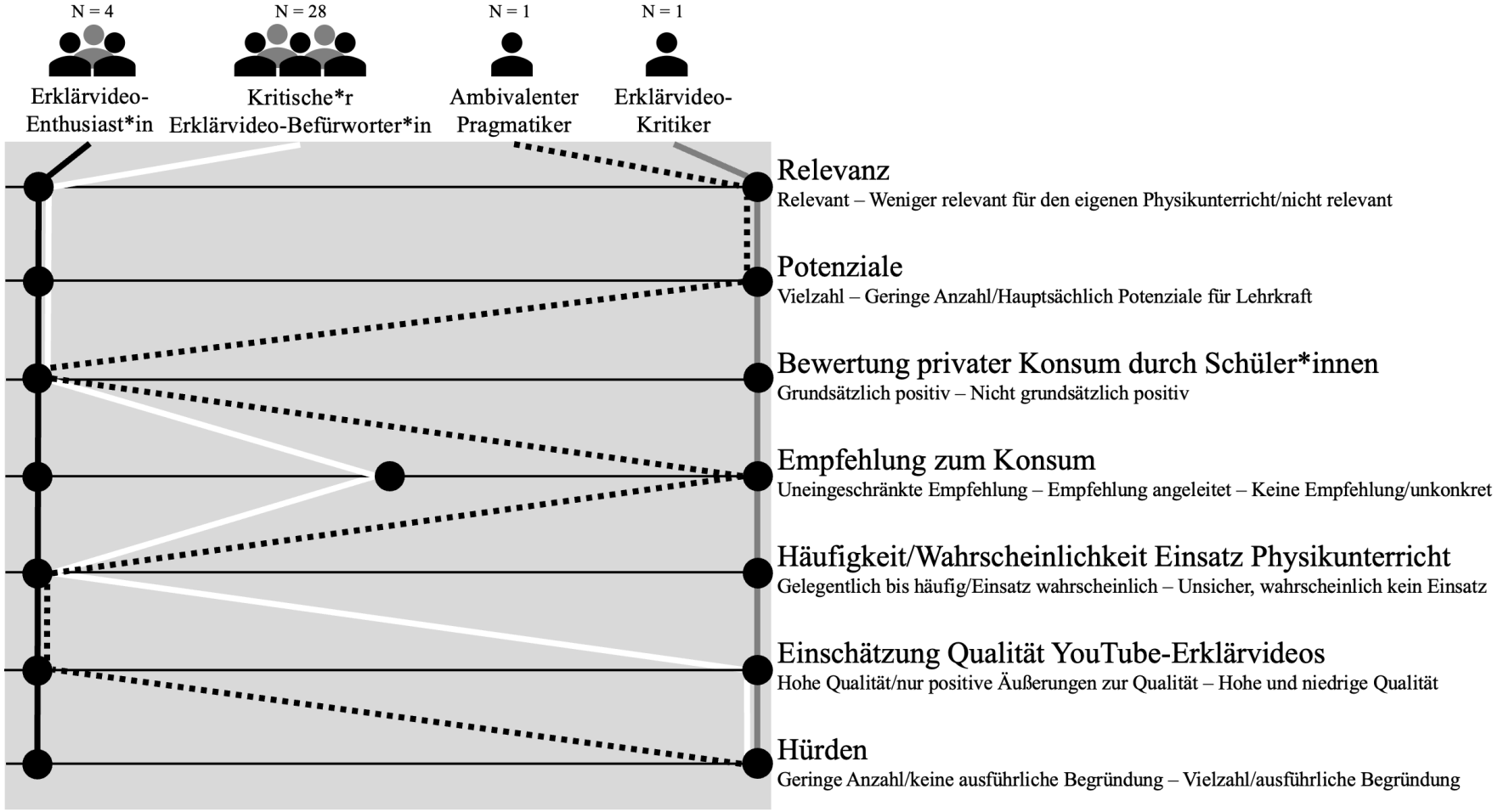
Abbildung 29 Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum des Kontrastfalls „Ambivalenter Pragmatiker“

Auf Grundlage der beschriebenen Merkmalsausprägungen der Gruppierungen wird im Folgenden der jeweilige Typus abgeleitet und in Form von Modellfällen nach Kuckartz und Rädiker (2022) beschrieben. Zudem werden die Kontrastfälle anhand ihrer jeweiligen Ausprägungen im Merkmalsraum in Form von fokussierten Fallzusammenfassungen beschrieben.

Gemäß der Auffassung des Einstellungsbegriffs im Rahmen der vorliegenden Studie (vgl. Kapitel 9.4) wird im Folgenden keine Bilanzierung der Einstellung vorgenommen. Die Einstellungen der befragten Personen

ergeben sich somit aus den jeweiligen Merkmalsausprägungen, die sich wiederum aus den erfassten Einstellungsfacetten zusammensetzen. In Abbildung 30 sind in reduzierter Form die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ausprägungen im Merkmalsraum der aus den Gruppierungen gebildeten Typen sowie der Kontrastfälle dargestellt. Durch die folgenden fokussierten Darstellungen der Typen und Kontrastfälle lässt sich die übergeordnete Forschungsfrage 2 beantworten.

Abbildung 30 Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ausprägungen im Merkmalsraum der Typen (N > 1) und Kontrastfälle (N = 1)



*Typus: Die Enthusiast*innen*

In der Befragung konnte eine geringe Anzahl an Proband*innen, darunter vor allem praktizierende Physiklehrkräfte, dem Typ der Erklärvideo-Enthusiast*innen zugeordnet werden. In der vorliegenden Studie sind die Erklärvideo-Enthusiast*innen die Proband*innen LKm-8-IGS-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS und LAGm-S-8-HS.

Erklärvideos-Enthusiast*innen zeichnen sich durch eine Vielzahl an positiven[17] Einstellungsfacetten bezüglich Physik-Erklärvideos aus. So wird diesem Medium eine große Relevanz für heutige Bildungskontexte zugeschrieben. Die gesehene Relevanz begründen Proband*innen dieses Typs unter anderem auf Basis der fortschreitenden Digitalisierung, womit Physik-Erklärvideos zukünftig potenziell noch relevanter werden: „[…] die Welt […] wird immer weiter digitalisiert und dadurch wird die Relevanz auch immer weiter steigen“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 12). Neben der gesehenen Relevanz für den Physikunterricht erachten Erklärvideo-Enthusiast*innen Erklärvideos auch für andere Fächer als relevant.

Die positive Haltung der Erklärvideos-Enthusiast*innen gegenüber Physik-Erklärvideos äußert sich zudem in einer Vielzahl thematisierter Potenziale, die sowohl mit diesem Medium generell als auch mit der Einsatzmethodik verknüpft werden. Die wahrgenommenen Mehrwerte betreffen dabei nicht nur solche für Lehrkräfte, sondern Proband*innen dieses Typs beschreiben auch Potenziale, die sich für Schüler*innen im Lernprozess ergeben. Erklärvideo-Enthusiast*innen gehen davon aus, dass sich bestimmte physikalische Phänomene besonders gut oder ausschließlich mit-

[17] Die Bezeichnung positiv, und im weiteren Verlauf negativ, stellt hierbei eine Reduktion der Komplexität der Pole der jeweiligen Merkmalsausprägungen dar. Die konkreten Pole sind den Bestimmungen der Ausprägungen im Merkmalsraum zu entnehmen.

hilfe von Erklärvideos veranschaulichen lassen. Insbesondere für Inhalte, die sich im regulären Unterricht nicht direkt beobachten oder experimentell erfahrbar machen lassen, werden Erklärvideos als unverzichtbares Medium angesehen:

> Also in Erklärvideos können die Schüler sehen, […] was ich im Unterricht nicht zeigen kann. Nehme ich ein Beispiel, der elektrische Strom. Egal, was für ein Experiment [ich] durchführe, sehen sie nicht, was im Kabel fließt. Also durch das Video sehen sie, dass es gibt was, was in diesem Kabel fließt und die Energie übertragen kann und liefert. Und und und. Ja, also das kann ich mit nirgend welchem Mittel zeigen. (LKm-8-SEK-HS, Pos. 14)

Diese Sichtweise unterstreicht die Annahme, dass Erklärvideos eine essenzielle Rolle bei der Vermittlung von Inhalten spielen. Dementsprechend setzen die Enthusiast*innen Erklärvideos auch häufig im eigenen Unterricht ein oder sehen den Einsatz im späteren Physikunterricht als äußerst wahrscheinlich an. Gleichzeitig werden mit dem (potenziellen) Einsatz von Erklärvideos nicht lediglich fachliche Ziele verfolgt. Erklärvideos-Enthusiast*innen sind davon überzeugt, dass auch Schüler*innen gerne Erklärvideos konsumieren:

> […] oft muss man die Schüler ja erstmal fangen. Die Pause war spannend und so weiter, also man muss ein bisschen die Aufmerksamkeit auf sich lenken und das ist grade in neuen Klassen nicht so einfach und da nutz ich gern mal sowas als Einstieg, weil das ist spannend und dann: „Oh ja, wir können was angucken und müssen nicht sofort was rechnen oder jetzt erzählen“ […] (LKm-11-IGS-HS, Pos. 8)

Mit Physik-Erklärvideos verknüpfte Hürden werden zwar auch, aber nur vereinzelt und fokussiert auf bestimmte Aspekte oder gekoppelt an bestimmte YouTube-Kanäle thematisiert. So werden beispielsweise Inhalte

des YouTube-Kanals „simpleclub“, nicht jedoch Erklärvideos im Allgemeinen als problematisch herausgestellt.

Die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube schätzen Erklärvideo-Enthusiast*innen grundsätzlich als hoch ein: „Ich habe alle Videos gesehen, es gibt keine Videos, die nicht so gut und nicht geeignet für die Schüler [sind]“ (LKm-8-SEK-HS, Pos. 77). Folglich bewerten sie den privaten Erklärvideo-Konsum durch Schüler*innen als etwas Positives und thematisieren in diesem Kontext keine daran gekoppelten Hürden. Erklärvideo-Enthusiast*innen würden Lernenden dementsprechend auch uneingeschränkt empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren.

Insgesamt zeigen die Enthusiast*innen eine klare Affinität zu Physik-Erklärvideos und betonen deren Potenziale im Unterricht sowie den positiven Einfluss auf Lernprozesse von Schüler*innen. Sie betrachten das Medium als nahezu unverzichtbare Ergänzung zu traditionellen Unterrichtsmethoden und es ist davon auszugehen, dass sie (auch) in Zukunft im Unterricht auf dieses Medium zurückgreifen werden.

Kontrastfall: Der Erklärvideo-Kritiker

Im Rahmen der Befragung konnte ein Proband identifiziert werden, der anhand seiner Ausprägungen im Merkmalsraum als Erklärvideo-Kritiker bezeichnet wurde. In der vorliegenden Studie handelt es sich bei dem sogenannten Kontrastfall des Erklärvideo-Kritikers um den Probanden LAGm-S-14-HS. Anhand einer fokussierten Fallzusammenfassung werden im Folgenden die Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum des Kontrastfalls dargestellt.

Der Erklärvideo-Kritiker zeichnet sich durch eine Vielzahl an negativen Einstellungsfacetten und somit durch eine ablehnende Haltung gegenüber

Physik-Erklärvideos aus. Im Kontext des eigenen Unterrichts sieht LAGm-S-14-HS eine eher geringe Relevanz in Physik-Erklärvideos, wenngleich Erklärvideos im Allgemeinen nicht zwangsläufig als irrelevant bewertet werden: „[…] im Unterricht selbst eher weniger relevant als für/ im Vergleich zum Außerunterrichtlichen“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 8). Dennoch bewertete er Physik-Erklärvideos als ein Medium, das man nicht „einfach mal zur Seite schieben kann“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 54).

Auch der Erklärvideo-Kritiker LAGm-S-14-HS thematisiert Potenziale von Erklärvideos. Somit bieten Erklärvideos für ihn das Potenzial, fokussierte und durchdachte Erklärungen zu liefern. Weiterhin sieht der Proband die Möglichkeit, dass Physik-Erklärvideos Interesse am Fach schüren können:

> Also ich würde sagen, jedes Erklärvideo hat oder die meisten Physik-Erklärvideos haben so dieses: „Hey, Physik ist cool. So und so funktioniert das. Das macht richtig Laune.“ Dass so dieses Gefühl, dass Physik nahbar ist, auf jeden Fall vermittelt wird. […] Das fördert dieses: „Ja, ich habe Bock auf Physik und ich gehe jetzt in den Unterricht, habe mehr Bock drauf.“ Es fördert das auf jeden Fall. (LAGm-S-14-HS, Pos. 44)

Weiterhin werden jedoch auch eher pragmatische Potenziale thematisiert, die sich für die Lehrkraft selbst und nicht für Schüler*innen im Lernprozess ergeben. Physik-Erklärvideos erleichtern somit potenziell die Arbeit einer Lehrkraft, indem etwa Tafelbilder nicht selbst angezeichnet, sondern direkt aus den Videos übernommen werden können:

> Ich mache mir als Lehrkraft nicht den ganzen Aufwand und muss dieses Tafelbild erstellen, bringe dann das Tafelbild an die Tafel und die Schülerinnen und Schüler dürfen das Tafelbild dann abmalen, sondern ich suche mir ein Erklärvideo raus, wo eine schöne Übersicht entsteht. […] Und nicht dieses: „Oah, jetzt muss ich mir selbst eine

> Übersicht ausdenken, wie mache ich das hier am besten, mmh, wie mache ich das an der Tafel am besten?“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 22)

Den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen bewertet der Proband als „eher schädlich“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 54) und wenig hilfreich für seinen eigenen Unterricht. Als Grund werden potenzielle fachliche Fehler und fachsprachliche Mängel in Erklärvideos sowie das potenzielle Hervorrufen von Schüler*innenvorstellungen genannt. Zudem gibt er an, dass es ihm im Unterricht ein „Bein stellen“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 28) kann, wenn die Erklärung im Video von seiner eigenen Erklärung abweicht: „Wenn du das hier einmal erklärt bekommen hast und ich erkläre das anders und dann bist du auf einmal verwirrt von dem, was jetzt richtig ist“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 28). Zudem könne auch vom Probanden nicht näher definiertes „Pseudowissen“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 28) in Erklärvideos vermittelt werden.

Generell schätzt LAGm-S-14-HS die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube zwar nicht per se als niedrig ein. Er würde Schüler*innen aufgrund der genannten Mängel jedoch auch nicht uneingeschränkt empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren. Viel eher würde der Proband bei Verständnisschwierigkeiten seitens der Schüler*innen sagen: „Hey, ihr könnt im Buch nachschauen oder ihr gebt mir eine Woche Zeit, ich suche euch etwas raus, das kann ich euch mitgeben als Liste, dann könnt ihr euch da das genauer angucken“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 32). Als weitere Möglichkeit benennt er, dass er bei wiederholt auftretenden Verständnisschwierigkeiten eher ein Video im Unterricht zeigen würde, anstatt pauschal allen Lernenden zu empfehlen, Physik-Erklärvideos zum Klären von Fragen zu konsumieren. Bedingung ist jedoch, dass er weiß: „[…] da gibt es dieses eine Video, was super dazu ist“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 32). Allerdings vermutet er, dass er bei der Vielzahl an Klassen und verschiedenen Unterrichtsthemen nicht ad hoc passende Videos im Kopf haben wird.

Generell würde er ansonsten auch eher keine Erklärvideos im Physikunterricht einsetzen. LAGm-S-14-HS gibt in diesem Kontext an: „[…] ich würde das eher weniger vorziehen im Vergleich zu meiner eigenen Erklärung […] Das heißt, im Unterricht selbst würde ich es nicht häufig nutzen wollen“ (Pos. 16). Als Grund benennt er den hohen zeitlichen Aufwand bei der Auswahl passender Videos:

> Das ist auf jeden Fall dann schon locker eine Stunde weg und dann habe ich NUR Erklärvideos und dann muss ich den Rest der Station noch planen. Und das ist einfach ein sehr großer Zeitaufwand, wo ich nicht sicher bin, ob ich den aufbringen möchte? […] Das ist mir der Zeitaufwand nicht/ auch wenn ich ursprünglich denke: „Ah, ich nehme einfach ein Erklärvideo, spart Zeit.“ Ne, dann ja eigentlich nicht, das heißt, ich habe dann ja auch nichts gekonnt. […] Aber dann bin ich eher da und denke mir so: „Hah? Möchte ich es dafür wirklich nutzen?“ Da denke ich mir: „Ne, dann nicht.“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 18)

LAGm-S-14-HS kritisiert zudem, dass ein häufiger Einsatz von Physik-Erklärvideos die Bindung und das gegenseitige Vertrauen zwischen Lehrkraft und Schüler*innen beeinträchtigen könnte. Er äußert die Sorge, dass Schüler*innen, die aus dem Unterricht daran gewöhnt sind, bei Fragen Erklärvideos zu konsumieren, das Vertrauen in die Lehrkraft verlieren könnten. Dies würde dazu führen, dass sie bei Unklarheiten nicht mehr die Lehrkraft konsultieren, sondern stattdessen eigenständig Videos heraussuchen, was er als problematisch bewertet. Wie zuvor dargelegt, geht er davon aus, dass Physik-Erklärvideos potenziell Fehler beinhalten und Schüler*innenvorstellungen festigen können. Er kritisiert, dass er „schlussendlich derjenige [ist], der die ausbaden muss“ (LAGm-S-14-HS, Pos. 54).

Insgesamt lässt sich LAGm-S-14-HS als der Erklärvideo-Kritiker durch eine skeptische bis ablehnende Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos charakterisieren. Wenngleich einige Potenziale des Mediums thematisiert werden, überwiegen die wahrgenommenen Hürden und Problematiken. Diese betreffen nicht nur den Einsatz im Unterricht, sondern auch den privaten Konsum durch Schüler*innen, der als kritisch betrachtet wird. Die Bedenken des Probanden umfassen unter anderem fachliche und didaktische Aspekte, die dazu führen, dass Erklärvideos als ergänzendes Lehrmittel vermutlich nur in Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden würden.

*Typus: Die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen*

Die mit Abstand größte Gruppierung der Studie und somit der am häufigsten identifizierte Typ ist der bzw. die kritische Erklärvideo-Befürworter*in. In der vorliegenden Studie identifizierte kritische Erklärvideo-Befürworter*innen sind die Proband*innen LKm-1-GYM-HS, LKm-3-IGS-HS, LKw-2-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-7-GYM-HS, LKw-9-GES-HS sowie LAGm-S-1-HS, LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-4-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-13-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-16-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-22-HS und LAGm-S-23-HS. Im Folgenden werden die Merkmale dieses Typs dargestellt und teils mit exemplarischen Interviewzitaten veranschaulicht.

Grundlegend kennzeichnen sich die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen durch sowohl positive als auch negative Einstellungsfacetten bezüglich Physik-Erklärvideos. Proband*innen dieses Typs erkennen neben

Potenzialen auch Nachteile und Hürden des Mediums an, womit sie im Vergleich zum Typ der Erklärvideo-Enthusiast*innen keine uneingeschränkt positive Haltung vertreten. Ähnlich wie der Typ der Erklärvideo-Enthusiast*innen erachten auch die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen Physik-Erklärvideos als relevant für die heutigen Bildungskontexte. Die Relevanz wird unter anderem damit begründet, dass Erklärvideos für Schüler*innen, vor allem in den Naturwissenschaften, von Bedeutung sind und von Lernenden konsumiert werden:

> Und dadurch müssen wir uns denke auch zwangsläufig im Unterricht ein bisschen damit beschäftigen, weil es eben einfach zum Alltag dazugehört, dass, ja, von den Schülern und Schülerinnen das sich angeguckt wird, auch in der Freizeit. Und ja, deswegen glaube ich, kommt man da gar nicht drumherum, sich eben auch im Unterricht damit zu beschäftigen. (LAGm-S-7-HS, Pos. 12)

Für Inhalte des Physikunterrichts werden Erklärvideos ebenfalls als relevant erachtet, „aber eher so im Sinne als Ergänzung“ (LAGm-S-1-HS, Pos. 19). Dementsprechend sind die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen dem potenziellen Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht nicht abgeneigt oder nutzen diese bereits in ihrem eigenen Unterricht, wenn auch eher „PUNKTUELL“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 72) oder „diskontinuierlich, da, wo es gerade passt“ (LKm-1-GYM-HS, Pos. 10). Sie lassen sich nicht von persönlichen Vorlieben leiten: „Ich würde die jetzt nur, weil ICH sie persönlich nicht mag, nicht KOMPLETT aus dem Unterricht ausschließen“ (LAGw-S-15-HS, Pos. 16). Vielmehr treffen kritische Erklärvideo-Befürworter*innen Entscheidungen zum Einsatz auf Basis einer differenzierten Einschätzung.

Proband*innen des Typs der kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen erkennen kein Problem darin, wenn Schüler*innen privat Physik-Erklärvideos konsumieren. Im Gegensatz zum Typ der Erklärvideo-Enthu-

siast*innen würden sie jedoch keine uneingeschränkten Empfehlungen zum Konsum aussprechen und distanzieren sich zum Teil von jeweiligem Verhalten ihrer Kolleg*innen. Vorrangig aufgrund potenzieller fachlicher Mängel in Erklärvideos würden kritische Erklärvideo-Befürworter*innen dementsprechend lieber konkrete Videos oder Kanäle vorgeben:

> Das einzige AUSRUFEZEICHEN, das ich da sozusagen im Hinterkopf habe, sind eben die fachlichen Mängel, die in manchen Erklärvideos drin sind. Also ich meine, es kann halt jeder bei You-Tube irgendein Video hochladen […] Aber das ist was, wo ich wirklich Bedenken habe. Wo ich dann LIEBER den Kanal empfehle. (LKw-2-IGS-HS, Pos. 50)

Exemplarisch für Proband*innen des Typs kommt LAGm-S-21-HS zu folgender Konklusion: „Also dann, wenn man das auch wirklich auf gute Erklärvideos fokussiert bekommt, dann glaube ich, ist das eine gute Sache“ (Pos. 31). Wie sich dementsprechend andeutet, wird die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube von kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen nicht pauschal als hoch angenommen. Vielmehr lassen sich sowohl Videos hoher als auch niedriger Qualität im Internet finden: „Es gibt viele sehr gute Videos, die man durchaus einsetzen kann. Aber es gibt auch Videos, […] die ich nicht unbedingt empfehlen würde“ (LKm-6-IGS-HS, Pos. 30).

Generell sprechen kritische Erklärvideo-Befürworter*innen eine Vielzahl wahrgenommener Hürden an und begründen diese ausführlich. Proband*innen dieses Typs identifizieren Problematiken, die sowohl aus dem privaten Konsum von Erklärvideos als auch aus deren Einsatz im Physikunterricht sowie aus dem Medium selbst resultieren. Diese Problematiken wirken sich dabei zum Teil negativ auf das Lernen im Physikunterricht und/oder generell nachhaltige Lernprozesse von Schüler*innen aus:

> […] wenn Fakten kommen in einem Erklärvideo, die vielleicht ganz falsch erklärt werden oder vielleicht auch gar nicht professionell motiviert werden oder eben zu viel sind oder zu wenig sind, […] die dann die Schüler mit in meinen UNTERRICHT reinbringen, aber ich da im ersten Moment entweder nichts mit anfangen kann, beziehungsweise dann Begriffe benutze, die die Schüler gar nicht verstehen, weil sie eben sich nur darauf konzentriert haben, in dem Erklärvideo zu lernen. Und da sehe ich auf jeden Fall einen ganz klaren Nachteil, dass das eben teilweise unstimmig sein kann. (LAGm-S-12-HS, Pos. 30)

Dementsprechend sind kritische Erklärvideo-Befürworter*innen nicht per se davon überzeugt, dass Physik-Erklärvideos nachhaltiges Verständnis vermitteln können. Sie ziehen in Betracht, dass Physik-Erklärvideos das Entstehen von Verstehensillusionen begünstigen können.

Dennoch sehen kritische Erklärvideo-Befürworter*innen auch eine Vielzahl an Potenzialen, die sie sowohl mit dem Einsatz von Physik-Erklärvideos als auch mit dem Medium allgemein verknüpfen. Für Proband*innen dieses Typs bestehen beispielsweise die Möglichkeiten, Erklärvideos gezielt und ausschnittweise im Physikunterricht einzusetzen, um problematische Videostellen zu umgehen. Kritische Erklärvideo-Befürworter*innen haben somit zum Teil pragmatische Strategien entwickelt, um einige der identifizierten Herausforderungen im Umgang mit Physik-Erklärvideos zu umgehen und gleichzeitig deren Potenziale für den Lernprozess der Schüler*innen zu nutzen. Gleichzeitig sind Physik-Erklärvideos für sie keine „Lösung für alles“ (LAGm-S-23-HS, Pos. 48). Zusammengefasst zeichnet sich dieser Typ durch eine kritisch-reflektierte und zugleich offene Haltung gegenüber dem Medium aus, die sowohl Chancen als auch Herausforderungen berücksichtigt.

Kontrastfall: Der ambivalente Pragmatiker

Die Ausprägungen im Merkmalsraum des ambivalenten Pragmatikers wurden in der Befragung bei einem Probanden identifiziert. In der vorliegenden Studie handelt es sich bei dem ambivalenten Pragmatiker um den Probanden LKm-5-GYM-HS. Anhand einer fokussierten Fallzusammenfassung werden im Folgenden die Merkmalsausprägungen im Merkmalsraum dieses Kontrastfalls dargestellt.

Der ambivalente Pragmatiker zeichnet sich, wie der Name bereits andeutet, durch eine ambivalente Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos aus. Seine Argumentationen sind zum Teil gegensätzlich, indem er sich vorbehaltlos positiv bezüglich Physik-Erklärvideos äußert, wobei bestimmte Sachverhalte überschwänglich gelobt und mögliche Herausforderungen nicht thematisiert werden. Gleichzeitig zeigt er eine deutlich ablehnende Haltung bezüglich Physik-Erklärvideos und generell digitalen Medien, wenngleich er dennoch aus eher pragmatischen Gründen häufig Erklärvideos im Physikunterricht einsetzt. Somit wechselt der ambivalente Pragmatiker bezogen auf die erfassten Einstellungsfacetten zwischen verschiedenen Polen.

Ähnlich wie der Kontrastfall des Erklärvideo-Kritikers sieht auch der Proband LKm-5-GYM-HS bezogen auf den eigenen Unterricht eine eher geringe Relevanz in Physik-Erklärvideos, schreibt diesem Medium im Zuge des fortschreitenden Lehrkräftemangels jedoch große Relevanz zu. LKm-5-GYM-HS beschreibt seinen Unterricht als „old style“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 18) und fügt hinzu: „Also dieses Lernen am Modell. Zu sagen: ‚Wir machen das gemeinsam. Wir machen ein schönes Experiment und dann schreiben wir es uns gut auf. Wir machen handschriftliche Skizzen.‘ Das ist mein Ding. Deswegen sind diese Erklärvideos für MEINEN Unterricht NICHT so relevant“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 18). Gleichzeitig

bezeichnete er Erklärvideos zuvor als „fast täglich Brot des Unterrichts“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 2). Personen, die (Physik-)Erklärvideos produzieren oder zu diesem Thema forschen, rät er jedoch, selbst lieber an die Schule zu gehen und zu unterrichten: „[…] Das wäre ein RIESEN Beitrag für unsere Gesellschaft. Dann muss auch kein so ein Zeug passieren, dass man noch eine Stunde mehr Unterricht macht, dass es in der Exceltabelle wieder passt“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 76).

Wenngleich LKm-5-GYM-HS Erklärvideos für den eigenen Physikunterricht als „nicht hochgradig relevant“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 18) einstuft, setzt er diese dennoch ein. Als Grund werden von ihm unter anderem wahrgenommene äußere Erwartungshaltungen benannt: „Ich setze [sie] natürlich ein, auch weil das natürlich erwartet wird von einer JUNGEN, relativ jungen, ich bin ja nicht mehr so jung, aber relativ jungen Lehrkraft, dass halt jedes bisschen Methode gemacht wird“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 18). Vorteile für Lernende, die er mit dem Einsatz von Physik-Erklärvideos verknüpft, werden kaum thematisiert. Zwar werden Visualisierungen in Physik-Erklärvideos im Vergleich zum Tafelbild der Lehrkraft als „überragend“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 46) bezeichnet. Gleichzeitig gibt er jedoch auch an, dass sich Vorteile aus Erklärvideos vor allem beim Lernen zu Hause ergeben.

Im Kontext des eigenen Physikunterrichts berichtet er mehrfach vom Erklärvideo-Einsatz. Neben dem Abzeichnen eines Tafelbilds aus einem Erklärvideo setzt er dieses Medium auch als Platzhalter ein oder hält es als Reserve bereit. Konkrete Ziele scheint LKm-5-GYM-HS dabei nicht immer zu verfolgen:

> Ein echtes Experiment mache ich relativ wenig mit Erklärvideos oder mit Videos im Physikunterricht. Wobei wenig in meinem Kontext vielleicht heißt so zwei-, drei-, viermal die Woche, dass ich ein Erklärvideo zeige oder nutze. Wobei ich das dann eben NICHT nutze,

> um darauf meinen Unterricht auch aufzubauen, sondern ich nutze das so als zusätzliche Reserve, die ich dann einfach mal zeige. (LKm-5-GYM-HS, Pos. 10)

Im weiteren Verlauf des Interviews erläutert er:

> Das heißt, dann ist es manchmal so: Ich habe 45 Minuten Unterricht gemacht, denke mir so: „Naja, was machst du jetzt noch?“ Ach keine Ahnung. Dann zeig ich hier ein Erklärvideo. PERFEKT, ein Lückenfüller. In den sieben Minuten renne ich ins Lehrerzimmer, ziehe noch eine Kopie und mache dann weiter (lachend). So mache ich es gerade. (LKm-5-GYM-HS, Pos. 54)

Kurz darauf kritisiert LKm-5-GYM-HS, dass im schulischen Kontext nicht untersucht wird, ob der Einsatz von iPads im Unterricht überhaupt gesund sei und berichtet, dass der Konsum digitaler Medien „nachgewiesenermaßen tendenziell eher schädlich für die Schüler“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 54) sei. Er fügt hinzu: „Aber es wird trotzdem gemacht. Und es wird MILLIONEN zusätzliche Tote fordern, zeigen die Studien jetzt schon. Aber es wird nicht hingeguckt, weil die Lobby der Digitalisierung, die ist riesig“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 54).

Dass Schüler*innen zu Hause Physik-Erklärvideos konsumieren, bewertet LKm-5-GYM-HS uneingeschränkt als positiv: „[…] wenn die zu Hause Erklärvideos angucken, ich kann das wirklich NUR in den HÖCHSTEN Tönen LOBEN. Find ich spitze. […] wenn jemand zu Hause ist und es nicht verstanden hat und sich ein gutes Erklärvideo raussucht, Halleluja, na ist doch perfekt“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 24). Inwiefern LKm-5-GYM-HS es Schüler*innen selbst empfehlen würde, Physik-Erklärvideos zu konsumieren, ist unklar. Zwar hält der Proband es anfänglich „vielleicht [für] eine gute Idee“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 26), Schüler*innen, die etwas im Physikunterricht nicht verstanden haben, zu empfehlen, Erklärvideos zu konsumieren. Anschließend erörterte er jedoch, welche poten-

ziellen Probleme er dabei sieht: „Und dann gelingt den Schülern schon kaum noch, den Transfer zu kriegen. […] Das ist so die Herausforderung von den Erklärvideos, weil jeder macht es ja doch ein bisschen anders […] GERADE bei den jüngeren Schülern und den nicht so leistungsstarken Schülern ist der Transfer von einem auf das nächste dann doch bisschen schwieriger“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 26).

Zur Qualität von vor allem alten Physik-Erklärvideos äußert sich LKm-5-GYM-HS an mehreren Stellen des Interviews positiv. Gleichzeitig spielt die Qualität für ihn eine eher nebensächliche Rolle: „Naja, die Frage ist für mich gar nicht so sehr, ob die Erklärvideos eine hohe Qualität haben, sondern die Frage ist, was man damit macht“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 14). Für ihn geht es, wie er weiter erläutert, vielmehr um den Eindruck, den ein Video erzeugen kann. Er kommt zu dem Schluss: „Viele Videos finde ich/ sind sehr gut gemacht. Auf der anderen Seite sage ich halt, die Qualität ist nur das eine“ (LKm-5-GYM-HS, Pos. 14). Dass für LKm-5-GYM-HS vor allem von Bedeutung ist, wie und wozu Erklärvideos eingesetzt werden, steht im Kontrast dazu, dass er dieses Medium selbst unter anderem lediglich als Reserve und „Lückenfüller“ (Pos. 54) einsetzt und somit nicht zwangsläufig konkrete Ziele verfolgt.

Insgesamt zeigt der ambivalente Pragmatiker LKm-5-GYM-HS eine widersprüchliche Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos. Einerseits äußert er sich an manchen Stellen des Interviews kritiklos und gänzlich positiv zu diesem Medium und lobt Physik-Erklärvideos, insbesondere für den Einsatz beim Lernen zu Hause oder zur Visualisierung von Aspekten im Unterricht. Andererseits gibt er an anderer Stelle an, in digitalen Medien eine dystopische Bedrohung für die Gesellschaft zu sehen und zeigt eine ablehnende Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos. LKm-5-GYM-HS sieht in diesem Medium kaum eine Relevanz für den eigenen Physikunterricht, setzt Erklärvideos jedoch aus pragmatischen Gründen und einer

wahrgenommenen äußeren Erwartungshaltung regelmäßig ein. Seine Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos bleibt somit abhängig vom Kontext widersprüchlich.

14 Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie zusammengefasst und diskutiert. Dazu werden zunächst die Ergebnisse der inhaltlich strukturierenden und evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse (Kapitel 12) und anschließend der Typenbildung (Kapitel 13), als weiterführender Auswertungsprozess eben dieser Ergebnisse, diskutiert.

14.1 Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse

Die folgende Ergebnisdiskussion erfolgt kategorienbasiert entlang der Forschungsfragen 2.1 bis 2.7. Insgesamt zeigt sich, dass einige der von den Proband*innen angesprochenen Aspekte in Bezug auf bestimmte Einstellungsfacetten nicht ausschließlich auf Physik-Erklärvideos bezogen wurden. So nahmen einige Befragte in ihren Antworten beispielsweise keine klare Unterscheidung zwischen Physik-Erklärvideos und Erklärvideos aus anderen Fachbereichen, wie etwa Mathematik, vor. Möglich ist einerseits, dass Erfahrungen mit Erklärvideos aus anderen Fachbereichen die Einstellung gegenüber diesem Medium im Fachbereich Physik mitbeeinflussen. Andererseits deutet sich an, dass Einstellungen gegenüber Erklärvideos möglicherweise nicht ausschließlich fachspezifisch verankert sind. Als Limitation der Studie ist daher zu benennen, dass anhand der vorliegenden Daten nicht immer eindeutig erkennbar ist, inwiefern die Ergebnisse tatsächlich physikspezifisch sind. In weiteren Studien wäre zu prüfen, inwiefern Einstellungen gegenüber Erklärvideos fachkulturübergreifend sind oder ob bestimmte Aspekte, und wenn ja, welche, fachkulturspezifisch betrachtet werden sollten.

Forschungsfrage 2.1: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zur Nutzung von Erklärvideos außerhalb der beruflichen Tätigkeit der befragten angehenden und praktizierenden Physiklehrkräfte

Bezüglich der Forschungsfrage zur privaten Nutzung von Erklärvideos außerhalb beruflicher Tätigkeiten zeigen die Daten, dass ein Teil der Proband*innen auch privat Erklärvideos konsumiert, beispielsweise, um sich über populärwissenschaftliche Themen zu informieren, oder um die eigenen Kinder bei der Nachhilfe zu unterstützen. Die Mehrheit der Proband*innen äußerte sich nicht zur privaten Nutzung von (Physik-)Erklärvideos. Offen bleibt hierbei, ob diese Personen tatsächlich privat keine Erklärvideos konsumieren, oder ob dies im Interview lediglich nicht von den Proband*innen angesprochen wurde. Drei Lehrkräfte gaben konkret an, privat keine Erklärvideos zu konsumieren. Möglich ist, dass diese Befragten nicht den Bedarf sehen, privat Erklärvideos zu nutzen, weil beispielsweise auf andere Medien zurückgegriffen wird. Die Daten zeigen, dass alle drei Proband*innen dem Typ der kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen zugeordnet werden konnten. Während zwei der Proband*innen Physik-Erklärvideos generell eine vergleichsweise eher geringere Relevanz zuschrieben, kennzeichnete sich die dritte Person dadurch, dass nahezu alle in der Studie identifizierten Hürden thematisiert wurden. Dementsprechend lässt sich interpretieren, dass Personen, die Physik-Erklärvideos eine eher geringe Relevanz zuschreiben und eine Vielzahl an Hürden sehen, privat vermutlich keine Erklärvideos konsumieren.

In Bezug auf die eigene Schul- und Studienzeit gab die Mehrheit der angehenden Physiklehrkräfte an, Erklärvideos genutzt und als hilfreich empfunden zu haben. Anhand der Aussagen der befragten Studierenden, die Physik-Erklärvideos in der Schulzeit als weniger hilfreich bewerteten, lässt sich erkennen, dass der Umgang der damaligen Lehrkräfte mit Physik-Erklärvideos Einfluss auf die Bewertung der Proband*innen hat:

Sowohl die didaktische Einbettung im Unterricht als auch die Wahl der Videos sind entscheidende Faktoren dafür, wie die Proband*innen den Einsatz von Erklärvideos im damaligen Unterricht retrospektiv bewerten.

Die Zielgruppe der praktizierenden Physiklehrkräfte äußerte sich hingegen nicht zum Konsum von Erklärvideos in der Schulzeit und nur zwei Lehrkräfte gaben an, im Studium auf Erklärvideos zurückgegriffen zu haben. Der Befund deutet darauf hin, dass dieses Medium für diese Zielgruppe in diesen Bildungsabschnitten weitgehend weniger von Relevanz war. Dies könnte auf das höhere Alter der praktizierenden Physiklehrkräfte zurückgeführt werden. Proband*innen dieser Zielgruppe waren zum Zeitpunkt des Interviews zwischen 33 und 60 Jahre alt und im Durchschnitt rund 46 Jahre alt (siehe Tabelle 26). Im Gegensatz zu den befragten Studierenden konnte zur damaligen Schul- und Studienzeit aufgrund des damals geringeren Stands der Digitalisierung je nach Proband*in generell nicht oder nur bedingt auf Erklärvideos zurückgegriffen werden.

Forschungsfrage 2.2: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zur von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften wahrgenommenen Relevanz von Physik-Erklärvideos für heutige Bildungskontexte

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Mehrheit der befragten Proband*innen (N_{ges} = 31) Physik-Erklärvideos als relevant für heutige Bildungskontexte einstuft. Besonders häufig wurde dabei die fortschreitende Digitalisierung als zentrales Argument angeführt. Mehrere Lehrkräfte und Studierende betonten in diesem Kontext die Notwendigkeit, den Bedürfnissen der heutigen Schüler*innengeneration durch den Einsatz von Erklärvideos gerecht zu werden. Darüber hinaus wurde diskutiert, dass Erklärvideos nicht nur im Physikunterricht, sondern auch in anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie im Sprachunterricht eine wichtige

Rolle spielen können. Die Ergebnisse legen die Interpretation nahe, dass die Auseinandersetzung mit und der Einsatz von Physik-Erklärvideos von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften (un)bewusst als gesellschaftliche Erwartung wahrgenommen werden. Explizit äußerte sich nur eine praktizierende Lehrkraft, der als „ambivalenter Pragmatiker“ bezeichnete Kontrastfall, zur wahrgenommenen äußeren Erwartungshaltung der Gesellschaft gegenüber vor allem jungen Lehrkräften.

Ein zentraler Befund der Studie ist der Einfluss der Covid-19-Pandemie auf die Wahrnehmung und Nutzung von Erklärvideos, insbesondere bei praktizierenden Physiklehrkräften. Vorangegangene Studien zeigen, dass die Bedingungen der Covid-19-Pandemie das Lehren und Lernen im Bildungssystem unter anderem durch den Einsatz von Erklärvideos progressiv verändert haben (Janschitz et al., 2022; Steinberg & Schmid, 2020; Voss & Wittwer, 2020). Dies zeigte sich auch in der vorliegenden Studie. Acht der elf praktizierenden Physiklehrkräfte thematisierten von sich aus die Pandemie und berichteten von einer verstärkten Nutzung von Erklärvideos im Distanzunterricht. Für einige Lehrkräfte etablierte sich der Einsatz im Physikunterricht insoweit, dass sie auch nach der Pandemie auf eine umfangreiche Sammlung von Erklärvideos zurückgreifen konnten. Dementsprechend zeigen die Ergebnisse, dass sich das Lehren und Lernen durch die Covid-19-Pandemie zumindest für einen Teil der Lehrkräfte nachhaltig verändert hat. Im Gegensatz dazu konnten keine eindeutigen Rückschlüsse darauf gezogen werden, inwiefern die Pandemie die Wahrnehmung von Studierenden gegenüber Erklärvideos beeinflusst hat. Da diese Zielgruppe im Vergleich zu den praktizierenden Physiklehrkräften bereits vor der Pandemie mehrheitlich auf Erklärvideos zurückgegriffen hat, lässt sich interpretieren, dass die Pandemiebedingungen somit keinen Auslöser für einen vermehrten Rückgriff auf dieses Medium darstellten.

Acht Proband*innen, darunter vier praktizierende Physiklehrkräfte, erachteten Erklärvideos als weniger relevant für den Physikunterricht. Allerdings wurde in den Interviews deutlich, dass sie Erklärvideos nicht grundsätzlich als irrelevant betrachteten. Vielmehr begründeten sie ihre Einschätzung mit pragmatischen Faktoren wie begrenzten zeitlichen Ressourcen für die Auswahl passender Videos oder persönlichen Präferenzen in der Unterrichtsgestaltung. Für Lehrkräfte in Sachsen-Anhalt, die bundesweit die geringste Teilzeitquote aufweisen, ist davon auszugehen, dass die generelle Arbeitsbelastung als (sehr) hoch empfunden wird (Rackler, 2023; Robert Bosch Stiftung, 2023). Auch deutschlandweit ist bei Lehrkräften mit einer allgemein als hoch empfundenen Arbeitsbelastung zu rechnen (Robert Bosch Stiftung, 2022). Dass einige Lehrkräfte nicht dazu bereit sind, zusätzliche Vorbereitungszeit für die Auswahl geeigneter Videos zu investieren, könnte daher unter anderem auf eine strukturelle Überlastung hinweisen. In der vorliegenden Studie wurde allerdings nicht erfasst, inwiefern die Befragten tatsächlich eine berufliche Überforderung wahrnehmen. Möglich ist, dass durch die Bereitstellung und den Austausch qualitativ hochwertiger Videos, beispielsweise innerhalb des Kollegiums, der Arbeitsaufwand reduziert und dadurch die Bereitschaft zum Einsatz dieses Mediums im Unterrichtskontext gesteigert werden könnte.

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen der wahrgenommenen Relevanz von Erklärvideos und deren tatsächlicher Nutzung im Unterricht ergab unterschiedliche Befunde für die beiden Zielgruppen. Ungeachtet der wahrgenommenen Relevanz von Physik-Erklärvideos gaben alle befragten praktizierenden Physiklehrkräfte an, bereits Erklärvideos in ihrem Unterricht eingesetzt zu haben. Dies trifft auch auf den als „ambivalenten Pragmatiker“ bezeichneten Probanden zu, der die Relevanz von Erklärvideos für den eigenen Physikunterricht als gering einschätzte und selbst einen eher wenig digitalen Schulunterricht favorisierte. Es deutet sich somit

an, dass ungeachtet persönlicher Präferenzen in der Unterrichtsgestaltung und der wahrgenommenen Relevanz von Erklärvideos für den eigenen Unterricht pragmatische Entscheidungen dazu führen können, dass dennoch Erklärvideos eingesetzt werden.

Bei den angehenden Physiklehrkräften zeigte sich hingegen ein differenzierteres Bild. Einige Studierende schätzten Physik-Erklärvideos zwar als relevant ein, äußerten jedoch Unsicherheit, inwiefern sie dieses Medium tatsächlich im späteren Physikunterricht einsetzen würden. Einige dieser Studierenden würden es bevorzugen, die Erklärfunktion selbst zu übernehmen, anstatt auf Videos zurückzugreifen. Andere Studierende bewerteten Erklärvideos zwar als grundsätzlich relevant, sahen jedoch prospektiv aufgrund des Mangels an zeitlichen Ressourcen (noch) keine realistische Möglichkeit, sie in ihren Unterricht zu integrieren. Dementsprechend ist für einen Teil der befragten angehenden Physiklehrkräfte keine Aussage möglich, inwiefern Erklärvideos tatsächlich im Physikunterricht eingesetzt werden würden.

Forschungsfrage 2.3: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zu den von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften thematisierten Potenzialen von Physik-Erklärvideos

Insgesamt thematisierten die Befragten eine Vielzahl unterschiedlicher Potenziale von Physik-Erklärvideos, die sich sowohl auf Lernprozesse von Lernenden als auch auf Lehrkräfte und deren unterrichtliche Praxis bezogen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Vermittlung von Fachwissen durch Physik-Erklärvideos sowie die Möglichkeit zum eigenständigen Lernen und Nachholen von Unterrichtsinhalten mittels Erklärvideos von der Mehrheit der Befragten ($N_{ges} = 25$) als relevante Potenziale diskutiert wurden. Der wahrgenommene Mehrwert entspricht dabei dem grundlegenden

Ziel von Erklärvideos nach Wolf (2015), einen Sachverhalt zu erläutern und dadurch Lernprozesse anzustoßen.

Zugleich wurde deutlich, dass Physik-Erklärvideos zunehmend auch als Mittel zur Förderung von Motivation und Interesse wahrgenommen und genutzt werden und somit für die Befragten nicht nur der Wissensvermittlung dienen. Dementsprechend sahen einige der Befragten in Physik-Erklärvideos nicht nur eine Informationsquelle, sondern auch ein Motivationsinstrument. In den Aussagen einer angehenden Physiklehrkraft, LAGm-S-14-HS, deutete sich an, dass Potenziale von Erklärvideos vordergründig im Aufbau einer positiven Grundeinstellung zu Physik verortet werden, wobei die Vermittlung detaillierter fachlicher Inhalte in den Hintergrund rückt. Inwiefern sich dadurch potenziell Probleme in der Unterrichtspraxis ergeben könnten, etwa aufgrund einer Diskrepanz zwischen dem anfänglich durch die Komplexitätsreduktion geweckten Interesse und der späteren Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Inhalten, wurde allerdings nicht näher thematisiert. Die Ergebnisse zeigten weiterhin, dass das von einigen Proband*innen beschriebene Wecken von Interesse vor allem dem ersten Schritt der Interessenstheorie nach Krapp et al. (2014) entsprach. In diesem Schritt geht es darum, in einer konkreten Lernsituation zunächst situationales Interesse zu wecken. In weiteren Studien ist zu untersuchen, inwiefern das von Lehrkräften intendierte Ziel, die Motivation der Schüler*innen zu fördern und Interesse für ein Thema zu wecken, tatsächlich mittels des Zeigens spezieller Videos erreicht werden kann. Insgesamt ist jedoch zu berücksichtigen, dass die alleinige Betrachtung des Einsatzes oder Nichteinsatzes von digitalen Medien im Unterricht zur Förderung von Motivation und Interesse nicht ausreicht. Vielmehr ist das Zusammenspiel der Voraussetzungen der Individuen, der jeweiligen Lernsituation und des eingesetzten Mediums zu betrachten.

Weiterhin wurden von den befragten Personen die Potenziale von Erklärvideos hervorgehoben, alternative Erkläransätze, aber auch kompakte und fokussierte Erklärungen zu liefern. Erstere würden es Lernenden ermöglichen, unterschiedliche Zugänge zu und Perspektiven auf einen Lerngegenstand zu erlangen. Die befragten angehenden Physiklehrkräfte berichteten diesbezüglich teils auch von eigenen positiven Erfahrungen in der Schulzeit. Einige Textstellen innerhalb der Subkategorie „Alternative Erklärung“ deuteten allerdings darauf hin, dass Proband*innen möglicherweise vereinfachte Auffassungen darüber vertreten, wie Lernprozesse ablaufen: Die Daten deuten an, dass einige (angehende) Lehrkräfte möglicherweise davon ausgehen, dass eine höhere Anzahl an verschiedenen Erkläransätzen die Chance erhöhen kann, dass ein Sachverhalt verstanden wird. Ebenso ist jedoch auch möglich, dass die Auffassung vertreten wird, dass pauschal Quantität, also die Anzahl angebotener Erklärungen, zu besserem Lernerfolg führt. Die Rekonstruktion von Sichtweisen der Proband*innen auf Lernprozesse sowie eine Gegenüberstellung dieser mit Einstellungen der Befragten bezüglich Physik-Erklärvideos stellt einen interessanten Untersuchungsansatz für Folgestudien dar.

Die befragten angehenden und praktizierenden Physiklehrkräfte sprachen vermehrt die Möglichkeit an, physikalische Aspekte mittels Erklärvideos darstellen oder veranschaulichen zu können. Hervorgehoben wurden vor allem jene, die unter anderem mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind oder generell in der Schule nicht veranschaulicht werden können. Sowohl für einige Erklärvideo-Enthusiast*innen als auch für einige der kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen sind Erklärvideos somit essenziell für den Lernprozess, da laut den Befragten bestimmte Sachverhalte nur mittels dieses Mediums visualisiert werden können. Dementsprechend zeigen die Daten, dass Physik-Erklärvideos für einen Teil der Befragten den traditionellen Physikunterricht neu gestalten, indem sie Visualisierungen physika-

lischer Phänomene ermöglichen, die mit schulischem Experimentiermaterial entweder gar nicht oder nur unzureichend dargestellt werden können.

Ein weiteres Potenzial, das von den Befragten im Kontext von Physik-Erklärvideos thematisiert wurde, ist die „geringe Hemmschwelle“, Erklärvideos zu konsumieren. Wenngleich das Potenzial nicht von der Mehrheit der Befragten thematisiert wurde, deutet die Tatsache, dass ein Drittel der Studierenden unabhängig voneinander ähnlich argumentierte, darauf hin, dass dem identifizierten Aspekt eine gewisse Bedeutung zuzumessen ist. Möglich ist, dass vor allem Studierende das Potenzial aufgegriffen haben, da dieser Zielgruppe Hemmungen, etwas nachzufragen, aus der eigenen Schul- oder Studienzeit eher präsenter sind als den befragten Lehrkräften. Einige Studierende argumentierten dementsprechend konkret auf Basis eigener Erfahrungen. Inwiefern der Rückgriff von Lernenden auf Physik-Erklärvideos tatsächlich aus dem genannten Grund erfolgt, wurde bislang jedoch noch nicht empirisch untersucht.

Dass die befragten Physik-Lehramtsstudierenden deutlich häufiger als die befragten Physiklehrkräfte Potenziale ansprachen, die in Verbindung mit der Produktion von Erklärvideos assoziiert wurden, kann möglicherweise mit der von den Studierenden besuchten Lehrveranstaltung (Hahn, 2023) begründet werden. Dort wurden neben der eigenen Produktion eines Erklärvideos ebenfalls technische Möglichkeiten zur Erklärvideoproduktion mit Schüler*innen praktisch erprobt. Möglich ist, dass dadurch Denkprozesse bei den Studierenden angestoßen wurden, sich näher mit der Erklärvideoproduktion im schulischen Kontext auseinanderzusetzen. Da Studien (Gitter, 2019; Graul et al., 2022; Wieczorek & Fehrmann, 2022) vermehrt auf Vorteile der Produktion von Erklärvideos mit und durch Schüler*innen aufmerksam machen, unterstreichen die Ergebnisse dieser Untersuchung die Relevanz, angehende Lehrkräfte für diese Potenziale zu sensibilisieren

und entsprechende medien- sowie fachdidaktische Kompetenzen in der Lehramtsbildung zu vermitteln.

Neben den beschriebenen Potenzialen von Physik-Erklärvideos für Lernende wurden in den Interviews beider Zielgruppen auch Vorteile für Lehrkräfte selbst thematisiert. Sowohl angehende als auch praktizierende Physiklehrkräfte berichteten, in Erklärvideos nicht nur ein Mittel zur Unterstützung von Lernprozessen zu sehen, sondern auch eine Möglichkeit zur eigenen Unterrichtsvorbereitung und Entlastung im Unterrichtsalltag. Wie die Daten zeigen, sahen vor allem angehende Physiklehrkräfte in Erklärvideos das Potenzial, sich selbst fachlich auf Unterrichtsthemen vorzubereiten oder Ideen zur Motivierung bestimmter Unterrichtsthemen sowie Ideen für Erkläransätze zu erlangen. Praktizierende Lehrkräfte thematisierten genannte Aspekte kaum, was darauf hindeuten könnte, dass sie aufgrund ihrer Unterrichtserfahrung weniger Bedarf haben, fachliches Wissen aufzufrischen oder alternative Erklärstrategien zu recherchieren. Möglich erscheint jedoch auch, dass praktizierende Physiklehrkräfte diese Art der Wissens-aneignung im Gegensatz zu den angehenden Physiklehrkräften weniger habitualisiert haben.

Von den Proband*innen beider Zielgruppen wurde thematisiert, dass Erklärvideos Ressourcen sparen können, indem sie, anders als die Lehrkraft, jederzeit zur Verfügung stehen, um Fragen von Schüler*innen zu beantworten. Auch das Erstellen von Tafelbildern könne entfallen, wenn entsprechende Visualisierungen aus Videos übernommen werden. Zudem sprachen die Befragten an, dass Erklärvideos einen Selbstschutz darstellen können, etwa wenn man sich als Lehrkraft bei der Erklärung bestimmter Themen unsicher fühle und diese lieber auslagern würde. Weitere als Entlastung der Lehrkraft empfundene Aspekte betrafen den Einsatz in spontanen Vertretungsstunden oder die Zeitersparnis in der Unterrichtsvorbereitung. Unabhängig voneinander wurde zudem in mehreren Interviews

beider Zielgruppen thematisiert, dass Erklärvideos Lehrkräften im Unterricht die Möglichkeit verschaffen, kurz durchzuatmen oder sich zu sammeln. Insgesamt beschrieben angehende und praktizierende Physiklehrkräfte Physik-Erklärvideos somit nicht nur als Hilfsmittel zur Unterstützung von Lernprozessen, sondern ebenfalls als Ressource, um sich selbst zu entlasten. Der Rückgriff auf Erklärvideos kann demnach auf Basis der angesprochenen Potenziale ebenfalls als Strategie von Lehrkräften interpretiert werden, den Anforderungen im Schulalltag, aber auch den fachlichen Anforderungen des Fachs Physik gerecht zu werden. Angesichts der von Lehrkräften als hoch wahrgenommenen Arbeitsbelastung (Robert Bosch Stiftung, 2022) können Erklärvideos somit eine punktuelle Entlastung bieten, sofern ihre Auswahl lediglich geringe zusätzliche Vorbereitungszeit erfordert.

*Forschungsfrage 2.4: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zu Sichtweisen von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften auf den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen*

Die Daten zeigen, dass die Proband*innen beider Zielgruppen den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen überwiegend positiv gegenüberstehen. Ebenso würde die Mehrheit der Befragten Empfehlungen zum Erklärvideo-Konsum aussprechen, allerdings überwiegend mit der Einschränkung, dass konkrete Inhalte vorgegeben werden. Die Ergebnisse der Studie bestätigen im Rahmen einer größeren Stichprobe und zudem auch für die Zielgruppe angehender Physiklehrkräfte den von Labude et al. (2024) identifizierten Befund, dass Lehrkräfte ein Risiko darin sehen, wenn Schüler*innen selbstständig Erklärvideos auswählen. Dass hierbei vor allem die Fülle an Erklärvideos eine mögliche Überforderung für Schüler*innen darstellt, äußerte im Gegensatz zu den Ergeb-

nissen von Labude et al. (2024) allerdings nur eine Lehrkraft. Vielmehr sprachen die Proband*innen der vorliegenden Studie zwei Problematiken an, die zum Teil bereits in vorangegangenen Studien prognostiziert wurden: zum einen potenzielle fachliche Fehler in Erklärvideos, die von Schüler*innen nicht erkannt werden (Eichhorn et al., 2019; Krey & Rabe, 2021; Labude et al., 2024) und zum anderen der potenzielle Konflikt, der entsteht, wenn die Erkläransätze der Videos von denen der jeweiligen Lehrkraft abweichen. Aufgrund dessen würden die Befragten mehrheitlich dazu tendieren, konkrete Erklärvideos, Kanäle oder Lernplattformen vorzugeben, statt Lernende selbstständig eine Auswahl treffen zu lassen. Die Ergebnisse der Studie stehen im Einklang mit der von Kulgemeyer (2018b) geäußerten Forderung, Schüler*innen bei der Auswahl passender Videos nicht allein zu lassen.

Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse jedoch auf, dass die Empfehlung zum Konsum von Physik-Erklärvideos für Lehrkräfte mehrheitlich mit einer zusätzlichen zeitlichen Belastung verbunden ist. Die Auswahl geeigneter Lehr- und Lernformate erfordert dabei Kenntnisse über Qualitätskriterien effektiver Erklärvideos. Dementsprechend sollten, wie bereits von Labude et al. (2024) gefordert, nicht nur Schüler*innen, sondern auch (angehende) Lehrkräfte darin geschult werden, passende Erklärvideos identifizieren und kriteriengeleitete Einschätzungen zur (fachdidaktischen) Qualität vornehmen zu können. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der ersten Teilstudie der vorliegenden Arbeit (siehe Forschungsschwerpunkt I) ist jedoch festzuhalten, dass die Analyse von Erklärvideos ein sehr zeitaufwendiges Verfahren darstellt. Wie in Kapitel 7.2 vorgeschlagen, sollte weitere Forschung darauf fokussieren, zu untersuchen, wie Lehrkräfte effizient bei der Auswahl von Erklärvideos unterstützt werden können. Wenngleich Unterstützungsmöglichkeiten durch künstliche Intelligenz noch wenig unter-

sucht und entwickelt sind, so besteht die Hoffnung, dass die Forschung in dem Kontext in den kommenden Jahren deutlich voranschreiten wird.

Das Gespräch mit speziell einer Lehrkraft (LKm-8-SEK-HS), die zum Zeitpunkt des Interviews an einer Sekundarschule unterrichtete, deutet darauf hin, dass auch die Lernmotivation der Schüler*innen die Sichtweise von Lehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos beeinflussen kann. LKm-8-SEK-HS berichtete von einer generell geringen Motivation seiner Schüler*innen, sich sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unterrichts mit Fachinhalten auseinanderzusetzen. Generell würde er es allen Schüler*innen empfehlen, (Physik-)Erklärvideos zu konsumieren, ohne dass mögliche damit einhergehende Problematiken, wie potenzielle fachliche Fehler, angesprochen wurden. LKm-8-SEK-HS ging jedoch davon aus, dass Schüler*innen privat keine Erklärvideos konsumieren. Möglich ist, dass Lehrkräfte, die Schüler*innen mit geringer Lernmotivation unterrichten, potenzielle fachliche Fehler in Erklärvideos weniger stark problematisieren als andere. So betrachtete es LKm-8-SEK-HS beispielsweise generell als Zugewinn, wenn sich Schüler*innen überhaupt mit Physik beschäftigen.

Forschungsfrage 2.5: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zur von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften eingeschätzten Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube

Die Einschätzung der Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube variierte zwischen den Befragten. Entgegen bisheriger Forschungsergebnisse zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube (Eichhorn et al., 2019; Krey & Rabe, 2021; Wolf & Kulgemeyer, 2016) und auch entgegen den Ergebnissen der vorliegenden Studie (siehe Forschungsschwerpunkt I) schätzten elf Proband*innen, darunter mehr als die Hälfte der praktizie-

renden Lehrkräfte, die Qualität insgesamt als hoch ein. Während einige dieser Personen dennoch auf Qualitätsunterschiede hinwiesen, die Qualität jedoch insgesamt als hoch bewerteten, äußerten andere, dass bei Physik-Erklärvideos auf YouTube pauschal von hoher Qualität ausgegangen werden kann. Vor dem Hintergrund genannter Forschungsergebnisse erscheint es wenig plausibel, dass diese Lehrkräfte bei der Auswahl von Videos zufällig lediglich auf Videos hoher Qualität gestoßen sind. Möglich ist, dass die Befragten generell andere Anforderungen an die Qualität stellen. Nach welchen Kriterien die Einschätzung der Qualität vorgenommen werden soll, wurde im Interview nicht vorgegeben.

Die Mehrheit der Befragten äußerte sich differenziert zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube und schätzte ein, dass es sowohl (sehr) gute als auch (sehr) schlechte Videos gibt. In diesem Kontext wurden häufig, vor allem von den befragten angehenden Physiklehrkräften, potenzielle fachliche Fehler und der Umgang mit Schüler*innenvorstellungen thematisiert. Es ist daher anzunehmen, dass diese Aspekte für die Befragten bei der Einschätzung der Qualität von besonderer Bedeutung sind.

Die kritischere Beurteilung der befragten angehenden Physiklehrkräfte im Vergleich zu den praktizierenden Physiklehrkräften, insbesondere gegenüber dem YouTube-Erklärvideo-Anbieter „simpleclub“, könnte darauf zurückgeführt werden, dass diese Zielgruppe durch die zuvor besuchte Lehrveranstaltung (Hahn, 2023) für potenzielle Probleme sensibilisiert wurde. In dieser wurden unter anderem Schwierigkeiten speziell im Zusammenhang mit Inhalten der Erklärvideos der YouTube-Kanäle von „simpleclub“ thematisiert. Die Ergebnisse der Interviewbefragung zeigen, dass von einigen der praktizierenden Physiklehrkräfte jedoch vor allem etablierte Erklärvideo-Kanäle wie „Lehrerschmidt“ und „simpleclub“ als qualitativ hochwertig angenommen werden. Worauf sich die Befragten bei der Einschätzung berufen, kann anhand der Daten nicht beantwortet

werden. Möglich ist, dass Lehrkräfte ähnlich wie Schüler*innen populären Erklärvideokanälen pauschal eine höhere Qualität zuschreiben (Mohamed & Shoufan, 2022).

Die Beantwortung der Frage, nach welchen Kriterien Physiklehrkräfte bei der Auswahl von Erklärvideos vorgehen und warum, stellt einen interessanten Schwerpunkt für Folgestudien dar. Wie eingangs erwähnt und auch von Labude et al. (2024) betont, ist es sinnvoll, (angehende) Lehrkräfte bereits im Studium oder in Weiterbildungen für den Umgang mit Erklärvideos zu sensibilisieren und auf mögliche Problematiken vorzubereiten, um möglicherweise unreflektierten Auswahlprozessen entgegenzuwirken.

Forschungsfrage 2.6: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zum Umfang des (potenziellen) Einsatzes und zur (potenziellen) Einsatzmethodik von Physik-Erklärvideos der angehenden und praktizierenden Physiklehrkräfte

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass angehende Physiklehrkräfte den späteren Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht mehrheitlich in Betracht ziehen. Einige der Proband*innen dieser Zielgruppen äußerten jedoch Unsicherheit darüber, inwiefern sie dieses Medium später einsetzen würden und zwei Proband*innen würden generell keine Erklärvideos im späteren Physikunterricht einsetzen. Auch praktizierende Physiklehrkräfte stehen dem Einsatz offen gegenüber. Alle befragten Proband*innen dieser Zielgruppe gaben an, Physik-Erklärvideos bereits (mehrfach) eingesetzt zu haben und einige gaben konkret an, auch zukünftig mit Erklärvideos im Unterrichtskontext arbeiten zu wollen. Fast die Hälfte der befragten Lehrkräfte gab darüber hinaus an, Erklärvideos auch in anderen Unterrichtsfächern, konkret Mathematik und Astronomie, einzusetzen. Die Nennung genau dieser Unterrichtsfächer lässt sich anhand der im begleitenden

Kurzfragebogen erfassten Daten erklären: Bis auf eine Ausnahme unterrichten alle Befragten zum Zeitpunkt des Interviews neben Physik auch Mathematik. Drei Personen unterrichten neben Physik und Mathematik zusätzlich Astronomie. Wie in Kapitel 2.2.2 unter anderem anhand empirischer Studien (mpfs, 2020b, 2020a, 2021) dargelegt, ist die Nutzung der Videoplattform YouTube für schulische Zwecke unter Schüler*innen etabliert. Die Daten der vorliegenden Studie deuten darauf hin, dass sich auch der Einsatz von Erklärvideos durch Lehrkräfte im (Physik-)Unterricht zunehmend etabliert und in der Unterrichtspraxis verankert hat.

Retrospektiv erscheint es allerdings zielführender, die Häufigkeit des Einsatzes von Erklärvideos im Physikunterricht quantifizierend in Form von Fragebogen-Items zu erfassen. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass alle befragten praktizierenden Physiklehrkräfte Erklärvideos bereits im Physikunterricht eingesetzt haben. Wie oft eine Person Erklärvideos jedoch tatsächlich einsetzt, kann anhand der Daten nicht für alle Proband*innen beantwortet werden. Einige schätzen die Frequenz des Einsatzes zwar als hoch oder als niedrig ein. Da es sich hier um subjektive Einschätzungen handelt, kann das, was eine Person beispielsweise als gelegentlichen Einsatz bewertet und was dementsprechend mit der Kategorie „Einsatz gelegentlich“ codiert wurde, nicht quantifiziert werden. Konkret zeigte sich dies an den Aussagen eines Probanden, welcher berichtete, Erklärvideos nach subjektivem Empfinden relativ selten einzusetzen. Im weiteren Verlauf konkretisierte er, dass „selten“ bis zu viermal die Woche bedeutet. Dementsprechend ist die Quantifizierung subjektiver Einschätzungen der Häufigkeit des Einsatzes als schwierig zu betrachten.

Die Ergebnisse der Interviewstudie zeigen weiterhin, dass angehende und praktizierende Physiklehrkräfte im Kontext des (potenziellen) Einsatzes von Erklärvideos im Physikunterricht gleichzeitig von damit verbundenen

Potenzialen berichten. Dies verdeutlicht, dass Einsatz und Potenziale für die Befragten teils untrennbar miteinander verbunden sind. Die Äußerungen der Proband*innen zum (potenziellen) Einsatz von Erklärvideos ließen sich in zwei Kategorien unterteilen. Zum einen wurde diskutiert, in welcher Unterrichtsphase Erklärvideos (potenziell) eingesetzt werden können und welche Funktion der Einsatz erfüllt. Zum anderen wurden konkrete Methoden und Ideen für den Einsatz benannt und erläutert. Besonders häufig wurde der Einsatz von Erklärvideos zur Zusammenfassung und Wiederholung thematisiert. Zudem erwähnte mehr als die Hälfte der Befragten, darunter vor allem praktizierende Physiklehrkräfte, das Ersetzen von Realexperimenten mittels Erklärvideos. Die Proband*innen sprachen in diesem Kontext an, Realexperimente zu ersetzen bzw. diese Option zu sehen, wenn die notwendigen Ressourcen zur Durchführung dieser in der Schule fehlten. Dementsprechend scheint die Verfügbarkeit von Experimentiermaterialien einen starken Einfluss auf die Wahl der eingesetzten Lehrmethoden zu haben. Zudem spielt auch die Selbstwirksamkeitserwartung einer Lehrkraft beim Experimentieren eine zentrale Rolle. Anhand der Aussagen einer Probandin ließ sich erkennen, dass Personen, die sich wenig Geschick beim Experimentieren zuschreiben, in diesem Kontext vermutlich eher auf Erklärvideos zurückgreifen werden.

Die Ergebnisse zur thematisierten Einsatzmethodik zum Lernen über Erklärvideos verdeutlichen, dass sowohl angehende als auch praktizierende Physiklehrkräfte ein Bewusstsein für die Notwendigkeit der Vermittlung von Medienkompetenz haben. Knapp die Hälfte der Befragten erachtete es als wichtig, Schüler*innen auf Schwächen von Erklärvideos hinzuweisen und sie zu befähigen, eigenständig qualitativ hochwertige Videos auswählen zu können. Eine Lehrkraft berichtete in diesem Kontext von konkreten von ihr umgesetzten Maßnahmen zur Förderung einer kritisch reflexiven Medienkompetenz. Bei den übrigen Proband*innen verblieb

die Vermittlung von Medienkompetenz auf der Ebene eines normativen Anspruchs. Im erweiterten Sinne des *Will-Skill-Tool*-Modells (siehe Kapitel 9.2) bildet dieser Anspruch als *Will*-Komponente eine zentrale Grundlage für die tatsächliche Integration von Erklärvideos in den Unterricht, um die Medienkompetenz der Schüler*innen zu fördern.

Möglich ist, dass einigen Befragten jedoch die Zeit fehlt, sich neben der Vermittlung von Fachkompetenzen auch der Vermittlung weiterer, wenn auch als notwendig erachteter Kompetenzen zu widmen. Um dem zu begegnen, erscheint der Ansatz vielversprechend, Unterrichtsmethoden zu entwickeln, die sowohl fachliche Kompetenzen als auch Medienkompetenz fördern (Eickelmann et al., 2024). Eine bereits von Kulgemeyer und Wolf (2016) vorgeschlagene Methode besteht darin, fachlich besonders schwache Erklärvideos auszuwählen, um gemeinsam mit den Lernenden am Ende einer Unterrichtseinheit deren Fehler zu identifizieren.

Insgesamt erkennen es angehende und praktizierende Physiklehrkräfte nicht als Möglichkeit an, Lehrkräfte uneingeschränkt durch Erklärvideos zu ersetzen. Die Vielzahl an angesprochenen Einsatzmethodiken zielt vorrangig darauf ab, Unterricht zu bereichern, eigene oder schulinterne Unzulänglichkeiten auszugleichen oder Schüler*innen generell im Lernprozess zu unterstützen. Die Ergebnisse der Studie deuten somit darauf hin, dass der Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht mehrheitlich bewusst und reflektiert erfolgt bzw. für die Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte erfolgen wird, wobei spezifische Ziele fokussiert und gezielt adressiert werden. Inwiefern die Auswahl an Erklärvideos seitens der Lehrenden jedoch tatsächlich dazu geeignet ist, nachhaltige Lernprozesse zu unterstützen, kann anhand der Studienergebnisse nicht beantwortet werden.

Forschungsfrage 2.7: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zu den von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften thematisierten Hürden bezüglich Physik-Erklärvideos

Alle Proband*innen thematisierten neben Potenzialen bezüglich Physik-Erklärvideos auch Hürden und Problematiken dieses Mediums. So wurde mehrheitlich die unzureichende Qualität mancher Videos bemängelt, wobei vorrangig fachliche Fehler oder Ungenauigkeiten sowie der Umgang mit Schüler*innenvorstellungen fokussiert wurden. Dass anteilsmäßig vor allem angehende Physiklehrkräfte auf genannte Aspekte eingingen, kann möglicherweise darauf zurückgeführt werden, dass diese Zielgruppe, wie bereits beschrieben, zuvor für potenzielle Mängel von Erklärvideos sensibilisiert wurde. Während einige wenige Studierende davon ausgingen, dass Schüler*innen Fehler in Videos erkennen können, bezweifelte dies ein Großteil der Proband*innen. Als Begründung wurde unter anderem benannt, dass Schüler*innen die Auswahl von Videos oft nach subjektiven Kriterien wie Klickzahlen oder Gestaltungselementen entscheiden würden, statt die fachliche Korrektheit zu bewerten. Frühere Forschungsergebnisse (Labude et al., 2024; Mohamed & Shoufan, 2022) bestätigen diese Annahme.

Von den Befragten, vor allem der Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte, wurde zudem thematisiert, dass fraglich ist, inwiefern Physik-Erklärvideos tatsächlich in der Lage sind, tiefgreifendes Verständnis zu vermitteln. Die Vermutung der Proband*innen deckt sich mit Erkenntnissen von Krey und Rabe (2024). In der Studie konnte identifiziert werden, dass Physik-Erklärvideos des YouTube-Kanals „Physik - simpleclub“ Verstehensillusionen begünstigen können, indem durch (Teil-)Zusammenfassungen und ungünstige Formulierungen das Verständnis eines Sachverhalts lediglich suggeriert wird. Die Bedenken der Proband*innen führten dazu,

dass viele den Erklärvideokonsum nur eingeschränkt oder unter Anleitung empfehlen würden.

Einige angehende Physiklehrkräfte äußerten zudem die Sorge, dass der Konsum von Erklärvideos einen negativen Einfluss auf die Bereitschaft der Lernenden haben könnte, fachlich korrekte Erläuterungen von Lehrkräften anzuerkennen, sofern fehlerhaften oder unpassenden Videoerklärungen größeres Vertrauen entgegengebracht wird. Welchen Einfluss Erklärvideos langfristig auf die Beziehung zwischen Lehrkräften und Schüler*innen ausüben können, ist bislang nicht erforscht. Eine eingangs angeführte Studie zeigt jedoch, dass Schüler*innen Erklärvideos bereits jetzt mehr Erklärkompetenz zuschreiben als Lehrkräften (Bitkom, 2025a). Zudem ist im Hinblick auf die Weiterentwicklung von künstlicher Intelligenz und *Large Language Models* wie ChatGPT anzunehmen, dass sich die Rolle von Lehrkräften mit zunehmender Digitalisierung der Gesellschaft weiter verändern wird (Neumann et al., 2024). So sind Lernende künftig möglicherweise für Erklärungen weder auf Lehrkräfte noch auf von Menschen produzierte Erklärvideos angewiesen.

Im Rahmen der ersten Teilstudie der vorliegenden Arbeit wurde deutlich, dass Physik-Erklärvideos auf YouTube fachliche und fachdidaktische Problematiken aufweisen, die nachhaltigen Lernprozessen potenziell entgegenwirken können. Die von den Befragten thematisierten Hürden in Verbindung mit Physik-Erklärvideos verdeutlichen, dass (angehende) Lehrkräfte die Herausforderungen im Umgang mit diesen Medien mehrheitlich erkennen. Daraus ergibt sich die Einsicht vieler Befragter, dass Physik-Erklärvideos nicht unreflektiert eingesetzt werden sollten. Die überwiegend angeleitete Empfehlung zum (potenziellen) Konsum von Erklärvideos zeigt, dass (angehende) Physiklehrkräfte ihre Verantwortung weitgehend wahrnehmen, diese Medien zu hinterfragen und deren (potenziellen) Einsatz im Unterricht gezielt zu steuern. Allerdings wurde im

Rahmen der Typenbildung auch deutlich, dass nicht alle (angehenden) Physiklehrkräfte den Konsum und den (potenziellen) Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht kritisch und reflektiert betrachten.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zu Emotionen von angehenden und praktizierenden Physiklehrkräften in Verbindung mit Physik-Erklärvideos

Etwa ein Drittel der Befragten berichtete, in Verbindung mit Physik-Erklärvideos positive oder negative Emotionen zu empfinden. So gaben einige an, dass der Konsum oder die Produktion von Erklärvideos mit angenehmen Gefühlen, wie Freude, verbunden ist. Negative Emotionen in Verbindung mit Erklärvideos variierten unter anderem zwischen Enttäuschung, Kränkung, Angst oder Genervtheit. Entgegen der zu Beginn der Studie formulierten Annahme deuten die Ergebnisse somit darauf hin, dass Einstellungen zu Physik-Erklärvideos auch affektiv verankert sein können.

Die Entscheidung, im Interviewleitfaden auf die kognitive und verhaltensbezogene Facette von Einstellungen zu fokussieren, basierte auf den Ergebnissen der Pilotierung. Diese umfasste drei Einzelinterviews und zwei Gruppendiskussionen sowie jeweils einen begleitenden Kurzfragebogen, in dem eine Frage zu Assoziationen mit Physik-Erklärvideos gestellt wurde. In keinem dieser Kontexte wurden Emotionen von den Teilnehmenden angesprochen. Auf dieser Grundlage wurde ursprünglich angenommen, dass Physik-Erklärvideos weniger stark affektiv verankert sind und Emotionen keine zentrale Rolle in der Wahrnehmung und Bewertung dieses Mediums spielen. Die Ergebnisse der Hauptstudie widersprechen jedoch dieser Annahme und legen nahe, dass Emotionen in diesem Kontext durchaus relevant sein können. Es ist möglich, dass die in der

Pilotierung gestellten Fragen nicht ausreichend darauf ausgerichtet waren, affektive Aspekte gezielt zu erfassen. Ebenso möglich, jedoch weniger wahrscheinlich, ist, dass die Einstellungen der in der Pilotierung befragten Personen tatsächlich nicht affektiv verankert waren und Emotionen daher in der Pilotierung nicht thematisiert wurden. Insgesamt ergibt sich eine methodische Limitation, die für zukünftige Studien berücksichtigt werden sollte. Um die affektive Dimension systematisch zu untersuchen, wäre es sinnvoll, den Interviewleitfaden um Fragen zu erweitern, die explizit die affektive Komponente fokussieren. In Anlehnung an Maio und Haddock (2010) könnten Proband*innen beispielsweise konkret dazu aufgefordert werden, Gefühle und Emotionen in Verbindung mit dem Einstellungsobjekt aufzulisten.

Gleichzeitig ist festzuhalten, dass die affektive Einstellungskomponente mit $N_{ges} = 14$ von nur weniger als der Hälfte der Proband*innen und zudem vorrangig peripher angesprochen wurde. Eigene Emotionen in Verbindung mit Physik-Erklärvideos wurden darüber hinaus lediglich von einem Teil dieser Befragten ($N_{ges} = 11$) thematisiert. Somit ist davon auszugehen, dass die affektive Komponente im Kontext der Einstellung einer Person zu Physik-Erklärvideos zwar für einige Befragte von Bedeutung ist, insgesamt jedoch keine ebenso zentrale Rolle einnimmt, wie die kognitive und verhaltensbezogene Einstellungskomponente. Diese Interpretation lässt sich anhand der Aussage einer angehenden Physiklehrkraft (LAGw-S-15-HS) stützen, die angibt, Physik-Erklärvideos selbst nicht zu mögen (affektive Komponente), was sie jedoch nicht daran hindert, dieses Medium aufgrund gesehener Vorteile (kognitive Komponente) im späteren Physikunterricht einsetzen zu wollen (verhaltensbezogene Komponente).

14.2 Typenbildung

Ziel der vorliegenden Studie war es, zu untersuchen, inwiefern sich auf Grundlage der Einstellungen zu Physik-Erklärvideos unter (angehenden) Physiklehrkräften unterschiedliche Typen identifizieren lassen. Dazu wurden zunächst mittels qualitativer Inhaltsanalyse Einstellungsfacetten untersucht (Kapitel 12). Im nächsten Schritt wurde auf Basis dieser Ergebnisse der Merkmalsraum bestimmt, der Grundlage der Typenbildung nach Kuckartz und Rädiker (2022) ist. Nachdem die Ergebnisse der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse im Kapitel 14.1 zusammengefasst und diskutiert wurden, werden im Folgenden zunächst die Ergebnisse der Typenbildung zusammenfassend dargestellt und global diskutiert. Anschließend folgt eine detaillierte Diskussion der identifizierten Typen.

Wenngleich in der vorliegenden Dissertation zentrale Facetten von Einstellungen, insbesondere kognitive und verhaltensbezogene Aspekte, untersucht und im Rahmen der Typenbildung zusammengeführt wurden, wird kein Anspruch auf eine vollständige Operationalisierung des Einstellungsbegriffs erhoben. Die Arbeit fokussiert ausgewählte Aspekte, die vor dem herausgearbeiteten theoretischen Hintergrund des Einstellungskonstrukts (siehe Kapitel 9.4) und im Kontext der Forschungsfragen als relevant erachtet wurden. Allerdings wurden somit nicht alle theoretisch möglichen Facetten von Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos systematisch erfasst. Es ist nicht auszuschließen, dass weitere Dimensionen unberücksichtigt geblieben sind. Die Ergebnisse der Inhaltsanalyse und Typenbildung basieren auf einer Auswahl an Einstellungsdimensionen und stellen damit Teilaspekte eines potenziell umfassenderen Konstrukts dar. Für weiterführende Studien wäre es daher sinnvoll, unter

anderem auf Basis der Ergebnisse der vorliegenden Studie eine Operationalisierung vorzunehmen.

Im Rahmen der Untersuchung konnten zwei Typen und zwei Kontrastfälle, die sich keinem Typ zuordnen ließen und um die keine Gruppierung gebildet werden konnte, identifiziert werden. Die überwiegende Mehrheit der Proband*innen ließ sich dem Typ der kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen ($N_{LK} = 8$, $N_{Stud} = 21$) zuordnen. Vier Proband*innen ($N_{LK} = 3$, $N_{Stud} = 1$) konnten dem Typ der Erklärvideo-Enthusiast*innen zugeordnet werden.

Die zwei identifizierten Typen, die Erklärvideo-Enthusiast*innen und die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen, beschreiben Proband*innen mit unterschiedlichen, nicht jedoch gänzlich komplementären Kombinationen an Merkmalsausprägungen. Die Erklärvideo-Enthusiast*innen zeigen in nahezu allen in der Studie untersuchten Einstellungsfacetten eine positive Haltung bezüglich Physik-Erklärvideos, während die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen differenzierte Perspektiven vertreten. Physik-Erklärvideos werden von diesem Typus sowohl als Chance als auch als Herausforderung wahrgenommen. Die zahlenmäßige Verteilung der Proband*innen auf die identifizierten Typen verdeutlicht, dass die Mehrheit der befragten (angehenden) Physiklehrkräfte eine reflektierte und differenzierte Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos einnimmt. Dass insbesondere unter den Studierenden deutlich häufiger kritische Perspektiven zu beobachten waren, könnte, wie bereits beschrieben, darauf zurückgeführt werden, dass diese Zielgruppe durch die vorangegangene Auseinandersetzung mit Erklärvideos in einer Lehrveranstaltung (Hahn, 2023) gezielt für mögliche Problematiken sensibilisiert wurde.

Die beiden Kontrastfälle, der ambivalente Pragmatiker und der Erklärvideo-Kritiker, erweitern das Ergebnis der Typenbildung. Beide kenn-

zeichnen sich durch eine ablehnende Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos, im Fall des ambivalenten Pragmatikers auch gegenüber digitalen Medien im Allgemeinen. Gleichzeitig sieht der ambivalente Pragmatiker jedoch auch Vorteile in Physik-Erklärvideos und erkennt beim Einsatz dieses Mediums im Unterricht einen Nutzen für sich. Der Kontrastfall „Erklärvideo-Kritiker“ steht hinsichtlich seiner Merkmalsausprägungen den Erklärvideo-Enthusiast*innen konträr gegenüber. Obwohl in der vorliegenden Studie nur ein Proband die beschriebenen Merkmalsausprägungen aufwies, zeigten einige Proband*innen der kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen Tendenzen einer ähnlichen Haltung. Inwiefern der Effekt sozialer Erwünschtheit (Döring & Bortz, 2016) die Ergebnisse der Studie beeinflusst haben könnte, wird im weiteren Verlauf des Kapitels diskutiert. Weiterhin ist anzumerken, dass durch die freiwillige Teilnahme an der Studie eine bestimmte Gruppe an Personen befragt wurde, die bereit war, eigene Erfahrungen und Einschätzungen zum Thema Physik-Erklärvideos in einem Interview zu teilen. Somit ist plausibel, dass die vorliegende Studie eher eine positiv selektierte Stichprobe in Bezug auf Einstellungen zu Physik-Erklärvideos erfasst hat. In Studien mit größeren Stichproben und quantitativen Erhebungsverfahren könnte, bei höherer Teilnahmebereitschaft aller Einstellungstypen, aus Merkmalen des Kontrastfalls des Erklärvideo-Kritikers möglicherweise ein eigenständiger Typus abgeleitet werden.

Der zweite Kontrastfall, der ambivalente Pragmatiker, zeigt auf, dass es ebenso Lehrkräfte gibt, die eine Bedrohung in digitalen Medien sehen, im Unterricht aus pragmatischen Gründen jedoch vermehrt auf Erklärvideos zurückgreifen. Wenngleich dieser Fall im Vergleich zu den anderen Proband*innen wenig Gemeinsamkeiten in den Merkmalskombinationen aufweist, ist nicht auszuschließen, dass in weiteren Studien Proband*innen

mit ähnlich ausgeprägten Einstellungsfacetten gegenüber Physik-Erklärvideos identifiziert werden können und sich somit ein Typus ableiten ließe.

Insgesamt stehen die Ergebnisse der Studie im Einklang mit bisherigen Untersuchungen, die auf eine Heterogenität von Haltungen und Sichtweisen[18] von Lehrkräften bezüglich digitaler Medien hinweisen. Studien von beispielsweise Glade (2021), Knüsel Schäfer (2020) und Meller (2024) zeigen, dass sowohl ablehnende als auch positive Perspektiven gegenüber digitalen Medien für Lehrkräfte typisch sind. Beispielsweise beschreibt Knüsel Schäfer (2020) Typen von Lehrkräften, die sich ausschließlich durch Akzeptanz und eine positive Haltung bezüglich digitaler Medien kennzeichnen. Ebenso identifiziert Glade (2021) Lehrpersonen, ähnlich des beschriebenen Typs der Erklärvideo-Enthusiast*innen, die digitale Medien als integralen und selbstverständlichen Bestandteil von Unterricht anerkennen, sowie solche, ähnlich dem Kontrastfall des Erklärvideo-Kritikers, die dem Einsatz digitaler Medien generell ablehnend gegenüberstehen.

Vorangegangene Studien zu Ursachen der Ablehnung digitaler Medien und im Speziellen von Erklärvideos deuten an, dass diese Ursachen vielseitig sind. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Glade (2021), die unter anderem Unsicherheit im Umgang mit Medien als eine Ursache für die ablehnende Haltung des Lehrkräftetyps „Medienmeider“ identifiziert,

[18] In der folgenden Einordnung der Ergebnisse in den Kontext bestehender Studien wird unter anderem von Haltungen und Sichtweisen von (angehenden) Lehrkräften und nicht von „Einstellungen“ gesprochen. Somit soll herausgestellt werden, dass in den angeführten Studien unter anderem Komponenten von Einstellungen, wie Überzeugungen (Knüsel Schäfer, 2020) oder konkret Haltungen (Glade, 2021) sowie offener „Sichtweisen“ (Meller, 2024) untersucht wurden, nicht jedoch Einstellungen, so wie sie in der vorliegenden Studie untersucht wurden.

konnte dies in der vorliegenden Studie bei den beiden Kontrastfällen nicht festgestellt werden. Ebenso beschreibt Meller (2024) Unsicherheiten in Bezug auf den Einsatz von Erklärvideos sowie daran gekoppelte Ängste als ausschlaggebende Faktoren für die Ablehnung dieses Mediums. Proband*innen der vorliegenden Studie, die bezogen auf gewisse Einstellungsfacetten eine ablehnende Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos äußerten, begründeten ihre Sichtweise hingegen vorrangig mit wahrgenommenen Hürden, sowohl im Zusammenhang mit Physik-Erklärvideos als auch mit digitalen Medien im Allgemeinen.

Zusammenfassung und Diskussion der identifizierten Typen

Zwischen den beiden Typen der kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen und der Erklärvideo-Enthusiast*innen bestehen Gemeinsamkeiten und Unterschiede, die im Folgenden herausgestellt und diskutiert werden. Beide Typen schreiben Physik-Erklärvideos grundsätzlich eine hohe Relevanz für den (zukünftigen) Physikunterricht zu. Allerdings unterscheiden sich ihre Einstellungen hinsichtlich der Bedeutung, die dem Medium innerhalb der Unterrichtsgestaltung zukommt, sowie in Bezug auf das Reflektieren potenzieller Schwierigkeiten.

Die Erklärvideo-Enthusiast*innen kennzeichnen sich dadurch, dass sie in nahezu allen Einstellungsfacetten eine positive Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos einnehmen. Sie betrachten dieses Medium als integralen Bestandteil moderner Lehr- und Lernprozesse. Insbesondere heben sie die Relevanz von Physik-Erklärvideos hervor, um spezifische physikalische Phänomene zu visualisieren, die sich zum Teil ausschließlich mittels Erklärvideos darstellen lassen. Dementsprechend setzen sie Physik-Erklärvideos regelmäßig im eigenen Unterricht ein oder halten deren zukünftigen Einsatz für sehr wahrscheinlich. Insgesamt lässt sich daraus

schlussfolgern, dass Erklärvideo-Enthusiast*innen Physik-Erklärvideos nicht nur als Ergänzung, sondern in bestimmten Fällen als essenziell für einen erfolgreichen Lernprozess betrachten.

Die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen vertreten hingegen differenziertere Perspektiven. Auch sie erachten Physik-Erklärvideos grundsätzlich als relevant für heutige Bildungskontexte und setzen sie bereits ein oder planen deren zukünftigen Einsatz. Für sie stellt das Medium jedoch eher eine methodische Ergänzung dar und somit keinen fundamentalen Bestandteil des Unterrichts. Sie sind sich möglicher Herausforderungen bewusst und betrachten das Medium reflektiert, indem sie neben Vorteilen explizit auch fachliche und didaktische Problematiken thematisieren.

Die beiden Typen, aber auch die Kontrastfälle, unterscheiden sich deutlich darin, wie sie mit potenziellen Hürden und Herausforderungen im Kontext von Physik-Erklärvideos umgehen. Erklärvideo-Enthusiast*innen setzen sich ebenso wie der ambivalente Pragmatiker nur in geringem Maße mit kritischen Aspekten auseinander und neigen dazu, mögliche Schwierigkeiten nicht zu erkennen, zu entproblematisieren oder, wie im Falle eines Erklärvideo-Enthusiasten, auf einzelne Anbieter, wie den YouTube-Kanal „simpleclub“, zu beschränken. Dagegen betrachten kritische Erklärvideo-Befürworter*innen und der Erklärvideo-Kritiker das Medium deutlich differenzierter und sind für potenzielle Herausforderungen im Lernprozess sensibilisiert. Kritische Erklärvideo-Befürworter*innen entwickeln Strategien, um möglichen Problemen gezielt zu begegnen und Vorteile des Mediums dennoch effektiv zu nutzen. Ihr didaktischer und medienkritischer Blick lässt vermuten, dass sie Erklärvideos (potenziell) didaktisch reflektiert einsetzen, um den Lernprozess gezielt zu unterstützen. Für den Erklärvideo-Kritiker ist hingegen nicht auszuschließen, dass seine ableh-

nende Haltung auch zukünftig dazu führt, dass Potenziale von Physik-Erklärvideos unberücksichtigt bleiben.

Ein weiterer zentraler Unterschied zwischen den Erklärvideo-Enthusiast*innen und den kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen liegt in der Einschätzung der Qualität von Physik-Erklärvideos. Während Erklärvideo-Enthusiast*innen nahezu pauschal davon ausgehen, dass alle Physik-Erklärvideos auf YouTube qualitativ hochwertig sind, sehen sich kritische Erklärvideo-Befürworter*innen vor die Aufgabe gestellt, die Qualität der Videos zu überprüfen und für die individuellen Bedürfnisse der Lernenden passendes Material auszuwählen. Dies erfordert eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit Inhalten von YouTube und somit zusätzliche zeitliche Ressourcen, womit der Einsatz von Erklärvideos möglicherweise eine zusätzliche Belastung der (angehenden) Lehrkräfte darstellt. Insbesondere das kritische Hinterfragen der Qualität von Physik-Erklärvideos und die Förderung von Medienkompetenz seitens der Schüler*innen bleiben bei Erklärvideo-Enthusiast*innen weitgehend unberücksichtigt. Die Ergebnisse der ersten Teilstudie der vorliegenden Arbeit (siehe Kapitel 6) zeigen auf, dass Physik-Erklärvideos jedoch mehrheitlich fachliche und fachdidaktische Mängel an Erklärqualität aufweisen. Erklärvideo-Enthusiast*innen könnten durch ihre weniger reflektierte Haltung Gefahr laufen, diese zu übersehen. Wird jegliches Erklärvideo, ungeachtet der Qualität und ungeachtet der didaktischen Einbettung im Unterrichtskontext, als Zugewinn erachtet, könnte dies negative Konsequenzen für den Lernprozess der Schüler*innen haben.

Für beide Typen, insbesondere jedoch für die Erklärvideo-Enthusiast*innen, ist anzunehmen, dass sich der Aufgabenbereich der Lehrkraft mit dem Einsatz von Erklärvideos neu definiert. Mit der zunehmenden Nutzung von Erklärvideos im Unterricht verlagern sich bestimmte Aufgaben, die früher direkt von Lehrkräften übernommen wurden, hin zu neuen Verant-

wortungsbereichen, wie der Auswahl und Integration passender Videos im Unterricht. Werden Erklärvideos zudem regelmäßig als Ergänzung oder sogar als Ersatz für Lehrkraft-Erklärungen eingesetzt, so verschiebt sich die Rolle der Lehrkräfte in der Wissensvermittlung. Langfristig könnten Erklärvideos somit eine zentrale Rolle im Lernprozess der Schüler*innen einnehmen und Lehrkräfte aus ihrer Position als primäre Ansprechpersonen bei Verständnisschwierigkeiten teilweise ablösen. Während kritische Erklärvideo-Befürworter*innen diese Entwicklung bewusst steuern und begrenzen, indem sie Videos gezielt auswählen und einbetten, unterstützen Erklärvideo-Enthusiast*innen diese Entwicklung nahezu uneingeschränkt. Ebenso deutet sich dies für den Kontrastfall des ambivalenten Pragmatikers an.

Die unreflektierte Haltung der Erklärvideo-Enthusiast*innen mag vor dem Hintergrund der Ergebnisse des ersten Forschungsschwerpunkts der vorliegenden Arbeit potenziell problematisch sein, doch ihre grundsätzliche Offenheit gegenüber Erklärvideos könnte, auch im Vergleich zu den Kontrastfällen, dennoch eine wichtige Grundlage für die Entwicklung einer kritisch-reflektierten Nutzungspraxis darstellen. Durch Fortbildungen oder kollegialen Austausch könnten Erklärvideo-Enthusiast*innen dazu angeregt werden, sich verstärkt mit Fragen der Qualität und einer gezielten didaktischen Einbettung auseinanderzusetzen. Somit könnte die Grundlage dafür geschaffen werden, Potenziale von Erklärvideos optimal auszunutzen, ohne Risiken dabei zu vernachlässigen.

Insgesamt werden mit zunehmender Integration von Erklärvideos in Unterrichtskontexten Aufgaben von Lehrkräften neu ausbalanciert und gleichzeitig neue Anforderungen an Lehrkräfte gestellt. Die Ergebnisse der Typenbildung zeigen, dass die Erklärvideo-Enthusiast*innen und die kritischen Erklärvideo-Befürworter*innen, ebenso wie der Erklärvideo-Kritiker und der ambivalente Pragmatiker im Kontext des Umgangs mit

Physik-Erklärvideos unter Umständen unterschiedliche Unterstützungsmaßnahmen benötigen. Unabhängig von der jeweiligen Einstellung bezüglich Physik-Erklärvideos sollten Lehrkräfte über die Kompetenzen verfügen, Erklärvideos kritisch beurteilen und gezielt passendes Lehr- und Lernmaterial auswählen zu können. Angesichts der festen Etablierung von Erklärvideos als Bildungsmedium (Bitkom, 2025a; mpfs, 2020b, 2021) gilt es, insbesondere Lehrkräften mit ablehnender Haltung auf die Relevanz dieser Medien im aktuellen Bildungskontext aufmerksam zu machen und deren Potenzial aufzuzeigen. Der unkritische Umgang der Erklärvideo-Enthusiast*innen, aber auch des ambivalenten Pragmatikers mit diesem Medium verdeutlicht vor dem Hintergrund der Ergebnisse des ersten Forschungsschwerpunkts zudem den Bedarf, dass (angehende) Lehrkräfte für Problematiken von Physik-Erklärvideos sensibilisiert werden sollten. Ebenso ist die Kenntnis geeigneter Auswahlkriterien für Proband*innen aller Typen und Kontrastfälle von Bedeutung, um Auswahlprozesse zu erleichtern und Lehrkräfte zeitlich zu entlasten. Ein erster Aufschlag wurde in Kapitel 7.2 mit Tabelle 23 vorgestellt.

14.3 Diskussion der Methodik und Limitationen

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand darin, Einstellungen angehender und praktizierender Physiklehrkräfte bezüglich Physik-Erklärvideos zu explorieren. Dazu wurden zunächst Facetten von Einstellungen inhaltsanalytisch untersucht und deskriptiv dargestellt (Kapitel 12). Im Prozess der Typenbildung (Kapitel 13) wurden diese zusammengeführt. Im Folgenden wird die Methodik der Studie diskutiert. Hierbei werden weitere Limitation aber auch Stärken der Studie herausgestellt.

Die geringe Anzahl an Proband*innen sowie die Zusammensetzung dieser führen dazu, dass keine Verallgemeinerungen der Ergebnisse auf die

Gesamtheit an (angehenden) Physiklehrkräften in Deutschland möglich sind. In der Untersuchung wurden angehende Physiklehrkräfte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und praktizierende Physiklehrkräfte aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg befragt. Im Besonderen für die Zielgruppe der angehenden Physiklehrkräfte werden somit Einblicke in Einstellungen einer bestimmten, deutschlandweit nicht repräsentativen Personengruppe gegeben. Ebenso weist die Zielgruppe der praktizierenden Physiklehrkräfte eine geografisch eingeschränkte Diversität auf, indem vorrangig Personen aus Halle (Saale) und Umgebung sowie vereinzelt aus weiteren Standorten teilnahmen. Bedingt durch die qualitative Ausrichtung der Studie ergab sich zudem eine im Vergleich zu quantitativen Verfahren relativ geringe Stichprobenanzahl (N = 34). In qualitativen Verfahren identifizierte Regelmäßigkeiten und für Proband*innengruppen typische Muster sind deswegen jedoch nicht weniger präsent. Sie sind im Vergleich zu quantitativen Verfahren aufgrund der geringen Stichprobenzahl nur weniger gut belegt (Hopf et al., 2016).

Als Stärke der Studie ist festzuhalten, dass über das gewählte Verfahren vertiefte Einblicke in Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften bezüglich Physik-Erklärvideos gegeben werden konnten. Auch wenn die Ergebnisse nicht generalisierbar und dementsprechend nicht auf (angehende) Physiklehrkräfte insgesamt übertragbar sind, kann davon ausgegangen werden, dass die erfassten Kategorien einen Großteil der in diesem Kontext relevanten Aspekte für diese Zielgruppe abbilden. Die Studie bildet somit die Basis, um den Befunden in weiteren, größer angelegten Studien vertieft nachgehen zu können. Weiterführend ist zu untersuchen, inwiefern die unterschiedlichen Einstellungstypen in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften individuell unterstützt und gefördert werden können.

Im Vergleich zu rein einzelfallbezogenen Analysen ermöglichen typenbildende Verfahren tendenziell stärker verallgemeinerbare Aussagen (Kruse, 2015). Im Prozess wurden Einzelfalldaten systematisch untersucht und zusammengeführt, wobei die Identifikation zentraler Muster das Ziel darstellte. Auch wenn die vorgenommene Bildung von Typen keinen generellen Anspruch auf Repräsentativität erheben kann, so konnten dennoch wiederkehrende Einstellungsmuster identifiziert werden, die potenziell für breitere Gruppen von (angehenden) Physiklehrkräften charakteristisch sind. Diese Typen können als Ausgangspunkt für weiterführende quantitative Untersuchungen dienen. Gleichzeitig ist mit der Konstruktion von Typen eine gewisse Verantwortung verbunden: Die in der Studie identifizierten Typen sind nicht per se objektiv existierenden Gruppen, sondern das Ergebnis eines interpretativen Forschungsprozesses, bei dem aus einzelnen Merkmalsausprägungen systematische Ordnungsmuster entwickelt wurden. Insofern muss reflektiert werden, dass die Forschung selbst zur Konstitution dieser Typen beiträgt (Kruse, 2015). Die Typen sollten daher auch als theoretisch konstruiert verstanden werden. Sie weisen jedoch auf existierende Merkmalsmuster hin.

Da die Teilnahme an der Erhebung freiwillig war, ist davon auszugehen, dass vor allem Personen teilgenommen haben, die ein besonderes Interesse an der Thematik oder bereits eigene Erfahrungen mit dem Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht gesammelt haben. Dies könnte zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen, da potenziell weniger interessierte oder skeptische (angehende) Lehrkräfte in der Stichprobe unterrepräsentiert sind. Wie die Typenbildung aufzeigt, konnte lediglich ein Erklärvideo-Kritiker in der Studie identifiziert werden. Diese potenzielle Selektion von Proband*innen mit einem spezifischen Vorinteresse oder einer möglicherweise positiveren Einstellung gegenüber Erklärvideos als andere

Personen stellt, wie bereits in Kapitel 14.2 angerissen, eine Limitation der Studie dar.

Eine weitere Limitation stellt das Interviewsetting dar. Die Interviews wurden von der Studienleiterin selbst durchgeführt und es wurde vorab darüber informiert, dass es thematisch um Einstellungen bezüglich Physik-Erklärvideos gehen soll. Es ist möglich, dass die Proband*innen der Studienleiterin eine eher positive Haltung gegenüber Physik-Erklärvideos zuschrieben. Zwar wurden die Befragten darüber informiert, dass die Ergebnisse anonymisiert ausgewertet werden und es keine richtigen oder falschen Antworten gibt, dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass ihre Antworten durch soziale Erwünschtheit beeinflusst wurden. In der Interviewführung wurde bewusst darauf geachtet, keine wertenden Reaktionen auf die Aussagen der Befragten zu zeigen, um Verzerrungen durch soziale Erwünschtheit möglichst gering zu halten. Allerdings ist es insbesondere bei den angehenden Physiklehrkräften, die die Studienleiterin bereits aus einer Lehrveranstaltung zum Thema Erklärvideos kannten, möglich, dass diese Vorerfahrung die Antworten beeinflusst haben könnte. Retrospektiv erscheint die Herangehensweise sinnvoller, Teilnehmende nicht im Vorfeld über das spezifische Ziel der Erhebung zu informieren. Durch weniger spezifische Vorabinformationen könnte potenziell verhindert werden, dass sich die Teilnehmenden gezielt auf das Thema einstellen oder ihre Antworten bewusst oder unbewusst an erwartete Haltungen anpassen. Zudem hätten soziale Erwünschtheitseffekte potenziell minimiert werden können, indem die Interviews von einer unabhängigen Person geführt worden wären.

Insgesamt war das Verfahren der Erhebung offen und explorativ angelegt. Im Zeitraum der Haupterhebung, von Januar 2023 bis Januar 2024, konnte auf wenig Vorwissen zum Untersuchungsgegenstand zurückgegriffen werden. Dies spiegelt sich in der nahezu rein induktiven Bildung der

Subkategorien wider. Somit konnten die Daten ohne vorgegriffene Erwartungen an das Material codiert werden. Gleichzeitig ist das Verfahren somit weniger strukturiert, was sich zum Teil darin widerspiegelt, dass Aspekte erhoben und Kategorien gebildet wurden, die sich im Hinblick auf die Forschungsfragen als nicht relevant ergaben. Erst in der Auswertung zeigte sich, dass bestimmten Kategorien nur eine begrenzte Aussagekraft für die Beantwortung der Forschungsfragen zukam. Konkret betraf dies beispielsweise die Kategorien zur Sichtweise auf guten Physikunterricht und die Beschreibung des eigenen Physikunterrichts sowie Fragen des begleitenden Kurzfragebogens. Wenngleich sich diese in der vorliegenden Studie als nicht zentral für die Forschungsfrage erwiesen, so besteht die Möglichkeit, eine Auswertung in weiterführenden Studien mit anderer Forschungsperspektive vorzunehmen.

15 Abschließendes Fazit und Ausblick

Im Folgenden wird ein abschließendes Fazit aus den Ergebnissen des zweiten Forschungsschwerpunkts gezogen. Dabei werden insbesondere jene Ergebnisse aufgegriffen, denen im Hinblick auf die theoretische Vorbetrachtung besondere Relevanz beigemessen werden kann, die wesentliche neue Erkenntnisse darstellen oder zu denen weiterer Forschungsbedarf besteht. Zentrale Befunde des ersten Forschungsschwerpunkts werden ebenfalls aufgegriffen und vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Interviewstudie (Forschungsschwerpunkt II) eingeordnet. Zur Übersicht werden die Ziele und Ergebnisse beider Forschungsschwerpunkte dazu zunächst in Kürze rekapituliert. Die Arbeit schließt mit diesem Kapitel mit einem Ausblick auf den potenziellen Mehrwert der vorliegenden Studie für die physikdidaktische Community sowie auf mögliche Anschlussfragen und Perspektiven für zukünftige Forschung.

Ausgangspunkt der Arbeit stellte das Interesse dar, Physik-Erklärvideos als ein für Bildungskontexte relevantes, vielfach eingesetzt und genutztes, aber dennoch im Hinblick auf dessen Eignung als Bildungsmedium wenig hinterfragtes Medium näher zu untersuchen. Die Studie umfasste im ersten Forschungsschwerpunkt eine systematische Analyse von Physik-Erklärvideos auf YouTube, exemplarisch zu den Themen Dichte und Schall, um deren fachliche, fachdidaktische sowie mediale und lernpsychologische Qualität im Querschnitt über verschiedene Kanäle abzubilden. Die Ergebnisse des ersten Forschungsschwerpunkts (siehe Kapitel 6) bestätigten die bereits in ersten Einzelfallanalysen angedeutete und in Kapitel 2.2.3 dargestellte mangelhafte fachliche und fachdidaktische Qualität mancher Physik-Erklärvideos auf YouTube. Angesichts dessen rückte als zweiter Forschungsschwerpunkt die Fragestellung in den Fokus, welche Einstellungen angehende und praktizierende Physiklehrkräfte zu Physik-Erklär-

videos haben. Die in der Arbeit verfolgten Ziele und die daran anknüpfenden Ergebnisse lassen sich dem Bereich der Grundlagenforschung zuordnen. Sie bieten den Ausgangspunkt, um in der angewandten Forschung weiter zu untersuchen, wie Lehrkräfte dabei unterstützt werden können, Lernprozesse mittels Erklärvideos effektiv zu begleiten.

Zielgruppe der vorliegenden Studie waren Studierende des Fachbereichs Physik auf Lehramt der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und praktizierende Physiklehrkräfte aus Sachsen-Anhalt und angrenzenden Bundesländern. Die Erhebung des in der Psychologie intensiv diskutierten, jedoch nicht einheitlich definierten Konstrukts der Einstellungen, in diesem Kontext bezüglich Physik-Erklärvideos, stellte ein Desiderat physikdidaktischer Forschung dar. Die vorliegende Studie leistete einen Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücke, indem auf Basis des Multikomponentenmodells von Einstellungen (Zanna & Rempel, 1988) spezifische Einstellungsfacetten in einer Interviewstudie erfasst, mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022) ausgewertet und beschrieben wurden. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden die untersuchten Einstellungsfacetten abschließend im Rahmen einer Typenbildung proband*innenspezifisch zusammengeführt. Die Notwendigkeit dieses Analyseschritts ergab sich daraus, dass die Darstellung der Ergebnisse entlang der erhobenen Hauptkategorien (Kapitel 12) lediglich einzelne Facetten der Einstellung abbildet und somit keine ganzheitliche Betrachtung einer Person vorgenommen wird.

Insgesamt gab die detaillierte Darstellung der Ergebnisse der Einstellungsfacetten Aufschluss darüber, welche Sichtweisen und Perspektiven angehende und praktizierende Physiklehrkräfte bezüglich Physik-Erklärvideos vertreten. Es konnte unter anderem gezeigt werden, welche Potenziale aber auch welche Hürden die Befragten mit Physik-Erklärvideos assoziieren, welcher Akzeptanz dieses Medium, auch in Bezug dessen (poten-

ziellen) Einsatz in Unterrichtskontexten, unterliegt und inwiefern Empfehlungen zum Konsum ausgesprochen werden. Die Ergebnisse helfen zu verstehen, wie und warum angehende und praktizierende Lehrkräfte mit Physik-Erklärvideos im Unterrichtskontext agieren oder potenziell agieren würden und auch, aus welchen Gründen Personen eher auf den Einsatz verzichten würden.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Erklärvideos von den befragten Personen mehrheitlich als ein für schulische Kontexte relevantes Medium diskutiert werden. Vor allem im Zuge der durch die Covid-19-Pandemie angestoßenen Veränderungen im Lehren und Lernen, aber auch aufgrund fortschreitender Digitalisierung sind Physik-Erklärvideos und Erklärvideos im Allgemeinen für die Befragten ein fester Bestandteil moderner Bildungskontexte geworden. Angehende und praktizierende Physiklehrkräfte sind mehrheitlich dazu bereit, Physik-Erklärvideos im Unterrichtskontext einzusetzen oder berichten bereits vom Einsatz im eigenen Unterricht. Anhand der beschriebenen Praxis und der thematisierten Einsatzmöglichkeiten wird deutlich, dass diese mit wahrgenommenen Potenzialen für den Lernprozess verknüpft sind. Eine neue Erkenntnis ist, dass der Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht, und potenziell auch in anderen Unterrichtsfächern, auch erfolgt bzw. potenziell erfolgen würde, um die Arbeitsbelastung der Lehrkräfte punktuell zu reduzieren. Der Erklärvideo-Einsatz stellt somit eine Strategie dar, den Anforderungen des Berufsalltags zu begegnen.

Der erhebliche Zeitaufwand bei der Auswahl geeigneter Erklärvideos stellt eine Herausforderung für deren Einsatz im Physikunterricht dar. Einzelfälle berichten, dass aus dem genannten Grund eher auf den Einsatz oder die Empfehlung von Physik-Erklärvideos verzichtet wird oder dass in der Praxis versehentlich Erklärvideos präsentiert wurden, die sich als eher kontraproduktiv für den Lernerfolg erwiesen. Auch unter dem ersten

Forschungsschwerpunkt wurde gezeigt, dass Physik-Erklärvideos oftmals fachliche und fachdidaktische Mängel an Erklärqualität aufweisen. Somit ergibt sich für Lehrende die Anforderung, Physik-Erklärvideos vor dem Einsatz im Unterricht zu analysieren, um für eine Lerngruppe passende, fachlich korrekte Erklärvideos zu identifizieren, oder um auf potenzielle Problematiken eines Videos hinweisen zu können. Wie mittels der Interviewstudie gezeigt werden konnte, erkennen einige der Befragten diese Notwendigkeit. So würden Empfehlungen für Schüler*innen zum privaten Erklärvideokonsum mehrheitlich nicht uneingeschränkt, sondern angeleitet, mittels der Vorgabe konkreter Medien, ausgesprochen werden. Allerdings wird auch in diesem Kontext der Zeitaspekt bei der Auswahl passender Videos als Hürde thematisiert.

Die Studie konnte zeigen, dass geringfügige Unterschiede in den von den beiden Proband*innengruppen angesprochenen Kategorien zu verzeichnen waren. So äußerten sich die befragten angehenden Physiklehrkräfte beispielsweise in Bezug auf die Einschätzung der Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube kritischer als die befragten praktizierenden Physiklehrkräfte. Dies lässt sich, wie in Kapitel 14 diskutiert, unter Umständen auf Spezifika der Proband*innen zurückführen, konkret auf die von den Proband*innen besuchte Lehrveranstaltung zum Thema Erklärvideos (Hahn, 2023), in der Problematiken von Physik-Erklärvideos in einer Seminarsitzung thematisiert wurden. Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass nicht alle befragten Personen für potenzielle fachliche Fehler und fachdidaktische Qualitätsmängel sensibilisiert sind und ein Teil der Befragten beider Zielgruppen die Qualität von Physik-Erklärvideos auf You-Tube als grundsätzlich hoch einschätzt. Das Ergebnis unterstreicht die Relevanz, sowohl angehende als auch praktizierende Physiklehrkräfte umfassend und wiederkehrend für potenzielle Problematiken zu sensibilisieren. So ist als erster Anknüpfungspunkt auf die thematische Schwerpunkt-

setzung in der Lehramtsbildung zu verweisen: Vor dem Hintergrund des anhaltend hohen Erklärvideokonsums seitens der Lernenden, aber insbesondere auch in Bezug auf die fortschreitende Digitalisierung von Bildungsprozessen allgemein, sollte die Vermittlung kritisch-reflexiver Medienkompetenz als Querschnittsaufgabe der Lehrkräfteausbildung betrachtet und in der fachdidaktischen Ausbildung berücksichtigt werden. Somit ließe sich ein Beitrag dazu leisten, angehende Lehrkräfte zur Vermittlung von Medienkompetenz im Unterricht zu befähigen. Weiterführend ist auf Weiterbildungsformate für Lehrkräfte zu verweisen, in denen trotz des Aufkommens momentan populärer Themen wie KI und ChatGPT etablierte Themen wie Kriterien guter Erklärungen und Erklärvideos nicht vernachlässigt werden sollten.

Da im schulischen Alltag weder Lehrkräften noch Schüler*innen ausreichend Zeit für ausführliche Qualitätsanalysen zur Verfügung stehen und den Schüler*innen zudem häufig die nötige Expertise fehlt, ist eine unterstützende Begleitung bei der Auswahl und Bewertung von Erklärvideos vor dem Hintergrund ihrer zunehmenden Etablierung als Bildungsmedium von hoher Relevanz. Um dem Rechnung zu tragen, wurde unter Einbezug der Ergebnisse der Studie (siehe Forschungsschwerpunkt I) ein komplexitätsreduziertes Erklärvideo-Analysetool (Tabelle 23) aus bestehenden Qualitätskriterienrastern (2018b, 2020b) und Multimediaprinzipien (2021) entwickelt. Dieses stellt eine Möglichkeit dar, Lehrkräfte für mögliche Problematiken in Erklärvideos zu sensibilisieren und ihnen eine effektive Unterstützung bei der Auswahl passender Erklärvideos zu bieten. In Folgestudien ist dessen Eignung als Unterstützungsmaßnahme und dessen Praktikabilität zu untersuchen.

Um Lehrkräfte und Schüler*innen weiterführend bei der Analyse von Physik-Erklärvideos zu unterstützen, eröffnet sich vor dem Hintergrund der zunehmenden Möglichkeiten durch den Einsatz künstlicher Intelligenz als

Forschungsausblick die Perspektive, mittels KI-gestützter Werkzeuge automatisiertes Feedback zur Qualität von Erklärvideos zu generieren. In einer an die Ergebnisse des ersten Forschungsschwerpunkts anknüpfenden Studie wäre zu untersuchen, inwiefern automatisierte Qualitätsanalysen von Erklärvideos in der Lage sind, treffende Ergebnisse zu erzielen und passendes Feedback zu formulieren, aber auch, welche potenziellen neuen Problematiken sich hieraus ergeben könnten. Die Ergebnisse dieser Studie können hierbei die Grundlage für einen entsprechenden Abgleich der Analyseergebnisse darstellen. Somit könnte dem in der Interviewstudie von einigen Proband*innen geäußerten Wunsch nach Unterstützung und zeitlicher Entlastung bei der Auswahl geeigneter Erklärvideos Rechnung getragen werden.

Abschließend soll auf das Ergebnis und die übergreifende Relevanz der Typenbildung eingegangen werden. Zur Erfassung der Einstellung einer befragten Person wurden die Ergebnisse der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse zusammengeführt und proband*innenspezifisch ausgewertet. In der Studie konnten hinsichtlich der identifizierten Merkmalsausprägungsmuster (siehe Kapitel 13.1) zwei Typen und zwei Kontrastfälle herausgestellt werden:

- Typus 1: Erklärvideo-Enthusiast*innen ($N_{LK} = 3$, $N_{Stud} = 1$)
- Typus 2: Kritische Erklärvideo-Befürworter*innen ($N_{LK} = 7$, $N_{Stud} = 21$)
- Kontrastfall 1: Erklärvideo-Kritiker ($N_{Stud} = 1$)
- Kontrastfall 2: Ambivalenter Pragmatiker ($N_{LK} = 1$)

Die Ergebnisse der Typenbildung zeigen, dass angehende und praktizierende Physiklehrkräfte Erklärvideos mehrheitlich aufgeschlossen, jedoch nicht unreflektiert gegenüberstehen. Vor dem Hintergrund der hohen Akzeptanz und des starken Vertrauens, welches Schüler*innen diesem Medium entgegenbringen (Bitkom, 2025a), stellt diese Offenheit eine Grund-

voraussetzung dar, um sich derzeitigen Rahmenbedingungen des Lehrens und Lernens stellen zu können. Beispielsweise werden Lehrkräfte, wie diskutiert wurde, durch den Konsum von Physik-Erklärvideos seitens der Schüler*innen potenziell vor neue Herausforderungen gestellt. So ist auf Basis der Ergebnisse des ersten Forschungsschwerpunkts zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube potenziell zu erwarten, dass Lernende fachliche Fehler aus Erklärvideos übernehmen sowie Verstehensillusionen hervorgerufen und Schüler*innenvorstellungen bestärkt werden, auf die im Unterrichtskontext zu reagieren ist. Die in der Studie, neben positiven Einstellungsfacetten, identifizierten kritischen Perspektiven auf dieses Medium stellen eine wichtige Voraussetzung dafür dar, um potenzielle Problematiken erkennen und auf diese reagieren zu können.

Aufgrund der nicht-repräsentativen Stichprobe ist zwar keine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf (angehende) Physiklehrkräfte insgesamt möglich. Jedoch zeigen die Ergebnisse auf, welchen Einstellungstypen gegenüber Physik-Erklärvideos Dozierende in der Aus- und Weiterbildung sowie Lehrkräfte im Kollegium potenziell begegnen können. Die Kenntnis bestimmter Einstellungsmuster ermöglicht es, gezielter auf die jeweiligen Einstellungstypen reagieren zu können und Aus- und Weiterbildungsformate dementsprechend anzupassen, um den Einsatz von Erklärvideos im Fachunterricht langfristig zu professionalisieren.

16 Anhang

16.1 Codierleitfaden zur Einschätzung der fachlichen Qualität von Erklärvideos

Allgemeine Regeln

Wiederholt auftretende Fehler und Ungenauigkeiten werden jeweils nur einmal codiert. Jede codierte Stelle erfasst somit jeweils einen Fehler oder eine Ungenauigkeit. Elementarisierungen, soweit diese für die vermutete Zielgruppe angemessen sind, werden nicht als Fehler oder Ungenauigkeit codiert.

Kategorie (1): Versprecher und Schreibfehler

Inhaltliche Beschreibung

Es werden alle Aussagen codiert, in denen die sprechende Person sich so verspricht, dass eine fachlich oder fachsprachlich unsinnige Aussage zustande kommt. Außerdem werden visuell festgehaltene Tipp- oder Schreibfehler codiert.

Anwendung der Kategorie

Codieren, wenn Präpositionen falsch verwendet werden oder bei geschriebenen Wörtern Rechtschreibfehler auftreten oder Buchstaben fehlen. Auch Versprecher codieren, die zu einmalig falschen Aussagen führen, sonst im Video aber korrekt oder schriftlich korrekt festgehalten sind, jedoch falsch vorgelesen werden.

Ausschlusskriterium

Nicht codieren, wenn sich Fehler im Video durchziehen, also wiederholt auftreten und keine Versprecher Darstellen. Dann beispielsweise unter (4) fachlich falsch codieren.

Beispiele

- „Beide kann man mit einem Eimer füllen“ (Lehrerschmidt, 2017, 01:02–01:04)
- Schreibfehler: „abhänig“ (Ivi-Education, 2017, 02:32–03:15)
- „In der Chemie wird die Dichte meist in Liter pro Gramm angegeben. [visuell synchron zum Gesagten festgehalten $\frac{g}{l}$]“ (Learning Level Up, 2020, 02:56–03:00)

Kategorie (2): Fachsprachlich unpräzise

Inhaltliche Beschreibung

Es werden alle Aussagen und alle visuellen Informationen codiert, in denen Fachbegriffe syntaktisch nicht sinnvoll verwendet werden oder fachsprachliches Vokabular von der fachsprachlichen Norm abweichend verwendet wird. Auch alle Stellen codieren, in denen konkrete alltagssprachliche Begriffe genutzt werden, die in physikalischen Kontexten zu fachlichen Fehlern führen können.

Anwendung der Kategorie

Zum Beispiel, wenn Fachbegriffe nicht sinnvoll im Satz verknüpft werden oder im falschen Kontext verwendet werden. Codieren, wenn von der Norm abweichende Bezeichnungen für beispielsweise Einheiten verwendet werden, wie „L“ für Liter statt wie in der Schule und in Schulbüchern üblich „l“. Auch codieren, wenn Abbildungen, wie Diagramme, nicht physikalisch korrekt beschriftet werden oder Einheiten nicht angegeben werden. Auch codieren, wenn beispielsweise ein Klang, im physikalischen Sinne, als Ton, im alltagssprachlichen bzw. musikalischen Sinne, bezeichnet wird.

Ausschlusskriterium

Nicht codieren, wenn Aspekte in zwar nicht üblicher, jedoch nicht in fachsprachlich falscher oder von der Norm abweichender Art und Weise vermittelt werden. Als Beispiel zu nennen ist die folgende Formulierung: „Die Einheiten der Dichte sind Gramm je Kubikzentimeter und Kilogramm je Kubikmeter“ (Learning Level Up, 2020, 00:40–00:50).

Die inkonsequente Verwendung von (Fach-)Begriffen ist, solange diese nicht zu fachlichen Fehlern führt, im Rahmen der fachdidaktischen Analyse aufzugreifen.

Beispiele

– [visuell festgehalten: großes L für Einheit Liter] (Chemie - simpleclub, 2015)
– „Ähm, alles, was jetzt ’ne kleinere Dichte hat als das Wasser, zum Beispiel 0,99, schwimmt oben und, äh, alles, was ’ne größere Dichte hat geht unter.“ (Hui, 2021, 06:29–06:39)

Kategorie (3): Fachlich ungenau

Inhaltliche Beschreibung

Es werden alle Aussagen und alle visuellen Informationen codiert, die nicht grundsätzlich falsch sind, aber beispielsweise Grenzfälle pauschal als Norm darstellen oder einen physikalisch korrekt benannten Sachverhalt aus einer physikalisch ungünstigen Schlussfolgerung ableiten.

Anwendung der Kategorie

Zum Beispiel, wenn als Ursache für ein Phänomen oder einen physikalischen Sachverhalt ungenaue oder keine allgemeingültigen Erklärungen gegeben werden.

Ausschlusskriterium

Nicht codieren, wenn im Sinne einer Elementarisierung Aspekte zunächst generalisiert werden. Beispielsweise, wenn gesagt wird, dass alle Stoffe unterschiedliche Dichten haben oder jedem Stoff ein bestimmter Dichtewert zugeordnet werden kann. Ebenfalls nicht codieren, wenn die SI-Einheit als wichtigste oder am meisten benutzte Einheit benannt wird oder wenn zunächst gesagt wird, dass es beispielsweise für die Dichte *eine* Einheit gibt oder die Dichte *immer* in Gramm pro Kubikzentimeter angegeben wird.

Nicht codieren, wenn Abschnitte der Erklärung Schüler*innenvorstellungen manifestieren, verstärken oder hervorrufen. Diese Stellen im Rahmen der fachdidaktischen Analyse aufgreifen oder je nach Aussage unter (2) fachsprachlich unpräzise oder (4) fachlich falsch codieren.

Beispiel

– „Da sie [gemeint ist eine Schallwelle in der Luft] sehr klein und ihre Bewegungen sehr schnell sind, sind sie aber, wie schon gesagt, nicht für unser Auge, jedoch für einen Computer sichtbar.“ (NEO-MINT Lerntipps, 2020, 01:05–01:12)

Kategorie (4): fachlich falsch

Inhaltliche Beschreibung

Es werden alle auditiven und visuellen Informationen codiert, die fachlich grundsätzlich falsch sind. Es wird auch als fachlich falsch codiert, wenn Formelzeichen und Einheiten per se falsch verwendet werden.

Anwendung der Kategorie

Zum Beispiel, wenn falsche Formeln, Formelzeichen oder Einheiten angegeben werden oder physikalisch falsche Definitionen gegeben werden.

Beispiele

- „Die Masse ist fast dasselbe wie das Gewicht. Auch sie wird in Kilogramm und Co. angegeben, aber sie ist ortsunabhängig.“ (schoolseasy, 2014, 01:12–01:20)
- „[…] einige Lehrer möchten das auch, dass man bestimmte Dichtewerte kennt, zum Beispiel den von Stahl und Beton. Und warum die beiden gleich sind und was das bedeutet, das kann euch euer Lehrer erklären.“ (Lehrerschmidt, 2017, 02:43–02:56)
- „p“ anstatt „ρ“ für Formelzeichen der Dichte: z. B. Visualisierung „$p = \frac{m}{V}$“ (schoolseasy, 2014, 00:58–01:08)

16.2 Begleitender Fragebogen

Begleitender Fragebogen Physik-Lehramtsstudierende

1. Geschlecht: _____

2. Alter: _____

3. Studienrichtung und Fächerkombination: _____

4. Schauen Sie selbst Erklärvideos und wenn ja, wie häufig?

☐ nein ☐ ja

☐ häufig (>1x die Woche)

☐ gelegentlich (>1x Monat)

☐ selten (<1x Monat)

4.1 Wenn Sie Erklärvideos schauen, zu welchem Zweck schauen Sie diese? (Bitte auch angeben, auf welches Fach sich die Erklärvideos ggf. beziehen.)

4.2 Wenn Sie Erklärvideos schauen, welche Plattformen nutzen Sie?

5. Welche Physik-Erklärvideo-Kanäle kennen Sie, die Sie gut finden?

6. Welche weiteren Physik-Erklärvideo-Kanäle kennen Sie?

7. Was bringen Sie mit Erklärvideos in Verbindung? Geben Sie drei Assoziationen an.

Begleitender Fragebogen Physiklehrkräfte

1. Geschlecht: _____

2. Alter: _____

3.1 Schulform und Fächerkombination: _____

3.2 Sind Sie Quer- oder Seiteneinsteiger*in?

☐ nein ☐ ja

4. Schauen Sie selbst Erklärvideos und wenn ja, wie häufig?

☐ nein ☐ ja

☐ häufig (>1x die Woche)

☐ gelegentlich (>1x Monat)

☐ selten (<1x Monat)

4.1 Wenn Sie Erklärvideos schauen, zu welchem Zweck schauen Sie diese? (Bitte auch angeben, auf welches Fach sich die Erklärvideos ggf. beziehen.)

4.2 Wenn Sie Erklärvideos schauen oder für den Unterricht auswählen, welche Plattformen nutzen Sie?

5. Welche Physik-Erklärvideo-Kanäle kennen Sie, die Sie gut finden?

6. Welche weiteren Physik-Erklärvideo-Kanäle kennen Sie?

7. Was bringen Sie mit Erklärvideos in Verbindung? Geben Sie drei Assoziationen an.

16.3 Interviewleitfäden

Interviewleitfaden Physik-Lehramtsstudierende mit Hinweisen zur Interviewführung

Die Impulse sind im genauen Wortlaut zu stellen. Als „Nachfragen“ aufgelistete Aspekte sind, wenn sie nicht selbst von den Proband*innen angesprochen werden, nachzufragen. Zu Beginn des Interviews ist folgende Einführung zu geben:
„Im Rahmen meiner Promotion beschäftige ich mich damit, wie Physik-Lehramtsstudierende zu Erklärvideos in der Physik stehen. Dazu möchte ich heute mit Ihnen ins Gespräch kommen, und zwar welche Erfahrungen Sie bereits mit Erklärvideos gemacht haben und welche Sichtweise Sie auf dieses Medium haben. Wenn es heute bei uns um Erklärvideos geht, dann in der Regel immer um Physik-Erklärvideos, außer ich sage explizit noch einmal, dass es um ein anderes Fach oder um Schule allgemein geht.

Es geht heute um Ihre Sichtweisen und Ihre Erfahrungen mit Erklärvideos und ich bin total gespannt, was Sie zu erzählen haben. Lassen Sie sich deswegen bitte nicht von inhaltlichen Aspekten unseres Seminars beeinflussen. Sie können und sollen ganz frei erzählen, ohne dass es ein Richtig oder Falsch gibt.

Das Interview dient Forschungszwecken und wird deshalb mitgeschnitten und im Anschluss transkribiert. Sie haben dazu eine Einverständniserklärung unterschrieben und wurden über die Rahmenbedingungen informiert. Die Daten werden im Anschluss anonymisiert, sodass keine Rückschlüsse auf Ihre Person gezogen werden können. Sie können das Interview jederzeit abbrechen.

Wenn es bis hierhin keine Fragen gibt, würde ich die Audioaufnahme beginnen.“

Tabelle 46 Interviewleitfaden Physik-Lehramtsstudierende

Impuls F1	Ich würde zu Beginn gerne erst einmal etwas über Ihre persönlichen Erfahrungen mit Erklärvideos erfahren wollen. Erzählen Sie doch gerne mal, wo und in welchem Kontext sind Ihnen denn Erklärvideos das erste Mal begegnet und wie ging es dann weiter? Sie können sich gerne Zeit dazu nehmen und einfach erst einmal erzählen. **Nachfragen** – Schulzeit/Studium
Impuls F2	Wenn Sie jetzt an den Physikunterricht in der Schule denken. Für wie relevant halten Sie es, da Erklärvideos zu thematisieren oder mit Erklärvideos zu arbeiten? **Nachfragen** – Können Sie das noch näher erläutern, warum Sie das so sehen? (Warum relevant?) – Für wie sinnvoll halten Sie Physik-Erklärvideos?
F2.1	Und wie sieht das für Schule allgemein aus?
Impuls F3	Inwiefern können Sie sich vorstellen, später selbst Erklärvideos in Ihrem Physikunterricht einzusetzen? **Nachfragen** – Gründe für den (nicht) Einsatz/Vor- und Nachteile – Ziele des Einsatzes
F3.1	Könnten Sie mir beschreiben, inwiefern Sie sich vorstellen könnten, Erklärvideos mit Schülerinnen und Schülern selbst zu produzieren? **Nachfragen** – Vor- und Nachteile
Impuls F4	Wir machen mal ein Gedankenexperiment: Erinnern Sie sich mal an eine Situation, in der Erklärvideos einen ganz klaren Vorteil gegenüber einer Lehrkraft dargestellt haben. Die Situation kann entweder eine sein, die Sie selbst erlebt haben, oder eine fiktive Situation, die Ihnen so einfällt. Wie würde diese Situation aussehen? **Nachfragen** – Inwiefern fallen Ihnen noch weitere Situationen ein?
Impuls F5	Und inwiefern würden Ihnen Situationen einfallen, wo es genau andersherum ist, wo Erklärvideos einen ganz klaren Nachteil darstellen würden? **Nachfragen** – Inwiefern fallen Ihnen noch weitere Situationen ein?

Impuls F6	Schülerinnen und Schüler schauen sich ja vor allem zu Hause Erklärvideos an. Wie stehen Sie denn dazu, dass sich die Schülerinnen und Schüler privat Physik-Erklärvideos anschauen?
F6.1	Gibt es etwas, das Schülerinnen und Schüler unbedingt lernen sollten beim Umgang mit Erklärvideos?
F6.2	Inwiefern würden Sie denn Ihren Schülerinnen und Schülern empfehlen, zu Hause Physik-Erklärvideos zu schauen? **Nachfragen** – Gründe/Hintergründe – Was wäre Ihnen bei den von Ihnen empfohlenen Videos wichtig?
Impuls F7	Man findet ja unter YouTube-Erklärvideos unter anderem viele positive Kommentare. Ich habe Ihnen mal ein paar mitgebracht, die unter Physik-Erklärvideos zu finden sind. Kommentare: *„Das kennt jeder … Du gehst zum Lehrer und fragst „Ey, können Sie mir das mit den Schaltungen mal erklären?“ Und das dauert egal bei welchem Lehrer dann 10 Jahre … tja, bei euch versteht man es einfach in 5 min :D“; „Hier lerne ich mehr als in der Schule“* (137 Likes); *„VIELEN DANK hat mir meine Physikklausurnote gerettet :) sonst hätte ich es nie verstanden :D“* Wenn Sie das so hören, was denken Sie denn darüber? **Nachfragen** – Was fällt Ihnen noch auf?
F7.1	Wie schätzen Sie denn die Qualität von Physik-Erklärvideos bei YouTube generell ein?
Impuls F8	Wann würden Sie denn von sich sagen, dass Sie eine gute Physiklehrerin oder ein guter Physiklehrer geworden sind? Wie würde Ihr Unterricht hierbei aussehen und welche Rolle hätten Sie im Unterricht? **Nachfragen** – Experimentieren, Rechnen, Erklären
F8.1	In Erklärvideos geht es häufig unter anderem ums Formellernen. Welchen Platz haben Formeln denn für Sie?
Impuls F9	Was denken Sie, welche Rolle werden Erklärvideos für Sie als Physiklehrerin bzw. als Physiklehrer in Zukunft spielen?
Abschluss	Gibt es noch irgendetwas, was Sie gerne ergänzen möchten, was Ihnen so über das Interview hinweg eingefallen ist oder allgemein etwas, was wir nicht angesprochen haben, was Sie aber gerne noch erzählen möchten?

Interviewleitfaden Physiklehrkräfte mit Hinweisen zur Interviewführung

Die Impulse sind im genauen Wortlaut zu stellen. Als „Nachfragen“ aufgelistete Aspekte sind, wenn sie nicht selbst von den Proband*innen angesprochen werden, nachzufragen. Zu Beginn des Interviews ist folgende Einführung zu geben:

„Im Rahmen meiner Promotion beschäftige ich mich damit, wie Physiklehrkräfte zu Erklärvideos in der Physik stehen. Dazu möchte ich heute mit Ihnen ins Gespräch kommen, welche Erfahrungen Sie bereits mit Erklärvideos gemacht haben und welche Sichtweise Sie auf dieses Medium haben. Wenn es heute bei uns um Erklärvideos geht, dann in der Regel immer um Physik-Erklärvideos, außer ich sage explizit noch einmal, dass es um ein anderes Fach oder um Schule allgemein geht.

Es geht heute um Ihre Sichtweisen und Ihre Erfahrungen mit Erklärvideos und ich bin total gespannt, was Sie zu erzählen haben. Sie können und sollen ganz frei erzählen, ohne dass es ein Richtig oder Falsch gibt.

Das Interview dient Forschungszwecken und wird deshalb mitgeschnitten und im Anschluss transkribiert. Sie haben dazu eine Einverständniserklärung unterschrieben und wurden über die Rahmenbedingungen informiert. Die Daten werden im Anschluss anonymisiert, sodass keine Rückschlüsse auf Ihre Person gezogen werden können. Sie können das Interview jederzeit abbrechen.

Wenn es bis hierhin keine Fragen gibt, würde ich die Audioaufnahme beginnen.“

Tabelle 47 Interviewleitfaden Physiklehrkräfte

Impuls F1	Ich würde zu Beginn gerne erst einmal etwas über Ihre persönlichen Erfahrungen mit Erklärvideos erfahren wollen. Erzählen Sie doch gerne mal, wo und in welchem Kontext sind Ihnen denn Erklärvideos das erste Mal begegnet und wie ging es dann weiter? Sie können sich gerne Zeit dazu nehmen und einfach erst einmal erzählen. **Nachfragen** – Schulzeit/Studium
Impuls F2	Wenn Sie jetzt an den Physikunterricht in der Schule denken. Für wie relevant halten Sie es, da Erklärvideos zu thematisieren oder mit Erklärvideos zu arbeiten? **Nachfragen** – Können Sie das noch näher erläutern, warum Sie das so sehen? (Warum relevant?) – Für wie sinnvoll halten Sie Physik-Erklärvideos?
F2.1	Und wie sieht das für Schule allgemein aus?
Impuls F3 a)	Inwiefern können Sie sich vorstellen, selbst Erklärvideos in Ihrem Physikunterricht einzusetzen? **Nachfragen** – Gründe für den (nicht) Einsatz/Vor- und Nachteile – Ziele des Einsatzes
Impuls F3 b)	Sie haben angesprochen, dass Sie Erklärvideos im Unterrichtskontext einsetzen oder einsetzen würden. Könnten Sie mir da beispielhafte Situationen näher beschreiben, wie das so aussehen könnte bzw. wie das so aussieht in Ihrem Unterricht? **Nachfragen** – Ablauf – Ziele des Einsatzes
F3.1	Könnten Sie mir beschreiben, inwiefern Sie sich vorstellen könnten, Erklärvideos mit Schülerinnen und Schülern selbst zu produzieren? **Nachfragen** – Vor- und Nachteile
Impuls F4	Wir machen mal ein Gedankenexperiment: Erinnern Sie sich mal an eine Situation, in der Erklärvideos einen ganz klaren Vorteil gegenüber einer Lehrkraft dargestellt haben. Die Situation kann entweder eine sein, die Sie selbst erlebt haben oder eine fiktive Situation, die Ihnen so einfällt. Wie würde diese Situation aussehen?

	Nachfragen – Inwiefern fallen Ihnen noch weitere Situationen ein?
Impuls F5	Und inwiefern würden Ihnen Situationen einfallen, wo es genau andersherum ist, wo Erklärvideos einen ganz klaren Nachteil darstellen würden? **Nachfragen** – Inwiefern fallen Ihnen noch weitere Situationen ein?
Impuls F6	Schülerinnen und Schüler schauen sich ja vor allem zu Hause Erklärvideos an. Wie stehen Sie denn dazu, dass sich die Schülerinnen und Schüler privat Physik-Erklärvideos anschauen?
F6.1	Gibt es etwas, das Schülerinnen und Schüler unbedingt lernen sollten beim Umgang mit Erklärvideos?
F6.2	Inwiefern würden Sie denn Ihren Schülerinnen und Schülern empfehlen, zu Hause Physik-Erklärvideos zu schauen? **Nachfragen** – Gründe/Hintergründe – Was wäre Ihnen bei den von Ihnen empfohlenen Videos wichtig?
Impuls F7	Man findet ja unter YouTube-Erklärvideos unter anderem viele positive Kommentare. Ich habe Ihnen mal ein paar mitgebracht, die unter Physik-Erklärvideos zu finden sind. Kommentare: *„Das kennt jeder … Du gehst zum Lehrer und fragst „Ey, können Sie mir das mit den Schaltungen mal erklären?“ Und das dauert egal bei welchem Lehrer dann 10 Jahre … tja, bei euch versteht man es einfach in 5 min :D“; „Hier lerne ich mehr als in der Schule“* (137 Likes); *„VIELEN DANK hat mir meine Physikklausurnote gerettet :) sonst hätte ich es nie verstanden :D“* Wenn Sie das so hören, was denken Sie denn darüber? **Nachfragen** – Was fällt Ihnen noch auf?
F7.1	Wie schätzen Sie denn die Qualität von Physik-Erklärvideos bei YouTube generell ein?
Impuls F8	Ich würde jetzt gerne mit Ihnen ins Gespräch kommen über Ihren eigenen Physikunterricht. Könnten Sie einmal erzählen, wie Ihr Physikunterricht so aussieht: Welche Rolle würden Sie sich geben und wo legen Sie besonderen Wert drauf? Gerne können Sie erst von Sek I berichten und dann von Sek II, falls sich das stark unterscheidet.

	Nachfragen – Experimentieren, Rechnen, Erklären
F8.1	In Erklärvideos geht es häufig unter anderem ums Formellernen. Welchen Platz haben Formeln denn für Sie?
Impuls F9	Was denken Sie, welche Rolle werden Erklärvideos für Sie als Physiklehrerin bzw. als Physiklehrer in Zukunft spielen?
Abschluss	Gibt es noch irgendetwas, was Sie gerne ergänzen möchten, was Ihnen so über das Interviews hinweg eingefallen ist oder allgemein etwas, was wir nicht angesprochen haben, was Sie aber gerne noch erzählen möchten?

16.4 Codierleitfaden Interviewstudie

Aufgrund des großen Umfangs werden lediglich Auszüge des Codierleitfadens dargestellt. Der vollständige Codierleitfaden ist dem digitalen Anhang zu entnehmen.

Tabelle 48 Codierleitfaden für Kategorie „Rahmenbedingungen: Einsatz/Nutzung Erklärvideos“ (Haupt- und Subkategorien grau unterlegt)

Hauptkategorie	**Rahmenbedingungen: Einsatz/Nutzung Erklärvideos**
InhaltlicheBeschreibung der Hauptkategorie	Alle Aussagen codieren, in denen Rahmenbedingungen thematisiert werden, die gegeben sein sollten oder die beachtet werden sollten, um effektiv mit Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht zu arbeiten oder zu lernen. In diese Kategorie fallen z. T. Aspekte, die weder die Kategorie „Erklärvideos: Hürden“ noch die Kategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ ansprechen.
Subkategorie	**Individueller Konsum nötig**
Anwendung der Kategorie	In diese Kategorie codieren, wenn angesprochen wird, dass wenn Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht eingesetzt werden, diese individuell von den Schüler innen konsumiert werden müssen oder konsumiert werden sollten. Auch codieren, wenn angesprochen wird, dass der Erklärvideokonsum zu Hause anstatt in der Schule stattfinden sollte.
Beispiel für Anwendung	„[…] also mir geht es bei meiner Argumentation/ zu sagen, dass Erklärvideos eben für zu Hause sind/ geht es mir auch mehr darum, weil das einfach mehr der Grundgedanke, der bei mir dahinter steht, ist, wenn ich so ein Erklärvideo

	sinnvoll nutzen will, dann muss man sich da wirklich drauf konzentrieren und fokussieren und dann kann das nicht wie das normale Fernsehen einfach mal so nebenher dudeln und ich kann immer noch was anderes da nebenbei machen oder wie Musik im Radio, sondern dann ist das mein Fokus, sage ich mal, darum geht es mir und der eine kriegt es vielleicht auch hin, wenn das einmal in der Schule läuft. Und ich bin da immer jemand der sagt: Setzt euch doch mal in Ruhe hin.“ (LAGm-S-1-HS, Pos. 61)
Subkategorie	**Medienkompetenz erforderlich**
Anwendung der Kategorie	In diese Kategorie codieren, wenn angesprochen wird, dass Schüler innen und/oder Lehrkräfte beim Konsum oder Einsatz von Erklärvideos kompetent im Umgang mit Medien und Technik sein sollten. Auch codieren, wenn angesprochen wird, dass die Erstellung von Erklärvideos Medienkompetenz seitens der Lehrkräfte bzw. der Schüler innen erfordert.
Beispiele für Anwendung	„[…] ich habe für mich das Gefühl, dass sie mir eine Möglichkeit bieten könnten, also ganz persönlich für mich, weil ich medial, glaube ich, kompetent genug bin, um mich da zum Affen zu machen, wenn ich da versuche, ein Erklärvideo abzuspielen und weil ich, glaube ich, vielleicht mit noch ein bisschen mehr Übung dann auch so ein Erklärvideo ganz gut selber erstellen kann, in einer Qualität, wo man sich das angucken kann, ohne sich direkt in die Ecke verkriechen zu wollen, so.“ (LAGm-S-3-HS, Pos. 17) „Auf jeden Fall, dass sie denen nicht blind vertrauen, sondern auch überprüfen, was habe ich zum Beispiel in der Schule gelernt oder was wurde in anderen Erklärvideos gesagt. Und vielleicht, das wäre natürlich höchstes Level, woher haben sie diese Information, woher beziehen die sich, worauf beziehen sie sich, gibt es da irgendwie/ ist das jetzt nur eine Quelle oder haben die überhaupt Quellen? Haben die sich das erstmal ausgedacht? Also das wäre natürlich schon super, wenn derartige Medienkompetenz vorhanden wäre.“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 30)

Abgrenzung zu anderen Kategorien (Ausschlusskriterium)	Nicht in diese Kategorie codieren, wenn angesprochen wird, dass eine Person selbst Schüler innen im Umgang mit Erklärvideos schulen würde bzw. Medienkompetenz vermitteln würde. Dann unter Kategorie „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ → „Lernen über Erklärvideos“ codieren.
Subkategorie	**Einsatz/Methodik/Videolänge lerngruppenabhängig**
Anwendung der Kategorie	In diese Kategorie codieren, wenn angesprochen wird, dass der Einsatz von Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht lerngruppenabhängig ist. Das bedeutet konkret, dass beschrieben wird, dass sich eine (angehende) Lehrkraft von Klasse zu Klasse entscheidet oder entscheiden würde, ob der Einsatz oder die Produktion von Erklärvideos sinnvoll ist, und dass bestimmte Videos auch nur für bestimmte Zielgruppen passen.
Beispiel für Anwendungen	„Das kommt auch, ist auch von Klasse zu Klasse verschieden, also man muss da immer natürlich auch versuchen auf die Klasse zu reagieren, ne? Manche tun sich sehr schwer zum Beispiel etwas selber zu erarbeiten, zu lesen, aber sehen gerne fern. Und dann kann man da natürlich anknüpfen und dann schauen. Also generell schauen sich alle ganz gerne solche Videos an. Ja? Aber ich setze es zu verschiedenen Zwecken ein. Das kann man so jetzt nicht/ das kommt auf das Video an, das kommt auf die Unterrichtsthematik an. Und auf den ganzen Kontext.“ (LKm-6-IGS-HS, Pos. 6)
Subkategorie	**Vorabauswahl von Erklärvideos**
Anwendung der Kategorie	In diese Kategorie codieren, wenn angesprochen wird, dass wenn Erklärvideos im Kontext von Physikunterricht eingesetzt werden, diese auch gut, im Sinne von fehlerfrei und didaktisch durchdacht, sein müssen oder sollten. Das bedeutet, Lehrkräfte müssen oder sollten sich Erklärvideos vor dem Einsatz anschauen.
Beispiel für Anwendungen	„Da ist dann natürlich immer die Sache, dass man schauen muss, inwiefern diese ganzen Videos, die hochgeladen werden und dann am Ende auch für Schülerinnen und Schüler zur Verfügung stehen. Dass die fachlich, didaktisch in Ordnung sind. Und dann kann man sie auf jeden Fall nutzen und da sind sie dann auch relevant, einfach weil das eine Alternative ist, die ich wahrscheinlich auch nutzen würde. Natürlich immer vorher immer zu schauen: Passt das? Kann man

	das benutzen? Wird da alles richtig dargestellt oder gibt es da wirklich Fehler in den Videos?“ (LAGm-S-16-HS, Pos. 10)
Subkategorie	**Sonstiges**
Anwendung der Kategorie	In diese Kategorie alle sonstigen angesprochenen Rahmenbedingungen codieren.
Beispiel für Anwendungen	„Wenn ich jetzt an einer Schule unterrichte, wo ich nicht mal einen Beamer habe oder einen Beamer, den ich mitschleppen müsste, wäre das für mich vielleicht auch so ein Ausschlusskriterium. Also ich würde sagen, so ein Erklärvideo darf mir nicht mehr Aufwand bereiten als dass es mir hilft und als dass ich dadurch Zeit sparen darf.“ (LAGw-S-15-HS, Pos. 55)

16.5 Ausgewähltes Interviewtranskript: LKm-6-IGS-HS

I: So und zu Beginn würde ich gern erstmal was über Ihre persönlichen Erfahrungen mit Erklärvideos erfahren wollen. Erzählen Sie doch gerne mal, wo und in welchem Kontext sind Ihnen denn Erklärvideos das erste Mal begegnet und wie ging es dann weiter?

B: Das kann ich nicht mehr genau sagen, man sucht ja automatisch immer als Lehrer nach Möglichkeiten, was kann man wie wann einsetzen. Ich finde es gut, dass es solche Erklärvideos gibt und gerade im Zusammenhang mit Möglichkeiten des Computereinsatzes, je nachdem auch, was die Schule immer so für Möglichkeiten hat. Und wir haben in jedem Raum bei uns auch PCs zur Verfügung, seit einigen Jahren mit Beamer, und dann bietet sich das natürlich an, um die/ Unterricht vielfältig zu gestalten, auch solche Erklärvideos einzusetzen und das habe ich dann gegebenenfalls auch gemacht. Mal zu Beginn des Unterrichts vielleicht als Einstieg, auch mal, um was zu ergänzen, auch wenn eventuell die technischen Möglichkeiten an der Schule nicht vorhanden sind. Ich kann aber nicht genau sagen, wann ich damit angefangen habe. Also ein Schwerpunkt war auf jeden Fall in der Coronazeit, wenn die Schüler zu Hause waren und sich

selber was erarbeiten sollten, dann habe ich häufig Empfehlungen gegeben, was für ein Video sie dazu brauchen, zusätzlich nutzen können.

I: Ich weiß ja jetzt nicht, wie alt Sie sind, haben Sie im Rahmen Ihres Studiums schon Erklärvideos thematisiert, oder war das noch nicht/ kein Thema. //B: Nö//

B: Sowas gab es damals noch nicht. Ich bin jetzt sechzig. Und bin seit fast vierzig Jahren Lehrer, stamme aus DDR-Zeit noch und allein die Computergeschichte ist ja erst im Laufe meines Lehrerdaseins entstanden, sowas gab es ja auch früher nicht, also generell wurde da natürlich anders gearbeitet. Wobei man sagen muss, es gab ja auch schon vor Zeiten von Internet gab es ja schon Videos. Ja, die gab es dann auf Band, also in/ zumindest in der Zeit als ein Videorekorder aufkam, gab es auch Videos zu bestimmten Thematiken und auch da habe ich schon Videos zum Teil eingesetzt. //I: Im Unterricht, direkt?// Im Unterricht, ja.

I: Was war da so Ihr Ziel, wenn Sie die eingesetzt haben?

B: Gibt verschiedene Zielstellungen. Das kommt natürlich immer auf den Inhalt an. Teilweise zur Einstimmung, mache ich jetzt auch manchmal, teilweise auch zur Zusammenfassung, also zum Stundenende zum Beispiel oder zwischendurch, einfach um ein bisschen, in der Unterrichtsführung, so ein bisschen Wechsel hineinzubekommen, dass die Schüler jetzt auch nicht immer die gleiche Stimme hören oder nicht immer lesen müssen. Das kommt auch/ ist auch von Klasse zu Klasse verschieden, also man muss da immer natürlich auch versuchen, auf die Klasse zu reagieren, ne? Manche tun sich sehr schwer zum Beispiel etwas selber zu erarbeiten, zu lesen, aber sehen gerne fern. Und dann kann man da natürlich anknüpfen und dann schauen. Also generell schauen sich alle ganz gerne solche Videos an, ja? Aber ich setze es zu verschiedenen Zwecken ein. Das kann man so

jetzt nicht/ das kommt auf das Video an, das kommt auf die Unterrichtthematik an. Und auf den ganzen Kontext.

I: Okay, wenn Sie jetzt mal an den heutigen Physikunterricht in der Schule denken, für wie relevant halten Sie es denn da überhaupt, Erklärvideos zu thematisieren oder mit Erklärvideos zu arbeiten?

B: Sie meinen jetzt generell in der heutigen Zeit so. //I: Genau// Naja, also ich wie schon versucht habe zu erwähnen, es kommt auch immer darauf an, wie sind die Gestaltungsmöglichkeiten im Unterricht, welche Materialien hat man zur Verfügung. Und mitunter ist es ja doch eingeschränkt. Weil bestimmte, ich sage mal Experimentiermaterialien kosten viel Geld und dann ist es manchmal auch empfehlenswert für bestimmte Experimente Simulationsprogramme oder auch solche Erklärvideos einzusetzen, um Schülern das anschaulicher darzubieten. Damit sie bestimme Dinge auch mal sehen können.

I: Und wie sieht das für Schule allgemein aus, sehen Sie da einen Unterschied in der Relevanz?

B: Die Frage habe ich jetzt nicht ganz verstanden.

I: Also, wie sieht das für Schule allgemein aus, sehen Sie da, oder erkennen Sie da eine andere Relevanz als für den Physikunterricht?

B: Achso. Also ich unterrichte zusätzlich noch die Fächer Mathematik und Astronomie. Und setze auch hier gegebenenfalls solche Erklärvideos ein, oder in Mathe mache ich es teilweise so, dass ich dann, wenn Schüler Schwierigkeiten haben und ich habe was gefunden, muss man natürlich auch immer sagen, ne? Etwas gefunden, was ich empfehlenswert erachte, dann gebe ich den Schülern auch die Empfehlung mit, dass sie zusätzlich auch mal hier noch reingucken können, da habe ich ein Video gefunden, das ist da ist es recht gut nochmal erklärt.

I: Okay. Schülerinnen und Schüler, die schauen sich ja vor allem auch Erklärvideos an, wenn sie jetzt was nacharbeiten wollen. Wie stehen sie denn dazu, dass die privat Erklärvideos anschauen in der Physik?

B: Da habe ich generell nie was dagegen. Ich finde es immer besser, sie machen überhaupt etwas, ja, als wenn sie nicht machen würden. Und wenn es für die Schüler hilfreich ist, dann können sie das durchaus machen, natürlich. Wobei es da natürlich auch so ist bei den Erklärvideos, es gibt gute und weniger gute. Aber das ist natürlich immer eine Meinung des Einzelnen. Ich habe da auch so meine Meinung. Also was ich empfehle, habe ich mir vorher auch immer angesehen.

I: Was ist denn da so Ihre Meinung, wie Sie gerade angesprochen haben?

B: Naja, die Videos sollten aus meiner Sicht auch möglichst nicht zu lang sein. Sonst kann es leicht passieren, also wenn zu viel Informationen kommen, zu viele fachliche Informationen, je nach Altersstruktur und natürlich auch, muss man auch unterscheiden, ne? In welcher Klassenstufe setze ich das ein. Wenn die Schüler älter sind, können die Videos auch mal ein bisschen länger sein, wenn sie nicht so alt sind, ist es auch empfehlenswert, dass die Videos nicht zu lange sind und dass sie natürlich auch interessant und ein bisschen spannend gestaltet sind. Es gibt auch da Videos, die sind eben sehr monoton gestaltet. Dann zum Beispiel eine Person da steht und die ganze Zeit spricht und, ne? Das kann man durchaus einsetzen. Meinetwegen mal Physik in der elften, zwölften Klasse oder wo auch immer. Wo mal ein bisschen länger erzählt wird, da müssen das die Schüler, ja, schon mal abkönnen, sage ich mal, oder die verkraften das auch. Aber bei jüngeren Schülern ist das nicht empfehlenswert, dann schalten die irgendwann auch ab. Dann ist so ein Video natürlich dann auch umsonst.

I: Und gibt es noch irgendwas, was Ihnen wichtig wäre bei einem Erklärvideo, was Sie empfehlen würden, oder einsetzen würden?

B: Also wie gesagt, das muss natürlich sachlich richtig sein. Dass, ich sage jetzt mal so, im Netz, da kann ja jeder sein Video reinstellen, was ihm gerade so gefällt. Ja. Und nicht alle Videos, die jetzt da auftauchen sind sachlich dabei, aus meiner Sicht jetzt, immer korrekt und passen nicht unbedingt zur Altersstruktur, das ist natürlich auch wichtig, sie müssen ja altersgerecht sein. Und es gibt Videos, die sind speziell entwickelt, ich sage hier jetzt mal so ein Beispiel für Physikunterricht der sechsten Klasse, zum Beispiel für die Optik, die sind schön anschaulich. Da sehe ich, wie so ein Schatten entsteht oder meinetwegen wie eine Sonnenfinsternis entsteht, ne? Das ist alles ganz toll. Dann muss man natürlich auch sehen, ist das noch ein Video, was ich jetzt vielleicht in der zehnten oder elften Klasse einsetzen könnte oder sollte. Manchmal kann man es machen, aber manchmal ist es dann vom Niveau eben auch nicht so angebracht. Genauso ist es natürlich andersherum, ich kann ja nicht die sechste oder siebte Klasse jetzt mit irgendwelchen Fachbegriffen bombardieren, die im Video drin sind, was sie inhaltlich noch gar nicht verstehen können. Deswegen finde ich es auch immer wichtig, dass der Lehrer sich vorher die Videos selber auch ansieht. Ob man sie einsetzen kann. Ob das am Ende so ja des Unterrichts soll ja immer was herauskommen. Die Schüler sollen ja mit ein bisschen mit Freude auch an Unterricht herangehen, sie sollen möglichst davon was lernen, sollen auch dadurch ein bisschen motiviert werden, auch durch solche Videos und wenn die Schüler das nicht verstehen können, was da inhaltlich geboten wird, oder wenn es für sie langweilig ist, dann bringt es ja auch nichts.

I: Okay. Ich würde gerne mal ein kleines Gedankenexperiment mit Ihnen machen. Und zwar erinnern Sie sich mal an eine Situation, in der Erklärvideos einen ganz klaren Vorteil gegenüber einer Lehrkraft darstellen. Das kann eine Situation sein, die Sie vielleicht selber erlebt haben, kann aber auch eine völlig fiktive Situation sein. Was würde Ihnen denn da einfallen?

B: Also jetzt konkretes Beispiel, jetzt so, abrupt kann ich es nicht sagen. Also so aus meiner Erfahrung heraus weiß ich, je nach Unterrichtsgestaltung also bei uns an der Schule ist es so, wir haben generell Blockunterricht neunzig Minuten. Und da muss man natürlich sagen, egal wie man den Unterricht macht, nach einer gewissen Zeit, je nach Alterssituation auch der Schüler, ist natürlich für die Schüler anstrengend und es fällt ihnen schwer dem Unterricht zu folgen. Und gerade dann muss man mal versuchen so ein bisschen Wechsel hineinzubringen. Entweder, indem man zum Beispiel im Unterricht jetzt experimentiert, oder die Schüler arbeiten mal selber was. Ne? Es geht ja da, sie können mal was zeichnen auch, sie können mal was rechnen und dann kann man auch mal so ein Erklärvideo zwischendurch hineinbringen, einfach um die verschiedenen Sinne, auf die man immer so hat. Ne? Hören, Sehen, selbst Aktivwerden, um das immer wieder neu anzuregen. Und ich mache es manchmal auch so, ich habe spontan, ich habe dann zum Beispiel so ein Erklärvideo in der Reserve, sag ich jetzt mal. Weil ich es mir vorher angesehen hatte und entscheide nicht unbedingt im Vorfeld, wann setze ich das ein? Ich will es dann vielleicht einsetzen im Laufe der nächsten drei Unterrichtsstunden und achte dann aber auf die Unterrichtssituation und wenn ich zum Beispiel dann merke, dass die Aufmerksamkeit der Schüler dann stark schwindet oder so, dann baue ich das mal in den Unterricht so ein, um einfach mal so ein bisschen Wechsel hineinzubekommen.

I: Mh (bejahend), wenn ich das ganze einmal umdrehen würde, inwiefern fallen Ihnen denn Situationen ein, in denen Erklärvideos einen wirklich klaren Nachteil gegenüber einer Lehrkraft darstellen würden.

B: (8) Kann ich jetzt so nicht direkt sagen. Habe ich jetzt keine schlechten Erfahrungen gemacht. Ich habe schon, na gut, ich sage jetzt mal so. Ich habe auch schon mal Videos eingesetzt, wenn es mal schnell gehen sollte, wo ich dann festgestellt habe beim Senden oder ich habe mir nicht das

ganze Video angesehen, so jetzt funktionierts nicht mehr so richtig. Wenn ich dann merke, dieses, ne? Oder ich merke es bei den Schülern dann auch, dass die das Video jetzt doch ein bisschen langweilig finden oder sie verstehen es nicht, dann breche ich das teilweise auch mal ab oder wir sprechen mal so ein bisschen da drüber. Das kann durchaus auch passieren. Aber ich gehe da auch immer so ein bisschen von der Unterrichtssituation aus. Ja? Oder ich zeige von vornherein, mache ich auch manchmal, dass ich nicht das ganze Video zeige, sondern nur ein Teil davon. Weil ich weiß, danach kommt vielleicht etwas, was die Schüler noch nicht hatten im Unterricht, oder was sie noch nicht verstehen. Und dann nehme ich das vielleicht mal für ein anderes Mal. Es gibt ja auch, man kann ja Videos auch zum Teil sich ansehen, das geht ja auch. Wenn, gerade, wenn sie länger sind. //I: Ja, das geht auch.//

I: Ich habe noch eine Frage zur Produktion. Inwiefern könnten Sie sich denn vorstellen, mit Ihren Schülerinnen und Schülern mal was zu produzieren, wäre das vielleicht gegeben an Ihrer Schule, oder könnten Sie sich auch vorstellen selber mal so ein Erklärvideo zu produzieren?

B: Pff, rein theoretisch ja. Muss aber sagen, ja, also zurzeit, dass ich jetzt was produziere, kann ich mir nicht so richtig vorstellen. Es wäre sicherlich auch möglich, aber es ist natürlich auch mit einem zeitlichen Aufwand verbunden. Ja? Und ich stell mir das jetzt so vor, wenn ich jetzt Langeweile hätte, sage ich mal, und nichts weiter zu tun, dann könnte ich mir das durchaus vorstellen. Ja? Ansonsten, das mit den Schülern im Zusammenhang mit einem Projekt, zum Beispiel zu machen, kann ich mir durchaus vorstellen.

I: Aber haben Sie noch nie gemacht, so wie ich es raus höre.

B: Jetzt als Erklärvideo für Physik speziell, nicht. //I: Okay//

I: Ich habe Ihnen noch was Kleines mitgebracht. Und zwar habe ich mal bei YouTube ein paar Erklärvideos angeschaut in der Physik und da findet man ganz viele positive Kommentare. Und da habe ich Ihnen drei mitgebracht, die ich Ihnen jetzt einmal vorlesen würde. Und zwar sagt der erste: Das kennt jeder, du gehst zum Lehrer und fragst, ey, können sie mir das mit den Schaltungen mal erklären und das dauert egal bei welchem Lehrer dann zehn Jahre. Tja, bei euch versteht man es einfach in fünf Minuten. Und der zweite Kommentar: Hier lern‘ ich mehr als in der Schule. Der hatte 137 Likes, was im Vergleich zu den anderen schon ganz schön viel war. Und der dritte: Vielen Dank, hat mir meine Physikklausurnote gerettet. Sonst hätte ich es nie verstanden. Wenn Sie das so hören, was denken Sie denn da drüber?

B: Dann ist irgendwas beim Unterricht falsch gelaufen. Das denke ich da drüber. Oder, gibt natürlich auch eine andere Variante, da haben sich im Laufe gewisser Zeit doch relativ erhebliche Spannungen zwischen Schüler und Lehrer aufgebaut. Sodass der Schüler für sich entschieden hat, bei dem lerne ich nichts mehr. Weil, das ist ja jetzt ein bisschen was Gravierendes. Ich würde jetzt den Stellenwert eines Erklärvideos nicht so hoch ansetzen, dass der Lehrer damit ersetzt werden kann. Und das hörte sich ja jetzt hier so an, also das finde ich schon eine, ja, recht bemerkenswerte Einschätzung. Ich würde es nie so sehen, dass ein paar Erklärvideos den Unterricht ersetzen können, sondern ich finde das, wie gesagt, wirklich eine sinnvolle Komponente des Unterrichts. Oder vielleicht auch für den Schüler als Empfehlung, dass er zu Hause sowas noch machen kann, sich das ansehen kann. Aber als Ersatz, wenn das von dem Schüler selbst als Ersatz gesehen wird, dann finde ich das schon recht traurig. Dann denke ich da ist so einiges schiefgelaufen.

I: Wie schätzen Sie denn so momentan die Qualität von Physik-Erklärvideos bei YouTube ein?

B: Es gibt viele sehr gute Videos, die man durchaus einsetzen kann. Aber es gibt auch Videos, wo ich das nicht, hatte ich vorhin schonmal gesagt, wo ich das nicht die ich nicht unbedingt empfehlen würde. Weil wie gesagt, man muss ja immer schauen, sind sie altersspezifisch passt das da hinein? Es gibt ja in Physik ja auch verschiedene Themen, Komplexe, die werden in verschiedenen Altersgruppen aufgegriffen. Ich sage jetzt mal so ein einfaches Beispiel. Wenn ich jetzt an Bewegung, also Kinematik, Bewegungslehre denke, dann macht man sowas zum Teil in der sechsten Klasse. Und dann später natürlich auch nochmal, neunte oder elfte Klasse, das ist natürlich auf verschiedenen Niveaustufen und da muss man auch sehen, dass das Video dazu immer passt. Also es gibt viele gute Videos, die ich auch empfehle oder dann auch einsetze, aber ich würde da auch nicht alle Videos empfehlen.

I: Und Sie haben gesagt, dass Sie auf keinen Fall Unterricht ersetzen würden mit Erklärvideos. Was würde Ihnen denn da fehlen?

B: Na einfach die persönliche Kommunikation. Es reicht ja nicht aus oder, ich sage jetzt mal so, man lernt ja vom Prinzip nicht so viel nur vom Hören und Sehen, sondern das Lernen ist vor allem selbst aktiv werden. Das heißt, letztendlich muss der Schüler dazu kommen, dass er selber etwas erklären kann und nicht nur erklärt bekommt. Dass er selber etwas erklären kann, dass er selber eine Aufgabe lösen kann, dass er sich selber mit der Thematik auseinandersetzen. Und da reicht das Sehen genauso wenig aus, wie nur das Lesen. Und wenn es zum Beispiel darum geht auch zu experimentieren. Ja, dann braucht man zum Beispiel den Unterricht. Natürlich könnte jeder zu Hause was ausprobieren, aber oftmals ist da natürlich eine Anleitung notwendig und zu Hause hat ein Schüler natürlich noch weitaus weniger Experimentiergeräte und keine gezielte Anleitung, natürlich auch keine Kontrolle, so wie das im Unterricht dann der Fall sein würde.

I: Welchen Stellenwert haben denn so Experimente bei Ihnen im Unterricht?

B: Sie sind für mich ein wichtiger Bestandteil und gerade im Physikunterricht gehört das praktisch aktiv sein mit dazu. Muss man natürlich immer sehen, welche Möglichkeiten hat man an der Schule?

I: Ich würde gerne im letzten Punkt bei Ihrem Physikunterricht bleiben und mit Ihnen so ein bisschen ins Gespräch kommen, wie so Ihr eigener Physikunterricht aussieht. Können Sie da mal ein bisschen berichten, welche Rolle würden Sie sich vielleicht geben und wo legen Sie besonderen Wert drauf? Falls das ein Unterschied in Sek I und II macht können Sie das auch gerne berichten.

B: Weiß nicht, wo ich jetzt anfangen soll, ich versuche es, ich versuche es mal. Also wie gesagt, es ist schon mal wichtig, in welcher Altersstufe man dabei ist. Bei den jüngeren Jahrgangsstufen, das merkt man, während des Unterrichts auch, ist ein Methodenwechsel noch wichtiger, natürlich. Kürzere Zeit auch als bei den größeren. Das heißt ein Wechsel zwischen der Lehrer erzählt was, die Schüler lesen mal etwas nach, man setzt ein Video ein, man kommt ins Unterrichtsgespräch, man führt ein Experiment durch und so weiter. Ein Wechsel ist da noch wichtiger um die Zeit dann auch einigermaßen sinnvoll zu nutzen und um die Aufmerksamkeit und das Interesse aufrechtzuerhalten. In Größeren Altersstufen setze ich durchaus auch vermehrt die Selbstaktivität insofern ein, dass die Schüler mehr Vorträge halten. Wo auch allgemein mit Bildmaterial gearbeitet wird, also bei zum Beispiel bei PowerPoint und wo die Schüler natürlich auch die Variante von Erklärvideos mit nutzen können. Also die Schüler werden dann so ein bisschen dann auch zum Lehrer, ja? Über Schülervorträge zum Beispiel, das ist dann in oberen Altersklassen auch mit drinnen bei mir. Ich setze auch hier Erklärvideos ein, einfach um auch ein bisschen Wechsel

hineinzubekommen, denn auch für größere Schüler ist es natürlich irgendwann mal anstrengend. Die ganze Zeit immer nur ein und dieselbe Stimme hören. Es ist natürlich auch gut, mal so einen anderen Gesichtspunkt zu haben, bei so einem Erklärvideo, wenn ein anderer was erzählt. Manchmal sagt sich auch ein Schüler, mh, das habe ich ja jetzt gar nicht verstanden, vielleicht, das war mir jetzt zu schnell und da konnte ich jetzt keine Fragen stellen. Also dann ist natürlich auch eine Möglichkeit, dass man so ein Erklärvideo nutzt, einfach um ein Problem aufzuwerfen. Weil, in vielen Erklärvideos geht es natürlich auch relativ zügig voran und es werden nicht immer alle Fragen dabei geklärt. Und dann kann man auch hinterher mal noch so ein Unterrichtsgespräch dazu führen oder selber mal was durchrechnen, ob es so stimmt, was sie da erzählt haben. Ich mache es auch manchmal absichtlich dann so, ich unterbreche das mal und dann frag ich die Schüler, was war denn jetzt nicht ganz korrekt an diesem Video? Und dann sieht man ja auch, wie aufmerksam die noch sind. Und es ist ja auch so, nicht immer ist alles fachlich korrekt, was da drin ist. Und wenn es so einzelne Begriffe sind, oder so ein paar kleinere Zusammenhänge. Das passiert ja auch jedem im Unterricht, da machen wir uns nichts vor, passiert mir sicherlich auch. Aber es passiert eben auch in Erklärvideos, dass nicht immer alles sachlich korrekt ist.

I: Und nochmal zu ihrer Rolle im Unterricht, falls sie das sagen können, welche Rolle würden sie sich da geben?

B: Rolle, ich versuche den Unterricht zu führen. Ob mir das immer so immer so hundertprozentig gelingt, das ist unterschiedlich, das sieht sicherlich der eine auch so und der andere sieht es anders. Ja? Denn am Ende müssen ja Leistungen auch bewertet werden und das gefällt Schülern auch nicht immer, wenn dann Leistung nicht so bewertet wird, wie sie es gerne hätten. Das ist natürlich auch so, ne? Aber ich verstehe mich nicht jetzt/ ich muss nicht die ganze Zeit selber erzählen, wie gesagt, dass können

auch mal Schüler machen, Schüler, sollen natürlich eingebunden werden mit Vorträgen, sollen auch mal eine Aufgabe erklären, sollen und dürfen auch mal vorne selber eine Aufgabe vorrechnen und ich finde es auch nicht schlimm, wenn da mal ein Fehler gemacht wird, das gehört ja zum Lernen mit dazu.

I: In Erklärvideos da geht es ja häufig auch ums Formeln lernen, welchen Platz hätten die denn für sie im Unterricht?

B: Formeln lernen? //I: Genau, Formeln allgemein und das Formeln Lernen.// Ja, wir sind ja gerade dabei, jetzt ein bisschen das auch umzustrukturieren, was die Abiturstufe anbelangt. Die Schüler sollen ja scheinbar mehr auswendig wieder lernen. Weiß ich nicht, also ich sage immer, bestimme Formeln sollte man Wissen, sie erleichtern natürlich den Umgang dann beim Aufgaben lösen. Wenn man da gar nichts weiß, was bestimmte Formeln anbelangt, muss man jede einzelne Formel nachsehen. Aber sie müssen nicht zwangsweise jede Formel beherrschen, wenn sie im Tafelwerk drinsteht, dann dürfen die Schüler da entsprechend auch nachschlagen. Ne? Aber ich sage Grundkenntnisse sollten schon da sein, weil ansonsten ist ja ein Unterrichtsfluss in dem Sinne auch nicht gewährleistet, wenn ein Schüler nachher in der neunten oder elften Klasse immer noch nicht so richtig weiß, dass die Geschwindigkeit aus Weg durch Zeit berechnet wird und dass nachher Meter pro Sekunde oder Kilometer pro Stunde im Normalfall dabei herauskommen muss. Wenn der Schüler da immer noch nachschlagen muss, dann kann man sich nicht über anspruchsvollere Zusammenhänge verständigen. Es ist ja dann irgendwo nachher Grundanforderung einfach. Aber komplizierte Formeln muss man nicht unbedingt auswendig lernen, wichtiger ist, dass man die Zusammenhänge versteht. Und dass man den Formeln nachher, viel wichtiger ist nachher, dass man mit den Formeln arbeiten kann und sie auch umstellen kann. Das

ist mehr so ein mathematisches Problem bei vielen, wenn nicht die gesuchte Größe schon auf der richtigen Stelle steht.

I: Mh (bejahend), bevor ich zur letzten Frage übergehe, würde ich nochmal eine kleine Rückfrage machen und ein kleines Stück zurückspringen. Und zwar haben Sie ja gesagt, dass in Erklärvideos manchmal so ein paar fachliche Fehler drin sind, was einem aber natürlich auch im Unterricht passiert. Inwiefern meinen Sie denn, das könnte zum Problem werden, wenn Schülerinnen und Schüler sich zu Hause Erklärvideos anschauen. Oder wird es überhaupt für Sie zum Problem, oder ist das/

B: Nein, nein. Generell würde ich das nicht als Problem ansehen, es kann natürlich immer sein, dass Schüler zu Hause sich ein oder es ist völlig normal, dass die Schüler vielleicht ein Video sich ansehen, was ich nicht empfehlen würde. Ne? Und es kann auch passieren, dass sie dabei fachlich vielleicht so einen kleinen Fehler haben, was bestimmte Begrifflichkeiten anbelangt, wie etwas bezeichnet wird oder auch im Zusammenhang wird nicht so hundertprozentig klar wiedergegeben im Video und das eignet sich dann der Schüler zum Teil an. Es ist aber am Ende immer noch besser als wenn der Schüler sich mit der Thematik nicht beschäftigen würde und wenn sowas auftaucht und der Schüler Fragen dazu hat, dann kann man natürlich darauf eingehen und wenn er sich dazu äußert und sagt, naja, das hat er aber irgendwo gesehen, dann kann man natürlich auch da drüber sprechen. Also generell, wenn wir uns sowas, deswegen mache ich das ja auch manchmal so ein Video unterbrechen und dann fragen und weise dann darauf hin, dass eben auch solche Informationsquellen nicht immer korrekt sind. Ja? Das betrifft nicht nur Videos, sondern auch bestimmte Informationsquellen, wo etwas geschrieben steht. Damit muss man eben rechnen im Netz, weil, ich sage dann nur immer, da kann jeder was reinstellen und nicht alles ist immer sachlich richtig. Aber das ist auch in Büchern so und das ist ja nicht nur in Erklärvideos, oder im Internet so. Nur

mal so ein einfaches Beispiel, ne? In der Mathematik findet man ja ganz häufig, je nach Anbieter auch habe ich geraden gesehen wieder in Arbeitsheften, dann wird ständig davon gesprochen oder geschrieben das Gewicht des Körpers beträgt so und so viel Kilogramm, ne? Ist ja generell so üblich. Mit Gewicht dann zu arbeiten. Aber es ist ja eigentlich die Masse und nicht das Gewicht. Gewicht ist eine Kraft, ne? Passt nicht so richtig zusammen. Aber in der Mathematik ist das so gang und gäbe, dass solche Begrifflichkeiten nicht korrekt benutzt werden. Ist so ein einfaches Beispiel, ja? Wo dann Umgangssprache leider auch als fachlich deklariert wird. Es ist nicht immer günstig, aber es ist so, ja? Aber was anderes, ne? Schüler sprechen dann eben von Stundenkilometer, weil es ja in der Umgangssprache auch so gebraucht wird. Ich sag dann natürlich, naja, im Physikunterricht ist es fachlich so nicht korrekt, weil es würde ja bedeuten, ich müsste die Einheiten multiplizieren, aber in Wirklichkeit muss ich sie dividieren und dann muss ich natürlich da drauf achten und weise immer darauf hin, wie es richtig wäre. Gleichzeitig muss im Hinterkopf natürlich haben, Umgangssprache trägt sich auch ein und dann darf man das als Lehrer auch nicht übertreiben, sonst äußert sich der Schüler gar nicht mehr, wenn man nur rummeckert. Aber Hinweise gebe ich natürlich dazu. Ich weiß jetzt nicht, ob das hilfreich war?

I: Doch, das war hilfreich, ja. Auf jeden Fall. Wollen sie dazu noch was sagen, ansonsten würde ich zur nächsten Frage übergehen.

B: Sie können gern zur nächsten Frage übergehen.

I: Okay, das ist auch schon meine letzte Frage. Und zwar, was denken Sie denn, welche Rolle werden Erklärvideos für Sie in Zukunft spielen?

B: Ich denke mal, die Rolle wird sich aus gegenwärtiger Sicht nicht viel ändern. Also ich werde sie weiter einsetzen, je nachdem, was im Unterricht inwiefern ich sie im Unterricht brauche, weil ich zum Beispiel ein

Experiment nicht durchführen kann, im Physikunterricht. Oder weil ich glaube, es ist eine sinnvolle Ergänzung oder es dient der Motivation, der Abwechslung. Ich glaube nicht, dass der Stellenwert höher wird, ja? Weiß ich jetzt noch nicht. Weil, ich denke insgesamt, es wird den Unterricht nicht ersetzen, weil die Kommunikation ja sonst fehlt. Und der Lehrer ist ja insofern immer wieder wichtig, ist meine Meinung auch, weil mit den Jahren sieht man natürlich oder sieht man den einzelnen Schülern an, können sie dem Unterricht folgen oder nicht. Und das ist auch bei Erklärvideos so. Und es nützt ja nichts, wenn man sich dann drei oder vier Erklärvideos ansieht und am Ende weiß man nicht mehr, was im Ersten war. Das ist genauso wie im Unterricht, ne? Wenn drei Seiten gelesen werden und dann versucht man darüber zu sprechen und der Schüler weiß nicht mehr, was hat er überhaupt gelesen, ne? Ist eine ganz normale Erscheinung, weil die Gedanken sich ja oftmals auch woanders oder das Grundwissen nicht vorhanden und dann, da kann natürlich nur der Lehrer drauf reagieren, indem er die Schüler beobachtet, indem er sieht was sie machen und ob sie dem Ganzen noch folgen können. Und deswegen wird im Normalfall der Lehrer nicht ersetzt werden können. Das hat sich ja auch in der Coronazeit gezeigt. Wo es nicht funktioniert, dass der Schüler das zu Hause alleine machen kann. Manche können das durchaus, ne? Manche können das recht gut oder konnten das recht gut, aber bei einigen gelingt das überhaupt nicht und da ist das zwingend erforderlich. Und die meisten wollen das ja auch, ne? Weil es ja doch noch was anderes ist, ob sie sich alleine was ansehen oder ob sie in der Gemeinschaft irgendwo sind und der eine kann mit dem anderen sich auch mal verständigen, unterhalten. Wir sind ja insgesamt, ja, der Mensch ist ja sozial geprägt, sag ich mal, ne? Und für Schüler ist es auch wichtig, dass sie zusammenkommen, dass sie gemeinsam was machen, dass sie sich auch über bestimmte Dinge verständigen oder zusammen experimentieren, das Erfolgserlebnis sehen, dass sie selber etwas

erreichen können. Also ich denke der Stellenwert wird bei mir aus gegenwärtiger Sicht ungefähr so bleiben. Es wird Zeiten geben, da setze ich mal mehr Videos ein, je nach Thematik, und es wird Zeiten geben da, werde ich auch weniger einsetzen. Aber ich denke es ist insgesamt eine durchaus sinnvolle Ergänzung der Unterrichtsgestaltung oder auch für die Schüler zu Hause.

I: Okay. Wenn sie den Stellenwert jetzt mal auf einer Skala einordnen könnten, wie ist denn der bei Ihnen momentan. Sie haben gesagt, der wird nicht höher, der wird vielleicht eher so bleiben.

B: Mh, das/ (lachend) Es, es ist schwer zu sagen. Ich weiß jetzt nicht. Es ist jetzt so eine Skala macht man ja manchmal so von eins bis zehn, ne? Ich, ich kann das so nicht einordnen, weil wie gesagt mir kommt es auf die Unterrichtssituation an und mir kommt es auch auf den Inhalt an, auf die Klassenstufe. Deswegen ist das ganz schwer zu sagen. Es kommt auf das, kommt natürlich auch das Video an.

I: Und wenn wir mal so sagen würden null wäre: Könnte auch ohne Erklärvideos. Und zehn wäre: Könnte überhaupt nicht mehr ohne Erklärvideos. Wäre es dann einfacher, das irgendwo einzuordnen?

B: Mit könnte ist das so eine Sache. Ich bin zu einer Zeit großgeworden, da gab es noch keine Erklärvideos, habe ich ja schon gesagt, ne? Da musste es auch ohne gehen und die Schüler haben durchaus auch was gelernt, ja? Deswegen kann man das so nicht sagen. Aber ich kann es so sagen. Ich würde, weil die Möglichkeit besteht, würde ich generell heutzutage Erklärvideos nicht mehr herauslassen, weil sie wie gesagt wirklich eine sinnvolle Ergänzung darstellen und weil man nicht alles so zeigen kann oder weil es für den Schüler auch mal sinnvoll ist, wenn er eine andere Stimme hört, eine andere Formulierung, ne? Auch mal etwas so ein bisschen lustig Gemachtes. Es gibt ja auch so bestimmte YouTube-Videos, da wird mal

so ein bisschen so, ja, ich sag mal so ein bisschen cool gesprochen, ja? Ist ja manchmal auch ganz lustig für die Schüler. Nicht immer alle, ne? Manchmal ja. Wichtig ist, dass man sich da drüber eben verständigt auch hinterher und zum Beispiel sagt, ja, auch mal die Schüler zu Wort kommen lässt, was hat euch gefallen, was nicht? Und ist euch aufgefallen, was daran gut wäre oder war an dem Video und was fandet ihr vielleicht nicht ganz so gelungen. Und da merkt man ja auch schon, ja, was die Schüler verstanden haben und wie es ihnen gefallen hat. Ist für mich auch immer so ein bisschen orientieren, wenn ich dann merke, naja es hat den Schülern gar nicht gefallen, dann brauche ich das Video auch beim nächsten Mal nicht einsetzen. Suche ich mir ein anderes raus oder verzichte lieber drauf. Und das ist eben etwas, dass der Lehrer eben doch gebraucht wird, muss er natürlich dann, auch wirklich darauf reagieren.

I: Ja, gibt es sonst noch irgendwas, was Sie gerne ergänzen möchten, was wir im Interview jetzt vielleicht noch nicht angesprochen haben, was Ihnen aber noch wichtig wäre im Kontext von Physik-Erklärvideos zu erzählen.

B: Also wüsste ich jetzt zurzeit nicht. Ich habe versucht so meine Meinung dazu zu sagen, wie gesagt, es kommt auf das Video an. Ne? Also ich würde jetzt nicht meinen Unterricht, wenn ich jetzt 90 Minuten Blockunterricht habe, da jetzt drei oder vier Erklärvideos reinbringen unbedingt und das jedes Mal, nach dem Motto, dann wird schon irgendwas bei rauskommen. Es gibt durchaus auch Blöcke, wo ich gar kein Erklärvideo habe oder mal zwei dreimal hintereinander und es kann auch mal sein, dass ich da zwei Videos nutze, weil es eben zur Thematik angebracht ist. Ja. Also ich finde es, wie gesagt aus meiner Sicht, wirklich eine sinnvolle Ergänzung. Ich würde auch nicht mehr drauf verzichten, weil es ja gute Videos gibt und wenn ich glaube sie sind hilfreich für den Schülern, dann bringe ich sie auch zum Einsatz.

I: Gut, dann würde ich die Aufnahme einmal beenden.

16.6 Fallzusammenfassungen auf Basis des Merkmalsraums der Typologisierung

Exemplarisch werden im Folgenden auf Basis des Merkmalsraums (siehe Kapitel 13.1) zwei Fallzusammenfassungen vorgestellt, die im Rahmen der Typologisierung erstellt und genutzt wurden.

Fallzusammenfassung LKw-2-IGS-HS

Probandin LKw-2-IGS-HS erachtet Physik-Erklärvideos seit dem Studium und „gerade im Rückblick auf die letzten ZWEI Coronajahre, für sehr relevant“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 6). Sie gibt an, bereits vor der Covid-19-Pandemie „punktuell“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 6) mit Physik-Erklärvideos gearbeitet zu haben, im Distanzunterricht jedoch dann „flächendeckend“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 6). Während der Pandemie hat sie dabei selbst Physik-Erklärvideos produziert. Aufgrund des hohen Zeitaufwands nimmt LKw-2-IGS-HS zum Zeitpunkt des Interviews keine eigene Erklärvideos mehr auf. Im Verlauf des Interviews berichtet LKw-2-IGS-HS mehrfach vom Erklärvideoeinsatz im eigenen Physik- und auch Mathematikunterricht. Beispielsweise nutzt LKw-2-IGS-HS Physik-Erklärvideos, um Realexperimente zu ersetzen: „[…] bei Experimenten, ich habe zwei linke Hände bei Experimenten (lachend). Das ist meine große Schwachstelle (lachend). Da greife ich auf jeden Fall auf YouTube et cetera zurück“ (Pos. 40). Weiterhin setzt sie Erklärvideos auch generell zu Abwechslung ein, hält Erklärvideos für Schüler*innen, die bereits mit einer erteilten Aufgabe fertig sind, als Reserve bereit und berichtet von einer Situation, in der sie mit Schüler*innen Erklärvideos produziert hat. Abschließend

gibt sie an, auch zukünftig „punktuell“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 72) mit Erklärvideos im Physikunterricht arbeiten zu wollen.

Mit zwölf Codierungen kommt LKw-2-IGS-HS im Verlauf des Interviews wiederholt auf sieben unterschiedliche Potenziale zurück, die sie mit Physik-Erklärvideos verknüpft. Beispielsweise berichtet LKw-2-IGS-HS von positiven Erfahrungen bei der Produktion von Erklärvideos mit Schüler*innen, wobei ein Mehrwert für sie insbesondere im Zugewinn an Fachwissen liegt. Neben der Produktion würde auch der Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht Schüler*innen ansprechen, weil Erklärvideos von Lernenden beispielsweise im Vergleich zu einem Buch als „nicht so langweilig“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 50) empfunden werden. Als weiteres Potenzial wird die Möglichkeit benannt, Aspekte zu visualisieren, die so in der realen Welt nicht sichtbar sind. LKw-2-IGS-HS bezieht dies sowohl auf Experimente, die im schulischen Kontext nicht durchführbar sind als auch auf den Einblick in Maschinen und Geräte. Dass in Erklärvideos vor allem auch junge Personen etwas erklären und Alternativen zur Lehrkraft-Erklärungen angeboten werden, hebt LKw-2-IGS-HS ebenfalls als Potenziale hervor. Zudem schweifen Erklärvideos, im Vergleich zu einer Lehrkraft, in der Erklärung nicht ab. Auch zu Hause beim eigenständigen Lernen sieht LKw-2-IGS-HS in Physik-Erklärvideos eine Unterstützungsmöglichkeit für Schüler*innen: „[…] prinzipiell sehe ich da sehr viele Vorteile darin, wie gesagt, sich selbst zu helfen, einfach sich selbst mit dem Unterrichtsstoff noch einmal auseinanderzusetzen. In einer Art und Weise, die halt einfach der Lebensumwelt der Kinder entspricht, nämlich YouTube, digitale Medien“ (Pos. 50). Neben genannten Potenzialen für Lernende benennt LKw-2-IGS-HS auch einen Vorteil für sich als Lehrkraft: „[…] es ist natürlich auch nicht von der Hand zu weisen, dass ein Erklärvideo, sage ich mal im Rahmen von fünf, sechs Minuten einfach mal eine kurze Pause IM Unterricht für MICH bedeuten. Einfach wo ich mal

ganz kurz in mich gehen kann, kurz runterfahren, kurz durchatmen“ (Pos. 72).

Dass Schüler*innen privat Physik-Erklärvideos konsumieren, findet LKw-2-IGS-HS „super“ (Pos. 50). Obwohl LKw-2-IGS-HS die Erfahrung gemacht hat, dass Erklärvideos häufig (fachliche) Mängel aufweisen, bewertet sie die Qualität von YouTube-Erklärvideos eher positiv. Aufgrund potenzieller fachlicher Ungenauigkeiten hat LKw-2-IGS-HS allerdings Bedenken, wenn Schüler*innen selbst Physik-Erklärvideos auswählen und würde eher konkrete Erklärvideokanäle vorgeben: „Aber das ist was, wo ich wirklich Bedenken habe. Wo ich dann LIEBER den Kanal empfehle“ (Pos. 50).

Insgesamt sind Physik-Erklärvideos für LKw-2-IGS-HS ein für schulische Kontexte relevantes Medium. Die Nutzung von Erklärvideos im Kontext des eigenen Physikunterrichts und die daran anknüpfenden Potenziale kommen mehrfach im Interview zur Sprache. Hürden und Bedenken, beispielsweise in Bezug auf fachliche und fachsprachliche Ungenauigkeiten in manchen Videos, werden jedoch ebenfalls thematisiert. Was LKw-2-IGS-HS weiterhin in Erklärvideos fehlt, ist die Interaktion mit den Schüler*innen. Fehlvorstellungen, die im Kontext des Erklärvideokonsums bei Schüler*innen potenziell auftreten, lassen sich dementsprechend nicht identifizieren, „wenn KEINE Lehrkraft da ist, die ins Gespräch geht“ (LKw-2-IGS-HS, Pos. 68).

Fallzusammenfassung LAGm-S-8-HS

Die Relevanz von Physik-Erklärvideos begründet LAGm-S-8-HS aus Sicht der Nutzung dieses Mediums als Lehrkraft: „[…] können relevant sein, aber es kommt halt so ein bisschen darauf an, wie die Lehrkraft die nutzen will oder nicht“ (Pos. 10). Er selbst könnte sich vorstellen,

Erklärvideos zu nutzen. Für ältere Lehrkräfte sind diese aus seiner Sicht vermutlich jedoch weniger relevant: „[…] ich weiß nicht, ob die Lehrkraft, bei der ich war, die jetzt 60 ist, sich noch großartig mit dem Thema Erklärvideos beschäftigen möchte“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 10). Für ihn werden Erklärvideos aber ein „sehr starker Begleiter [...] sein und bleiben“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 44), auch im Hinblick auf die fortschreitende Entwicklung künstlicher Intelligenz.

Mit zwölf Codierungen kommt LAGm-S-8-HS im Verlauf des Interviews wiederholt auf sieben unterschiedliche Potenziale zurück, die er mit Physik-Erklärvideos verknüpft. Beispielsweise sieht er ein Potenzial in der Produktion von Physik-Erklärvideos mit Schüler*innen, und zwar in Bezug auf den Erwerb von Fachwissen. Für LAGm-S-8-HS selbst bieten Physik-Erklärvideos die Möglichkeit, sich Inspirationen für den eigenen Unterricht zu holen und sich mit neuen Themen des Fachlehrplans zu beschäftigen und weiterzubilden: „Es kann auch einem selber später als gestandene Lehrkraft natürlich auch helfen, sich weiter nochmal in irgendein neues Thema vielleicht erstmal grob reinzulesen oder reinzuvertiefen, dass man ungefähr eine Ahnung hat, was jetzt das neue Thema im Fachlehrplan von einem möchte. Oder auch generell sich weiterzubilden […]“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 44). Ein weiterer Vorteil ist für ihn, dass Dinge, die so in der realen Welt nicht sichtbar sind, wie beispielsweise Vektorfelder, über Erklärvideos dargestellt werden können. Darüber hinaus sieht LAGm-S-8-HS momentan im Kontext des Studiums einen persönlichen Vorteil darin, dass Erklärvideos alternative Erkläransätze bieten. Für Schüler*innen sieht er weiterhin den Vorteil, dass Erklärvideos Konsument*innen auf einer anderen Sprachebene ansprechen als Lehrkräfte, denn für einige Lernende seien Sachverhalte in der Schule „meistens zu hoch formuliert“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 20). Mit vier Codierungen spricht LAGm-S-8-HS wiederholt die Möglichkeit an, über Erklärvideos Fachwissen erwerben zu

können und Erklärvideos auch im Sinne kostenloser Nachhilfe nutzen zu können. Auch für Schüler*innen aus einkommensschwachen Schichten könnte dies laut LAGm-S-8-HS von Vorteil sein: „Und das bietet ja gerade Schülern aus vielleicht einkommensschwachen Schichten gerade noch die Möglichkeit, trotzdem einigermaßen den Stoff verstehen zu können“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 28). Weiterhin benennt der Proband in diesem Kontext den gesehenen Mehrwert, dass Erklärvideos wiederholt konsumiert, pausiert, im Tempo variiert und parallel zu Mitschriften des Unterrichts genutzt werden können. Für LAGm-S-8-HS ist dies ein „immenser Vorteil“ (Pos. 22).

Im privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler*innen sieht LAGm-S-8-HS insgesamt etwas Positives. So bewertet er es als Vorteil, wenn Schüler*innen in der Lage sind, bei Problemen bei Hausaufgaben selbstständig Lösungen zu finden. LAGm-S-8-HS würde seinen Schüler*innen auch „definitiv“ (Pos. 32) empfehlen, Physik-Erklärvideos zu konsumieren, „mit dem Reminder, guckt euch mehrere an, hinterfragt das ein bisschen, guckt, ob das stimmt. […] Also dementsprechend, ja, ich würde es auf jeden Fall empfehlen. Ist auch total zeitgemäß, ganz ehrlich“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 32).

Die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube bewertet der Proband als „jetzt schon gar nicht mal/ in vielen Fällen nicht schlecht“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 12), und geht davon aus, dass diese in den kommenden Jahren noch steigen wird. Dass er im späteren Physikunterricht Erklärvideos nutzt, kann sich LAGm-S-8-HS sehr gut vorstellen. Er gibt an, bereits „schon fleißig am Sammeln” (LAGm-S-8-HS, Pos. 36) zu sein, um für den späteren Unterricht passende Videos parat zu haben.

Im Vergleich zu anderen Proband*innen der Studie thematisiert LAGm-S-8-HS nur wenige Hürden in Verbindung mit Physik-Erklärvideos.

Problematiken von Physik-Erklärvideos leitet LAGm-S-8-HS vorrangig aus Inhalten des YouTube-Kanals „simpleclub“ ab. So vermitteln Inhalte dieses Kanals laut LAGm-S-8-HS beispielsweise das Gefühl, „dass man es jetzt besser verstanden hat“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 2). Ob dem tatsächlich so ist, könne man als Schüler*in jedoch schlecht einschätzen. Zudem spricht er an, dass „simpleclub“-Erklärvideos potenziell Schüler*innenvorstellungen beinhalten können. Deshalb würde er Schüler*innen dazu anhalten, generell verschiedene Videos zu konsumieren. Weiterhin kritisiert er „simpleclub“ für deren Abwertung des Schulsystems. Dies könne dazu führen, dass Schüler*innen sagen: „Ich guck mir einfach danach ein Video an, dann klappt das alles, dann kriege ich meine guten Noten. Muss ich ja in der Schule nicht aufpassen“ (LAGm-S-8-HS, Pos. 28). Ein weiterer von LAGm-S-8-HS thematisierter „ganz klarer Nachteil“ (Pos. 24) ist, dass Erklärvideos nicht auf Fragen eingehen können und zudem nicht an die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe angepasst sind.

16.7 Tabellarische Zusammenfassung der Merkmalsausprägungen

Tabelle 49 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Erklärvideos: Potenziale“

Merkmal: Erklärvideos: Potenziale	**Vielzahl an unterschiedlichen Potenzialen**	**Wenige Potenziale oder Fokussierung auf v. a. ein Potenzial; Hauptsächlich Potenziale für Lehrkraft**
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen sprechen eine Vielzahl an unterschiedlichen Potenzialen an, die sich für Schüler innen (und Lehrkräfte) ergeben.	Proband innen sprechen eine geringe Anzahl an unterschiedlichen Potenzialen an oder fokussieren sich auf ein bestimmtes Potenzial oder sprechen vorrangig Potenziale an, die sich für Lehrkräfte anstatt für Schüler innen ergeben.
Proband*innen	LKm-1-GYM-HS, LKw-2-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-1-HS, LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-8-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-13-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-17-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-22-HS, LAGm-S-23-HS	LKm-3-IGS-HS, LKm-5-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-7-GYM-HS, LKw-9-GES-HS LAGm-S-4-HS, LAGm-S-14-HS, LAGm-S-16-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-21-HS

*Tabelle 50 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Bewertung“*

Merkmal: Bewertung des privaten Konsums von Erklärvideos durch Schüler*innen	**Grundsätzlich positiv/nicht abgeneigt**	**Nicht grundsätzlich positiv**
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen bewerten den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler innen als etwas grundsätzlich Positives oder stehen diesem nicht abgeneigt gegenüber.	Proband innen bewerten den privaten Konsum von Physik-Erklärvideos durch Schüler innen nicht grundsätzlich als positiv.
Proband*innen	LKm-1-GYM-HS, LKw-2-IGS-HS, LKm-3-IGS-HS, LKm-5-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-7-GYM-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-9-GES-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-1-HS, LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-8-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-13-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-22-HS, LAGm-S-23-HS	LKm-4-GYM-HS LAGm-S-4-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-14-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-16-HS

*Tabelle 51 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Privater Erklärvideokonsum der Schüler*innen: Empfehlung“*

Merkmal: Empfehlung zum privaten Konsum von Erklärvideos durch Schüler*innen	**Uneingeschränkte Empfehlung**	**Empfehlung angeleitet**	**Keine Empfehlung/unkonkret**
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen würden Schüler innen uneingeschränkt die Empfehlung geben, Physik-Erklärvideos zu konsumieren.	Proband innen würden den privaten Erklärvideokonsum der Schüler innen eher anleiten, anstatt uneingeschränkte Empfehlungen zum Konsum auszusprechen, indem konkrete Videos/-Kanäle vorgegeben werden.	Proband innen würden selbst keine Empfehlung geben, Physik-Erklärvideos zu konsumieren oder äußern sich dazu unkonkret.
Proband*innen	LKm-1-GYM-HS, LKm-8-IGS-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-8-HS, LAGm-S-22-HS	LKw-2-IGS-HS, LKm-3-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-7-GYM-HS, LKw-9-GES-HS, LKw-10-GYM-HS LAGm-S-1-HS, LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-4-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-14-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-16-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-23-HS	LKm-5-GYM-HS LAGm-S-13-HS

Tabelle 52 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos“

Merkmal: Einschätzung Qualität Physik-Erklärvideos	**Hohe Qualität/keine negative Einschätzung**	**Hohe und niedrige Qualität**
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen schätzen die Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube pauschal als hoch ein oder äußern sich ausschließlich positiv oder nicht negativ zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube.	Proband innen geben an, dass es sowohl Physik-Erklärvideos hoher als auch niedriger Qualität auf YouTube gibt oder äußern sich sowohl positiv als auch negativ zur Qualität von Physik-Erklärvideos auf YouTube.
Proband*innen	LKw-2-IGS-HS, LKm-3-IGS-HS, LKm-5-GYM-HS, LKw-7-GYM-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-8-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-13-HS, LAGm-S-22-HS	LKm-1-GYM-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-9-GES-HS LAGm-S-1-HS, LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-4-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-14-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-16-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-23-HS

Tabelle 53 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit Einsatz Physikunterricht“

Merkmal: Häufigkeit/Wahrscheinlichkeit Einsatz Physikunterricht	**Gelegentlicher bis häufiger Einsatz, wiederholte Schilderung vom Einsatz oder potenzieller Einsatz ist wahrscheinlich**	**Potenzieller Einsatz ist unsicher oder vermutlich kein Einsatz**
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen geben an, gelegentlich bis häufig Erklärvideos im Physikunterricht einzusetzen, berichten wiederholt vom Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht oder geben an, im späteren Physikunterricht Erklärvideos einsetzen zu wollen, wenn auch nur gelegentlich.	Proband innen sind sich unsicher, ob sie später Erklärvideos im Physikunterricht einsetzen würden oder würde später vermutlich keine Erklärvideos im Physikunterricht einsetzen.
Proband*innen	LKm-1-GYM-HS, LKw-2-IGS-HS, LKm-3-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-5-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-7-GYM-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-9-GES-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-4-HS, LAGm-S-5-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-8-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-13-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-16-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-23-HS	LAGm-S-1-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-14-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-22-HS

Tabelle 54 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht“ (Zielgruppe: praktizierende Physiklehrkräfte)

Merkmal: Methodik: Einsatz/Nutzung Physikunterricht	**Methodenvielfalt, Zusatz und Experimente**	**Platzhalter, Reserve**
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen geben an, Erklärvideos (potenziell) als Zusatz oder Ergänzung einzusetzen, um methodische Vielfalt in den Physikunterricht zu bringen und um Realexperimente aus verschiedenen Gründen durch Erklärvideos zu ersetzen oder Proband innen geben an, Erklärvideos einzusetzen, um den Physikunterricht aufzulockern, Schüler innen zu unterhalten oder um deren Aufmerksamkeit zu gewinnen.	Proband innen geben an, Erklävideos als Platzhalter oder als Reserve im Physikunterricht einzusetzen.
Proband*innen	LKm-1-GYM-HS, LKw-2-IGS-HS, LKm-3-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKw-7-GYM-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-9-GES-HS, LKw-10-GYM-HS, LKm-11-IGS-HS	LKm-5-GYM-HS

Tabelle 55 Merkmalsausprägung der Vergleichsdimension „Erklärvideos: Hürden“

Merkmal: Erklärvideos: Hürden	Vielzahl an Hürden, Hürden ausführlich begründet, wiederholtes Aufgreifen genannter Hürden	Maximal zwei Hürden oder keine ausführliche Begründung, kein wiederholtes Aufgreifen genannter Hürden
Beschreibung der Merkmalsausprägung	Proband innen sprechen eine Vielzahl an unterschiedlichen Hürden mit potenziell negativer Auswirkung auf nachhaltiges Lernen an oder thematisieren Hürden, die den Einsatz von Erklärvideos im Physikunterricht (potenziell) behindern. Bei einer geringen Anzahl thematisierter Hürden werden genannte Hürden ausführlich begründet und/oder im Verlauf des Interviews wiederholt aufgegriffen.	Proband innen sprechen maximal zwei unterschiedliche Hürden mit potenziell negativer Auswirkung auf nachhaltiges Lernen an. Hürden werden nicht ausführlich begründet und/oder nicht wiederholt im Interview aufgegriffen.
Probandinnen	LKm-1-GYM-HS, LKw-2-IGS-HS, LKm-4-GYM-HS, LKw-7-GYM-HS, LKw-10-GYM-HS LAGm-S-2-HS, LAGm-S-3-HS, LAGm-S-4-HS, LAGm-S-5-HS, LAGm-S-7-HS, LAGm-S-8-HS, LAGm-S-12-HS, LAGm-S-14-HS, LAGw-S-15-HS, LAGm-S-16-HS, LAGm-S-17-HS, LAGw-S-18-HS, LAGm-S-21-HS, LAGm-S-22-HS	LKm-3-IGS-HS, LKm-5-GYM-HS, LKm-6-IGS-HS, LKm-8-IGS-HS, LKw-9-GES-HS, LKm-11-IGS-HS LAGm-S-1-HS, LAGw-S-6-HS, LAGm-S-9-HS, LAGm-S-10-HS, LAGm-S-11-HS, LAGm-S-13-HS, LAGm-S-19-HS, LAGm-S-20-HS, LAGm-S-23-HS

Literaturverzeichnis

Ajzen, I. (1993). Attitude Theory and the Attitude-Behavior Relation. In D. Krebs & P. Schmidt (Hrsg.), *New Directions in Attitude Measurement* (S. 41–57). Walter de Gruyter.

Albarracín, D., Johnson, B. T., & Zanna, M. P. (2005). *The Handbook of Attitudes*. Lawrence Erlbaum Associates.

Albarracín, D., Johnson, B. T., Zanna, M. P., & Kumkale, G. T. (2005). Attitudes: Introduction and Scope. In *The Handbook of Attitudes* (S. 3–19). Lawrence Erlbaum Associates.

Allport, G. W. (1935). Attitudes. In C. M. Murchison (Hrsg.), *Handbook of Social Psychology* (S. 798–884). Clark University Press.

Allport, G. W. (1971). *Die Natur des Vorurteils*. Kiepenheuer & Witsch.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Hrsg.), *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory* (Bd. 2, S. 89–195). Academic Press.

Barres, E. (1978). *Vorurteile: Theorie, Forschungsergebnisse, Praxisrelevanz*. Leske.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *9*(4), 469–520.

Bem, D. J. (1972). Self-perception theory. In *Advances in experimental social psychology* (S. 1–62). Academic Press.

Bertelsmann Stiftung. (2017). *Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter*. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/BST_DigiMonitor_Grundschulen.pdf

Biard, N., Cojean, S., & Jamet, E. (2018). Effects of segmentation and pacing on procedural learning by video. *Computers in Human Behavior*, *89*, 411–417.

Bieso- Mathe-Physik. (2020). *Dichte berechnen| Physik| Einfach erklärt*. https://www.youtube.com/watch?v=qXsqxAIgryY

Binnewies, M., Finze, M., Jäckel, M., Schmidt, P., Willner, H., & Rayner-Canham, G. (2016). *Allgemeine und Anorganische Chemie* (3. Aufl.). Springer Spektrum.

Bitkom. (2025a). *Für zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler sind Influencer und YouTuber die besseren Lehrkräfte*. https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Influencer-YouTuber-sind-bessere-Lehrkraefte

Bitkom. (2025b). *Knapp ein Viertel der Schüler macht Hausaufgaben meist mit KI*. https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Knappes-Viertel-Schueler-macht-Hausaufgaben-mit-KI

Bitner, N., & Bitner, J. (2002). Integrating technology into the classroom: Eight keys to success. *Journal of Technology and Teacher Education*, *10*(1), 95–100.

Bitzenbauer, P., Höfler, S., Veith, J. M., Winkler, B., Zenger, T., & Kulgemeyer, C. (2023). Exploring the Relationship Between Surface Features and Explaining Quality of YouTube Explanatory Videos. *International Journal of Science and Mathematics Education. 22(5), 25–48.*

Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE Life Sciences Education*, *15*(4), 1–6.

Brüsemeister, T. (2008). *Qualitative Forschung. Ein Überblick* (2. Aufl.). Verlag für Sozialwissenschaften.

Chaiken, S., & Eagly, A. H. (1993). *The psychology of Attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich.

Champagne, A. B., Klopfer, L. E., & Gunstone, R. F. (1982). Cognitive research and the design of science instruction. *Educational Psychologist*, *17*(1), 31–53.

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, *8*(4), 293–332.

Chemie - simpleclub. (2015). *Dichte – Was ist das?* https://www.youtube.com/watch?v=f1fly9JUxsk

Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, *13*, 145–182.

Clement, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, *30*(10), 1241–1257.

Demtröder, W. (2021). *Experimentalphysik 1. Mechanik und Wärme* (9. Aufl.). Springer Spektrum.

Deutsches Elektronen-Synchrotron. (2021). *Vakuum begreifen: Der Schall*. https://www.youtube.com/watch?v=ZU2IplnjW6A

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Springer.

Dresing, T., & Pehl, T. (2018). *Praxisbuch Interview, Transkription und Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitative Forschung* (8. Aufl.). Eigenverlag.

Dubberke, T., Kunter, M., McElvany, N., Brunner, M., & Baumert, J. (2008). Lerntheoretische Überzeugungen von Mathematiklehrkräften Einflüsse auf die Unterrichtsgestaltung und den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift fur Pädagogische Psychologie*, *22*(3), 193–206.

Duden Learnattack. (2020a). *Die Dichte: Definition, Formel und Beispiele – Physik | Duden Learnattack*. https://www.youtube.com/watch?v=sAmD80_puiQ

Duden Learnattack. (2020b). *Schall: Begriff, Ausbreitung, Anwendung – Physik | Duden Learnattack*. https://www.youtube.com/watch?v=R3-ipQu3i7w

Eichhorn, A., Rabe, T., & Krey, O. (2019). Jetzt fangen die Physiker aber das Spinnen an. Kostenlose Nachhilfe auf YouTube - eine kritische Auseinandersetzung. *MNU Journal*, 408–412.

Eickelmann, B., Fröhlich, N., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., & Vahrenhold, J. (2024). *ICILS 2023#Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*. Waxmann.

Esses, V. M., Haddock, G., & Zanna, P. M. (1993). Values, stereotypes, and emotions as determinants of intergroup attitudes. In *Affect, cognition, and stereotyping: Interactive processes in group perception* (S. 137–166). Academic Press.

Fabrigar, L. R., MacDonald, T. K., & Wegener, D. T. (2005). The Structure of Attitudes. In *The Handbook of Attitudes* (S. 79–124). Lawrence Erlbaum Associates.

Fazio, R. H., & Olson, M. A. (2003). Implicit Measures in Social Cognition Research: Their Meaning and Use. *Annual Review of Psychology*, *54*, 297–327.

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

Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, *2019*(Occasional Papers), 16–36.

Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2022). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl.). Cambridge University Press.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behaviour. An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley.

Garms-Homolová, V. (2020). *Sozialpsychologie der Einstellungen und Urteilsbildung. Lässt sich menschliches Verhalten vorhersagen?* Springer.

Garner, R., Alexander, P., Gillingham, M., Kulikowich, J., & Brown, R. (1991). Interest and learning from text. *American Educational Research Journal*, *28*(3), 643–659.

Garner, R., Brown, R., Sanders, S., & Menke, D. (1992). Seductive details and learning from text. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 239–254). Erlbaum.

Geelan, D. (2012). Teacher explanations. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (Bd. 2, S. 987–999). Springer.

Geelan, D. (2013). Teacher Explanation of Physics Concepts: A Video Study. *Research in Science Education*, *43*, 1751–1762.

Gitter, M. (2019). Eigenproduktion von Erklärvideos in der Lehramtsausbildung der beruflichen Fachrichtung Ernährung und Hauswirtschaft. *Haushalt in Bildung & Forschung*, *8*(3), 86–101.

Glade, E.-M. (2021). *Die Wahrnehmung der beruflichen Rolle schulischer Lehrkräfte unter dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht. Eine qualitative Analyse zum beruflichen Selbstverständnis von Lehrkräften*. Technische Universität Kaiserslautern.

Glenberg, A. M., Wilkinson, A. C., & Epstein, W. (1982). The illusion of knowing: Failure in the self-assessment of comprehension. *Memory & Cognition*, *10*(6), 597–602.

Graul, B., Rollins, M. L., Powers, N., & Della Corte, D. (2022). Student-Created Video Content for Assessment and Experiential Learning. *The Physics Teacher*, *60*(6), 491–495.

Grigutsch, S., Raatz, U., & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, *19*(1), 3–45.

Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. *Proceedings of the first ACM conference on Learning @ scale conference*, 41–50.

Gwet, K. L. (2012). *Handbook of Inter-Rater Reliability: The Definitive Guide to Measuring the Extent of Agreement Among Multiple Raters* (3. Aufl.). Advanced Analytics.

Haddock, G., & Maio, G. (2014). Einstellungen. In K. Jonas, W. Stroebe, & M. Hewstone (Hrsg.), *Sozialpsychologie* (6. Aufl., S. 197–230). Springer.

Haddock, G., & Maio, G. (2023). Einstellungen. In Johannes Ullrich, W. Stroebe, & M. Hewstone (Hrsg.), *Sozialpsychologie* (7. Aufl., S. 193–226). Springer.

Hahn, L. (2023). Erklärvideos in der Hochschullehre mit Studierenden thematisieren, analysieren und produzieren. In M. Ballod & K. Heider (Hrsg.), *Bildung nachhaltig transformieren. Ergebnisse aus dem BMBF-Projekt DikoLa*.

Halliday, D., & Resnick, R. (1993). *Physik. Teil 1*. Walter de Gruyter.

Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., & Koch, S. W. (Hrsg.). (2009). *Halliday Physik* (2. Aufl.). Wiley-VCH.

Helfferich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews* (4. Aufl.). Verlag für Sozialwissenschaften.

Hempel, C., & Oppenheim, P. (1948). Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science*, *15*(2), 135–175.

Hicks, J. A., & King, L. A. (2011). Subliminal mere exposure and explicit and implicit positive affective responses. *Cognition and Emotion*, *25*(4), 726–729.

Hidi, S., & Anderson, V. (1992). Situational interest and its impact on reading expository writing. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 215–238). Erlbaum.

Hidi, S., & Baird, W. (1986). Interestingness – A neglected variable in discourse processing. *Cognitive Science*, *10*(2), 179–194.

Hoffmann, J., & Engelkamp, J. (2017). *Lern- und Gedächtnispsychologie* (2. Aufl.). Springer.

Hoffmann, M. (2007). *Funktionale Varietäten des Deutschen – kurz gefasst*. Universitätsverlag Potsdam.

Hopf, C., Hopf, W., & Kuckartz, U. (Hrsg.). (2016). *Schriften zu Methodologie und Methoden qualitativer Sozialforschung*. Springer VS.

Hopf, M., & Wilhelm, T. (2018). Schülervorstellungen zu Feldern und Wellen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 185–208). Springer Spektrum.

Höttecke, D., Struck, Y., & Wodzinski, R. (2015). Diagnostizieren und Fördern. *Naturwissenschaft im Unterricht Physik*, *26*(147/148).

Hui. (2021). *Dicht*. https://www.youtube.com/watch?v=j3xLzDcYAGg

Iser, J. (2006). *Vorurteile: Zur Rolle von Persönlichkeit, Werten, generellen Einstellungen und Bedrohung*. Justus-Liebig-Universität Gießen.

Ivi-Education. (2017). *Dichte*. https://www.youtube.com/watch?v=RXR31D-pWx4

Janschitz, G., Zehetner, E., & Fernandez, K. (2022). „Digitalisierung mit der Brechstange“? Auswirkungen der Pandemie auf Digitalisierungsprozesse und digitale Ungleichheiten an österreichischen Schulen. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, *12*, 387–406.

Kadner, I. (1994). *Akustik in der Schulphysik*. Aulis Verlag.

Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, *38*(1), 23–31.

Kauertz, A., & Fischer, H. E. (2020). Aufgaben im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz, & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4. Aufl., S. 427–456). Springer Spektrum.

Kelle, U., & Kluge, S. (2010). *Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung* (2. überarb. Aufl.). VS Verlag.

Kersting, G. (2023). *Die Mathematik hinter Klang und Musik. Mathematik Kompakt*. Springer Nature.

Kiel, E. (1999). *Erklären als didaktisches Handeln*. Ergon.

Kircher, E., & Girwidz, R. (2020). Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion. In E. Kircher, R. Girwidz, & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4. Aufl., S. 155–197). Springer Spektrum.

Knezek, G., Christensen, R., & Fluke, R. (2003). Testing a Will, Skill, Tool Model of Technology Integration. *Annual Meeting of the American Educational Research Association in Chicago*.

Knezek, G., Christensen, R., Hancock, R., & Shoho, A. (2000). Toward a structural model of technology integration. *Paper presented to the Annual Hawaii Educational Research Association*.

Knüsel Schäfer, D. (2020). *Überzeugungen von Lehrpersonen zu digitalen Medien. Eine qualitative Untersuchung zu Entstehung, Bedingungsfaktoren und typenspezifischen Entwicklungsverläufen*. Julius Klinkhardt.

Krapp, A., Geyer, C., & Lewalter, D. (2014). Motivation und Emotion. *Pädagogische Psychologie*, *6*, 193–222.

Krey, O., & Rabe, T. (2021). Zu Risiken und Nebenwirkungen… oder Wo ist die Packungsbeilage? Eine Analyse von Erklärvideos zur Schulphysik. In E. Matthes, S. T. Siegel, & T. Heiland (Hrsg.), *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 156–167). Julius Klinkhardt.

Krosnick, J. A., Judd, C. M., & Wittenbrink, B. (2005). The Measurment of Attitudes. In D. Albarracín, B. T. Johnson, & M. P. Zanna (Hrsg.), *The Handbook of Attitudes* (S. 21–76).

Kruse, J. (2015). *Qualitative Interviewforschung.* (2. Aufl). Beltz Juventa.

Kuchling, H. (2007). *Taschenbuch der Physik* (19. Aufl.). Carl Hanser Verlag.

Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Beltz Juventa.

Kuckartz, U., Dresing, T., Rädiker, S., & Stefer, C. (2008). Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis (2. Aufl.). Verlag für Sozialwissenschaften.

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (5. Aufl.). Beltz Juventa.

Kulgemeyer, C. (2016). Lehrkräfte erklären Physik. Rolle und Wirksamkeit von Lehrererklärungen im Physikunterricht. *Naturwissenschaft im Unterricht. Physik*, *27*(152), 2–9.

Kulgemeyer, C. (2018a). Towards a framework for effective instructional explanations in science teaching. *Studies in Science Education*, *54*(2), 109–139.

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

Kulgemeyer, C. (2020a). A Framework of Effective Science Explanation Videos Informed by Criteria for Instructional Explanations. *Research in Science Education*, *50*(6), 2441–2462.

Kulgemeyer, C. (2020b). Erklären im Physikunterricht. In Ernst Kircher, R. Girwidz, & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik Grundlagen* (4. Aufl., S. 403–426). Springer Spektrum.

Kulgemeyer, C. (2023). Von Instruktionsqualität und Verstehensillusion. Eine Analyse des Forschungsstandes zum Erklären im Physikunterricht vor dem Hintergrund eines konstruktivistischen Modells des Erklärprozesses. In J. von Dall'Armi (Hrsg.), *Erklären als zentrales Vermittlungskonzept der Bildungswissenschaften und Fachdidaktiken. Beiträge für die Lehrkraftbildung* (S. 153–166). Beltz Juventa.

Kulgemeyer, C., & Peters, C. H. (2016). Exploring the explaining quality of physics online explanatory videos. *European Journal of Physics*, *37*(6), 1–14.

Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kommunikationsbegriffs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *15*, 131–153.

Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2012). Physikalische Kommunikationskompetenz – Empirische Validierung eines normativen Modells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *18*, 29–54.

Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2013). Students Explaining Science – Assessment of Science Communication Competence. *Research in Science Education*, *43*(6), 2235–2256.

Kulgemeyer, C., & Tomczyszyn, E. (2015). Physik erklären – Messung der Erklärensfähigkeit angehender Physiklehrkräfte in einer simulierten Unterrichtssituation. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *21*(1), 111–126.

Kulgemeyer, C., & Wittwer, J. (2023). When Learners Prefer the Wrong Explanation: Misconceptions in Physics Explainer Videos and the Illusion of Understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *21*, 417–437.

Kullmann, H., Lütje-Klose, B., Textor, A., Berard, J., & Schitow, K. (2014). Inklusiver Unterricht - (Auch) eine Frage der Einstellung! Eine Interviewstudie über Einstellungen und Bereitschaften von Lehrkräften und Schulleitungen zur Inklusion. *Schulpädagogik heute. Inklusion in Schule und Unterricht*, *5*(10), 181–196.

Labude, M., Vonschallen, S., Krüger, M., Schneider, C., & Metzger, S. (2024). Watch and Learn: Wie Schüler:innen und Lehrpersonen Erklärvideos für den Naturwissenschaftsunterricht nutzen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *30*(7).

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, *33*(1), 159–174.

Learning Level Up. (2020). *Dichte von Stoffen│Physik Lernvideo [Learning Level Up]*. https://www.youtube.com/watch?v=z7DCZM5ab0s

Lehrerschmidt. (2017). *Dichte berechnen | Physik | Lehrerschmidt*. https://www.youtube.com/watch?v=OcB_WdjvW7k

Leisen, J. (2015). Fachlernen und Sprachlernen! Bringt zusammen, was zusammen gehört! *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, *68*(3), 132–137.

Lerch, R., Sessler, G., & Wolf, D. (2009). *Technische Akustik. Grundlagen und Anwendung*. Springer.

Lovett, M. C. (1992). Learning by problem solving versus by examples: The benefits of generating and receiving information. *Proceedings of the 14th Annual Conference of the Cognitive Science Society*.

Lüders, K., & von Oppen, G. (2012). *Bergmann/Schaefer kompakt – Lehrbuch der Experimentalphysik Band 1. Klassische Physik – Mechanik und Wärme*. De Gruyter.

M.M. - Physik mit c. (2021). *Dichte - Grundlagen & Experiment*. https:// www.youtube.com/ watch?v=8MzDLk0fbG8

m3 [Erklärungen und mehr]. (2020). *Mathe: Masse und Dichte einfach und kurz erklärt*. https://www.youtube.com/watch?v=AGQ2dPQRz28

Maio, G., & Haddock, G. (2010). *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. Sage.

Matthes, E., & Lachner, H. R. (2021). Sexismus in Erklärvideos von simple-club. In E. Matthes, S. T. Siegel, & T. Heiland (Hrsg.), *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 50–69). Julius Klinkhardt.

Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning.* (3. Aufl.). Cambridge University Press.

Mayer, R. E., & DaPra, C. S. (2012). An embodiment effect in computer-based learning with animated pedagogical agents. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *18*(3), 239–252.

Mayer, R. E., & Pilegaard, C. (2014). Principles for managing essential processing in multimedia learning: Segmenting, pre-training and modality principles. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2. Aufl., S. 316–344). Cambridge University Press.

Mayer, R. E., Sobko, K., & Mautone, P. D. (2003). Social cues in multimedia learning: Role of speaker's voice. *Journal of Educational Psychology*, *95*(2), 419–425.

Mayerl, J. (2009). *Kognitive Grundlagen sozialen Verhaltens. Framing, Einstellungen und Rationalität*. Verlag für Sozialwissenschaften.

Mayring, P. (2002). *Einführung in die Qualitative Sozialforschung* (5. Aufl.). Beltz.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz.

Meller, S. (2024). Erklärvideos im Sachunterricht. Eine explorative Studie zum Umgang von Lehrkräften mit dem audiovisuellen Medium. In *Erklärvideos im Sachunterricht*. Springer VS.

Merzyn, G. (2016). Guter Physikunterricht. Elf Merkmale als Orientierungshilfen für Lehrerbildung und Schulentwicklung. In *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015* (S. 193–195). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.

Meschede, D. (2015). *Gerthsen Physik* (25. Aufl.). Springer Spektrum.

Mikelskis-Seifert, S. (2010). Im Physikunterricht modellieren. Modellmethode als epistemologisches und didaktisches Konzept. In H. F. Mikelskis (Hrsg.), *Physikdidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (2. Aufl., S. 120–138). Cornelsen.

Mikelskis-Seifert, S., & Leisner-Bodenthin, A. (2012). Unterrichtsansätze zu den Methoden physikalischer Erkenntnisgewinnung. Die Modellmethode. In S. Mikelskis-Seifert & T. Rabe (Hrsg.), *Physik-Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (3. Aufl., S. 15–29). Cornelsen.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2. Aufl.). Sage.

Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt. (2019). *Fachlehrplan Sekundarschule: Physik*. Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt.

Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt. (2022). *Fachlehrplan Gymnasium: Physik*. Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt.

Mohamed, F., & Shoufan, A. (2022). Choosing YouTube Videos for Self-Directed Learning. *IEEE Access*, *10*, 51155–51166.

Monahan, J. L., Murphy, S. T., & Zajonc, R. B. (2000). Subliminal Mere Exposure: Specific, General, and Diffuse Effects. *Psychological Science*, *11*(6), 462–466.

Moreno, R., & Park, B. (2010). Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Hrsg.), *Cognitive Load Theory* (S. 9–28). Cambridge University Press.

mpfs. (2020a). *JIM-Studie 2019. Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-jähriger.* https://mpfs.de/studie/jim-studie-2019/

mpfs. (2020b). *JIM-Studie 2020 Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. https://mpfs.de/studie/jim-studie-2020/

mpfs. (2021). *JIM-Studie 2021. Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. https://mpfs.de/studie/jim-studie-2021/

mpfs. (2022). *JIM-Studie 2022. Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. https://mpfs.de/studie/jimstudie- 2022/

mpfs. (2024). *JIM-Studie 2024. Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. https://mpfs.de/studie/jim-studie-2024/

Mummendey, H. D., & Grau, I. (2014). *Die Fragebogen-Methode* (6. Korrigierte Aufl.). Hogrefe.

Murphy, S. T., & Zajonc, R. B. (1993). Affect, cognition, and awareness: Affective priming with optimal and suboptimal stimulus exposures. *Journal of Personality and Social Psychology*, *64*, 723–739.

NEO-MINT Lerntipps. (2020). *Schall - einfach erklärt!* https://www.youtube.com/watch?v=3bztAKAlQLQ

Neuhaus, B., & Vogt, H. (2002). Einstellungstypen bei Lehramtsstudierenden zu Schule und Biologieunterricht. Eine Pilotstudie. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 71–80.

Neumann, K., Kuhn, J., & Drachsler, H. (2024). Generative Künstliche Intelligenz in Unterricht und Unterrichtsforschung – Chancen und Herausforderungen. *Unterrichtswissenschaft*, *52*(2), 227–237.

O'Connor, C., & Joffe, H. (2020). Intercoder Reliability in Qualitative Research: Debates and Practical Guidelines. *International Journal of Qualitative Methods*, *19*, 1–13.

Oesterreicher, W., & Koch, P. (1985). Sprache der Nähe – Sprache der Distanz. Mündlichkeit und Schriftlichkeit im Spannungsfeld von Sprachtheorie und Sprachgeschichte. In O. Deutschmann, H. Flasche, B. König, M. Kruse, W. Pabst, & W.-D. Stempel (Hrsg.), *Romanistisches Jahrbuch* (S. 15–43). De Gruyter.

Ostermann, A., & Nicklas, H. (1976). *Vorurteile und Feindbilder*. Urban & Schwarzenberg.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, *62*(3), 307–332.

Parkinson, B. (2014). Soziale Wahrnehmung und Attribution. In *Sozialpsychologie* (6. Aufl., S. 65–106). Springer.

Physik - simpleclub. (2014). *Was ist Schall?! (Schallwelle & Tonentstehung)*. https://www.youtube.com/watch?v=cFrOoD1IeSc

Physikcoach. (2021). *Schallwellen longitudinal und transversal || Physik für Mediziner || Physik Grundlagen*. https://www.youtube.com/watch?v=ZueliWXKKXo

physikdigital • de. (2018). *Wie entsteht Schall? Einfach und anschaulich erklärt von physikdigital.de*. https://www.youtube.com/watch?v=-QJguYTWFsI

Pierce, J. R. (1999). *Klang. Musik mit den Ohren der Physik* (2. Aufl.). Spektrum.

planet schule. (2014). *Wie breitet sich Schall aus? | frage-trifft-antwort.de | Planet Schule*. https://www.youtube.com/watch?v=lf41bjJg2Uk

Poppe, S., & Gampfer, R. (2022). *Konsumentenverhalten im digitalen Kontext. Wie Empfehlungen auf die Einstellungen der Konsumenten im Marketing wirken*. Springer.

Rackler, M. (2023). *Lehrkräftearbeitszeit in Deutschland – Veränderungsdruck und Handlungsempfehlungen*. Deutsche Telekom Stiftung.

Ramsey, G. P. (2024). *The Physics of Music.* Springer.

Rat für Kulturelle Bildung. (2019). *Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung. Horizont 2019*. Rat für Kulturelle Bildung e. V.

Renkl, A. (2002). Worked-out examples: Instructional explanations support learning by self-explanations. *Learning and Instruction*, *12*(5), 529–556.

Renkl, A., Wittwer, J., Große, C., Hauser, S., Hilbert, T., Nückles, M., & Schworm, S. (2006). Instruktionale Erklärungen beim Erwerb kognitiver Fertigkeiten: sechs Thesen zu einer oft vergeblichen Bemühung. In I. Hosenfeld & F.-W. Schrade (Hrsg.), *Schulische Leistung. Grundlagen, Bedingungen, Perspektiven* (S. 205–223). Waxmann.

Reusser, K., & Pauli, C. (2014). Berufsbezogene Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2. Aufl., S. 642–661). Waxmann.

Rickheit, G. (1991). *Kohärenzprozesse. Modellierung von Sprachverarbeitung in Texten und Diskursen*. Westdeutscher Verlag.

Rincke, K. (2010). Alltagssprache, Fachsprache und ihre besonderen Bedeutungen für das Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *16*, 235–260.

Rincke, K., & Krabbe, H. (2020). Sprache im Physikunterricht. In Ernst Kircher, R. Girwidz, & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik. Grundlagen* (4. Aufl., S. 367–401). Springer-Verlag.

Rincke, K., & Markic, S. (2018). Sprache und das Lernen von Naturwissenschaften. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 31–48). Springer Spektrum.

Robert Bosch Stiftung. (2022). *Das Deutsche Schulbarometer. Aktuelle Herausforderungen der Schulen aus Sicht der Lehrkräfte. Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften allgemeinbildender und berufsbildender Schulen.* Forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen GmbH.

Robert Bosch Stiftung. (2023). *Das Deutsche Schulbarometer: Aktuelle Herausforderungen der Schulen aus Sicht der Lehrkräfte. Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften allgemeinbildender und berufsbildender Schulen*. Forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH.

Roederer, J. G. (1995). *Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik* (3. Aufl.). Springer.

Rösch, S., Stübi, C., & Labudde, P. (2017). *Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken. Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.* Deutsche Telekom Stiftung.

Rosenberg, M. J., & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective and behavioral components of attitudes. In *Attitude Organization and Change: An Analysis of Consistency among Attitude Components* (S. 1–14). Yale University Press.

Rozenblit, L., & Keil, F. (2002). The misunderstood limits of folk science: an illusion of explanatory depth. *Cognitive Science*, *26*(5), 521–562.

Sachse, M. (2024, Mai 21). Ohne Digitalisierung kollabiert das Schulsystem. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*.

Sasota, R. S., Cristobal, R. R., Sario, I. S., Biyo, J. T., & Magadia, J. C. (2021). Will–skill–tool (WST) model of technology integration in teaching science and mathematics in the Philippines. *Journal of Computers in Education*, *8*(3), 443–464.

Schalldämmen und mehr. (2021). *Grundlagen Akustik - Was ist Schall? Schalldruck, Schallschnelle, Frequenz und Wellenlänge*. https://www.youtube.com/watch?v=Mwk1ju76FeE

Schecker, H., & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 1–21). Springer Spektrum.

Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum.

Schmid, A. M. (2023). *Authentische Kontexte für MINT-Lernumgebungen. Eine zweiteilige Interventionsstudie in den Fachdidaktiken Physik und Technik*. Logos.

schoolseasy. (2014). *Warum gehen wir im Wasser (nicht) unter? Dichte*. https://www.youtube.com/watch?v=4nFaIf6J4n4

Schreier, M. (2014). Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten. *Forum Qualitative Sozialforschung*, *15*(1), Art. 18.

Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens* (2. Aufl.). Ernst Reinhardt.

Seidel, T., Blomberg, G., & Renkl, A. (2013). Instructional strategies for using video in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *34*, 56–65.

Simschek, R., & Kia, S. (2017). *Erklärvideos - einfach erfolgreich*. UVK Verlagsgesellschaft.

Solomon, M. R. (2013). *Konsumentenverhalten*. Pearson.

Spears, R., & Tausch, N. (2023). Vorurteile und Intergruppenbeziehungen. In Johannes Ullrich, W. Stroebe, & M. Hewstone (Hrsg.), *Sozialpsychologie* (7. Aufl.). Springer.

Stamann, C., Janssen, M., & Schreier, M. (2011). Qualitative Inhaltsanalyse – Versuch einer Begriffsbestimmung und Systematisierung. *Forum Qualitative Sozialforschung*, *17*(3), Art. 16.

Steinberg, M., & Schmid, Y. (2020). Digitalisierung in der Krise: COVID-19 und das Bildungswesen. *Soziologiemagazin, Blogreihe 8: Soziologische Impulse während Corona*, 1–8.

Stern, E., Schumacher, R., & Hänger, B. (2017). Anschlussfähiges Wissen aufbauen: Spiralcurricula für den Physikunterricht. *PdN Physik in der Schule*, *66*(3), 5–9.

Stroebe, W. (2023). Strategien zur Einstellungs- und Verhaltensänderung. In J. Ullrich, W. Stroebe, & M. Hewstone (Hrsg.), *Sozialpsychologie* (7. Aufl., S. 227–264). Springer.

Studienkreis. (2021). *Dichte - Herleitung und Berechnung! | Physik verstehen mit dem Studienkreis*. https://www.youtube.com/watch?v=8FWnkmsmfBQ

Studytiger - Physik & E-Technik. (2021). *Was ist Schall? (Schallwellen & Tonentstehung) | Physik Tutorial*. https://www.youtube.com/watch?v=8OKcFD5gz9s

Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive science*, *12*(2), 257–285.

Sweller, J. (1989). Cognitive technology: Some procedures for facilitating learning and problem solving in mathematics and science. *Journal of Educational Psychology*, *81*(4), 457–466.

Sweller, J. (1993). Some cognitive processes and their consequences for the organisation and presentation of information. *Australian Journal of Psychology*, *45*(1), 1–8.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, *4*(4), 295–312.

Sweller, J. (2010). Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Hrsg.), *Cognitive Load Theory* (S. 29–47). Cambridge University Press.

Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why Some Material is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*, *12*(3), 185–233.

Thomas, W. I., & Znaniecki, F. (1918). *The Polish Peasant in Europe and America*. Badger.

Thurstone, L. L. (1928). Attitudes Can Be Measured. *The American Journal of Sociology*, *33*(4), 529–554.

Thurstone, L. L. (1931). The measurement of social attitudes. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, *26*(3), 249–269.

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2007). *Physik. Für Wissenschaftler und Ingenieure* (2. Aufl.). Springer Spektrum.

Tomlinson, P. D., & Hunt, D. E. (1971). Differential effects of rule-example order as a function of learner conceptual level. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, *3*(3), 237–245.

Toulmin, S. (1981). *Voraussicht und Verstehen. Ein Versuch über die Ziele der Wissenschaft*. Suhrkamp.

Vannatta, R. A., & Fordham, N. (2004). Teacher dispositions as predictors of classroom technology use. *Journal of Research on Technology in Education*, *36*(3), 253–271.

Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D., & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *25*(1), 115–129.

von Hahn, W. (1981). *Fachsprachen*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Voss, T., & Wittwer, J. (2020). Unterricht in Zeiten von Corona: Ein Blick auf die Herausforderungen aus der Sicht von Unterrichts- und Instruktionsforschung. *Unterrichtswiss*, *48*, 601–627.

Werth, L., Denzler, M., & Mayer, J. (2020). *Sozialpsychologie – Das Individuum im sozialen Kontext. Wahrnehmen – Denken – Fühlen* (2. Aufl.). Springer.

Wieczorek, L., & Fehrmann, R. (2022). Film ab! Erklärvideos mit Schülerinnen und Schülern im Unterricht produzieren. *Schulmagazin 5-10*, (*7–8)*, 40–47.

Wilhelm, T., Wiesner, H., & Gartmann, G. (2023). *Fachdidaktische Informationen - 3. Schülervorstellungen*. https://www.supra-lernplattform.de/lernfeld-natur-und-technik/auftrieb-sinken-schweben-steigen-schwimmen/fachdidaktische-informationen-auftrieb?start=3

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.

Wodzinski, R., & Wilhelm, T. (2018). Schülervorstellungen im Anfangsunterricht. In *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 243–270). Springer Spektrum.

Wolf, K. D. (2015). Video-Tutorials und Erklärvideos als Gegenstand, Methode und Ziel der Medien- und Filmbildung. In A. Hartung, T. Ballhausen, C. Trültzsch-Wijnen, A. Barberi, & K. Kaiser-Müller (Hrsg.), *Filmbildung im Wandel* (S. 121–131). New Academic Press.

Wolf, K. D. (2020). Sind Erklärvideos das bessere Bildungsfernsehen? In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (S. 17–24). Beltz.

Wolf, K. D., & Kulgemeyer, C. (2016). Lernen mit Videos? Erklärvideos im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, *27*(152), 36–41.

Wulf, P., & Euler, M. (1995). Ein Ton fliegt durch die Luft: Vorstellungen von Primarstufenkindern zum Phänomen Schall. *Physik in der Schule*, *33*, 254–260.

Zanna, P. M., & Olson, J. M. (1993). Attitudes and attitude change. *Annual Review of Psychology*, *44*, 117–154.

Zanna, P. M., & Rempel, J. K. (1988). Attitudes: a new look at an old concept. In D. Bar-Tal & W. Kruglanski (Hrsg.), *The Social Psychology of Knowledge* (S. 315–334). Cambridge University Press.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Angaben zur Person und zum Bildungswerdegang

Angaben zur Person	Lotte Hahn Geschlecht: Weiblich Staatsangehörigkeit: Deutsch
Studium	Lehramt an Gymnasien für die Fächer Biologie, Physik und Astronomie, Oktober 2014 bis Januar 2021 an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, abgeschlossen mit dem ersten Staatsexamen
Tätigkeiten	Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe der Didaktik der Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, März 2021 bis heute Wissenschaftliche Mitarbeiterin im BMBF-Projekt „DikoLa – Digital kompetent im Lehramt“, März 2021 bis Dezember 2023

Bisher erschienene Bände der Reihe
Studien zum Physik- und Chemielernen

ISSN 1614-8967

Vollständige Übersicht auf unserer Website

https://www.logos-verlag.de/spcl

Aktuelle Bände

311 Marvin Rost (2021): Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive
ISBN 978-3-8325-5256-5 44.00 EUR (open access)

312 Christina Kobl (2021): Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR (open access)

313 Ann-Kathrin Beretz (2021): Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts. eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR (open access)

314 Judith Breuer (2021): Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik
ISBN 978-3-8325-5293-0 50.50 EUR (open access)

315 Michaela Oettle (2021): Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. Eine Delphi-Studie
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 EUR (open access)

316 Volker Brüggemann (2021): Entwicklung und Pilotierung eines adaptiven Multistage-Tests zur Kompetenzerfassung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens
ISBN 978-3-8325-5331-9 40.00 EUR (open access)

317 Stefan Müller (2021): Die Vorläufigkeit und soziokulturelle Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Kritische Reflexion, empirische Befunde und fachdidaktische Konsequenzen für die Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5343-2 63.00 EUR

318 Laurence Müller (2021): Alltagsentscheidungen für den Chemieunterricht erkennen und Entscheidungsprozesse explorativ begleiten
ISBN 978-3-8325-5379-1 59.00 EUR

319 Lars Ehlert (2021): Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten
ISBN 978-3-8325-5393-7 41.50 EUR (open access)

320 Florian Seiler (2021): Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5397-5 47.50 EUR (open access)

321 Nadine Boele (2021): Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung von (angehenden) Chemielehrkräften hinsichtlich der Lernunterstützung
ISBN 978-3-8325-5402-6 46.50 EUR

322 Franziska Zimmermann (2022): Entwicklung und Evaluation digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-5410-1 49.50 EUR

323 Lars-Frederik Weiß (2021): Der Flipped Classroom in der Physik-Lehre. Empirische Untersuchungen in Schule und Hochschule
ISBN 978-3-8325-5418-7 51.00 EUR

324 Tilmann Steinmetz (2021): Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts
ISBN 978-3-8325-5421-7 51.50 EUR

325 Kübra Nur Celik (2022): Entwicklung von chemischem Fachwissen in der Sekundarstufe I. Validierung einer Learning Progression für die Basiskonzepte „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ im Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“
ISBN 978-3-8325-5431-6 55.00 EUR

326 Matthias Ungermann (2022): Förderung des Verständnisses von Nature of Science und der experimentellen Kompetenz im Schüler*innen-Labor Physik in Abgrenzung zum Regelunterricht
ISBN 978-3-8325-5442-2 55.50 EUR

327 Christoph Hoyer (2022): Multimedial unterstütztes Experimentieren im webbasierten Labor zur Messung, Visualisierung und Analyse des Feldes eines Permanentmagneten
ISBN 978-3-8325-5453-8 45.00 EUR

328 Tobias Schüttler (2022): Schülerlabore als interessefördernde authentische Lernorte für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen
ISBN 978-3-8325-5454-5 50.50 EUR

329 Christopher Kurth (2022): Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5457-6 58.50 EUR

330 Dagmar Michna (2022): Inklusiver Anfangsunterricht Chemie. Entwicklung und Evaluation einer Unterrichtseinheit zur Einführung der chemischen Reaktion
ISBN 978-3-8325-5463-7 49.50 EUR

331 Marco Seiter (2022): Die Bedeutung der Elementarisierung für den Erfolg von Mechanikunterricht in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5471-2 66.00 EUR

332 Jörn Hägele (2022): Kompetenzaufbau zum experimentbezogenen Denken und Arbeiten. Videobasierte Analysen zu Aktivitäten und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe bei der Bearbeitung von fachmethodischer Instruktion
ISBN 978-3-8325-5476-7 56.50 EUR (open access)

333 Erik Heine (2022): Wissenschaftliche Kontroversen im Physikunterricht. Explorationsstudie zum Umgang von Physiklehrkräften und Physiklehramtsstudierenden mit einer wissenschaftlichen Kontroverse am Beispiel der Masse in der Speziellen Relativitätstheorie
ISBN 978-3-8325-5478-1 48.50 EUR (open access)

334 Simon Goertz (2022): Module und Lernzirkel der Plattform FLexKom zur Förderung experimenteller Kompetenzen in der Schulpraxis. Verlauf und Ergebnisse einer Design-Based Research Studie
ISBN 978-3-8325-5494-1 66.50 EUR

335 Christina Toschka (2022): Lernen mit Modellexperimenten. Empirische Untersuchung der Wahrnehmung und des Denkens in Analogien beim Umgang mit Modellexperimenten
ISBN 978-3-8325-5495-8 50.00 EUR (open access)

336 Alina Behrendt (2022): Chemiebezogene Kompetenzen in der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht der Primarstufe und dem Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5498-9 40.50 EUR (open access)

337 Manuel Daiber (2022): Entwicklung eines Lehrkonzepts für eine elementare Quantenmechanik. Formuliert mit In-Out Symbolen
ISBN 978-3-8325-5507-8 48.50 EUR

338 Felix Pawlak (2022): Das Gemeinsame Experimentieren (an-)leiten. Eine qualitative Studie zum chemiespezifischen Classroom-Management
ISBN 978-3-8325-5508-5 46.50 EUR

339 Liza Dopatka (2022): Konzeption und Evaluation eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzeptes für den Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht
ISBN 978-3-8325-5514-6 69.50 EUR

340 Arne Bewersdorff (2022): Untersuchung der Effektivität zweier Fortbildungsformate zum Experimentieren mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln
ISBN 978-3-8325-5522-1 39.00 EUR (open access)

341 Thomas Christoph Münster (2022): Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen?. Eine Videostudie zur Mechanik
ISBN 978-3-8325-5534-4 44.50 EUR (open access)

342 Ines Komor (2022): Förderung des symbolisch-mathematischen Modellverständnisses in der Physikalischen Chemie
ISBN 978-3-8325-5546-7 46.50 EUR

343 Verena Petermann (2022): Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Fachinhalten und Fachmethoden und deren Beziehung zu unterrichtsnahem Handeln
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR (open access)

344 Jana Heinze (2022): Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5553-5 42.00 EUR (open access)

345 Jannis Weber (2022): Mathematische Modellbildung und Videoanalyse zum Lernen der Newtonschen Dynamik im Vergleich
ISBN 978-3-8325-5566-5 68.00 EUR (open access)

346 Fabian Sterzing (2022): Zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos in der Physik. Eine Untersuchung in Abhängigkeit von ihrer fachdidaktischen Qualität und ihrem Einbettungsformat
ISBN 978-3-8325-5576-4 52.00 EUR (open access)

347 Lars Greitemann (2022): Wirkung des Tablet-Einsatzes im Chemieunterricht der Sekundarstufe I unter besonderer Berücksichtigung von Wissensvermittlung und Wissenssicherung
ISBN 978-3-8325-5580-1 50.00 EUR

348 Fabian Poensgen (2022): Diagnose experimenteller Kompetenzen in der laborpraktischen Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5587-0 48.00 EUR

349 William Lindlahr (2023): Virtual-Reality-Experimente. Entwicklung und Evaluation eines Konzepts für den forschend-entwickelnden Physikunterricht mit digitalen Medien
ISBN 978-3-8325-5595-5 49.00 EUR

350 Bert Schlüter (2023): Teilnahmemotivation und situationales Interesse von Kindern und Eltern im experimentellen Lernsetting KEMIE
ISBN 978-3-8325-5598-6 43.00 EUR

351 Katharina Nave (2023): Charakterisierung situativer mentaler Modellkomponenten in der Chemie und die Bildung von Hypothesen. Eine qualitative Studie zur Operationalisierung mentaler Modell-komponenten für den Fachbereich Chemie
ISBN 978-3-8325-5599-3 43.00 EUR

352 Anna B. Bauer (2023): Experimentelle Kompetenz Physikstudierender. Entwicklung und erste Erprobung eines performanzorientierten Kompetenzstrukturmodells unter Nutzung qualitativer Methoden
ISBN 978-3-8325-5625-9 47.00 EUR (open access)

353 Jan Schröder (2023): Entwicklung eines Performanztests zur Messung der Fähigkeit zur Unterrichtsplanung bei Lehramtsstudierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5655-6 46.50 EUR

354 Susanne Gerlach (2023): Aspekte einer Fachdidaktik Körperpflege. Ein Beitrag zur Standardentwicklung
ISBN 978-3-8325-5659-4 45.00 EUR

355 Livia Murer (2023): Diagnose experimenteller Kompetenzen beim praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten. Vergleich verschiedener Methoden und kognitive Validierung eines Testverfahrens
ISBN 978-3-8325-5657-0 41.50 EUR (open access)

356 Andrea Maria Schmid (2023): Authentische Kontexte für MINT-Lernumgebungen. Eine zweiteilige Interventionsstudie in den Fachdidaktiken Physik und Technik
ISBN 978-3-8325-5605-1 57.00 EUR (open access)

357 Julia Ortmann (2023): Bedeutung und Förderung von Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten in universitären Praktika
ISBN 978-3-8325-5670-9 37.00 EUR (open access)

358 Axel-Thilo Prokop (2023): Entwicklung eines Lehr-Lern-Labors zum Thema Radioaktivität. Eine didaktische Rekonstruktion
ISBN 978-3-8325-5671-6 49.50 EUR

359 Timo Hackemann (2023): Textverständlichkeit sprachlich variierter physikbezogener Sachtexte
ISBN 978-3-8325-5675-4 41.50 EUR (open access)

360 Dennis Dietz (2023): Vernetztes Lernen im fächerdifferenzierten und integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht aufgezeigt am Basiskonzept Energie. Eine Studie zur Analyse der Wirksamkeit der Konzeption und Implementation eines schulinternen Curriculums für das Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften 7/8“
ISBN 978-3-8325-5676-1 49.50 EUR

361 Ann-Katrin Krebs (2023): Vielfalt im Physikunterricht. Zur Wirkung von Lehrkräftefortbildungen unter Diversitätsaspekten
ISBN 978-3-8325-5672-3 65.50 EUR (open access)

362 Simon Kaulhausen (2023): Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität
ISBN 978-3-8325-5699-0 37.50 EUR (open access)

363 Julia Eckoldt (2023): Den (Sach-)Unterricht öffnen. Selbstkompetenzen und motivationale Orientierungen von Lehrkräften bei der Implementation einer Innovation untersucht am Beispiel des Freien Explorierens und Experimentierens
ISBN 978-3-8325-5663-1 48.50 EUR (open access)

364 Albert Teichrew (2023): Physikalische Modellbildung mit dynamischen Modellen
ISBN 978-3-8325-5710-2 58.50 EUR (open access)

365 Sascha Neff (2023): Transfer digitaler Innovationen in die Schulpraxis. Eine explorative Untersuchung zur Förderung der Implementation
ISBN 978-3-8325-5687-7 59.00 EUR (open access)

366 Rahel Schmid (2023): Verständnis von Nature of Science-Aspekten und Umgang mit Fehlern von Schüler*innen der Sekundarstufe I. Am Beispiel von digital-basierten Lernprozessen im informellen Lernsetting Smartfeld
ISBN 978-3-8325-5722-5 53.50 EUR (open access)

367 Dennis Kirstein (2023): Individuelle Bedingungs- und Risikofaktoren für erfolgreiche Lernprozesse mit kooperativen Experimentieraufgaben im Chemieunterricht. Eine Untersuchung zum Zusammenhang von Lernvoraussetzungen, Lerntätigkeiten, Schwierigkeiten und Lernerfolg beim Experimentieren in Kleingruppen der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5729-4 50.50 EUR (open access)

368 Frauke Düwel (2024): Argumentationslinien in Lehr-Lernkontexten. Potenziale englischer Fachtexte zur Chromatografie und deren hochschuldidaktische Einbindung
ISBN 978-3-8325-5731-7 63.00 EUR (open access)

369 Fabien Güth (2023): Interessenbasierte Differenzierung mithilfe systematisch variierter Kontextaufgaben im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5737-9 48.00 EUR (open access)

370 Oliver Grewe (2023): Förderung der professionellen Unterrichtswahrnehmung und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen hinsichtlich sprachsensibler Maßnahmen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Konzeption und Evaluation einer video- und praxisbasierten Lehrveranstaltung im Masterstudium
ISBN 978-3-8325-5738-6 44.50 EUR (open access)

371 Anna Nowak (2023): Untersuchung der Qualität von Selbstreflexionstexten zum Physikunterricht. Entwicklung des Reflexionsmodells REIZ
ISBN 978-3-8325-5739-3 59.00 EUR (open access)

372 Dominique Angela Holland (2023): Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) kooperativ gestalten. Vergleich monodisziplinärer und interdisziplinärer Kooperation von Lehramtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Reflexion von Online-BNE-Unterricht
ISBN 978-3-8325-5760-7 47.00 EUR (open access)

373 Renan Marcello Vairo Nunes (2024): MINT-Personal an Schulen. Eine Untersuchung der Arbeitssituation und professionellen Kompetenzen von MINT-Lehrkräften verschiedener Ausbildungswege
ISBN 978-3-8325-5778-2 51.00 EUR (open access)

374 Mats Kieserling (2024): Digitalisierung im Chemieunterricht. Entwicklung und Evaluation einer experimentellen digitalen Lernumgebung mit universeller Zugänglichkeit
ISBN 978-3-8325-5786-7 45.50 EUR

375 Cem Aydin Salim (2024): Die Untersuchung adaptiver Lernsettings im Themenbereich „Schwimmen und Sinken“ im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-5787-4 49.00 EUR (open access)

376 Novid Ghassemi (2024): Evaluation eines Lehramtsmasterstudiengangs mit dem Profil Quereinstieg im Fach Physik. Erkenntnisse zu Eingangsbedingungen, professionellen Kompetenzen und Aspekten individueller Angebotsnutzung
ISBN 978-3-8325-5789-8 41.50 EUR (open access)

377 Martina Flurina Cavelti (2024): Entwicklung und Validierung eines Messinstruments zur Erfassung der Schülerkompetenzen im Bereich des wissenschaftlichen Skizzierens im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5829-1 45.00 EUR (open access)

378 Tom Bleckmann (2024): Formatives Assessment auf Basis von maschinellem Lernen. Eine Studie über automatisiertes Feedback zu Concept Maps aus dem Bereich Mechanik
ISBN 978-3-8325-5842-0 46.50 EUR (open access)

379 Jana Marlies Rehberg (2024): Das physikspezifische Mindset zum Studienbeginn. Fragebogenentwicklung und Aufbau einer Online-Intervention
ISBN 978-3-8325-5850-5 59.50 EUR (open access)

380 Florian Trauten (2024): Entwicklung und Evaluation von automatisierten Feedbackschleifen in Online-Aufgaben im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5859-8 46.00 EUR (open access)

381 Johanna Dejanovikj (2024): Reflexion als Lerngegenstand im Unterricht zur Förderung von Bewertungskompetenz
ISBN 978-3-8325-5860-4 41.00 EUR (open access)

382 Katharina Flieser (2024): Verständlichkeit physikalischer Sachtexte. Untersuchungen zum Wirkungsgefüge zwischen sprachlicher Textgestaltung und der Behaltensleistung sowie der Textwahrnehmung im Schulfach Physik
ISBN 978-3-8325-5858-1 44.00 EUR (open access)

383 Stephanie Neppl (2024): Perspektivenübernahme im Physikunterricht. Explorative Interviewstudie zu einer Seminarkonzeption mit dem Schwerpunkt Perspektivenübernahme bei der Planung von Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-5865-9 48.00 EUR (open access)

384 Katja Plicht (2024): Ein Physikübungskonzept zur Förderung der Problemlösekompetenz. Entwicklung und empirische Evaluation eines Strategietrainings auf der Basis von Expertisemerkmalen
ISBN 978-3-8325-5875-8 45.00 EUR (open access)

385 Svenja Boegel (2024): Feedback beim Experimentieren: Zur Rolle von Cognitive Load und Motivation
ISBN 978-3-8325-5911-3 45.50 EUR (open access)

386 Laura Pannullo (2025): Wahlmöglichkeiten beim Experimentieren: Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes für Experimente in inklusiven Lerngruppen im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-5916-8 46.50 EUR (open access)

387 Matthias Schweinberger (2025): „Stumme Videos“. Aufmerksamkeitslenkende Moderation von Demonstrationsexperimenten
ISBN 978-3-8325-5930-4 50.50 EUR

388 Rike Große-Heilmann (2025): Entwicklung fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5943-4 51.00 EUR (open access)

389 Lion Cornelius Glatz (2025): Eine vergleichende Betrachtung der Überzeugungskraft von Experimenten zum Teilchenmodell
ISBN 978-3-8325-5954-0 42.00 EUR (open access)

390 Rasmus Viefers (2025): Förderung der Variablenkontrollstrategie im Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-5968-7 44.50 EUR (open access)

391 Luc Broder Albrecht (2025): Kritisches Denken in der Chemielehrer*innenbildung. Eine konzeptionell-empirische Studie zur Integration und Operationalisierung
ISBN 978-3-8325-5970-0 57.00 EUR (open access)

392 Anna Weißbach (2025): Reflexion von Physikunterricht. Entwicklung und Validierung eines Testinstruments mit Assessment-Feedback zur Reflexionsfähigkeit Physik-Lehramtsstudierender
ISBN 978-3-8325-5977-9 51.50 EUR (open access)

393 Robert Gieske (2025): Förderung fachwissenschaftlicher und kommunikativer Kompetenzen von Schüler*innen durch Disaggregate Instruction im Fach Chemie. Konzeption und Durchführung einer vergleichenden Interventionsstudie zur Analyse der Wirksamkeit sprachsensibler Unterrichtsansätze in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5984-7 51.00 EUR (open access)

394 Thomas Sean Weatherby (2025): Talking Circuits. The Development and Assessment of a Digitally-Scaffolded, Collaborative Method for Teaching and Learning Electrical Circuits in Early Secondary Schools
ISBN 978-3-8325-6008-9 57.00 EUR (open access)

395 Julia Welberg (2025): Wen interessiert's? Quantitative Untersuchungen der Zusammenhänge der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und Interesse an Physik
ISBN 978-3-8325-6021-8 42.00 EUR (open access)

396 Sebastian Nickel (2026): Repräsentationskompetenzen im Fach Chemie. Eine empirische Untersuchung zur Dimensionalität des Konstrukts und zu dessen Zusammenhang mit Fachwissen und räumlichen Fähigkeiten
ISBN 978-3-8325-6074-4 55.00 EUR (open access)

397 Manuel Becker (2026): Der Energie-Feld-Ansatz: Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes für den Energieunterricht der Sekundarstufe II
ISBN 978-3-8325-6079-9 53.50 EUR (open access)

398 Sevan Khagy (2026): Lernen durch Erklären – Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der Sach- und Erklärkompetenz von Chemie-Lehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-6081-2 52.50 EUR (open access)

399 Büşra Tonyalı (2026): Untersuchung der Bedingungen und Wirkungen von Feedback auf die professionelle Kompetenz von angehenden Lehrkräften im Vorbereitungsdienst zum Einsatz externer Repräsentationen
ISBN 978-3-8325-6112-3 46.50 EUR (open access)

400 Lotte Hahn (2026): Physik-Erklärvideos: Qualitätsanalyse und Erhebung von Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-6128-4 54.00 EUR (open access)

401 Rebecca Paulin Möller (2026): Mikro-Perspektiven auf Physikunterricht im Kontext sprachlicher Diversität. Eine Fallstudie zu deutsch-türkischer Mehrsprachigkeit
ISBN 978-3-8325-6143-7 49.00 EUR (open access)

402 Laura Goldhorn (2026): Mindsets von Schüler*innen im Physikunterricht. Entwicklung eines Fragebogens und Pilotierung einer Intervention
ISBN 978-3-8325-6146-8 53.50 EUR (open access)

403 Frederik Bub (2026): Zur Rolle von Technik und Verantwortung im Physikunterricht. Eine rekonstruktive Perspektive auf die Orientierungen von Lehrkräften
ISBN 978-3-8325-6151-2 47.00 EUR (open access)

Vollständige Übersicht unter: https://www.logos-verlag.de/spcl

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (http://www.logos-verlag.de) oder telefonisch (030 - 42 85 10 90) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum.
Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien,
Österreichisches Kompetenzzentrum
für Didaktik der Physik,
Porzellangasse 4, Stiege 2,
1090 Wien, Österreich,
Tel. +43-1-4277-60330,
e-mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Mathias Ropohl
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen,
Tel. 0201-183 2704,
e-mail: mathias.ropohl@uni-due.de

YouTube-Erklärvideos werden in schulischen Kontexten vielfach genutzt, die Qualität von Physik-Erklärvideos ist bislang jedoch nur begrenzt untersucht. Ebenso wenig ist geklärt, wie (angehende) Physiklehrkräfte diesem Medium gegenüberstehen, obwohl ihre Einstellungen als Teil professioneller Kompetenz das unterrichtliche Handeln und damit auch die Qualität von Unterricht beeinflussen können.

Die Arbeit greift diese Desiderate auf: Zunächst werden 20 Physik-Erklärvideos kriteriengeleitet ausgewählt und hinsichtlich fachlicher, fachdidaktischer, medialer und lernpsychologischer Merkmale analysiert. Anschließend werden Einstellungen zu Physik-Erklärvideos in Interviews mit 23 angehenden und 11 praktizierenden Physiklehrkräften erhoben, inhaltsanalytisch ausgewertet und zu Typen verdichtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Videos medial und lernpsychologisch häufig angemessen gestaltet sind, fachlich und fachdidaktisch jedoch Mängel aufweisen. Dennoch stehen die Befragten Physik-Erklärvideos überwiegend aufgeschlossen gegenüber, wobei eher kritisch-differenzierte statt vorbehaltlos positive Haltungen vertreten werden. Neben dem Ergebnis der Typenbildung gibt die Arbeit umfassende und vertiefte Einblicke in Einstellungsfacetten bezüglich Physik-Erklärvideos. Deutlich wird zudem, dass Lernende aus Sicht der Befragten bei der Nutzung von Erklärvideos angeleitet werden müssen. Dies erfordert eine Professionalisierung von Lehrkräften in Aus- und Fortbildung im Umgang mit Erklärvideos.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-6128-4