

Heinze, Jana

Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik

Berlin : Logos Verlag 2022, 276 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 344) - (Dissertation, Universität Regensburg, 2022)



Quellenangabe/ Reference:

Heinze, Jana: Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik. Berlin : Logos Verlag 2022, 276 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 344) - (Dissertation, Universität Regensburg, 2022) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-334355 - DOI: 10.25656/01:33435; 10.30819/5553

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-334355>

<https://doi.org/10.25656/01:33435>

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

Jana Heinze

**Einfluss der sprachlichen Konzeption
auf die Einschätzung der Qualität
instruktionaler Unterrichtserklärungen
im Fach Physik**

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

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, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 344

Jana Heinze

**Einfluss der sprachlichen Konzeption
auf die Einschätzung der Qualität
instruktionaler Unterrichtserklärungen
im Fach Physik**

Logos Verlag Berlin



Studien zum Physik- und Chemielernen

Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth [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.



© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2022

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5553-5

ISSN 1614-8967

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>

Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik



DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES EINER DOKTORIN

DER DIDAKTIK DER NATURWISSENSCHAFTEN

„DR. PHIL. NAT.“ (DOKTOR PHILOSOPHIAE NATURALIS)

IM PROMOTIONSFACH PHYSIK

DER FAKULTÄT FÜR PHYSIK

AN DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

vorgelegt von

Jana Heinze

aus Tegernheim

im Jahr 2021

Promotionsgesuch eingereicht am: 11.11.2021

Die Arbeit wurde angeleitet von: Prof. Dr. Karsten Rincke

Prüfungsausschuss:

Prof. Dr. Karsten Rincke (1. Gutachter)

Prof. Dr. Oliver Tepner (2. Gutachter)

Prof. Dr. Arne Dittmer (Vorsitzender)

Prof. Dr. Sven Hilbert (weiterer Prüfer)

Termin Promotionskolloquium: 09.02.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Erklären im (Physik-)Unterricht	11
2.1	Erklären aus Sicht der (Natur-)Wissenschaft	12
2.2	Erklären aus Sicht des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts	15
2.3	Qualitätskriterien instruktionaler Erklärungen	25
3	Sprache im Kontext Schule	33
3.1	Bedeutung der Sprache im (Physik-)Unterricht	33
3.2	Sprachformen des (Physik-)Unterrichts	37
3.3	Unterrichtssprache zwischen Nähe und Distanz	43
4	Ziele und Forschungsfragen	51
5	Konzeption und Durchführung der Studie	55
5.1	Gesamtstudiendesign	55
5.2	Operationalisierung von Nähe und Distanz im Physikunterricht	57
5.3	Fragebogenstudie	60
5.3.1	Erklärungen: Konzeption und Erstellung der Videovignetten	61
5.3.2	Itemkonstruktion	69
5.3.3	Wissenstest	76
5.3.4	Aufbau des Fragebogens	76
5.3.5	Testgütekriterien des Fragebogens	79
5.3.6	Stichprobe und Durchführung	81
5.3.7	Auswertungsmethoden Fragebogen	84
5.4	Interviewstudie	89
5.4.1	Erhebung des Sprachstands	91
5.4.2	Einschätzung der Erklärqualität	93
5.4.3	Qualitatives Interview	94
5.4.4	Stichprobe und Durchführung	96

5.4.5	Auswertungsmethoden Interview	97
6	Ergebnisse	101
6.1	Ergebnisse der Fragebogenstudie	101
6.1.1	Wissenstest	102
6.1.2	Globale Bewertung der Erklärqualität	106
6.1.3	Skalengeleitete Bewertung	113
6.1.4	Einfluss der Skalen auf die globale Bewertung	118
6.1.5	Begründung des Globalurteils	123
6.2	Ergebnisse der Interviewstudie	137
6.2.1	Vergleichsvariablen	137
6.2.2	Qualitätskriterien guter Erklärungen aus Schülerperspektive .	140
6.2.3	(Un)bewusste Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene	142
6.2.4	Zusammenhang von Sprachniveau und Wahrnehmung	151
6.3	Ergebnisse einer ex-post Analyse	152
7	Interpretation der Ergebnisse	155
7.1	Lernwirksamkeit instruktionaler Erklärungen	155
7.2	Wahrgenommene Erklärqualität	158
7.2.1	Unterschiede in der Einschätzung der Erklärqualität	158
7.2.2	Einfluss der untersuchten Skalen auf die Einschätzung der Erklärqualität	162
7.2.3	Kriterien zur Begründung der Qualitätseinschätzung	164
7.2.4	Einfluss der Sprachkonzeption auf die Wahrnehmung der Erklärung	166
7.3	Sprachkonzeptionelle Ebene aus Schülerperspektive	171
7.3.1	Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene	171
7.3.2	Zusammenhang von Sprachniveau und sprachkonzeptionellem Wahrnehmungsvermögen	173
8	Zusammenfassung und Ausblick	175
A	Erhebungsinstrumente der Fragebogenstudie	183
A.1	Skripte zu den Erklärungen	183
A.2	Wissenstest	192
A.3	Fragebogenitems	197
A.4	Fragebogen	204

B Erhebungsinstrumente der Interviewstudie	219
B.1 Skript zur Zusatzerklärung	219
B.2 Interviewleitfaden	221
B.3 Erstellung des Kategoriensystems	229
B.3.1 Kategoriendefinitionen der Oberkategorien	229
B.3.2 Beispiele aus dem Codierprozess	232
B.3.3 Kategoriensystem	237
C Ergebnisse statistischer Analysen und Auswertungen	245
C.1 Themenabhängiger Vergleich der skalengeleiteten Bewertung	245
C.2 Sprachtestergebnisse	248
C.2.1 Kognitiver Fähigkeitstest - Verbale Kompetenzen	248
C.2.2 Lesegeschwindigkeits- und verständnistests (LGVT)	249
Danksagung	255
Literaturverzeichnis	257

1 Einleitung

Erklären gilt in vielen Berufen als Kernkompetenz. Insbesondere im Lehrberuf, bei dem die Wissensvermittlung im Vordergrund steht, ist das *Erklären* von besonderer Bedeutung und bildet eine der zentralen Aktivitäten des Unterrichtens (Baumert & Kunter, 2006; Behr, 1988; Brown & Atkins, 1986). Daher sollte „die Gabe des Erklärens [...] bei jedem vorhanden sein, der Kinder zu unterrichten hat“ (Guyer, 1967, S. 343). Diese Meinung wird auch von vielen Schülerinnen und Schülern vertreten, für die das ‚Erklärenkönnen‘ eine wichtige und zentrale Fähigkeit einer guten Lehrkraft darstellt (Merzyn, 2015; Wilson & Mant, 2011; Wragg & Wood, 1984). Nach Ansicht der Lernenden hängt auch die Qualität des Unterrichts zu einem großen Teil von dieser Fähigkeit der Lehrkraft ab (Kotthoff, 2008).

Aus Sicht der Unterrichtsforschung lässt sich die Unterrichtsqualität nach dem etablierten Ansatz von Klieme (2006) bzw. Klieme, Schüme und Knoll (2001) allgemein anhand von drei Grunddimensionen beschreiben. Die erste Dimension bildet das *Classroom Management*. Hierunter werden Aspekte zusammengefasst, die der effizienten Klassenführung dienen. Ziel ist es, Störungen präventiv zu vermeiden oder so gering wie möglich zu halten und somit zu einer effizienten Nutzung der Lernzeit im Unterricht zu gelangen (Kunter & Trautwein, 2013). Die Klarheit der Lehrkraft in ihren Aussagen kann dazu ebenso beitragen wie die Strukturiertheit der Unterrichtsstunde insgesamt (Klieme & Rakoczy, 2008). Eine *konstruktive Unterstützung* der Schülerinnen und Schüler wird als zweite Dimension verstanden. Hierunter werden Aspekte der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden zusammengefasst (Kunter & Trautwein, 2013). Schülerorientierung in Bezug auf die Aufmerksamkeit der Lehrkraft für die individuellen Bedürfnisse der Lernenden und die Bereitschaft auf diese zu reagieren, stellt einen der wichtigsten Aspekte der Unterstützung dar. Die Wertschätzung der Lernenden unter anderem in Hinblick auf eine „positive Fehlerkultur“ (Clausen, Reusser & Klieme, 2003, S. 136) sowie ein wertschätzender Umgang miteinander tragen dabei ebenso zu einer positiven Lernatmosphäre bei (Kunter & Trautwein, 2013). Mit der dritten Grunddimension, der *kognitiven Aktivierung*, wird vorwiegend die Interaktion der Lernenden mit den Lerninhalten beschrieben (Kunter & Trautwein,

1 Einleitung

2013; Klieme et al., 2001). Entsprechend einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen sollte qualitätsvoller Unterricht Angebote und Aufgaben bereitstellen, die Denk- und Lernprozesse auf Seite der Schülerinnen und Schüler initiieren (Klieme & Rakoczy, 2008). Die aktive mentale Auseinandersetzung der Lernenden mit den Lerninhalten ist „der zentrale Schlüssel [...], um langfristig eine gut vernetzte und transferfähige Wissensstruktur aufzubauen“ (Kunter & Trautwein, 2013, S. 86; vgl. hierzu auch Mayer, 2004).

Diese Erkenntnis begründete in den 1990er Jahren zunächst die Forderung nach einem rein ‚konstruktivistischen‘ Unterricht, in dem die Lernenden eine aktive Rolle einnehmen, während der Lehrkraft lediglich eine passive Rolle zukommt. Gleichzeitig führte diese Forderung zu einer Ablehnung instruktiver Unterrichtsformen und den damit verbundenen instruktionalen Lehrerklärungen. Hier wurde den Schülerinnen und Schülern lediglich eine passive Rolle zugeschrieben, die wiederum nicht mit dem konstruktivistischen Lernverständnis vereinbar schien (Möller, 2012). Aufgrund widersprüchlicher Befunde zur Wirksamkeit des rein konstruktivistischen Unterrichts, setzte sich im Laufe der Zeit ein Ansatz durch, der Konstruktion und Instruktion im Unterricht verknüpft (Möller, 2012; Lipowsky, 2006). Vor allem bei komplexen Lerninhalten oder für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler zeigte sich dieser Ansatz als erfolgreich (Möller, 2012; Hattie, 2009). Mit diesem Wandel gewann auch das lehrerseitige Erklären als Instruktionsform im Unterricht mehr Ansehen. Vor allem für den naturwissenschaftlichen Bereich gilt das Erklären heute wieder als Kern des Unterrichts, wenn es darum geht, Verständnis zu erzeugen (Gage, 1968).

Im Unterricht stellt das *Erklären* einen kommunikativen Akt dar, in welchem die Sprache als Kommunikationsmedium eine wesentliche Rolle spielt (Kulgemeyer & Schecker, 2013). Daher ist die Sprachlichkeit von großer Bedeutung, wenn es um die Bewertung der Erklärqualität geht. Die Sprache spielt aber auch allgemein eine wichtige Rolle im Unterrichtsfach Physik. So fordert der Kompetenzbereich Kommunikation in den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss, dass die Schülerinnen und Schüler „Informationen sach- und fachgerecht erschließen und austauschen“ können (KMK, 2005, S. 8). Voraussetzung hierfür bildet „eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit in der Alltags- und der Fachsprache“ (ebd., S. 11). Um dies zu ermöglichen, ist im Rahmen der Wissensvermittlung im Unterricht auch eine explizite Auseinandersetzung mit den Spezifika der unterschiedlichen Sprachvarietäten erforderlich (vgl. hierzu Rincke & Markic, 2018).

Fach- und Alltagssprache unterscheiden sich sowohl auf Wortebene als auch auf Satz- und Textebene (vgl. hierzu Rincke, 2018, 2010; Bennett, 2003; Merzyn, 1994). Werden diese Unterschiede nicht explizit thematisiert, entstehen Verständnisschwierigkeiten für die Schülerinnen und Schüler, die nicht auf den fachlichen Hintergrund zurückzuführen sind. Neben Unterschieden auf diesen drei Ebenen, variieren Fach- und Alltagssprache zudem in ihrer jeweiligen sprachlichen Konzeption (siehe Kapitel 3). Auch hier können Verständnisschwierigkeiten für die Lernenden entstehen, wenn sie sich dessen durch unzureichende Thematisierung nicht bewusst sind. Während die Unterschiede auf Wort-, Satz- und Textebene und die damit verbundenen Schwierigkeiten bereits in verschiedenen Studien untersucht wurden (vgl. hierzu u. a. Rincke, 2010; Tajmel, 2017), stellt die Sprachkonzeption eine in der Naturwissenschaftsdidaktik bislang nicht untersuchte Thematik dar. Die vorliegende Studie setzt an diesem Punkt an und soll zur Klärung der Frage beitragen, inwiefern sich die sprachliche Konzeption auf die Einschätzung der Qualität von physikalischen Unterrichtserklärungen auswirkt. Eingebettet ist die Studie in das Gesamtprojekt FALKE (Fachspezifische Lehrerkompetenz Erklären)¹. In diesem Projekt widmen sich elf Disziplinen (Biologie-, Chemie-, Deutsch-, Englisch-, Geschichts-, Mathematik-, Physikdidaktik, Musik-, Grundschul-, evang. Religionspädagogik sowie Bildende Kunst und Ästhetische Erziehung) gemeinsam und in Kooperation mit der deutschen Sprachwissenschaft und der Sprechwissenschaft dem unterrichtlichen Erklären aus verschiedenen Fachperspektiven. Im Rahmen eines gemeinsam entwickelten Studiendesigns (siehe Abschnitt 5.3) wird untersucht, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Art, wie Erklärungen wahrgenommen werden, in den verschiedenen Unterrichtsfächern existieren (für eine Übersicht über das Gesamtprojekt siehe Schilcher, Krauss, Lindl & Hilbert, in Vorb.).

Die Anlage des Studiendesigns ermöglicht dabei sowohl die fachübergreifende Untersuchung gemeinsamer Forschungsinteressen als auch die Untersuchung fachbezogener Forschungsinteressen der einzelnen Teilprojekte. Wie oben genannt steht die Sprachlichkeit und insbesondere die sprachliche Konzeption von Erklärungen im Fokus der Studie FALKE-Physik. Hierzu wurden insgesamt sechs unterrichtsnahe Erklärungen konzipiert, die mit Hilfe eines computerbasierten Fragebogens von unterschiedlichen Statusgruppen (Schüler*innen, Studierende, Lehrkräfte und Didaktiker*innen) bewertet werden. Zur Vertiefung des Verständnisses darüber, inwiefern

¹FALKE ist ein Teil des Gesamtprojekts KOLEG an der Universität Regensburg. Das dieser Dissertation zugrundeliegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1512 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

1 Einleitung

die sprachliche Konzeption im Rahmen mündlicher Erklärungen von Schülerinnen und Schülern wahrgenommen wird und welchen Einfluss diese auf die Bewertung der Erklärqualität hat, wird eine ergänzende Interviewstudie durchgeführt (siehe Kapitel 5 – *Konzeption und Durchführung der Studie*).

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

Das Wort *Erklären* wird im Allgemeinen mit verschiedenen Bedeutungen verwendet. Im Alltagssprachlichen Gebrauch wird es unter anderem im Sinne von *etwas zum Ausdruck bringen*, wie beispielsweise ‚den Rücktritt erklären‘, oder *jemanden bzw. etwas zu kennzeichnen*, wie beispielsweise ‚jemanden zum Nachfolger erklären‘, verwendet. Betrachtet man die Etymologie des Wortes, trifft man auf eine weitere und weitaus häufiger verwendete Bedeutung des Wortes: *etwas klar, deutlich machen* (Dudenredaktion, o. J.; vgl. auch Klein, 2009). Im Sinne der letztgenannten Bedeutung, dem *Klarbeziehungsweise Verständlich-Machen*, wird das Erklären auch im Bereich der (Natur-)Wissenschaften und im Unterricht verwendet (Klein, 2009; Keil, 2006; Kiel, 1999). Jedoch unterscheiden sich diese beiden Bereiche in ihrer Perspektive auf das Erklären voneinander. Wissenschaftstheoretisch kann das Erklären als „Ziel der Naturwissenschaften“ (Wright, 1991, S. 19) beschrieben werden. Im Gegensatz dazu steht bei den Unterrichtserklärungen die Wissensvermittlung im Vordergrund (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Hier wird das Erklären als didaktische Handlung verstanden, die kognitionstheoretisch mit der Voraussetzung verbunden ist, dass der Adressat „die gegebene Erklärung mit seinem Wissen verknüpfen kann“ (Kiel, 1999, S. 69). In diesem Zusammenhang wird auch zwischen *Erklären*, dem eigentlichen Prozess der Handlung des ‚Verständlich-Machens‘, und *Erklärung*, dem Ergebnis beziehungsweise dem Produkt dieses Prozesses, unterschieden (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Bartelborth, 2007).

Die Abgrenzung von wissenschaftlichen und unterrichtlichen Erklärungen wird in diesem Kapitel anhand einer Auseinandersetzung mit beiden Sichtweisen vorgenommen. Zudem werden verschiedene unterrichtliche Erklärformen sowie der Prozess des Erklärens im Unterricht mit seinen Komponenten in den Blick genommen. Abschließend erfolgt eine Beschreibung von Qualitätskriterien für erfolgreiche Unterrichtserklärungen.

2.1 Erklären aus Sicht der (Natur-)Wissenschaft

Betrachtet man den Begriff *Erklären* aus Sicht der Wissenschaft, ist festzustellen, dass es auch hier keine einheitliche Bedeutungszuweisung gibt, vielleicht auch gar nicht geben kann. Aus naturwissenschaftlicher Perspektive betrachtet liegen die Ziele der Wissenschaft in „der Suche nach einem Verständnis der Natur“ (Toulmin, 1981, S. 118) begründet. Das Finden „erklärender Ideen und Ideale“ in Form von Regelprinzipien und Gesetzmäßigkeiten machen hierbei, so Toulmin, „das Herzstück der Naturwissenschaften“ aus (ebd. S. 47). Diese Ideale sind jedoch prinzipiell nicht universell anwendbar und müssen daher für Erklärungen je nach Untersuchungsgebiet ausgewählt werden. So kann beispielsweise die Längenkontraktion bewegter Objekte nicht mit den Gesetzmäßigkeiten der klassischen Mechanik erklärt werden, sondern erfordert die Gesetzmäßigkeiten der speziellen Relativitätstheorie. Ebenso wenig können Fragen nach der Ursache und Fragen nach dem Zweck eines Geschehens mit derselben Form von Erklärung begründet werden. Während die Suche nach der Ursache und Begründung auf eine bestimmte Kausalität abzielt und somit auch eine kausale Erklärung erfordert, stellt die Suche nach dem Sinn und Zweck einen teleologisch finalistischen Standpunkt dar (Wright, 1991). Wright beschreibt Kausalerklärungen als auf die Vergangenheit (»Das geschah, *weil* sich jenes ereignet hat«), teleologische Erklärungen als auf die Zukunft hinweisend (»Jenes geschah, *damit* das eintrete«, S. 83, Hervorh. im Original). Teleologische Erklärungen hängen somit von funktionalen bzw. zielgerichteten Vorstellungen über den Endzustand eines Prozesses (Start-Ziel-Schema) ab (Stover & Mabry, 2007). Dieser Zweck/diese Funktion, der/die dazu führt, dass der Endzustand erreicht wird, kann dabei innerhalb des betrachteten Objekts liegen oder auf einer „extern teleologischen Ursache („Schöpfer“, „Entelechie“, „Lebenskraft“, „*élan vital*“ usw.)“ beruhen (Mohr, 1978, S. 5). Im Gegensatz dazu zeigen Kausalerklärungen rückwirkend, wie ein Geschehen oder Sachverhalt zustande gekommen ist. Ziel hierbei ist jedoch nicht das zweckbedingte Erreichen eines Endzustands, sondern die Aufdeckung kausaler Zusammenhänge von Ursache und Wirkung, die auf (Natur-)Gesetzen beruhen (Wright, 1991). Der Unterschied zwischen beiden Erklärungsformen liegt jedoch nicht nur in der zeitlichen Begründung oder dem ‚Antrieb‘, sondern auch in der Gültigkeit des jeweiligen Ideals, auf das zurückgeführt wird. Kausale Erklärungen hängen, so Wright, „von der Gültigkeit der angenommen gesetzmäßigen Verbindung von Ursache und Wirkung ab“. Angenommen man betrachtet einen auf einer Luftkissenschiene reibungsfrei gleitenden Wagen, der sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt. Möchte man erklären, warum sich der Wagen mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und nicht

2.1 Erklären aus Sicht der (Natur-)Wissenschaft

abgebremst wird, kann man auf das erste Newtonsche Gesetz zurückgreifen. Als Ursache für die gleichförmige geradlinige Bewegung des Wagens kann das Fehlen einer von außen auf den Wagen einwirkenden Kraft genannt werden. Die Gültigkeit dieser Erklärung kann dabei aufgrund der Gültigkeit des newtonschen Gesetzes angenommen werden. Teleologische Erklärungen hingegen hängen nicht von der Gültigkeit der „angenommenen gesetzmäßigen Beziehungen“ ab (Wright, 1991, S. 83). Man könnte beispielsweise sagen, dass jemand zum Bäcker ging, um Brot zu kaufen. Die Frage nach dem Sinn oder Zweck ließe sich damit beantworten, dass die Person etwas essen wollte. Im Gegensatz zu einer Kausalerklärung ist das Ergebnis einer teleologischen Erklärung jedoch eine interessensgebundene Erkenntnis. Die Erklärung des Brotkaufs ist auch dann richtig, wenn die Intention der Person nur einmalig und nicht universell gültig war. Allgemein betrachtet legen diese Beschreibungen eine Schlussfolgerung nahe, wie sie bei Toulmin zu finden ist:

Eine Theorie bestimmter Gestalt oder eine Form des Erklärens ist vielleicht nicht schlechthin richtig, sondern einem bestimmten Untersuchungsgebiet angemessen und einem anderen nicht. (Toulmin, 1981, S. 99)

Für das Untersuchungsgebiet der heutigen Physik als Naturwissenschaft erweist sich die Form der teleologischen Erklärung als wenig brauchbar. Voraussetzung für eine sinn- oder zweckorientierte Handlung (und somit für teleologische Erklärungen) ist der Wille oder die Intention eines selbst denkenden oder handelnden Subjekts (Wright, 1991). Ein Ziel der Naturwissenschaft Physik ist jedoch die Beschreibung der (unbelebten) Natur in „einem System von Vorstellungen [...], das einen legitimen Anspruch darauf erheben darf, »die Realität wiederzugeben«“ (Toulmin, 1981, S. 138). Mit Hilfe von Erklärungen werden hierfür Phänomene auf die ihnen zugrundeliegenden Ursachen zurückgeführt und Zusammenhänge erarbeitet (Helms, 2017; Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Schnotz, 2006; Westermann, 2000). Unter dem Begriff *Phänomen* wird dabei entsprechend den Ausführungen von Toulmin (1981, S. 54) „jedes Ereignis, dessen Ursache in Frage steht“ verstanden.

Eines der ersten Modelle zur Beschreibung von (natur-)wissenschaftlichen Erklärungen ist das der deduktiv-nomologischen Erklärung von Hempel und Oppenheim (1948). Nach diesem Modell (DN-Modell, Abb. 2.1) besteht eine Erklärung aus zwei Komponenten. Das *Explanandum* beschreibt die zu erklärende Aussage bezüglich des Phänomens, während das *Explanans* die Antecedensbedingungen und (allgemeinen) Gesetzmäßigkeiten beschreibt, unter denen das Phänomen auftritt, beziehungsweise aus denen es logisch ableitbar sein soll (Hempel & Oppenheim, 1948; Hempel, 1965).

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

Gesetzesaussagen	G1, G2, ..., Gn	} Explanans
Antecedensaussagen	A1, A2, ..., An	
Sachverhalts- beschreibung	E	Explanandum

Abbildung 2.1: **DN-Modell** einer Erklärung nach Hempel und Oppenheim (1948, S. 138). Die zu erklärende Aussage (Explanandum), wird beschrieben durch allgemeingültige Gesetzesaussagen und die Rahmenbedingungen (Antecedensaussagen), unter denen das Gesetz im vorliegenden Fall anwendbar ist.

Aus physikalischer Sicht bietet das Modell einen wesentlichen Vorteil. Sind alle Bedingungen des Explanans vollständig bekannt, kann der Sachverhalt des Explanandums exakt vorhergesagt werden. Erklärung und Vorhersage unterscheiden sich lediglich darin, dass im Falle einer Erklärung das Phänomen bereits bekannt ist und die passenden Rahmenbedingungen gefunden werden müssen, während die Situation im Falle einer Vorhersage genau umgekehrt vorliegt (Hempel, 1965). Durch die Möglichkeit der Vorhersage erhält die auf die Vergangenheit hinweisende Kausalerklärung (s. o.) eine zusätzlich eine zukunftsbezogene Komponente. Im Gegensatz zur oben angesprochenen teleologischen Erklärung ist das Resultat bei der Vorhersage jedoch durch die zugrunde gelegten universell gültigen Gesetzmäßigkeiten explizit (vorher-) bestimmt.

Um auch Phänomenen gerecht zu werden, welche auf Grundlage der Wahrscheinlichkeit beruhen, wurde das DN-Modell von Hempel um eine statistische Komponente erweitert. Anstelle allgemeingültiger Gesetze treten in diesem Fall allgemeine probabilistische Aussagen, durch welche die Wahrscheinlichkeit beschrieben wird, unter welcher das Explanandum zu beobachten ist (Hempel, 1962).

Ursprünglich als interdisziplinär gültiges Erklär-Modell entwickelt, ist das DN-Modell vor allem in den nicht-naturwissenschaftlichen Disziplinen stark umstritten und diskutiert. Hauptkritikpunkt ist, dass das Modell nur jene Aspekte und Phänomene uneingeschränkt erklären lässt, welche sich vollständig unter (allgemeine Natur-) Gesetze subsummieren lassen. Unberücksichtigt blieben in diesem Modell jedoch all jene Phänomene, bei denen menschliche Entscheidungen und Interaktionen eine Rolle spielen (vgl. hierzu Bartelborth, 2007; Kiel, 1999; Stegmüller, 1974). Aus Sicht der Physik erscheint vor allem der Kritikpunkt am ursprünglichen DN-Modell von 1948 beachtenswert, dass die Vorgabe der Ableitbarkeit des Explanandums noch keinen Hinweis darauf gibt, inwiefern die Explanansbedingungen mit dem Explanandum zusammenhängen. Die Art des Zusammenhangs wird erst mit Hilfe einer

2.2 Erklären aus Sicht des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts

weiteren Form der Erklärung, der *Kausalerklärung* geklärt. Da die Kausalerklärung in den Naturwissenschaften und insbesondere in der Physik eine wesentliche Rolle spielt (Føllesdal, Walløe & Elster, 1988), erweiterte Hempel (1965)¹ das DN-Modell dahingehend, dass die logische Schlussfolgerung des Explanandums aus dem Explanans Merkmale und Strukturen kausaler Zusammenhänge (Muster) impliziert (Hempel, 1965, S. 245 ff.).

Um nach diesem Modell eine solide Erklärung zu erhalten, müssen die Aussagen des Explanans folgende von Westermann (2000, S. 169) zusammengefasste „Adäquatheitsbedingungen“ erfüllen (Hervorh. im Original):

- Die logische Ableitung muss *korrekt* sein.
- Das Explanans muss mindestens ein *allgemeines Gesetz* enthalten.
- Das Explanans muss *empirischen Gehalt* haben.
- Die Aussagen im Explanans müssen *wahr* oder zumindest *gut bewährt* sein.

Die Frage nach der einen guten wissenschaftlichen Erklärung lässt sich letztlich aufgrund der großen Unterschiedlichkeit der wissenschaftlichen Disziplinen und ihrer Vielzahl an Teilgebieten nicht mit einem einzigen fächerübergreifenden Erklärmodell beantworten. Einigkeit besteht zumindest insoweit, dass das Erklären eines Phänomens darin besteht, „aufzuzeigen, dass sich dieses Ereignis oder diese Tatsache [oder dieses Phänomen] als Instanz eines nomischen Musters (einer Verknüpfung von Eigenschaften) erweist“ (Bartelborth, 2007, S. 200). Ziel des Erklärens ist, die inneren Strukturen des Explanandums aufzuzeigen und durch allgemeine (Natur-) Gesetze zu beschreiben. Geklärt werden muss, unter welchen Randbedingungen das Phänomen beziehungsweise das Auftreten des Phänomens auf diese Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen ist. Dafür muss die der Beziehung zwischen Explanandum und Explanans „zugrunde liegende (kausale) Struktur“ (ebd., S. 200) offengelegt werden. Vollständigkeit und Eindeutigkeit als Ziel von naturwissenschaftlichen Erklärungen dürfen dabei nicht vernachlässigt werden (Kiel, 1999; Hempel, 1977).

2.2 Erklären aus Sicht des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts

Dem wissenschaftlichen Erklären gegenüber steht das Erklären als didaktische Handlung im Bildungskontext. Der Fokus ist dabei nicht auf die Begründung unbekannter

¹Erneute Auflage des Artikels *Studies in the Logic of Explanation* von 1948 mit Anmerkungen und Ergänzungen von 1964.

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

Phänomene sondern auf die Vermittlungsabsicht gerichtet. Ziel des unterrichtlichen Erklärens ist somit die Wissensvermittlung (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Das Erklären als didaktische Handlung umfasst nicht nur die Erklärung als Produkt, sondern auch den Prozess des Erklärens (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Kiel, 1999). Im Rahmen dieses Erklärprozesses wird „das Unvertraute zum Vertrauten in Beziehung“ gesetzt (Toulmin, 1981, S. 74).

Erklären als didaktische Handlung

Bei der Wissensvermittlung im (naturwissenschaftlichen) Unterricht bildet das Erklären eine zentrale Handlungsform, um Schülerinnen und Schülern als Adressaten etwas klar zu machen (Neumeister, 2011; Ehlich, 2009a; Brown & Atkins, 1986) und Verständnis zu ermöglichen (Klein, 2009; Brewer, Chinn & Samarapungavan, 2000; Gage, 1968). Jedoch erzeugt auch eine gute Unterrichtserklärung allein nicht zwingend sofort Wissen und Verständnis auf Seite des Adressaten. Nach der Lernauffassung des Konstruktivismus bildet sie vielmehr eine wichtige Voraussetzung für das *Verstehbar-Machen* des Sachverhalts für die Schülerin oder den Schüler. Eine Unterrichtserklärung dient folglich der Initiierung eines Verstehensprozesses. Der Adressat der Erklärung muss dann den Sachverhalt für sich selbst rekonstruieren. Dies geschieht auf Grundlage seiner individuellen Werte, Überzeugungen, Muster und Vorerfahrungen sowie seines Vorwissens (Felten & Stern, 2014; Neubert, Reich & Voß, 2001). Die (fachlich korrekte) Rekonstruktion ist dabei abhängig davon, was der Rezipient auf semantischer Ebene wahrnimmt. Das wahrgenommene Wort dient der (vor-)wissensgeleiteten (Re-)Strukturierung beziehungsweise Integration des neues Wissens.

Wesentliches wird weiterverarbeitet, Unwesentliches gelöscht. Gemeinsames wird zusammengefasst, Informationslücken werden durch Ergänzungen aus dem Vorwissen geschlossen. (Sumfleth & Pitton, 1998, S. 5)

Es ist demnach davon auszugehen, dass Adressaten mit unterschiedlichem Vorwissen zu verschiedenen Rekonstruktionen beziehungsweise Interpretationen gelangen. Ziel von Unterrichtserklärungen ist es jedoch, möglichst einheitliche und fachlich korrekte mentale Konstrukte des Sachverhalts auf Schülerseite zu erhalten (Sumfleth & Pitton, 1998). Für eine erfolgreiche Erklärung muss die Lehrkraft zunächst evaluieren, inwieweit die schülerseitige mentale Repräsentation des zu erklärenden Phänomens von der eigenen abweicht. Dieses Wissensdefizit ist Ausgangspunkt des folgenden Erklärprozesses, dessen Ziel es ist, diese Divergenz durch geeignete sprachliche Darstellung auszugleichen (Ehlich, 2009a).

Erklärformen im Unterricht

Neben den instruktionalen Lehrerklärungen bilden auch die Selbsterklärung und die (instruktionale) Schülererklärung Formen des unterrichtlichen Erklärens, die zum Ausgleich eines solchen Wissensdefizits geeignet sind. Im Rahmen der Selbsterklärung erarbeiten sich Schülerinnen und Schüler Fachinhalte selbständig. In einem Vergleich von Selbsterklärungen und instruktionalen Erklärungen konnte Renkl (2002) für beide Formen Vor- und Nachteile feststellen. So knüpfen Selbsterklärungen automatisch an das persönliche Vorwissen an, da sie aus diesem heraus generiert werden. Instruktionale Erklärungen hingegen sind im Unterricht meist an mehrere Adressaten gleichzeitig gerichtet und knüpfen oftmals nicht direkt an das Vorwissen eines jeden Einzelnen an. Somit sind sie für diese Personen nicht oder schwerer zu verstehen. Zudem zeigen von Renkl nicht näher genannte Studien über die menschliche Gedächtnisleistung, dass selbst generierte Informationen deutlich besser erinnert werden als von anderen präsentierte Informationen. Die Ergebnisse von Neber (1995) sowie von Webb, Troper und Fall (1995) unterstützen die Aussagen von Renkl (2002) dahingehend. Auch sie konnten belegen, dass instruktionale Erklärungen sich nur dann als lernwirksam erweisen, wenn sie mit einer (kognitiven) Aktivität des Schülers verbunden sind. Bei Selbsterklärungen hingegen sind die Schülerinnen und Schüler an sich bereits aktiv. Nachteilig wirkt sich bei Selbsterklärungen jedoch aus, dass sie häufig teilweise oder gänzlich inkorrekt und damit schlimmstenfalls hinderlich für den weiteren Lernprozess sind. Bei der Erarbeitung neuer Themengebiete können bei dieser Erklärform zudem Verständnisschwierigkeiten auftreten, die vom Schüler selbst nicht gelöst werden können. Nicht zuletzt können auch metakognitive Probleme auftreten. Selbsterklärungen scheitern oft daran, dass Schülerinnen und Schüler fälschlicherweise davon ausgehen, den Sachverhalt verstanden zu haben und deshalb die Thematik von sich aus nicht weiter vertiefen (Renkl, 2002). Rozenblit und Keil (2002) konnten dieses Problem der „Verständnisillusion“ in verschiedenen Studien ebenfalls nachweisen. Sie konnten zeigen, dass diese Illusion bei Erklärungen mit kausaler Grundstruktur, wie beispielsweise bei technischen Geräten und Naturphänomenen am stärksten ist. Bei Selbsterklärungsaufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht sollte dieses Problem daher unbedingt berücksichtigt werden.

Bei den (instruktionalen) Schülererklärungen ergeben sich dieselben Schwierigkeiten wie bei den Selbsterklärungen. Hinzu kommt, dass Schülern neben dem fachlichen Wissen oft auch das Wissen über gutes Erklären fehlt. Helms (2017) fasst hierzu verschiedene Studien zusammen, nach denen vor allem das Verknüpfen einzelner Erklärelemente und das Begründen zu Problemen beziehungsweise fehlerhaften Schülererklärungen führen. In Studien von Bargh und Schul (1980) sowie von Benware

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

und Deci (1984) wurden Schülererklärungen hinsichtlich ihrer Lernwirksamkeit untersucht. Unabhängig von einer eventuell schlechten Erklärqualität ist bei diesen Erklärungen die Lernwirksamkeit bei den Erklärenden deutlich größer als bei den Rezipienten. Dieser positive Effekt ist auch dann zu beobachten, wenn die Schüler lediglich davon ausgehen, ihren Mitschülern im Anschluss etwas erklären zu müssen, ohne die Erklärung tatsächlich auszuführen. Die größere Lernwirksamkeit scheint vor allem durch die Vorbereitung bedingt, die bei den Schülern zu einem vertiefteren konzeptuellen Verständnis mit besserer kognitiver Strukturierung der Inhalte führen. Zudem ist die intrinsische Motivation, sich mit dem Fachinhalt auseinander zu setzen, bei diesen Schülern höher als bei den Adressaten. Auch die Arbeit von Hänze und Berger (2007) bestätigt diese Ergebnisse. Hier wird zudem die Lernwirksamkeit bei Rezipienten von (instruktionalen) Schülererklärungen und Lehrererklärungen verglichen. Insgesamt weisen die Rezipienten beider instruktionaler Erklärformen einen geringeren Lernzuwachs auf als die erklärenden Schüler. Im Vergleich führt die Lehrererklärung jedoch zu einem größeren Wissenszuwachs bei den Rezipienten. Dies ist laut Hänze und Berger (2007) sowie Berger und Hänze (2015) vor allem auf die höhere Erklärqualität der Lehrererklärung zurückzuführen. Den größten Vorteil bildet dabei die „korrekte, kohärente und vollständige Informationsdarstellung“ (Findeisen, 2017, S. 38). Wirkungsvoll und wichtig sind Lehrererklärungen vor allem in Unterrichtssituationen, in denen Schülerinnen und Schüler neue Fachinhalte oder Themengebiete kennenlernen, zu denen wenig Vorwissen existiert. Ebenso hilfreich erweisen sie sich bei der Entwicklung eines grundlegenden Verständnisses und der Ausbildung neuer Konzepte (Wittwer & Renkl, 2008). Ein weiterer Vorteil instruktionaler Lehrererklärungen ist, dass mit ihrer Hilfe themenübergreifende Zusammenhänge hergestellt und relevante Aspekte besonders betont werden können (Leinhardt, 2001). Wagner und Wörn (2011) zufolge sind Lehrererklärungen im Unterricht vor allem bei Verständnisschwierigkeiten hilfreich, um diese Wissenslücken schließen oder Fehlvorstellungen entgegenwirken zu können.

Obwohl instruktionale Erklärungen nicht automatisch zu einem Wissenszuwachs führen, sind sie in einigen Unterrichtssituationen von großer Bedeutung für den Lernfortschritt der Schüler. Maßgeblich für die Qualität scheint hierbei das lehrerseitige ‚Erklären können‘.

Die Erklärfähigkeit

Als Interaktionspartner der Lernenden kommt dem Erklärenden beziehungsweise Wissensvermittler (meist der Lehrkraft) die Aufgabe zu, das Erklären möglichst erfolgreich zu gestalten. Die für das ‚Erklären können‘ benötigte *Erklärfähigkeit* wird von

2.2 Erklären aus Sicht des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts

Findeisen (2017, S. 102) definiert als „die Fähigkeit, einen Fachinhalt [...] fachgerecht und adressatengemäß aufzubereiten und im Rahmen eines interaktiven Prozesses so zu präsentieren, dass die Lernenden die Inhalte verstehen können“. Auch Kulgemeyer und Schecker (2013) definieren den Begriff in ganz ähnlicher Weise, wobei sie anstelle des Verstehens die Wissenskonstruktion auf Seite der Rezipienten betonen. Zudem nennen sie als wichtigen Faktor der Erklärungsfähigkeit ganz explizit die Fähigkeit, emotionale und motivationale Bedürfnisse der Lernenden zu erkennen, welche in der Definition von Findeisen (2017) keine Beachtung findet.

Beiden Arbeiten zufolge wird die Erklärfähigkeit maßgeblich beeinflusst durch drei Facetten des Professionswissens von Lehrkräften: das Fachwissen, das fachdidaktische Wissen und das pädagogisch-psychologische Wissen (in Anlehnung an Shulman, 1986 und das COACTIV-Kompetenzmodell von Kunter et al., 2011, S. 32; vgl. hierzu auch Kulgemeyer, 2017; Sevia & Gonsalves, 2008; Treagust & Harrison, 1999). Den „Kern der professionellen Kompetenz von Lehrkräften“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 489) bilden die fachbezogenen Komponenten Fachwissen und fachdidaktisches Wissen.

Fachwissen, als fachlich fundiertes Wissen bezüglich des Erklärgegenstands, gilt als Voraussetzung für eine korrekte und vollständige sowie klar strukturierte Weise diese Fachinhalte darstellen und erklären zu können (Pauli, 2015; Neumeister & Vogt, 2009). Zwar konnten (Kulgemeyer & Riese, 2018) zeigen, dass das Fachwissen keinen direkten Einfluss auf die Erklärfähigkeit hat, diese jedoch indirekt beeinflusst. So zeigt sich, dass ein tieferes Verständnis der Sachverhalte eine bessere Organisationsstruktur des Wissens zur Folge hat, wodurch Fachinhalte leichter in ihre Bestandteile zerlegt und Zusammenhänge zwischen diesen besser hergestellt werden können. Dies führt wiederum dazu, dass der Erklärgegenstand strukturiert dargestellt werden kann und somit die Wissensverarbeitung der Rezipienten erleichtert (vgl. auch Findeisen, 2017; Sevia & Gonsalves, 2008).

Das fach- oder domänenspezifische Wissen darüber, wie (Fach-)Inhalte vermittelt werden können, ist im fachdidaktischen Wissen zusammengefasst. Hierzu gehört unter anderem das *Wissen über (fachbezogene) Schülerkognitionen*. Dies beinhaltet sowohl das Verständnis darüber, welche Aspekte das Lernen eines bestimmten Themenbereichs erleichtern beziehungsweise erschweren, als auch darüber, welche Voraussetzungen und Vorstellungen Schülerinnen und Schüler bezüglich dieses Themenbereichs haben (Kunter et al., 2011; Shulman, 1986). Auch das *Wissen über das Erklären und Zugänglichmachen von Inhalten* ist Teil des fachdidaktischen Wissens (Kunter et al., 2011). Hierunter ist das Wissen über geeignete Repräsentationsformen von Sachinhalten sowie deren adressatenbezogene Strukturierung und Darstellung zu verstehen

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

(Riese et al., 2015; Shulman, 1986). Generell können beide fachbezogene Komponenten nicht nur als fach-, sondern auch als themenspezifisch angenommen werden. So bedeutet laut S. Kirschner (2013, S. 29) hohes Fachwissen im Bereich Atomphysik nicht automatisch auch hohes Fachwissen im Bereich Mechanik. Und auch im Bereich des fachdidaktischen Wissens zeigt keiner der vier Fachbereiche Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik und Wärmelehre „eine ausreichende Repräsentativität für das Gesamtkonstrukt“ (Schödl, 2017, S. 85). Daher sollten Lehrkräfte im Hinblick auf die Erklärfähigkeit in allen Fachbereichen hohe Werte in beiden fachbezogenen Komponenten des Professionswissens (Fachwissen und fachdidaktisches Wissen) aufweisen.

Das allgemeine pädagogische Wissen als dritte Komponente der professionellen Kompetenz von Lehrkräften beinhaltet „fachunabhängiges Wissen über pädagogische und allgemeindidaktische Konzepte und Inhalte“ (Riese et al., 2015) ohne fachspezifische Aspekte. Shulman (1986) bezeichnet hierbei allgemeine Aspekte der Klassenorganisation und -führung als Charakteristika des Pädagogischen Wissens. In Anlehnung daran wurden für diese Kompetenzfacette in einzelnen Studien wie beispielsweise MT21 (*Mathematics Teaching in the 21st century*, Blömeke, Felbrich & Müller, 2008), COACTIV (*Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz*, Kunter et al., 2011) und ProwiN (*Professionswissen in den Naturwissenschaften*, S. Kirschner, 2013 & 2017) Strukturierungsansätze entwickelt. Sie alle konnten zeigen, dass es sich bei dem pädagogischen Wissen um eine Kompetenzfacette handelt, die sich aus mehreren Subfacetten zusammensetzt und somit keine homogene Struktur aufweist. Zusammenfassend können folgende fünf Inhaltsbereiche unterschieden werden: Unterrichtsmethoden (Voss & Kunter, 2011; S. Kirschner, 2013), individuelle Lernprozesse (Voss & Kunter, 2011; S. Kirschner, 2013), Umgang mit individuellen Besonderheiten beziehungsweise Heterogenität (Voss & Kunter, 2011; Blömeke et al., 2008; König & Blömeke, 2009), Klassenführung und Leistungsbeurteilung (Voss & Kunter, 2011; S. Kirschner, 2013; Blömeke et al., 2008; König & Blömeke, 2009). Für das unterrichtliche Erklären spielen neben dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen vor allem die ersten drei Facetten des pädagogischen Wissens eine Rolle (Wörn, 2014, S. 39).

Der Erklärprozess

Im unterrichtlichen Kontext erfolgen Erklärprozesse meist in mündlicher Form im Unterrichtsgespräch² als Interaktion zwischen dem Erklärenden und dem Adressa-

²Im Unterricht, sowie im schulischen Kontext allgemein, gibt es auch schriftliche Erklärungen. Da diese aber nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind, werden sie hier nicht näher betrachtet.

2.2 Erklären aus Sicht des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts

ten beziehungsweise der Adressatengruppe (Kulgemeyer & Schecker, 2013). Dieser komplexe, interaktive Prozess besteht aus mehreren Phasen. Zunächst wird das Erklären eingeleitet. Häufigster Anreiz für Erklärungen im Unterricht sind Wissens- oder Verständnislücken der Schülerinnen und Schüler. Lösen beispielsweise widersprüchliche Aussagen oder sich gegenseitig ausschließende Lösungsstrategien kognitive Konflikte aus, oder stimmen Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler nicht mit ihrem bisherigen Wissen überein, führt dies zu einem Klärungsbedürfnis (Wagner & Wörn, 2011; Neumeister & Vogt, 2009; Leinhardt, 2001; Kiel, 1999). Auch die Neugier der Schülerinnen und Schüler oder Verblüffung bezüglich eines Phänomens beziehungsweise Sachverhalts können Anlass für eine Erklärung sein (Wragg & Brown, 2001; Kiel, 1999; Fairhurst, 1981). Gleiches gilt für unverständliche Äußerungen oder Schülerfehler (Wagner & Wörn, 2011). Kiel (1999) beschreibt das Bedürfnis nach einer Erklärung als „Reaktion auf ein kognitives Ungleichgewicht“ (ebd., S. 30), die bei den Lernenden den Wunsch nach Ausgleich des Defizits hervorruft. Besteht ein solches Bedürfnis, kann die Erklärung einerseits von den Schülerinnen und Schülern selbst initiiert werden, indem diese eine konkrete Frage stellen (Brown, 2006; Wragg & Brown, 2001), oder nonverbal beispielsweise durch ihre Mimik Unverständnis ausdrücken (Wagner & Wörn, 2011; Neumeister & Vogt, 2009). Andererseits werden Unterrichtserklärungen häufig durch die Lehrkraft selbst initiiert, da den Lernenden vor allem zu Beginn des Unterrichts ihre Wissensdefizite noch nicht bewusst sind. Durch weiteres Explizieren einer von der Lehrkraft gestellten Ausgangsfrage können die Schülerinnen und Schüler in Situationen versetzt werden, in denen sich ihnen die Grenzen ihres bisherigen Wissens erschließen, oder ihre Neugier geweckt wird (Neumeister & Vogt, 2009; Kiel, 1999). Die Präsentation der initialen Erklärung erfolgt nach Initiierung im Rahmen des eigentlichen *Erklärprozesses*. Dieser beruht auf einer asymmetrischen Wissensverteilung zwischen Erklärendem und Adressat (im folgenden wahlweise eine einzelne Person oder eine Adressatengruppe), was bedeutet, dass die zu erklärenden Inhalte dem Adressaten zuvor nicht bekannt sind (Neumeister & Vogt, 2009; Hohenstein, 2006; Leinhardt, 2001). Abbildung 2.2 zeigt das *dialogische Modell des Erklärens* von Kulgemeyer und Tomczyszyn (2015), welches den Erklärprozess mit Vermittlungscharakter im Physikunterricht beschreibt. Seinen Ursprung hat dieses Modell in einem allgemeinen Kommunikationsmodell von Rusch (1999), das von Kulgemeyer und Schecker (2009a) als konstruktivistisches Modell für die physikalischen Unterrichtskommunikation weiterentwickelt wurde. Kulgemeyer und Tomczyszyn (2015) konnten dieses Kommunikationsmodell für den Erklärprozess im Unterricht anpassen, an dem zwei Parteien beteiligt sind: der Erklärende als „Kommunikator“ (Rusch, 1999, S. 170) und der Adressat.

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

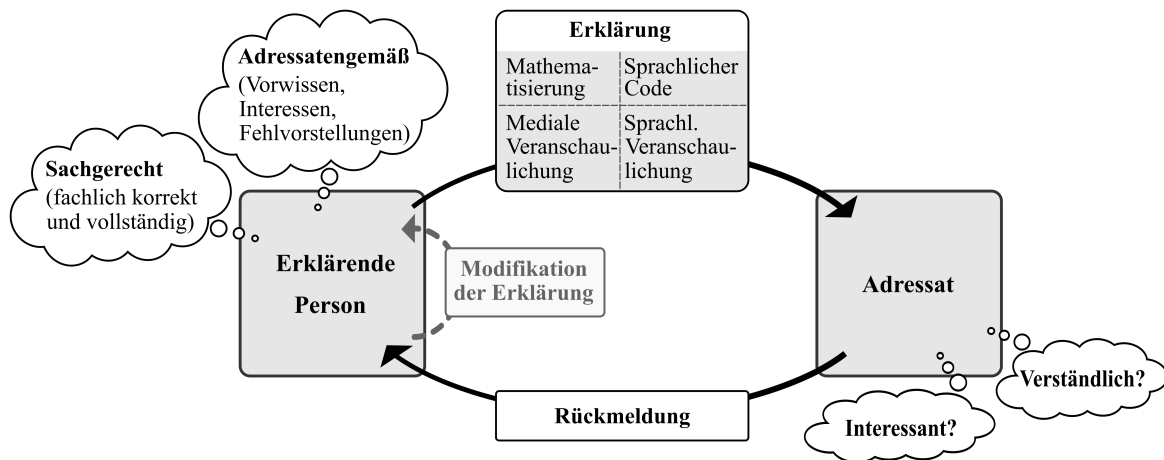


Abbildung 2.2: Der Prozess des Erklärens mit Vermittlungscharakter. (Eigene Darstellung in Anlehnung an Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015, S. 6; Kulgemeyer, 2017, S. 12)

Ausgehend vom Erklär Anlass formuliert der Erklärende eine initiale Erklärung, wobei prinzipiell die Perspektiven der Sachgerechtigkeit und Adressatengemäßheit zu beachten sind. Wie in Abbildung 2.2 dargestellt, gibt es bei der Erstellung der Erklärung vier Variablen, die für die Umsetzung dieser Perspektiven im Unterrichtsfach Physik von besonderer Bedeutung sind: mediale und sprachliche Veranschaulichung, sprachlicher Code und Mathematisierung (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015).

Bei mündlichen Erklärungen ist eine ergänzende bildliche Darstellung von großer Bedeutung für das Verständnis (Cabello Gonzales, 2013; Geelan, 2012). Die *mediale Veranschaulichung* variiert Geelan (2013) zufolge mit den unterschiedlichen Sachinhalten. Neben realen, gegenständlichen Repräsentationen, wie beispielsweise Experimenten, können auch bildliche Repräsentationsformen zur besseren Verständlichkeit verwendet werden³. Zudem besteht die Möglichkeit Sachverhalte mit Hilfe von Tabellen oder Diagrammen zu veranschaulichen. Die Verwendung medialer Veranschaulichungen kann den Lernenden dabei helfen, mentale Bilder herzustellen. Dies kann vor allem das Verständnis abstrakter Erklärgegenstände, wie sie in der Physik häufig anzutreffen sind, erleichtern (Kulgemeyer & Schecker, 2009b; Schnotz, 2006). Außerdem können mit Grafiken Informationen und Zusammenhänge übersichtlich dargestellt und so die Beschreibung komplexer Prozesse und Strukturen erleichtert werden (Cabello Gonzales, 2013; Kulgemeyer & Schecker, 2009a; Sevia & Gonsalves, 2008).

³Für eine detaillierte Beschreibung bildlicher Repräsentationsformen siehe Kulgemeyer und Schecker (2009b) sowie Schnotz (2006)

2.2 Erklären aus Sicht des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts

Die *sprachliche Veranschaulichung* unter anderem durch Beispiele, Analogien oder Metaphern, stellt eine weitere Variable bei der Erstellung von Erklärungen dar und dient der Kontextualisierung der Erklärung (Wellenreuther, 2013; Kulgemeyer & Schecker, 2013). Die Kontextualisierung ist vor allem bei neuen, schwierigen oder abstrakten Themen von Vorteil, da so Verbindungen zu bereits bekannten Vorstellungen und Konzepten hergestellt werden können (Cabello Gonzales, 2013; Sevia & Gonsalves, 2008). Dadurch wird eine Restrukturierung bereits vorhandenen Wissens sowie ein möglichst fehlerfreier Neuaufbau von Wissensstrukturen der Schülerinnen und Schüler erleichtert (Ogborn, Kress, Martins & McGillicuddy, 1996; Duffy, Roehler, Meloth & Vavrus, 1986). Verwendete Analogien, Metaphern usw. dienen dabei als vorläufige, mentale Modelle oder vereinfachte, mentale Darstellungen des zu erklärenden Konzepts (Glynn, Taasobshirazi & Fowler, 2007). Sie stimulieren den Aufbau eines vertiefteren Verständnisses des naturwissenschaftlichen Phänomens (Cabello Gonzales, 2013). Einer Studie von Nashon (2004) zufolge ist vor allem eine alltagsnahe Konzeptualisierung wertvoll, da sich diese sowohl auf das Verständnis als auch auf das Interesse der Schülerinnen und Schüler positiv auswirkt.

Auch der *Grad der Mathematisierung* wird von Kulgemeyer und Tomczyszyn (2015) als Variable für die Erstellung einer Erklärung angegeben. Die Funktionen der Mathematik in der Physik sind vielfältig (vgl. hierzu Krey, 2012). Unter anderem können mit ihrer Hilfe abstrakte und allgemeine Zusammenhänge „materialisiert“ und somit „im wörtlichen Sinne handhabbar“ gemacht werden (ebd., S. 55). Neben der symbolisch-algebraischen (bspw. als Formeln) und graphischen (bspw. in Form von Diagrammen) Repräsentationsform (ebd., S. 141 ff.) können die physikalischen Zusammenhänge auch durch mündliche Beschreibungen dargestellt werden (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). So lässt sich der Zusammenhang von elektrischer Stromstärke und Widerstand bei konstanter elektrischer Spannung in einem einfachen Stromkreis beispielsweise sehr präzise in symbolischer Formelschreibweise beschreiben ($I = \frac{U}{R}$). Jedoch sind auch die graphische Darstellung mit Hilfe eines R-I-Diagramms oder eine qualitativ-sprachliche Beschreibung des Zusammenhangs (Je größer der elektrische Widerstand, desto kleiner die elektrische Stromstärke im Stromkreis) möglich. Der Grad der Mathematisierung einer Erklärung kann dementsprechend variiert werden, „indem physikalische Größengleichungen expliziert oder verbal umschrieben werden“ (Riese et al., 2015, S. 62).

Der *sprachliche Code* einer Erklärung bildet die vierte Variable bei der Gestaltung von Erklärungen. Um die Information für die Adressaten verständlich darzustellen, kann die Erklärung je nach Unterrichtssituation und Adressatengruppe durch die Wahl eines geeigneten Sprachniveaus angepasst werden. Gegenstands- und adressatenbe-

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

zogen muss die Abwägung erfolgen, wie viel Fachsprache verwendet werden kann (Kulgemeyer & Schecker, 2013). Ebenso müssen die Stellen erfasst werden, an denen die Erklärung ohne Verlust fachlicher Korrektheit durch Reduktion „fachsprachlicher Elemente oder das Erläutern von Fachwörtern“ (Gadow, Kulgemeyer & Marx, 2017, S. 58) vereinfacht werden kann (für eine ausführliche Betrachtung der sprachlichen Komponente sei an dieser Stelle auf Kapitel 3 verwiesen).

Neben diesen vier Variablen wird das *Erklären* auch vom Kontext, in dem es stattfindet, geprägt. Leinhardt (2001, S. 337) beschreibt den Unterricht als „real time situation“ mit eigener Dynamik, in die sich die Erklärungen einfügen müssen. Zudem müssen sie trotz Vorbereitung im Unterricht ad hoc an die aktuellen Gegebenheiten fachlicher (aktueller Themenbereich) und personeller Natur (welche Schüler*innen sind Teil des Prozesses) angepasst werden (Treagust & Harrison, 1999; Ogborn et al., 1996). Unterrichtserklärungen, die an einzelne Personen gerichtet sind, können sehr viel stärker an diese angepasst werden als solche, die an die gesamte Klasse oder eine größere Gruppe von Schülerinnen und Schülern gerichtet sind. Erklärungen im Rahmen von Unterrichtsgesprächen müssen demnach meist an die Bedürfnisse mehrerer Personen gleichzeitig angepasst werden. Dadurch kommt dazu, dass die Erklärung für einige Schülerinnen und Schüler zu leicht, für andere zu schwer ist (Wagner & Wörn, 2011; Ogborn et al., 1996). Wellenreuther (2013, S.184) schlägt in diesem Zusammenhang eine individuelle Förderarbeit für schwächere Schülerinnen und Schüler im Anschluss an klassenübergreifende Erklärungen vor, in der Teilaspekte aufgegriffen werden können. Die Gruppe der Adressaten prägt somit den Kontext, in dem das Erklären stattfindet, entscheidend mit.

Im Anschluss an die Präsentation der Initialerklärung evaluiert die erklärende Person die Rückmeldungen der Adressaten bezüglich der Verständlichkeit. Rückmeldungen der Adressaten können sowohl verbal, beispielsweise durch Rückfragen oder Kommentare, als auch nonverbal mit Hilfe von Verstehens- oder Zuhörsignalen geäußert werden (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Auch Antworten auf Verständnisfragen oder Aufgaben können dem Erklärenden Aufschluss über die Verständlichkeit der Erklärung bieten (Duffy et al., 1986). Auf Grundlage der Rückmeldungen entscheidet sich, ob der Prozess geradlinig oder als Kreisprozess verläuft. Wurden die Inhalte durch die Initialerklärung ausreichend verstanden, kann der Erklärprozess als beendet betrachtet werden. Andernfalls muss die Erklärung, wie in Abbildung 2.2 dargestellt, entsprechend der Rückmeldungen modifiziert und eine weitere Erklärung angeboten werden. Dieser Kreisprozess erfolgt idealerweise solange, bis die Rückmeldung auf ein Verständnis von Seiten des Adressaten schließen lässt (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Duffy et al., 1986).

2.3 Qualitätskriterien instruktionaler Erklärungen

Zu Qualitätskriterien für erfolgreiche Unterrichtserklärungen gibt es bereits verschiedene theoretische und empirische Arbeiten. Da das Erklären zur Unterrichtsqualität beiträgt, können Kriterien auch aus der Lehr-Lernforschung zu qualitätsvollem Unterricht im Allgemeinen abgeleitet werden (vgl. hierzu bspw. Helmke, 2014). Ebenso existieren verschiedene Studien, die einzelne Kriterien unterrichtlichen Erklärens näher betrachten (für einen allgemeinen Überblick sei hier auf Findeisen, 2017, S. 50–52 verwiesen). Im Bereich der Naturwissenschaften sind vorrangig die Arbeiten von Kulgemeyer (u. a. 2019, 2017) und Kulgemeyer und Schecker (2013) zu nennen. In seinem Artikel *Towards a framework for effective instructional explanations in science teaching* vergleicht Kulgemeyer (2019) die Ergebnisse von insgesamt 156 Studien und Metaanalysen zu instruktionalen Unterrichtserklärungen in den Naturwissenschaften. Zusätzlich wurde in diesen Vergleich die aus dem Forschungsbereich der Lernpsychologie stammende Metaanalyse von Wittwer und Renkl (2008) aufgenommen. Als Ergebnis dieser Analyse wurden von Kulgemeyer (2019) neun Faktoren extrahiert, die von ihm als Merkmale effektiver Unterrichtserklärungen verstanden werden. Bei näherer Betrachtung ergeben sich jedoch Überschneidungen einzelner Faktoren. So beschreiben beispielsweise die Faktoren 3 (minimal explanations) und 6 (Prompts to focus central concepts) beide die Fokussierung auf das Wesentliche. Einziger Unterschied ist, dass in Faktor 3 die Fokussierung allgemeiner betrachtet und theoriegeleitet beschrieben wird, während in Faktor 6 mit den Prompts eine empirisch belegte Umsetzungsmöglichkeit dargelegt wird. Auch gilt bei der Auflistung der Faktoren zu beachten, dass die Faktoren hierarchisch nicht auf einer Ebene betrachtet werden können. Faktor 2 (adaption to the explainees) stellt beispielsweise mit der Forderung nach Anpassung der Erklärung an den Adressaten ein sehr allgemein gehaltenes Kriterium mit vielen Unterpunkten dar. Faktor 1 (the structure of the explanation: rule-example or example-rule?) beschreibt hingegen lediglich einen speziellen Unterpunkt der Strukturiertheit von Erklärungen, der vom Sachinhalt entscheidend mit geprägt wird. Die Forderung nach speziellen Lerngelegenheiten im Anschluss an die Erklärung (Faktor 5 – follow-up learning tasks) ist vor allem in Bezug auf die kognitive Aktivierung und die Kontrolle einer möglichen Verständnisillusion (Renkl et al., 2006) von großer Bedeutung. Jedoch ist dies eher ein Kriterium um den Lernprozess im Gesamten möglichst effektiv zu gestalten und keine Variable zur konkreten Gestaltung von Unterrichtserklärungen. Faktor 9 (possible tools for increasing adaption to the explainees prior knowledge) stellt im Gegensatz zu den anderen Faktoren lediglich eine Liste möglicher Werkzeuge für die Adressatenori-

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

entierung vor. Damit stellt dieser Faktor eher eine Konkretisierung eines Teilaspekts von Faktor 2 dar.

Trotz Kritik an der Darstellung beziehungsweise Anordnung der Faktoren, bilden alle in den neun Faktoren dargestellten Aspekte wichtige Kriterien des unterrichtlichen Erklärens. Die Ergebnisse dieser umfangreichen Aufarbeitung (möglicher) Qualitätskriterien werden daher als Ausgangslage für die folgende Darstellung von Qualitätskriterien verwendet, in der die hierarchische Struktur der Kriterien berücksichtigt wird.

Für eine erfolgreiche Wissensvermittlung im Rahmen instruktionaler Unterrichtserklärungen sind zunächst zwei Elemente zu berücksichtigen:

In erster Linie hängt die Qualität einer Unterrichtserklärung davon ab, inwiefern die Inhalte für die *Adressaten* verständlich gemacht werden (Kulgemeyer, 2017; Treagust & Harrison, 1999; Fairhurst, 1981). Ein wichtiger Aspekt hierfür ist das Anknüpfen der Erklärung an das Vorwissen der Adressaten (vgl. Kulgemeyer, 2019, Faktor 2 und 9). Zur Erhöhung der Verständlichkeit und um eine Vernetzung mit bereits gelernten Inhalten zu ermöglichen, sollte die Erklärung sowohl auf sprachlicher als auch auf inhaltlicher Ebene an dem Vorwissen der Lernenden orientiert sein (Wittwer & Renkl, 2008; Chi, Siler, Takashi & Hausmann, 2001). Der Einfluss des Vorwissens konnte unter anderem von Wittwer, Nückles, Landmann und Renkl (2010) in einer Studie mit 30 Tutoren belegt werden. Sie konnten zeigen, dass an das Vorwissen der Lernenden angepasste Erklärungen den Lernerfolg deutlich steigern. Als weitere Aspekte müssen die spezifischen Charakteristika, Bedürfnisse und Voraussetzungen der Lernenden bei der Gestaltung des Erklärprozesses berücksichtigt werden. Hierzu gehören sowohl das Alter der Schülerinnen und Schüler und ihre individuellen Fähigkeiten als auch kulturelle Einflüsse sowie das Verständnis von Naturwissenschaften (Findeisen, 2017; Treagust & Harrison, 1999). Die Berücksichtigung motivationaler und emotionaler Aspekte der Lernenden spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle für die Qualität einer Erklärung, da sich diese Aspekte auf die Bereitschaft, sich etwas erklären zu lassen, auswirken (Wittwer & Renkl, 2008; Brown, 2006; Treagust & Harrison, 1999).

Als zweiter Einflussfaktor für die Gestaltung einer erfolgreichen Unterrichtserklärung muss der *Fach-/Sachinhalt* berücksichtigt werden (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Treagust & Harrison, 1999). Dieser sollte in der Erklärung fachlich korrekt und vollständig dargestellt werden. Vollständigkeit im schulischen Kontext bedeutet, dass die Erklärung alle zum Verständnis nötigen Aspekte beinhaltet und trotz Elementarisierung bzw. didaktischer Reduktion die fachliche Anschlussfähigkeit des Gegenstands bewahrt (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015; Treagust & Harrison, 1999; Ogborn et al.,

2.3 Qualitätskriterien instruktionaler Erklärungen

1996). Um ein vertieftes Verständnis bei den Schülerinnen und Schülern zu erreichen, sollte die Erklärung auf fachliche Konzepte und Prinzipien fokussieren (vgl. Kulgemeyer, 2019, Faktor 8). Eine oberflächliche Betrachtung des Erklärgegenstands ohne Rückführung auf das zugrundeliegende Konzept führt hingegen zu rein oberflächlichem, wenig anschlussfähigem Wissen (Wittwer & Renkl, 2008). Auch die fachliche Struktur des Erklärgegenstands hat einen Einfluss auf das Erklären. Weniger komplexe Sachverhalte führen in der Regel zu einem linearen Verlauf des Erklärprozesses, während komplexere Sachstrukturen eingeschobene (Teil-)Erklärungen erfordern, um währenddessen auftretenden Verständnisschwierigkeiten vorzubeugen (Wagner & Wörn, 2011). In Zusammenhang mit der Sachstruktur steht auch der inhaltliche Aufbau der Erklärung. Grundsätzlich sind hier zwei Vorgehensweisen zu unterscheiden (vgl. Kulgemeyer, 2019, Faktor 1). Eine induktiv gestaltete Erklärung beginnt dabei mit einem Beispiel und verallgemeinert dieses als Hinführung zur Theorie (Beispiel – Theorie). Deduktive Erklärungen beginnen hingegen mit der Präsentation der Theorie und veranschaulichen diese mit passenden Beispielen (Theorie – Beispiel). Kulgemeyer (2019) fasst hierzu Studien aus verschiedenen Fachbereichen zusammen, weist jedoch darauf hin, dass es speziell für den naturwissenschaftlichen Unterricht noch keine entsprechenden Untersuchungen gibt. Mögliche Anhaltspunkte liefern Kulgemeyer (2019) zufolge jedoch die Studien von Tomlinson und Hunt (1971) sowie von Champagne, Klopfer und Gunstone (1982). Sie konnten unabhängig voneinander zeigen, dass sich eine deduktive Vorgehensweise besser für den Aufbau deklarativen Wissens und eine induktive Vorgehensweise für prozedurales Wissen eignet. Ein weiteres Qualitätsmerkmal stellt das Einführen verwendeter neuer Fachbegriffe dar. Da das Erlernen von Fachwissen eng mit dem Erlernen der Fachsprache verbunden ist (vgl. hierzu Abschnitt 3.1 ab S. 33), bildet es ein auf den Sachinhalt bezogenes Qualitätsmerkmal.

Wie in Abbildung 2.3 (S. 28) dargestellt, bilden Adressat und Fach-/Sachinhalt die Ausgangspunkte der Unterrichtserklärung. Allgemein sollte diese Art von Erklärungen dementsprechend die Kriterien *Fach- bzw. Sachgerechtheit* und *Adressatenorientierung* aufweisen und mit dem Ziel verbunden sein, individuelles Verständnis der Lernenden zu erreichen (Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015). Daher bildet auch die Adaption der Erklärung ein Qualitätskriterium, das vor allem bei der Modifikation von Bedeutung ist. Duffy et al. (1986) untersuchten in einer Studie mit 53 Lehrkräften die Anpassung der Erklärung als Reaktion auf Rückmeldungen der Lernenden. Dabei zeigten sich Erklärungen, die im Prozess an die Rückmeldungen angepasst werden konnten, als lernwirksamer. Nicht zuletzt wirkt auch ein aktiver Einbezug der Adressaten in den Erklärprozess als Kriterium für erfolgreiches Erklären. Ein Einbezug

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

der Lernenden mit Hilfe von Fragen (Brown, 1982) oder Handlungsaufforderungen (bspw. zur Visualisierung, Kulgemeyer & Tomczyszyn, 2015) führt zu aktiver Beteiligung der Schülerinnen und Schüler. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Wissenskonstruktion auf Seite der Lernenden aus (Neubert et al., 2001; Duffy et al., 1986). Erfolgreiche Erklärungen zeichnen sich zudem dadurch aus, dass sie die Aufmerksamkeit der Adressaten bewusst auf die wesentlichen Elemente lenken. Daher ist eine Komplexitätsreduktion im Sinne einer Eingrenzung des Erklärgegenstands auf relevante Elemente sinnvoll. Ebenso kann der Abstraktionsgrad des Erklärgegenstands und somit der Erklärung im Gesamten an die jeweiligen Adressaten angepasst werden. Mit Hilfe dieser beiden Kriterien (Fokussierung durch Reduktion und Anpassung der Komplexität) kann zudem das Arbeitsgedächtnis der Lernenden entlastet werden (Hargie, 2011; P. Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Dies führt im Sinne der *Cognitive-Load-Theory* zu einer Verbesserung der Lernprozesse (Sweller, 1994).

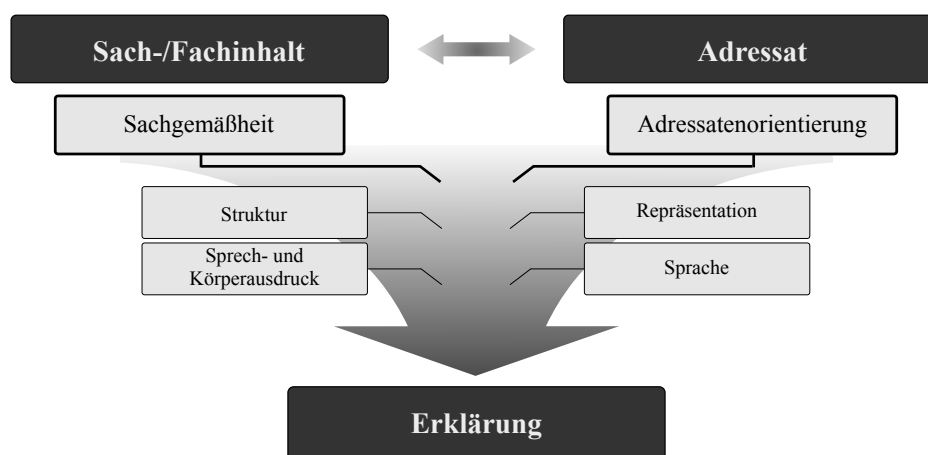


Abbildung 2.3: Zusammenspiel von Oberkategorien für Qualitätskriterien zur Gestaltung erfolgreicher instruktionaler Unterrichtserklärung (eigene Darstellung)

Weitere Qualitätskriterien für erfolgreiche Unterrichtserklärungen können zu den vier Oberkategorien *Struktur*, *Repräsentation*, *Sprache* sowie *Sprech- und Körperausdruck* zusammengefasst werden (Abbildung 2.3). Die einzelnen Kriterien sind im Anschluss an die Beschreibung überblicksartig in Tabelle 2.1 (S. 32) aufgelistet. Als Kernmerkmal für die Qualität von Unterricht im Allgemeinen (Helmke, 2014) ist die *Strukturiertheit* auch bei Unterrichtserklärungen von Belang (Sevian & Gonsalves, 2008; Kiel, 1999). Im Gegensatz zu schriftlichen Erklärungen gibt es bei mündlichen Erklärungen keine Möglichkeit der erneuten Betrachtung einzelner Abschnitte, weshalb eine klare Struktur von großer Bedeutung ist (Wellenreuther, 2013). Als erstes Kriterium hin-

2.3 Qualitätskriterien instruktionaler Erklärungen

sichtlich des Aufbaus einer gut organisierten Wissensbasis ist daher die Transparenz der Erklärung zu nennen (Brown, 2006). Hierzu gehört sowohl die Präsentation der Ziele als auch das Aufzeigen der Struktur und die Verdeutlichung der Relevanz des Erklärgegenstands (vgl. Kulgemeyer, 2019, Faktor 7), die sich alle drei als positiv für den Lernprozess erweisen. So konnten Marzano, Pickering und Pollock (2001) in einer Metastudie mit über 1000 Studien aus der Instruktionsforschung zeigen, dass die klare Zielsetzung eine von insgesamt neun Instruktionsstrategien zur Verbesserung der Lernleistung darstellt. Auch in Bezug auf die Aufmerksamkeitslenkung der Adressaten im Erklärprozess erweist sich die Präsentation der Ziele als fördernd (Bransford, Brown & Cocking, 2000). Die Kenntnis bezüglich der Erklärstruktur erleichtert den Lernenden zudem die Integration der neuen Inhalte in bestehende Wissensstrukturen (Brown, 2006). Die Bereitschaft der Adressaten für die Erklärung steigt zusätzlich, wenn die Relevanz des Erklärens neuer Inhalte erkannt wird. Daher sollte die Relevanz klar herausgestellt und bestenfalls an mögliche Anwendungsgebiete geknüpft werden. Klieme, Lipowsky und Rakoczy (2006) zufolge kann somit ein vertieftes Verständnis der Sachinhalte erreicht werden. Als weiteres Kriterium ist die Fokussierung der Erklärung auf das Wesentliche (minimalistische Erklärung – vgl. Kulgemeyer, 2019, Faktor 3; Schlüsselemente – vgl. Hargie, 2013; Wragg, 1993) zu nennen. Durch die Konzentration auf die wesentlichen Aspekte des Erklärgegenstands wird das Arbeitsgedächtnis nicht durch zusätzliche Informationen belastet, was den Lernprozess positiv beeinflusst (Kulgemeyer, 2019; Helmke, 2014). Zur Fokussierung auf zentrale Elemente der Erklärung können beispielsweise sogenannte „Prompts“ verwendet werden (vgl. Kulgemeyer, 2019, Faktor 6). Darunter werden Fragen oder Hinweise des Erklärenden verstanden, welche die Aufmerksamkeit der Lernenden lenken. Der positive Einfluss von Prompts auf die Qualität instruktionaler Erklärungen konnte unter anderem in den Studien von Roelle, Berthold und Renkl (2014) sowie Berthold, Röder, Knörzer, Kessler und Renkl (2011) nachgewiesen werden. In einer quantitativen Fragebogenstudie mit 120 High-School-Schüler*innen von Odora (2014) zeigt sich zudem, dass auch Zusammenfassungen und Wiederholungen in Erklärungen von den Lernenden als hilfreich und unterstützend wahrgenommen werden. Vor allem bei unbekannten Sachverhalten oder längeren Erklärungen ist dieses Kriterium von hoher Bedeutung für den Lernprozess (Hargie, 2011). Als weiteres Struktur-Kriterium wird von Helmke (2014) die Kohärenz genannt. Inhaltliche Teilelemente der Erklärung sollten dementsprechend schrittweise ausgeführt und einem roten Faden folgend untereinander verknüpft werden. Die Verknüpfungen sollten dabei jeweils einen klaren Bezug zwischen den Teilschritten herstellen, um die Verständlichkeit der Gesamterklärung zu erhöhen. Da das Verständlich-Machen

2 Erklären im (Physik-)Unterricht

des Fachinhalts im Vordergrund der Erklärung steht, sollte die Verständlichkeit nach Präsentation der Erklärung evaluiert werden (vgl. Abschnitt 2.2 – *Der Erklärprozess*, S. 20 ff.).

Mit Hilfe verschiedener Repräsentationsformen können Erklärungen anschaulicher gestaltet und in ihrer Komplexität vereinfacht werden (Brown, 2006). Wie bereits in Abschnitt 2.2 beschrieben, können in Erklärungen hierfür sowohl sprachliche (Beispiele, Analogien, u. a.) als auch mediale Repräsentationen (Experimente, Graphiken, Bilder, etc.) eingesetzt werden. Sie dienen dem Aufbau und der Förderung mentaler Modelle und erleichtern den Lernenden den Zugang zu neuen Konzepten (Cook, 2006; Leinhardt, 2001; Kiel, 1999). Zudem können mit Hilfe von Repräsentationen Zusammenhänge sowie Abläufe und Funktionsweisen verdeutlicht werden (Girwidz, 2016). Um das Verständnis der Lernenden optimal zu unterstützen, sollten die Repräsentationen unabhängig von ihrer Form an die Adressaten angepasst sein (Sevian & Gonsalves, 2008; Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998). Insbesondere kann die Verwendung von Beispielen aus der Lebens- und Erfahrungswelt den Adressaten den Zugang zu neuen Themenbereichen erleichtern und ihre Aufmerksamkeit erhöhen (Findeisen, 2017). Mediale Repräsentationsformen erleichtern in mündlichen Erklärungen die Verarbeitung der neuen Informationen durch Hinzunahme der bildhaften Darstellungsebene. Durch die Aktivierung verschiedener Sinneskanäle können zum einen unterschiedliche Lerntypen angesprochen werden (Hargie, 2011). Zum anderen wird durch die Verwendung unterschiedlicher Repräsentationsformen das Arbeitsgedächtnis kognitiv entlastet (Paas, Renkl & Sweller, 2003; Sweller, 1994). Das Angebot und der Wechsel zwischen verschiedenen Repräsentationsformen stellt jedoch nur dann ein Qualitätsmerkmal dar, wenn die unterschiedlichen Formen (sprachlich) miteinander verknüpft werden (Helmke, 2014; Schnotz, Zink & Pfeiffer, 1996).

Ein hoher Stellenwert im Kommunikationsprozess *Erklären* kommt der Sprache zu. Sie gilt allgemein als wichtigste Kommunikationsform (Ehlich, 2009a) und stellt eine der vier Variablen zur Veränderung der Erklärung dar (vgl. Abschnitt 2.2 – *Der Erklärprozess*, S. 20 ff.). Da die Wahl eines adressatengemäßen Sprachniveaus als Voraussetzung für das Gelingen des Erklärens angenommen werden kann, bildet die Sprache auch ein Qualitätsmerkmal im Erklärprozess. Im Unterricht variiert das Sprachniveau zwischen Fach- und Alltagssprache und muss dem Vorwissen der Lernenden entsprechend angepasst werden (Kulgemeyer & Schecker, 2013; vgl. hierzu auch Abschnitt 3.2). Schopf und Zwischenbrugger (2015b) konnten im Rahmen einer Interviewstudie mit elf Dozierenden des Wiener Lehrstuhls für Wirtschaftspädagogik Anhaltspunkte dafür finden, dass eine „sprachlich klar und einfach formuliert[e]“ (S. 17) Erklärung besser bewertet wird. Hierzu wurden Kriterien wie einfache Wort-

2.3 Qualitätskriterien instruktionaler Erklärungen

wahl und einfacher Satzbau genannt. Abkürzungen sowie unbekannte oder veraltete sprachliche Ausdrücke sollten hingegen vermieden werden, da diese die Erklärung schwer verständlich und abstrakt machen (ebd.). Auch die sprachliche Präzision trägt zur Verständlichkeit einer Erklärung und somit zu einem erfolgreichen Erklärprozess bei (Hargie, 2011; Brown, 2006). Hierzu gehört auch, dass sprachlich vage Formulierungen (möglicherweise, meistens, etc.) vermieden werden (Hargie, 2011; Kiel, 1999). Das mündliche Erklären im Unterricht als Kommunikationsprozess ist immer auch eine Interaktion zwischen Erklärendem und Adressat (Kulgemeyer & Schecker, 2013). Daher spielen neben sprachlichen auch paraverbale (hörbarer Anteil, Sprechausdruck) und nonverbale Elemente (nicht hörbarer Anteil, Körperausdruck) eine Rolle. Rosenbusch (2004) fasst in einem vergleichenden Artikel verschiedene Studien zu nonverbaler Kommunikation im Unterricht zusammen und kommt zu dem Schluss, dass auch Sprech- und Körperausdruck einer Lehrkraft Einfluss auf den Lernerfolg haben können. So können über Gestik inhaltliche Komponenten unterstützt werden, indem beispielsweise Verbindungen zwischen Repräsentationsformen wie einem Experiment und einer passenden Schaltskizze gestisch hervorgehoben werden. Mimik, Blickkontakt und Körperhaltung spielen insofern eine Rolle als sie emotionale Befindlichkeiten ausdrücken. Hierdurch kann sowohl die Verständlichkeit gefördert als auch die Glaubwürdigkeit des Erklärenden unterstützt werden (siehe auch Hargie, 2011; Gage, 1968). Der Sprechausdruck trägt ebenfalls zur Verständlichkeit der Erklärung bei (Rosenbusch, 2004). Hier sind vor allem die Sprechgeschwindigkeit und der gezielte Einsatz von Sprechpausen zu nennen. Diese können der inhaltlichen Akzentuierung dienen und bieten Gelegenheiten zur Verarbeitung des Gehörten. Durch eine variable Sprechweise kann der Erklärende den Adressaten zudem das Zuhören erleichtern. Dies geschieht unter anderem durch den Einsatz unterschiedlicher Lautstärken, einen variablen Tonfall (Sprachmelodie) und stimmlicher Akzentuierung. Somit stellt auch der angemessene Einsatz von Sprech- und Körperausdruck ein Qualitätsmerkmal für das Erklären dar (vgl. hierzu auch Gunga, Schilcher, Kranich & Gegner, in Vorb.).

Tabelle 2.1: Übersicht über Qualitätskriterien für die erfolgreiche Gestaltung instruktionaler Unterrichtserklärungen

Sach- gemäßheit	• fachliche Korrektheit • fachliche Vollständigkeit • Fokussierung auf fachl. Konzepte • Einschub von Teilerklärungen • Anpassung des inhaltl. Aufbaus • Einführung neuer Fachbegriffe	• Adaptive Anpassung (v. a. bei Modifikation)
	• Anknüpfung an Vorwissen (sprachlich, inhaltlich) • Berücksichtigung von Schülervorstellungen • Berücksichtigung von Charakteristika (Alter, individuelle Fähigkeiten, kultureller Hintergrund, Naturwissenschaftsverständnis, etc.)	• Komplexitätsreduktion • Anpassung des Abstraktionsgrades
Struktur	• Transparenz (Zielpräsentation, Aufzeigen der Struktur, Verdeutlichung der Relevanz) • Fokussierung (minimalistische Erklärungen, Verwendung von Prompts) • Kohärenz (roter Faden, Verknüpfung der Teilschritte) • Zusammenfassungen und Wiederholungen	
Repräsen- tation	• sprachliche Veranschaulichung • mediale Veranschaulichung • Verwendung verschiedener Repräsentationsformen • Verknüpfungen zwischen Repräsentationsformen	
Sprache	• Verwendung von einfacher, klarer Sprache • Präzise Ausdrucksweise • Balance zwischen Fach- und Alltagssprache	
Sprech- und Körperausdruck	Sprechausdruck (paraverbal) • angemessene Sprechgeschwindigkeit • angemessene Pausensetzung & -länge • angemessene Lautstärke • Sprachmelodie (Tonfall) – Vermeidung von Monotonie • stimmliche Akzentuierung Körperausdruck (nonverbal) • unterstützende Gestik • Mimik & Blickkontakt • Körperhaltung	

3 Sprache im Kontext Schule

In der Schule sollen Wissen und Können vermittelt werden (Verfassung des Freistaats Bayern (BayRS) Art. 131; Bayerisches Gesetz über das Erziehungs- und Unterrichtswesen (BayEUG) Art. 1 (1) und 2 (1)). Das instruktionale Erklären im Unterricht stellt eine Möglichkeit dar, diese geforderte Wissensvermittlung umzusetzen. Dies geschieht, wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, im Rahmen eines interaktiven Kommunikationsprozesses zwischen Erklärendem und Adressat. Daher ist das instruktionale Erklären im Unterricht vor allem als sprachliche Handlung zu verstehen. Die Sprache ist jedoch nicht nur für das Erklären, sondern für den gesamten Unterricht zentraler Bestandteil (Ehlich, 2009a). Ehlich und Rehbein bezeichneten bereits 1986 die Schule als „eine weitgehend versprachlichte Institution“ (ebd., S. 170), da in ihr sämtliches Wissen sprachbasiert vermittelt würde. Wissensvermittlung und Sprache sind im Unterricht folglich nicht voneinander zu trennen.

In diesem Kapitel wird zunächst erläutert, welche Bedeutung der Sprache im Unterricht zukommt. Hierbei wird zwischen Funktionen der Sprache und ihren Rollen unterschieden sowie auf die Vorgaben der nationalen Bildungsstandards eingegangen. Die Wissensvermittlung im Fachunterricht ist einerseits bedingt durch die Fachsprache, die mit erfolgreichem Fachlernen verbunden ist und gleichzeitig die zu lernenden Fachinhalte prägt. Andererseits wird die Sprache im Unterricht auch durch die Alltagssprache der Schülerinnen und Schüler beeinflusst und bestimmt. Der zweite Abschnitt dieses Kapitels widmet sich daher den Sprachformen des Unterrichts und geht näher auf die unterschiedlichen, den Unterricht bestimmenden Formen ein. Abschließend wird ein Modell zur konzeptionellen Beschreibung der Unterrichtssprache und ihren beiden zentralen Sprachformen vorgestellt.

3.1 Bedeutung der Sprache im (Physik-)Unterricht

Um die Bedeutung der Sprache insbesondere für den nichtsprachlichen Unterricht, wie beispielsweise den Physikunterricht zu verstehen, wird zunächst geklärt, welche

3 Sprache im Kontext Schule

Funktionen Sprache im Unterricht haben und welche Rollen sie einnehmen kann. Dabei geht es nicht um die konkrete Ausgestaltung der Sprache im Unterricht oder verschiedene Sprachformen, sondern um den Gebrauch von Sprache zur Wissensvermittlung.

Hierbei sind zwei *Funktionen* zu unterscheiden: die Kommunikative und die Kognitive (Adamzik, 2010; Sutton, 1998). In ihrer Funktion als Kommunikationsmittel stellt die Sprache eine Form der Verschlüsselung von Information durch ein System von Zeichen (Meier, 1969) dar und dient so zur Übermittlung der Information beziehungsweise dem Gedankenaustausch. Dies geschieht beispielsweise, wenn ein neuer Sachverhalt im Unterrichtsgespräch von der Lehrkraft für die Schülerinnen und Schüler beschrieben wird. Für eine erfolgreiche Kommunikation müssen Lehrkraft (Kommunikator) und Schüler*innen (Rezipient) gemeinsame Kenntnisse bezüglich des Verschlüsselungsprinzips Sprache teilen und „gleiche Schemata aktivieren“ (Sumfleth & Pitton, 1998, S. 5). In ihrer kognitiven Funktion ist die Sprache hingegen ein „Mittel“ (Adamzik, 2010) oder „Werkzeug“ (Bruner, 1974) des Denkens. Dabei geht es nicht um die Übermittlung von Information zwischen Personen, sondern um den Erkenntnisgewinn. In dieser Funktion dient die Sprache als interpretatives Werkzeug, das dem Rezipienten hilft, die wahrgenommene Information mental zu rekonstruieren und in bestehende Strukturen zu integrieren, beziehungsweise an diese anzuknüpfen (Sutton, 1998). Vor allem bei der Wissensaneignung im Unterricht sind diese beiden Funktionen eng miteinander verwoben (Meyer & Tiedemann, 2017). Die durch die Lehrkraft (schriftlich oder mündlich) präsentierte Information muss zunächst aufgenommen werden (kommunikativ), bevor sie auf Relevanz hin selektiert und anschließend anknüpfend an bereits vorhandenes Vorwissen weiterverarbeitet wird (kognitiv). Diese Denkprozesse oder auch deren Ergebnisse müssen im Schulalltag von den Schülerinnen und Schülern im Anschluss wieder kommuniziert werden. Sei es im Unterrichtsgespräch oder in Form einer verschriftlichten Übungs- oder Prüfungsaufgabe (Schroeter-Brauss, Wecker & Henrici, 2018).

Unabhängig von diesen Funktionen kann Sprache im Unterricht verschiedene *Rollen* einnehmen. Dabei gilt Sprache zunächst als das *zentrale Medium*, in dem Lehren und Lernen (nicht nur im Unterricht) stattfindet, da fachliche Inhalte stets (mündlich oder schriftlich) sprachlich vermittelt werden (Schmölzer-Eibinger, 2013; Wellington & Osborne, 2001). Unterschieden werden nach Vollmer und Thürmann (2010) das sprachliche Handeln im Unterricht und die kognitiv-sprachlichen Aktivitäten. Für das sprachliche Handeln wird die Sprache vorwiegend im Sinne ihrer Kommunikationsfunktion verwendet. Hierbei steht unter anderem die Aushandlung von Lehr-Lernprozessen im Vordergrund. Von Seite der Lehrkraft werden beispielsweise

3.1 Bedeutung der Sprache im (Physik-)Unterricht

konkrete Arbeitsanweisungen, Hinweise und Korrekturen, von Seite der Schülerinnen und Schüler Äußerungen des nicht-Verstehens oder Bitten um Hilfestellung formuliert. Ebenso gehören hierzu auch die Informationsbeschaffung und -erschließung sowie die geeignete Präsentation von Arbeitsergebnissen oder Erkenntnissen nicht zuletzt auch in Prüfungen. Bei den kognitiv-sprachlichen Aktivitäten steht der Zusammenhang von Sprache und Denken im Vordergrund, wobei die Sprache wiederum eher in ihrer Funktion als Denkwerkzeug betrachtet werden muss.

Sprache ist im Unterricht allerdings nicht nur Medium, sondern auch *Lerngegenstand* (Meyer & Tiedemann, 2017; Ossner, 2008; Felder, 2006). „Almost all of what we customarily call ‚knowledge‘ is language, which means that the key to understanding a subject is to understand its language“ (Postman & Weingartner, 1971, S. 103). Dies gilt jedoch nicht nur für den Sprachunterricht, sondern insbesondere auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht, da jedes Fach seine eigene Fachsprache und eigene Kommunikationsformen besitzt (Meyer & Tiedemann, 2017; Michalak, Lemke & Goeke, 2015). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Sprachkompetenz und den fachlichen Leistungen in den Naturwissenschaften konnte auch mit den Ergebnissen der PISA-Studie 2006 gezeigt werden (OECD, 2007). Zudem sind in den Naturwissenschaften nicht nur die Leistungen, sondern auch bereits der Erwerb von Fachwissen und Fachsprache eng verzahnt (Höttecke, Ehmke, Krieger & Kulik, 2017; Busch & Ralle, 2013; Rincke, 2010). Der Aufbau eines konzeptuellen Verständnisses (Fachwissen) bedingt das entsprechende fachsprachliche Lernen, da „Bedeutungen und bedeutungstragende Symbolsysteme gemeinsam entwickelt werden müssen“ (Höttecke et al., 2017, S. 55). Die fachlichen Inhalte sind dabei mit spezifischen sprachlichen Mitteln verknüpft, ohne die sie sich nicht verbalisieren lassen. Gleichzeitig bilden Fachbegriffe ohne den zugrundeliegenden Inhalt lediglich leere Worthülsen (Busch & Ralle, 2013; Merzyn, 1998). Um es mit den Worten von Wellington und Osborne (2001, S. 5) auszudrücken: „Learning science is, in many ways, like learning a new language.“ Damit die Schülerinnen und Schüler die Fachsprache angemessen erlernen und anwenden können, muss auch der naturwissenschaftliche Unterricht Raum für den Lerngegenstand Sprache bieten.

Aufgrund ihrer Rolle als Medium ist die Sprache im Unterricht für eine gelingende Kommunikation verantwortlich. Somit stellt die Sprache gleichzeitig eine wichtige *Lernvoraussetzung* dar. Daher müssen die Schülerinnen und Schüler die von der Lehrkraft verwendete Sprache bereits soweit beherrschen, dass sie der Lehrkraft folgen und die Inhalte auch replizieren können. Für Schülerinnen und Schüler deren sprachliche Fähigkeiten nicht entsprechend ausgebildet sind, kann die Sprache dann auch ein *Lernhindernis* darstellen (Meyer & Tiedemann, 2017). Dass unzureichende

3 Sprache im Kontext Schule

Sprachkompetenzen als Ursache für Leistungsunterschiede mit verantwortlich sind, ist unter anderem aus Schulleistungsvergleichsstudien wie PISA, IGLU oder TIMMS bekannt (Gogolin & Lange, 2011). Gogolin und Duarte (2016) beschreiben, dass unterschiedliche Lebensbedingungen von Schülerinnen und Schülern dazu führen, dass sie unterschiedliche sprachliche Voraussetzungen mitbringen. Diese persönlichen Voraussetzungen wiederum können entscheidend dafür sein, ob „Kindern oder Jugendlichen Zugang zum schulisch relevanten Wissen eröffnet wird oder verschlossen bleibt“ (Gogolin & Duarte, 2016, S. 479). Solche für den schulischen Alltag unzureichende sprachliche Kompetenzen können auf einen Migrationshintergrund, oder auch auf einen niedrigen sozioökonomischen Hintergrund des Lernenden zurückzuführen sein (vgl. Feilke, 2012a; Gogolin & Lange, 2011; Grießhaber, 2010; Ramm, Walter, Heidemeier & Prenzel, 2005). Vor allem zweiteres konnte auch Eckhardt (2008) mit ihrer Interventionsstudie im Prä-Post-Test-Design zeigen. Sie verglich insgesamt N = 66 Kinder deutscher Herkunftssprache mit N = 124 Kindern nichtdeutscher Herkunftssprache aus dem Primarstufenbereich. Dabei stellte sich heraus, dass der Leistungsunterschied beider Gruppen weniger auf den Sprachhintergrund, sondern vielmehr auf den sozioökonomischen Status und die kommunikativen Praktiken in den Familien zurückzuführen ist. Für den Wissenserwerb spielt demnach die persönliche sprachliche Kompetenz der Lernenden eine erhebliche Rolle (Ahrenholz, 2010). Problematisch ist, dass „die für das Fachlernen grundlegenden sprachlichen Fähigkeiten [...] von den SchülerInnen in der Regel selbstverständlich erwartet und im Unterricht nicht eigens geschult“ (Schmölzer-Eibinger, 2013, S. 27) werden. Für den Fachunterricht bedeutet dies, dass die Schülerinnen und Schüler für den erfolgreichen fachlichen Lernprozess die entsprechende Fachsprache bereits beherrschen und verwenden können sollten, wovon jedoch nicht ausgegangen werden kann. Aufgrund polysemantischer Begriffe, die sowohl in der Alltagssprache der Schülerinnen und Schüler als auch in der physikalischen Fachsprache vorkommen, jedoch mit (teils stark) unterschiedlichen Bedeutungen, ergeben sich häufig zusätzliche sachbedingte Lernschwierigkeiten. Hierzu gehören unter anderem die Fachbegriffe *Stromstärke* und *Spannung* aus dem Bereich der Elektrizitätslehre sowie *Wärme* und *Temperatur* aus dem Bereich der Wärmelehre (vgl. Schecker, Wilhelm, Hopf & Duit, 2018). Gerade in Bezug auf dieses Problem ist es wichtig, sowohl die Vermittlung von fachlichen Inhalten und Fachsprache zu verknüpfen (Höttecke et al., 2017) als auch alltagssprachliche Bedeutungen und deren Abgrenzung zur Fachsprache zu betrachten (Merzyn, 1998). Die besondere Bedeutung von Kommunikation und Sprache im und für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist auch in den nationalen Bildungsstandards im Fach Physik zu erkennen. Hier stellt die Kommunikation einen von vier eigenstän-

digen Kompetenzbereichen dar. Zudem gilt die „Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener Kommunikation“ als „wesentlicher Bestandteil physikalischer Grundbildung“ (KMK, 2005, S. 10). Für eine erfolgreiche Kommunikation sind „eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit in der Alltags- und der Fachsprache [...] erforderlich“ (ebd.). Wichtige Ziele sind dabei unter anderem der fachgerechte Austausch und die Anwendung fachlicher Inhalte unter Berücksichtigung der Fachsprache (K1) sowie wie die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden zu können (K2) (ebd., S. 12).

3.2 Sprachformen des (Physik-)Unterrichts: zwischen Fach- und Alltagssprache

Neben der in 3.1 aufgeführten Bedeutung des Sprachgebrauchs, spielt das Thema Sprache auch aus der Perspektive unterschiedlicher Sprachformen eine Rolle für den Unterricht. Wie in den Bildungsstandards festgelegt, sollen die Schülerinnen und Schüler Alltags- und Fachsprache beherrschen und bei Beschreibungen zwischen diesen unterscheiden können (vgl. 3.1). Bei näherer Betrachtung lassen sich weitere für den naturwissenschaftlichen Unterricht relevante Sprachformen, wie die Bildungssprache sowie die Schul- bzw. Unterrichtssprache, identifizieren (Feilke, 2013; Ahrenholz, 2010)¹. Bildungssprache wie auch Alltags- und Fachsprache stellen Varietäten der deutschen Gesamtsprache dar. „Unter einer Varietät wird dabei ein sprachliches System verstanden, das einer bestimmten Einzelsprache untergeordnet und durch Zuordnung bestimmter innersprachlicher Merkmale einerseits und bestimmter außersprachlicher Merkmale andererseits gegenüber weiteren Varietäten abgegrenzt wird“ (Roelcke, 2010, S. 16). Innersprachliche Merkmale beschreiben nach Roelcke (2010) beispielsweise Lexik und Syntax, während Regionen, gesellschaftliche Gruppen oder Tätigkeitsbereiche außersprachliche Merkmale darstellen.

Da sie vor allem nach ihrem Tätigkeitsbereich (Funktion) unterschieden werden, werden Fach- und Alltagssprache nach Hoffmann (2007) den sogenannten funktionale Varietäten zugeordnet. Alltagssprache dient vorwiegend der Kommunikation im privaten Bereich (Hoffmann, 2007) und vereint die sprachlichen Ausdrucksmittel, „die zur Bewältigung alltäglicher Kommunikation notwendig sind“ (Ahrenholz, 2010,

¹Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die genannten Sprachformen, die Sprachlichkeit des Unterrichts nicht umfassend beschreiben.

3 Sprache im Kontext Schule

S. 15). Im Unterricht bildet sie die Sprachform, die eng mit der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler verbunden ist (Leisen, 1998). Für Wagenschein (1970) bildet sie insofern den Ausgangspunkt, das „Fundament“ zum Erlernen von Fachwissen und Fachsprache. Gleichzeitig sollen die Schülerinnen und Schüler dazu befähigt werden, Fachinhalte alltagssprachlich zu beschreiben. Daher steht die „[k]ommunikative Kompetenz auf der Ebene der Alltagssprache [...] dann [auch] *am Ende* des Lernprozesses“ (Muckenfuß, 2006, S. 249, Hervorh. im Original). Hauptaufgabe von Fachsprache ist die effiziente und kontextunabhängige Kommunikation im Fach (Roelcke, 2010)². Sie dient dem fachinternen Informationsaustausch, der fächerübergreifenden Wissensweitergabe und der fachexternen Kommunikation (Busch-Lauer, 2009). Im Gegensatz zur Alltagssprache kann nicht von der einen Fachsprache gesprochen werden, da jedes Fach aufgrund der unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche eine eigene Fachsprache hervorbringt. Auch wenn einzelne Fachsprachen Gemeinsamkeiten aufweisen wie beispielsweise die der naturwissenschaftlichen Fächer, stellen sie jeweils eigene Systeme dar (Roelcke, 2010; Patochka, 1999). Fachsprache kann aber nicht nur als funktionale sondern auch als soziale Varietät beschrieben werden. Neben dem bestimmenden Tätigkeitsbereich kann sie zusätzlich auch über bestimmte Personengruppen definiert werden kann. Als Beispiele hierfür beschreibt Roelcke (2010, S. 16) unter anderem die Fachsprachen der See- und Binnenschiffferei oder die technischen Fachsprachen zur Zeit der industriellen Revolution.

Auch wenn sie auf Ebene der funktionalen Varietät trennbare Sprachformen bilden, können Alltagssprache und Fachsprache nicht gänzlich voneinander getrennt werden. Dies liegt auch daran, dass beide Formen Elemente der jeweils anderen Form enthalten. So wird Fachsprache von der Alltagssprache beeinflusst und umgekehrt (Fluck, 1996). Vor allem im Schulunterricht verschwimmen dadurch die Grenzen zwischen Fach- und Alltagssprache, da die beiden Sprachformen hier ständig aufeinandertreffen. Gerade aufgrund der wechselseitigen Beeinflussung beider Sprachformen dürfen sie nicht als Gegenpole gegenübergestellt werden (Snow, 2010; Patochka, 1999). Vielmehr können sie als Pole eines Kontinuums gedacht werden, das die Sprache im Unterricht beschreibt (Rincke & Markic, 2018).

In diesem Sprachkontinuum des Unterrichts kommt der *Bildungssprache* eine Vermittlerrolle zwischen Alltagssprache und Fachsprache zu (Kniffka & Roelcke, 2016; Ortner, 2009). Zur sprachwissenschaftlichen Fundierung der Bildungssprache wird, anders als bei Fach- und Alltagssprache, der Begriff des *Registers* verwendet. Sprachre-

²Auch wenn die Verwendung des Begriffs *Fach* intuitiv klar erscheint, existiert keine allgemeingültige Definition dieses Begriffs (vgl. Patochka, 1999). In dieser Arbeit wird der Begriff *Fach* im Sinne von Schulfächern bzw. universitären Fachbereichen verwendet.

gister umfassen „– anders als der räumlich einzugrenzende „Dialekt“ – die Sprachgebrauchsformen in einem bestimmten sozial-funktionalen Kommunikationsfeld [oder Kontext], hier eben dem der Bildung und Schule“ (Feilke, 2012a, S. 6). Bildungssprache bezeichnet demnach diejenige Sprachform, die allgemein im Kontext der Bildung verwendet wird. Allgemein betrachtet ist der Begriff *Bildungssprache* in verschiedenen Disziplinen und unter verschiedenen Perspektiven zu finden. Auch im Bereich der Schul- und Unterrichtsforschung wird der Begriff nicht einheitlich verwendet (vgl. hierzu Morek & Heller, 2012). Der Begriff der Bildungssprache, wie er hier verwendet wird, geht auf die Arbeiten von Gogolin (2006) sowie Gogolin und Lange (2011) zurück. Demnach ist Bildungssprache im Kontext Schule zum einen die Sprache, in der Vermittlung und Erwerb von Wissen stattfindet. Gleichzeitig wird sie normativ auch als Sprache gesehen, deren „Beherrschung von ‚erfolgreichen Schülerinnen und Schülern‘ erwartet“ (Gogolin & Lange, 2011, S. 111) und vorausgesetzt wird (Schmölzer-Eibinger, 2013; Gogolin & Lange, 2011). In ihrer Funktion als ‚Vermittler‘ zwischen Alltags- und Fachsprache und als Medium, in dem Wissenserwerb stattfindet, sollte sie, wie Habermas (1978) formuliert, eine Sprachform darstellen, die „grundsätzlich für alle offensteht, die sich mit den Mitteln der Schulbildung ein Orientierungswissen verschaffen können“ (ebd., S. 39; zit. nach Kniffka & Roelcke, 2016, S. 43). Als problematisch erweist sich jedoch, dass die „Bildungssprache auch dann, wenn sie im Mündlichen vorkommt, an den Regeln des Schriftsprachgebrauchs orientiert ist“ (Gogolin & Lange, 2011, S. 111). Den Autorinnen zufolge kann dies vor allem für die Schülerinnen und Schüler von Nachteil sein, deren sprachliche Fähigkeiten (hier v. a. im Schriftsprachgebrauch) aufgrund ihrer sozialen Herkunft oder einer nicht-deutschen Herkunftssprache nicht den entsprechenden sprachlichen Anforderungen genügen (Gogolin & Lange, 2011).

Der Begriffe der Schul- bzw. Unterrichtssprache³ wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einerseits wird Schulsprache mit Bildungssprache gleichgesetzt (vgl. Vollmer & Thürmann, 2010), andererseits wird die Schulsprache als eigenständiges Sprachregister eben genau von dieser abgegrenzt (Feilke, 2013). Im Gegensatz zur Bildungssprache ist die Schulsprache nach Feilke (2012b) stärker auf die Schule als Institution bezogen. Bildungssprache ist zwar ebenfalls dem Bildungskontext zugeordnet, jedoch nicht institutionalisiert. Schulsprache hingegen bezeichnet „die durch Schule als Institution hervorgebrachte und veränderte und für schulische Zwecke gebrauchte Sprache“ (Feilke, 2012b, S. 151). Für die Trennung der Register Schul- und Bildungssprache spricht auch die Feststellung von Gogolin (2013, S. 40), dass schulische

³Schulsprache und Unterrichtssprache werden in der Literatur meist synonym verwendet. Im Folgenden wird in Anlehnung an Feilke (2012a) der Begriff Schulsprache verwendet.

3 Sprache im Kontext Schule

Kommunikation ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten folgt. Einerseits kommt der Schulsprache dabei ebenso wie der Bildungssprache eine Vermittlungsfunktion zwischen Alltags- und Fachsprache zu (Spanhel, 1980). Andererseits fungiert sie als „Instrument der Erziehung zur Bildungssprache“ (Feilke, 2013, S. 117).

Die Sprache des Unterrichts besteht also aus verschiedenen Sprachformen. Jede dieser Formen hat dabei aufgrund ihrer jeweiligen Funktion Bedeutung für den Unterricht, obwohl sie nicht strikt voneinander trennbar sind. Vor allem für den Begriff Fachsprache gibt es zwar verschiedene Ansätze zur Definition, eine hinreichende Bestimmung im Sinne einer Definition zur Abgrenzung ist jedoch bislang für keine der genannten Sprachformen gelungen (Tajmel, 2017; Roelcke, 2010; Fluck, 1996). Diese Arbeit fokussiert daher im Folgenden nur die Sprachformen Alltagssprache und Fachsprache als Extrempole des unterrichtlichen Sprachkontinuums. Aufgrund der fehlenden Abgrenzung schlägt Roelcke (2010, S. 17 f.) vor, charakteristische innersprachliche Merkmale zur funktionalen Unterscheidung zu bestimmen. Hierzu existieren bereits einige Ansätze, von denen zwei für diese Arbeit passend erscheinen und daher näher betrachtet werden.

Einen ersten Ansatz zur Unterscheidung liefert das ursprünglich aus dem Kontext der Zweitspracherwerbsforschung stammende Konzept der ‚basic interpersonal communicative skills‘ (BICS) und ‚cognitive/academic language proficiency‘ (CALP) von Cummins (1979). Unter BICS werden dabei die grundlegenden sprachlichen Fähigkeiten verstanden, die für die Alltagskommunikation nötig sind. Dazu gehören beispielsweise dialoghafte, umgangssprachliche und vor allem kontextgebundene Sprachkompetenzen. Diese sind prinzipiell jedem zugänglich, „regardless of IQ or academic aptitude“ (Cummins, 1979, S. 198). Im Gegensatz dazu sind CALP eher schriftsprachliche Fähigkeiten, die stark von den kognitiven und akademischen Fähigkeiten abhängen (ebd. S. 198). Sie kommen vorwiegend in dekontextualisierten Situationen des akademischen Bereichs zum Einsatz (Cummins, 1980) und können daher auch zur Beschreibung von Fachsprache herangezogen werden. Hierunter werden unter anderem Kompetenzen des unpersönlichen, distanzierten und elaborierten Sprachgebrauchs gefasst.

Ein zweiter Ansatz beschreibt Alltags- und Fachsprache über ihre jeweiligen spezifischen sprachlichen Charakteristika auf Wort-, Satz- und Textebene (Patochka, 1999; Roelcke, 2010; Rincke & Markic, 2018). Dieses Modell erscheint vor allem für das Verständnis der beiden Sprachformen und als Basis für die Vermittlung von Fach- und Alltagssprache im Unterricht geeignet und handhabbar. Daher werden die Charakteristika der drei Ebenen im Folgenden näher erläutert. Ausgangspunkt bildet jeweils eine Beschreibung der Fachsprache, von der dann die Alltagssprache abge-

grenzt wird. Die aufgeführten Merkmale beziehen sich prinzipiell auf Fachsprache im Allgemeinen, werden hier jedoch speziell für das Fach Physik aufgeführt.

Wortebene

„One of the important features of science is the richness of the words and terms it uses“ (Wellington & Osborne, 2001, S.3). Aufgrund der hohen Anzahl an Fachbegriffen ist es nicht verwunderlich, dass im allgemeinen Sprachgebrauch Fachsprache und Fachwortschatz oftmals gleichgesetzt werden. Auch wenn Fachsprache zusätzlich gleichermaßen von syntaktischen und textuellen Merkmalen geprägt ist, bildet der Fachwortschatz dennoch einen wesentlichen Bereich (Roelcke, 2010; Rincke, 2010; Rincke & Markic, 2018). Neben Wortneubildungen (freie Erfindungen, bspw. *Quarks*), Transpositionen von Eigennamen (bspw. *Boltzmann-Konstante*, *Ohmsches Gesetz*), Entlehnungen von Fremdwörtern (*Konvektion*, *ionisieren*) und Metaphorisierungen (*Totzeit*), spielt vor allem die Wortbildung eine wichtige Rolle bei der Bildung von Fachwörtern. Darunter versteht Patochka (1999, S. 15-10) die „Bildung neuer Wörter aus vorhandenem sprachlichem Material“, unter anderem durch Komposition, Derivation, Konversion und Wortabkürzungen. Bei der Komposition sind zahlreiche Varianten möglich, wie beispielsweise die Bildung mehrgliedriger Komposita (*Luftkissenschiene*, *Lochblende*) sowie von Komposita mit Buchstaben (*U-Rohr*, *x-y-Schreiber*), Zahlen (*47-Ohm-Widerstand*) oder Sonderzeichen (*α -Zerfall*). Zudem treten Patochka (1999, S. 15-10) zufolge in der Fachsprache häufig adjektivische Komposita auf, die „dazu dienen, terminologische Oppositionen auszudrücken“ (*druckempfindlich/-fest*, *energiereich/-arm*). Bei der Derivation unterscheidet Patochka (1999) zwischen Suffixierung (Ableitung mit Nachsilben) und Präfigierung (Ableitung mit Vorsilben). Besonders häufig sind beispielsweise die Suffixe *-er*, *-bar* und *-los* (*Zähler*, *brennbar*, *nahtlos*), während bei den Präfixen vor allem *nicht-* und *anti-* (nicht-leitend, antistatisch) sowie die quantifizierende Präfixe *mikro-*, *makro-*, *mega-* und *mini-* vielfach zu finden sind (Patochka, 1999; Möhn & Pelka, 1984). Als Konversion wird der Übergang von einer Wortart in eine andere beschrieben. Dies geschieht hauptsächlich durch Substantivierungen (*das Messen*, *das Wiegen*, *das Aufbauen*) (Patochka, 1999; Rincke, 2010). Zudem können Fachbegriffe auch durch fachspezifische Wortkürzung entstehen (*DGL*, *CNO-Zyklus*⁴) (Patochka, 1999; Rincke, 2010).

All diese Wortbildungen sind auch in der Alltagssprache möglich, spielen dort jedoch nur eine untergeordnete Rolle. In der Fachsprache hingegen dienen sie vor allem zur Präzision in der Kommunikation (Roelcke, 2010; Patochka, 1999).

⁴DGL: Differenzialgleichung; CNO-Zyklus: Bethe-Weizsäcker-Zyklus – Fusionsreaktion, durch welche in Sternen Wasserstoff in Helium umgewandelt wird (Scholz, 2018)

Satzebene

Auf Satzebene treten in der Fachsprache verstärkt syntaktische und stilistische Merkmale auf, die in der Alltagssprache eher selten zu finden sind (Rincke, 2010). Hierzu gehören Passiv- (die Stromstärke *wird gemessen*) und Passiversatzkonstruktionen (mit *man/es*), Funktionsverbgefüge (*Arbeit verrichten, zur Anwendung kommen*) und Nominalisierungsgruppen (*die Ermittlung von Wertepaaren*, vgl. Tajmel, 2017, S. 226; Rincke, 2010, S. 238). Auch die Anzahl an Relativsätzen und Attributreihungen (*die reibungsfrei drehbar gelagerte Schiene*) ist in der Fachsprache deutlich größer als in der Alltagssprache (Roelcke, 2010). Ebenso findet man häufig Satzglieder anstelle von Gliedersätzen (*Beim Erwärmen des Drahtes ...*), eine verstärkte Nutzung des Präsens und hypotaktische Satzstrukturen.

Im Gegensatz zur Fachsprache überwiegen in der Alltagssprache parataktische Satzstrukturen, die einen persönlichen Stil aufweisen (Tajmel, 2017; Rincke, 2010). Wie auch auf Ebene des Wortschatzes, können die genannten Merkmale alle auch in der Alltagssprache auftreten. Während die Fachsprache jedoch auf Satzebene durch diese Merkmale charakterisiert wird, sind sie in der Alltagssprache eher selten zu finden.

Textebene

Im Vergleich zu narrativen Texten ist eine Besonderheit naturwissenschaftlicher Sachtexte, dass diese neben kontinuierlichen auch diskontinuierliche Textabschnitte enthalten, wie beispielsweise Skizzen, Abbildungen und Formeln, Tabellen und Diagramme (Tajmel, 2017; Fluck, 2010). Diese dienen sowohl der Konkretheit als auch der Anschaulichkeit der Texte (Hoffmann, 2007). Zudem ergeben sich je nach Fachrichtung unterschiedliche Textformen und -elemente, die dementsprechend charakteristisch für bestimmte Fächer oder Fachgruppen sein können. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht wären hier unter anderem Versuchsprotokolle und Experimentieranleitungen zu nennen. Diese weisen oft typische Muster im Aufbau auf, welche die Abfolge einzelner Textelemente bestimmen, wie zum Beispiel Frage-Antwort-Konstruktionen, logische Schlüsse oder Abfolgen von Aufbau, Durchführung und Interpretation (Härtig, Bernholt, Prechtel & Retelsdorf, 2015; Hoffmann, 2007).

Im Vergleich zu alltagssprachlichen Texten weisen Fachtexte zudem einen größeren Grad an Gliederungspunkten (Auflistungen, Einrückungen, Spiegelstriche) auf (Möhn & Pelka, 1984), durch die auch die strengere Systematik der fachwissenschaftlichen Texte hervorgehoben wird (Rincke & Markic, 2018). Hoffmann (2007, S. 24 ff.) beschreibt das sprachliche Erscheinungsbild zudem mit Hilfe der theoretischen Abstraktheit. Diese ergibt sich durch die Bildung terminologischer Wortfamilien und hierarchischer Begriffsstrukturen sowie durch die Verwendung von verallgemeinern-

3.3 Unterrichtssprache zwischen Nähe und Distanz

den Ausdrücken und Deagentivierung (unpersönliche Ausdrucksweise). Als weitere Merkmale nennt er die Vernetzung der Gedanken durch Vor- und Rückverweise (im Folgenden, Letzteres), das Streben nach Präzision durch Zitation und die Vermeidung von Ausdrucksvariation.

Alltagssprachliche Texte sind hingegen geprägt durch einen persönlichen Stil und eine starke Variation der Ausdrücke allgemein. Im Gegensatz zur Fachsprache ist hier keine strenge Systematik hinsichtlich des Textaufbaus zu finden. Auch Formeln, Tabellen und Diagramme werden in alltagssprachlichen Texten eher selten verwendet, wobei die Inhalte dafür ausführlich sprachlich beschrieben werden (Hoffmann, 2007).

Auch wenn eine exakte Definition von Fachsprache vor allem in Abgrenzung zur Alltagssprache fehlt, kann festgehalten werden, dass Fachsprache doch „mehr als die Summe aller Fachwörter eines Faches“ ist (Tajmel, 2017, S. 225).

3.3 Unterrichtssprache zwischen Nähe und Distanz

Für die Auseinandersetzung mit dem Thema Sprache wird häufig zwischen *gesprochen* und *geschrieben* unterschieden. Wie Rincke und Markic (2018) in ihrer Veröffentlichung anmerken, ist diese Unterscheidung jedoch für viele Analysen unzureichend, da sich die gesprochene Sprache durchaus auch Elementen der geschriebenen Sprache bedienen kann. Dies sei beispielsweise der Fall, „wenn etwa ein Gesetzestext verlesen wird“ (ebd., S. 32). Ebenso kann auch die geschriebene Sprache Merkmale der Mündlichkeit enthalten, wie es beispielsweise in niedergeschriebenen Interviews der Fall ist (ebd.). Bei genauerer Betrachtung ist demnach für die Beschreibung der Sprache eine Trennung in zwei unabhängige Dimensionen erforderlich. Neben dem *Medium*, mit der strikt dichotomen Unterscheidung zwischen graphischer (medial schriftlicher) und phonischer (medial mündlicher) Umsetzung wird die *Konzeption* sprachlicher Äußerungen als zweite, unabhängige Dimension verstanden (vgl. Söll, 1985; Koch & Oesterreicher, 1985).

Die Dimension der Sprachkonzeption wird von Koch und Oesterreicher (1985) als Kontinuum gedacht, das zwischen den beiden Extrempolen »gesprochen« und »geschrieben« aufgespannt wird. Die Einordnung sprachlicher Äußerungen ist dabei in einer Vielzahl von Abstufungen möglich, je nachdem ob eine Äußerung als eher ‚sprechbezogen‘ oder eher ‚schreibbezogen‘ beschrieben werden kann. Dieses Kontinuum der sprachlichen Konzeption ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Zusätzlich wird in der Abbildung die davon unabhängige dichotome Dimension der sprachlichen

3 Sprache im Kontext Schule

Realisationsform (Medium) durch den Raum oberhalb (medial schriftlich – graphisch) und unterhalb (medial mündlich – phonisch) des Kontinuums veranschaulicht.

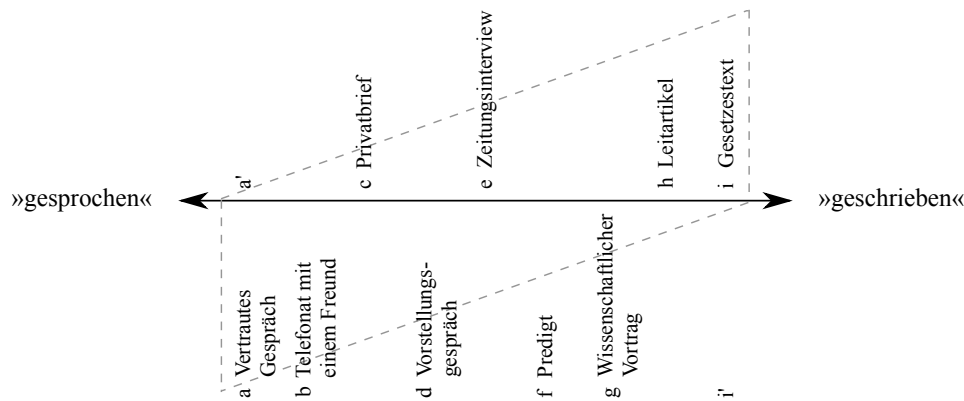


Abbildung 3.1: Kontinuum der Sprachkonzeption mit zahlreichen Abstufungen zwischen den Polaritäten »gesprochen« und »geschrieben« und dichotomer Trennung der Realisationsformen phonisch/medial mündlich (unterhalb) und graphisch/medial schriftlich (oberhalb des Kontinuums). (Nach Koch & Oesterreicher, 1985, S. 18 und 1994, S. 588)

Ungeachtet der Tatsache, dass „zwischen der Konzeption ‚gesprochen‘ und der Realisierung im phonischen Code einerseits und der Konzeption ‚geschrieben‘ und der Realisierung im graphischen Code andererseits besondere Affinitäten bestehen“ (Koch & Oesterreicher, 1985, S. 17; in Abb. 3.1 durch die Dreiecke symbolisiert), sind Änderungen der Realisationsform für jede konzeptionelle Ausprägung möglich. So kann beispielsweise ein vertrautes mündliches Gespräch (a) verschriftlicht (a'), oder ein schriftlich verfasster Gesetzestext (i) vorgelesen und somit versprachlicht (i') werden.

Diese ursprünglich von Söll (1985) vorgenommene Differenzierung der Sprachlichkeit zwischen Konzeption und Medium wurde von Koch und Oesterreicher in ihrem 1985 erstmals beschriebenen Konzept *Sprache der Nähe – Sprache der Distanz* (vgl. Abb. 3.2) vereint. In diesem Modell wird das konzeptuelle Kontinuum anhand der Kommunikationsformen der Extrempole (extreme Mündlichkeit/Schriftlichkeit) definiert und beschrieben. Abbildung 3.2 zeigt, in Anlehnung an den Entwurf der Ursprungsveröffentlichung von 1985 und der Weiterentwicklung durch die Autoren selbst von 1994, die verschiedenen Parameter, welche die Kommunikationsformen der Extrempole charakterisieren. Die verschiedenen Parameter wurden dabei von Koch und Oesterreicher unter den beiden Aspekten Kommunikationsbedingungen und Versprachlichungsstrategien zusammengefasst. Eine Besonderheit des Modells ist, dass die einzelnen Parameter von den Autoren nicht direkt benannt wurden,

3.3 Unterrichtssprache zwischen Nähe und Distanz

sondern lediglich durch ihre Ausprägung an den Extrempolen gekennzeichnet und beschrieben sind. Aufgrund der jeweiligen Ausprägung der einzelnen Parameter beschreiben die Autoren die Kommunikationsform am Pol »gesprochen« als *Sprache der Nähe* und die am Pol »geschrieben« als *Sprache der Distanz*.

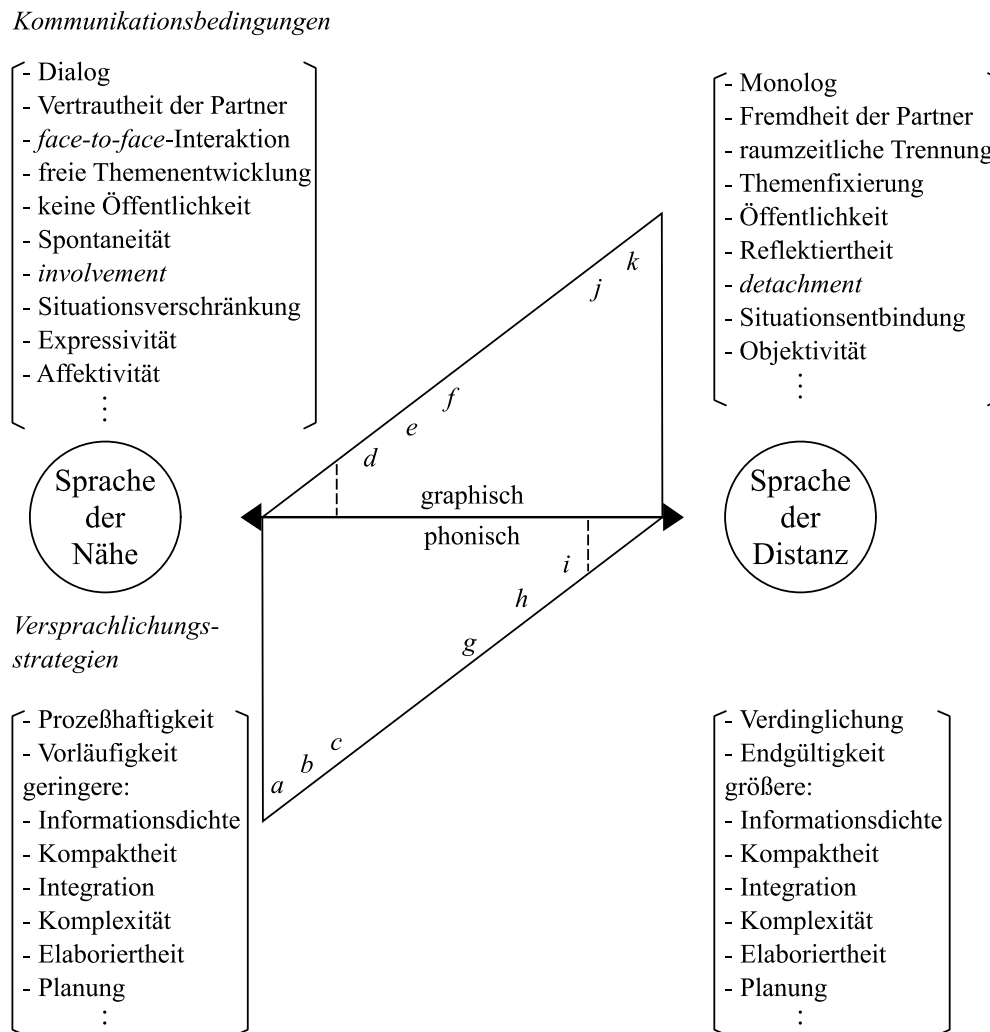


Abbildung 3.2: Sprache der Nähe – Sprache der Distanz. Ein Modell zur Beschreibung der medialen und konzeptionellen Dimension von Sprache (Koch & Oesterreicher, 1985, S. 23).

Die Einordnung von Äußerungsformen entlang des Kontinuums erfolgt über die unterschiedliche Kombination der Parameter bzw. über deren Ausprägungsgrad (vgl. hierzu u. a. Koch & Oesterreicher, 2011). An dieser Stelle betonen die Autoren, dass das Kontinuum nicht rein linear gedacht werden dürfe, sondern einen mehrdimensionalen Raum zwischen den Extrempolen darstelle (Koch & Oesterreicher, 1985, S. 21). Die in dem Modell als *Kommunikationsbedingungen* zusammengefassten Parameter (vgl. Abb. 3.2) beschreiben die jeweilige Gesprächskonstellation zwischen den Kom-

3 Sprache im Kontext Schule

munikationspartnern. Im Gegensatz zur distanzsprachlichen Kommunikationsform, bei der die Rollenverteilung im Gespräch festgelegt ist und im Extremfall totale Monologizität herrscht, ist bei der nähesprachlichen Kommunikationsform die Rollenverteilung offen und kann auch ad hoc wechseln (Dialog). Zudem sind Nähe- und Distanzsprache durch kommunikative Nähe bzw. Distanz gekennzeichnet. Hierbei spielen drei Faktoren eine Rolle: referentielle, raumzeitliche und soziale Nähe/Distanz (Koch, 1986; Koch & Oesterreicher, 1994). Soziale Nähe/Distanz beschreibt die Beziehung zwischen den Gesprächspartnern. Soziale Nähe bedeutet dabei eine Vertrautheit zwischen den Partnern, die zu starker emotionaler Beteiligung führt und der Kommunikation gleichzeitig einen privaten, nicht-öffentlichen Charakter verleiht. Soziale Distanz besteht hingegen zwischen sich (eher) fremden Personen. Hierdurch werden die geringe emotionale Beteiligung der Gesprächspartner an der Kommunikation und der eher öffentliche Charakter der Situation erklärt. Der Grad der Vertrautheit zwischen den Beteiligten bedingt zudem die Ausprägung gemeinsamen (Vor-)Wissens (Koch, 1986), wodurch wiederum die Anknüpfung an beiderseits bestehendes Wissen und das Eingehen auf die Bedürfnisse des Gegenübers beeinflusst sind. Unter referentieller Nähe/Distanz verstehen Koch und Oesterreicher (1985) das Vorhandensein bzw. Fehlen eines situativen Kontextes. Hierdurch ergibt sich für die Nähesprache eine Situationsverschränkung, da für alle Beteiligten der situative Kontext des Gesprächs bekannt ist. In der Distanzsprache hingegen entsteht eine Situationsentbindung, weshalb der Kommunikationskontext versprachlicht werden muss, um dem Adressaten die nötigen Anknüpfungspunkte für das Verständnis zu bieten. Zusätzlich sind aufgrund der raumzeitlichen (physischen) Nähe/Distanz Textproduktion und -rezeption direkt miteinander verbunden (Nähe) bzw. räumlich und/oder zeitlich voneinander getrennt (Distanz). Nähesprachlich bedeutet dies, dass unmittelbare Reaktionen des Produzenten auf (verbale und nonverbale) Rückmeldungen des Rezipienten möglich sind. Hierdurch ist eine gewisse Spontaneität in der Gestaltung und eine freie Themenentwicklung im Verlauf erlaubt. Respektive ist distanzsprachliche Kommunikation mit raumzeitlicher Distanz durch eine gewisse Reflektiertheit und Themenfixierung charakterisiert.

Neben den beschriebenen Kommunikationsbedingungen umfasst das Modell auch die sogenannten *Versprachlichungsstrategien*. Die hierunter zusammengefassten Parameter ergeben sich nach Koch und Oesterreicher (1985) aus den kommunikativen Bedingungen. Die Dialogizität gepaart mit einer geringen Planung führt zu einer gewissen Vorläufigkeit und Prozesshaftigkeit im Nähesprachlichen. Im Gegensatz dazu ist die distanzsprachliche Kommunikation von einer Tendenz zur Endgültigkeit und ‚Verdinglichung‘ geprägt. Dieser Parameter wird von Koch und Oesterreicher in ihrem

3.3 Unterrichtssprache zwischen Nähe und Distanz

Aufsatz von 1985 nicht näher erläutert und in einer späteren Publikation (2011) von den Autoren selbst auf das Gegensatzpaar *Vorläufig* - *Endgültig* eingeschränkt (Koch & Oesterreicher, 2011, S. 13). Des Weiteren hat der Kontext der Kommunikation direkten Einfluss auf den Planungsaufwand. Durch die Situationsentbindung in der Distanzsprache ergibt sich ein größerer Planungsaufwand, da „dieser ‚Kontextmangel‘ nur durch verstärkten Einsatz des *sprachlichen* Kontextes [...] kompensiert werden kann“ (Koch & Oesterreicher, 2011, S. 11). Der erhöhte Planungsaufwand führt weiterhin zu einer größeren Kompaktheit und Komplexität des Distanztextes⁵, wodurch eine höhere Informationsdichte in der Distanzsprache entsteht. Zusätzlich beeinflussen die Kompaktheit und Komplexität eines Textes auch die Elaboriertheit und den Grad der Integration. Auch an dieser Stelle fehlt im Originaltext von 1985 eine genaue Definition dessen, was die Autoren unter Kompaktheit und Komplexität, Elaboriertheit und Integration eines Textes in diesem Zusammenhang verstehen. In Anlehnung an Raible (1992) kann *Integration* bzw. *Grad der Integration* als Junktionsdimension eines Textes, das heißt die Verknüpfung zwischen (Satz-)Einheiten, beschrieben werden. Dieser Parameter ist dabei gekennzeichnet durch seine Extrempole *Aggregation* („geringere Integration“ bei Koch & Oesterreicher, 1985) und *Integration* („größere Integration“, ebd.). Am Pol der Aggregation „stehen zwei Sätze unverbunden nebeneinander“, während am Pol der Integration „ein einziger, völlig integrierter Satz übrig“ bleibt (Raible, 1992, S. 27). Ein Hinweis dafür, dass Koch und Oesterreicher dies in ähnlicher Weise verstehen, findet sich in ihrem Aufsatz von 1985. Hier beschreiben sie, dass hohe Komplexität und Integration der Distanzsprache in „syntaktischer Hinsicht eine aufwendigere ‚reichere‘ Verbalisierung (Hypotaxe u. ä.)“ erfordere. Nahesprache bediene sich hingegen unter anderem eher der Parataxe und der Verwendung von Holophrasen (Einwortäußerungen) (Koch & Oesterreicher, 1985, S. 22).⁶ Dies und die gegenseitige Bedingtheit der einzelnen Parameter lässt darauf schließen, dass es sich bei den *Versprachlichungsstrategien* um lexikalisch-semantische Aspekte handeln könnte. Dafür sprechen auch die von Koch und Oesterreicher (1985, S. 27) aus den Kommunikationsbedingungen und Versprachlichungsstrategien abgeleiteten universalen Merkmale zur Beschreibung gesprochener und geschriebener Sprache. Die im Aufsatz von 1985 zunächst nur zusammenfassend dargestellten, in ihrer Arbeit von 1994 ausführlicher beschriebenen Merkmale werden demnach in drei Bereiche unterteilt. Im Gegensatz zur Distanzsprache zeichnet sich die Nahespra-

⁵Unter dem Begriff *Text* wird an dieser Stelle jede sprachliche Äußerung verstanden, unabhängig von ihrer medialen Ausprägung (mündlich/schriftlich).

⁶In der Beschreibung ihres Modells von 2011 wird die Beschreibung des Parameters *geringere/größere Integration* von Koch und Oesterreicher ebenfalls durch die Antonyme *Aggregation - Integration* ersetzt.

3 Sprache im Kontext Schule

che auf textuell-pragmatischer Ebene (Ebene des Kontextes/Inhalts) beispielsweise durch das Auftreten von Sprecher- und Hörer-Signalen, Überbrückungsphänomenen, Korrektur- und Gliederungssignalen und die Verwendung des Präsens als Erzähltempus aus. Auf lexikalischer Ebene (Ebene des Wortschatzes) bezeichnen *Passepartout*-Wörter (Platzhalter wie *Dings*) sowie lexikalische Armut gepaart mit einer niedrigen type-token-Relation (Grad der Wortschatzkomplexität) die Nähesprache. Die morphosyntaktische Ebene der Nähesprache ist dabei geprägt von beispielsweise Anakoluthen (Satzbrüchen/ -abbrüchen), Nachträgen oder Ergänzungen sowie Holo-phrasen (Einwortsätze).

Neben den angesprochenen definitiven Kritikpunkten ergaben sich in den letzten Jahrzehnten weitere Einwände wie beispielsweise Unvollständigkeit und fehlende Operationalisierung der Parameter. Ebenso wurde kritisiert, dass das Modell „wichtige Aspekte der Nähe-Distanz-Kommunikation oder auch des Zusammenhangs von Sprache und Medialität nicht fassen könne“ (Hennig, 2010, S. 2). Zudem bemängeln Ágel und Hennig (2006b, 2006a), dass eine spezifische Verortung von Texten auf dem konzeptionellen Kontinuum nicht möglich sei. Dürscheid (2003) und Thaler (2007) kritisieren dagegen das Fehlen des Kommunikationsmediums im Nähe-Distanz-Modell, da ihrer Meinung nach „auch das Kommunikationsmedium einen Einfluss auf die Wahl der sprachlichen Ausdrucksmittel hat“ (Dürscheid, 2003, S. 2). Gleichzeitig hat das Modell auch über die Fachgrenzen der romanistischen Linguistik, aus der das Modell ursprünglich stammt, hinaus viel Zustimmung erfahren. Häufiger Ausgangspunkt für Kritik ist die Allgemeinheit der Beschreibung der Nähe-Distanz-Kommunikation in dem Modell von Koch und Oesterreicher (1985). Gerade diese Allgemeinheit bildet jedoch einen Anknüpfungspunkt für viele linguistische Disziplinen, vor allem in den Bereichen (Schrift-)Spracherwerb und Sprachdidaktik (vgl. Diskussion bezüglich der Zustimmungs- und Kritikpunkte u. a. in Selig, 2017, Feilke & Hennig, 2016 und Hunnius, 2012).

Für den Unterricht sind konzeptionelle Nähe- und Distanzsprache nach dem Modell von Koch und Oesterreicher (1985) insofern von Bedeutung, da sich hierdurch der Unterschied zwischen Alltags- und Fachsprache auf einer weiteren Ebene spezifizieren lässt. Ungeachtet der Realisationsform (Umsetzung in Sprache oder Schrift) unterscheiden sich die beiden Sprachformen ihrer konzeptionellen Ausgestaltung. Die Alltagssprache wirkt in ihrem Modus *wie gesprochen* und wird daher der konzeptionellen Mündlichkeit zugeordnet. Biber (1995) zufolge ist die Alltagssprache eine spontan produzierte Form der Kommunikation (Spontaneität), bei der die Interaktion mit dem Gesprächspartner im Vordergrund steht (Dialogizität). Dies wirkt sich auch in einer

3.3 Unterrichtssprache zwischen Nähe und Distanz

gemeinsamen Entwicklung des Gesprächsdiskurses (freie Themenentwicklung, raumzeitliche Nähe) und einer direkten Ansprache (face-to-face) sowie dem vertrauten Miteinander der Gesprächspartner aus (Vertrautheit der Partner). Die Wirkung der Fachsprache hingegen ist *wie geschrieben*, weshalb sie der konzeptionellen Schriftlichkeit zugeordnet wird. Fachsprachliche Texte weisen einen höheren Planungs- und Vorbereitungsgrad auf und sind daher auch nicht interaktiv gestaltet (Reflektiertheit, raumzeitliche Trennung, Themenfixierung, Monologizität). Sie sind meist auch nicht an einen spezifischen Adressaten sondern an ein breites Fachpublikum gerichtet (Fremdheit der Partner, referentielle Distanz; vgl. Biber, 1995). Gleichzeitig ist die Fachsprache geprägt durch lange, grammatikalisch komplexe Satzstrukturen mit komplexen Nominalphrasen und Passivkonstruktionen. Die Alltagssprache zeichnet sich hingegen durch die Verwendung kurzer, teils grammatikalisch unvollständiger Sätze aus, die einen geringen Formalisierungsgrad aufweisen (Biber, 1995). Dies spiegelt sich in den *Versprachlichungsstrategien* (geringere/größere Komplexität, Elaboriertheit, etc.) des Nähe-Distanz-Modells wieder.

Mit Hilfe des Nähe-Distanz-Modells von Koch und Oesterreicher (1985) kann den Schülerinnen und Schülern die Unterschiedlichkeit der Sprachformen Alltagssprache und Fachsprache neben der Unterscheidung auf Wort-, Satz- und Textebene auf einer zusätzlichen Ebene verdeutlicht werden. Da es sich bei der Unterscheidung von Fach- und Alltagssprache um ein sehr komplexes und abstraktes Thema handelt, dient das Nähe-Distanz-Modell auch zur Veranschaulichung. Dadurch kann es eine Möglichkeit darstellen, den Schülerinnen und Schülern den Zugang zu dieser Thematik zu erleichtern.

4 Ziele und Forschungsfragen

Wie in Kapitel 2 beschrieben, stellt das unterrichtliche Erklären im Sinne der Wissensvermittlung eine „prototypische Handlung der unterrichtlichen Interaktion“ dar (Neumeister, 2011, S. 67). Das Lernen wird dabei als individueller Konstruktionsprozess der Schülerinnen und Schüler verstanden, welcher jedoch nur dann gelingen kann, „wenn eine ausreichende Wissensbasis zur Verfügung steht. Zum Erwerb dieser Wissensbasis kann auf instruktionale Anleitung und Unterstützung nicht verzichtet werden“ (Reinmann & Mandl, 2006, S. 638). Als Instruktion findet die Erklärhandlung im Unterricht vorwiegend durch die Lehrkraft statt. Basierend auf den theoretischen Überlegungen und Erkenntnissen bisheriger Forschung (vgl. Abschnitt 2.2) werden daher im Gesamtprojekt FALKE und somit auch in dieser Arbeit instruktionale Lehrererklärungen fokussiert und fachübergreifend mit folgender Arbeitsdefinition verwendet (nach Prediger & Erath, 2014; Kulgemeyer & Schecker, 2013; Kiel, 1999; Leinhardt, 1987):

Unterrichtliches Erklären einer Lehrkraft ist ein komplexer, vorbereiteter oder sich situativ ergebender sowie interaktiver Kommunikationsprozess, der auf eine Fähigkeit bzw. Fertigkeitsvermittlung sowie die Initiierung eines Verstehensprozesses beim Adressaten abzielt.

Als instruktionale Handlung zur Wissensvermittlung hat das Erklären im Unterricht aus Sicht der Lehr-Lern-Forschung auch Einfluss auf die Unterrichtsqualität (vgl. Kapitel 1 – Einleitung). Für einen qualitätvollen Unterricht spielt demnach auch die Qualität der Lehrererklärungen eine wichtige Rolle. An dieser Stelle stellt sich jedoch die Frage, wer entsprechende Qualitätsmerkmale festlegt. Im Bereich der Unterrichtsforschung werden zur Erhebung solcher Merkmale meist Schüler*innen oder Lehrkräfte befragt (Kunter & Baumert, 2006). Wie Kunter und Baumert (2006) sowohl im theoretischen Vergleich verschiedener Studien als auch im Rahmen ihrer eigenen Arbeit feststellen konnten, ist die Übereinstimmung beider Perspektiven sehr gering. Beide Gruppen können jedoch aufgrund ihrer unterschiedlichen Sichtweisen auf den Unterricht zur Erfassung von Qualitätsmerkmalen beitragen (Kunter & Baumert, 2006). Im Rahmen des FALKE-Projekts soll ein umfassenderes, mehrperspektivisches

4 Ziele und Forschungsfragen

Bild des unterrichtlichen Erklärens gezeichnet werden. Daher werden im Sinne einer Perspektiventriangulation (Gautschi, 2009) die Einschätzungen unterschiedlicher, am Bildungsprozess beteiligter Akteure betrachtet. Hierzu gehören neben den Schüler*innen und Lehrkräften auch die Fachdidaktiker*innen und Lehramtsstudierenden. Die Perspektive der Schüler*innen wird Bezug nehmend auf das Angebots-Nutzungs-Modell von Helmke (2003) erfasst. Die Wirksamkeit von Unterricht und folglich auch von unterrichtlichen Erklärungen hängt dem Modell zufolge nicht allein vom *Angebot* (hier die Erklärung) ab. Erheblichen Einfluss darauf hat auch „(1) [...] ob und wie Erwartungen der Lehrkraft und unterrichtliche Maßnahmen von den Schülerinnen und Schülern überhaupt wahrgenommen und wie sie interpretiert werden und (2) ob und zu welchen motivationalen, emotionalen und volitionalen Prozessen sie auf Schülerseite führen“ (Helmke, 2003, S. 41). Daher liefert die Sichtweise der Lernenden einen wichtigen Anhaltspunkt bei der Beschreibung der Qualität von Unterrichtserklärungen. Als Rezipienten von Unterricht gelten die Lernenden zudem als Experten für Adressatenorientierung (vgl. hierzu Kunter & Baumert, 2006, S. 244). Daher liefert die Sichtweise der Lernenden einen wichtigen Anhaltspunkt bei der Beschreibung der Qualität von Unterrichtserklärungen.

Demgegenüber steht die Perspektive der im Schulunterricht typischerweise Erklärenden. Auf Basis der Forschung zur professionellen Unterrichtswahrnehmung (van Es & Sherin, 2002; Seidel, Blomberg & Stürmer, 2010; für eine Übersicht s. Meschede, 2014) wird hier zwischen der Perspektive von Studierenden als Novizen sowie von Lehrkräften und Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern als Experten des Lehrberufs unterschieden. Die professionelle Wahrnehmung als wesentlicher Bestandteil der Lehrerexpertise (M. G. Sherin, 2002) setzt sich aus den beiden Komponenten *noticing* und *knowledge-based reasoning* zusammen (M. Sherin & van Es, 2009). *Noticing* bezeichnet dabei die „wissensgesteuerte Identifikation von Situationen und Ereignissen, die aus einer professionellen Sicht entscheidend für den Erfolg von Unterrichtshandlungen sind“ (Seidel et al., 2010, S. 297). *Knowledge-based reasoning* beschreibt hingegen die Fähigkeit der Lehrperson, mit Hilfe ihres professionellen Wissens erkannte Ereignisse zu beschreiben, zu erklären oder interpretieren und darauf aufbauend Vorhersagen treffen (M. G. Sherin, 2002; Seidel et al., 2010). Zudem umfasst sie die Kompetenz, komplexe Situationen angemessen beurteilen zu können (Seidel & Thiel, 2017).

Für die Beurteilung der Erklärqualität können sowohl Experten als auch Novizen auf ihr jeweiliges professionelles Wissen (v. a. fachdidaktisches und pädagogisches Wissen) zurückgreifen. Dieses wiederum beeinflusst zudem die Identifikation bzw. Wahrnehmung spezifischer Aspekte innerhalb der Erklärung sowie die anschließende Analyse und Bewertung der Gesamterklärung. Im Bereich der Forschung zu

professioneller Wahrnehmung in den Naturwissenschaften existieren dabei bereits zahlreiche Studien zu den Unterschieden zwischen Experten und Novizen (für eine ausführliche Übersicht hierzu vgl. Meschede, 2014, S. 28–43). Wie unter anderem Seidel und Prenzel (2007) mit ihrer Studie im Rahmen des Projekts LUV (Lernen aus Unterrichtsvideos) zeigen konnten, unterscheiden sie sich auch hinsichtlich ihrer Analysekompetenz. Dabei schneiden die Experten vor allem in den Bereichen Bewerten und Erklären besser ab als die Novizen. Daher wird angenommen, dass sich auch bei der Beurteilung von Erklärqualität Unterschiede zwischen Lehramtsstudierenden als angehende Lehrkräfte und berufserfahrenen Lehrkräften sowie Didaktikerinnen und Didaktikern ergeben könnten.

Bei den Experten werden in dieser Studie zusätzlich Lehrkräfte von Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern unterschieden. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich in ihrem beruflichen Anforderungsprofil. Daher wird von der Möglichkeit ausgegangen, dass auch hier Unterschiede in der Bewertung existieren können. Im Rahmen der Mehrperspektivität erscheint der Einbezug beider Gruppen in die Analyse sinnvoll.

In Abschnitt 2.3 (S. 25 ff.) wurden theoriebasiert mögliche Qualitätskriterien für Unterrichtserklärungen erörtert. Vier der beschriebenen Qualitätskriterien erwiesen sich im fächerübergreifenden Vergleich von FALKE als disziplinunabhängig. Als allgemeingültige Faktoren guten Unterrichts gehören hierzu die Kriterien Adressatenorientierung und Strukturiertheit (Kulgemeyer, 2019; Wittwer & Renkl, 2008). Neben diesen beiden Kriterien tragen auch die sprachliche Verständlichkeit (Hargie, 2011; Ehlich, 2009a) sowie der Sprech- und Körperausdruck (Schopf & Zwischenbrugger, 2015a) disziplinunabhängig zur Unterstützung des Wissensaufbaus bei. Diese vier Kriterien werden daher im FALKE-Projekt fächerübergreifend identisch operationalisiert, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den beteiligten Fächern aufdecken zu können.

Die Bedeutung der Sprache für den Physikunterricht, wurde bereits in Kapitel 3 dargestellt. Maßgeblich beeinflusst wird die Sprache im Physikunterricht demnach von den Sprachformen Fach- und Alltagssprache. Für die Beschreibung und Differenzierung beider Formen zeigt sich das Nähe-Distanz-Modell von Koch und Oesterreicher (1985) als vielversprechender Ansatz (vgl. Abschnitt 3.3, S. 43 ff.). Eine konkrete Operationalisierung des Modells fehlt jedoch bislang. Ein Ziel dieser Studie ist zunächst, eine entsprechende Operationalisierung des Modells für den Physikunterricht zu erstellen.

Wie in den Abschnitten 2.2 und 2.3 beschrieben, spielt die Sprache zudem eine wesentliche Rolle beim unterrichtlichen Erklären. Durch sie wird in den Erklärungen Wissen vom Erklärenden an die Adressaten vermittelt (Sprache als Medium) und gleichzeitig

4 Ziele und Forschungsfragen

kann sie auch selbst den Lerngegenstand darstellen (Höttecke et al., 2017; Kulgemeyer & Schecker, 2013). Einige sprachliche Merkmale wie Präzision und Einfachheit wurden bereits in Bezug auf das Erklären untersucht (vgl. Abschnitt 2.3). Unklar ist bislang jedoch, inwiefern sich eine Differenzierung auf sprachkonzeptioneller Ebene auf die Wahrnehmung von Unterrichtserklärungen auswirkt. Ebenso ungeklärt ist in diesem Zusammenhang, ob Schülerinnen und Schüler diese Unterschiede überhaupt wahrnehmen können und inwiefern eine solche Wahrnehmung gegebenenfalls das Bewusstsein der Lernenden erreicht.

Vor diesem Hintergrund stehen folgende Forschungsfragen im Zentrum der Studie von FALKE-Physik:

- FF1** Welchen Einfluss hat die sprachliche Konzeption auf die Lernwirksamkeit einer Erklärung?
- FF2** Welche Unterschiede gibt es bei der globalen und skalengeleiteten Einschätzung der Erklärqualität innerhalb und zwischen den vier Statusgruppen insbesondere in Bezug auf Sprachkonzeption und Themenabhängigkeit?
- FF3** Welche Kriterien werden von den vier Statusgruppen jeweils zur Begründung der Qualitätseinschätzung herangezogen?
- FF4** Welchen Einfluss haben die disziplinunabhängigen Skalen Strukturiertheit und Adressatenorientierung sowie die fachbezogenen Skalen zur sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität einer Erklärung?
- FF5** Inwiefern beeinflussen die operationalisierten Aspekte der Sprachkonzeption die Wahrnehmung der Erklärung an sich und welchen Einfluss haben sie auf die Wahrnehmung anderer Qualitätsmerkmale?
- FF6** Werden sprachkonzeptionelle Unterschiede zwischen Erklärungen von Schülerinnen und Schülern wahrgenommen?
Erreicht die Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene das Bewusstsein der Schüler*innen soweit, dass diese Unterschiede konkret formulierbar werden?
- FF7** Inwiefern hängen das allgemeine Sprachniveau der Schülerinnen und Schüler und die Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene mündlicher Erklärungen zusammen?

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Kern des folgenden Kapitels bildet die Vorstellung der aus zwei Teilstudien bestehenden Gesamtstudie und ihrer Durchführung. Im Fokus stehen daher die beiden Abschnitte zur Beschreibung der Fragebogen-Hauptstudie (Abschnitt 5.3) und der ergänzenden Interviewstudie (Abschnitt 5.4). Dabei wird jeweils detailliert auf die Konzeption der Teilstudien und ihrer Einzelelemente sowie die Stichproben und die Durchführungen eingegangen. Abschließend werden die für die Auswertung benötigten statistischen Verfahren und Auswertungsmethoden erläutert. Vorbereitend wird die für die Studie vorgenommene Operationalisierung des in Abschnitt 3.3 beschriebenen Modells der Nähe- und Distanzsprache für den Physikunterricht vorgestellt (Abschnitt 5.2). Zu Beginn erfolgt eine Darstellung des Gesamtstudiendesigns mit grundsätzlichen methodischen Überlegungen bezüglich des Designs.

5.1 Gesamtstudiendesign

Für die Gesamtstudie wurde ein gemischtes Design mit einer quantitativ ausgerichteten Fragebogenstudie und einer ergänzenden qualitativen Interviewstudie gewählt. Zunächst wurde eine quantitative Fragebogenstudie konzipiert. Sie dient zur Beantwortung der Frage, wie spezifisch konstruierte Erklärungen von unterschiedlichen Adressatengruppen eingeschätzt werden und welche Kriterien eine Rolle für diese Einschätzung spielen. Der Aufbau des Fragebogens entspricht dabei den gemeinsam erarbeiteten Vorgaben des FALKE-Projekts. Für eine fächerübergreifende Vergleichbarkeit wurde ein für alle Fächer identisches Fragebogendesign konzipiert, mit dessen Hilfe neben einer holistischen Einschätzung der Erklärqualität auch eine skalengeleitete Einschätzung abgefragt wird (siehe auch Abschnitt 5.3.4).

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Insgesamt werden im Rahmen der Fragebogenstudie verschiedene, am Bildungsprozess beteiligte Gruppen befragt. Im Sinne der in Kapitel 4 vorgestellten Perspektiven-triangulation (Gautschi, 2009) werden neben den Einschätzungen der Schülerinnen und Schülern auch die von Studierenden, Lehrkräften und Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern erhoben. Hierdurch soll ein umfassenderes, mehrperspektivisches Bild des unterrichtlichen Erklärens gezeichnet werden (vgl. Kapitel 4). Daher wurde das Format eines Online-Fragebogens gewählt. Im Vergleich zu anderen Formaten wie dem Paper-Pencil-Befragungen können Online-Befragungen leichter größeren Gruppen zugänglich gemacht werden.

Da neben den Schülerinnen und Schülern auch andere Gruppen zu ihrer Einschätzung befragt werden sollten, war es nicht möglich, die zu bewertenden Erklärungen im Rahmen von realem Unterricht zu präsentieren. Sie wurden daher aufgezeichnet und in Form von Videovignetten in den Fragebogen implementiert (vgl. Abschnitt 5.3.1). Auch wenn durch den Einsatz von Videovignetten eine Analyse realer Interaktionen nicht mehr möglich ist und „Geschehnisse [lediglich] aus einer im Vorfeld [durch den Forscher] definierten Perspektive“ (Seifried & Wuttke, 2017, S. 307) abgebildet werden, überwiegen aus meiner Sicht die Vorteile von Videovignetten für diese Studie. So lassen sich beispielsweise realitätsnahe Lehr-Lern-Situationen nachstellen, die gleichzeitig gezielte Variationen zulassen. Ferner tragen die Vignetten zur Standardisierung der Erhebung bei, da allen Teilnehmenden die Betrachtung desselben Ausschnitts ermöglicht wird (Seifried & Wuttke, 2017; Seidel & Prenzel, 2007).

Ergänzend wurde eine qualitative Interviewstudie durchgeführt. Anders als in der Fragebogenstudie wurden hier nur Schülerinnen und Schüler befragt, wobei es sich aus datenschutzrechtlichen Gründen um eine andere Stichprobe handelt. Da im Gegensatz zur Fragebogenstudie in der Interviewstudie personenbezogene Daten erhoben wurden, musste die Studie zunächst vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus genehmigt werden. Mit Hilfe der Interviewstudie soll die Frage beantwortet werden, welche Kriterien die Schülerinnen und Schüler zur Einschätzung der Erklärqualität heranziehen. Zudem wird der Frage nachgegangen, welche Aspekte der sprachlich konzeptionellen Ebene der Erklärungen Schülerinnen und Schüler wahrnehmen. Ebenso soll geklärt werden, welchen Einfluss diese Aspekte auf die Bewertung der Erklärung haben und inwiefern sie zur Verständlichkeit beitragen.

Das Leitfadeninterview als qualitative Befragungsmethode wurde gewählt, da bei dieser Methode ein Zugriff auf die subjektiven Erfahrungen und Denkmuster der Befragten möglich ist (Wiedemann, 1987, S. 2). Im Gegensatz zum Fragebogen bietet sich so die Möglichkeit konkrete und vielschichtigere Begründungen unabhängig von

5.2 Operationalisierung von Nähe und Distanz im Physikunterricht

vorgefertigten Antwortmustern zu erhalten (Bortz & Döring, 2006). Dadurch können Rückschlüsse auf die von den Schülerinnen und Schülern verwendeten Qualitätskriterien gezogen werden. Ebenso ermöglicht es diese Methode „die volle Komplexität ihrer Gegenstände [zu] erfassen“ (Mayring, 2015, S. 19). Daher wird das Interview eingesetzt, um möglichst umfangreiche Informationen bezüglich der Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene in den Erklärungen zu erhalten.

Sowohl die Fragebogenstudie als auch die Interviewstudie wurden von demselben Testleiter durchgeführt. In beiden Studien beschränkte sich die Rolle des Testleiters auf die zeitliche Organisation sowie die Erklärung der Abläufe und Vorgehensweisen anhand standardisierter Texte. Auch die Fragen des Interviews waren vorformuliert und mussten lediglich entsprechend der Schülerantwort ausgewählt werden. Bei den Stichproben handelt es sich jeweils um Gelegenheitsstichproben, wobei die Datenerhebung in beiden Studien pseudonymisiert erfolgte. Die Teilnehmenden mussten lediglich einen nach einem bestimmten Schema generierten Code angeben, um die Einzelteile der Studien im Anschluss jeweils zusammenführen zu können.

5.2 Operationalisierung von Nähe und Distanz im Physikunterricht

Mit Hilfe der vorliegenden Arbeit soll geklärt werden, welchen Einfluss die sprachliche Konzeption auf die Bewertung der Erklärqualität aufweist. Das Verständnis von Alltags- und Fachsprache als Nähe- bzw. Distanzsprache (vgl. Abschnitt 3.3) prägt dabei die sprachlich konzeptionelle Gestaltung der Erklärungen. Diese Unterscheidung erfolgt in Anlehnung an das theoretisch beschriebene *Nähe-Distanz-Modell* von Koch und Oesterreicher (1985). Wie in Abschnitt 3.3 beschrieben ist ein Kritikpunkt an dem Modell, dass von den Autoren keine Operationalisierungsvorschläge gemacht werden. Im Folgenden wird daher ein Vorschlag ausgearbeitet, wie das Modell konkret für den Physikunterricht angepasst und operationalisiert werden kann. In Tabelle 5.1 sind diejenigen Parameter des Modells zusammengefasst, die für die Umsetzung im Rahmen des Physikunterrichts geeignet erscheinen.

Angelehnt an das Modell von Koch und Oesterreicher (1985) wird zur Operationalisierung der Sprachkonzeption unter anderem der Aspekt der *Kommunikationsbedingungen* genutzt. Mit Hilfe dieses Aspekts soll die Gesprächs- und Redekonstellation zwischen den Kommunikationspartnern beschrieben werden. Für die Operationalisierung kommen dabei aus dem in Abschnitt 3.3 beschriebenen Modell (siehe Abb. 3.2

5 Konzeption und Durchführung der Studie

auf S. 45) fünf Parameter mit ihren jeweils extremen Ausprägungen zum Einsatz (vgl. Tabelle 5.1). Anhand dieser Parameter, die wie bei Koch und Oesterreicher (1985) anhand ihrer gegensätzlichen Ausprägungen an den Extrempolen (Nähe-/Distanzsprache) definiert sind, wird auch in dieser Arbeit der Aspekt der *Kommunikationsbedingungen* beschrieben.

Tabelle 5.1: Parameter aus dem Modell *Sprache der Nähe – Sprache der Distanz*, die für die Operationalisierung verwendet und unter den Aspekten Kommunikationsbedingungen, Vorgehensweise und Grad der Elaboriertheit zusammengefasst wurden.

Sprache der Nähe	↔	Sprache der Distanz
<i>Kommunikationsbedingungen:</i>		
Vertrautheit der Partner		Fremdheit der Partner
Raumzeitliche Nähe		Raumzeitliche Distanz
Referentielle Nähe		Referentielle Distanz
Situationsverschränkung		Situationsentbindung
Dialogizität		Monologizität
<i>Versprachlichungsstrategien:</i>		
<i>Vorgehensweise:</i>		<i>Vorgehensweise:</i>
Prozesshaftigkeit		„Verdinglichung“
Vorläufigkeit		Endgültigkeit
<i>Grad der Elaboriertheit:</i>		<i>Grad der Elaboriertheit:</i>
geringere Informationsdichte		größere Informationsdichte
geringere Kompaktheit		größere Kompaktheit
geringere Elaboriertheit		größere Elaboriertheit

Um eine Nähesprachlichkeit herzustellen, werden die Schülerinnen und Schüler direkt und persönlich angesprochen. Durch die Verwendung von Personalpronomen in der ersten und zweiten Person (Singular und Plural) entsteht eine Dialogizität der Kommunikation, auch wenn die Sprecherrolle nicht explizit gewechselt wird. Referenzielle Nähe wird durch die Betonung eines „gemeinsamen“ Vorgehens hergestellt. Durch explizite Hinweise auf zuvor gemeinsam erarbeitete Sachverhalte (*Ich fasse nochmal zusammen, was wir uns gerade schon mal gemeinsam erarbeitet haben./ Was wir schon gesehen haben...*) werden sowohl eine raumzeitliche Nähe als auch eine Situationsverschränkung geschaffen. Diese werden verstärkt durch temporale Bezüge

5.2 Operationalisierung von Nähe und Distanz im Physikunterricht

zur Sprechsituation unter anderem durch die Verwendung von „jetzt“ (*Die Frage ist jetzt, ...*). Vor allem die direkte Ansprache sowie die Rückgriffe auf gemeinsame Erfahrungen zeigen gleichzeitig auch die soziale Nähe und somit die Vertrautheit der Gesprächspartner. Insgesamt führen die genannten Parameter zu einer direkten Kommunikation, wie sie auch in Alltagsgesprächen zu finden ist. Dabei verläuft die Kommunikation zwischen den einander bekannten Gesprächspartnern auf Augenhöhe. Demgegenüber steht eine Distanz-schaffende Kommunikation sich fremder Gesprächspartner. Die Art und Weise, wie in der distanzsprachlich konzipierten Erklärung gesprochen wird, ähnelt stilistisch eher einem wissenschaftlichen Vortrag. Die Vermeidung einer persönlichen Ansprache der Adressaten (keine Personalpronomina in erster oder zweiter Person) führt zu referenzieller Distanz. Stattdessen überwiegt ein unpersönlicher, passivischer Stil (*Es gilt ...*). Hierdurch entsteht der Eindruck eines monologischen Vortrags zur Wissensvermittlung, bei dem die sprachlichen Gegebenheiten ein Gefühl der Hierarchisierung zwischen Sprecher und Adressat(en) hervorrufen. Die Distanzsprachlichkeit ist geprägt durch allgemeine Formulierungen wie beispielsweise „*Das folgende Experiment demonstriert ...*“. Gepaart mit dem Fehlen temporaler Bezüge zur Sprechsituation werden sowohl eine Situationsentbindung als auch raumzeitliche Distanz hergestellt. Die raumzeitliche Distanz des Textes wird zudem durch die allgemeine und unpersönliche Ansprache verstärkt. So wird das Gefühl vermittelt, der Text sei vorbereitet und unabhängig von den konkreten Adressaten.

Die von Koch und Oesterreicher (1985) unter dem Aspekt *Versprachlichungsstrategien* zusammengefassten Parameter wurden für die vorliegende Studie auf die zwei Aspekte Vorgehensweise und Grad der Elaboriertheit aufgeteilt (vgl. Tabelle 5.1). Unter *Vorgehensweise* werden die Parameter mit den Ausprägungen Prozesshaftigkeit und Vorläufigkeit auf nächstsprachlicher Seite sowie Verdinglichung und Endgültigkeit auf distanzsprachlicher Seite zusammengefasst. Diese unterschiedlichen Charaktere der beiden Sprachkonzeptionen lassen sich durch den inhaltlichen Aufbau der Erklärungen erreichen. Im Physikunterricht können verschiedene Vorgehensweisen der Erkenntnisgewinnung unterschieden werden. Zwei davon eignen sich besonders, um diese Charaktere der Nähe- und Distanzsprache umzusetzen. Zum einen kann in einer Art induktivem Vorgehen ein Sachverhalt dargestellt werden, indem ein konkretes Beispiel vorgestellt und dieses anschließend zu einer abstrakteren Theorie verallgemeinert wird. Bei dieser Form des inhaltlichen Aufbaus wird die Theorie anhand der Verallgemeinerung von Beispielen für die Adressaten entwickelt. Die Vorgehensweise *Konkret – Abstrakt* weist daher einen prozesshaften, vorläufigen Charakter auf und dient zur Umsetzung der nächstsprachlichen Konzeption. Zum

5 Konzeption und Durchführung der Studie

anderen kann diese Vorgehensweise umgekehrt werden (*Abstrakt – Konkret*). In einer Art Deduktion wird hierbei zunächst die abstrakte Theorie dargestellt, welche anschließend durch konkrete Beispiele veranschaulicht wird. Die Präsentation einer allgemeingültigen Theorie zu Beginn einer Erklärung gibt dieser einen endgültigen Charakter. Daher wird diese Form des inhaltlichen Aufbaus für die distanzsprachliche Konzeption verwendet. Unter dem *Grad der Elaboriertheit* werden diejenigen sprachlichen Parameter zusammengefasst, welche die Informationsdichte, Kompaktheit, Integration und sprachliche Elaboriertheit des Textes beeinflussen. Für die distanzsprachliche Konzeption werden hierfür Merkmale der Fachsprache verwendet (vgl. Abschnitt 3.2). Substantivierungen (*die Messung der Zeit, die Änderung der Temperatur*) und Partizipialkonstruktionen (*die am Stromkreis anliegende Spannung*) führen zu einer komprimierten Satzstruktur und somit zu einer größeren Kompaktheit der Sätze. Diese ist wiederum mit einer größeren Informationsdichte verbunden. Im Bereich der Physik spielen beim Erklären von Sachverhalten Konditionalsätze eine wesentliche Rolle, da sie den Zusammenhang zwischen Bedingung und Folge ausdrücken. Durch eine Verkürzung dieser Konditionalsätze wird die Informationsdichte ebenfalls erhöht. Dies geschieht beispielsweise durch Weglassen von „wenn“ und „dann“ oder Ersetzen durch präpositionale Ausdrücke wie „bei“ oder „im Falle von“ (*Bei einem unelastischen Stoß...*). Die sprachliche Elaboriertheit eines Textes lässt sich unter anderem durch die Verwendung von Substantivierungen, Genitivattributen (*der Widerstand des Bauteils*) und Passiversatzkonstruktionen erhöhen. Zu den verwendeten Passiversatzkonstruktionen gehören beispielsweise Ausdrücke mit „sich“ (*die Stromstärke berechnet sich*) oder „etwas wird getan“ (*der Impuls wird berechnet*) sowie dem modalen Infinitiv (*zu merken ist*). Im Gegensatz dazu weist die nähersprachlich konzipierte Erklärung sowohl für die sprachliche Elaboriertheit als auch für die Informationsdichte und Kompaktheit eine geringere Ausprägung auf.

5.3 Fragebogenstudie

Im Rahmen der Fragebogenstudie werden vier unterschiedliche, am Bildungsprozess beteiligte Gruppen verglichen (im Folgenden auch als *Statusgruppen* bezeichnet, vgl. Abschnitt 4). Dabei werden Schüler*innen als typische Adressaten des Unterrichts in den Kontrast zu Studierenden, Lehrkräften und Didaktiker*innen als typischerweise Erklärende gesetzt. Unter dem Begriff *Erklärende* werden in dieser Arbeit diejenigen Gruppen zusammengefasst, die typischerweise im Rahmen eines Unterrichts etwas erklären. Sie werden aufgrund ihrer gemeinsamen Perspektive auf den Unterricht als

Erklärende bezeichnet, wobei sie in dieser Studie nicht selbst erklären. Ebenso wie die Schüler*innen als typische Adressaten von Erklärungen betrachten und bewerten sie vorgegebene Erklärungen.

Mit Hilfe der Fragebogenstudie sollen die Fragen beantwortet werden, wie spezifisch konstruierte Erklärungen von den vier untersuchten Gruppen eingeschätzt werden und inwiefern sich diese Einschätzungen zwischen den Gruppen unterscheiden. Andererseits soll geklärt werden, welche Kriterien von den drei Erklärenden-Gruppen zur Bewertung der Erklärqualität verwendet werden. Hierfür wurden speziell für diese Studie Erklärungen konzipiert, die dem Forschungsinteresse entsprechend hinsichtlich ihrer sprachlichen Konzeption variieren.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Einzelelemente des Fragebogens näher erläutert. Bevor der eigentliche Aufbau des Fragebogens beschrieben wird, werden die Konzeption der Videovignetten mit den Erklärungen sowie die für den Fragebogen konstruierten Items und der Wissenstest näher betrachtet. Anschließend werden die Stichprobe und die Durchführung der Teilstudie dargestellt. Am Ende des Abschnitts folgen die Auswertungsmethoden, wobei sowohl auf die qualitative Auswertung mit Hilfe eines Kategoriensystems als auch auf die statistische Auswertung der quantitativen Daten eingegangen wird.

5.3.1 Erklärungen: Konzeption und Erstellung der Videovignetten

Für den Fragebogen wurden insgesamt sechs Erklärvideos mit einer Dauer von ca. drei Minuten erstellt. Inhaltlich behandeln die Erklärungen paarweise je ein Thema aus den Bereichen Elektrizitätslehre, Wärmelehre und Mechanik. Unterschiedliche Themenbereiche wurden gewählt, um themenabhängige Aspekte bei der Bewertung von Erklärungen aufzudecken. Da Experimente eine wichtige Rolle im Physikunterricht einnehmen (vgl. Merzyn, 2015; Tesch & Duit, 2004), wurde in jeder Erklärung ein dem Thema entsprechendes Experiment zur Veranschaulichung verwendet. Die Themen sollten schulartübergreifend gleichermaßen für die Realschule und für das Gymnasium relevant sein. Für die Erklärungen ergaben sich daher folgende Erklärungsthemen:

- Elektrizitätslehre: *Veränderung der elektrischen Stromstärke in der Reihenschaltung*
- Wärmelehre: *Längenausdehnung von Festkörpern am Beispiel unterschiedlicher Metalle*
- Mechanik: *Impulserhaltung beim unelastischen Stoß zweier Wagen*

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Die Wahl der Erklärthemen basiert jeweils auf den Inhalten der aktuellen Lehrpläne für bayerische Gymnasien und Realschulen. Zudem wurden bekannte Lernschwierigkeiten des jeweiligen Themenbereichs bei der Themenwahl und bei der Art der Umsetzung berücksichtigt. Des weiteren sollten die Erklärungen im Rahmen eines Online-Fragebogens allen teilnehmenden Personen zugänglich gemacht werden. Hierfür wurden aus den Erklärungen Videovignetten erstellt.

Im Folgenden wird näher auf die einzelnen Themen der jeweiligen Erklärungen sowie die Erstellung der Videovignetten eingegangen. Die Skripte zu allen Erklärungen befinden sich in Anhang A.1 *Skripte zu den Erklärungen* ab Seite 183.

Elektrizitätslehre

Als Erklärthema für den Bereich der Elektrizitätslehre wurde *die Veränderung der elektrischen Stromstärke in der Reihenschaltung* gewählt. Ausgangspunkt für diese Erklärung stellt ein einfacher Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ -Widerstand und einer angelegten Spannung von 12 V dar. Neben einer Schaltskizze war auch ein entsprechender realer Stromkreis als Experiment aufgebaut. Die elektrische Stromstärke wurde mit einem Multimeter gemessen. Erklärt wird nun, wie und warum sich die elektrische Stromstärke in einem Stromkreis verändert, wenn ein weiterer, baugleicher $100\ \Omega$ -Widerstand in Reihe zu dem ersten Widerstand in den Stromkreis eingebaut wird.

Das Thema *Widerstände in einfachen Stromkreisen* ist in bayerischen Gymnasien Teil des Lehrplans für die achte Jahrgangsstufe, für die seit dem Schuljahr 2020/21 der neue LehrplanPLUS gilt (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), o. J., Gym, Jgst. 8, Physik). Im Rahmen des Inhaltsbereichs *Elektrischer Strom* werden zunächst allgemein die Begriffe und Konzepte elektrische Stromstärke, Spannung und Widerstand sowie das Ohmsche Gesetz behandelt. In Form von Schülerexperimenten werden im Anschluss Reihen- und Parallelschaltungen thematisiert. Im Gegensatz zu den Gymnasien bilden Reihen- und Parallelschaltungen in den bayerischen Realschulen einen Teil des Unterrichts der zehnten Jahrgangsstufe. Auch hier werden zuvor der elektrische Widerstand und das Ohmsche Gesetz behandelt. Die Konzeptbildung bezüglich elektrischer Stromstärke und Spannung sowie erste einfache Stromkreise mit einem einzelnen Bauteil sind in dieser Schulform bereits im neunten Schuljahr behandelt (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2001, RS, Jgst. 9 & 10, Physik). Die fachlichen Grundlagen, auf welchen die Reihenschaltung aufgebaut werden kann, sind schulartunabhängig.

Im Folgenden werden die für das Erklärthema relevanten Lernschwierigkeiten sowie ihr Einfluss auf die Erklärung dargestellt. Aus der Forschung zu Lernschwierigkeiten im Bereich der Elektrizitätslehre ist bekannt, dass es für Schülerinnen und Schüler

bereits beim Erlernen der Konzepte Stromstärke und Spannung viele Verständnisschwierigkeiten gibt. Die größte Schwierigkeit ist, dass viele Schülerinnen und Schüler die Begriffe *Stromstärke* und *Spannung* verwechseln bzw. nicht zwischen den physikalischen Konzepten differenzieren können (vgl. hierzu Wiesner & Schecker, 2011; Wilhelm & Hopf, 2018). Solche sachbedingten Lernschwierigkeiten treten vor allem bei komplexen und abstrakten Begriffen auf und „benötigen [...] besonders durchdachte Rekonstruktionen, um von Schülern verstanden zu werden“ (Schecker et al., 2018, S. 5). Aus fachlicher Perspektive ist die *elektrische Stromstärke* I definiert als „die Rate des Flusses elektrischer Ladung durch eine Querschnittsfläche, wobei Δt gegen null geht: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ “ (Tipler & Mosca, 2012, S. 1004). Auch in bayerischen Schulbüchern ist oft eine ähnlich formulierte Definition zu finden (hierzu bspw. Dietrich, Jäger & Janner, 2020 – *Buchner Physik 8*; Hermann-Rottmair et al., 2020 – *Duden Physik 8*; Diehl, Fösel, Hartmann-Ferri, Sander & Schmalhofer, 2020 – *Fokus Physik 8*). Für viele Schülerinnen und Schüler ist laut Wiesner und Schecker (2011, S. 42) jedoch der elektrische Strom gleichbedeutend mit dem Ladungsbegriff selbst. Die Autoren stellen heraus, dass diese Vorstellung im Unterricht besonders durch die Formulierung *Strom fließt* begünstigt wird. Diese Formulierung wurde daher bei der Erstellung der Erklärungen bewusst vermieden.

Die *elektrische Spannung* U kann, wie in der fachphysikalischen Literatur üblich, als Potenzialdifferenz ($U = \Delta\phi = \phi_b - \phi_a$, wobei a und b zwei unterschiedliche Punkte entlang des Potenzials ϕ darstellen) definiert werden (vgl. Tipler & Mosca, 2012, S. 887). In bayerischen Schulbüchern wird die Spannung oft als elektrische Arbeit bzw. Änderung der potenziellen Energie pro Ladung ($U = \frac{W_{el}}{Q} = \frac{\Delta E_{pot}}{Q}$) oder als Leistung pro Stromstärke ($U = \frac{P_{el}}{I}$) eingeführt (bspw. Buchner Physik 8, Duden Physik 8 & Fokus Physik 8, s.o.). Unabhängig davon wird die Spannung in den Schulbüchern häufig als Maß dafür beschrieben, wie stark die Elektronen im Stromkreis angetrieben werden. Dies wiederum fördert die Vorstellung, Spannung sei eine Eigenschaft der Stromstärke, und zwar die „Stärke“ (Wiesner & Schecker, 2011, S. 43). Wilhelm und Hopf (2018) betonen zudem, dass vielen Schülerinnen und Schülern ein konzeptuelles Verständnis der Spannung ganz fehle. Für andere hingegen seien Stromstärke und Spannung „ähnliche oder zumindest immer proportionale Größen“ (S. 119). Dies wird den Autoren nach im Unterricht möglicherweise dadurch unterstützt, dass Stromkreise frühzeitig mathematisiert und mit Hilfe der Gleichung $U = R \cdot I$ beschrieben wird. Wiesner und Schecker (2011, S. 43) zufolge erschwert auch die Konzentration auf ohmsche Widerstände eine Differenzierung der Begriffe Stromstärke und Spannung, da für diese tatsächlich eine Proportionalität der beiden Größen gilt ($I \sim U$) gilt. In Bezug auf diese Schwierigkeiten wurde bei der Erstellung der

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Erklärung darauf geachtet, Stromstärke und Spannung als getrennte Größen zu formulieren bzw. darzustellen. Darüber hinaus wurde die Spannung in Zusammenhang mit dem Verb *anlegen* (bspw. ‚die am Stromkreis angelegte Spannung‘) verwendet, anstelle der oft üblichen Formulierung ‚Spannung zwischen zwei Punkten‘. Um der Vorstellung der Proportionalität von Spannung und Stromstärke entgegenzuwirken, wurde die Veränderung der Stromstärke bei konstanter Spannung betrachtet.

Insbesondere bei der Betrachtung von Reihenschaltung spielt noch eine weitere Lernschwierigkeit eine wichtige Rolle. Viele Schülerinnen und Schüler argumentieren hier *sequentiell*. Das heißt sie argumentieren in Bezug auf die Stromrichtung mit Begriffen wie *vor* und *nach/hinter*, wobei sich ‚vorne‘ stattfindende Änderungen ‚hinten‘ auswirken, jedoch nicht umgekehrt (Wilhelm & Hopf, 2018). Ändert man beispielsweise in einer Reihenschaltung einen Widerstand, hat das in den Augen dieser Schüler*innen nur Auswirkungen auf „die Stromstärke ‚nach‘ dem Widerstand“ (Wilhelm & Hopf, 2018, S. 129). Diesen Lernenden fehlt das Verständnis des Stromkreises als Gesamtsystem. Im Gegensatz zur oben beschriebenen sachbedingten Lernschwierigkeit handelt es sich hier um eine innenbedingte Lernschwierigkeit, da die Lernenden „Unterrichtsinhalte auf Grundlage physikalisch unangemessener Denkweisen“ verarbeiten (Schecker et al., 2018, S. 5). Um dieser Vorstellung entgegenzuwirken, wird in der erstellten Erklärung jeweils mit dem Gesamtwiderstand des Stromkreises argumentiert.

Wärmelehre

Im Themenbereich Wärmelehre wurde die *Längenausdehnung von Festkörpern am Beispiel unterschiedlicher Metalle* als Erklärthema gewählt. In einem qualitativen Experiment wurde die Längenausdehnung dreier unterschiedlicher Metallstäbe verglichen. Dazu wurden einem Eisen-, einem Kupfer- und einem Aluminiumstab von selber Länge, selbem Durchmesser und selber Anfangstemperatur in einem Realexperiment vergleichsweise die gleiche Wärmemenge zugeführt. Die jeweilige Längenausdehnung der Stäbe wurde mit Hilfe kleiner Stecknadeln mit Fähnchen sichtbar gemacht. Der Themenbereich *Aufbau der Materie und Wärmelehre*, dem diese Fragestellung zugeordnet werden kann, wird an bayerischen Gymnasien nach dem neuen LehrplanPLUS in der neunten Jahrgangsstufe behandelt. Die qualitative Betrachtung des Verhaltens von Festkörpern bei Temperaturänderung erfolgt dabei als Abschluss dieses Themenbereichs. Zuvor werden unter dem Aspekt ‚Aufbau der Materie‘ die Aggregatzustände mit Hilfe des Teilchenmodells beschrieben. Zudem werden die physikalischen Größen Temperatur (als Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen, Zustandsgröße), innere Energie (als Summe von potentieller und kinetischer Energie der Teilchen, Zustandsgröße) und Wärme (als Änderung der inneren Energie

eines Körpers, Prozessgröße) voneinander abgegrenzt. Inhaltlich bedeutungsgleich wird der Themenbereich auch in den bayerischen Realschulen in dieser Jahrgangsstufe unterrichtet.

Auch im Bereich der Wärmelehre gibt es für Schülerinnen und Schüler sachbedingte Lernschwierigkeiten, die im Folgenden beschrieben und in Beziehung zur Wärmelehre-Erklärung gesetzt werden. Vor allem die Unterscheidung der Begriffe *Wärme* und *Temperatur* stellt die Lernenden vor eine große Herausforderung. Diese Begriffe werden häufig synonym verwendet (Yeo & Zadnik, 2001), was darauf zurückzuführen ist, dass sie im alltäglichen Sprachgebrauch nicht unterschieden werden. Insgesamt gibt es eine „deutliche Tendenz, Wärme mit höherer Temperatur in Verbindung zu bringen“ (Duit, 1995, S. 12). Auch Wiesner und Schecker (2011) beschreiben, dass selbst im Anschluss an den Unterricht die physikalischen Konzepte *Wärme* und *Temperatur* nur selten differenziert werden (vgl. auch Fischler & Schecker, 2018). Bei der Erstellung der Erklärung zur Wärmelehre wurde daher der Begriff *Wärme* vermieden, um einer Vermischung der Konzepte innerhalb der Erklärung zu vorbeugen. Stattdessen wurde zur Beschreibung lediglich der Temperaturbegriff verwendet und verstärkt darauf geachtet, diesen (fach-)sprachlich adäquat einzusetzen.

Mechanik

Die Erklärung im Bereich Mechanik behandelt das Thema *Impulserhaltung beim unelastischen Stoß zweier Wagen*. Ausgangssituation bildet ein Wagen mit bestimmter Masse m , der eine Rampe hinunter fährt. Am Ende der Rampe fährt er auf einen zweiten, baugleichen Wagen auf, der sich zuvor in Ruhe befand. Da beide Wagen nach dem Aufprall miteinander verbunden bleiben, handelt es sich um einen unelastischen Stoß. Dieses Szenario wird in der Erklärung als Realexperiment eingesetzt. Die Geschwindigkeiten des ersten Wagens vor dem Stoß und des Wagengespanns nach dem Stoß werden mit Hilfe von Lichtschranken gemessen. Betrachtet werden nun die Veränderungen der Impulse beider Wagen sowie des Gesamtimpulses. Zur Plausibilisierung der Impulserhaltung erfolgt eine Betrachtung der Vorgänge mit Hilfe des Wechselwirkungsgesetzes.

Nach aktuell geltendem Lehrplan für die bayerischen Gymnasien ist das Thema Impulserhaltung als Teil der *Mechanik Newtons* für die zehnte Jahrgangsstufe vorgesehen. Es folgt auf die Darstellung der Newtonschen Gesetze, die zunächst als Grundlage für die Beschreibung eindimensionaler Bewegungen im Unterricht eingeführt werden. Für die Anwendung von Impuls- und Energieerhaltungssatz ist zusätzlich eine Beschränkung auf den eindimensionalen Fall empfohlen (Lehrplan Gym., Jgst. 10, Physik). Der neue LehrplanPLUS, der für die zehnte Jahrgangsstufe voraussichtlich

5 Konzeption und Durchführung der Studie

ab dem Schuljahr 2022/23 gültig ist, sieht eine Darstellung des Themas nach dem gleichen Schema vor. Zusätzlich wird hier die Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Impulserhaltung und dem Wechselwirkungsgesetz betont (LehrplanPLUS Gym., Jgst. 10, Physik).

Für die Realschulen in Bayern ist das Thema Impulserhaltung in gleichem Maße erst im neuen LehrplanPLUS (voraussichtlich ab 2022/23) explizit vorgesehen. Jedoch bietet auch der aktuelle Lehrplan Anknüpfungspunkte, die es ermöglichen das Thema Impulserhaltung auch ohne expliziten Lehrplanbezug in der Realschule zu thematisieren. Die Schülerinnen und Schüler lernen in der siebten Jahrgangsstufe Länge, Kraft und Masse als Grundgrößen der Mechanik kennen. In diesem Rahmen wird auch das Wechselwirkungsgesetz thematisiert. In der achten Jahrgangsstufe erfolgt die Darstellung von gleichförmigen und beschleunigten Bewegungen, wobei die Geschwindigkeit als Vektorgröße eingeführt wird. In diesem Rahmen wird auch der Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung bzw. Bewegungsänderung hergestellt (Lehrplan RS, Jgst. 7 & 8, Physik).

Den Schülerinnen und Schülern ist der Impuls durch die alltagssprachlichen Begriffe Schwung und Wucht bekannt. Genau diese Begriffe und ihre alltagssprachliche Verwendung erweisen sich für den Physikunterricht jedoch häufig als problematisch. Für Schecker und Wilhelm (2018, S. 64) bilden sie einen Teil des bei Lernenden weit verbreiteten Clusterkonzepts von „Kraft/Energie/Wucht/Schwung“. Wucht und Schwung sind dabei alltagssprachliche Umschreibungen des physikalischen Konzepts *Impuls*. Physikalisch betrachtet sind die Begriffe Kraft, Energie und Impuls klar differenziert (vgl. hierzu Tipler & Mosca, 2012). Die Energie eines Systems kann in unterschiedlichen Formen vorliegen (mechanische Energie, chemische Energie, Wärmeenergie, u. a.). Der Impuls $\vec{p}$ eines Körpers hingegen ist eine Vektorgröße, die das Produkt aus seiner Masse m und seiner Geschwindigkeit $\vec{v}$ beschreibt ($\vec{p} = m \cdot \vec{v}$). Kraft ist „ein äußerer Einfluss oder eine äußere Einwirkung auf einen Körper, infolgedessen sich die Geschwindigkeit des Körpers ändert, d. h. infolgedessen der Körper relativ zu seinem Inertialsystem beschleunigt wird“ (Tipler & Mosca, 2012, S. 101). Sie ist ebenfalls eine vektorielle Größe, im Gegensatz zum Impuls jedoch „auf die Wechselwirkung zweier Körper bezogen“ (Schecker & Wilhelm, 2018, S. 65). Für viele Schülerinnen und Schüler sind diese Begriffe bzw. die dahinterstehenden physikalischen Konzepte jedoch auch nach dem Unterricht nicht unterscheidbar. Vor allem das alltagssprachlich geprägte Verständnis des Kraftbegriffs, das Kraft als eine Art „universelle Wirkungsfähigkeit“ (ebd., S. 70) beschreibt, spielt hier eine wichtige Rolle. Kraft wird zum einen als mengenartige Eigenschaft eines Körpers verstanden, wenn es beispielsweise heißt *ein Körper hat Kraft*. Zum anderen wird der Kraftbegriff

alltagssprachlich auch zur Beschreibung von Energie (*Eine rollende Kugel hat ‚Kraft‘ gespeichert*, ebd., S. 70) und Impuls (*Beim Stoß überträgt die rollende Kugel einen Teil ihrer Kraft auf die ruhende*, ebd., S. 70) verwendet. Eine im Kontext dieser Erklärung nicht zu vernachlässigende Schülervorstellung ist die, dass nur aktive Körper Kraft ausüben können, passive hingegen Widerstand leisten (Wiesner & Schecker, 2011). Ihre Berücksichtigung ist wichtig, da ruhende Körper von den Lernenden oftmals auch als passiv empfunden werden.

In der vorliegenden Erklärung spielt die energetische Betrachtung keine Rolle. Zunächst werden Impulserhaltung und Wechselwirkungsgesetz getrennt voneinander betrachtet und anschließend aufeinander bezogen. Der Impulsbegriff wird dabei stets in Verbindung mit der Masse des Wagens und seiner Geschwindigkeit erwähnt. Bei der Betrachtung der Kräfte während des Stoßes wird explizit die wechselseitige Wirkung beider Wagen aufeinander betrachtet. Die Betonung der Wechselseitigkeit der Kraftwirkung beider Körper aufeinander soll gleichzeitig der Vorstellung aktiver und passiver Körper entgegenwirken.

Erstellung der Videovignetten

Im Anschluss an die inhaltliche Erstellung wurde jede der drei Erklärungen in Bezug auf ihre sprachliche Konzeption überarbeitet. Dies erfolgte mit Hilfe der in Abschnitt 5.2 beschriebenen Operationalisierung des Nähe-Distanz-Modells von Koch und Oesterreicher (1985). Wie in Tabelle 5.2 dargestellt, ergaben sich so insgesamt sechs Erklärungen, die sich je paarweise einem Erkläregegenstand widmen. Die Paare unterscheiden sich jedoch in ihrer sprachlichen Konzeption, sodass am Ende für jeden Erkläregegenstand je eine nächstsprachliche und eine distanzsprachliche Erklärung vorlag.

Tabelle 5.2: Übersicht der sechs Erklärungen dieser Studie. Diese behandeln paarweise den selben Erkläregegenstand, unterscheiden sich jedoch in ihrer sprachlichen Konzeption

Elektrizitätslehre		Wärmelehre		Mechanik	
Veränderung der elektrischen Stromstärke in der Reihenschaltung		Längenausdehnung von Festkörpern am Beispiel unterschiedlicher Metalle		Impulserhaltung beim unelastischen Stoß zweier Wagen	
nähe-sprachlich	distanz-sprachlich	nähe-sprachlich	distanz-sprachlich	nähe-sprachlich	distanz-sprachlich
(E_{nah})	(E_{dist})	(W_{nah})	(W_{dist})	(M_{nah})	(M_{dist})

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Die sechs erstellten Erklärungen wurden anschließend videografiert, um sie allen Teilnehmenden in gleicher Weise präsentieren zu können. Insgesamt sollte sowohl innerhalb der Erklärungspaare als auch über die unterschiedlichen Themenbereiche hinweg eine Vergleichbarkeit der Vignetten gewährleistet werden. Hierzu wurden folgende Aspekte über alle Videos konstant gehalten:

Zu jeder Erklärung wurde ein Skript erstellt (siehe Anhang A.1 Skripte zu den Erklärungen), das jeweils wortgetreu wiedergegeben wurde. So konnte sichergestellt werden, dass die vorangegangenen Überlegungen bezüglich der sprachlichen Unterschiede umgesetzt wurden. Um den Einfluss der Lehrerpersönlichkeit auf die anschließende Bewertung der Erklärungen so gering wie möglich zu halten, war in jeder Vignette derselbe Sprecher zu sehen. Zudem wurden alle Videoaufnahmen mit derselben Kameraeinstellung aufgezeichnet. Dabei war immer der gleiche Raumausschnitt zu sehen. Lediglich während der Durchführung der jeweiligen Experimente wurde diese Einstellung verändert und das Experiment in Nahaufnahme gezeigt. Da der Fokus dieser Studie auf mündliche Lehrererklärungen gerichtet ist, wurden Interaktionen mit Schülern während der Erklärung ausgeblendet. Daher sind in den Vignetten keine Schülerinnen und Schüler zu sehen. Ebenso wenig findet aufgrund dessen eine Interaktion der Lehrkraft mit den Schülerinnen und Schülern im Sinne eines dialogischen Gesprächs statt.

Die Dauer der einzelnen Videovignetten beläuft sich auf je ca. drei Minuten. Diese Zeit wurde aus pragmatisch-zeitökonomischen Gründen festgelegt, um die Durchführungsdauer des Gesamtfragebogens letztendlich in einem zeitlich angemessenen Rahmen zu halten. Die exakte Dauer der einzelnen Videos ist in Tabelle 5.3 zusammengefasst.

Tabelle 5.3: Übersicht über die Dauer der einzelnen Videovignetten

Elektrizitätslehre		Wärmelehre		Mechanik	
E_{nah}	E_{dist}	W_{nah}	W_{dist}	M_{nah}	M_{dist}
2:42 Min	3:09 Min	2:48 Min	2:58 Min	3:11 Min	3:11 Min

Während die Videos zur Mechanik exakt dieselbe Dauer aufweisen, ist bei dem Videopaar zur Wärmelehre ein minimaler Unterschied von zehn Sekunden zu verzeichnen. Diese Differenz liegt mit knapp 6 % jedoch in einem annehmbaren Rahmen und sollte daher keine Auswirkung auf die Bewertung der Erklärungen zeigen. Das Videopaar zur Elektrizitätslehre weist eine zeitliche Abweichung von 27 Sekunden zwischen

der nächstsprachlichen und der distanzsprachlichen Erklärung auf. Bezogen auf die Gesamtdauer bedeutet dies eine Abweichung von knapp 14 %. Da hier möglicherweise eine Auswirkung auf die Einschätzung erwartbar ist, sollte diese Tatsache bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

5.3.2 Itemkonstruktion

Bei der Beschreibung der Itemkonstruktion für den Fragebogen wird zwischen fachübergreifenden (in allen FALKE-Disziplinen identisch) und fachbezogenen (spezifisch in einem Teilprojekt untersucht) Aspekten unterschieden. Im Folgenden werden zunächst die allgemeinen Operationalisierungsprinzipien vorgestellt. Es folgen die inhaltliche Itementwicklung sowie die Pilotierung für die fachübergreifenden und die fachbezogenen Items.

Allgemeine Prinzipien für die Itementwicklung

Zur Erfassung der Einschätzung der Erklärqualität wurden Items unterschiedlicher Formate verwendet.

Die Abfrage einer holistischen Einschätzung zu jeder Erklärung erfolgte mit Hilfe zweier Items mit gebundenem Antwortformat. Für das erste Item *„Welche Schulnote gibst du/geben Sie dieser Erklärung insgesamt?“* wurde eine sechsstufige Ratingskala verwendet. Die Teilnehmenden konnten hier die Erklärungen jeweils mit einer Schulnote von 1 bis 6 bewerten. Zudem wurde das Item *„Hier kannst du noch ein Plus (+) oder Minus (-) angeben./Hier können Sie noch eine Tendenz angeben (+/-).“* mit dichotomer Antwortmöglichkeit verwendet. Dieses Item konnte von den Teilnehmenden optional beantwortet werden, um die zuvor vergebene Schulnote gegebenenfalls zu präzisieren. Die Angaben aus beiden Items wurden anschließend zu einer Gesamtnote verrechnet, wobei die positive Tendenz mit einer Verbesserung der Note um -0,3 und die negative Tendenz mit einer Verschlechterung der Note um +0,3 einherging. Insgesamt war so ein Globalurteil bezüglich der Erklärqualität in einer Spanne von 0,7 (1 +) bis 6,3 (6 -) möglich.

Um Kenntnis über die von den jeweiligen Teilnehmenden zur Bewertung herangezogenen Kriterien zu erhalten, konnte die Beurteilung bei den Erklärenden-Gruppen anschließend optional in wenigen Stichpunkten begründet werden (offenes Antwortformat).

Zur Erhebung einer skalengeleiteten Einschätzung der Erklärungen wurden ebenfalls Items mit gebundenem Antwortformat verwendet. Das Antwortformat entsprach

5 Konzeption und Durchführung der Studie

dabei einer diskret gestuften, bipolaren Ratingskala (Moosbrugger & Kelava, 2012; Bühner, 2011) mit sechs Skalenstufen. Hierfür wurden die verbalen Bezeichnungen *Stimme voll zu*, *Stimme zu*, *Stimme eher zu*, *Stimme eher nicht zu*, *Stimme nicht zu* und *Stimme gar nicht zu* gewählt. Die Benennung der Stufen erfolgte in Anlehnung an Rohrmann (1978), der Antwortformate von Ratingskalen dahingehend untersuchte, inwiefern Skalenbenennung und Zahlencodierung korrelieren. Für Ratingskalen zur Bewertung zeigte sich diese Art der Benennung positiv. Eine neutrale oder Mittelkategorie wird, wie Moosbrugger und Kelava (2012, S. 53) beschreiben, von Testpersonen häufig als „Ausweichoption“ verwendet. Dies geschieht beispielsweise dann, wenn Items als unangemessen beurteilt oder Fragen nicht verstanden beziehungsweise eine Antwort verweigert wird (ebd.). Daher wurde auf die Mittelkategorie verzichtet und eine gerade Anzahl an Skalenstufen gewählt. Einer Studie von Preston und Colman (2000) zufolge steigen Reliabilität und Validität einer Skala mit steigender Stufenzahl. Ab einer Stufenzahl von sieben ist diese Steigerung jedoch nur noch gering und nicht mehr signifikant. Zudem bringt eine Erhöhung der Skalenstufen über einen Wert von sieben hinaus keinen erhöhten Informationsgewinn bezüglich der individuellen Urteilsdifferenzen (Moosbrugger & Kelava, 2012, S. 51). Um dementsprechend eine ausreichende Differenzierung zu gewährleisten und gleichzeitig die Bearbeitungszeit möglichst gering zu halten (vgl. hierzu Preston & Colman, 2000), wurde die Anzahl von sechs Skalenstufen gewählt.

Da die persönliche Einschätzung der Erklärqualität abgefragt werden sollte, wurden alle Items in einem persönlichen Stil mit direkter Ansprache der Teilnehmenden formuliert (Beispielitem: *Ich fühlte mich von der Erklärung angesprochen*).

Fachübergreifende Items

Bei den Items zur skalengeleiteten Einschätzung muss zwischen den fachübergreifenden und den fachbezogenen Items unterschieden werden.

Als fachübergreifende Qualitätsmerkmale wurden die Aspekte Adressatenorientierung und Strukturiertheit gewählt. Unabhängig von der jeweiligen Fachdisziplin stellen diese beiden Aspekte wichtige Merkmale der Erklärqualität dar (vgl. Abschnitt 2.3, S. 25 ff.). Die Entwicklung der Items zu diesen Merkmalen erfolgte als Gemeinschaftsarbeit aller an FALKE beteiligten Fachdisziplinen. Um die Durchführbarkeit des Fragebogens zu gewährleisten und die Testlänge so gering wie möglich zu halten, musste die Anzahl der Items für diese Aspekte auf ein Minimum reduziert werden. Insgesamt wurden daher für die Strukturiertheit fünf und für die Adressatenorientierung sechs Items entwickelt.

Das Merkmal der Strukturiertheit wurde entsprechend der theoretischen Konzeptualisierung in Abschnitt 2.3 (ab S. 28) operationalisiert. Dabei wurde der Aspekt des Aufbaus der Erklärung hinsichtlich der inneren Logik und Folgerichtigkeit (*Der Lehrer hat die Erklärung Schritt für Schritt aufgebaut*) sowie der inhaltlichen Kohärenz der Erklärung (*Die Erklärung hatte einen roten Faden*) berücksichtigt. Ebenso wurden sowohl die klare Gegenstandsbestimmung in der Erklärung (*Es ist klar, was genau der Lehrer erklären wollte*) als auch die Fokussierung der Erklärung auf das Wesentliche (*Der Lehrer hat zu viele Einzelheiten erklärt*) miteinbezogen. Zusätzlich wurde ein globales Strukturitem (*Die Erklärung war gut strukturiert*) erstellt. Mit dessen Hilfe soll im Nachhinein überprüft werden, inwiefern sich die oben genannten vier Aspekte eignen, um die Strukturiertheit einer Erklärung darzustellen.

Die Items zur Adressatenorientierung wurden basierend auf den entsprechenden theoretischen Überlegungen in Abschnitt 2.3 (ab S. 27) entwickelt. Die Einschätzung der Adressatengemäßheit der Erklärungen sollte von der Gruppe der Erklärenden (Studierende, Lehrkräfte, Didaktiker*innen) in Bezug auf eine fiktive, durchschnittliche Klasse geschehen. Die Gruppe der Schülerinnen und Schüler sollte hingegen die Passung der Erklärung für sich selbst beurteilen. Daher wurden die Items zum Aspekt der Adressatenorientierung für beide Gruppen unterschiedlich formuliert.

Mit einem Item wurde der Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler in der Erklärung berücksichtigt (*Die Erklärung berücksichtigte die Lebenswelt der Schüler_innen/ Die Inhalte der Erklärung hatten etwas mit meinem Leben zu tun*). Gleichermäßen wichtig wie die Anknüpfung des neuen Wissens an das Vorwissen, ist die inhaltliche didaktische Reduktion des Erklärgegenstands entsprechend der Fähigkeiten und Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler. Für beide Aspekte wurde ebenfalls je ein Item erstellt (*Schüler_innen konnten der Erklärung mit ihrem Wissen gut folgen/Ich konnte der Erklärung mit meinem Wissen gut folgen, Die Erklärung war angemessen didaktisch reduziert*). Im Gegensatz zu den Erklärendengruppen fehlt den Schülerinnen und Schülern einerseits das Wissen über den Prozess der didaktischen Reduktion, andererseits könnten sie diesen Prozess aufgrund des fehlenden Fachwissens auch gar nicht nachvollziehen. Daher wird dieses Item bei der Schülerbefragung nicht berücksichtigt. Für eine angemessene Adressatenorientierung muss eine Erklärung auch in Bezug auf das kognitive Schwierigkeitsniveau an die Lernenden angepasst sein. Dieser Aspekt wurde mit zwei Items, das allgemeine Schwierigkeitsniveau (*Für Schüler_innen war die Erklärung zu schwierig/Die Erklärung war für mich zu schwierig*) sowie die wahrgenommene Angepasstheit der Erklärung (*Die Erklärung passte für Schüler_innen dieser Jahrgangsstufe/für mich*) betreffend, berücksichtigt. Auch hier wurde zur entsprechenden Überprüfung ein globales Item erstellt (*Die Erklärung war*

5 Konzeption und Durchführung der Studie

adressatengerecht). Die Adressatengerechtigkeit ist jedoch für Schülerinnen und Schüler nicht einschätzbar, weshalb dieses Item ebenfalls nicht bei deren Befragung eingesetzt wird.

Die Pilotierung dieser Items vor allem in Bezug auf die Verständlichkeit erfolgte mittels *verbal probing* (vgl. Beatty & Willis, 2007; Priede & Farrall, 2011). Bei dieser Methode wird während der Bearbeitung mit Hilfe von bestimmten Fragen die Verständlichkeit der Items geprüft. Der Teilnehmer bearbeitet die Items und verbalisiert dabei sein Vorgehen. Währenddessen werden ihm Fragen bezüglich der Verständlichkeit des gesamten Items sowie einzelner Begriffe gestellt. Die Formulierung der Anweisungen sowie die Differenziertheit der Antwortskala kann hierbei mit entsprechenden Nachfragen überprüft werden (Beatty & Willis, 2007, S. 294).

Die Formulierung der Items sollte für alle Teilnehmenden verständlich sein, weshalb Personen aus allen Statusgruppe mit dieser Technik befragt wurden. Da bei der Gruppe der Schülerinnen und Schüler erwartungsgemäß die größten Verständnisprobleme auftreten, war die Stichprobe in dieser Gruppe verhältnismäßig am größten. Insgesamt wurde die Pilotierung der ursprünglich sieben Items zur Strukturiertheit mit $N = 73$ Teilnehmenden durchgeführt ($N = 37$ Schüler*innen, $N = 16$ Studierende, $N = 13$ Lehrkräfte, $N = 7$ Didaktiker*innen). Bezüglich der acht erstellten Items zur Adressaten wurden insgesamt $N = 32$ befragt ($N = 14$ Schüler*innen, $N = 10$ Studierende, $N = 2$ Lehrkräfte, $N = 6$ Didaktiker*innen). Entsprechend der Ergebnisse wurde die Formulierung einiger Items angepasst und die oben genannte Auswahl von sechs Items zur Adressatenorientierung und fünf Items zur Strukturiertheit getroffen.

Fachbezogene Items

Im Fokus dieser Studie steht der Einfluss der sprachlichen Konzeption einer Erklärung auf die Einschätzung der Erklärqualität. In Anlehnung an die Operationalisierung des Nähe-Distanz-Modells von Koch und Oesterreicher (1985) für den Physikunterricht in Abschnitt 5.2 (S. 57 ff.) wurden Items zu den drei Aspekten *Kommunikationsbedingungen*, *Vorgehensweise* und *Grad der Elaboriertheit* entwickelt.

Mit den Items zu den Kommunikationsbedingungen soll die Gesprächskonstellation zwischen der erklärenden Lehrkraft und dem Adressaten abgebildet werden. Dazu gehört die Hierarchisierung der Beziehung und das damit verbundene Verhältnis zwischen den Kommunikationspartnern. Dadurch entsteht eine empfundene Nähe bzw. Distanz zwischen den Partnern. Zudem beeinflusst die Sprechweise, inwiefern sich der Adressat von der Erklärung an sich oder von der Lehrkraft direkt angesprochen fühlt. Insgesamt wurden basierend auf den in Tabelle 5.1 (S. 58) zusammengefassten Parametern der Kommunikationsbedingungen elf Items entwickelt.

In Bezug auf den inhaltlichen Aufbau der Erklärung werden zwei Vorgehensweisen unterschieden. Die Vorgehensweise, bei der von einem konkreten Beispiel aus abstrakte Sachverhalte entwickelt werden, wirkt eher prozesshaft und weist daher einen eher vorläufigen Charakter auf. Die entsprechende Erklärung beginnt konkret und beispielhaft und wird in ihrem Verlauf immer allgemeingültiger. Dabei wird die Erklärung Stück für Stück erarbeitet. Im Gegensatz dazu wirkt die Vorgehensweise ‚Abstrakt – Konkret‘ allgemeingültig und in sich abgeschlossen. Da eine solche Erklärung mit der Präsentation der Theorie beginnt, wirkt sie im Allgemeinen eher endgültig und unveränderbar. Insgesamt wurden zwölf Items entwickelt, um den Aspekt der Vorgehensweise bzw. den inhaltlichen Aufbau der Erklärung abzubilden. Der dritte Aspekt der sprachlichen Konzeption ist der Grad der Elaboriertheit. Dieser wird geprägt durch die Parameter Kompaktheit, Integration und Komplexität, welche die Informationsdichte eines Textes beeinflussen (vgl. Abschnitt 5.2 ab S. 60). Dieser Aspekt hat wiederum Einfluss auf den empfundenen Informationsgehalt der gesamten Erklärung. Eine höhere Informationsdichte kann mit dem Gefühl verbunden sein, die einzelnen Informationen kämen ‚zu schnell‘, wohingegen eine geringere Informationsdichte ‚langatmig‘ wirken kann. Daher ist es möglich, dass distanzsprachlich geprägter Text mehr Aufmerksamkeit und Konzentration des Zuhörers fordert als ein nächsprachlich konzipierter Text. Für den Grad der Elaboriertheit wurden insgesamt neun Items formuliert.

Die Pilotierung der insgesamt 32 Items zur sprachlichen Konzeption erfolgte mit $N = 30$ Lehramtsstudierenden der Universität Regensburg. Die Items wurden hierfür zu einem Paper-Pencil-Fragebogen zusammengefasst. Um das Antwortverhältnis für nahe- und distanzsprachliche Erklärungen vergleichen zu können, erfolgte die Pilotierung mit den beiden Erklärungen zur Elektrizitätslehre. Aufgrund zu geringer Itemtrennschärfe (< 0.3) wurden vier Items zu den Kommunikationsbedingungen, sechs Items zur Vorgehensweise und zwei Items zum Grad der Elaboriertheit gestrichen. Aus den restlichen Items wurden inhaltlich begründet pro Aspekt je fünf Items für den Fragebogen ausgewählt, welche in Tabelle 5.4 (S. 74) zusammengefasst sind.

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Tabelle 5.4: 15 Items zur sprachlichen Konzeption. Pro Aspekt wurden fünf Items für den Hauptfragebogen ausgewählt.

Aspekt	Items
Kommunikationsbedingungen	<i>Es gab eine gewisse Distanz zwischen mir und dem Lehrer.</i> <i>Der Lehrer hat das nur für sich erklärt.</i> <i>Die Erklärung war an mich gerichtet.</i> <i>Ich hatte das Gefühl, dass die Erklärung für mich bestimmt war.</i> <i>Ich fühlte mich von der Erklärung angesprochen.</i>
Vorgehensweise	<i>Vorangegangene Schritte der Erklärung waren wichtig für nachfolgende Schritte.</i> <i>Die Erklärung wurde Stück für Stück erarbeitet.</i> <i>Die Erklärung wurde nach und nach immer umfassender.</i> <i>Die Erklärung ging von allgemeinen Regeln aus.</i> <i>Die Erklärung ging vom Einfachen zum Komplizierten.</i>
Grad der Elaboriertheit	<i>Der Lehrer hat viel auf einmal erklärt.</i> <i>Einige Begriffe hätten ausführlicher erklärt werden sollen.</i> <i>Ich musste mich besonders konzentrieren, um der Erklärung zu folgen.</i> <i>Die Erklärung ging mir zu schnell.</i> <i>Die Informationen kamen gedrängt auf einmal.</i>

Item- und Skalenreliabilität

Bei einer Reliabilitätsanalyse aller Items mit den Daten der Haupterhebung zeigte sich eine zu geringe Trennschärfe für die Items zum Lebensweltbezug und zur Fokussierung auf das Wesentliche (Cronbachs $\alpha < 0.3$). Beide Items werden daher nicht in die Skalenbildung mit einbezogen und bei der Ergebnisauswertung nicht berücksichtigt. Für die verbliebenen Items wurde mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse die jeweilige Zugehörigkeit zu den einzelnen Teilkonstrukten¹ getestet. Entgegen der theoretisch angenommenen Anzahl von fünf Teilkonstrukten, ergab ein Scree-Plot als sinnvolle Anzahl vier Teilkonstrukte. Die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse (nachzulesen in Tabelle A.2 – Anhang A.3 auf S. 203) bilden drei der theoriebasierten Itemgruppen wie angenommen ab (Adressatenorientierung, Kommunikationsbedingungen und Grad der Elaboriertheit). Die vierte Gruppe der Analyse entspricht

¹Adressatenorientierung, Strukturiertheit sowie die drei Aspekte der Sprachkonzeption (Kommunikationsbedingungen, Vorgehensweise und Grad der Elaboriertheit) mit ihren jeweiligen Subfacetten (untergeordnete Kriterien guten Erklärens bzw. Parameter zur Beschreibung der Sprachkonzeption) bilden in dieser Arbeit das Konstrukt des guten Erklärens (zumindest zum Teil) ab, weshalb sie im weiteren Verlauf allgemein als Teilkonstrukte bezeichnet werden.

den Items aus den Teilkonstrukten Vorgehensweise und Strukturiertheit. In beiden Teilkonstrukten werden strukturierende Elemente betrachtet, wodurch die mathematische Vermischung im Rahmen der Hauptkomponentenanalyse erklärt werden kann. Im Gegensatz zur Strukturiertheit, welche den allgemeinen Aufbau der Erklärung beschreibt, stellt die Vorgehensweise jedoch den inhaltlichen Aufbau dar. Aufgrund dieses Unterschieds werden die beiden Teilkonstrukte für die Auswertung entgegen der Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse getrennt betrachtet.

Entsprechend dieser Ergebnisse und Überlegungen wurden die Items zu insgesamt fünf Skalen zusammengefasst und deren interne Konsistenz mittels *Cronbachs Alpha* bestimmt. Eine vollständige Liste der im Fragebogen verwendeten Items mit den entsprechenden Itemkürzeln befindet sich in Anhang A.3 auf S. 197. Die Anzahl der für jede Skala berücksichtigten Items sowie die entsprechende interne Konsistenz (Cronbachs α) sind in Tabelle 5.5 nach Erklärungen getrennt abgebildet. Sowohl bei der Strukturiertheit als auch bei der Adressatenorientierung wurden die globalen Items bei der Skalenbildung nicht berücksichtigt. Sie dienen bei der Auswertung als Referenz dafür, wie gut die gebildeten Skalen das jeweilige Teilkonstrukt tatsächlich beschreiben. Da im Schülerfragebogen das Item zur didaktischen Reduktion nicht enthalten ist, wird die interne Konsistenz der Skala Adressatenorientierung für diese Gruppe getrennt dargestellt.

Tabelle 5.5: Interne Konsistenzen (Cronbachs α) der Skalen pro Erklärung ($N = 229$). Für die Skala Adressatenorientierung muss aufgrund der unterschiedlichen Itemzahl zwischen Schüler*innen (SuS) und Studierenden, Lehrkräften und Didaktiker*innen (SLD) unterschieden werden.

Skala	Item- zahl	Cronbachs Alpha					
		E_{nah}	E_{dist}	W_{nah}	W_{dist}	M_{nah}	M_{dist}
Kommunikationsbedingungen	5	0.81	0.85	0.73	0.85	0.81	0.83
Versprachlichungsstrategien	5	0.68	0.72	0.71	0.72	0.74	0.73
Grad der Elaboriertheit	5	0.84	0.89	0.87	0.88	0.88	0.92
Strukturiertheit	3	0.77	0.78	0.81	0.79	0.84	0.85
Adressatenorientierung	4 (SLD)	0.88	0.90	0.86	0.89	0.84	0.91
	3 (SuS)	0.82	0.71	0.73	0.70	0.75	0.78

5.3.3 Wissenstest

Um bei den Schülerinnen und Schülern die Qualitätseinschätzung in Beziehung zu einem möglichen Lernzuwachs setzen zu können, wurde ein Fachwissenstest entwickelt. Dieser wurde im Prä-Posttest-Design durchgeführt, wobei jeweils die selben Aufgaben verwendet wurden um Rückschlüsse auf den Lernzuwachs zu ermöglichen. Für eine zeitökonomische und objektive Erhebung und Auswertung wurden Multiple-Choice-Aufgaben mit einem geschlossenen Antwortformat verwendet (Bortz & Döring, 2006; Lienert & Raatz, 1998). Um die Ratewahrscheinlichkeit insgesamt möglichst gering zu halten, wurden je vier Antwortmöglichkeiten vorgegeben, von denen je eine richtig war.

Insgesamt beinhaltet der Wissenstest 13 Fragen, welche inhaltlich stark an dem jeweiligen Erklärthema orientiert sind. Fünf Items sind zum Thema Reihenschaltung (Elektrizitätslehre) und je vier Items zu den Themen Längenausdehnung (Wärmelehre) und Impulserhaltung (Mechanik). Die Items zur Mechanik wurden in Anlehnung an die Items zur Impulserhaltung aus dem „Wissenstest Impuls“ von Maurer (2016) entwickelt. Dabei wurde die Art der Beispielbilder und die Antworten in den Aufgaben an die Darstellungen in den Elektrizitätslehre-Erklärungen angepasst. Für den Themenbereich Elektrizitätslehre wurden die Items in Anlehnung an das „Testinstrument zum Verständnis in der Elektrizitätslehre“ von Urban-Woldron und Hopf (2012) entwickelt. Dazu wurde die Art der Fragestellung und Antworttexte aus den Items zur Reihenschaltung an das Erklärthema angepasst. Die von den Autoren in dem Test verwendete dreistufige Antwortskala wurde um eine zusätzliche vierte Stufe erweitert, um die gleiche Antwortskala wie bei den Mechanik-Items zu erhalten. Die Items zur Wärmelehre wurden analog zu den Items der anderen beiden Themenbereiche entwickelt. Ziel war es, die Art der Fragen und Antwortmuster hier ähnlich zu gestalten wie bei den anderen Items. Die in der Studie eingesetzten Wissenstests mit den Wissenstestitems zu allen drei Themenbereichen sind in Anhang A.2 Wissenstest ab S. 192 abgebildet.

5.3.4 Aufbau des Fragebogens

Zur Befragung der vier verschiedenen Gruppen wurde mit der Umfrage-Software EFS-Survey von Unipark & Questback ein Online-Fragebogen erstellt. In diesen wurden die zuvor konzipierten Erklärvignetten, Items und der Wissenstest implementiert. Um den unterschiedlichen Sichtweisen auf das Erklären (Adressaten- und

Erklärendenperspektive) gerecht zu werden, wurde für die Schüler*innen (SuS) ein separater Fragebogen erstellt (Schülerfragebogen). Da die Studierenden, Lehrkräfte und Didaktiker*innen (SLD) dieselbe Sichtweise auf unterrichtliches Erklären einnehmen, bekamen sie alle den gleichen Fragebogen vorgelegt (Erklärendenfragebogen). Der Aufbau ist mit geringfügigen Abweichungen für beide Fragebögen identisch und in Tabelle 5.6 abgebildet. Um eine Schülerbefragung im Rahmen des regulären Unterrichts zu ermöglichen, wurde der Fragebogen in zwei Messzeitpunkte untergliedert. Die Fragen wurden dabei so zwischen den Messzeitpunkten verteilt, dass beide Teile mit ca. 45 Minuten Bearbeitungszeit innerhalb einer Schulstunde durchgeführt werden konnten.

Zu Beginn des ersten Messzeitpunkts wurden alle Erklärungen in voller Länge gezeigt (s. Tab. 5.6). Im Anschluss an jede Erklärung sollte diese von den Teilnehmer*innen in Form einer Schulnote mit Tendenz (1 + bis 6 -) global beurteilt werden. Die Erklärenden konnten ihr Urteil zusätzlich optional begründen.

Tabelle 5.6: Aufbau des Online-Fragebogens bestehend aus zwei Messzeitpunkten. Der Wissenstest ist nur im Schülerfragebogen, die Begründung des Globalurteils nur im Erklärendenfragebogen enthalten.

Fragebogenstudie – Messzeitpunkt 1			
<i>Wissenstest Prätest (Schülerfragebogen)</i>			
▶ 6 Erklärungen à ca. 3 Minuten	→	Globalurteil zur Qualität der Erklärung	
		Offene Begründung (Erklärenden-Fragebogen)	
<i>Wissenstest Posttest (Schülerfragebogen) – nach Video 1 & 3 & 5</i>			
▶ 3 Ausschnitte à ca. 30 Sekunden	→	Sprech- und Körperausdruck	(8 Items)
		Persönlichkeitswirkung	(3 Items)
Fragebogenstudie – Messzeitpunkt 2			
▶ 6 Erklärungen à ca. 3 Minuten	→	Sprachliche Konzeption	(15 Items)
		Sprachliche Verständlichkeit	(4 Items)
		Adressatenorientierung	(6/4 Items)
		Strukturiertheit	(5 Items)

Im zweiten Teil des ersten Messzeitpunkts wurden drei auf 30 Sekunden gekürzte Ausschnitte von drei thematisch unterschiedlichen Erklärungen gezeigt. Anhand

5 Konzeption und Durchführung der Studie

dieser Ausschnitte sollten die Teilnehmer*innen jeweils skalengeleitet den Sprech- und Körperausdruck sowie die Persönlichkeitswirkung der erklärenden Lehrkraft beurteilen. Hierbei steht die Performanz des Sprechers in der jeweiligen Erklärung im Vordergrund. Diese ist unabhängig von thematischen Inhalten, weshalb ein kurzer Ausschnitt aus der Erklärung für die Bewertung dieser Aspekte hinreichend ist. Der Einfluss dieser Aspekte auf die Bewertung der Erklärqualität wird in FALKE fachübergreifend von der Sprechwissenschaft untersucht. Im Hinblick auf qualitativollen Unterricht spielt die Betrachtung dieser Aspekte fachunabhängig eine wichtige Rolle. Daher sind diese Items Teil jedes FALKE-Fragebogens, werden in dieser Arbeit jedoch nicht in der Auswertung berücksichtigt ².

Um skalengeleitete Einschätzungen der Gesamterklärung geben zu können, wurden im zweiten Messzeitpunkt erneut alle Erklärungen in voller Länge gezeigt. Auf jede Erklärung folgten die Items zu den Aspekten der sprachlichen Konzeption (Kommunikationsbedingungen, Vorgehensweise und Grad der Elaboriertheit) sowie zur Adressatenorientierung und Strukturiertheit der Erklärung. Wie der Tabelle 5.6 zu entnehmen ist, enthielt der Fragebogen an dieser Stelle zusätzlich Items zur sprachlichen Verständlichkeit der Erklärungen. Als Kooperationspartner untersucht die deutsche Sprachwissenschaft diesen Aspekt der Erklärqualität in FALKE fachübergreifend (vgl. hierzu Thim-Mabrey & Lindl, in Vorb.). Ähnlich wie die Fragen nach dem Einfluss des Sprech- und Körperausdrucks, sind die Items zur sprachlichen Verständlichkeit daher in den Fragebögen aller FALKE-Disziplinen enthalten, spielen für die Auswertung im Rahmen dieser Arbeit jedoch keine Rolle.

Bei der Beurteilung mehrerer aufeinanderfolgender Objekte tritt häufig der sogenannte *Primary-Recency-Effekt* auf. Dieser bezeichnet Urteilsverzerrungen, „die mit der sequenziellen Position der zu beurteilenden Objekte (insbesondere den Anfangs- und Endpositionen) zusammenhängen“ (Bortz & Döring, 2006, S. 184). Um bei der Fragebogenbeantwortung auftretende Reihenfolgeeffekte kontrollieren zu können, wurden zwei Versionen (A & B) des Fragebogens erstellt. In beiden Versionen ist die Reihenfolge der Themenbereiche identisch (1. Elektrizitätslehre, 2. Wärmelehre, 3. Mechanik), es variiert jedoch die Reihenfolge der Videovignetten innerhalb der Themenpaare. In Fragebogenversion A ist jeweils die nächstsprachlich konzipierte Erklärung vor der distanzsprachlichen zu sehen. In Version B ist die Reihenfolge bezüglich der Sprachkonzeption umgekehrt (vgl. Abb. 5.1, S. 79).

Im Gegensatz zum Erklärendenfragebogen beinhaltet der Schülerfragebogen anstelle der Urteilsbegründung einen Wissenstest im Prä-Posttest-Design. Dieser besteht ent-

²Zum Einfluss des Sprech- und Körperausdrucks von Lehrkräften auf die wahrgenommene Qualität von schulischen Erklärungen vgl. Gunga et al., in Vorb.

sprechend der Anzahl an Themenbereichen in den Erklärungen aus drei Einzeltests. Wie in Abbildung 5.1 dargestellt bearbeiteten alle Schüler*innen unabhängig von der Fragebogenversion zu Beginn die Prätests zu allen drei Themenbereichen.

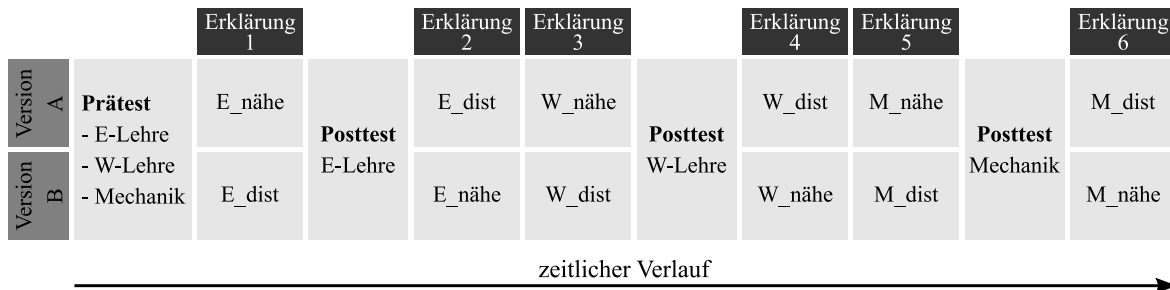


Abbildung 5.1: Wissenstest im Prä-Posttest-Design. Zeitliche Abfolge von Testaufgaben und Erklärungen (Videos) im ersten Teil von Messzeitpunkt 1 im Schülerfragebogen.

Der Posttest wurde themenabhängig jeweils nach der ersten Erklärung des Themenbereichs gestellt. Unabhängig von der Version erfolgte der Posttest demnach im Anschluss an die Erklärung 1 (Elektrizitätslehre), 3 (Wärmelehre) und 5 (Mechanik). Die Schülerinnen und Schüler mit Fragebogenversion A beantworteten den Posttest folglich jeweils nach der nächstsprachlichen Erklärung. Für die Schülerinnen und Schüler mit Version B kam der Posttest im Anschluss an die distanzsprachlichen Erklärungen (vgl. Abb. 5.1). So kann nicht nur der Wissenszuwachs aufgrund der Erklärung getestet werden, sondern auch ein möglicher Unterschied in der Lernwirksamkeit zwischen den Erklärungen unterschiedlicher Sprachkonzeption aufgedeckt werden.

5.3.5 Testgütekriterien des Fragebogens

Anhand der Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität kann die Qualität eines Tests sichergestellt werden (Bortz & Döring, 2006; Lienert & Raatz, 1998).

Die *Objektivität* eines Tests ist nach Lienert und Raatz (1998, S. 7) dann gewährleistet, wenn „die Ergebnisse eines Tests unabhängig vom Untersucher sind“. Eine hohe Durchführungsobjektivität der Fragebogenstudie konnte durch die Verwendung eines computerbasierten Fragebogens mit standardisierten Instruktionen, sowie einer vorformulierten, standardisierten Begrüßung für die Schülerinnen und Schüler durch

5 Konzeption und Durchführung der Studie

die Testleitung sichergestellt werden. Die Durchführung der Befragung erfolgte außerdem innerhalb der Gruppen unter jeweils ähnlichen Bedingungen. Die Auswertungsobjektivität ist durch das computerbasierte Design mit Multiple-Choice-Aufgaben gegeben (Moosbrugger & Kelava, 2012). Da zudem die Fragebogendaten direkt in digitaler Form aus dem Online-Programm exportiert und in die entsprechenden Auswertungsprogramme überführt werden konnten, ist auch hier die Unabhängigkeit von der auswertenden Person gegeben. Bei der Auswertung der Antworten zur Notenbegründung (offenes Antwortformat) wurden 20 % der Datensätze von zwei Personen ausgewertet. Die Übereinstimmung liegt dabei im Schnitt bei ca. 82 %, was Wirtz und Caspar (2002) zufolge einen guten Wert für die Übereinstimmung darstellt. Die *Reliabilität* eines Tests bezeichnet den „Grad der Genauigkeit, mit dem das geprüfte Merkmal gemessen wird“ (Bortz & Döring, 2006, S. 196). Wie bereits in Abschnitt 5.3.2 beschrieben, wurde die Reliabilität der Items und Skalen mit Hilfe der internen Konsistenz bestimmt (vgl. S. 75). Der Koeffizient *Cronbachs Alpha* stellt für Bortz und Döring (2006) hierfür die gebräuchlichste Art der Konsistenzbestimmung dar. Dabei ist ein Skalenwert über dem Wert von $\alpha = 0.8$ den Autoren zufolge im allgemeinen als *gut* zu bezeichnen. Für kurze Skalen oder Skalen in (Schul-)Leistungstests werden auch bereits Werte über $\alpha = 0.55$ (Rost, 2013) oder $\alpha = 0.6$ (Blömeke et al., 2008) als *akzeptabel* deklariert. In dieser Studie wurde die interne Konsistenz für jede Skala nach Schüler*innen und Erklärenden getrennt und für jede Erklärung einzeln berechnet. Die Ergebnisse sind Tabelle A.1 in Anhang A.3 (S. 199 ff.) zu entnehmen. Die Reliabilitätswerte variieren sowohl zwischen den Gruppen als auch zwischen den einzelnen Erklärungen. Insgesamt liegen sie jedoch in einem akzeptablen bis überwiegend guten Bereich.

Mit der *Validität* wird angegeben, „wie gut der Test in der Lage ist, genau das zu messen, was er zu messen vorgibt“ (Bortz & Döring, 2006, S. 200). Um die inhaltliche Validität (auch Augenscheinvalidität) sicherzustellen, wurden alle Items theoriebasiert konstruiert. Zudem wurde die inhaltliche Validität der fachbezogenen Items sowie der Erklärungen mit Hilfe von Expertengesprächen überprüft. Ebenso konnte die Konstruktvalidität der Skalen für die Adressatenorientierung und Strukturiertheit bestimmt werden. Hierfür wurde der jeweilige Skalenmittelwert mit dem Globalitem der Skala korreliert (vgl. Moosbrugger & Kelava, 2012). Die entsprechenden Ergebnisse der Pearson Produkt-Moment-Korrelation sind in Tabelle 5.7 (S. 81) dargestellt. Werte im Bereich zwischen 0.4 und 0.6 können dabei als *mittelmäßig* und Werte über 0.6 als *hoch* bezeichnet werden (Weise, 1975, S. 219, zitiert nach Bortz & Döring, 2006, S. 202). Beide hier untersuchte Skalen weisen dementsprechend eine hohe Konstruktvalidität auf.

Tabelle 5.7: Konstruktvalidität für die Skalen Adressatenorientierung und Strukturiertheit. Korrelation der Skalenmittelwerte mit dem jeweiligen Skalen-globalitem (Pearsons Produkt-Moment-Korrelation).

	E_{nah}	E_{dist}	W_{nah}	W_{dist}	M_{nah}	M_{dist}
Strukturiertheit	0.59**	0.66**	0.58**	0.67**	0.67**	0.72**
Adressatenorientierung	0.81**	0.88**	0.77**	0.85**	0.82**	0.84**

Bem.: *: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$

Zudem gilt die Verwendung computerbasierter Fragebogenformate als ökonomisch (Moosbrugger & Kelava, 2012). Durch die computerunterstützte Durchführung wird einerseits wenig Material verbraucht, da die Bearbeitung direkt am Computer möglich ist. Zum anderen wird eine Bearbeitung von großen Gruppen vereinfacht. Nicht zuletzt besteht der Vorteil computergestützter Erhebungen darin, dass die „Übertragung der Testergebnisse zur Auswertung wesentlich vereinfacht“ wird (ebd., S. 36).

5.3.6 Stichprobe und Durchführung

Für die Fragebogenstudie konnten insgesamt $N = 229$ Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus den vier Statusgruppen gewonnen werden. Tabelle 5.8 (S. 82) zeigt einen Überblick über die Zusammensetzung der Gesamtstichprobe. Von allen Teilnehmenden bearbeiteten $N = 119$ Personen Fragebogenversion A und $N = 110$ Personen Version B. Neben der Anzahl der teilnehmenden Personen pro Gruppe sind in der Tabelle auch die Geschlechterverteilung, die jeweilige Schulart der Teilnehmenden sowie die Jahrgangsstufe (SuS) beziehungsweise die Erfahrungsstufe (Fachsemester der Studierenden, Berufsjahre der Lehrkräfte) dargestellt.

Insgesamt nahmen $N = 123$ *Schülerinnen und Schüler* (SuS) der zehnten Jahrgangsstufe an der Studie teil. Sie stammen aus fünf Klassen dreier bayerischer Gymnasien und wurden von vier verschiedenen Lehrkräften unterrichtet. In dieser Teilstichprobe konnten personenbezogene Daten wie beispielsweise das Geschlecht aus Datenschutzgründen nicht erhoben werden. Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Fragebogenversionen wurde zufällig ausgelost. Dabei wurde darauf geachtet, die Schüler*innen möglichst gleichmäßig auf beide Versionen zu verteilen ($N_A = 62$; $N_B = 61$). Die Datenerhebung erfolgte an den jeweiligen Schulen im Rahmen des regulären Unterrichts. Die Durchführung fand in den Computerräumen der Schulen statt und wurde jeweils von derselben Testleiterin beaufsichtigt. Zu Beginn wurde

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Tabelle 5.8: Überblick über die Gesamtstichprobe der Fragebogenstudie ($N = 229$) inklusive der Verteilung auf die beiden Fragebogenversionen A & B

Statusgruppe	N	Geschlecht	Schulart	Jahrgangsstufe bzw. Erfahrung	Fragebogen- version
		w/m	MS/RS/GY	M(SD)	
Schüler*innen	123	—	—/—/123	Jgst.: 10	A: 62 / B: 61
Studierende	42	12/30	01/17/24	FS: 8,5 (2,97)	A: 21 / B: 21
Lehrkräfte	28	09/19	—/06/22	BJ: 16,5 (9,77)	A: 16 / B: 12
Didaktiker*innen	36	11/25			A: 20 / B: 16
Σ	229				A: 119 / B: 110

Bem.: GS: Grundschule, MS: Mittelschule, RS: Realschule, GY: Gymnasium; M: Mittelwert, SD: Standardabweichung; Jgst.: Jahrgangsstufe; FS: Fachsemester, BJ: Berufsjahre

eine kurze standardisierte Instruktion vorgelesen. Um eine individuelle Arbeitsgeschwindigkeit zu ermöglichen, arbeiteten anschließend alle Schülerinnen und Schüler an einem eigenen Computer. Um den Versuchsleitereffekt (Bortz & Döring, 2006) bei der Einschätzung der Erklärqualität möglichst gering zu halten, sind Testleiterin und erklärende Lehrkraft in den Vignetten unterschiedliche Personen. Zur weiteren Kontrolle dieses Effekts wurde die Instruktion zu Beginn standardisiert. Durch die Anonymisierung und die Durchführung als Einzelbefragung wird der Effekt der sozialen Erwünschtheit verringert. Die Bearbeitungsdauer der Fragebogenteile liegt in dieser Gruppe im Schnitt bei 44:72 Minuten für Messzeitpunkt 1 (Version A: 43:93 Min; Version B: 45:51 Min) und bei 29:4 Minuten für Messzeitpunkt 2 (Version A: 29:65 Min; Version B: 29:15 Min).

An der Studie beteiligten sich ebenso $N = 42$ *Physik-Lehramtsstudierende* (ST) der Universität Regensburg ($N = 12$ weiblich; $N = 30$ männlich). Wie aus Tabelle 5.8 abzulesen, handelt es sich um $N = 24$ Studierende des Lehramts für Gymnasien, $N = 17$ Studierende für das Lehramt an Realschulen und $N = 1$ Studierenden des Lehramts für Mittelschulen mit Hauptfach Physik. Sie befanden sich in unterschiedlichen Phasen des Studiums, wobei das durchschnittliche Fachsemester bei 8,5 ($SD = 2,97$) lag. Die Teilnahme erfolgte unentgeltlich und auf freiwilliger Basis. Die Durchführung fand für einen Großteil der Studierenden im Rahmen physikdidaktischer Veranstaltungen an der Universität statt. Zusätzlich erklärten sich $N = 7$ Studierende bereit, außerhalb einer Veranstaltung von zu Hause aus teilzunehmen. Im Durchschnitt benötigten die

Studierenden 46:84 Minuten für die Bearbeitung von Messzeitpunkt 1 (Version A: 49:84 Min; Version B: 43:19 Min) und 47:05 Minuten für Messzeitpunkt 2 (Version A: 46:01 Min; Version B: 48:09 Min).

Des weiteren nahmen $N = 28$ *Physiklehrkräfte* (L; $N = 9$ weiblich; $N = 19$ männlich) aus Bayern und Österreich an der Fragebogenstudie teil. Die $N = 22$ Gymnasial- und $N = 6$ Realschullehrkräfte wurden wie auch die Teilnehmenden der anderen Gruppen zufällig den beiden Versionen des Fragebogens zugeteilt ($N_A = 16$; $N_B = 12$). Die Rekrutierung erfolgte über persönliche Kontakte und Anfragen an Schulen, wobei die Teilnahme auch hier auf freiwilliger Basis und unentgeltlich stattfand. Wie aus Tabelle 5.8 zu entnehmen, beträgt die mittlere Berufserfahrung der Lehrkräfte 16,5 Jahre ($SD = 9,77$). Bei insgesamt $N = 18$ teilnehmenden Lehrkräften handelt es sich zudem um solche mit einer sogenannten Funktionsstelle. Dabei handelt es sich um je $N = 2$ Praktikumslehrkräfte und Betreuungslehrkräfte, sowie um $N = 6$ Fachbetreuer*innen und $N = 8$ Seminarlehrkräfte. Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer der Lehrkräfte betrug 42:95 Minuten für Messzeitpunkt 1 (Version A: 42:35 Min; Version B: 43:55 Min) und 36:12 Minuten für Messzeitpunkt 2 (Version A: 39:19 Min; Version B: 33:04 Min).

Wie in Tabelle 5.8 abgebildet, konnten für die Teilstichprobe der *Physikdidaktikerinnen und -didaktiker* (D) insgesamt $N = 36$ Teilnehmende aus dem gesamten deutschsprachigen Raum gewonnen werden ($N = 11$ weiblich; $N = 25$ männlich). Davon sind $N = 22$ als Professor*in und $N = 4$ als promovierte/r Mitarbeiter*in im Bereich der Physikdidaktik tätig. Die Durchführung erfolgte auch in dieser Gruppe auf freiwilliger, unentgeltlicher Basis von zu Hause aus. Für die Bearbeitung wurden hier durchschnittlich 54:43 Minuten für Messzeitpunkt 1 (Version A: 55:43 Min; Version B: 53:44 Min) und 42:74 Minuten für Messzeitpunkt 2 benötigt (Version A: 45:67 Min; Version B: 39:81 Min).

5.3.7 Auswertungsmethoden Fragebogen

Bei der Auswertung der Fragebogendaten ist zwischen den qualitativen Daten der Urteilsbegründung (nur bei der Gruppe der Erklärenden) und den quantitativen Daten aus Globalurteil und skalengeleiteter Bewertung (für alle Teilnehmenden) zu unterscheiden. Während zur Auswertung der quantitativen Daten die Statistiksoftware R³ eingesetzt wurde, erfolgte die Auswertung der qualitativen Daten mit Hilfe der QDA-Software MAXQDA⁴.

Erstellung des Kategoriensystems

Zur Auswertung der Daten der Urteilsbegründung wurde zunächst mit Hilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) ein Kategoriensystem erstellt. Bei dieser Form der Analyse werden Kategorien deduktiv-induktiv gebildet. Die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse wird angewendet, wenn wie in dieser Studie bereits vor der Auswertung Kenntnisse oder Hypothesen bezüglich einer Theorie vorliegen. Diese werden durch induktive Kategoriengewinnung am Material erweitert oder ausdifferenziert (ebd. S. 97). Die Inhaltsanalyse erfolgt in sieben Phasen, wobei nur die ersten sechs zur Erstellung des Kategoriensystems benötigt werden. Konkrete Beispiele aus dem Material zu den im folgenden näher erläuterten Phasen finden sich in Anhang B.3 ab S. 229.

In Phase 1, der *initiierenden Textarbeit*, werden nach Kuckartz (2018) zunächst für die Auswertung wichtige Textstellen markiert. Im Falle dieser Fragebogenstudie wurde nur *eine einzige* qualitative Frage gestellt. Diese war so formuliert, dass eine sehr präzise Antwort gegeben werden konnte. Der gesamte Antwortinhalt war deshalb dieser Frage zuzuordnen und die Antworten in ihrer Gesamtheit für diese Analyse von Bedeutung. Daher konnte Phase 1 übersprungen werden. Phase 2 beschäftigt sich mit dem theoriebasierten *Entwickeln thematischer Oberkategorien*. Bei der Erstellung der Erklärungen sowie bei der Itemkonstruktion wurden in dieser Studie die in Abschnitt 2.3 aufgeführten Kriterien guten Erklärens berücksichtigt. Davon ausgehend wurden insgesamt acht Oberkategorien abgeleitet: Strukturiertheit, Adressatenorientierung, Repräsentation, Sprache, Sprachliche Konzeption, Sprech- und Körperausdruck, Allgemeine Bewertungen sowie Fachinhalte. Zur gegenseitigen Abgrenzung der Oberkategorien wurden sogenannte *Oberkategoriendefinitionen* erstellt (vgl. Anhang B.3.1). Diese legen die Inhalte der einzelnen Kategorien sowie

³R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

⁴MAXQDA, Software für qualitative Datenanalyse, 1989 - 2021, VERBI Software. Consult. Sozialforschung GmbH, Berlin, Deutschland.

gegebenenfalls Abgrenzungen zu anderen Kategorien fest (Kuckartz, 2018, S. 66). Im Anschluss wurde ein erster Durchlauf mit diesem Kategoriensystem durchgeführt. Hierzu wurden alle Antworten zu einer Erklärung (M_{dist}) codiert, was ca. 16 % des Gesamtmaterials entspricht. Dabei ergab sich eine weitere Oberkategorie, die fachdidaktische Aspekte berücksichtigt. Im folgenden *ersten Codierprozess* (Phase 3) wurde das gesamte Material mit den neun Oberkategorien codiert. In Anlehnung an die Codierregeln von Kuckartz (2018, S. 104) werden Sinneinheiten codiert. Da die Frage von den Teilnehmenden unterschiedlich ausführlich beantwortet wurde, können diese Sinneinheiten einzelne Stichpunkte oder mehrere Sätze umfassen. Innerhalb eines Satzes können auch mehrere Kriterien genannt werden. In solchen Fällen wird der Satz nach Sinneinheiten unterteilt mit mehreren Kategorien codiert (vgl. Anhang B.3.2). Zum Verständnis eines genannten Aspekts kann jedoch zusätzlich der Beginn oder das Ende eines Satzes wichtig sein, auch wenn zwischendurch andere Kriterien genannt werden. Daher können Sinneinheiten auch mehreren Kategorien zugeordnet werden (doppelte Codierung, Anhang B.3.2, Bsp. 4). Nicht codiert werden für die Forschungsfrage irrelevante Textabschnitte. In Phase 4 erfolgt eine *Zusammenstellung aller mit der gleichen Oberkategorie codierten Textstellen*. In MAXQDA erfolgt diese Zusammenstellung bei der Codierung automatisch und kann für jede Kategorie ausgegeben werden. Jede Oberkategorie wird anschließend einzeln durch *induktives Bestimmen von Subkategorien* (Phase 5) weiter ausdifferenziert. Die zur Auswertung herangezogene Fragestellung zielt darauf ab, von den Teilnehmenden verwendete Kriterien zur Urteilsbewertung zu ermitteln. Hierzu wurden die codierten Textstellen der Oberkategorien thematisch zu Subkategorien zusammengefasst. Wie in den Tabellen B.3 - B.5 (Anhang ab S. 234 exemplarisch gezeigt, wurden in einem ersten Schritt die einzelnen Aussagen in den Oberkategorien paraphrasiert. Anhand der Paraphrasen wurden dann inhaltsgleiche oder inhaltsähnliche Aussagen zu einer Kategorie zusammengefasst. Dieser Prozess der Subkategorienbildung erfolgte an ca. 33 % des Gesamtmaterials, wobei für jede Gruppe (S, L, D) die Antworten zu zwei Erklärungen verschiedener Themen und sprachlicher Konzeptionen codiert wurden. Anhand des Materials wurden so in einem ersten Schritt entsprechende Subkategorien definiert. Um dem Kriterium der „Sparsamkeit und Überschaubarkeit“ (Kuckartz, 2018, S. 108) von Subkategorien gerecht zu werden, wurden ähnliche Kategorien zusammengefasst beziehungsweise zu allgemeineren Kategorien gebündelt (ebd. S. 85). Beispielsweise wurden die beiden Kategorien *Interesse wecken* und *Motivation* aus dem Bereich Adressatenorientierung zu einer Kategorie *Interesse & Motivation* zusammengefasst, da die Aussagen in beiden Kategorien auf einen sehr ähnlichen Aspekt der Erklärungen abzielen. Ebenso wurde aus den beiden Kategorien *Verwendung von*

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Fachsprache und *Fachbegriffe* die gemeinsame Kategorie *Fachsprache (FS)*. In der letzten Phase zur Bildung des Kategoriensystems erfolgt das *Codieren des kompletten Materials mit dem ausdifferenzierten Kategoriensystem*. Dieser Schritt dient der Überprüfung des erstellten Kategoriensystems. Bei Abweichungen des nicht-codierten Materials muss hier gegebenenfalls noch einmal zu Phase 4 zurückgegangen werden. Abschließend wird dieser Schritt zur finalen Kategorisierung des Materials für weitere Analysen genutzt. Die Ergebnisse der finalen Codierung des gesamten Materials sind im Ergebnisteil in Abschnitt 6.1.5 ab S. 123 ausführlich beschrieben. Insgesamt wurden in diesem Schritt mit den Daten zu den beiden Elektrizitätslehre-Erklärungen ca. 33 % des Gesamtmaterials doppelt codiert. Die Übereinstimmung der beiden Codierer ist in Tabelle 5.9 nach Erklärung und Gruppen getrennt abgebildet. Im Schnitt liegt die Intercoder-Übereinstimmung, wie in Abschnitt 5.3.5 (S. 79 ff.) beschrieben, bei ca. 82 %.

Tabelle 5.9: Intercoder-Übereinstimmung für die beiden Erklärungen zur Elektrizitätslehre und nach Statusgruppen getrennt.

Gruppe	Erklärung E_{nah}	Erklärung E_{dist}
Studierende	82,82 %	78,10 %
Lehrkräfte	86,36 %	85,86 %
Didaktiker*innen	76,74 %	82,87 %

Das finale Kategoriensystem zu den Beurteilungskriterien umfasst neun Oberkategorien mit insgesamt 33 Kategorien und ist in Anhang B.3.3 auf S. 237 abgebildet. Im Gegensatz zu allen anderen Oberkategorien werden Sprech- und Körperausdruck sowie Persönlichkeitswirkung nicht weiter unterteilt. In allen Kategorien wird jedoch zusätzlich zwischen positiver und negativer Ausprägung der Bemerkung unterschieden. Eine detaillierte Beschreibung des Kategoriensystems erfolgt im Rahmen der Ergebnisdarstellung in Abschnitt 6.1.5 (S. 123 ff.).

Statistische Verfahren

Die Auswertung der quantitativen Daten aus Fragebogen- und Interviewstudie erfolgte mit Hilfe der Statistiksoftware R.

Um die systematische Unterschiedlichkeit zweier Mittelwerte zu untersuchen, wird der *t-Test* eingesetzt. In dieser Studie werden sowohl Daten verschiedener Personengruppen (Vergleich zwischen den verschiedenen Statusgruppen) als auch derselben Personengruppen zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Vergleich der Bewertung der

sechs Erklärungen der Teilnehmenden) verglichen. Daher kommen t-Tests für unabhängige und für abhängige Stichproben (gepaarter t-Test) zum Einsatz. Prinzipiell unterscheiden sich beide Verfahren nur darin, dass beim gepaarten t-Test die Abhängigkeit der Stichproben berücksichtigt wird. Für beide Verfahren gelten nach Rasch, Friese, Hofmann und Naumann (2014) dieselben drei Voraussetzungen: das untersuchte Merkmal ist intervallskaliert sowie in der Population normalverteilt und es gilt Varianzhomogenität (S. 59). Die Varianzhomogenität wird bei der Auswertung der Daten mit Hilfe von Levene-Tests überprüft. In verschiedenen Studien konnte jedoch bereits gezeigt werden, dass die t-Tests gegenüber Verletzungen dieser Voraussetzungen robust sind (Bortz & Schuster, 2010, S. 122; Rasch et al., 2014, S. 60). Problematisch wird die Berechnung von t-Tests vor allem dann, wenn viele Analysen gleichzeitig vorgenommen werden. Aufgrund der sogenannten Alpha-Fehler-Kumulierung steigt die Fehlerwahrscheinlichkeit mit jedem zusätzlichen Vergleich stark an (Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2010, S. 3). Beim Vergleich der Gruppen untereinander (Forschungsfrage 2) ist es für die Auflösung der Ergebnisse dennoch notwendig, einzelne t-Tests zu berechnen. Um die Fehlerwahrscheinlichkeit zu minimieren, wird hierbei die post-hoc Bonferroni-Korrektur zur Anpassung des Signifikanzniveaus angewandt (Field, Miles & Field, 2012, S. 428-432).

Als Maß für die Effektstärke der durch die t-Tests berechneten signifikanten Unterschiede wird das partielle Eta-Quadrat η_p^2 verwendet. Dieses wird von Rasch et al. (2014) insbesondere für die Analyse abhängiger Stichproben empfohlen. Dieses Effektstärkemaß beschreibt „den Anteil der aufgeklärten Varianz auf der Stichprobenebene“ (ebd., S. 92), wobei auch die Stärke der Abhängigkeit in die Berechnung mit eingeht. Nachteil ist jedoch, dass aufgrund der einbezogenen Abhängigkeiten die berechneten Effektstärken nicht mit denen anderer Stichproben verglichen werden können (ebd.).

Für die zeitgleiche Untersuchung mehrerer Mittelwerte auf Unterschiedlichkeit wird auch die *Varianzanalyse* verwendet. Da in dieser Studie verschiedene Personengruppen mehrere Erklärungen bewerten mussten, wird hier auf die Varianzanalyse mit gemischtem Design zurückgegriffen. Dies erlaubt es gleichzeitig den Einfluss eines Zwischensubjektfaktors (Gruppenzugehörigkeit oder Fragebogenversion) und eines weiteren Innersubjektfaktors (Messwiederholungsvariable wie die Sprachkonzeption der Erklärung oder die Abfolge der Erklärvideos im Fragebogen) auf die Bewertung der Erklärung zu berechnen. Wie bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse wird jeweils der Einfluss der Subjektfaktoren auf die abhängige Variable ‚Bewertung der Erklärung‘ sowie die Wechselwirkung (Interaktion) der beiden Faktoren berechnet (Innersubjektfaktor x Zwischensubjektfaktor; Rasch et al., 2010, S. 132 ff.). In dieser Arbeit wird die Varianzanalyse dafür verwendet, den Reihenfolgeeffekt der Erklä-

5 Konzeption und Durchführung der Studie

rungen im Fragebogen auszuschließen und die Unterschiedlichkeit der Bewertungen der Gruppen (global und skalengeleitet) zu untersuchen (FF2). Da die Varianzanalyse hier lediglich auf Unterschiedlichkeit der Gruppenergebnisse testet, gefundene Unterschiede jedoch nicht weiter auflöst, werden im Anschluss an diese Analyse die oben genannten t-Tests mit Bonferroni-Korrektur gerechnet.

Als Voraussetzung für die Varianzanalyse gelten die gleichen Bedingungen wie auch beim t-Test. Neben der Varianzhomogenität muss hierbei jedoch auch die Homogenität der Kovarianzen gegeben sein („compound symmetry“, Bühner & Ziegler, 2017, S. 506). Statt beider Homogenitäten kann mit Hilfe des Mauchly-Tests auch die *Sphärizität* getestet werden. Die Sphärizität (oder auch Zirkularität) beschreibt die Gleichheit der Varianzen aller paarweisen Differenzen zwischen den Messwiederholungen und gilt als Voraussetzung der ANOVA mit Messwiederholung. Bei Verletzung der Sphärizität werden die Werte für die Freiheitsgrade df und die Wahrscheinlichkeit p der F-Statistik korrigiert (vgl. Bühner & Ziegler, 2017, S. 506). Die Art der Korrektur richtet sich dabei nach dem durch den Mauchly-Test ausgegebenen Korrekturfaktor ϵ . Ist dieser kleiner als 0.75, wird die Greenhouse-Geisser-Korrektur verwendet. Ist ϵ größer als 0.75 wird eine ANOVA mit Huynh-Feldt-Korrektur berechnet (Field et al., 2012, S. 554). Insgesamt ist auch die Varianzanalyse im Allgemeinen robust gegenüber Verletzungen der Normalverteilung und Varianzhomogenität (Rasch et al., 2014, S. 49). Da die Stichprobengröße der vier Gruppen jedoch variiert (siehe Abschnitt 5.3.6, S. 81), wird bei Verletzung der Sphärizität dennoch ein Korrekturverfahren angewandt.

Des Weiteren kommen bei der Datenanalyse *linear gemischte Modelle* zum Einsatz. Diese werden zum einen dafür verwendet, den Lernzuwachs der Schüler*innen im Wissenstest zu überprüfen (Forschungsfrage 1). Zum anderen wird mit Hilfe dieser Modelle auch der Einfluss der Skalen auf die Bewertung der Erklärungen in den einzelnen Gruppen untersucht (Forschungsfrage 4). In beiden Fällen gilt es zu berücksichtigen, dass die Daten eine hierarchische Struktur aufweisen und auf mehreren Ebenen gruppiert werden können. Bei den Wissenstests sind die Daten nach Vor- und Nachtestergebnissen der einzelnen Personen (Ebene 1 – unterschiedliche Zeitpunkte der Messung) sowie entsprechend der Gruppeneinteilung (Ebene 2 – A: Test zu nahesprachlichen Erklärungen, B: Test zu distanzsprachlichen Erklärungen) gruppiert. Die Analyse der Testdaten mit dem linear gemischten Modell (R: lmer linear mixed-effects modell) erlaubt die zeitgleiche Auswertung der Daten auf beiden Ebenen.

Der Einfluss der untersuchten Skalen auf die Bewertung der Erklärungen in den verschiedenen Statusgruppen soll unabhängig vom betrachteten Video untersucht werden. Die hierarchische Struktur der Daten ergibt sich einerseits aus der Gruppie-

rung der Personen in Statusgruppen mit Zuordnung der Schüler*innen in einzelne Schulklassen. Andererseits bewertet jede Person insgesamt sechs Erklärungen, wobei für die videounabhängige Analyse die Daten strukturiert zusammengefasst werden. Die aufbereiteten Daten werden anschließend einer hierarchisch linearen Regressionsanalyse unterzogen. Die unstandardisierten Regressionskoeffizienten β geben dabei die Stärke des Zusammenhangs zwischen den unabhängigen Variablen (untersuchte Skalen) und der abhängigen Variable (Globalnote) an. Die berechnete Intraklassenkorrelation (ICC) drückt aus, inwiefern die durch die Regression aufgeklärten Varianzen durch die Gruppenzugehörigkeit oder die einzelnen Skalen bedingt sind. Ein ICC-Wert von 1 bedeutet, dass die aufgeklärte Varianz auf Unterschiede innerhalb der untersuchten Gruppe zurückzuführen ist. Die einzelnen Skalen spielen dann keine Rolle mehr für die Varianzaufklärung. Im Gegensatz dazu bedeutet ein ICC-Wert von 0, dass die gesamte Varianzaufklärung auf die einzelnen Skalen zurückzuführen ist, während die Gruppenzugehörigkeit keine Rolle spielt (vgl. Eid, Gollwitzer & Schmitt, 2015, S. 727 ff.). Neben der Intraklassenkorrelation wird mit Hilfe des Bestimmtheitsmaßes R^2 für die einzelnen Regressionsmodelle auch die jeweilige Varianzaufklärung berechnet. R^2 gibt dabei den Anteil der Varianz an der Gesamtvarianz an, der durch die im Modell berücksichtigten Variablen erklärt wird ($0 < R^2 < 1$). Die Interpretation erfolgt in Anlehnung an Cohen (1988, S. 412 ff.), wobei $R^2 \geq 0.02$ eine geringe Varianzaufklärung, $R^2 \geq 0.13$ eine mittlere Varianzaufklärung und $R^2 \geq 0.26$ eine hohe Varianzaufklärung bedeutet. Bei der Berechnung des Bestimmtheitsmaßes für gemischte Modelle erhält man in R zwei unterschiedliche Werte. Das marginale R^2 gibt dabei die Varianz an, bei der nur feste Effekte berücksichtigt werden, während bei der Berechnung des konditionalen R^2 neben den festen auch die variablen Effekte berücksichtigt werden (Nakagawa & Schielzeth, 2013). Im Rahmen dieser Studie werden nur feste Effekte untersucht, weshalb hier vor allem die Werte des marginalen R^2 verglichen werden. Der Vollständigkeit halber werden bei den Ergebnissen zusätzlich die Werte für das konditionale R^2 angegeben.

5.4 Interviewstudie

Wie bereits erörtert, wurde im Schülerfragebogen zugunsten eines Wissenstests auf die Urteilsbegründung verzichtet. Die ergänzend durchgeführte Interviewstudie bietet die Möglichkeit, einen Einblick in die von den Schülerinnen und Schülern zur Einschätzung der Erklärqualität verwendeten Kriterien zu erlangen. Im Fokus der Interviewstudie steht jedoch insbesondere die Frage, inwiefern Schülerinnen

5 Konzeption und Durchführung der Studie

und Schüler die variierten Aspekte der sprachlichen Konzeption von Erklärungen wahrnehmen können. Dabei wird untersucht, inwieweit diese Wahrnehmung das Bewusstsein der Lernenden erreicht und somit auch konkret formulierbar wird.

Wie in Tabelle 5.10 dargestellt, besteht die Interviewstudie aus zwei Teilen. In Teil 1 wird zunächst quantitativ der Sprachstand der Schülerinnen und Schüler erhoben, bevor diese eine Kurzfassung des Fragebogens aus der Fragebogenstudie bearbeiten. Im qualitativen Teil 2 der Studie folgt ein leitfadengestütztes Interview mit den Lernenden.

Tabelle 5.10: Aufbau der Interviewstudie bestehend aus zwei Teilen. Quantitativer Teil 1 mit Sprachtest und Kurzversion des Fragebogens zur Erklärqualität. Qualitativer Teil 2 mit Leitfadeninterview.

Interviewstudie Teil 1		
Sprachtest	Wortschatztest KFT-V1	
	Lesegeschwindigkeits- und verständnistest LGVT	
Fragebogen	 2 Erklärungen à ca. 3 Minuten	Globalurteil zur wahrgenommenen Qualität der Erklärung
		Sprachliche Konzeption (15 Items) Sprech- & Körperausdruck (3 Items) Persönlichkeitswirkung (1 Item)
Interviewstudie Teil 2		
Leitfaden- Interview	Begründung des Globalurteils	
	Allgemeine Fragen bezüglich der Gestaltung der Erklärungen aus dem Fragebogen	
	Spezifische Fragen zur sprachlichen Konzeption der Erklärungen	

Im Folgenden werden zunächst die verwendeten Messinstrumente zur Erhebung des Sprachstands, die Kurzversion des Fragebogens zur Einschätzung der Erklärqualität sowie die Erstellung des Interviewleitfadens beschrieben. Daran anknüpfend folgt eine Darstellung der Transkriptionsprinzipien und der für die Auswertung verwendeten Methoden.

5.4.1 Erhebung des Sprachstands

Im Fokus der Interviewstudie steht wie bei der Fragebogenstudie der variierte sprachliche Aspekt der Erklärungen. Untersucht wird, ob die sprachlichen Unterschiede zwischen den Erklärungen von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen werden können und inwiefern diese Unterschiede im Anschluss sprachlich abrufbar sind. Die sprachlichen Fähigkeiten und insbesondere der Sprachstand der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler könnten sich in diesem Zusammenhang als bedeutungsvoll erweisen. Um zu klären, inwiefern der Sprachstand als Indiz für die Wahrnehmung und Formulierbarkeit der sprachkonzeptionellen Aspekte gelten kann, wird zu Beginn der Interviewstudie ein Sprachtest durchgeführt. Mit Hilfe der hierfür verwendeten Tests soll ein Eindruck des aktuellen Sprachstands der Schülerinnen und Schüler gewonnen werden. Der Sprachstand ist dabei als Momentaufnahme des Sprachaneignungsprozesses zu verstehen, wobei sowohl der Sprachstand, als auch die ihm zugrundeliegende Sprache vielfältig und komplex sind (Ehlich, 2009b). Wie Döll, Roth und Siemon (2009) beschreiben, kann die Sprachkompetenz und somit auch der Sprachstand an den sprachdidaktischen Feldern orientiert beschrieben werden. Als objektiver Bezugspunkt dienen laut den Autoren Wortschatz und Grammatik. Gleichzeitig gilt das „didaktische Quartett Hörverstehen, Lesen, Sprechen und Schreiben“ (S. 71) als subjektiver Bezugspunkt für den Sprachstand. Im Rahmen der Interviewstudie hören die Teilnehmenden Erklärungen, weshalb hier vor allem das Hörverständnis (subjektiver Bezugspunkt) bedeutungsvoll erscheint. Um die Erklärungen im Anschluss bewerten zu können, müssen die Teilnehmenden dem Text der Erklärungen auch folgen können. Für das Textverständnis im Allgemeinen bildet der Wortschatz (objektiver Bezugspunkt) eine wichtige Voraussetzung (vgl. Perfetti, 1985). Aus diesem Grund erscheint auch der Einsatz eines Wortschatztests sinnvoll. Aus Gründen der Testökonomie soll die Sprachstandserhebung insgesamt möglichst kurz und schnell durchführbar sein, weshalb die Anzahl der Tests auf zwei begrenzt wird. Um dennoch die Aussagekraft hoch zu halten, wird auf normierte Tests zurückgegriffen. Ein direkter Vergleich unterschiedlicher Tests zeigt, dass die Durchführungsdauer bei Lesetests deutlich geringer ausfällt als bei Hörverständnistests. Zwar werden die Erklärungen in dieser Studie gehört und nicht gelesen, jedoch konnten Behrens, Böhme und Krelle (2009) in einer Studie zur Evaluation der Bildungsstandards für das Fach Deutsch eine hohe Korrelation von 0.74 zwischen Lesen und Zuhören zeigen. Aufgrund dieser Korrelation wurde anstelle eines Hörverständnistests ein zeitlich kürzerer Lesetest eingesetzt. Nachfolgend werden die beiden ausgewählten Tests zur Erhebung des Sprachstands näher erläutert.

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Wortschatztest

Als Wortschatztest wurde die entsprechende Subskala V1 aus dem Kognitiven Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen (KFT) verwendet. Bei dieser Subskala V1 muss zu je einem gegebenen Wort „aus einer Reihe von fünf weiteren Wörtern dasjenige [gefunden werden], das am ehesten zu dem gegebenen Wort passt (Oberbegriff oder Synonym)“ (Heller & Perleth, 2000, S. 10). Die Lösungen werden auf einem gesonderten Antwortbogen markiert. Die Durchführungsdauer für die 25 Aufgaben der V1-Subskala ist mit 11 Minuten angegeben: 4 Minuten für die Testanweisung und 7 Minuten für die Bearbeitung (Heller & Perleth, 2000, S. 111-113). Der KFT liegt in den parallelen Formen A und B vor. Zur höheren Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei der geringen Stichprobe dieser Studie wurde lediglich Version A verwendet. Die Reliabilität der Subskala V1 ist für die zehnte Jahrgangsstufe mit einer internen Konsistenz (Kuder-Richardson-Formel 20) und der kombinierten Re- und Paralleltestreliabilität von jeweils 0.69 angegeben (ebd., S. 19-21). Die Schwierigkeits- und Trennschärfeindizes der einzelnen Aufgaben sowie Kennwerte zur Validität der gesamten Subskala V1, die mit Kriteriums-, Konstrukt und faktorieller Validität überprüft wurde, können im Manual zum KFT nachgelesen werden (Heller & Perleth, 2000, S. 15-16, S. 27-47).

Lesetest

Mit dem hier eingesetzten Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest für die Klassen 6–12 (LGVT 6–12) lässt sich das „Leseverständnis von Schülerinnen und Schülern auf der Textebene direkt und über die Lesegeschwindigkeit indirekt überprüfen“ (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007, S. 5). Hierzu lesen die Lernenden einen Fließtext aus 1.727 Wörtern. An insgesamt 23 über den Text verteilten Stellen muss aus je drei Antwortalternativen ein zum Text passendes Wort ausgewählt werden. Mit Hilfe der Anzahl richtig ausgewählter Wörter lässt sich das Leseverständnis auf direktem Weg überprüfen. Indirekt erfolgt die Prüfung über die Lesegeschwindigkeit, welche hier durch die Anzahl gelesener Wörter in der Bearbeitungszeit definiert wird. Die Gesamtdauer des Tests ist mit ca. 10 Minuten angegeben, wobei 5-6 Minuten für die standardisierte Instruktion und 4 Minuten für die Bearbeitung benötigt werden (ebd., S. 12). Aufgrund der standardisierten Instruktion, der Vorgabe für die Auswertung und der Vergleichsmöglichkeit des Ergebnisses mit einer Normstichprobe weist der Test einen hohen Grad an Objektivität auf. Die Retestreliabilität liegt mit 0.87 für das Leseverständnis und 0.84 für die Lesegeschwindigkeit ebenfalls in einem guten Bereich. Die Kennwerte und Beschreibungen für die kriterienbezogene Validität können ebenso wie die Itemkennwerte der 23 Textergänzungsaufgaben im Manual zum Test nachgelesen werden (Schneider et al., 2007, S. 13-19).

5.4.2 Einschätzung der Erklärqualität

Um die Ergebnisse der Interviewstudie in Relation zu den Ergebnissen der Fragebogenstudie setzen zu können, wurde eine verkürzte Version des Fragebogens aus Abschnitt 5.3.4 eingesetzt. Aus zeitlichen Gründen wurde die gesamte Interviewstudie auf einen der drei in der Fragebogenstudie bearbeiteten Themenbereiche (Elektrizitätslehre) beschränkt. In der Kurzversion des Fragebogens sahen die Schülerinnen und Schüler zunächst die nähesprachliche Erklärung und bewerteten diese mit einer Schulnote (1 + bis 6 -). Im Vergleich zur Fragebogenstudie erfolgte die skalengeleitete Einschätzung der Erklärung direkt im Anschluss an die Notenvergabe. Dabei sollten die Teilnehmenden die Erklärqualität in den 15 Items zur sprachlichen Konzeption aus der Vollversion sowie in drei Items zum Sprech- und Körperausdruck und einem Item zur Persönlichkeitswirkung einschätzen. Aus dem Bereich des Sprech- und Körperausdrucks wurden die Items zur Sprechgeschwindigkeit, zur Sprechpausensetzung und der Zugewandtheit zu den Adressaten gewählt. Aus dem Bereich der Persönlichkeitswirkung wurde das Item zur Sympathie in die Kurzversion aufgenommen. Um die Bearbeitungsdauer der Kurzversion möglichst gering zu halten, musste die Itemzahl insgesamt stark reduziert werden. Es wurden daher zusätzlich zu den Items der sprachlichen Konzeption nur diejenigen Items der anderen Skalen als Kontrollvariablen verwendet, bei denen eine Korrelation mit Aspekten der sprachlichen Konzeption angenommen werden kann. Sprechgeschwindigkeit und Pausensetzung beeinflussen die gefühlte Informationsdichte und Verständlichkeit der Erklärung. So können sie ebenfalls die erforderliche Konzentration des Zuhörenden während der Erklärung mitbestimmen und daher in Zusammenhang mit dem Grad der Elaboriertheit stehen. Die körperliche Zugewandtheit den Adressaten gegenüber kann hingegen mit der sprachlichen Nähe aus dem Aspekt der Kommunikationsbedingungen korrelieren. Die empfundene Sympathie des Lehrers in der Erklärung kann wiederum Einfluss auf die empfundene Nähe/Distanz aufweisen, weshalb auch dieses Item als Kontrollvariable eingefügt wurde. Nach Beantwortung der Items zur nähesprachlichen Erklärung erfolgte derselbe Durchlauf für die distanzsprachliche Erklärung. Auch die Kurzversion des Fragebogens wurde als computergestützte Einzelbefragung durchgeführt.

5.4.3 Qualitatives Interview

Für den qualitativen Teil der Studie wurde die Methode des fokussierten Leitfadenterviews (Schreier, 2013) gewählt. Der Vorteil solch halbstandardisierter Interviewformen besteht darin, dass ein Leitfaden mit vorgegebenen Aspekten als Anhaltspunkt für den Interviewer existiert. Zum einen kann damit im Verlauf des Gesprächs sichergestellt werden, dass alle relevanten Aspekte angesprochen werden. Zum anderen kann durch den Einsatz eines Leitfadens mit vorgegebenen Aspekten eine gewisse Vergleichbarkeit der einzelnen Interviews untereinander sichergestellt werden. Gleichzeitig ist jedoch die Reihenfolge, in der die einzelnen Aspekte des Leitfadens angesprochen werden, variabel und kann daher an die individuelle Gesprächssituation angepasst werden (Schreier, 2013; Friebertshäuser & Langer, 2010). Ein weiterer Vorteil im Vergleich zu standardisierten Interviewformen ist, dass bei den halbstandardisierten Formen keine vorgefertigten Antwortmöglichkeiten existieren. Die Interviewten können folglich „ihre Ansichten und Erfahrungen frei artikulieren“ (Hopf, 1995, S. 177). Bereits im Rahmen des Kurzfragebogens zur Einschätzung der Erklärqualität sahen die Teilnehmenden die zwei Erklärungen zur Elektrizitätslehre (nähesprachlich und distanzsprachlich) aus der oben beschriebenen Fragebogenstudie (vgl. hierzu Abschnitt 5.3.1). Die Erklärungen bzw. der Vergleich beider Erklärungen bilden dann den Fokus des Gesprächs und stellen die Gemeinsamkeit aller Interviewten dar, was als Voraussetzung für ein fokussiertes Interview gegeben sein muss (vgl. hierzu auch Lamnek & Krell, 2016; Friebertshäuser & Langer, 2010; Hopf, 1995).

In Anlehnung an die Empfehlungen von Reinders (2016) gliedert sich der Interviewleitfaden in Aufwärm-, Haupt und Abschlussphase. Zum Einstieg in das Interview wurden die Schülerinnen und Schüler gebeten, kurz wiederzugeben, um was es in den beiden Erklärungen ging und inwiefern sich die Erklärungen aus ihrer Perspektive voneinander unterscheiden. Dabei wurde entsprechend der Reihenfolge im Fragebogen die nähesprachlich konzipierte Erklärung als *Erklärung 1*, die distanzsprachliche Erklärung als *Erklärung 2* bezeichnet. Mit diesen ‚Aufwärmfragen‘ sollten sich die Interviewten an die Gesprächssituation gewöhnen. Gleichzeitig konnte ein erster Eindruck davon gewonnen werden, welche Aspekte der Erklärungen von den einzelnen Schülerinnen und Schülern wahrgenommen wurden.

Der anschließende Hauptteil des Interviews ist in zwei Abschnitte gegliedert. Zunächst werden allgemeine Fragen zur Bewertung der Erklärungen gestellt. Ziel ist es, die Bewertungskriterien der Schülerinnen und Schüler zu erfragen. Zudem dient dieser Abschnitt dazu, herauszufinden, welche Merkmale und Kriterien für die Lernenden eine gute Erklärung ausmachen. Als Übergang zu Abschnitt 2, der sich mit kon-

kreten Fragen zu den einzelnen Aspekten der sprachlichen Konzeption befasst, dient eine zusätzliche Erklärung (Skript in Anhang B.1 ab S. 219). Diese stellt bezüglich der Sprachkonzeption eine Kreuzversion der ersten beiden Elektrizitätslehre-Erklärungen dar. Dabei wurden die beiden sprachlichen Aspekte Kommunikationsbedingungen (KB) und Grad der Elaboriertheit (GE) distanzsprachlich umgesetzt, während der inhaltliche Aufbau der Erklärung (VW) die nähesprachliche Vorgehensweise ‚Konkret – Abstrakt‘ aufweist. Mit dieser Erklärung sollte getestet werden, inwiefern sich eine Auflösung der in Abschnitt 5.2 beschriebenen Konfundierung zwischen sprachlicher Darstellung und inhaltlichem Aufbau auf die Wahrnehmung der Erklärung auswirkt (vgl. S. 59). Die dritte Erklärung sollte zunächst mit den ersten beiden Erklärungen verglichen werden. Anschließend waren die Teilnehmenden aufgefordert, die drei Erklärungen in eine Reihenfolge bezüglich des Gefallens (‚Gefällt mir am Besten‘ – ‚Gefällt mir am Wenigsten‘) zu bringen und ihre Entscheidung zu begründen. Damit sollte die Kreuzversion (Erklärung 3) auch zur Klärung der Frage beitragen, ob für die Lernenden die sprachlichen Aspekte (KB und GE) oder der strukturelle Aspekt der sprachlichen Konzeption größere Bedeutung für die Einschätzung der Erklärqualität haben. Die Fragen im zweiten Interviewteil beziehen sich konkret auf die drei Aspekte der sprachlichen Konzeption (KB, VW, GE) und deren Auswirkung auf die Erklärqualität. Um den Interviewten den Zugang zu diesen abstrakten Aspekten zu erleichtern, wurden zu jedem Fragekomplex vergleichbare Ausschnitte wie beispielsweise die Einleitungen oder die Beschreibungen des Experiments aus den Erklärungen 1 und 2 ausgewählt. Diese wurden den Teilnehmenden in gedruckter Form als Text vorgelegt (vgl. Anhang B.2 - Abschnitt *Textausschnitte aus den Erklärungen* ab S. 227) und sollten begründet den Erklärungen zugeordnet werden. So sollte auch eine Besprechung dieser Aspekte mit Schülerinnen und Schülern ermöglicht werden, die diese Aspekte in den mündlichen Erklärungen nicht wahrnehmen konnten. Die Ausschnitte wurden durchnummeriert, um eine spätere Zuordnung in den Transkripten zu ermöglichen. Zu jedem Themenblock wurden Leitfragen (im Leitfaden schwarz) sowie mögliche Zusatz- und Ergänzungsfragen (im Leitfaden in grau) formuliert (vgl. Leitfaden in Anhang B.2). Diese Zusatzfragen dienen dem Nachhaken, Vertiefen oder Ergänzen und werden im Interview nur dann gestellt, wenn die befragte Person die Aspekte nicht von sich aus nennt oder die Äußerungen der Person Anlass geben, in dieser Richtung konkret nachzuhaken.

Zum Abschluss des Interviews erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, ihnen wichtige Aspekte zu nennen, die im vorangegangenen Gespräch ihrer Meinung nach nicht oder nur zu kurz besprochen wurden.

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Das Leitfadeninterview wurde jeweils als letzter Teil der Studie als Einzelbefragung durchgeführt. Nach einer kurzen standardisierten Einleitung, in der die Rahmenbedingungen des Interviews beschrieben und noch einmal die Freiwilligkeit der Teilnahme betont wird, erfolgte das ca. halbstündige Interview. Dieses wurde mit Hilfe eines digitalen Audiorekorders aufgezeichnet. Der Interviewleitfaden inklusive Beschreibung und Einleitungstext befindet sich in Anhang B.2 ab S. 221.

5.4.4 Stichprobe und Durchführung

Nach entsprechender Genehmigung der Studie durch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus sowie dem Einverständnis der Schulen durch Schulleitung und Elternbeirat, wurde die Interviewstudie mit $N = 8$ Schülerinnen und Schülern im Alter zwischen 15 und 16 Jahren durchgeführt (vgl. Tab. 5.11). Zuvor wurden zudem schriftliche Einverständniserklärungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler und deren Erziehungsberechtigten eingeholt. Die Teilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis, wobei den Schülerinnen und Schülern zu jeder Zeit der Erhebung ein Abbruch der Teilnahme offen stand. Die Erhebung erfolgte unter Berücksichtigung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen (DSGVO), wobei die personenbezogenen Daten anonymisiert wurden. Die einzelnen Erhebungsinstrumente wurden hierzu jeweils mit einem, von den Schülerinnen und Schülern nach bestimmten Vorgaben generierten Code versehen, um eine eindeutige Zuordnung der Einzelteile im Anschluss zu ermöglichen. Die Erhebungsinstrumente durften bei der Durchführung nicht von dem beim Ministerium vorgelegten Muster abweichen.

Tabelle 5.11: Überblick über die Stichprobe der Interviewstudie ($N = 8$)

	N	Geschlecht w/m	Jgst. & Schulart	Alter M (SD)
Schüler*innen	8	4/4	10 GY	15,38 (0.52)

Bem.: Jgst.: Jahrgangsstufe; GY: Gymnasium; M: Mittelwert, SD: Standardabweichung

Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler entstammen vier verschiedenen Klassen der zehnten Jahrgangsstufe aus zwei bayerischen Gymnasien. Aus jeder Klasse wurden je eine Schülerin und ein Schüler gewählt. Um die Untersuchungsbedingungen für alle Teilnehmenden vergleichbar zu gestalten, wurden die Befragungen

außerhalb des regulären Unterrichts an den jeweiligen Schulen durchgeführt. Die Durchführung in einer für die Schülerinnen und Schüler gewohnten Umgebung ist zudem vorteilhaft für die Atmosphäre während des Interviews. Mit ca. 23 Minuten für den Testteil und durchschnittlich 27 Minuten (26:56 Min; $SD = 3:40$ Min) für das Interview beläuft sich die Durchführungsdauer der gesamten Interviewstudie auf ca. 50 Minuten. Die Test- und Interviewleiterin war in allen acht Fällen dieselbe. Für alle Schülerinnen und Schüler fand die Studie als Einzelbefragung statt, wobei die Reihenfolge der Teilerhebungen nicht variierte.

5.4.5 Auswertungsmethoden Interview

Transkription

Zur weiteren Analyse wurden in einem nächsten Schritt die Audioaufzeichnungen der Interviews transkribiert⁵. In Anlehnung an das *Gesprächsanalytische Transkriptionssystem 2 (GAT 2)* von Selting et al. (2009) wurden mit Hilfe der Transkriptionssoftware *f4transkript*⁶ Minimaltranskripte erstellt. Für die Auswertung sind ausschließlich inhaltlich-thematische Aspekte der Interviewgespräche von Relevanz. Daher wird der genaue Wortlaut der Redebeiträge wörtlich (nicht lautschriftlich) in Standardsprache erfasst. Zur besseren Lesbarkeit wird Dialekt geglättet. Umgangssprachliche Wendungen sowie syntaktisch fehlerhafte Satzformen werden jedoch beibehalten. Die befragende Person (Interviewer) wird durch „I“ gekennzeichnet, die Schülerinnen und Schüler mit einem „S“ gefolgt von einer dem Interview entsprechenden Nummer (bspw. „S1“ im Interview 1). Nach dem Sprecherkürzel wird die Zeitmarke aus der Audiodatei gesetzt, zu welcher die folgende Aussage beginnt (Bsp.: # 00:03:15-2 #). Die Transkripte werden in genereller Kleinschrift verfasst (Selting et al., 2009, S. 358). Entgegen der Vorgaben von Selting et al. (2009) erfolgt eine vereinfachte Interpunktion⁷, um die Lesbarkeit zu erhöhen und wenn nötig einzelne Sätze unterscheiden zu können. Zahlwörter werden prinzipiell ausgeschrieben, außer es handelt sich um die konkrete Benennung der Erklärung 1, 2 oder 3. Aussagen Dritter, eigene Gedanken sowie vorgelesene Textauszüge werden in Anführungszeichen gesetzt. Solange den Gesprächsverlauf stützende Signale und Äußerungen (Backchanneling) wie *mhm*, *aha* oder *ok* den Redefluss des Gesprächspartners nicht unterbrechen und keine inhaltliche Aussage haben, werden sie nicht transkribiert.

⁵Die Gesamttranskripte zu den einzelnen Interviews können auf Nachfrage bei der Autorin dieser Arbeit eingesehen werden.

⁶Transkriptionssoftware von audiotranskription – Dr. Dresing & Pehl GmbH

⁷Es werden lediglich Punkte und Fragezeichen verwendet.

5 Konzeption und Durchführung der Studie

Das zur Transkription verwendete Zeicheninventar ist in Tabelle 5.12 zusammengefasst und mit Beispielen aus den Transkripten versehen.

Tabelle 5.12: Überblick über das zur Transkription verwendete Zeicheninventar

Zeichen	Beschreibung	Beispiel
Großbuchstaben	extreme Betonung	<i>er hat gesagt WIR oder IHR sollt darauf achten</i>
Buchstabenwiederholung	extreme Dehnung des Worts	<i>der hat das nicht sooo genau erklärt</i>
(.) (..) (...)	Kurze Pausen mit 1-3 Sekunden	<i>...mit einer eins minus bewertet (..) da sie meiner meinung nach...</i>
(4)	Pausen länger als 3 Sekunden, mit Zeitangabe	<i>ja eigentlich (5) ja eigentlich schon...</i>
/	Wort-, Satzabbrüche	<i>ich hab nat/ ich hab alles verstanden</i>
(())	nonverbale Äußerungen, Gesten etc.	<i>((lacht)), ((deutet auf...))</i>
(())	Anmerkungen	<i>((es gongt)), ((gemeint ist...))</i>
[]	Einwürfe des Interviewpartners	<i>dann würde ich das bevorzugen [das zweite] also es...</i>
mhm	bejahender Fülllaut	<i>mhm genau</i>
hm	verneinender Fülllaut	<i>hm nö eigentlich nicht</i>
ähm	Verzögerungssignal (Stellvertretend für äh, öh etc.)	<i>schüler die ähm die diesen themenbereich...</i>

Kategoriensystem

Zur Beantwortung der Frage nach den Bewertungskriterien bezüglich der Erklärqualität von Seite der Schülerinnen und Schüler sollen die Interviewdaten mit Hilfe eines Kategoriensystems analysiert werden. Da die Fragestellung inhaltlich der qualitativen Frage aus der Fragebogenstudie entspricht, erschien eine Verwendung des im Rahmen der Fragebogenstudie entwickelten Kategoriensystems möglich. Berücksichtigt werden muss dabei jedoch die Tatsache, dass bei der Erstellung des Kategoriensystems keine Schülerantworten verwendet wurden. Zunächst wurden für die Auswertung in den Transkripten diejenigen Textstellen markiert, in welchen Aussagen zu Qualitätskriterien getroffen wurden. Zu Beginn des Interviews wurde konkret die Frage nach den Bewertungskriterien gestellt. Jedoch wurden auch im weiteren Verlauf des Interviews von den Interviewten Kriterien genannt. Die ausgewählten Textstellen

wurden anschließend codiert, wobei sich das Kategoriensystem für die Auswertung der Schülerinterviews als geeignet erwies und nicht verändert werden musste. Für die Beantwortung der Frage, inwiefern Schülerinnen und Schüler die variierten Aspekte der sprachlichen Konzeption von Erklärungen wahrnehmen können, wurde ein weiteres, an der Fragestellung orientiertes Auswertungssystem entwickelt (vgl. Tabelle 5.13). Dieses erlaubt eine zweistufige Auswertung der Interviews.

Tabelle 5.13: Zweistufiges Auswertungssystem für die Interviews

Nehmen die Schülerinnen und Schüler den Unterschied in der sprachlichen Konzeption zwischen den Erklärungen wahr?	
Während der mündlichen Erklärung	ja nein
Mit Hilfe der Textauszüge	ja nein
Inwiefern können die Schülerinnen und Schüler die wahrgenommenen Unterschiede auf die variierten Aspekte der sprachlichen Konzeption zurückführen?	
Während der mündlichen Erklärung	Kommunikationsbedingungen Vorgehensweise Grad der Elaboriertheit Gar nicht
Mit Hilfe der Textauszüge	Kommunikationsbedingungen Vorgehensweise Grad der Elaboriertheit Gar nicht

Zunächst steht auf allgemeiner Ebene die Frage im Vordergrund, ob die Schülerinnen und Schüler den Unterschied in der sprachlichen Konzeption der Erklärungen wahrnehmen können. Wie in Tabelle 5.13 dargestellt, wird hierbei unterschieden, ob die Variation bereits während des Hörens der Erklärungen oder erst mit Hilfe der schriftlichen Textauszüge wahrgenommen wird. In beiden Kategorien ist auf dieser Ebene jeweils nur eine dichotome Möglichkeit der Kategorisierung (ja/nein) gegeben. Anschließend wird auf einer konkreteren Ebene die Frage beantwortet, inwiefern die Schülerinnen und Schüler die wahrgenommenen Unterschiede auf die Aspekte der sprachlichen Konzeption zurückführen können. Auch hier wird für jeden Aspekt ein-

5 Konzeption und Durchführung der Studie

zeln betrachtet, ob dieser bereits nach den mündlichen Erklärungen benannt werden kann, oder erst durch Analyse der schriftlichen Textauszüge.

Durch das zweistufige System können auch Fälle beschrieben werden, die zwar einen Unterschied zwischen den Erklärungen wahrnehmen, diesen jedoch nicht konkretisieren oder benennen können. Mit Hilfe des Auswertungssystems werden für alle Teilnehmenden Fallanalysen erstellt, die anschließend verglichen werden können.

6 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse entsprechend der beiden Teilstudien in zwei Abschnitte gegliedert dargestellt. Abschnitt 6.1 beinhaltet dabei die Ergebnisse der Fragebogenstudie. Neben den Auswertungen der Wissenstests wird hier verstärkt auf die Bewertung der Erklärqualität eingegangen, wobei diese Ergebnisse jeweils für die vier Gruppen einzeln sowie im Vergleich betrachtet werden. Nachfolgend werden in Abschnitt 6.2 die Ergebnisse der Interviewstudie präsentiert. Neben der Darstellung der Vergleichsvariablen (Kurzfragebogen und Sprachtest) und der von den Lernenden zur Begründung verwendeten Kriterien fokussiert dieser Abschnitt vor allem die Ergebnisse zur Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Aspekte.

6.1 Ergebnisse der Fragebogenstudie

Entsprechend den Forschungsfragen werden die Ergebnisse der globalen und der skalengeleiteten Bewertung sowohl im gruppeninternen als auch im gruppenübergreifender Vergleich betrachtet. Beim gruppeninternen Vergleich werden für jeden Themenbereich die Bewertungen von nähe- und distanzsprachlicher Erklärung innerhalb einer jeden Gruppe einzeln analysiert. Im Vergleich zwischen den Gruppen werden für jede Erklärung bzw. für jeden Themenbereich einzeln die Bewertungen der vier Gruppen miteinander verglichen. Sowohl die Vorhersagekraft der Skalen als auch die Begründung des Globalurteils werden zunächst allgemein und anschließend im Vergleich von Nähe und Distanz betrachtet. Der allgemeine Vergleich erfolgt dabei über alle Erklärungen hinweg, wohingegen für den Vergleich der Sprachkonzeptionen jeweils die nächstsprachlichen und die distanzsprachlichen Erklärungen zusammengefasst werden. Um die Übersichtlichkeit der Ergebnisse auch in Hinblick auf die Interpretation zu wahren, folgt am Ende eines jeden Abschnitts eine kurze Zusammenfassung der Teilergebnisse.

6 Ergebnisse

Bei den Ergebnissen der Fragebogenstudie wird das Signifikanzniveau der angegebenen Ergebnisse in Tabellen folgendermaßen angegeben: marginal signifikante Ergebnisse ($0.10 > p > 0.05$) werden mit dem Zusatz ‚.‘ gekennzeichnet. Signifikante Ergebnisse auf dem 5 % Signifikanzniveau ($0.05 > p > 0.01$) erhalten den Zusatz ‚*‘, während Signifikanzen auf dem 1 % Niveau ($0.01 > p > 0.001$) mit ‚**‘ und Signifikanzen auf dem 0.1 % Niveau ($0.001 > p$) mit ‚***‘ gekennzeichnet werden. Nicht signifikante Ergebnisse ($1.00 > p > 0.10$) werden ohne weiteren Zusatz aufgeführt. Positive t-Werte der durchgeführten t-Tests und positive Effektstärken (Cohens d) kennzeichnen jeweils eine bessere Bewertung der nächsprachlich konzipierten Erklärungen. Negative Werte weisen dementsprechend auf eine bessere Bewertung der distanzsprachlich konzipierten Erklärung hin.

6.1.1 Wissenstest

Der Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler durch die Erklärungen wird innerhalb der Themenbereiche mit Hilfe der drei in Abschnitt 5.3.3 beschriebenen Wissenstests untersucht. Jedes korrekt beantwortete Item wird mit einer Bewertungseinheit (BE) bewertet. Im Wissenstest der Elektrizitätslehre (WTE) können somit maximal fünf BE und in den Wissenstests zur Wärmelehre (WTW) und Mechanik (WTM) je maximal vier BE erreicht werden. Die Vortests wurden von allen Schüler*innen einheitlich zu Beginn der Studie bearbeitet. Die Nachtests wurden in Fragebogenversion A jeweils nach den nächsprachlichen und in Version B jeweils nach den distanzsprachlichen Erklärungen durchgeführt. Dadurch können die Ergebnisse auch hinsichtlich der sprachlich unterschiedlich konzipierten Erklärungen verglichen werden. Im Folgenden werden die Kennwerte zur Übersicht mit dreistelligen Indizes versehen. Die erste Stelle steht hierbei für den Themenbereich (E/W/M). Anhand der zweiten Stelle lässt sich erkennen, ob es sich um Vortest (V) oder Nachtest (N) handelt und die dritte Stelle steht für die Fragebogenversion A oder B.

Analyse der Gesamtstichprobe

Im Vortest zur Elektrizitätslehre erreichten die Schülerinnen und Schüler der Gruppe A durchschnittlich $M_{EVA} = 2.60$ BE, in der Wärmelehre $M_{WVA} = 1.63$ BE und in der Mechanik $M_{MVA} = 2.74$ BE. Die Gruppe B konnte durchschnittlich $M_{EVB} = 2.90$ BE in der Elektrizitätslehre, $M_{WVB} = 1.74$ BE in der Wärmelehre und $M_{MVB} = 2.84$ BE in der Mechanik erreichen. Die Gruppenunterschiede im Vortest sind dabei in allen drei

6.1 Ergebnisse der Fragebogenstudie

Themenbereichen nicht signifikant (WTE: $\Delta_{A-B}=0.30$ BE, $p = 0.192$, $t(120) = 0.192$; WTW: $\Delta_{A-B}=0.11$ BE, $p = 0.612$, $t(120) = 0.508$; WTM: $\Delta_{A-B}=0.10$ BE, $p = 0.635$, $t(117) = 0.476$). Mit Hilfe eines Levene-Tests konnte für alle drei Themenbereiche eine Varianzhomogenität bestätigt werden.

Unabhängig von Themenbereich und Gruppenzugehörigkeit konnten die Schülerinnen und Schüler im Nachtest durchschnittlich eine höhere Punktzahl erreichen als im Vortest (vgl. Abb. 6.1). Für die Gruppe A ergaben sich nach den nähesprachlichen Erklärungen im Schnitt Werte von $M_{ENA} = 3.00$ BE im WTE, $M_{WNA} = 2.68$ BE im WTW und $M_{MNA} = 3.44$ BE im WTM. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe B erreichten nach den Erklärungen durchschnittlich im WTE $M_{ENB} = 3.28$ BE, im WTW $M_{WNB} = 2.97$ BE und im WTM $M_{MNB} = 3.03$ BE. Wie schon bei den Vortests unterscheiden sich die Gruppen auch im Nachtest nicht signifikant (WTE: 0.28 BE, $p = 0.254$, $t(120) = 1.146$; WTW: 0.29 BE, $p = 0.099$, $t(116) = 1.662$; WTM: -0.41 BE, $p = 0.072$, $t(112) = 1.812$). In Bezug auf die Varianzen zeigen sich auch im Nachtest themenweise keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

In Abbildung 6.1 sind die Ergebnis der Wissenstests überblicksartig zusammengefasst. Abgebildet sind für jeden Themenbereich nach Gruppen getrennt die Kennwerte für Vortest und Nachtest sowie entsprechende gruppeninterne und gruppenübergreifende Vergleichswerte, die mit Hilfe eines linear gemischten Modells berechnet wurden.

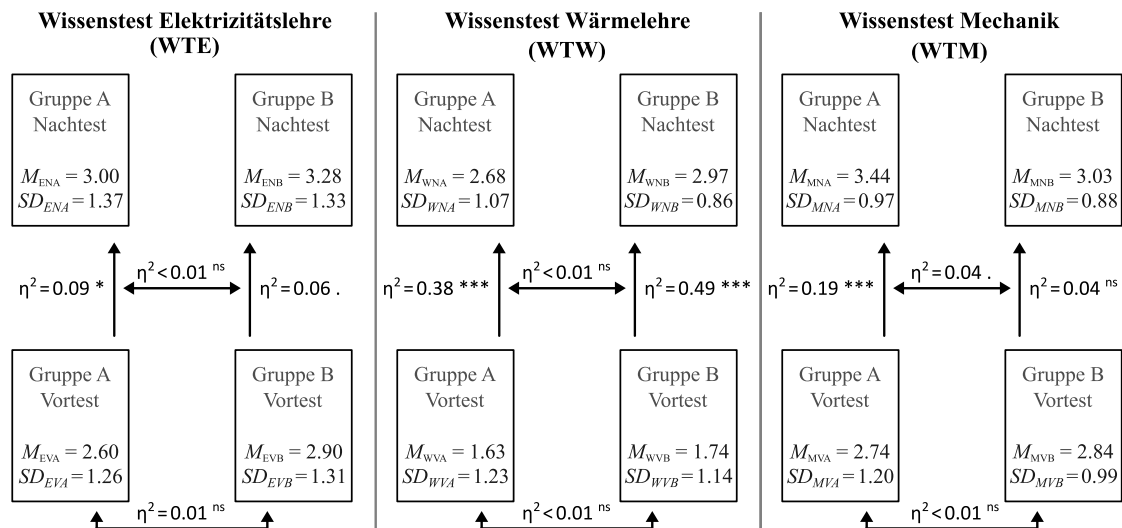


Abbildung 6.1: Vergleich der Wissenstestergebnisse von Vor- und Nachtest in den Gruppen A und B

Der Wissenszuwachs innerhalb der Gruppe A ist für alle Themenbereiche signifikant (vgl. Abb. 6.1). In dieser Gruppe ist der Unterschied im WTE mit 0.40 BE auf

dem Signifikanzniveau von 0.05 signifikant ($p = 0.026, t(61) = 2.274$) mit einer mittleren Effektstärke von $\eta_p^2 = 0.09$. Die Unterschiede im WTW und WTM sind hingegen mit großen Effektstärken von $\eta_p^2 = 0.38$ (WTW) und $\eta_p^2 = 0.19$ (WTM) sowie einer Fehlerwahrscheinlichkeit von $p < 0.001$ signifikant (WTW: $t(61) = 6.069$; WTM: $t(57) = 3.679$). Für Gruppe B ergibt sich lediglich für den Themenbereich Wärmelehre ein signifikanter Unterschied von 1.23 BE zwischen Vor- und Nachtest ($p < 0.001, t(60) = 7.640$). Dieser geht einher mit einer großen Effektstärke von $\eta_p^2 = 0.49$. Der Wissenszuwachs von 0.38 BE beim WTE zeigt mit einer Effektstärke von $\eta_p^2 = 0.06$ lediglich eine marginale Signifikanz ($p = 0.062, t(60) = 1.899$). Kein signifikanter Wissenszuwachs ist jedoch bei der distanzsprachlichen Erklärung zur Mechanik zu verzeichnen ($p = 0.116, t(57) = 1.597$). Dieser Unterschied hat mit $\eta_p^2 = 0.04$ auch die niedrigste Effektstärke zu verzeichnen.

Mit Hilfe des linear gemischten Modells kann auch der Wissenszuwachs zwischen den Gruppen A und B verglichen werden. Der Wissenszuwachs zwischen nähesprachlicher (A) und distanzsprachlicher Erklärung (B) unterscheidet sich mit -0.02 BE im WTE und 0.18 BE im WTW nicht signifikant (WTE: $p = 0.922$; WTW: $p = 0.445$). Im Bereich der Mechanik ist der Wissenszuwachs bei der nähesprachlichen Erklärung mit 0.66 BE deutlich größer als bei der distanzsprachlichen Erklärung mit 0.19 BE. Dennoch unterscheidet sich der Wissenszuwachs zwischen den beiden Gruppen nur marginal (WTM: $p = 0.55$).

Analyse von Teilstichproben (nach Vortestergebnis)

Um den Einfluss des Vorwissens als mögliche Moderatorvariable untersuchen zu können, werden die Daten der Schüler*innen entsprechend den Vortestergebnissen in vier Gruppen aufgeteilt. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgt für jeden Themenbereich separat anhand der Quartile der Vortestergebnisse. Schüler*innen mit Vortestergebnissen unterhalb des ersten Quartils ($VT_E < 2 \text{ BE}, N_{G1} = 22$; $VT_W < 1 \text{ BE}, N_{G1} = 24$; $VT_M < 2 \text{ BE}, N_{G1} = 15$) bilden Gruppe G1, während Schüler*innen mit den besten Vortestergebnissen (oberhalb des dritten Quartils: $VT_E \geq 4 \text{ BE}, N_{G4} = 36$; $VT_W \geq 3 \text{ BE}, N_{G4} = 38$; $VT_M \geq 4 \text{ BE}, N_{G4} = 40$) zu Gruppe G4 zusammengefasst werden. Die Gruppen G2 und G3 setzen sich entsprechend aus Schüler*innen mit Vortestergebnissen aus dem zweiten und dritten Interquartilbereich zusammen ($Q_2(E) = 3 \text{ BE}, N_{G2} = 31, N_{G3} = 34$; $Q_2(W) = 2 \text{ BE}, N_{G2} = 34, N_{G3} = 27$; $Q_2(M) = 3 \text{ BE}, N_{G2} = 32, N_{G3} = 36$).

Abbildung 6.2 zeigt für die vier gebildeten Gruppen (G1–G4) pro Themenbereich den Mittelwert für Vortest (nicht gefüllte Symbole) und Nachtest (gefüllte Symbole). Es zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler in allen vier Gruppen jeweils im

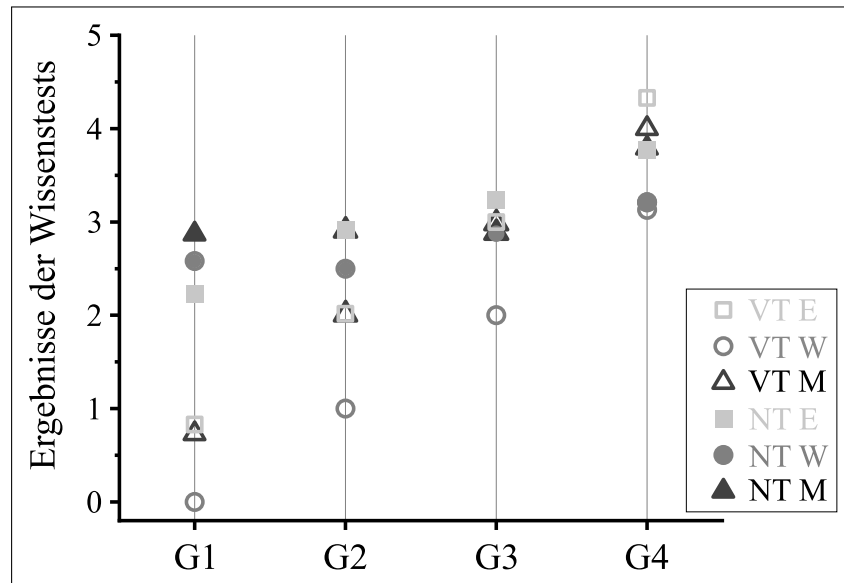


Abbildung 6.2: Mittelwerte der Vor- und Nachtestergebnisse der Wissenstests zur Elektrizitätslehre (E), Wärmelehre (W) und Mechanik (M) für die Gruppen G1 – G4.

Vortest zur Wärmelehre am schlechtesten abschneiden. Im Nachtest relativiert sich dieses Defizit jedoch im Vergleich zu den Ergebnissen der anderen Themenbereiche. Zu erkennen ist ebenfalls, dass der Ergebnisunterschied und somit der Lernzuwachs zwischen Vor- und Nachtest in Gruppe G1 am größten und in Gruppe G4 am geringsten ausfällt. Inferenzstatistisch wird der Lernzuwachs pro Gruppe und Themengebiet mit Hilfe linear gemischter Modelle überprüft. Wie Tabelle 6.1 (S. 106) zu entnehmen ist, weisen die Schüler*innen der Gruppen G1 und G2 in allen drei Themenbereichen einen signifikanten Lernzuwachs mit großen Effektstärken auf ($p < 0.001$, $\eta_p^2 \gg 0.14$). In der Gruppe G3 ist der Unterschied zwischen Vor- und Nachtestergebnis jeweils deutlich geringer. Lediglich im Bereich der Wärmelehre kann in dieser Gruppe ein signifikanter Lernzuwachs mit großer Effektstärke nachgewiesen werden. Die Differenzen zwischen Vor- und Nachtest in der Elektrizitätslehre und Mechanik sind nochmals kleiner und nicht signifikant. Auch die Effektstärke weist in beiden Fällen auf vernachlässigbare Effekte hin (vgl. Tab. 6.1, η_p^2). Für die Schüler*innen in Gruppe G4 zeigt sich hingegen im Wissenstest zur Wärmelehre ein sehr kleiner, nicht signifikanter Unterschied ohne Effekt. Im Wissenstest zur Elektrizitätslehre und Mechanik schneiden diese Schüler*innen im Nachtest sogar signifikant schlechter ab als im Vortest. Mit mittleren bis großen Effektstärken ist dieser Rückgang der Leistungswerte auch bedeutsam.

Wie bereits bei der Gesamtstichprobe ergeben sich auch in den einzelnen Gruppen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Fragebogenversionen

Tabelle 6.1: Wissenszuwachs für die Gruppen G1–G4 als Differenz aus Nach- und Vortest (Δ_{NT-VT}) inkl. Effektstärke η_p^2 pro Themenbereich. Zusätzlich wird in jeder Gruppe die Sprachkonzeption (A und B) unterschieden, wobei sowohl die Vortestergebnisse (VT_{A-B}) als auch der Unterschied im Wissenszuwachs (δ_{A-B}) zwischen den Gruppen A und B verglichen wird.

E-Lehre	Δ_{NT-VT}	p	η_p^2	VT_{A-B}	p	δ_{A-B}	p
G1	1.41 BE	< 0.001	0.51	-0.11	= 0.82	0.53	= 0.40
G2	0.97 BE	< 0.001	0.37	~ 0	= 1.00	0.46	= 0.32
G3	0.24 BE	= 0.412	0.04	~ 0	= 1.00	0.06	= 0.89
G4	-0.58 BE	< 0.05	0.16	0.11	= 0.74	-0.31	= 0.50
W-Lehre	Δ_{NT-VT}	p	η_p^2	ΔVT_{A-B}	p	δ_{A-B}	p
G1	2.58 BE	< 0.001	0.85	~ 0	= 1.00	0.60	= 0.19
G2	1.50 BE	< 0.001	0.71	~ 0	= 1.00	-0.18	= 0.60
G3	0.89 BE	< 0.001	0.48	~ 0	= 1.00	0.70	= 0.10
G4	0.08 BE	= 0.791	0.01	-0.17	= 0.40	0.26	= 0.38
Mechanik	Δ_{NT-VT}	p	η_p^2	ΔVT_{A-B}	p	δ_{A-B}	p
G1	2.13 BE	< 0.001	0.78	0.44	= 0.29	-0.78	= 0.19
G2	0.90 BE	< 0.001	0.49	~ 0	= 1.00	-0.44	= 0.20
G3	-0.09 BE	= 0.584	0.01	~ 0	= 1.00	-0.44	= 0.17
G4	-0.21 BE	< 0.05	0.14	~ 0	= 1.00	-0.11	= 0.53

A und B. Für alle drei Themenbereiche sind in allen vier Gruppen jeweils die Vortestergebnisse aus Version A und B nicht signifikant voneinander zu unterscheiden (Tab. 6.1, ΔVT_{A-B}). Vergleicht man pro Gruppe und Thema den Lernzuwachs der Schüler*innen aus Version A mit der nächstsprachlichen Erklärung und Version B mit der distanzsprachlichen Erklärung (vgl. Tab. 6.1, δ_{A-B}), zeigt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied.

6.1.2 Globale Bewertung der Erklärqualität

Im Folgenden werden die Ergebnisse der globalen Bewertung (vgl. Abschnitt 5.3.2, S. 69 f.) der Erklärqualität dargestellt. Abbildung 6.3 zeigt zunächst für alle sechs Erklärungen getrennt die Verteilung der Globalurteile der vier Gruppen in Form relativer Häufigkeiten. Sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Studierenden bewerteten alle Erklärungen vorwiegend positiv. Im Gegensatz zu den Studierenden

zeigen sich jedoch bei den Schüler*innen auch vereinzelt schlechte Bewertungen (Note 5.0 bis 6.3). Bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen sind insgesamt ebenfalls hauptsächlich Bewertungen im Bereich *sehr gut* bis *befriedigend* zu finden. Auffallend ist, dass in diesen beiden Gruppen vor allem bei den distanzsprachlichen Erklärungen die gesamte Spannweite der Notenskala genutzt wurde, während bei den nächsprachlichen Erklärungen die schlechteren Bewertungen tendenziell fehlen. Eine Ausnahme bilden hier die Didaktiker*innen bei der Bewertung der Erklärung W_{nah} .

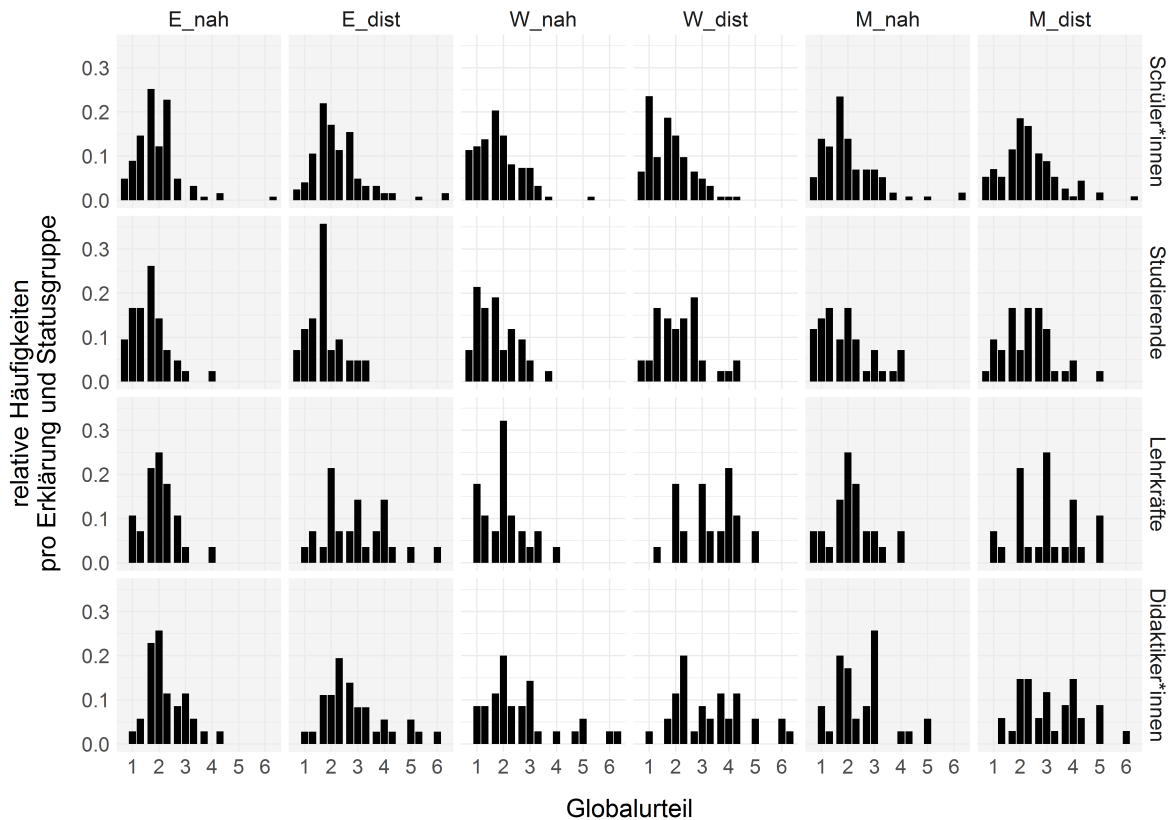


Abbildung 6.3: Verteilung der Globalurteile pro Gruppe und Erklärung in Form relativer Häufigkeiten

Um ausschließen zu können, dass Unterschiede in der Bewertung der Erklärungen durch die Reihenfolge im Fragebogen bedingt sind, werden die Ergebnisse der beiden Fragebogenversionen A und B verglichen. Innerhalb dieser Versionen variiert in einer festen Abfolge der Themenbereiche (E, W, M) die Reihenfolge der Erklärungen hinsichtlich der sprachlichen Konzeption (vgl. Abschnitt 5.3.4). Zum Ausschluss des Reihenfolgeeffekts wird eine Varianzanalyse mit gemischtem Design (ANOVA mit Messwiederholung) durchgeführt. In diese Berechnung gehen die Abfolge der einzelnen Erklärungen als sechsstufiger Messwiederholungsfaktor und die Fragebogenversion als zweistufiger Zwischensubjektfaktor ein. Der Haupteffekt bezüglich

der Fragebogenversion ist nicht signifikant ($F(1,212) = 0.23$; $p = 0.63$). Bei der Bewertung der Erklärungen spielte die Anordnung hinsichtlich der sprachlichen Konzeption (nähespr. – distanzspr./distanzspr. – nähespr.) dementsprechend keine Rolle. Für den Interaktionseffekt zwischen Fragebogenversion und den einzelnen Erklärungen zeigt sich eine Verletzung der Sphärizität mit $\epsilon = 0.87$ (Mauchly-Test, siehe Abschnitt 5.3.7 - *Statistische Verfahren*, S.86). Für den Interaktionseffekt wird an dieser Stelle folglich eine ANOVA mit Huynh-Feldt-Korrektur berechnet ($\epsilon > 0.75$; vgl. Field et al., 2012, S. 554), wobei sich der Interaktionseffekt als nicht signifikant herausstellt ($F(4.35, 922.2) = 0.31$; $p = 0.89$). Auch die themenbedingten Positionen der Erklärungen hatten somit aufgrund der festen Themenfolge E – W – M im Fragebogenverlauf keinen Einfluss auf die Bewertung.

Vergleich von ‚Nähe‘ und ‚Distanz‘ innerhalb der Gruppen

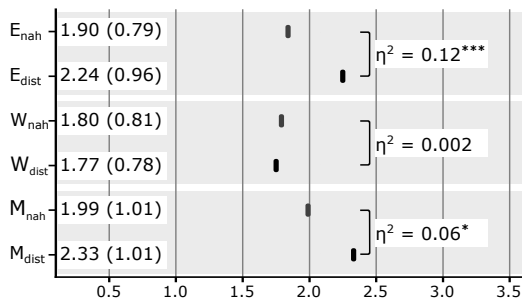
In diesem Abschnitt wird für jede der vier Gruppen (S, ST, L & D) jeweils ein gruppeninterner Vergleich der Bewertungen durchgeführt, wobei für jeden Themenbereich die nähe- und distanzsprachliche Erklärung verglichen werden. Dieser themenweise Vergleich der Globalurteile ist in Abbildung 6.4 (S. 109) für jede Gruppe einzeln dargestellt. Das Globalurteil (x-Achse) ist dabei gruppenintern für jede Erklärung (y-Achse) illustriert. Mittelwert M und Standardabweichung SD des Globalurteils pro Erklärung sind jeweils am linken Rand der Abbildung aufgelistet. Der Unterschied in der Bewertung der Erklärungen mit unterschiedlicher sprachlicher Konzeption ist für jeden Themenbereich in Form der Effektstärke η_p^2 (partielltes Eta-Quadrat) abgebildet. Insgesamt bewerteten sowohl die Schüler*innen als auch die Studierenden alle Erklärungen im Mittel als *gut*. Die Lehrkräfte und Didaktiker*innen bewerteten die nähesprachlichen Erklärungen durchschnittlich ebenfalls als *gut*, die distanzsprachlichen Erklärungen hingegen als *befriedigend*. Einzige Ausnahme hiervon ist die Bewertung der Erklärung W_{nah} , die von den Didaktiker*innen ebenfalls im Schnitt als *befriedigend* eingeschätzt wurde (vgl. Abb. 6.4-d). Gruppenunabhängig ist festzustellen, dass für fast jeden Themenbereich die nähesprachlich konzipierte Erklärung besser bewertet wurde. Einzige Ausnahme bildet hier das Paar zur Wärmelehre bei den Schüler*innen (vgl. Abb. 6.4-a). Hier wird die distanzsprachliche Erklärung besser bewertet, wobei der Unterschied von -0.03 im t-Test nicht signifikant wird ($p = 0.64$). Dagegen weisen die Paare zur Elektrizitätslehre und zur Mechanik in dieser Gruppe signifikante Bewertungsunterschiede von jeweils 0.34 auf (E: $p < 0.001$; M: $p = 0.01$).

Innerhalb der Gruppe der Studierenden (Abb. 6.4-b) ergibt sich im direkten Vergleich der Erklärungen pro Themengebiet (t-Test) eine entgegengesetzte Tendenz. Während sich hier die Einschätzungen der Wärmelehre-Erklärungen signifikant unterscheiden

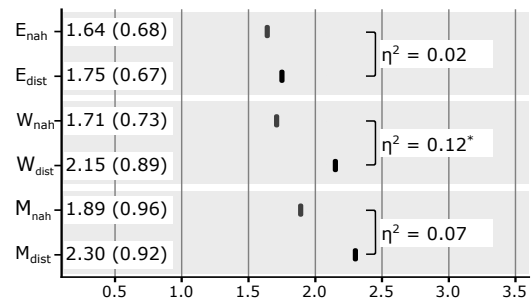
6.1 Ergebnisse der Fragebogenstudie

(W: 0.44, $p = 0.02$), sind die Bewertungsunterschiede in den Bereichen Elektrizitätslehre (E: 0.11, $p = 0.43$) und Mechanik (M: 0.41, $p = 0.08$) nicht signifikant.

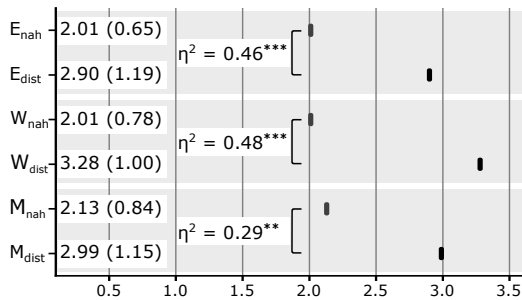
Deutlich stärker fällt die Diskrepanz in der Bewertung zwischen nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen bei den Gruppen der Lehrkräfte und Didaktiker*innen aus. Bei den Lehrkräften liegt der Unterschied im Mittel bei einer ganzen Notenstufe. Mit Differenzen von 0.89 ($p < 0.001$) für die E-Lehre, 1.27 ($p < 0.001$) für die Wärmelehre und 0.86 ($p < 0.001$) für die Mechanik, liegen in dieser Gruppe in allen Themenbereichen signifikant unterschiedliche Einschätzungen vor. Die Deutlichkeit dieser Urteilsdiskrepanzen im Vergleich zu den Schüler*innen und Studierenden zeigt sich auch in den größeren Effektstärken (vgl. Abb. 6.4-c). Die Didaktiker*innen (Abb. 6.4-d) zeigten themenunabhängig eine durchschnittlich um eine halbe Notenstufe bessere Bewertung der nähesprachlichen Erklärungen. Auch in dieser Gruppe unterscheiden sich die Globalnoten in allen drei Themenbereichen signifikant (E: 0.60, $p = 0.005$; W: 0.66, $p < 0.001$; M: 0.69, $p = 0.001$).



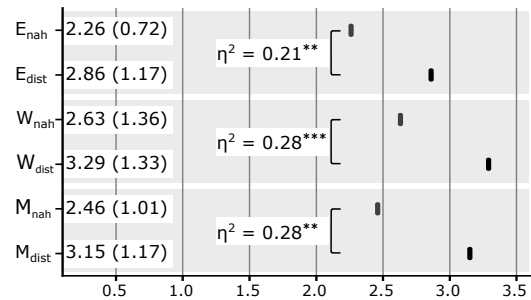
(a) Schüler*innen ($N = 123$)



(b) Studierende ($N = 42$)



(c) Lehrkräfte ($N = 28$)



(d) Didaktiker*innen ($N = 36$)

Abbildung 6.4: Vergleich der Globalurteile innerhalb der vier Statusgruppen. Verglichen werden pro Themenbereich nach Gruppen getrennt jeweils die nähesprachliche und die distanzsprachliche Erklärung. Neben Mittelwert und Standardabweichung ist zudem der Unterschied in der Bewertung zwischen nähe- und distanzsprachlicher Erklärung mit der jeweiligen Effektstärke η_p^2 , sowie der entsprechenden Signifikanz dargestellt.

Innerhalb jeder Statusgruppe ist zudem eine Variation der Varianzen bei der Bewertung der einzelnen Erklärungen festzustellen (vgl. Abb. 6.4). Die Durchführung eines Levene-Tests zeigt, dass die Gruppen der Schüler*innen und Studierenden trotz Variation eine Varianzhomogenität aufweisen ($p > 0.05$). Bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen hingegen unterscheiden sich die Varianzen zwischen den Erklärungen signifikant ($p_L = 0.006$, $p_D = 0.02$). Auffällig ist hier vor allem die Gruppe der Lehrkräfte, bei der die Varianz bei den nächstsprachlichen Erklärungen themenunabhängig deutlich geringer ist als bei den distanzsprachlichen Erklärungen (vgl. Abb. 6.4-c).

Vergleich zwischen den Gruppen

Für den Vergleich der Bewertungen zwischen den Statusgruppen werden alle Erklärung einzeln beziehungsweise nach Themenbereich getrennt betrachtet. Zunächst wird die Varianzhomogenität der Bewertungen zwischen den Statusgruppen pro Erklärung überprüft, da sie eine Voraussetzung für den nachfolgend durchzuführenden varianzanalytischen Vergleich darstellt. Hierbei zeigt sich, dass die Varianzen im direkten Vergleich der Statusgruppen bei den Erklärungen E_{nah} , M_{nah} und M_{dist} jeweils als homogen angenommen werden können. Bei den drei anderen Erklärungen unterscheiden sich die Varianzen zwischen den Gruppen jedoch signifikant (E_{nah} : $p = 0.01$, W_{nah} : $p = 0.001$, W_{dist} : $p < 0.001$). Die ANOVA gilt im Allgemeinen als robust gegenüber einer Verletzung dieser Voraussetzung (vgl. hierzu Bortz & Schuster, 2010; Rasch et al., 2010), weshalb diese Berechnungen dennoch durchgeführt werden können. Bei der Interpretation der varianzanalytischen Ergebnisse sollte dieser Umstand jedoch berücksichtigt werden.

Die in Abbildung 6.4 für jede Gruppe dargestellten globalen Bewertungen können für jede Erklärung auch zwischen den Gruppen verglichen werden. Hierfür werden nach Themen getrennt Varianzanalysen mit gemischtem Design durchgeführt. Tabelle 6.2 zeigt den gruppenübergreifenden Vergleich der Bewertungen pro Themenbereich, für den die Statusgruppen als vierstufiger Zwischensubjektfaktor in die ANOVA eingehen. Für den Vergleich der Bewertungen zwischen nahe- und distanzsprachlicher Erklärung geht die Sprachkonzeption als zweistufiger Messwiederholungsfaktor ebenso mit in die Analyse ein wie die Interaktion beider Faktoren (*Sprachkonz. $\times$ Gruppe*).

Wie aus Tabelle 6.2 abzulesen, ergeben sich für alle drei Themenbereiche signifikante Haupteffekte auf das Globalurteil bezüglich der Sprachkonzeption sowie der Gruppenzugehörigkeit ($p < 0.001$). Für beide Haupteffekte ergeben sich mittlere bis große Effektstärken im Bereich von $0.11 \leq \eta_p^2 \leq 0.27$. Unabhängig von den verschiedenen

Gruppen unterscheidet sich die Bewertung von nähe- und distanzsprachlicher Erklärung in allen Themenbereichen signifikant (vgl. hierzu auch die gruppeninternen Vergleichsergebnisse im vorangegangenen Abschnitt, S. 108 f.).

Tabelle 6.2: Ergebnisse der Varianzanalyse mit gemischtem Design pro Themenbereich (Faktoren: Statusgruppe, Sprachkonzeption)

	Elektrizitätslehre			Wärmelehre			Mechanik		
	E_{nah}	E_{dist}		W_{nah}	W_{dist}		M_{nah}	M_{dist}	
ANOVA	df	F	η^2	df	F	η^2	df	F	η^2
Sprachkonzeption	1	38.92 ***	0.15	1	55.66 ***	0.20	1	31.56 ***	0.13
Statusgruppe	3	11.45 ***	0.13	3	27.25 ***	0.27	3	8.32 ***	0.11
Sprachkonz. x Gruppe	3	3.95 **	0.05	3	14.82 ***	0.17	3	1.78	0.02
Residuen	224			224			210		

Bem.: df : Freiheitsgrade, F : F-Wert, η^2 : partielles Eta-Quadrat

Ebenso unterscheiden sich die Bewertungen der vier Gruppen zu jedem einzelnen Themenbereich signifikant. Für die Elektrizitätslehre und die Wärmelehre zeigen sich zudem signifikante Interaktionseffekte von Sprachkonzeption und Gruppenzugehörigkeit ($p(E) < 0.01$, $p(W) < 0.001$). Im Gegensatz zu den Erklärungen in der Mechanik (nicht signifikanter Interaktionseffekt, $p = 0.18$) ist der Bewertungsunterschied zwischen nähe- und distanzsprachlicher Erklärung in diesen beiden Bereichen (E & W) gruppenabhängig. Die unterschiedliche Bewertung der Erklärungen durch die vier Gruppen zeigt sich darin, dass Lehrkräfte ($\bar{m}_D = 2.56$) und Didaktiker*innen ($\bar{m}_D = 2.78$) insgesamt tendenziell schlechter bewerten als Schüler*innen ($\bar{m}_S = 2.01$) und Studierende ($\bar{m}_{ST} = 1.91$). Um im Einzelnen aufzulösen, zwischen welchen Gruppen bei welcher Erklärung signifikante Bewertungsunterschiede vorliegen, werden post-hoc t-Tests mit Bonferroni-Korrektur berechnet (Field et al., 2012; Bortz & Schuster, 2010). Die signifikanten Unterschiede dieser Tests sind in Tabelle 6.3 zusammengefasst.

Auffällig ist hier, dass sich die Bewertungen von Schüler*innen und Studierenden nur bei einer einzigen Erklärung (E_{dist}) signifikant unterscheiden ($p = 0.03$). Gleiches gilt für die Lehrkräfte und Didaktiker*innen, deren globale Bewertungen nur bei der nähesprachlichen Erklärung zur Wärmelehre signifikant voneinander abweichen ($p = 0.04$).

Tabelle 6.3: Paarweiser Vergleich der Qualitätsbeurteilung der einzelnen Gruppen pro Video (t-Test mit Bonferroni-Korrektur)

E_{nah}	E_{dist}	W_{nah}	W_{dist}	M_{nah}	M_{dist}
	S - ST *				
	S - L **		S - L ***		S - L *
	S - D **	S - D ***	S - D ***		S - D ***
	ST - L ***		ST - L ***		ST - L *
ST - D **	ST - D ***	ST - D ***	ST - D ***		ST - D **
		L - D *			

Bem.: S: Schüler*innen, ST: Studierende, L: Lehrkräfte, D: Didaktiker*innen; nicht signifikante Ergebnisse sind zur Verbesserung der Übersichtlichkeit nicht abgebildet.

Eine weitere Gemeinsamkeit hinsichtlich des Globalurteils von Schüler*innen und Studierenden ist, dass beide Gruppen sich jeweils bei den distanzsprachlichen Erklärungen sowohl von den Lehrkräften als auch von den Didaktiker*innen signifikant unterscheiden. Bei den nächsprachlichen Erklärungen zeigen sich insgesamt deutlich weniger gruppenübergreifende Unterschiede in der Bewertung als bei den distanzsprachlichen Erklärungen. Zwar weicht bei der Wärmelehre die Bewertung der Didaktiker*innen von der Bewertung der drei anderen Gruppen ab, dafür zeigt sich bei der Elektrizitätslehre lediglich ein signifikanter Bewertungsunterschied zwischen Studierenden und Didaktiker*innen. Bei der nächsprachlichen Erklärung des Themenbereichs Mechanik ist gar kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festzustellen. Wie der Tabelle 6.3 zu entnehmen ist, zeigen sich im Gegensatz dazu bei den distanzsprachlichen Erklärungen deutliche Gruppenunterschiede in der Bewertung. Zudem wird hier sichtbar, dass sich in den Bewertungen vor allem die Schüler*innen und Studierenden von den Lehrkräften und Didaktiker*innen unterscheiden.

Zusammenfassung zum Globalurteil

In Bezug auf die Bewertung der Erklärqualität durch das Globalurteil kann allgemein festgestellt werden, dass die nächsprachlich konzipierten Erklärungen von allen Gruppen besser bewertet werden als die distanzsprachlich konzipierten Erklärungen. Im Vergleich zu den Schüler*innen und Studierenden fällt dieser Effekt bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen stärker aus. Zudem bewerten die beiden letztgenannten Gruppen insgesamt schlechter als die erstgenannten.

Ein paarweiser t-Test mit Bonferroni-Korrektur zeigt, dass sich die Einschätzungen der Schüler*innen und Studierenden unabhängig von den einzelnen Erklärungen nicht signifikant unterscheiden ($p = 1.00$). Selbes gilt für die Lehrkräfte und Didaktiker*innen ($p = 0.17$). Zwischen diesen beiden Paaren, den Schüler*innen und Studierenden auf der einen und den Lehrkräften und Didaktiker*innen auf der anderen Seite, sind jedoch signifikante Bewertungsunterschiede festzustellen ($p < 0.001$). Auf Ebene der einzelnen Erklärungen zeigt sich dieser Effekt vor allem bei den distanzsprachlichen Erklärungen. Bei den nähesprachlichen Erklärungen treten hingegen nur vereinzelt signifikante Bewertungsunterschiede zwischen den vier Gruppen auf.

6.1.3 Skalengeleitete Bewertung

Neben der globalen Einschätzung der Qualität wurden die Erklärungen von den Teilnehmenden skalengeleitet mit den in Abschnitt 5.3.2 vorgestellten Items bewertet. Die durchschnittliche Bewertung inklusive Standardabweichung ist für jedes dieser Items pro Video sowie nach Schüler*innen und Erklärenden (Studierende, Lehrkräfte und Didaktiker*innen) getrennt berechnet und in Tabelle A.1 (Anhang A.3.2, S. 199 ff.) zusammengefasst. Für anschließende Analysen wurden die Items zu den Skalen *Strukturiertheit* (*Str*), *Adressatenorientierung* (*Adr*), *Kommunikationsbedingungen* (*KB*), *Vorgehensweise* (*VW*) und *Grad der Elaboriertheit* (*GE*) zusammengefasst (vgl. Abschnitt 5.3.2, S. 74).

Ebenso wie beim Globalurteil werden im Folgenden die skalengeleiteten Bewertungen gruppenintern und -übergreifend analytisch verglichen. Mit Hilfe eines gepaarten t-Tests werden zunächst für jede Gruppe pro Skala die Bewertungsdifferenzen zwischen nähe- und distanzsprachlicher Erklärung in den drei Themenbereichen auf Signifikanz überprüft (vgl. Tabelle C.1 in Anhang C.1, S. 246). Hierbei zeichnet sich für jede Gruppe in allen drei Themenbereichen pro Skala ein vergleichbares Bild ab. Bei der skalengeleiteten Bewertung der Erklärungen im Vergleich von nähe- und distanzsprachlicher Konzeption spielt demnach der Themenbereich keine beziehungsweise nur eine untergeordnete Rolle. Die folgenden Analysen werden daher themenunabhängig durchgeführt. Entsprechend der sprachlichen Konzeption der Erklärungen werden die Daten der einzelnen Themenbereiche hierfür zusammengefasst (Nähesprachlich: E_{nah} , W_{nah} , M_{nah} ; Distanzsprachlich: E_{dist} , W_{dist} , M_{dist}). Im Folgenden wird nur zwischen den konzeptionellen Ausprägungen *nähesprachlich* und *distanzsprachlich* unterschieden.

Vergleich innerhalb der Gruppen

Abbildung 6.5 zeigt den gruppeninternen Vergleich zwischen nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen für jede der fünf erhobenen Skalen. Dieser Vergleich der skalengeleiteten Bewertung ist für jede Gruppe einzeln abgebildet.

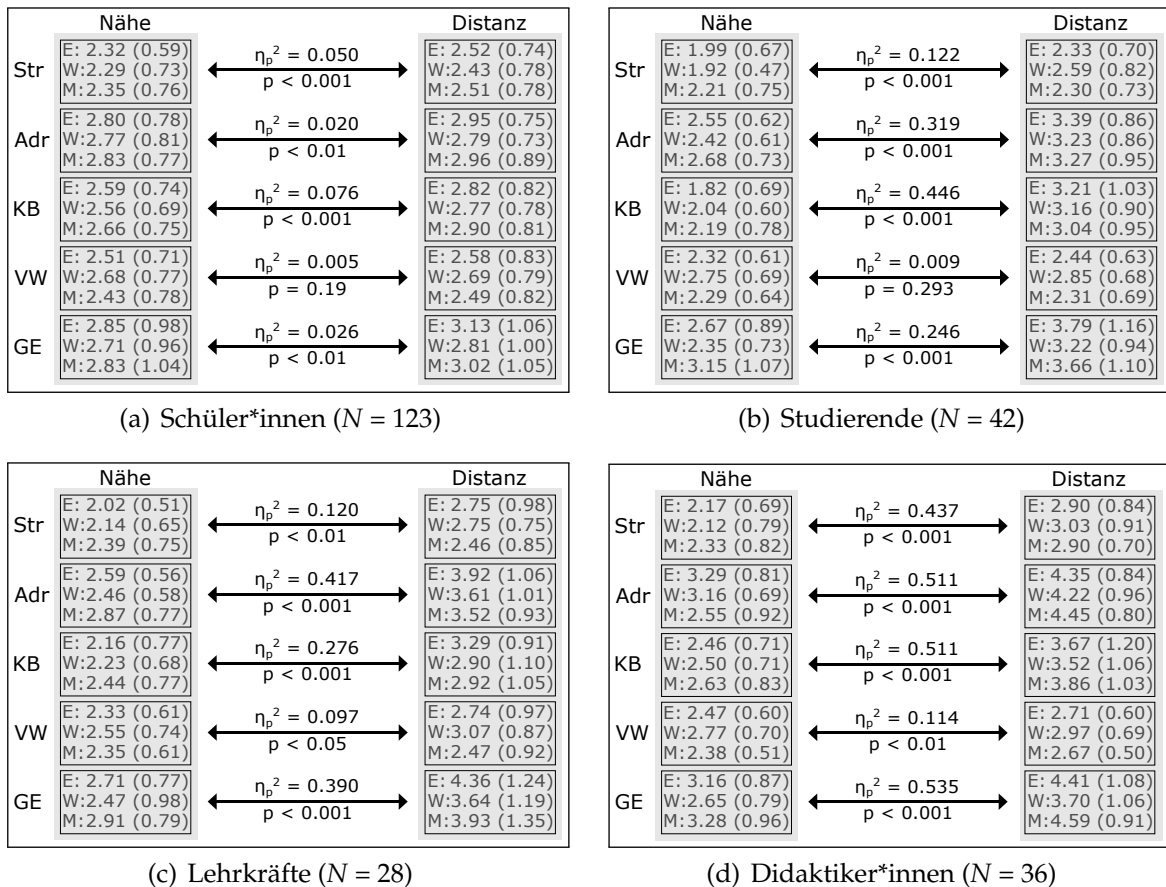


Abbildung 6.5: Vergleich der skalengeleiteten Bewertung zwischen nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen innerhalb der Statusgruppen. Pro Skala (Str: Struktur, Adr: Adressatenorientierung, KB: Kommunikationsbedingungen, VW: Vorgehensweise, GE: Grad der Elaboriertheit) sind daher jeweils für *Nähe* und *Distanz* die Mittelwerte und Standardabweichungen der entsprechenden drei Erklärungen zusammengefasst. Der gruppeninterne Unterschied ist durch die Effektstärke Eta-Quadrat dargestellt.

Pro Skala werden in der Abbildung die mittleren Bewertungen und Standardabweichungen der jeweils drei zusammengefassten Erklärungen dargestellt. Der Bewertungsunterschied in Bezug auf die beiden sprachlichen Konzeptionen wird für jede Skala mit Hilfe der Effektstärke η_p^2 (partielltes Eta-Quadrat) und Fehlerwahrscheinlichkeit p angegeben.

Unabhängig von der jeweils betrachteten Gruppe zeigt sich für alle Skalen eine bessere Bewertung der näher sprachlich konzipierten Erklärungen. Wie der Abbildung 6.5-a zu entnehmen ist, erweisen sich die Mittelwertunterschiede bei den Schüler*innen in vier Skalen als signifikant ($p < 0.01$). Einzige Ausnahme bildet hier die Skala zur Vorgehensweise, bei der die Schüler*innen nicht signifikant zwischen den Sprachkonzeptionen unterscheiden ($p = 0.21$). Das gleiche Muster ist auch bei den Studierenden in Abbildung 6.5-b zu erkennen. Die Lehrkräfte und Didaktiker*innen bewerten hingegen die näher sprachlichen Erklärungen in allen Skalen signifikant besser. Die Bewertungsunterschiede zwischen Nähe und Distanz pro Skala fallen bei den Schüler*innen mit Werten zwischen 0.05 und 0.23 BE insgesamt gering aus, mit dementsprechend kleinen Effektstärken (vgl. Abb. 6.5-a). Lediglich die Skala der Kommunikationsbedingungen (KB) weist mit $\eta_p^2 = 0.074$ einen mittleren Effekt auf. Im Gegensatz dazu zeigen die drei anderen Gruppen hinsichtlich der Sprachkonzeption in allen Skalen deutlich größere Bewertungsunterschiede mit vorwiegend großen Effektstärken ($\eta_p^2 > 0.14$).

Vergleich zwischen den Gruppen

Die in Abbildung 6.5 (S. 114) dargestellten Skalenbewertungen können auch zwischen den Statusgruppen verglichen werden. Wie für das Globalurteil (vgl. Abschnitt 6.1.2, S. 110 ff.) wird für jede Skala themenübergreifend, über alle Erklärungen hinweg eine Varianzanalyse mit gemischtem Design (ANOVA) durchgeführt. Für jede Skala gehen die Sprachkonzeption als zweistufiger Messwiederholungsfaktor und die Gruppenzugehörigkeit als vierstufiger Zwischensubjektfaktor in die Berechnung ein. Zudem wird auch hier die Interaktion beider Faktoren (*Sprachkonz. $\times$ Statusgruppe*) berücksichtigt. Die Ergebnisse der Analysen sind in Tabelle 6.4 (S. 116) aufgeführt¹. In Bezug auf den Haupteffekt der Gruppenzugehörigkeit ist festzustellen, dass sowohl bei den Kommunikationsbedingungen (mit kleinem Effekt) als auch bei der Adressatenorientierung und dem Grad der Elaboriertheit (jeweils mit großem Effekt) signifikante Bewertungsunterschiede zwischen den Statusgruppen existieren. Keinen signifikanten Einfluss auf die Skalenbewertung hat die Gruppenzugehörigkeit hingegen bei der Strukturiertheit ($p = 0.09$) und der Vorgehensweise ($p = 0.70$). Für alle Skalen ergeben sich themen- und gruppenübergreifend signifikante Hauptergebnisse bezüglich der Sprachkonzeption ($p < 0.001$). Unabhängig von den einzelnen Statusgruppen wird dementsprechend bei der Bewertung in allen Skalen signifikant zwischen Nähe und Distanz unterschieden.

¹Pro Skala wurde die Varianzanalyse zudem für jeden Themenbereich separat durchgeführt. Die Ergebnisse hierzu befinden sich in Tabelle C.2 im Anhang auf S. 247

Tabelle 6.4: Ergebnisse der Varianzanalyse mit gemischtem Design für den themenu-nabhängigen Vergleich zwischen Nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen (Faktoren: Statusgruppe, Sprachkonzeption; $N = 190$)

ANOVA	Str			Adr		
	Nähe $\leftrightarrow$ Distanz			Nähe $\leftrightarrow$ Distanz		
	df	F	η^2	df	F	η^2
Statusgruppe	3	2.18	0.03	3	18.99 ***	0.23
Sprachkonzeption	1	67.63 ***	0.26	1	151.28 ***	0.44
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	7.65 ***	0.11	3	23.55 ***	0.27

ANOVA	KB			VW			GE		
	Nähe $\leftrightarrow$ Distanz			Nähe $\leftrightarrow$ Distanz			Nähe $\leftrightarrow$ Distanz		
	df	F	η^2	df	F	η^2	df	F	η^2
Statusgruppe	3	3.87 *	0.06	3	0.47	0.01	3	10.92 ***	0.15
Sprachkonzeption	1	123.51 ***	0.39	1	12.57 ***	0.06	1	111.72 ***	0.37
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	16.42 ***	0.21	3	2.13	0.03	3	15.53 ***	0.20

Bem.: df: Freiheitsgrade, F: F-Wert, η^2 : partielles Eta-Quadrat,

Skalen: Str: Strukturiertheit, Adr: Adressatenorientierung, KB: Kommunikationsbedingungen, VW: Vorgehensweise, GE: Grad der Elaboriertheit

Während die Effekte bei den Skalen Strukturiertheit, Adressatenorientierung, Kommunikationsbedingungen und Grad der Elaboriertheit mit Werten zwischen $\eta_{p,Str}^2 = 0.26$ und $\eta_{p,Adr}^2 = 0.44$ groß sind, zeigt sich bei der Vorgehensweise lediglich ein kleiner Effekt ($\eta_{p,VW}^2 = 0.06$). Der gruppenübergreifend kleine Effekt bei der Vorgehensweise ist darauf zurückzuführen, dass im Gegensatz zu den Lehrkräften und Didaktiker*innen die Schüler*innen und Studierenden bei dieser Skala nicht signifikant zwischen Nähe und Distanz unterscheiden (vgl. hierzu die Ergebnisse des gruppeninternen Vergleichs in Abschnitt 6.1.3). Ebenso sind in der Tabelle 6.4 die Ergebnisse bezüglich des Interaktionseffekts von Sprachkonzeption und Gruppenzugehörigkeit aufgeführt. Für vier der fünf Skalen erweist sich dieser Effekt als signifikant. Lediglich bei der Skala zur Vorgehensweise ist kein signifikanter Interaktionseffekt nachweisbar ($p = 0.09$). Mit Ausnahme der Vorgehensweise ist demnach der Bewertungsunterschied zwischen Nähe und Distanz in jeder Skala abhängig von der Gruppenzugehörigkeit.

Um die Unterschiede zwischen den Gruppen im Detail aufzuklären, werden pro Skala und Sprachkonzeption paarweise post-hoc t-Tests mit Bonferroni-Korrektur berechnet. Tabelle 6.5 zeigt überblicksartig alle signifikanten Ergebnisse.

Tabelle 6.5: Paarweiser Vergleich der Qualitätsbeurteilung der einzelnen Statusgruppen pro Video (t-Test mit Bonferroni-Korrektur)

	Nähe		Distanz		
Str	S - ST ***		S - D *** ST - D ***		
Adr	S - ST *	S - D ***	S - ST ***	S - L ***	S - D ***
	ST - D ***		ST - L *	ST - D ***	
	L - D ***		L - D ***		
KB	S - ST ***	S - L **	S - ST **	S - D ***	
	ST - D ***		ST - D ***		
			L - D ***		
VW					
GE			S - ST ***	S - L ***	S - D ***
			ST - D ***		

Bem.: S: Schüler*innen, ST: Studierende, L: Lehrkräfte, D: Didaktiker*innen

Wie bereits aus der Varianzanalyse bekannt, unterscheiden sich die Bewertungen der Gruppen in der Skala Vorgehensweise unabhängig von der Sprachkonzeption nicht signifikant. Entgegen der ANOVA-Ergebnisse zeigen sich für die Strukturiertheit bei Einzelbetrachtung signifikante Gruppenunterschiede zwischen Schüler*innen und Studierenden ($p < 0.01$) bei der nähesprachlichen Konzeption. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen unterscheiden sich sowohl die Schüler*innen als auch die Studierenden in ihrer Bewertung von den Didaktiker*innen ($p < 0.001$). Entsprechend der Ergebnisse der Varianzanalyse handelt es sich hierbei jedoch um einen kleinen Effekt ($\eta_{p,Str}^2 = 0.03$). Daher ist davon auszugehen, dass die Stichprobengröße (vor allem in den Erklärenden-Gruppen ST, L, D) zu klein ist, um varianzanalytisch einen signifikanten Gruppenunterschied beobachten zu können.

Über alle Skalen hinweg ist bei der Bewertung der nähesprachlichen Erklärungen insgesamt eine größere Einigkeit zwischen den Gruppen zu verzeichnen. Deutlich

mehr signifikante Bewertungsunterschiede zwischen den Gruppen lassen sich hingegen bei der distanzsprachlichen Konzeption zu erkennen. Bei diesen Erklärungen weichen die Schüler*innen und Studierenden häufig in ihrer Bewertung signifikant von den beiden anderen Gruppen ab. Wie bereits beim Globalurteil unterscheiden sich im Vergleich dazu die Urteile von Lehrkräften und Didaktiker*innen selten. Lediglich im distanzsprachlichen Bereich der Skalen Adressatenorientierung und Kommunikationsbedingungen sind signifikante Differenzen dieser beiden Gruppen festzustellen.

Zusammenfassung zur skalengeleiteten Bewertung

Zusammenfassend kann auch für die skalengeleitete Bewertung der Erklärqualität festgehalten werden, dass die nächsprachlichen Erklärungen gruppenunabhängig besser bewertet werden. Die Einschätzung der einzelnen Skalen zwischen Nähe und Distanz ist jedoch von der Gruppenzugehörigkeit abhängig. Dabei weisen insbesondere die Lehrkräfte und Didaktiker*innen in allen fünf untersuchten Skalen signifikante Bewertungsunterschiede zwischen den Sprachkonzeptionen auf. Bei den Schüler*innen und Studierenden ergeben sich ähnliche Ergebnisse, wobei in diesen beiden Gruppen in der Skala zur Vorgehensweise kein Bewertungsunterschied zwischen den nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen beobachtbar ist. Vergleicht man die Bewertungstendenzen der Gruppen untereinander, stellt sich heraus, dass diese bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen ebenso wie zuvor bereits beim Globalurteil nur in wenigen Fällen voneinander abweichen. Beide Gruppen weichen jedoch sowohl mit ihrem Globalurteil als auch mit der skalengeleiteten Bewertung signifikant von den Bewertungen der Schüler*innen und Studierenden ab. Während sich die Schüler*innen und Studierenden im Globalurteil nicht signifikant voneinander unterscheiden, zeigen sich bei der skalengeleiteten Einschätzung signifikante Abweichungen dieser beiden Gruppen.

6.1.4 Einfluss der Skalen auf die globale Bewertung

Bisher wurden die Fragebogenergebnisse von globaler und skalengeleiteter Bewertung getrennt betrachtet. Im Folgenden wird mit Hilfe linearer Regressionsmodelle überprüft, inwiefern Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Bewertungsformen bestehen. Mit diesen Analysen soll geklärt werden, welche der untersuchten Skalen in den einzelnen Gruppen die Einschätzung der Erklärqualität beeinflussen und somit als Prädiktoren für das Globalurteil fungieren. Die Modellierung

erfolgt zunächst allgemein über alle Erklärungen hinweg, um einen direkten Gruppenvergleich zu ermöglichen. Anschließend werden für Nähe- und Distanzsprache getrennt Modelle zur Vorhersagekraft der Skalen berechnet. Aufgrund der zuvor festgestellten Bewertungsähnlichkeiten von Lehrkräften und Didaktiker*innen (vgl. Abschnitte 6.1.2 & 6.1.3), werden diese im Weiteren Verlauf zur Gruppe der *Lehrenden* (L&D) zusammengefasst.

Allgemeine Vorhersagekraft

Tabelle 6.6 fasst die Ergebnisse des hierarchischen linearen Regressionsmodells zusammen. Unabhängig von der sprachlichen Konzeption wird hier für alle sechs Erklärungen der Einfluss der Skalen auf das Globalurteil betrachtet. Hierfür werden die Daten für jede Gruppe nach Personen und Erklärungen strukturiert ($ICC_S = 36.95\%$; $ICC_{ST} = 19.29\%$; $ICC_{L\&D} = 40.28\%$). Anschließend wird der Zusammenhang der abhängigen Variable *Globalurteil* und den einzelnen Skalen als unabhängige Variablen über alle Erklärungen hinweg geschätzt.

Tabelle 6.6: Hierarchische lineare Regressionsmodelle mit der abhängigen Variable *Globalurteil*. Die Datenstruktur ist pro Gruppe nach Teilnehmer*innen ($N_{Ges}=229$) und den sechs Erklärungen geordnet.

		S	ST	L&D
		($N_{Beob} = 738$)	($N_{Beob} = 252$)	($N_{Beob} = 384$)
ICC	%	36.95	19.29	40.28
Konstante	β	0.53	-0.12	-0.16
Strukturiertheit	β	0.08	0.12	0.48 ***
Adressatenorientierung	β	0.09	0.29 **	0.37 ***
Kommunikationsbedingungen	β	0.12 *	0.03	0.04
Vorgehensweise	β	0.13 *	0.11	0.10
Grad der Elaboriertheit	β	0.13 **	0.21 **	-0.04
$R^2(marginal \mid konditional)$		0.13 0.38	0.34 0.51	0.46 0.57

Bem.: S: Schüler*innen, ST: Studierende, L & D: Lehrkräfte und Didaktiker*innen, N_{Beob} : Anzahl der Beobachtungen ($N \times 6$ Videos), ICC: Intraklassenkorrelation, β : unstandardisierter Regressionskoeffizient, R^2 : Determinationskoeffizient

Wie aus Tabelle 6.6 abzulesen, zeigen bei den Schülerinnen und Schülern die drei Skalen zur sprachlichen Konzeption über alle Erklärungen hinweg einen signifikanten linearen Zusammenhang zum Globalurteil. So können für diese Gruppe die Kommunikationsbedingungen und die Vorgehensweise ($p < 0.05$) ebenso wie der

Grad der Elaboriertheit ($p < 0.01$) als Prädiktoren für die globale Bewertung gesehen werden. Mit Regressionskoeffizienten von $\beta = 0.12$ bzw. 0.13 sind diese Zusammenhänge jedoch nur schwach ausgeprägt. Die Varianzaufklärung des Modells ist bei den Schüler*innen mit lediglich 13 % gering², was darauf hindeutet, dass in dieser Gruppe im Skalen-Modell nicht berücksichtigte Faktoren die globale Einschätzung mit beeinflussen. Werden beispielsweise die fachübergreifenden Skalen *Sprech- und Körperausdruck*, *Persönlichkeitswirkung* und *Sprachliche Verständlichkeit* in dem Modell zusätzlich berücksichtigt, steigt die Varianzaufklärung in dieser Gruppe auf 23 % (vgl. hierzu Heinze & Rincke, in Vorb.).

Auch bei den Studierenden kann der *Grad der Elaboriertheit* unabhängig von der Sprachkonzeption als Prädiktor gesehen werden ($p < 0.01$), während die beiden anderen Skalen der Sprachkonzeption in dieser Gruppe keine signifikanten Regressionskoeffizienten aufweisen. Im Gegensatz zu den Schüler*innen weist in dieser Gruppe hingegen die Adressatenorientierung mit $\beta = 0.29$ einen weiteren signifikanten Zusammenhang zur Globalnote auf ($p < 0.01$). Mit einer Varianzaufklärung von 34 % eignen sich die Skalen bei den Studierenden deutlich besser zur Vorhersage der globalen Bewertung. Einen noch höheren Wert für die Varianzaufklärung (46 %) und eine damit verbundene bessere Passung des Modells zeigt sich bei den Lehrenden. In dieser Gruppe können die Skalen Strukturiertheit und Adressatenorientierung, wie sie in dieser Studie operationalisiert wurden, mit Regressionskoeffizienten von $\beta_{Adr} = 0.48$ und $\beta_{Str} = 0.37$ als signifikante Prädiktoren ($p < 0.001$) für das Globalurteil gesehen werden. Für die drei Skalen zur Sprachkonzeption zeigen sich bei den Lehrenden in diesem erklärungsübergreifenden Modell keine signifikanten Zusammenhänge zur globalen Bewertung.

Vorhersagekraft für Nähe und Distanz

Zudem soll geklärt werden, inwiefern die Vorhersagekraft der Skalen in Abhängigkeit von der Sprachkonzeption variiert. Hierzu werden die Daten entsprechend der Erklärungen nach Nähe und Distanz getrennt betrachtet. Wie für die zuvor beschriebenen themen- und konzeptionsübergreifenden Regressionsmodelle werden die Daten nach Teilnehmenden und den je drei Erklärungen strukturiert. Nach Gruppen getrennt wird anschließend die Vorhersagekraft der Skalen für das Globalurteil von *Nähe* und *Distanz* mit hierarchischen Regressionsmodellen analysiert.

Wie Tabelle 6.7 zeigt, ist die Varianzaufklärung der hierarchischen Modelle in allen Gruppen bei den nächsprachlichen Erklärungen größer als bei den distanzsprachli-

²Im Bereich der Bildungsforschung können bei der Varianzaufklärung bereits Korrelationen von $r > 0.1$ als schwache Effekte bezeichnet werden (Cohen, 1992).

chen Erklärungen. Für die Modelle zur Nähesprache weist der Determinationskoeffizient R^2 ähnliche Werte auf wie bei den zuvor berechneten Gesamtmodellen (Tab. 6.6, S. 119). Im Bereich der Distanzsprache kann mit den Modellen jeweils nur ein geringer Teil der Gesamtvarianz (zwischen 6 % und 11 %) aufgeklärt werden.

Tabelle 6.7: Hierarchische lineare Regressionsmodelle mit der abhängigen Variable *Globalurteil* für beide Sprachkonzeptionen getrennt. Die Datenstruktur ist pro Gruppe nach Teilnehmer*innen ($N_{Ges} = 229$) und den sechs Erklärungen geordnet.

		S ($N_{Beob} = 369$)		ST ($N_{Beob} = 126$)		L & D ($N_{Beob} = 192$)	
		Nähe	Distanz	Nähe	Distanz	Nähe	Distanz
ICC	%	36.75	40.86	26.90	51.71	38.88	32.76
Konst	β	0.31	1.50	-0.12	2.58	-0.10	6.64
Str	β	-0.08	0.08	0.11	-0.03	0.59 ***	-0.16
Adr	β	0.11	0.03	0.08	-0.06	0.36 **	-0.06
KB	β	0.10	-0.02	-0.03	0.06	0.11	-0.27
VW	β	0.24 **	0.19 ***	0.26 *	0.01	-0.02	-0.09
GE	β	0.20 ***	-0.003	0.32 **	-0.13	-0.08	-0.51 *
R^2		0.15 0.37	0.06 0.42	0.26 0.42	0.08 0.51	0.45 0.59	0.11 0.42

Bem.: S: Schüler*innen, ST: Studierende, L & D: Lehrkräfte und Didaktiker*innen, N_{Beob} : Anzahl der Beobachtungen ($N \times 3$ Videos), ICC: Intraklassenkorrelation, β : unstandardisierter Regressionskoeffizient, R^2 : Determinationskoeffizient (marginal|konditional)

In Bezug auf die Vorhersagekraft erweisen sich bei den Schüler*innen für die Nähesprache die Skalen *Vorgehensweise* und *Grad der Elaboriertheit* als signifikante Prädiktoren für das Globalurteil. Für die Bewertung der distanzsprachlichen Erklärungen zeigt jedoch nur die Skala der *Vorgehensweise* einen signifikanten Einfluss. Bei den Studierenden zeigen sich für die nähesprachliche Konzeption dieselben Skalen als Prädiktor für das Globalurteil wie bei den Schüler*innen. Verglichen mit dem Gesamtmodell in Tabelle 6.6 hat die Skala *Adressatenorientierung* ($\beta = 0.08$) bei getrennter Betrachtung der Sprachkonzeptionen in dieser Gruppe keinen signifikanten Einfluss mehr auf das Globalurteil. Für die Distanzsprache kann bei den Studierenden keine der Skalen zur Vorhersage der globalen Bewertung verwendet werden. Betrachtet man in dieser Gruppe die Intraklassenkorrelation (ICC) beider Sprachkonzeptionen, zeigen die Studierenden jedoch in ihren Bewertungen der distanzsprachlichen Erklärungen mit $ICC_{dist} = 51.71\%$ eine deutlich größere Übereinstimmung als bei den nähesprach-

lichen Erklärungen mit $ICC_{nah} = 26.90\%$. In der Gruppe der Lehrenden zeigen nächsprachlich wie zuvor die Skalen *Adressatenorientierung* ($\beta_{Adr} = 0.36$) und *Strukturiertheit* ($\beta_{Str} = 0.59$) hohe Korrelationen zum Globalurteil und stellen signifikante Prädiktoren ($p_{Adr} < 0.01$; $p_{Str} < 0.001$) dar. Die Skalen zur sprachlichen Konzeption (*KB*, *VW*, *GE*) erweisen sich in diesem Modell hingegen als vernachlässigbare Parameter mit geringen Regressionskoeffizienten. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen zeigt sich jedoch ein anderes Bild. *Adressatenorientierung* und *Strukturiertheit* haben bei der Bewertung distanzsprachlich konzipierter Erklärungen wenig Einfluss auf das Globalurteil. Stattdessen ist hier ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der globalen Bewertung und dem *Grad der Elaboriertheit* festzustellen ($\beta_{KB} = -0.51$, $p_{KB} < 0.05$). Ebenfalls ein verhältnismäßig großer negativer Zusammenhang zum Globalurteil ist bei den *Kommunikationsbedingungen* zu erkennen ($\beta_{KB} = -0.27$). Dieser wird jedoch mit $p_{KB} = 0.12$ nicht signifikant.

Zusammenfassung zur Vorhersagekraft der Skalen

Bezüglich der Vorhersagekraft der einzelnen Skalen für das Globalurteil kann festgehalten werden, dass sich auch hierbei die Gruppen voneinander unterscheiden. Sowohl im allgemeinen Modell (Tab. 6.6, S. 119) als auch in den nach Nähe und Distanz getrennten Modellen (Tab. 6.7, S. 121) treten bei den Schüler*innen nur für die Skalen zur Sprachkonzeption signifikante Zusammenhänge zur Globalnote auf. Unabhängig von der Modellierung ist für die Skalen *Strukturiertheit* und *Adressatenorientierung* kein signifikanter Einfluss auf die Bewertung feststellbar. Bei den Lehrenden sind entgegengesetzte Tendenzen erkennbar. Sowohl im allgemeinen Modell als auch für die nächsprachlichen Erklärungen im Einzelnen sind hier *Adressatenorientierung* und *Strukturiertheit* signifikante Prädiktoren für die globale Bewertung. Im Bereich der Distanzsprache stellt sich bei den Lehrenden jedoch lediglich die Skala *Grad der Elaboriertheit* als Prädiktor heraus. Verglichen mit allen anderen signifikanten Zusammenhängen weist diese Skala bei den Lehrenden jedoch eine negative Korrelation auf. Im Gegensatz zu den anderen Gruppen zeigen sich bei den Studierenden für die distanzsprachlichen Erklärungen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den untersuchten Skalen und der globalen Bewertung. Im erklärungsübergreifenden wie auch im nächsprachlichen Modell existiert in dieser Gruppe ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem *Grad der Elaboriertheit* und der Globalnote. Abhängig vom verwendeten Modell gelten bei den Studierenden zusätzlich die Skalen *Adressatenorientierung* (allgemeines Modell) und *Vorgehensweise* (Modell zur Nähesprache) als Prädiktor für die globale Bewertung.

6.1.5 Begründung des Globalurteils

Von den drei Erklärenden-Gruppen (ST, L, D) konnte die globale Bewertung der Erklärqualität im Fragebogen zusätzlich begründet werden (vgl. Abschnitt 5.3.4). Die Antworten der offenen Begründung wurden mit Hilfe des in Abschnitt 5.3.7 beschriebenen Kategoriensystems codiert. Anhand dieser Auswertung wird im Folgenden zunächst beschrieben, welche Kriterien von den drei Erklärenden-Gruppen jeweils zur Urteilsbegründung verwendet wurden. Anschließend wird erläutert, inwiefern sich die Begründungen zwischen nahe- und distanzsprachlichen Erklärungen unterscheiden. Zur Anonymisierung der Daten wird den Teilnehmenden jeder Gruppe eine fortlaufende Personennummer zugewiesen. Die Kennzeichnung der im Folgenden verwendeten Zitate erfolgt über die Gruppenzugehörigkeit (ST, L, D), die Erklärung, auf welche die Begründung bezogen ist (bspw. E_n für die nahe-sprachliche Erklärung zur Elektrizitätslehre, oder M_d für die distanzsprachliche Erklärung zur Mechanik) und die zugewiesene Personennummer (Bsp: ST.W_n.14).

Kriterien zur Urteilsbegründung

Mit insgesamt 715 Aussagen umfasst die Begründung bei den Studierenden ($N = 42$) im Schnitt 17 Aussagen pro Person. Bei den $N = 28$ Lehrkräften fielen die Begründungen mit durchschnittlich 14.3 Aussagen pro Person bei insgesamt 400 Aussagen etwas geringer aus, während die Begründungen bei den Didaktiker*innen mit durchschnittlich 21 Aussagen pro Teilnehmendem am ausführlichsten waren (757 Aussagen bei $N = 36$ Personen). Die mit Hilfe des Kategoriensystems codierten Aussagen der Teilnehmenden ergaben insgesamt 33 Kategorien. Diese Kategorien können mit den zur Begründung genannten Kriterien der Teilnehmenden gleichgesetzt werden. Sie lassen sich zu neun Oberkategorien zusammenfassen, die mit Ausnahme der Oberkategorie *Allgemeine Bemerkungen* (AB) als Qualitätskriterien verstanden werden können. Neben *Strukturiertheit* (Str) und *Adressatenorientierung* (Adr) werden auch Kriterien zur *Repräsentation* (Rep), zu *Fachinhalten* (FI) sowie zu *fachdidaktischen Aspekten* (FD) genannt. Ebenso treten Aussagen zum *Sprech- und Körperausdruck* (SuK) auf. Weitere Kriterien lassen sich dem Themenbereich Sprache zuordnen. Da der Fokus dieser Arbeit auf die sprachliche Konzeption der Erklärungen gerichtet ist, wird diese von der Oberkategorie *Sprache allgemein* (Spr) getrennt als eigenständige Oberkategorie *Sprachkonzeption* (Kon) geführt.

Die Oberkategorie Sprachkonzeption umfasst insgesamt vier Kriterien (Kategorien). Dazu gehören die drei Kategorien der Modelloperationalisierung sowie eine allgemeine Kategorie. Die Kategorie *Globales* (Kon_Glo) umfasst Aussagen, die der

sprachlichen Konzeption zugeordnet werden können, jedoch nicht direkt einen der operationalisierten Aspekte betreffen (»Sie [die Erklärung] ist aber tendenziell konzeptionell schriftlich«, D.E_n.20). In die Kategorie *Kommunikationsbedingungen* (Kon_KB) fallen Aussagen, welche die Art der Ansprache (persönlich/unpersönlich) betreffen. Zudem werden dieser Kategorie auch Aussagen zur Gesprächs- und Redekonstellation zwischen Lehrer und Schüler*innen subsummiert. Während Aussagen wie »der Lehrer ist schülernah« (L.M_n.11) eine Konstellation mit Gesprächsführung auf Augenhöhe beschreiben, drückt »Erklärung als Belehrung - eben nicht Belernung« (D.E_n.26) ein Gefühl der Hierarchisierung zwischen Sprecher und Adressat aus. Auch Monologizität und Dialogizität (»bezieht Schülerinnen und Schüler indirekt mit ein«, ST.E_n.4) im Vortragsstil werden in dieser Kategorie berücksichtigt. Unter *Vorgehensweise* (Kon_VW) werden hingegen diejenigen Aussagen zusammengefasst, die den inhaltlichen Aufbau der Erklärung ansprechen. Die Darstellung der Wissensbestände als »fertig/unverhandelbar« (D.M_d.20)/allgemeingültig beziehungsweise vorläufig kann aus den verschiedenen Vorgehensweisen resultieren, weshalb auch diesbezügliche Aussagen zu dieser Kategorie gezählt werden. Die Kategorie *Grad der Elaboriertheit* (Kon_GE) umfasst Aussagen zu Satzbau, Informationsdichte und sprachlicher Elaboriertheit (»gedrechselte Formulierungen wie Es gilt, Es wird gezeigt«, D.W_d.30).

Weitere sprachliche Kriterien werden in der Oberkategorie Sprache allgemein zusammengefasst. Dies betrifft die Kategorie *Sprache Global* (Spr_Glo), die allgemeine Aussagen bezüglich der verwendeten Sprache enthält. Hierunter fallen Bemerkungen zu einer »einfachen« (bspw. ST.E_n.18), »klaren« (bspw. L.M_n.8) oder »altersgemäß« (bspw. D.E_n.24) verwendeten Sprache. Auch Aussagen über die sprachliche Verständlichkeit und die damit zusammenhängende Verwendung »unnötige[r] Wörter« (L.E_d.25) werden zu dieser Kategorie gezählt, sofern sie nicht durch weitere Spezifikation einer anderen Kategorie zugeordnet werden können. Mit der zweiten Kategorie enthält diese Oberkategorie Aussagen zur *Fachsprache* (Spr_FS). Begründungen bezüglich der »Verwendung der Fachtermini« (bspw. L.M_d.23) sind dieser Kategorie ebenso zuzuschreiben wie Aussagen zum »Gebrauch der Fachsprache« (bspw. L.E_n.16) (positiv wie negativ) im Allgemeinen. Ebenso werden dieser Kategorie Aussagen über die Verwendung alltagssprachlicher Begriffe wie beispielsweise Wucht oder Tempo zugeordnet.

Zur Oberkategorie Strukturiertheit gehören die Kategorien *Globales* (Str_Glo), *Aufbau Allgemein* (Str_Aufbau), *Transparenz* (Str_Transp) und *Fokussierung* (Str_Fokus). In der Kategorie Globales werden allgemeine Aussagen zur Strukturierung der Erklärung wie beispielsweise »zu unstrukturiert« (bspw. D.M_n.22) oder »ausführlich, klar ge-

gliedert« (bspw. ST.E_d.31) zusammengefasst. Bemerkungen zum schrittweisen oder logischen Aufbau, zur Argumentationskette oder dem roten Faden der Erklärung werden zur Kategorie Aufbau gezählt. Auch Aussagen zu Wiederholungen und Zusammenfassungen sowie dem Auslassen von Teilschritten innerhalb der Erklärung sind in dieser Kategorie enthalten. Zur Transparenz gehören Aussagen zur Zielformulierung und Verwendung von Advance Organizern. Sprachlich strukturierende Hinweise und das Hervorheben wichtiger Punkte der Erklärung fallen ebenso in diese Kategorie. Bemerkungen darüber, inwiefern die Erklärungen »auf das Wesentliche konzentriert« (ST.E_d.28) blieben oder für die Erklärung unnötige Aspekte vorhanden waren (»viel Kleinzeug das fürs eigentliche Thema nicht wichtig ist«, ST.M_d.30), werden in der Kategorie Fokussierung gebündelt.

Die Oberkategorie Adressatenorientierung beinhaltet ebenfalls eine Kategorie *Globales* (*Adr_Glo*). Wie bei den globalen Kategorien zuvor werden hier allgemeine Aussagen zur Adressatengemäßheit der Erklärungen gesammelt (»meine 8. Klasse würde mit solch einem Video nicht klar kommen«, L.E_d.24). Darunter fallen auch allgemeine Bemerkungen bezüglich der Bedürfnisse und Perspektive der Schüler*innen. Auch die Kategorien *Kognitiver Anspruch* (*Adr_Kognitiv*), in der Aussagen zu kognitivem Anspruch der Erklärung sowie kognitiver Be- und Entlastung der Schüler*innen vereint werden und *Vorwissen* (*Adr_VoWi*) sind Teil der Adressatenorientierung. Unter Vorwissen werden dabei Aussagen zur Anknüpfung der Erklärungen an das Vorwissen und Rückbezüge auf das Vorwissen der Schüler*innen innerhalb der Erklärungen zusammengefasst. Des Weiteren umfasst die Adressatenorientierung die Kategorien *Kontextualisierung* (*Adr_Kontext*), *Didaktische Reduktion* (*Adr_DidRed*) und *Motivation* (*Adr_Motivation*). Zur Kontextualisierung zählen neben Aussagen zur konkreten Kontextualisierung der Erklärung auch Aussagen zur Verknüpfung mit der Lebenswelt der Schüler*innen, unter anderem durch »Beispiele aus der Alltagserfahrung der Kinder« (L.M_d.17). Angaben wie »angemessene Portionierung« (D.W_n.28) sowie direkte Äußerungen zu didaktischer Reduktion der Inhalte werden zu der Kategorie Didaktische Reduktion zusammengefasst. Auch die Aussagen zum Schülerinteresse oder steigenden/sinkenden Motivation der Schüler*innen durch die Aufbereitung der Erklärungen bilden eine eigenständige Kategorie (Motivation).

Die Aussagen zur Oberkategorie Repräsentation lassen sich insgesamt 5 Kategorien zuordnen. In der Kategorie *Globales* (*Rep_Glo*) werden allgemeine Bemerkungen zur Anschaulichkeit und Visualisierung zusammengefasst. Zudem beinhaltet diese Kategorie Aussagen über den Grad der Abstraktheit der Erklärungen, der durch vorhandene/ fehlende Beispiele etc. charakterisiert wird. Der Umgang mit dem Tafelbild und dessen visuelle und inhaltliche Aufbereitung bilden die Kategorie *Tafelbild*

(*Rep_Tafel*). Aussagen zur »Visualisierung durch Experiment[e]« (bspw. D.M_n.24) aber auch durch konkrete Rechenbeispiele an der Tafel und (Versuchs-)Skizzen sowie deren Einbindung in die Erklärung werden zu der Kategorie *graphische Repräsentation* (*Rep_Graphisch*) zusammengefasst. Die Erwähnung »praktischer« (bspw. L.E_d.27) und »anschaulicher Beispiele« (bspw. L.M_n.2) sowie von Analogien und Metaphern kann durch *mentale und sprachliche Repräsentation* (*Rep_Sprachl*) beschrieben werden. Auch die Art und Weise der *Verknüpfung verschiedener Repräsentationsebenen* (*Rep_Verkn*) wird als Kriterium genannt. Neben der »Arbeit mit dem Tafelbild« (bspw. D.W_n.26) werden sowohl die »Bezüge zwischen den Darstellungsformen« (bspw. D.W_n.12) als auch die »Verknüpfung verbaler Repräsentation und anderen Repräsentationsformen« (bspw. D.E_d.12) als wichtige Punkte genannt.

Innerhalb der Oberkategorie fachdidaktische Aspekte können Aussagen zu *Modellvorstellungen* (*FD_ModellVS*), *Schülervorstellungen* (*FD_SV*), *Naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen* (*FD_NaWiAw*) und *Funktionen der Experimente* (*FktExp*) unterschieden werden. Unter Modellvorstellungen sind Aussagen zu physikalischen Modellvorstellungen allgemein sowie zur expliziten Nennung von deren Grenzen in den Erklärungen zu finden. In den drei anderen Kategorien werden jeweils positive wie negative Aussagen der namensgebenden Aspekte zusammengefasst.

Die fachlichen Aussagen (Oberkategorie Fachinhalte) lassen sich in vier Kategorien unterscheiden. Einer davon sind Aussagen zu *fachlichen Inhalten* (*FI_Inhalt*) der Erklärungen zuordnen. Neben inhaltlicher Kritik an der fachlichen Umsetzung in den Erklärungen erfolgen hier auch Aussagen zur »fachliche[n] Angemessenheit« (bspw. D.M_n.24) sowie potentielle Verbesserungsvorschläge. Unter Einbezug von Formeln, Zahlenbeispielen und Rechnungen wird als Kriterium bei der Notenvergabe die *Verwendung von Mathematik* (*FI_Mathe*) angebracht. Auch die »Verwendung der mathematischen Ebene bei der Erklärung« (D.E_n.4) und deren Verknüpfung mit der physikalischen Ebene werden in dieser Kategorie angesprochen. Auch das *Experiment* (*FI_Exp*) als solches findet sich in den fachlichen Begründungen wieder. Dabei geht es sowohl um Aufbau und Durchführung der einzelnen Experimente als auch um deren Beschreibung aus fachlicher Perspektive. Aussagen zu Auswahl und Passung von Experiment und zugrundeliegender Theorie werden in der vierten fachlichen Kategorie *Verknüpfung Theorie-Experiment* (*FI_Theo-Exp*) verbunden.

Bei den Allgemeinen Bemerkungen werden Aussagen gebündelt, in welchen die *Erklärung allgemein* (*AB_Erklärung*) angesprochen wird. Hierunter fallen allgemeingültige Floskeln wie »gute Erklärung« (bspw. ST.E_n.4) oder »sehr gut und schlüssig alles ausführlich erklärt« (L.M_d.28) sowie Anmerkungen die Erklärungen als solche betreffend (»immer noch keine Erklärung«, D.W_d.21; »Erklärung dreht sich

im Kreis«, L.W_d.7. Zudem werden bei den Allgemeinen Bemerkungen Aussagen unterschieden, in denen allgemein die *Nachvollziehbarkeit* (AB_Nachvollz) oder die *Verständlichkeit* (AB_Verständl) der Erklärung angesprochen werden, ohne dies weiter zu präzisieren.

Die Oberkategorie Sprech- und Körperausdruck wird nicht weiter unterteilt. Hier werden Aussagen zur Artikulation und Aussprache des Erklärenden (klar/undeutlich), zu Sprechgeschwindigkeit (langsam/schnell), Pausensetzung und -länge sowie Betonung (Modulation, Akzentuierung/Monotonie) gesammelt. Auch die Art und Weise des Vortrags (nüchtern, gelangweilt/begeistert) wurde in einigen Aussagen genannt. Gestik und Mimik der Lehrkraft sowie deren Zugewandtheit zu den Schüler*innen werden als Aspekte des Körperausdrucks ebenfalls in dieser Kategorie codiert.

Für alle drei Erklärenden-Gruppen gemeinsam zeigt sich, dass mit 28 % aller Aussagen am häufigsten die Oberkategorie *Fachinhalte* zur Notenbegründung herangezogen wurde. 16 % der Begründungen beinhalten Aussagen zur *Adressatenorientierung* und 14 % zur *Sprachkonzeption*. Damit lassen sich bereits über die Hälfte der Begründungen diesen drei Kategorien zuordnen. Weitere 13 % der Begründungen können jeweils den Kategorien *Strukturiertheit* und *Repräsentation* zugeordnet werden. Unter die 10 %-Marke fallen die Kategorien *Sprache* (7 %) und *Sprech- und Körperausdruck* (6 %). Lediglich 3 % aller Begründungen enthalten Aussagen zu *fachdidaktischen Aspekten*. Tabelle 6.8 zeigt überblicksartig, welche Kriterien von den Gruppen einzeln jeweils zur Begründung des Globalurteils verwendet wurden. Die Anordnung der Kriterien in der Tabelle entspricht der jeweiligen Rangreihenfolge. Hierfür wurde für jede Kategorie der prozentuale Anteil an den Gesamtaussagen der jeweiligen Gruppe berechnet.

Insgesamt umfassen die Begründungen jeder Gruppe fast alle Kategorien. Dabei werden fünf der Kategorien von den Studierenden und vier von den Lehrkräften nicht genannt (vgl. unterer Abschnitt Tabelle 6.8). In beiden Gruppen handelt es sich dabei um die fachdidaktischen Aspekte *Modellvorstellungen*, *Schülervorstellungen* und *Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen*, sowie um Allgemeine Aussagen zur Sprachlichen Konzeption. Zusätzlich wurde bei den Studierenden die *Kontextualisierung* der Erklärung bei der Notenbegründung nicht erwähnt.

Bei den Studierenden erreichen acht Kategorien einen prozentualen Anteil von über 5 %³. In den Gruppen der Lehrkräfte und Didaktiker*innen sind dies sechs beziehungsweise sieben Kategorien (vgl. oberer Abschnitt Tabelle 6.8). Vier dieser Kategorien sind in allen drei Gruppen dieselben. Dabei handelt es sich um die beiden

³Die 5%-Marke stellt lediglich einen Anhaltspunkt bezüglich der Häufigkeit der genannten Aussagen für die Auswertung dar und entspricht keinem festen Kriterium

6 Ergebnisse

fachlichen Kategorien *fachlicher Inhalt* und *Experiment* sowie um die Kategorie *Erklärung allgemein* und die Sprachkonzeptions-Kategorie *Vorgehensweise*. Dabei handelt es sich um die beiden fachlichen Kategorien *fachlicher Inhalt* und *Experiment* sowie um die Kategorie *Erklärung allgemein* und die Sprachkonzeptions-Kategorie *Vorgehensweise*. Mit mindestens 4 % zählt auch die Kategorie *Sprech- und Körperausdruck* in allen Gruppen zu den häufiger genannten Kriterien. Bei den Studierenden und Didaktiker*innen wurden zudem auch die Kategorien *Transparenz* und *Vorwissen* vermehrt in den Begründungen angeführt. Allgemeine Aussagen zur Adressatengemäßheit der Erklärungen sind vor allem in den Gruppen der Studierenden und Lehrkräfte des öfteren zu finden. Mit über 5 % der Aussagen zählt bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen auch die Fachsprache zu den Hauptkriterien bei der Begründung. Die genaue Verteilung der einzelnen Kategorien in jeder Gruppe ist der nachfolgenden Tabelle 6.8 zu entnehmen.

Tabelle 6.8: Rangreihenfolge der von den Gruppen zur Notenbegründung genannten Kategorien mit Angabe des prozentualen Anteils an den jeweiligen Gesamtaussagen der Gruppe.

Studierende		Lehrkräfte		Didaktiker*innen	
[%]	Kategorie	[%]	Kategorie	[%]	Kategorie
12	FI_Inhalt	15	Kon_VW	14	FI_Inhalt
9	FI_Exp	10	FI_Inhalt	7	FI_Exp
8	AB_Erklärung	7	AB_Erklärung	6	AB_Erklärung
8	Kon_VW	7	Spr_FS	6	Kon_VW
7	SuK	6	Adr_Motivation	6	Kon_GE
5	Str_Transp	6	FI_Exp	5	Str_Transp
5	Adr_VoWi	4	Adr_Glo	5	Spr_FS
5	FI_Mathe	4	Rep_Glo	4	Adr_VoWi
4	Adr_Glo	4	SuK	4	Rep_Glo
4	Str_Aufbau	3	Kon_KB	4	Rep_Verkn
4	Spr_FS	3	Kon_GE	4	Str_Glo
3	Adr_Kognitiv	3	FI_Mathe	4	SuK
3	Kon_KB	3	Rep_Graphisch	3	Adr_Glo
3	Str_Fokus	2	Adr_VoWi	3	Str_Aufbau
3	Rep_Verkn	2	Str_Aufbau	3	FI_Theo-Exp
3	FI_Theo-Exp	2	Str_Transp	2	Adr_DidRed
2	Adr_Motivation	2	FI_Theo-Exp	2	Adr_Motivation
2	Rep_Glo	2	Spr_Glo	2	Str_Fokus
2	Rep_Tafel	2	Rep_Sprachl	2	Spr_Glo
2	Rep_Graphisch	2	Rep_Tafel	2	FI_Mathe
2	Str_Glo	2	Rep_Verkn	2	Rep_Graphisch
2	FD_FktExp	1	Adr_DidRed	2	Rep_Tafel
1	Kon_GE	1	Adr_Kognitiv	1	Adr_Kognitiv
1	Adr_DidRed	1	Adr_Kontext	1	Adr_Kontext
1	Rep_Sprachl	1	FD_FktExp	1	FD_SV
1	Spr_Glo	1	Str_Glo	1	FD_NaWiAw
0	Adr_Kontext	1	Str_Fokus	1	Kon_Glo
0	FD_ModellVS	0	FD_ModellVS	1	Kon_KB
0	FD_NaWiAw	0	Kon_Glo	1	FD_ModellVS
0	FD_SV	0	FD_NaWiAw	1	FD_FktExp
0	Kon_Glo	0	FD_SV	1	Rep_Sprachl

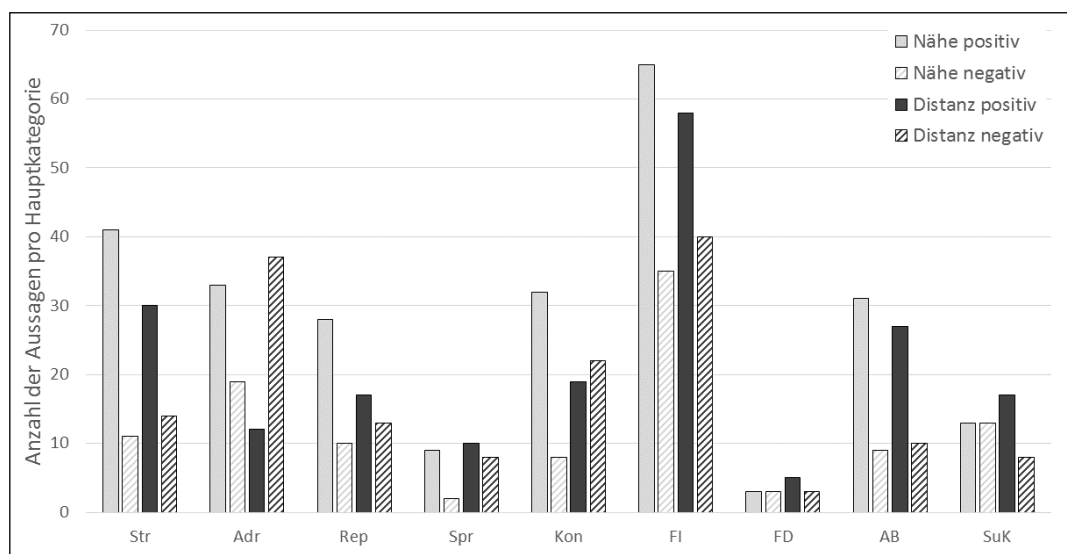
Bem.: Der prozentuale Anteil der Kategorien entspricht dem Anteil an der Gesamtaussagenmenge jeder einzelnen Gruppe.

Die vollständigen Bezeichnungen der Kategorien können im Text der Beschreibung des Kategoriensystems ab S. 123 nachgelesen werden.

Begründungen zwischen Nähe und Distanz

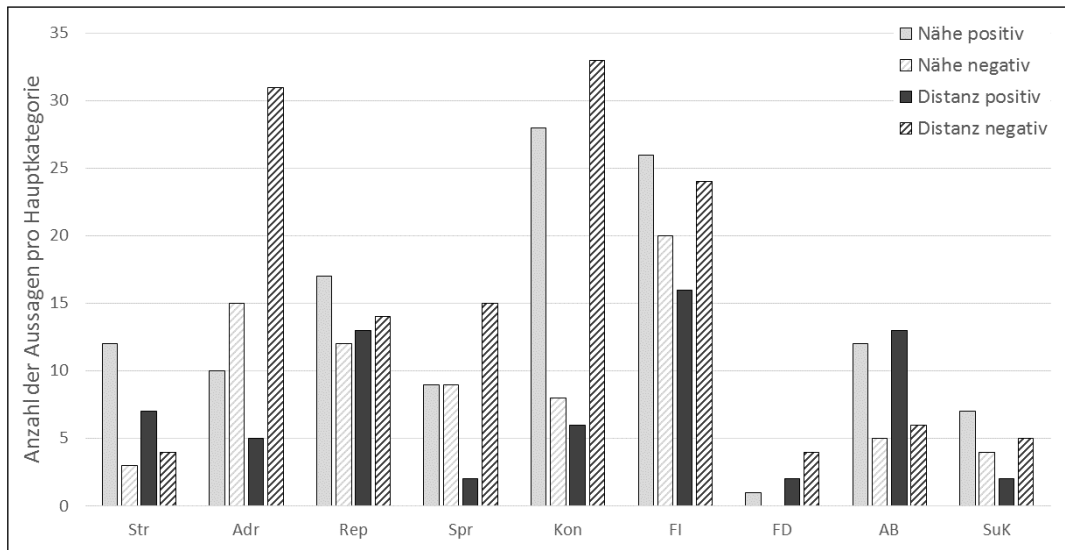
Im Folgenden werden die Begründungen zu den nächsprachlich und distanzsprachlich konzipierten Erklärungen getrennt betrachtet. Dieser Vergleich erfolgt für jede Gruppe (ST, L, D) separat auf Ebene der Oberkategorien. Da die Aussagen der Oberkategorie *Allgemeinen Bemerkungen* in keiner der drei Gruppen zur Unterscheidung von Nähe und Distanz verwendet wurden und an sich keine Qualitätskriterien für Unterrichtserklärungen darstellen, wird diese Oberkategorie in den folgenden Analysen nicht weiter berücksichtigt. Abbildung 6.6 zeigt für jede Gruppe die Anzahl der Aussagen pro Oberkategorie. Für jede Kategorie werden die Begründungen zu den nächsprachlichen (hellgrau) und den distanzsprachlichen (dunkelgrau) Erklärungen unterschieden. Zudem sind für beide Sprachkonzeptionen jeweils positive (gefüllt) und negative (schraffiert) Begründungen getrennt aufgetragen.

Wie in der Abbildung 6.6-a zu erkennen ist, fallen bei den Studierenden die meisten Aussagen (insgesamt 31 %) in die Kategorie *Fachinhalte*. Etwa halb so viele Aussagen finden sich in dieser Gruppe in der Kategorie *Adressatenorientierung* (16 %). Etwas weniger häufig genannt wurden Kriterien bezüglich *Strukturiertheit* (15 %) sowie *Sprachkonzeption* (13 %) und *Repräsentation* (11 %). Insgesamt betrachtet überwiegen bei den Studierenden die positiven Begründungen mit 392 Aussagen im Vergleich zu 246 negativen Aussagen. Dies spiegelt sich auch in den einzelnen Kategorien wider. Mit Ausnahme der *Adressatenorientierung* enthalten alle Oberkategorien mehr positive als negative Aussagen. Im direkten Vergleich der beiden Sprachkonzeptionen zeigt sich zudem, dass in den meisten Kategorien die Anzahl positiver Aussagen bei den

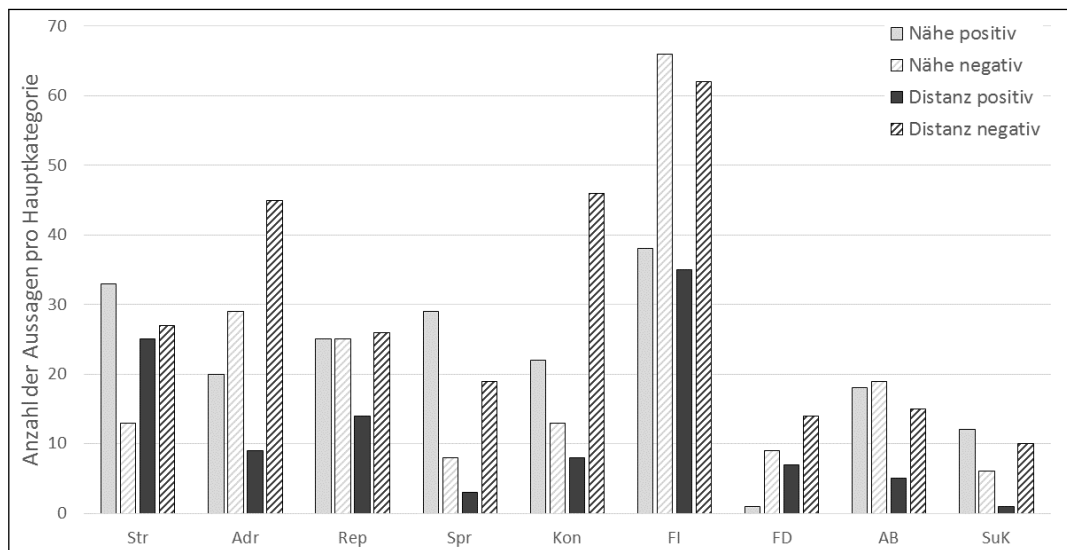


(a) Studierende

6.1 Ergebnisse der Fragebogenstudie



(b) Lehrkräfte



(c) Didaktiker*innen

Abbildung 6.6: Begründung des Globalurteils in den drei Erklärenden-Gruppen. Oberkategorien nach positiven und negativen Aussagen zu nahe- und distanzsprachlichen Erklärungen

nähesprachlichen Erklärungen größer ist als bei den distanzsprachlichen Erklärungen. Ausnahmen hiervon bilden die Kategorien *Sprache*, *Fachdidaktische Aspekte* sowie *Sprech- und Körperausdruck*. Die Anzahl negativer Aussagen ist im Gegensatz dazu mit Ausnahme der Kategorie *Sprech- und Körperausdruck* bei den distanzsprachlichen Erklärungen jeweils größer als bei den nähesprachlichen Erklärungen oder gleich groß (FD). Für den Vergleich der beiden Sprachkonzeptionen sind vor allem die Kategorien interessant, in welchen das Verhältnis positiver und negativer Aussagen zwischen

den Erklärungen mit der Sprachkonzeption variiert. Bei der Gruppe der Studierenden sind dies die Kategorien *Adressatenorientierung* und *Sprachkonzeption* (vgl. Abb. 6.6-a). In Bezug auf die *Adressatenorientierung* wurden die nähesprachlichen Erklärungen global vorwiegend als »schülerzentriert« (ST.M_n.31) und »auf die Schüler bezogen« (ST.E_n.31) bezeichnet. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen fehlte den Studierenden dieser Schülerbezug hingegen. Ebenso bemängelt wurde eine fehlende Spannung bei der Durchführung des Versuchs. Diese gehe durch die einleitende Theorie und die damit verbundene »Vorwegnahme der Ergebnisse verloren« (ST.M_d.34), insbesondere bei einem abschließend durchgeführten Experiment, das »erwartungsgemäß endet« (ST.W_d.19). Andererseits erhöhe den Studierenden zufolge ein Experiment zu Beginn der Erklärung die Aufmerksamkeit der Schüler*innen. Während bei den nähesprachlichen Erklärungen zudem gehäuft positive Aussagen in Bezug auf die Wiederholung und die Anknüpfung an das Vorwissen auftraten, zeigten sich bei den distanzsprachlichen Erklärungen vermehrt negative Aussagen zur kognitiven Belastung der Schüler*innen. Kritisiert wurde hierbei vor allem der hohe inhaltliche Input und die »rein akustische Darbietung« (ST.M_d.26) der Erklärungen. Im Gegensatz dazu sei der kognitive Anspruch der nähesprachlichen Erklärungen geringer, da »die Mathematischen Aspekte [...] kennbar mehr im Hintergrund« (ST.E_n.14) wären. Die Aussagen im Bereich *Sprachkonzeption* verteilen sich in etwa im Verhältnis 2:1 auf die Kriterien Vorgehensweise und Kommunikationsbedingungen. Lediglich vier Aussagen beziehen sich auf den Grad der Elaboriertheit. Zwei davon bewerteten die »einfache Sprache mit einfachem Satzbau« (ST.E_n.18) der nähesprachlichen Erklärungen als positiv. Die beiden anderen beinhalteten jeweils negative Bemerkungen bezüglich der hohen Informationsdichte distanzsprachlicher Erklärungen. Im Bereich der Kommunikationsbedingungen wurden bei den nähesprachlichen Erklärungen die »persönlichen Formulierungen (wir, etc.)« (ST.W_n.8) und die »aufgeschlossene Art des Lehrers« (ST.W_n.4) als positiv bewertet. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen wurden unpersönliche Formulierungen und eine »distanzierte Wortwahl« (ST.E_d.19) von den Studierenden negativ gesehen. Bei der Vorgehensweise gibt es sowohl zu den nähesprachlichen als auch zu den distanzsprachlichen Erklärungen positive wie negative Aussagen zur Reihenfolge von Theorie und Experiment. Hier argumentieren die Studierenden, dass sich die Vorgehensweise der nähesprachlichen Erklärungen (*Konkret – Abstrakt*) gut für »entdeckendes Lernen« (ST.W_n.12) eigne. Kritisiert wurde hingegen, dass die Verallgemeinerung zu gering ausfalle und es in diesen Erklärungen wenig ersichtlich sei, dass die Theorie am Ende der Erklärung allgemeingültig ist (u. a. ST.E_n.35). Die Vorgehensweise *Abstrakt – Konkret* wurde vor allem aufgrund der Möglichkeit der Durchführung hypothesentestender Experimente

für gut befunden. Gleichzeitig wurde von den Studierenden die Argumentationsweise teils als zu »trocken « (ST.W_n.12) beschrieben und kritisiert, dass die Informationen zu Beginn »erstmal vom Himmel« (ST.W_d.2) fallen würden.

Mit etwa 24 % der Aussagen liegt auch bei den Lehrkräften die Oberkategorie *Fachinhalte* an erster Stelle der Begründungen (Abb. 6.6-b, S. 131). Im Gegensatz zu den anderen Gruppen folgt bei den Lehrkräften an zweiter Stelle der Begründungen jedoch die Oberkategorie *Sprachkonzeption* mit 20 % der Aussagen. Auch die Kategorien *Adressatenorientierung* (17 %) und *Repräsentation* (15 %) werden in dieser Gruppe bei der Begründung des Globalurteils häufiger genannt. Anders als bei den Studierenden überwiegen bei den Lehrkräften insgesamt die negativen Aussagen (201 von 364 Aussagen). Innerhalb der Oberkategorien werden in dieser Gruppe daher nur in zwei Fällen (Strukturiertheit und Repräsentation) mehr positive als negative Aussagen gezählt. Betrachtet man nur die nächsprachlichen Erklärungen, zeigt sich, dass hier mit Ausnahme der Kategorie *Adressatenorientierung* die Anzahl positiver Begründungen größer oder genauso groß ist wie die Anzahl negativer Aussagen. Die insgesamt höhere Anzahl negativer Aussagen macht sich in dieser Gruppe vor allem bei den distanzsprachlichen Erklärungen bemerkbar. Abgesehen von der Kategorie *Strukturiertheit* überwiegen bei diesen Erklärungen die negativen Aussagen. Extremfälle bilden hier die Kategorien *Adressatenorientierung*, *Sprache* und *Sprachkonzeption* (vgl. Abb. 6.6-b). Für den Vergleich von Nähe und Distanz werden auch bei den Lehrkräften die Oberkategorien herangezogen, bei welchen sich das Verhältnis positiver zu negativer Aussagen zwischen den Sprachkonzeptionen auffallend unterscheidet. Von Interesse sind in dieser Gruppe daher vor allem die Kategorien *Sprache*, *Sprachkonzeption*, *Fachinhalte* und *Sprech- und Körperausdruck*, in denen sich das Verhältnis umkehrt. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass die Unterschiede bei den Fachinhalten und dem Sprech- und Körperausdruck lediglich aufgrund der Ausführlichkeit der Einzelbegründungen basiert. In diesen Oberkategorien sind keine inhaltlichen Veränderungen zwischen nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen in den Aussagen zu finden. Anders verhält es sich in den Oberkategorien *Sprache* und *Sprachkonzeption*. In Bezug auf die *Sprache* zeigt sich für die nächsprachlichen Erklärungen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen positiven und negativen Aussagen. Global betrachtet wurde diesen Erklärungen von den Lehrkräften eine »gute, klare Sprache« (L.M_n.8) zugeschrieben. Positiv angemerkt wurde zudem ein »korrekter Gebrauch der Fachsprache« (L.E_n.16). Weniger Anklang fand hingegen die Verwendung alltagssprachlicher Begriffe wie Tempo und Elektrizitätsfluss. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen finden sich weniger positive Aussagen zur Sprache. Dafür erhöht sich die Anzahl negativer Aussagen deutlich. Insgesamt sei die

Sprache der distanzsprachlichen Erklärungen »unterrichtsfern« (L.E_d.24) und enthalte zu viele »unnötige Wörter für eine Erklärung in der achten Klasse« (L.E_d.25). Fachsprachlich wurde die Fülle an Fachbegriffen und die »komplizierte, oft etwas umständliche Fachsprache« (L.E_d.2) kritisiert. Am stärksten fällt der Unterschied zwischen Nähe und Distanz bei den Lehrkräften in der Oberkategorie *Sprachkonzeption* aus. Mit einem Verhältnis von 28 positiven Aussagen zu 8 negativen Aussagen werden die nächsprachlichen Erklärungen in dieser Oberkategorie sehr viel besser bewertet als die distanzsprachlichen Erklärungen (6 positive Aussagen im Vergleich zu 33 negativen Aussagen; vgl. Abb. 6.6-b). Die Unterschiede sind hierbei in den Kategorien *Kommunikationsbedingungen* und *Vorgehensweise* zu finden. Während die direkte Ansprache der Schüler*innen und das betont gemeinsame Vorgehen (»wieder als gemeinsamer Erkenntnisgewinn«, L.M_n.7) in den nächsprachlichen Erklärungen positiv bewertet wurde, kritisierten die Lehrkräfte den unpersönlichen Vortragsstil der distanzsprachlichen Erklärungen. Noch deutlicher wird die Bewertungsdiskrepanz der unterschiedlich konzipierten Erklärungen jedoch in der Kategorie *Vorgehensweise*. Vereinzelt finden sich hierzu im Bereich der Distanzsprache positive Aussagen bezüglich der »guten deduktiven Herleitung und ihrer experimentellen Überprüfung« (L.M_d.2). Deutlich größer ist jedoch die Anzahl negativer Äußerungen, in denen die Vorgehensweise *Abstrakt – Konkret* kritisiert wurde. Durch die Theorie zu Beginn der Erklärung würden die Ergebnisse vorweggenommen, wodurch das Experiment am Ende »wenig interessant« (L.W_d.5) würde und nicht die »Förderung von Neugier« (L.M_d.10) der Schüler*innen unterstütze. Im Gegensatz dazu wurde die Vorgehensweise der nächsprachlichen Erklärungen von den Lehrkräften durchweg positiv bewertet. Ein »induktiver Zugang [sei] für Schüler einsichtiger« (L.E_n.13) und unterstütze »entdeckendes Lernen« (L.W_n.6). Auch die *Adressatenorientierung* ist für den Vergleich von *Nähe* und *Distanz* von Interesse. Zwar kehrt sich hier das Verhältnis positiver zu negativer Aussagen zwischen den Sprachkonzeptionen nicht um, jedoch ist die Differenz zwischen positiven und negativen Aussagen stark unterschiedlich. Während die Anzahl positiver Aussagen von den nächsprachlichen auf die distanzsprachlichen Erklärungen abnimmt, erhöht sie sich in Bezug auf die negativen Aussagen (vgl. Abb. 6.6-b). Die nächsprachlichen Erklärungen wurden dabei von den Lehrkräften als »schülernah« (bspw. L.E_n.11) bezeichnet, während die distanzsprachlichen Erklärungen die Schülerbedürfnisse missachten würden. In Bezug auf die *Motivation* wurden die distanzsprachlichen Erklärungen als »unspannend und wenig interessant« (L.W_d.1) bezeichnet, bei denen der »Aha-Effekt« (L.M_d.7) fehle. Auch die Anknüpfung an das Vorwissen der Schüler*innen fiel den Lehrkräften bei den distanzsprachlichen Erklärungen zu knapp aus.

Genau wie die Studierenden argumentierten die Didaktiker*innen (Abb. 6.6-c, S. 131) am häufigsten über *Fachinhalte* (29 %) und *Adressatenorientierung* (15 %). In etwa gleich verteilt finden sich zudem vermehrt Aussagen aus den Kategorien *Strukturiertheit* (14 %) sowie *Repräsentation* und *Sprachkonzeption* (je 13 %). Wie auch bei der Gruppe der Lehrkräfte überwiegen bei den Didaktiker*innen insgesamt die negativen Begründungen (418 von 700 Aussagen). Dies zeigt sich vor allem bei den Begründungen zu den distanzsprachlichen Erklärungen. Wie in Abbildung 6.6-c zu erkennen ist, überwiegen hier in allen Kategorien die negativen Aussagen. Mit Ausnahme der Kategorien *Strukturiertheit* und *Fachdidaktische Aspekte* fällt die Differenz dabei sehr deutlich aus. Bei den nähesprachlichen Erklärungen überwiegen hingegen bei der Hälfte der Kategorien die positiven Aussagen. Ausnahmen bilden die *Adressatenorientierung*, *Fachinhalte* und *Fachdidaktische Aspekte*. Zum Vergleich zwischen Nähe und Distanz werden bei den Didaktiker*innen die Kategorien *Sprache*, *Sprachkonzeption* und *Sprechweise* näher betrachtet, da sich hier das Verhältnis positiver zu negativer Aussagen zwischen Nähe und Distanz umkehrt. Auch die Kategorie *Adressatenorientierung* wird für diesen Vergleich analysiert, da hier die Differenz von positiven zu negativen Aussagen mit dem Wechsel der Sprachkonzeption stark variiert. Im Bereich *Adressatenorientierung* wurde im Vergleich bei den nähesprachlichen Erklärungen vor allem der Bezug zum Vorwissen und die Einbettung der Erklärung in bereits Gelerntes positiv hervorgehoben. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen fehlte den Didaktiker*innen diese Verortung sowie eine Aktivierung von Vorwissen. Hier wurde auch kritisiert, dass die Erklärungen »wenig motivierende Elemente« (D.E_d.29) enthielten und insgesamt »für eine 8. Klasse sehr langweilig« (D.W_d.33) seien. Auch in Bezug auf die didaktische Reduktion überwiegen bei den distanzsprachlichen Erklärungen die negativen Aussagen deutlich (9:1). Inhaltlich wären die Erklärungen den Didaktiker*innen zufolge für Schüler*innen »sehr schwer verständlich« (D.M_d.2) und »eher für Studierende geeignet« (D.M_d.32). Innerhalb der nähesprachlichen Erklärungen sind in beiden Kategorien (Motivation, Didaktische Reduktion) die positiven und negativen Aussagen ausgeglichen. Anders verhält es sich bei den Kategorien zur *Sprache allgemein*. Sowohl *global* als auch in Bezug zur *Fachsprache* wurden die nähesprachlichen Erklärungen hauptsächlich positiv bewertet. Die »bewusste Sprachwahl« (bspw. D.E_n.25) trage dazu bei, dass die Erklärungen sprachlich »klar« (bspw. D.W_n.29), »angemessen« (bspw. D.M_n.13) und »für die Schüler leichter verständlich« (D.E_n.5) seien. Auch die Verwendung weniger, einheitlicher Fachbegriffe sowie die Ersetzung durch alltagssprachliche Begriffe vor allem bei der Mechanik-Erklärung (Tempo, Wucht) wurden als positiv angemerkt. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen wurde das Sprachniveau allgemein von

den Didaktiker*innen als zu hoch eingeschätzt. Zudem kritisierten sie in diesen Erklärungen die »inflationäre Verwendung von Fachbegriffen (auch mathematische)« (D.E_d.13). In der Oberkategorie Sprachkonzeption sticht bei den Didaktiker*innen vor allem die hohe Anzahl negativer Aussagen bei den distanzsprachlichen Erklärungen hervor (vgl. Abb. 6.6-c). Die fehlende direkte Ansprache führe bei diesen Erklärungen dazu, dass sie »abstrakt« (D.E_d.9) und »distanziert« (D.W_d.12) wirken. In Bezug auf die *Vorgehensweise* bewerteten die Didaktiker*innen die hypothesentestende Variante des Experiments als positiv. Allerdings blieben die Erklärungen mit dieser Vorgehensweise vor allem zu Beginn für die Schüler*innen »zu abstrakt« (bspw. D.M_d.29). Ein »phänomenologischer Aufbau« (D.E_n.4), wie er in den nächstsprachlichen Erklärungen zu finden sei, wäre hingegen für die Schüler*innen besser verständlich und nachvollziehbarer (vgl. bspw. D.E_n.4). Als weitere Kritikpunkte an den distanzsprachlichen Erklärungen wurden eine »zu hohe semantische und gedankliche Dichte« (D.E_d.33) und die Verwendung »gedrehter Formulierungen wie Es gilt« (D.W_d.30) genannt. Dagegen wurden bei den nächstsprachlichen Erklärungen die »geringere Informationsdichte« (D.W_n.14) sowie eine weniger komplexe Sprache als positiv bewertet. Für den *Sprech- und Körperausdruck* finden sich bei den nächstsprachlichen Erklärungen vorwiegend positive Aussagen zur »gestischen Unterstützung« (D.W_n.33) der Erklärung. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen wurde hauptsächlich ein zu hohes Sprechtempo in Kombination mit zu wenigen Pausen kritisiert.

Zusammenfassung zur Notenbegründung

Insgesamt werden von den Studierenden, Lehrkräften und Didaktiker*innen 33 Kriterien zur Begründung der Globalnote verwendet. Auch wenn diese in den einzelnen Gruppen unterschiedlich stark gewichtet werden, treten sie zum Großteil in allen Gruppen auf. Vier der Kategorien zählen in allen drei Gruppen unabhängig voneinander zu den Hauptkriterien der Begründungen. Dabei handelt es sich um die Kategorien *fachlicher Inhalt*, *Experiment*, *Erklärung allgemein* und die Sprachkonzeptions-Kategorie *Vorgehensweise* (Abschnitt 6.1.5, S. 123). Vergleicht man die Notenbegründungen von nächst- und distanzsprachlichen Erklärungen, zeigen sich in allen drei Gruppen Unterschiede in den Oberkategorien *Adressatenorientierung* und *Sprachkonzeption*. Bei der Adressatenorientierung basieren die unterschiedlichen Bewertungen der Sprachkonzeptionen in allen drei Gruppen auf den Kriterien *Motivation* und *Vorwissen*. Globale Einschätzungen (St, L), Aussagen zu kognitivem Anspruch der Erklärung (L) und zur didaktischen Reduktion (D) zeigen in einzelnen Gruppen ebenfalls Unterschiede an. Bei der Oberkategorie *Sprachkonzeption* zeigen sich pro Gruppe

je zwei Kriterien als verantwortlich für die Differenzierung von *Nähe* und *Distanz* (KB bei ST & L & D; VW bei ST & L; GE bei D). Bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen sind Unterschiede in der Bewertung zusätzlich in der Oberkategorie *Sprache allgemein* zu finden. In beiden Gruppen wird sowohl auf globaler Ebene als auch in Bezug auf die Fachsprache zwischen den Erklärungen mit unterschiedlicher Sprachkonzeption unterschieden. Kleinere Unterschiede zwischen *Nähe* und *Distanz* können bei den Didaktiker*innen zudem in der Kategorie Sprech- und Körperausdruck festgestellt werden (Abschnitt 6.1.5, S. 130).

6.2 Ergebnisse der Interviewstudie

Nachfolgend werden nun die Ergebnisse der ergänzenden Interviewstudie dargestellt. Dabei werden vor allem die Resultate aus den Schülerinterviews fokussiert. Für deren Einschätzung und insbesondere auch für die Verknüpfung mit den Ergebnissen der Fragebogenstudie spielen die erhobenen Vergleichsvariablen (Kurzversion des Fragebogens und Sprachtest) eine wesentliche Rolle. Daher werden diese zu Beginn des Abschnitts angegeben. Zur Anonymisierung der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler werden diese mit dem Buchstaben S und einer fortlaufenden Nummer (1 – 8) gekennzeichnet.

6.2.1 Vergleichsvariablen

Wie in den Abschnitten 5.4.1 und 5.4.2 erörtert, werden im Rahmen der Interviewstudie eine Kurzversion des Fragebogens aus der Fragebogenstudie sowie ein Sprachtest als Vergleichsvariablen erhoben.

Fragebogen-Kurzversion

Da die Interviewstudie als Ergänzungsstudie zur Fragebogenstudie konzipiert ist, sollen die Ergebnisse anschließend in Beziehung gesetzt werden können. Es handelt sich in beiden Teilstudien jedoch um unterschiedliche Stichproben (vgl. Abschnitt 5.1, S. 55). Daher werden im Folgenden die Ergebnisse der Schüler*innen in der Kurzversion (Interviewstudie) mit den Ergebnissen der Schüler*innen in der Vollversion des Fragebogens verglichen. Im Rahmen der Interviewstudie wurde nur der Themenbereich Elektrizitätslehre betrachtet. Für den Vergleich kommen daher auch aus der Fragebogenstudie nur die Antworten aus diesem Themenbereich zum Einsatz.

Aufgrund der kleinen Stichprobengröße der Interviewstudie kann hier nicht von einer Normalverteilung ausgegangen werden, weshalb parametrische Verfahren zum Test der Übereinstimmung von Interview- und Fragebogenstudie (bspw. t-Test) nicht verwendet werden können. Gleichzeitig unterscheiden sich beide Stichproben stark in ihrer Größe ($N_I = 8$; $N_{FB,SuS} = 123$), weshalb auch der nonparametrische Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben keine aussagekräftigen Ergebnisse liefert. Daher wird das Antwortverhalten der Schüler*innen aus beiden Teilstudien miteinander verglichen. In Tabelle 6.9 sind hierfür die globalen Bewertungen der beiden Erklärungen zur Elektrizitätslehre (E_{nah} & E_{dist}) für beide Teilstudien (I & F) aufgelistet. Zudem enthält die Tabelle auch die jeweiligen Ergebnisse der Skalen *Kommunikationsbedingungen* (KB), *Vorgehensweise* (VW) und *Grad der Elaboriertheit* (GE). Wie der Tabelle zu entnehmen ist, bewerteten die Schüler*innen der Interviewstudie sowohl im Globalurteil als auch in den einzelnen Skalen beide Erklärung besser als die Schüler*innen der Fragebogenstudie. Einzige Ausnahme ist die Bewertung der Skala *Grad der Elaboriertheit* bei der distanzsprachlichen Erklärung, die in der Fragebogenstudie minimal besser bewertet wurde. In allen vier zu vergleichenden Wertepaaren (Note, KB, VW, GE) zeigt sich in der Interviewstudie eine tendenziell bessere Bewertung der nächsprachlichen Erklärung. Die Standardabweichung ist dabei in allen vier Wertepaaren bei der distanzsprachlichen Erklärung größer. Beides entspricht auch den Ergebnissen der Fragebogenstudie (vgl. Tabelle 6.9, sowie die Abschnitte 6.1.2, S. 108 f. für den Notenvergleich & 6.1.3, S. 114 f. für den Skalenvergleich). Das Antwortverhalten der Schüler*innen in der Interviewstudie gleicht folglich dem der Schüler*innen in der Fragebogenstudie. Ein Vergleich der Gesamtergebnisse beider Teilstudien erscheint demnach möglich.

Tabelle 6.9: Vergleich der Schülerergebnisse des Fragebogens aus der Interviewstudie (Kurzversion) mit denen aus der Fragebogenstudie (Vollversion) für die Globalnote, sowie die Skalen *Kommunikationsbedingungen* (KB), *Vorgehensweise* (VW) und *Grad der Elaboriertheit* (GE).

	Erklärung	Note <i>M (SD)</i>	KB <i>M (SD)</i>	VW <i>M (SD)</i>	GE <i>M (SD)</i>
I	E_{nah}	1.38 (0.48)	1.82 (0.52)	1.90 (0.56)	2.10 (0.76)
	E_{dist}	2.00 (1.11)	2.58 (1.27)	2.52 (0.68)	3.17 (1.50)
F	E_{nah}	1.90 (0.79)	2.59 (0.74)	2.51 (0.71)	2.85 (0.98)
	E_{dist}	2.24 (0.96)	2.82 (0.82)	2.58 (0.83)	3.13 (1.06)

Bem.: I: Interviewstudie; F: Fragebogenstudie

Sprachtests

Zur Einschätzung des Sprachstands der Schülerinnen und Schüler wurde zu Beginn der Interviewstudie ein Sprachtest durchgeführt (vgl. Abschnitt 5.4.1). Die Ergebnisse des KFT-Wortschatztests (KFT-V1) sowie der LGVT-Tests zum Leseverständnis (LGVT-V) und zur Lesegeschwindigkeit (LGVT-G) sind in der Abbildung 6.7 für alle Teilnehmenden (S1 – S8) zusammengefasst. Zur Vergleichbarkeit der Einzelergebnisse sind diese jeweils als Prozentrang-Werte angegeben, deren Wortbezeichnungen zur Einordnung aus dem Manual zum LGVT entnommen sind (Schneider et al., 2007, S. 20). Die Roh- und Test-Werte der einzelnen Tests können in Anhang C.2 (S. 248 f.) nachgelesen werden.

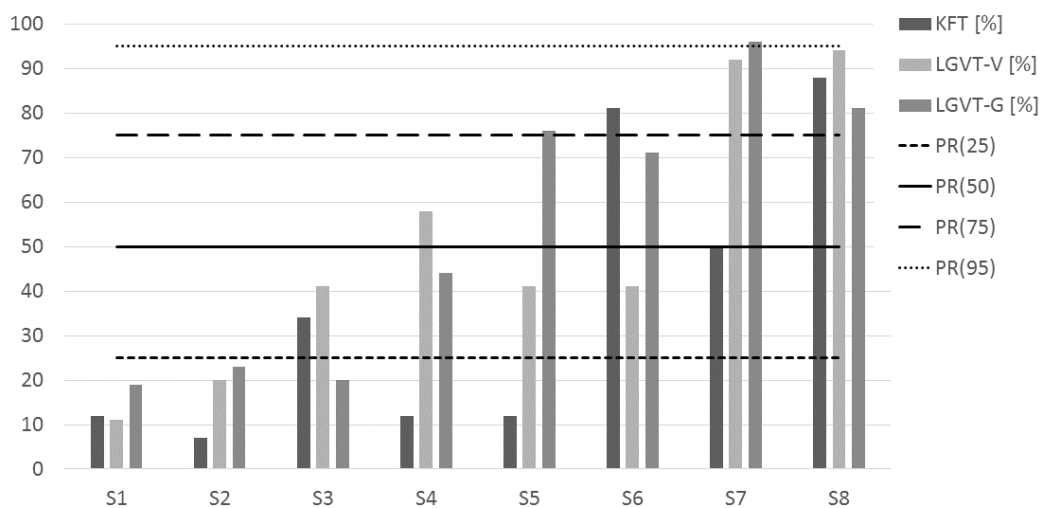


Abbildung 6.7: Ergebnisse des Sprachtests. Abgebildet sind pro Teilnehmendem (S1 – S8) die Ergebnisse der drei Einzeltests KFT-V1, LGVT-V und LGVT-G in Form von Prozentrangwerten.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, schnitten S1 und S2 in allen drei Tests unterdurchschnittlich ab (Ergebnis unter 25 %). Bei S3 bewegen sich die Ergebnisse des KFT-V1 und des LGVT-V im unteren durchschnittlichen Bereich (unter 50 %). Die Lesegeschwindigkeit ist jedoch nur als unterdurchschnittlich zu bezeichnen. S4 und S5 erreichten beide im Wortschatztest ebenfalls unterdurchschnittliche Ergebnisse. Im LGVT liegt S4 mit beiden Ergebnissen jedoch im durchschnittlichen Bereich, wobei das Leseverständnis zum oberen (über 50 %) und die Lesegeschwindigkeit zum unteren Durchschnitt zählt. S5 zeigte im Leseverständnis Leistungen, die dem unteren Durchschnitt entsprechen, während die Lesegeschwindigkeit als leicht überdurchschnittlich zu bezeichnen ist. Überdurchschnittlich schnitt auch S6 im KFT-V1 ab. Auch die Lesegeschwindigkeit von S6 ist dem oberen Durchschnitt zuzuordnen. Mit

dem Leseverständnis liegt S6 hingegen im unteren Durchschnitt. Ebenfalls überdurchschnittliche Ergebnisse im LGVT erreichte S7, wobei die Lesegeschwindigkeit sogar als ausgezeichnet beschrieben werden kann (über 95 %). Das Ergebnis des Wortschatztests fiel hingegen durchschnittlich aus (50 %). S8 hingegen zeigte als einziger in allen drei Bereichen überdurchschnittliche Leistungen (über 75 %).

6.2.2 Qualitätskriterien guter Erklärungen aus Schülerperspektive

Um einen Anhaltspunkt für Qualitätskriterien guter Erklärungen aus Schülerperspektive zu erhalten, sollten die Schüler*innen zu Beginn des Interviews ihre Bewertungen begründen. Durch den konkreten Vergleich der nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen konnten auch im weiteren Verlauf des Interviews Hinweise zu Qualitätskriterien gesammelt werden. Zur Auswertung wurden die Interviewtranskripte mit Hilfe des Kategoriensystems aus der Fragebogenstudie (vgl. Abschnitt 6.1.5) codiert und analysiert. Mit insgesamt 124 Aussagen bezüglich der Erklärqualität gab es in den Interviews im Schnitt 15.5 Hinweise pro Schülerin/Schüler. Diese Aussagen konnten insgesamt 22 Kategorien zugeordnet werden. 21 Kategorien entstammen dabei dem ursprünglichen Kategoriensystem aus der Fragebogenstudie (vgl. Abschnitt 6.1.5). Das Kategoriensystem wurde für die Interviewauswertung in der Oberkategorie *Fachinhalte* um die Kategorie *Inhaltsbeschreibung* (*FI_BeschrInhalt*) erweitert. Diese Kategorie fasst Aussagen über die Ausführlichkeit der inhaltlichen Darstellung in den Erklärungen. Ebenso fallen in diese Kategorie Aussagen darüber, inwiefern Zusammenhänge zwischen den einzelnen fachinhaltlichen Aspekten hergestellt wurden. Tabelle 6.10 zeigt die Kriterien, die von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen der Interviewstudie zur Einschätzung der Erklärqualität genannt wurden. Wie bereits bei den drei Erklärenden-Gruppen (Tabelle 6.8 auf S. 129) sind die Kriterien entsprechend ihrer prozentualen Rangreihenfolge aufgelistet.

Wie erwartbar finden sich bei den Schülerinnen und Schülern keine Aussagen bezüglich fachdidaktischer Aspekte. Ebenso gibt es in den Interviewtranskripten keine Hinweise darauf, dass die Adressatenorientierungs-Kategorien *Kontext* und *Kognitive Belastung* sowie die globale Kategorie zur Sprachkonzeption und die allgemeine Kategorie *Nachvollziehbarkeit* eine Rolle bei der Bewertung der Erklärqualität spielen. Mit 14 % der Aussagen steht die Kategorie *Sprech- und Körperausdruck* bei den Schüler*innen an erster Stelle, wenn es um die Beschreibung der Erklärqualität geht. Neben einem »festen Blick in die Klasse« (S8, Z.98) und einer deutlichen Aussprache waren den Schüler*innen eine angemessene (langsame) Sprechgeschwindigkeit und

Tabelle 6.10: Rangreihenfolge der von den Schüler*innen in den Interviews zur Notenbegründung genannten Kriterien mit Angabe des prozentualen Anteils an den Gesamtaussagen.

[%]	Kategorie	[%]	Kategorie	[%]	Kategorie
14	SuK	4	Spr_Glo	0	AB_NachVZ
12	Adr_Glo	4	Str_Transp	0	Adr_Kognitiv
9	Str_Aufbau	4	Rep_Tafel	0	Adr_Kontext
8	AB_Verständl	3	Adr_DidRed	0	Kon_Glo
5	FI_BeschrInhalt	3	Rep_Graphisch	0	FI_Exp
5	Spr_FS	1	Adr_Motivation	0	FI_Mathe
5	Adr_VoWi	1	Str_Glo	0	FI_Theo-Exp
5	AB_Erklärung	1	Rep_Glo	0	FD_FktExp
4	Kon_KB	1	Rep_Sprachl	0	FD_SV
4	Kon_VW	1	Rep_Verkn	0	FD_ModellV
4	Kon_GE	1	Str_Fokus	0	FD_NaWiAw

Bem.: Die vollständigen Bezeichnungen der Kategorien können bei der Beschreibung des Kategoriensystems (Abschnitt 6.1.5, S. 123) nachgelesen werden.

Sprechpausen wichtig für das Verständnis. Fast genauso häufig finden sich Aussagen bezüglich der globalen Adressatenorientierung. Hierbei wurde der Wunsch geäußert, dass die Lehrkraft »den Schüler halt dann nochmal anspricht, so ungefähr ›was hast du jetzt nicht so verstanden?‹ oder ›ich erkläre es dir nochmal‹ und so« (S3, Z.206). Aber auch der direkte Einbezug der Klasse in die Erklärung, »dass der Schüler auch weiß, dass er ein Teil davon ist, dass der Lehrer jetzt für ihn erklärt« (S5, Z.242) wurde hierbei als Qualitätskriterium genannt. In Bezug auf den allgemeinen (strukturellen) Aufbau der Erklärung wurden in dieser Gruppe ein schrittweises Vorgehen mit Wiederholungen und einer Zusammenfassung am Schluss für gut befunden. Die allgemeine Verständlichkeit der Erklärung zählt mit insgesamt 8 % ebenfalls zu den wichtigen Kriterien für die Erklärqualität. 5 % der Aussagen können der neu eingeführten Inhalts-Kategorie zugeordnet werden. Gleichzeitig bildet diese auch die einzige von den Schüler*innen genannte Kategorie im Bereich *Fachinhalte*. Prozentual steht sie auf einer Ebene mit den Kategorien *Fachsprache* und *Vorwissen* sowie den *allgemeinen Bemerkungen* zu Erklärungen (»gut«, bspw. S2, Z.16; »präzise«, bspw. S8, Z.37; »logisch«, bspw. S3, Z.3). In den Kategorien *Fachsprache* und *Vorwissen* argumentierten die Schüler*innen vorwiegend über negative Beispiele, wie folgende Aussagen illustrieren: »dass er sehr viel Fachsprache verwendet hat- also die etwas schwieriger gewirkt hat« (S5, Z.55); »wenn jetzt der Lehrer das unzureichend erklärt, dass zum Beispiel Schüler, die äh die diesen Themenbereich zum Beispiel noch gar nicht angesprochen haben [...] dann da nicht mitkommen« (S1, Z.29). Alle weiteren

Kategorien mit weniger als 4 % der Aussagen können entsprechend ihrer Rangfolge der Tabelle 6.10 entnommen werden.

6.2.3 (Un)bewusste Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene

Inwiefern die sprachliche Konzeption zur Wahrnehmung der Erklärqualität beiträgt, wird mit Hilfe der Fragebogenstudie untersucht (vgl. hierzu die Ergebnisse in Abschnitt 6.1.4, S. 118 ff.). Im Rahmen der Interviewstudie wird geklärt, inwieweit die Gruppe der Schülerinnen und Schüler die sprachkonzeptionelle Ebene in Erklärung überhaupt wahrnehmen. Dabei geht es nicht einzig um die Frage nach dem Können oder Nicht-Können, sondern insbesondere darum, inwieweit diese Wahrnehmung das Bewusstsein der Lernenden erreicht und somit verbalisierbar wird. Werden einzelne Aspekte der Sprachkonzeption bewusst wahrgenommen, können diese anschließend auch konkret benannt werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit einer unbewussten Wahrnehmung dieser Aspekte. Im Gegensatz zur bewussten Wahrnehmung kann etwas unbewusst Wahrgenommenes nicht konkret formuliert, sondern nur indirekt geäußert werden. Obwohl die einzelnen Aspekte dann nicht konkret benannt werden können, kann aufgrund des Verhaltens der Schülerin/des Schülers (beispielsweise durch unterschiedliche Bewertung der Erklärungen) und der verbalen Äußerungen geschlossen werden, „dass sie[/er] genau das wahrgenommen haben *muss*“ (Eckstein, 2004, S. 10, Hervorh. im Original). Im Rahmen der Interviewstudie werden diese unbewussten Entscheidungen bei der Notenvergabe und Beschreibungen der Unterschiede in den Erklärungen von den Schülerinnen und Schülern unter anderem als intuitiv oder auf Gefühlen basierend dargestellt.

Ich würde es jetzt mehr als Gefühl einordnen. Man nimmt das halt unterbewusst positiver wahr, aber man hört es nicht. Also ich habe es jetzt nicht/ also ich hab es jetzt nicht so direkt rausgehört. Aber man nimmt es wahr. (S8, Z. 217 – 219)

Im Folgenden werden die Ergebnisse bezüglich der Wahrnehmung für die drei operationalisierten Aspekte *Kommunikationsbedingungen*, *Vorgehensweise* und *Grad der Elaboriertheit* einzeln betrachtet. Für jeden Aspekt der sprachlichen Konzeption wird dabei zunächst erläutert, welche Aspekte von den Schülerinnen und Schülern bereits während der mündlichen Erklärungen wahrgenommen wurden. Anschließend werden jeweils die Ergebnisse bezüglich der Wahrnehmung mit Hilfe der Textauszüge dargestellt (vgl. Interview-Aufbau in Abschnitt 5.4.3, S. 94).

Kommunikationsbedingungen

Tabelle 6.11 fasst im Überblick die Ergebnisse bezüglich des Aspekts *Kommunikationsbedingungen* zusammen. Dargestellt sind die Ergebnisse für die (bewusste/unbewusste) Wahrnehmung sowohl in den mündlichen Erklärungen (mdl.) als auch in den schriftlichen Textauszügen der Erklärungen (schr.). Schüler*innen, welche die Textauszüge zunächst falsch zugeordnet und den Aspekt der Kommunikationsbedingungen erst durch einen konkreten Hinweis bewusst wahrgenommen haben, sind zusätzlich gekennzeichnet (*).

Tabelle 6.11: Wahrnehmung des Aspekts *Kommunikationsbedingungen*

	Medium	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
KB	mdl.	/	/	/	W_b	W_b	W_b	/	W_u
	schr.	W_b^*	W_b^*	W_b	W_b	W_b	W_b	W_b^*	W_b

Bem.: Medium *mdl.*: Erklärungen/*schr.*: Textauszüge; W_b : bewusste Wahrnehmung mit konkreter Formulierung; W_b^* : falsche Zuordnung, dann bewusste Wahrnehmung auf Nachfrage; W_u : unbewusste Wahrnehmung mit indirekter Beschreibung

Im direkten Vergleich der unterschiedlich konzipierten Erklärungen konnten vier der acht Schüler*innen die Variation der Kommunikationsbedingungen wahrnehmen. Drei davon (S4, S5 & S6) nahmen diese Unterschiede bewusst wahr. Sie bezogen sich vor allem auf die Art der Ansprache, wobei sie die Verwendung bzw. Vermeidung von Personalpronomen in der ersten und zweiten Person (Singular und Plural) zur Beschreibung konkret formulieren konnten.

Und er hat seine/ (.) die Schüler oder halt zu denen er gesprochen hat mit einbezogen (..) Er hat gesagt WIR oder IHR sollt darauf achten und das war beim Zweiten nicht. [...] Beim Zweiten [...] hat [er] eher für sich gesprochen. Er hat nicht so die Schüler mit einbezogen. (bspw. S6, Z. 6–7,16)

Auch das Verhältnis zwischen Lehrkraft und Schüler*innen in den beiden Erklärvideos wurde von diesen drei Schüler*innen unterschiedlich wahrgenommen. Hierfür wurden vor allem die soziale Nähe/Distanz und die damit Verbundene Vertrautheit/Fremdheit zur Unterscheidung der Erklärungen verwendet.

Also ich finde in Erklärung 2 (.) er hält halt (.) seinen Unterricht und geht nicht wirklich (.) auf die Schüler/ darauf ein irgendwie (...) ja so (..) ich würde halt sagen bei Erklärung 2 er hält sich halt etwas mehr zurück und er möchte halt seinen Stoff durchbringen. Das hat für mich halt so/ wirkt

6 Ergebnisse

das so (.) Bei Erklärung 1 ist das halt so/ so ein freundlicher Lehrer der halt so sagt ›ja also hallo wir machen das und das jetzt und ich erkläre euch das und dann machen wir den Versuch und ich erkläre euch den‹. (bspw. S5, Z. 101 – 106)

Bei dem vierten Schüler (S8) zeigt sich hingegen eine unbewusste Wahrnehmung dieses sprachkonzeptionellen Aspekts. Diese äußerte er als gefühlt stärkere Nähe zwischen Lehrkraft und Klasse in der nächstsprachlichen Erklärung. Selbst auf Nachfragen konnte der Schüler jedoch keine konkreten Beispiele aus den Erklärungen formulieren, auf welchen dieses Gefühl beruhen könnte.

Ich glaube (..) Ich weiß nicht/ mir ist es jetzt bei Erklärung 1/ da (...) da kam er irgendwie am nächsten. Also er kam ein zwei/ also zwei dreimal/ er war ja sehr nah auch aber ich fand bei Erklärung 1 da hat man auch wirklich so richtig die Nähe gespürt. Also da war ich/ mein er hat immer den Blickkontakt und so das hat mir super gefallen aber das war hier bei Erklärung 1 am finde ich stärksten vertreten (.) und fand ich also/ aber fand ich immer sehr gut auch vom Verhältnis würde ich immer sehr gut einordnen aber bei Erklärung 1 am stärksten. (S8, Z. 85 – 91)

In den Interviews der anderen vier Schüler*innen sind weder implizite noch explizite Äußerungen zu finden, die auf eine Wahrnehmung dieses Aspekts hindeuten. Bei dem Vergleich der für die Kommunikationsbedingungen ausgewählten schriftlichen Textauszüge aus den Erklärungen ergab sich ein anderes Bild. Hier konnten im direkten Vergleich von nahe- und distanzsprachlicher Erklärung alle acht Schülerinnen und Schüler die Variation bewusst wahrnehmen (vgl. Tabelle 6.11). Die Schüler*innen S4, S5 und S6, welche die Kommunikationsbedingungen bereits in den mündlichen Erklärungen bewusst wahrgenommen hatten, erkannten und benannten die unterschiedliche Ansprache auch bei den schriftlichen Textauszügen sofort. Auch Schülerin S3 und Schüler S8 konnten die Auszüge jeweils den richtigen Erklärungen zuordnen und erkannten die unterschiedliche Ansprache. S3 konnte sich dabei auch rückblickend »nicht direkt« daran erinnern, das in den Erklärungen wahrgenommen zu haben. S8 hingegen glaubte selbst an eine unterbewusste Wahrnehmung.

Ich/ ja ich glaube so das war vielleicht auch unterbewusst das, was mich dann eher so zu Erklärung 1 verleitet hat was mir da eben auch so gut gefallen hat (..) Es könnte durchaus das gewesen sein, weil ich finde so eben auch dieses WIR auch eben sehr wichtig und ja (.) also (...) ja. (S8, Z. 141 – 143)

Die direkte und persönliche Ansprache der nächstsprachlichen Erklärung verband S8 mit einem gemeinsamen Vorgehen und sozialer Nähe zwischen Lehrkraft und Klasse.

Hier ist halt eher so das direkte Ansprechen der Klasse. [...] Das halt nimmt einen immer auch so mit ins Boot und mei, das schafft halt noch ein bisschen mehr ja das Gefühl direkt dabei zu sein, was man eben auch ist aber das holt einen nochmal richtig rein. (S8, Z. 136–137)

Im Gegensatz zu diesen fünf Schüler*innen ordneten S1, S2 und S7 die Textauszüge zunächst jeweils den falschen Erklärungen zu. S1 und S2 begründeten ihre Zuordnung anhand inhaltlicher Aspekte. Schülerin S7 argumentierte, dass sie die distanzsprachliche Erklärung (Erklärung 2) »umfangreicher aber auch besser verstanden« und »nach den Kriterien das zugeordnet« habe (Z. 96). Auf direkte Nachfrage nach Unterschieden zwischen den Textauszügen nahmen auch sie die Variation der Ansprache bewusst wahr.

Also im ersten Erklärungsvideo ist der Lehrer persönlicher indem er sagt ›ER fasst nochmal was zusammen‹ und ›WIR wollen uns das jetzt gemeinsam im Experiment anschauen‹. Und im zweiten Erklärungsvideo ist er allgemeiner indem er zum Beispiel sagt ›es gilt‹ oder ja/ ›im folgenden Experiment wird dies nun für eine Reihenschaltung demonstriert‹. (S2, Z. 78–81)

Im Gegensatz zu den anderen Schüler*innen verwendeten die Schüler*innen S1, S2 und S7 das Merkmal der persönlichen Ansprache im Weiteren Verlauf des Interviews dennoch nicht mehr für die Zuordnung bei den folgenden Textausschnitten.

Vorgehensweise

Für die Operationalisierung der *Vorgehensweise* wurde der unterschiedliche inhaltliche Aufbau (Konkret–Abstrakt/ Abstrakt–Konkret) der Erklärungen verwendet. Hierdurch sollte der Charakter der Vorläufigkeit und Prozesshaftigkeit einerseits (Nähesprache) sowie End- und Allgemeingültigkeit andererseits (Distanzsprache) erwirkt werden (vgl. Abschnitt 5.2, S. 57). Da diese Konfundierung nur auf theoretischen Annahmen basiert, werden bezüglich der Wahrnehmung die inhaltliche Reihenfolge und die Charakterisierung einzeln betrachtet. In Tabelle 6.12 sind die entsprechenden Ergebnisse für den inhaltlichen Aufbau (VW_Aufb) und die Charakterisierung (VW_Char) der Erklärungen zusammengefasst. Der inhaltliche Aufbau und somit die Reihenfolge von Experiment (Konkret) und Theorie (Abstrakt) wurde in den mündlichen Erklärungen von drei Schüler*innen (S5, S6 & S8) wahrgenommen. Dieselben hatten zuvor auch bereits die Kommunikationsbedingungen wahrgenommen. S5 und S8 nahmen die inhaltliche Reihenfolge von Experiment und Theorie bewusst wahr und konnten den Unterschied dementsprechend konkret formulieren.

6 Ergebnisse

Er hat auch bei Erklärung 2 zuerst erklärt was bei diesem Versuch passieren wird und danach erst den Versuch gezeigt, um dann praktisch zu bestätigen dass das der Fall war (.) Und bei Erklärung 1 fand ich das halt besser, weil dann konnte man selber erst sehen was passiert und dann hat er das erst erklärt. (S5, Z. 28 – 31)

Beide konnten auch im Anschluss die Karten mit der abgedruckten Struktur (Frage - Experiment - Theorie/Frage - Theorie - Experiment) den richtigen Erklärungen zuordnen (vgl. Tabelle 6.12 - VW_Aufb - schr.).

Tabelle 6.12: Wahrnehmung des Aspekts *Vorgehensweise*, der sowohl hinsichtlich des inhaltlichen Aufbaus (VW_Aufb) als auch hinsichtlich der Charakterisierung (Vorläufigkeit vs. Endgültigkeit; VW_Char) betrachtet wird.

	Medium	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
VW_Aufb	mdl.	/	/	/	/	W_b	W_u	/	W_b
	schr.	/	/	W_u	/	W_b	W_b	/	W_b
VW_Char	mdl.	/	/	/	/	/	/	/	/
	schr.	W_u	W_u	W_u	/	/	/	/	/

Bem.: Medium *mdl.*: Erklärungen/*schr.*: Textauszüge; W_b : bewusste Wahrnehmung mit konkreter Formulierung; W_u : unbewusste Wahrnehmung mit indirekter Beschreibung

Auch Schüler S6 nahm die unterschiedliche Reihenfolge in den Erklärungen wahr, beschrieb diese jedoch zunächst nur implizit. Für ihn wurde in der nähesprachlichen Erklärung (Erklärung 1) »aufbauender erklärt als bei der zweiten Erklärung« (Z. 78). Bei der distanzsprachlichen Erklärung vermisste S6 »dass er Schritt für Schritt erklärt was beruht auf wem und wie hängt alles miteinander zusammen« (Z. 41 – 42). Die Struktur-Karten ordnete S6 richtig den Erklärungen 1 und 2 zu. Auf Nachfrage gab er an, sowohl die Reihenfolge als auch die unterschiedlichen Tafelbilder in den Erklärungen erkannt zu haben. Auch die Reihenfolge der Zusatzerklärung gab er korrekt an:

Und zum Beispiel bei der Dritten war es dann so, wo ich auch zugeordnet habe, dass als letztes Theorie kam - auch mal so ein abschließender Satz bei dem Tafelbild wie was zusammenhängt. (S6, Z. 119 – 121)

Mit Hilfe der Struktur-Karten zeigte sich, dass auch S3 den inhaltlichen Aufbau unbewusst wahrgenommen haben muss. Obwohl in Bezug auf die Erklärungen auch auf Nachfrage keine Hinweise auf eine Wahrnehmung der Reihenfolge gegeben wurden,

ordnete die Schülerin die Karten den richtigen Erklärungen zu. Die vorwiegend indirekten Rückschlüsse auf die Erklärungen deuten auf eine unbewusste Wahrnehmung hin.

Ja ähm bei dem Ersten da war es halt (...) eher so dass der halt zuerst das ähm (.) so erklärt hat ähm (..) beziehungsweise halt so gesagt hat was er jetzt dann macht und dann hat er das Experiment gemacht und danach halt dann nochmal erklärt warum das jetzt so ist. Und ja beim Zweiten war es halt dann finde ich halt am Anfang halt so mehr so das Rechnen und dann das Praktische. (S3, Z. 104–107)

Wie in Tabelle 6.12 zu erkennen, können bei den Schüler*innen S1, S2, S4 und S7 keine Hinweise auf eine bewusste oder unbewusste Wahrnehmung des Aspekts gefunden werden. Während S2 und S4 die Karten jeweils der falschen Erklärung zuordneten, war die Zuordnung bei S7 richtig. Jedoch erklärten alle drei Schüler*innen geraten zu haben (»also ehrlich gesagt, wissen tu ich es nicht wirklich«; S7, Z. 145). Für den Schüler S1 war es in beiden Erklärungen »immer derselbe Aufbau«. »Auch mit der Tafelanschrift und durch die Versuche wurde es auch ziemlich gleich dargestellt mit dem Widerstand« (Z. 18–19). Die Struktur-Karten ordnete der Schüler im Anschluss jedoch den richtigen Erklärungen zu. Zwar konnte er den inhaltlichen Aufbau in den Erklärungen nicht wahrnehmen, empfand die Reihenfolge *Experiment – Theorie* jedoch als ansprechender. Daher ordnete S1 diesen Aufbau der Erklärung mit der persönlicheren Ansprache zu.

Hm, da die Klasse ja in Erklärung 1 ja mehr angesprochen wird, glaube ich wird/ kommt mir das/ weil dass da zuerst der Versuch durchgeführt worden ist und dann erst die Theorie. [...] Mir kommt es halt so vor, dass es mit der Methode die Klasse besser anspricht. (S1, Z. 124–129)

Die Charakterisierung der Theorie als vorläufig bzw. allgemeingültig nahm, wie Tabelle 6.12 zeigt, in den mündlichen Erklärungen keiner der Teilnehmenden wahr. Die entsprechenden Textauszüge ordneten die Schüler*innen S4, S5, S6, S7 und S8 zwar den richtigen Erklärungen zu, begründeten ihre Entscheidung jedoch mit Hilfe der persönlichen/unpersönlichen Ansprache. Einstimmig konnten sich diese fünf Schüler*innen im Vergleich die zweite (distanzsprachliche) Erklärung eher in einem Schulbuch vorstellen, als die erste Erklärung. Die Entscheidung hierfür lag jedoch ebenfalls in der Art der Ansprache begründet.

Ja im Schulbuch würde jetzt dann glaube ich eher noch die Erklärung 2 sehen. Weil ich weiß nicht, das Schulbuch spricht jetzt nicht so wirklich den Schüler direkt an oder eben nicht mit dem *wir*. Auch also das ((deutet

6 Ergebnisse

auf Erklärung 1)) ist halt jetzt eher Lehrer wenn er mit der Klasse spricht und also das Schulbuch ist ja eher sachlicher dann. (S8, Z. 161 – 164)

Das ist ja immer auch die Frage wie das Buch gemacht ist. Es gibt zum Beispiel auch so Schulbücher, wo es dann immer so Zusammenfassungen gibt, wo dann auch steht ›vorher haben wir‹ oder ›wurde erarbeitet dass dieses und dieses Gesetz gilt‹ und so. Und von dem her würde es halt dann passen [...] Aber wenn man jetzt die Lexikonartikel oder so dann ist es eher wieder das Zweite weil (..) ja. (S7, Z. 194 – 198)

Keiner dieser fünf nannte dabei implizit oder explizit Hinweise, die auf die Wahrnehmung einer solchen Charakteristik schließen lassen. Im Gegensatz dazu formulierten die Schüler*innen S1, S2 und S3 diese unterschiedliche Charakteristik zumindest implizit, was auf eine unbewusste Wahrnehmung schließen lässt. Für alle drei wirkte Erklärung 2 »mehr wie so ein Hefteintrag nochmal zum Anschauen«, während in Erklärung 1 »halt dann so der Gedankengang halt nochmal erklärt worden ist« (S3, Z. 168 & 170). Eine konkrete Formulierung der Charakterisierung erfolgte bei allen drei Schüler*innen nicht. Die Beschreibung der Erklärungen lässt jedoch darauf schließen, dass die Vorläufigkeit in der nächstsprachlichen Erklärung (1) bzw. die Allgemeingültigkeit der distanzsprachlichen Erklärung (2) wahrgenommen wurde.

Also für Erklärung 1 äh (..) da hat man das halt so, dass man halt zusammen das Ergebnis praktisch erarbeitet hat. Und bei Erklärung 2 da/ da ist halt dann einfach generell was gilt. (S1, Z. 163 – 165)

Grad der Elaboriertheit

Für die Wahrnehmung des *Grades der Elaboriertheit* sind die Ergebnisse in Tabelle 6.13 zusammengefasst. Die sprachliche Elaboriertheit der Erklärungen lässt sich mit unterschiedlichen Parametern beschreiben (vgl. Abschnitt 5.2, S. 57). Die Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler kann für jeden Parameter unterschiedlich sein. Daher ist für diesen Aspekt auch eine teils bewusste, teils unbewusste Wahrnehmung ($W_{b/u}$) möglich.

Im Rahmen der mündlichen Erklärung nahmen nur drei Schülerinnen und Schüler einzelne Parameter der sprachlichen Elaboriertheit wahr. Dabei handelte es sich um die Schüler*innen S4, S5 und S6, die auch bereits die Kommunikationsbedingungen bewusst wahrnahmen. Alle drei empfanden dabei die distanzsprachliche Erklärung als schlechter, »weil eben viele Fachbegriffe ähm verwendet wurden« (bspw. S6, Z. 31). Ebenso beschrieben alle drei, dass in dieser Erklärung »irgendwie recht schnell gesprochen« (S6, Z. 33) würde, weshalb eine stärkere Konzentration nötig wäre. Die

Tabelle 6.13: Wahrnehmung des Aspekts *Grad der Elaboriertheit*

	Medium	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
GE	mdl.	/	/	/	$W_{b/u}$	$W_{b/u}$	$W_{b/u}$	/	/
	schr.	W_u	/	W_b	W_u	$W_{b/u}$	W_b	$W_{b/u}$	W_b

Bem.: Medium *mdl.*: Erklärungen/*schr.*: Textauszüge; W_b : bewusste Wahrnehmung mit konkreter Formulierung; W_u : unbewusste Wahrnehmung mit indirekter Beschreibung; $W_{b/u}$: teils bewusste, teils unbewusste Wahrnehmung

Schnelligkeit bezogen sie jedoch nicht auf die Sprechgeschwindigkeit, sondern auf die Informationsdichte der distanzsprachlichen Erklärung.

Bei dem Zweiten hat er das halt viel schneller hintereinander erklärt und mehr Informationen auf einmal. (S4, Z. 21 – 22)

Im Gegensatz zu Schülerin S5 konnten S4 und S6 diese Aussagen nicht weiter präzisieren. S5 konkretisierte hingegen, dass die Lehrkraft in Erklärung 2 »sehr viel Fachsprache verwendet hat/ also die etwas schwieriger gewirkt hat« (Z. 55 – 56). Die Sprache in Erklärung 1 war ihrer Meinung nach »simpler gehalten«, wodurch sie im Allgemeinen, vor allem aber für jüngere Schüler*innen verständlicher sei. Explizit nannte jedoch auch S5 keine weiteren Merkmale um ihre Aussagen zu stützen. Es ist daher bei allen drei Schüler*innen von einer teils bewussten, teils unbewussten Wahrnehmung auszugehen.

In den Textauszügen nahmen mit einer Ausnahme alle Schüler*innen den Aspekt der Elaboriertheit wahr (vgl. Tabelle 6.13). Entsprechend der wahrgenommenen Parameter lassen sich die Schüler*innen in drei Gruppen einteilen. S1 und S4 beschrieben die nähesprachliche Erklärung als »mehrschrittig« (S4, Z. 173), wodurch sie verständlicher wäre. Der Textauszug aus Erklärung 2 sei zwar kürzer, jedoch müsse man »mehr konzentrierter sein damit man wirklich allen Schritten dann gleich folgen kann« (S1, Z. 156). Präzisere Formulierungen, die auf eine bewusste Wahrnehmung deuten würden, sind jedoch bei beiden nicht zu finden. S3, S6 und S8 hingegen konnten bei den Textauszügen explizite Unterschiede im Satzbau beider Erklärungen formulieren.

Also die Sätze sind verschachtelter und komplizierter und länger in der zweiten Erklärung als bei der ersten. (S6, Z. 157 – 158)

Bei der Einser, weil ich finde so das ist so halt quasi jeder Fakt hat einen Satz [...] glaube das waren Parataxen [...] auf jeden Fall finde ich das jetzt dadurch besser verständlicher, dass es pro Satz quasi eine Information

maximal ist. Und tja es hier ((deutet auf Erklärung 2)) ist es halt- ja kommt halt nein alles in drei Sätzen. (S8, Z. 189 – 193)

Für die Schülerinnen S5 und S7 unterschieden sich die Textauszüge im Sprachniveau. Bei der distanzsprachlichen Erklärung sei dieses höher und die Erklärung somit anspruchsvoller. Die Sprache des Textauszugs aus dieser Erklärung sei »ja eher geschriebene Sprache« (S7, Z. 202), während der Textauszug aus der nähesprachlichen Erklärung wie gesprochen klinge. Die Wahrnehmung beider Schülerinnen kann als teils bewusst und teils unbewusst beschrieben werden. Die konkrete Formulierung des unterschiedlichen Sprachniveaus in Zusammenhang mit der Unterscheidung gesprochener und geschriebener Sprache deutet auf eine bewusste Wahrnehmung hin. Jedoch konnten beide auf Nachfrage keine Kriterien nennen, um diese Aussagen zu konkretisieren.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die sprachlichen Komponenten im Vergleich der schriftlichen Textauszüge von den Schülerinnen und Schülern häufiger wahrgenommen werden als in den mündlichen Versionen der Erklärungen. Insgesamt werden die Aspekte *Kommunikationsbedingungen* und *Grad der Elaboriertheit* von mehr Schüler*innen wahrgenommen als die *Vorgehensweise*. Unter den Schüler*innen, die Aspekte wahrnahmen zeigt sich, dass vor allem die Art der Ansprache inklusive der Wirkung auf den Zuhörer (KB) von den meisten Schüler*innen bewusst wahrgenommen wurde. Bei der sprachlichen Elaboriertheit hingegen erhöht sich die Anzahl unbewusst wahrgenommener Parameter. In Bezug auf die Vorgehensweise muss zwischen inhaltlichem Aufbau und Charakterisierung der Erklärungen unterschieden werden. Der Charakter der Vorläufigkeit bzw. Allgemeingültigkeit wurde nur von wenigen Schüler*innen und lediglich unbewusst wahrgenommen. Unter den Schüler*innen, welche die Abfolge von Experiment und Theorie wahrnahmen, erreichte im Gegensatz dazu die Wahrnehmung das Bewusstsein der Schüler*innen soweit, dass sie diese auch konkret verbalisieren konnten.

Auch im direkten Vergleich der einzelnen Schülerinnen und Schüler gab es Unterschiede hinsichtlich der Wahrnehmung. Während drei der Schüler*innen (S5, S6 und S8) mit Ausnahme der Charakterisierung alle operationalisierten Aspekte der sprachlichen Konzeption wahrnahmen, war die Wahrnehmung bei S1, S2 und S7 auf einzelne Aspekte beschränkt. Die unterschiedliche Ansprache der Klasse in den Erklärungen nahmen diese drei erst auf explizite Nachfrage nach dem Unterschied der entsprechenden Textauszüge bewusst wahr. Auch bei den anderen Aspekten blieb die Wahrnehmung auf unbewusster Ebene.

Ja es ist bloß irgendwie so ein Gefühl bei mir. Also ich fand einfach die Zweite, da hatte ich irgendwie das Gefühl er geht nochmal so auf die ganze Thematik von vorne nochmal ein. (S7, Z. 18 – 20)

Bei den Schülerinnen S3 und S4 erreichte die Wahrnehmung einzelner Aspekte das Bewusstsein. Zum Teil bleibt sie jedoch ebenfalls auf einer unbewussten, nicht konkret formulierbaren Ebene.

6.2.4 Zusammenhang von Sprachniveau und Wahrnehmung

Im Folgenden werden die Ergebnisse zur Wahrnehmung der Sprachkonzeption (vgl. Übersichten in den Tabellen 6.11 - KB, S. 143, 6.12 - VW, S. 146 und 6.13 - GE, S. 149) mit den Ergebnissen der Sprachtests (Abbildung 6.7, S. 139) verglichen.

Bei zwei Schülern (S1 und S2) zeigen sich im Sprachtest unterdurchschnittliche Ergebnisse in allen drei Subtests. Beide Schüler gehören auch in Bezug auf die Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Gestaltung der Erklärungen zu der Gruppe, bei der die Wahrnehmung auf einzelne Aspekte beschränkt und zudem auf unbewusster Ebene bleibt. Die Sprachtestleistungen der Schüler*innen S3, S4, S5 und S6 liegen im Mittel im durchschnittlichen Bereich. Während S5 und S6 zur Gruppe mit der meisten bewussten Wahrnehmung gehören, bilden S3 und S4 gemeinsam die Gruppe mit gemischt bewusst/unbewusster Wahrnehmung. In Bezug auf die Einzelergebnisse des Sprachtests zeigt sich, dass die Ergebnisse zur Leseverständlichkeit bei diesen Vier in etwa gleich sind. Auch die Ergebnisse des KFT-V1 entsprechen nicht der Gruppierung bezüglich der Wahrnehmung. Hier erlangen S4 und S5 unterdurchschnittliche Ergebnisse, während die Leistung von S3 durchschnittlich, die von S6 sogar überdurchschnittlich ausfallen. Die Ergebnisse des Lesegeschwindigkeitstests hingegen entsprechen der Gruppierung dieser Lernenden bezüglich der Wahrnehmung. Hier liegen die Ergebnisse der Schülerinnen S3 (20 %) und S4 (44 %) deutlich unter denen von S5 (76 %) und S6 (71 %).

Im Mittel überdurchschnittliche Leistungen in den Sprachtests wurden von S7 und S8 erreicht. In Bezug auf die Wahrnehmung gehören beide jedoch unterschiedlichen Gruppen an. Der Schüler S8 wird aufgrund seines hohen Anteils bewusster Wahrnehmung sprachlicher Aspekte der Gruppe mit der meisten bewussten Wahrnehmung zugeordnet. Mit nur zwei teils bewusst wahrgenommenen Aspekten bildet die Schülerin S7 eine Gruppe mit den Schülern S1 und S2.

Über alle acht Schüler*innen hinweg besteht dementsprechend lediglich ein Zusammenhang zwischen einem geringen allgemeinen Sprachniveau und einer geringen

Fähigkeit zur (un-/bewussten) Wahrnehmung sprachkonzeptioneller Aspekte. Ein höheres allgemeines Sprachniveau zeigt sich förderlich für eine bewusste Wahrnehmung dieser Aspekte. Ein kausaler Zusammenhang von Sprachniveau und Wahrnehmung kann jedoch in dieser Stichprobe nicht nachgewiesen werden.

6.3 Ergebnisse einer ex-post Analyse

Im Rahmen der explorativen Datenanalyse bezüglich der aufgestellten Forschungsfragen wurde festgestellt, dass neben der intendierten inhaltlichen Variation (E, W, M) der Erklärungen zusätzlich der inhaltliche Abstraktionsgrad variiert. Dieser spiegelt sich sowohl im *Grad der Mathematisierung* der Erklärungen als auch in den zur Veranschaulichung verwendeten *Plausibilisierungen* wider.

Grad der Mathematisierung

In Bezug auf den *Grad der Mathematisierung* bleibt die Erklärung zum Bereich Wärmelehre auf einer qualitativ beschreibenden Ebene. Es werden keine Formeln verwendet und in nur einem Beispiel konkrete Zahlenwerte zur Veranschaulichung herangezogen. Die unterschiedlichen Längenausdehnungen werden lediglich in ihrer Relation zu einander verglichen. Der Abstraktionsgrad ist somit hinsichtlich der Mathematisierung bei dieser Erklärung am niedrigsten. Die Erklärungen der Elektrizitätslehre und Mechanik finden hingegen überwiegend auf einer mathematisch formellen Ebene statt. Bei der Elektrizitätslehre-Erklärung ist den Schülerinnen und Schülern die Formel zur Berechnung der Stromstärke im einfachen Stromkreis ($I = \frac{U}{R}$) bereits bekannt. Im Verlauf der Erklärung wird ein weiterer Widerstand in Reihe zu dem ersten eingebaut. Dies führt zu einer Erhöhung des Gesamtwiderstands, wobei die Einzelwiderstände addiert werden ($R_{Ges} = R_1 + R_2$). In der Erklärung wird hier unter anderem auf mathematischer Ebene argumentiert, dass eine Vergrößerung des Nenners bei konstantem Zähler (die Spannung wird konstant gehalten) zu einer Verkleinerung des Quotienten (hier die Stromstärke) führt. Zur Veranschaulichung wird zusätzlich mit den aus dem Experiment ermittelten, konkreten Zahlenbeispielen gearbeitet. Die Mechanik-Erklärung setzt als Vorwissen Kenntnis über die Berechnung des Impulses eines Körpers voraus ($p = m \cdot v$). Im Verlauf der Erklärung wird die Geschwindigkeit des Wagens vor bzw. des Wagen-Gespanns nach dem Stoß mit Hilfe von Zeitschranken und 1 cm langen Fähnchen auf den Wagen berechnet ($v = \frac{1 \text{ cm}}{\text{gemessene Zeit}}$). Der Impuls vor dem Stoß p_{vor} ist gleich dem Impuls $p_1 = m_1 \cdot v_{vor}$

von Wagen 1, da sich der zweite Wagen in Ruhe befindet ($p_2 = 0$). Aufgrund der Massegleichheit beider Wagen ist die Masse des Gespanns nach dem Stoß doppelt so groß, wie die eines einzelnen Wagens ($m_{nach} = 2 \cdot m_1$). Die Impulserhaltung wird durch die Verwendung der explizit auf diesen unelastischen Stoßprozess bezogenen Formel ($p_{vor} = m_1 \cdot v_{vor} + 0 = 2 \cdot m_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot v_{vor} = p_{nach}$) begründet. Die mathematische Argumentation mit Hilfe der Formel steht dabei im Mittelpunkt der Erklärung. Daher ist diese Erklärung für die Schülerinnen und Schüler abstrakter als die Elektrizitätslehre-Erklärung. Hinzu kommt, dass in der Mechanik-Erklärung zwei für die Berechnung wichtige Größen gemeinsam variiert werden: die Geschwindigkeit und die Masse vor und nach dem Stoß. In der Elektrizitätslehre-Erklärung wird hingegen nur der Widerstand als unabhängige Variable variiert, wodurch die Änderung der Stromstärke im Stromkreis zustande kommt. Der Abstraktionsgrad der Erklärungen aufgrund der Mathematisierung steigt dementsprechend von der Wärmelehre-Erklärung über die der Elektrizitätslehre bis hin zur Mechanik-Erklärung.

Art der Plausibilisierung

Der Abstraktionsgrad variiert zusätzlich aufgrund der jeweils zur Veranschaulichung verwendeten *Plausibilisierungen*. Zur Vereinheitlichung zwischen den Erklärungen erfolgten die Plausibilisierungen jeweils in rein mündlicher Form. Bei der Längenausdehnung wurde auf einer fachlich sehr oberflächlichen Ebene mit Hilfe der unterschiedlichen Teilcheneigenschaften in verschiedenen Materialien argumentiert. Die Erklärung zur Elektrizitätslehre bediente sich zur Plausibilisierung der Metapher der Hemmung der Stromstärke durch einen Widerstand. Die Impulserhaltung wurde schließlich mit Hilfe des abstrakten Wechselwirkungsprinzips plausibilisiert. Auch hier steigt folglich der Abstraktionsgrad von der Wärmelehre-Erklärung über die der Elektrizitätslehre bis hin zur Mechanik-Erklärung.

7 Interpretation der Ergebnisse

Diese explorative Studie hat zum Ziel den Einfluss der sprachlichen Konzeption (Nähe/Distanz) auf die Lernwirksamkeit und die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen zu untersuchen. Ebenso wird geklärt, welche Aspekte der sprachlichen Konzeption von den Schüler*innen (unbewusst/bewusst) wahrgenommen und sprachlich geäußert werden. Im folgenden Kapitel sollen nun im Detail die Ergebnisse dieser Studie ausgehend von den einzelnen Forschungsfragen sowie vor dem Hintergrund bestehender empirischer Erkenntnisse interpretiert werden.

7.1 Lernwirksamkeit instruktionaler Erklärungen

FF1: Welchen Einfluss hat die sprachliche Konzeption auf die Lernwirksamkeit einer Erklärung?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage werden jeweils die Vor- und Nachtestergebnisse der Wissenstests aus den drei Themenbereichen Elektrizitätslehre, Wärmelehre und Mechanik verglichen (vgl. Abschnitt 6.1.1, S. 102 ff.). Ungeachtet der Art der sprachlichen Konzeption der Erklärungen zeigt sich bei den Wissenstests in allen drei Themenbereichen ein signifikanter Lernzuwachs bei den Schülerinnen und Schülern. Die Erklärungen zu den drei Themenbereichen führen dementsprechend allgemein zu einem Wissenszuwachs, wobei dieser im Bereich der Wärmelehre deutlich größer ausfiel als bei der Elektrizitätslehre und der Mechanik.

Zur Aufklärung der Lernwirksamkeit der unterschiedlichen Sprachkonzeptionen wurden die Schüler*innen entsprechend der bearbeiteten Fragebogenversion in die zwei Gruppen A und B aufgeteilt. In den Versionen unterschied sich die Reihenfolge der Erklärungen (vgl. Abb. 5.1, S. 79), sodass die Schüler*innen der Gruppe A den Nachtest im Anschluss an die nächstsprachlichen Erklärungen bearbeiteten, während der Nachtest in Gruppe B auf die distanzsprachlichen Erklärungen folgte. Mit Hilfe linearer Regressionsanalysen kann festgestellt werden, dass sich in den Bereichen

7 Interpretation der Ergebnisse

Elektrizitäts- und Wärmelehre der Wissenszuwachs in den Gruppen A und B nicht signifikant unterscheidet (vgl. Abb. 6.1, S. 103). In Bezug auf die Lernwirksamkeit zeigt sich in diesen beiden Themenbereichen auch kein Unterschied zwischen den nahe- und distanzsprachlichen Erklärungen. Anders verhält es sich im Themenbereich Mechanik, in dem der Lernzuwachs zwischen den unterschiedlichen Sprachkonzeptionen einen marginal signifikanten Unterschied aufweist ($\eta^2 = 0.04$, $p = 0.055$).

Zwei Aspekte könnten für diesen Unterschied zwischen den Themenbereichen eine Rolle spielen. Zum einen sind die Inhalte der Themenbereiche unterschiedlichen Jahrgangsstufen zuzuordnen. Die Inhalte der Elektrizitäts- und Wärmelehre werden bereits in der achten Jahrgangsstufe behandelt, weshalb diese Erklärungen als Wiederholung bekannter Inhalte gesehen werden können. Der Inhalt der Mechanikerklärungen ist hingegen Teil der zehnten Jahrgangsstufe. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war dieser Themenbereich jedoch in allen teilnehmenden Klassen abgeschlossen. Auch diese Erklärungen können demnach als Wiederholung betrachtet werden, wobei die Schülerinnen und Schüler bis zum Zeitpunkt der Erhebung weniger Gelegenheiten zur Vertiefung und Anwendung der Inhalte hatten. Folglich besteht die Möglichkeit, dass die Art der sprachlichen Konzeption nur dann für die Lernwirksamkeit von Bedeutung ist, wenn es um die Erklärung neuer Sachverhalte geht. Zum anderen unterscheiden sich, wie in Abschnitt 6.3 (S. 152 ff.) dargestellt, die Inhalte der drei Themenbereiche bezüglich des Abstraktionsgrades. Die Mechanikerklärung weist hierbei im Vergleich der Erklärungen in beiden Komponenten (Grad der Mathematisierung und Art der Plausibilisierung) die größte Abstraktheit auf. Unter Berücksichtigung dieser Komponente lässt sich aufgrund der Ergebnisse des Wissenstests die Vermutung aufstellen, dass der Einfluss der Sprachkonzeption auf die Lernwirksamkeit vom Abstraktionsgrad der Erklärung abhängt. Aufgrund des Designs dieser Studie kann jedoch der Zusammenhang zwischen Sprachkonzeption und Abstraktion nicht weiter aufgeklärt werden.

Für weitere Analysen zur Lernwirksamkeit wurden die Schüler*innen pro Themenbereich entsprechend der Vortestergebnisse in vier Leistungsgruppen (G1 – G4) getrennt (s. Abschnitt 6.1.1 – *Analyse von Teilstichproben*, S. 104 ff.). In Bezug auf die sprachliche Konzeption konnte hierbei in keiner der Gruppen ein Unterschied im Wissenszuwachs zwischen nahe- und distanzsprachlicher Erklärung festgestellt werden. Jedoch liegt die Stichprobengröße je nach Leistungsgruppe lediglich bei 15 bis 40 Schüler*innen, die sich zudem auf die Versionen A und B aufteilen. Ein möglicher Einfluss der Sprachkonzeption auf die Lernwirksamkeit in den verschiedenen Teilgruppen ist daher in dieser Studie aufgrund der zu geringen Teilstichprobengrößen nicht nachweisbar.

7.1 Lernwirksamkeit instruktionaler Erklärungen

Unabhängig von der Sprachkonzeption wurden die Vor- und Nachtestergebnisse der einzelnen Leistungsgruppen pro Themengebiet verglichen. Dieser Vergleich zeigt eine eindeutige Abhängigkeit des Wissenszuwachses vom Vortestergebnis (vgl. Abb. 6.2, S. 105). In allen drei Themenbereichen ist der Wissenszuwachs umso größer, je geringer das Vortestergebnis ausfiel. Die Gruppe der im Vortest am schwächsten abscheidenden Schüler*innen (G1) profitiert dabei jeweils am stärksten von den Erklärungen. Die Schüler*innen der Gruppen G3 profitieren lediglich im Themenbereich Wärmelehre von den Erklärungen, während sich in den anderen beiden Bereichen keine Effekte zeigen. In der Gruppe mit den im Vortest am besten abscheidenden Schüler*innen (G4) bleiben die Wärmelehre-Erklärungen ohne Effekt. Bei den Elektrizitätslehre- und Mechanik-Erklärungen erreichten diese Schülerinnen und Schüler hingegen im Nachtest signifikant schlechtere Ergebnisse als im Vortest. Dies entspricht dem sogenannten „expertise reversal effect“ (Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003, S. 23), der mit Hilfe der Cognitive Load Theory nach Sweller (1994) begründet werden kann. Der Effekt beschreibt die Abhängigkeit der Effektivität instruktionaler Methoden vom Vorwissen der Adressaten. Entsprechend der Cognitive Load Theory besteht das Hauptziel von Instruktion im Unterricht darin, die Schülerinnen und Schülern beim Aufbau geeigneter fachlicher Schemata und mentaler Repräsentationen zu unterstützen. Bestimmte instruktionale Methoden (u. a. das Erklären) beziehungsweise Umsetzungsformen dieser Methoden erweisen sich dabei als besonders effektiv für Lernende mit geringem Vorwissen. Um die Belastung des Arbeitsgedächtnisses dieser Schüler*innen bei instruktionalen Erklärungen zu verringern, können beispielsweise Prompts eingesetzt (vgl. hierzu Roelle & Berthold, 2013), die in der Erklärung fokussierten Elemente reduziert (vgl. Kalyuga & Renkl, 2010) und vor allem Zusammenhänge der Einzelelemente besonders betont werden (vgl. auch Abschnitt 2.3, S. 25 ff.). Mit zunehmendem Vorwissen der Adressaten verschwindet der positive Effekt der Instruktion und kann sich sogar negativ auswirken (Kalyuga et al., 2003). Für Schüler*innen mit hohem Vorwissen kann die Verwendung von Hilfselementen oder eine wiederholte Präsentation bereits bekannter Inhalte zu kognitiver Überlastung führen. Redundante und somit für den aktuellen Lernprozess unnütze Informationen blockieren einen großen Teil des Arbeitsgedächtnisses, der den Schüler*innen für den eigentlichen Lernprozess fehlt und somit zum Scheitern des Instruktionsprozesses führt (Kalyuga et al., 2003; Kalyuga, 2007, für Übersichten siehe auch Kalyuga & Renkl, 2010; Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011).

Vor diesem Hintergrund scheint sich die Lernwirksamkeit instruktionaler Erklärungen im Allgemeinen für Sachverhalte zu bestätigen, zu denen die Schüler*innen kein oder nur wenig Vorwissen aufweisen. Wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, kön-

7 Interpretation der Ergebnisse

nen instruktionale Lehrer-Erklärungen im Unterricht auch zur Wiederholung bereits gelernter Inhalte eingesetzt werden. Dies gilt hauptsächlich für schwächere Schülerinnen und Schüler, die stark von solchen Erklärungen profitieren. Beim Einsatz von Erklärungen zur Wiederholung im Unterricht sollte jedoch auch der mögliche negative Effekt für gute Schüler*innen beachtet werden. Daher muss im Unterricht an dieser Stelle über einen differenzierenden Einsatz unterschiedlicher Methoden wie beispielsweise Selbsterklärungen (vgl. Abschnitt 2.2 - *Erklärformen im Unterricht*, S. 17 ff.) für gute Schüler*innen nachgedacht werden. Ein Einfluss der Sprachkonzeption auf die Lernwirksamkeit konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Vor allem bei der Unterscheidung der vier leistungsorientierten Gruppen G1 – G4 scheint ein solcher Einfluss jedoch nach wie vor denkbar. Zur Überprüfung wäre hier eine gezielte Analyse mit einer deutlich größeren Stichprobe nötig.

7.2 Wahrgenommene Erklärqualität

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zu den Forschungsfragen 2, 3, 4 und 5 interpretiert. Dazu werden zunächst die entsprechenden Ergebnisse der unterschiedlichen Analysen aus Kapitel 6 zusammengeführt. Die Einschätzung der wahrgenommenen Erklärqualität durch die vier Statusgruppen (S, ST, L, D) steht dabei im Fokus. Neben den Perspektiven der einzelnen Gruppen werden auch die gruppenvergleichenden Ergebnisse näher betrachtet.

7.2.1 Unterschiede in der Einschätzung der Erklärqualität

FF2: Welche Unterschiede gibt es bei der globalen und skalengeleiteten Einschätzung der Erklärqualität innerhalb und zwischen den vier Statusgruppen insbesondere in Bezug auf Sprachkonzeption und Themenabhängigkeit?

Unabhängig vom Themenbereich werden in allen vier Statusgruppen sowohl im Globalurteil als auch in den untersuchten Skalen (Adressatenorientierung *Adr*, Strukturiertheit *Str*, Kommunikationsbedingungen *KB*, Vorgehensweise *VW*, und Grad der Elaboriertheit *GE*) die nähesprachlichen Erklärungen besser bewertet als die distanzsprachlichen (Ausnahmen: Globalurteil zu den Wärmelehre-Erklärungen bei den Schüler*innen und Globalurteil zu den Elektrizitätslehre-Erklärungen bei den Studierenden). Die gruppeninternen und gruppenübergreifenden Bewertungsunterschiede

hinsichtlich Sprachkonzeption und Themenabhängigkeit werden im Folgenden getrennt analysiert.

Unterschiede innerhalb der Gruppen

*Gruppe der Schüler*innen:* Trotz einheitlicher globaler Tendenzen bezüglich der Sprachkonzeption (Nähesprache besser bewertet als Distanzsprache) unterscheiden sich in der Gruppe der Schüler*innen die Globalurteile zwischen den verschiedenen Themenbereichen (vgl. Abb. 6.4 - a, S. 109). Im Vergleich der Erklärungen pro Themengebiet ergibt sich im Globalurteil der Wärmelehre-Erklärungen im Gegensatz zu den anderen Themenbereichen kein signifikanter Unterschied. In der Wärmelehre werden von den Schüler*innen die nähe- und distanzsprachliche Erklärung gleich eingeschätzt. Bei der skalengeleiteten Bewertung der Erklärungen sind hingegen keine Unterschiede im Vergleich der Themenbereiche erkennbar (vgl. Abb. 6.5 - a, S. 114). Unabhängig vom Themenbereich werden die nähesprachlichen Erklärungen in allen Skalen einheitlich besser bewertet. Die Skalenbewertungen der nähesprachlichen Erklärungen unterscheiden sich dabei untereinander ebenso wenig zwischen den Themenbereichen wie die der distanzsprachlichen Erklärungen untereinander. Die beobachtbaren Unterschiede in der Globalbewertung zwischen den Themenbereichen müssen folglich auf andere als in den Skalen abgefragte Aspekte zurückzuführen sein. Es liegt die Vermutung nahe, dass der Unterschied auf den geringen Abstraktionsgrad der Wärmelehre-Erklärungen zurückzuführen ist, der in den Skalen nicht berücksichtigt wurde. Wie in Abschnitt 6.3 (S. 152 ff.) beschrieben, bleibt die Mathematisierung der Wärmelehre-Erklärungen auf einer qualitativ beschreibenden Ebene. Zudem wird bei der Plausibilisierung fachlich oberflächlich argumentiert. Damit fällt in den Wärmelehre-Erklärungen dem Experiment eine größere Bedeutung zu als in den anderen Themenbereichen. Dass die Experimente innerhalb eines Themenbereichs identisch sind (vgl. Abschnitt 5.3.1, S. 61 ff.), könnte die Ursache dafür sein, dass die Erklärungen für die Schüler*innen nicht unterscheidbar sind. Allem Anschein nach spielen für diese Gruppe die variierten sprachkonzeptionellen Aspekte bei geringem Abstraktionsgrad eine eher untergeordnete Rolle bei der Bewertung.

Gruppe der Studierenden: Auch in der Gruppe der Studierenden ist insgesamt eine Tendenz zur besseren Bewertung der nähesprachlichen Erklärungen zu beobachten. Im Gegensatz zu den Schüler*innen ist in dieser Gruppe bezüglich des Globalurteils jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen Nähe und Distanz bei den Elektrizitätslehre-Erklärungen zu erkennen (vgl. Abb. 6.5 - b, S. 114). Für die Themenbereiche Mechanik und Wärmelehre zeigt sich bei den Studierenden der globale Bewertungsunterschied zugunsten der Nähesprache signifikant. In Bezug auf die ska-

7 Interpretation der Ergebnisse

lengeleitete Einschätzung sind auch in dieser Gruppe keine Bewertungsunterschiede zwischen den verschiedenen Themenbereichen erkennbar. Das bedeutet, dass auch von den Studierenden Aspekte bei der Bildung des Globalurteils berücksichtigt wurden, die nicht Teil der abgefragten Skalen sind. Darauf deutet auch die eher geringe Varianzaufklärung durch die fünf Skalen hin (vgl. Tab. 6.6, S. 119). Anders als im Schülerfragebogen konnten die Studierenden ihre Bewertungen zusätzlich begründen. Jedoch finden sich auch hier keine Hinweise, die zur Klärung der fehlenden Unterscheidung zwischen den beiden Erklärungen zur Elektrizitätslehre beitragen. Als Besonderheit dieser Gruppe gilt zu beachten, dass alle Teilnehmenden an derselben Universität studieren. Es besteht folglich die Möglichkeit, dass hier Zusammenhänge zur universitären Ausbildung zu finden sind. Um dies zu klären, müssten Studierende weiterer Universitäten befragt werden. Aufgrund der Anlage dieser Studie können die beobachtbaren Unterschiede in der globalen Einschätzung zwischen den Themenbereichen bei den Studierenden jedoch nicht weiter aufgeklärt werden.

Gruppe der Lehrkräfte: Bei den Lehrkräften zeigen sich zwischen den Themenbereichen weder im Globalurteil noch in der skalengeleiteten Einschätzung Unterschiede bezüglich der Sprachkonzeption. In dieser Gruppe treten auch sonst keine signifikanten Unterschiede in den Einschätzungen zwischen den Themenbereichen auf (vgl. Abb. 6.5 - c, S. 114).

*Gruppe der Didaktiker*innen:* Bei den Didaktiker*innen zeigen sich hingegen die globalen Bewertungen insgesamt themenabhängig, wobei der Bewertungsunterschied zwischen nahe- und distanzsprachlicher Erklärung in jedem Themenbereich gleich groß ist (vgl. Abb. 6.5 - d, S. 114). Allerdings werden die Erklärungen der Elektrizitätslehre insgesamt besser bewertet als die zur Mechanik. Diese werden wiederum besser bewertet als die Wärmelehre-Erklärungen. Wie bei den drei anderen Gruppen zeigt sich auch bei den Didaktiker*innen kein themenabhängiger Unterschied bei der skalengeleiteten Bewertung (vgl. Abschnitt 6.1.3, S. 113). Die Unterschiedlichkeit der Globalbewertung zwischen den Themen bei den Didaktiker*innen liegt folglich ebenfalls außerhalb der untersuchten Skalen begründet. Im Gegensatz zu den Studierenden lassen sich in dieser Gruppe Hinweise für die beobachtbaren Unterschiede des Globalurteils in den Notenbegründungen finden. Als abhängige Komponenten können hier die Anpassung der inhaltlichen Komplexität sowie das Erklären als unterrichtliche Methode identifiziert werden. So empfinden die Didaktiker*innen die Mechanik-Erklärungen als fachlich zu komplex und abstrakt für eine zehnte Klasse und führen dies auf den in Abschnitt 6.3 beschriebenen höheren Abstraktionsgrad zurück. Die Erklärungen im Bereich Wärmelehre schätzen sie hingegen zum einen

als fachlich zu oberflächlich und dementsprechend inhaltlich nicht ausreichend ein. Zum anderen wird in dieser Gruppe die Wärmelehre-Erklärung als solche stark in Frage gestellt (bspw. Ringschluss, Tautologie). Beide Aspekte führen dazu, dass die Erklärungen zur Wärmelehre von den Didaktiker*innen insgesamt am schlechtesten bewertet werden.

Unterschiede zwischen den Gruppen

Den globalen und skalengeleiteten Einschätzungen zufolge werden in allen Gruppen die nächsprachlichen Erklärungen favorisiert. Dennoch ergeben sich Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Betrachtet man die globalen Bewertungen der einzelnen Themenbereiche unabhängig von der Sprachkonzeption, unterscheiden sich die Gruppen signifikant voneinander (vgl. Tab. 6.2 - *Statusgruppe*, S. 111). Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Lehrkräfte und Didaktiker*innen insgesamt schlechter bewerten als die Schüler*innen und Studierenden. Der Bewertungsunterschied von nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen zeigt sich im Gruppenvergleich nur in den Themenbereichen Elektrizitätslehre und Wärmelehre signifikant unterschiedlich (vgl. Tab. 6.2: Interaktionseffekt *Sprachkonz. x Gruppe*). In der Mechanik ist der Bewertungsunterschied jedoch unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit. Wie auch in den anderen beiden Themenbereichen bewerten die Lehrkräfte und Didaktiker*innen in der Mechanik die distanzsprachliche Erklärung signifikant schlechter als die Schüler*innen und Studierenden. Im Gegensatz zur Elektrizitäts- und Wärmelehre unterscheiden sich in der Mechanik die Gruppen nicht in der Bewertungen der nächsprachlichen Erklärung. Da sich die skalengeleitete Bewertung der Erklärungen in allen Gruppen als themenunabhängig erwiesen hat, muss der Grund für diese Themenabhängigkeit erneut außerhalb der untersuchten Skalen liegen. Eine rein inhaltliche und somit themenbezogene Begründung wäre hier zwar denkbar und sollte daher in weiteren Studien überprüft werden, erscheint jedoch aufgrund der Themenunabhängigkeit bei der Skalenbewertung wenig überzeugend. Als deutlich naheliegender deutet sich der über die Themen variierende Abstraktionsgrad an. Insgesamt bewerten die Lehrkräfte und Didaktiker*innen in allen Themenbereichen und somit unabhängig vom Abstraktionsgrad die distanzsprachlichen Erklärungen sehr viel schlechter als die nächsprachlichen. Die Schüler*innen und Studierenden unterscheiden hingegen in den Themenbereichen Elektrizitätslehre und Wärmelehre nicht durchgehend hinsichtlich der Sprachkonzeption. Auch im Wissenstest der Schüler*innen zeichnet sich nur im Bereich der Mechanik ein Unterschied der Lernwirksamkeit zwischen den sprachkonzeptionell verschiedenen Erklärungen ab. Zudem sind die distanzsprachlich konzipierten Erklärungen unabhängig vom fachlichen

Abstraktionsgrad auch auf sprachlicher Ebene abstrakter als die nächsprachlichen Erklärungen (bspw. aufgrund der Distanziertheit der Gesprächspartner und des höheren Elaboriertheitsgrades; vgl. Abschnitte 3.3, S. 43 und 5.2, S. 57). Bei fachinhaltlich geringerem Abstraktionsgrad, wie ihn die Erklärungen zur Elektrizitäts- und Wärmelehre zumindest für Schüler*innen der zehnten Jahrgangsstufe aufweisen, wirkt sich die sprachliche Abstraktion der Distanzsprache nicht so stark aus. Es ist daher denkbar, dass in den Gruppen der Schüler*innen und Studierenden der Einfluss der Sprachkonzeption auf die Einschätzung der wahrgenommenen Erklärqualität mit zunehmendem inhaltlichem Abstraktionsgrad steigt.

7.2.2 Einfluss der untersuchten Skalen auf die Einschätzung der Erklärqualität

FF4: Welchen Einfluss haben die disziplinunabhängigen Skalen Strukturiertheit und Adressatenorientierung sowie die fachbezogenen Skalen zur sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität einer Erklärung?

Der Zusammenhang der untersuchten Skalen und der globalen Einschätzung der Erklärungen in den Statusgruppen wurde mit Hilfe hierarchisch linearer Regressionsmodelle getestet (vgl. Abschnitt 6.1.4, S. 118). Da sich die Einschätzungen der Lehrkräfte und Didaktiker*innen global und skalengeleitet nicht signifikant voneinander unterscheiden, konnten sie für diese Analysen zur Gruppe der Lehrenden (L & D) zusammengefasst werden. Unabhängig von Thema und Sprachkonzeption kann bei den Lehrenden jeweils ein signifikanter Zusammenhang der Skalen Strukturiertheit und Adressatenorientierung mit der globalen Einschätzung nachgewiesen werden. Die signifikant unterschiedliche Bewertung der sprachkonzeptionellen Skalen im Vergleich nahe- und distanzsprachlicher Erklärungen zeigt, dass die Teilnehmenden dieser Gruppe die Variationen der Sprachkonzeption wahrnehmen und bewusst einschätzen können. Dennoch scheinen diese Aspekte bei der Bildung eines globalen Urteils keine wesentliche Rolle zu spielen.

Auch in der Gruppe der Studierenden konnten in allen Skalen signifikante Unterschiede in der Wahrnehmung der nahe- und distanzsprachlichen Erklärungen festgestellt werden. Ebenso wie bei den Lehrenden ist auch in dieser Gruppe ein Zusammenhang zwischen wahrgenommener Adressatenorientierung und der globalen Beurteilung zu finden. Zwar empfanden die Studierenden die nächsprachlichen Erklärungen besser strukturiert als die distanzsprachlichen (Skala der Strukturiertheit), jedoch besteht kein signifikanter Einfluss dieser Skala auf das Globalurteil. Im Gegensatz zu den

Lehrenden beeinflusst bei den Studierenden hingegen die sprachliche Elaboriertheit einer Erklärung die Wahrnehmung der Erklärqualität signifikant.

Der Gruppe der Schüler*innen kommt im Vergleich der Gruppen besonderes Interesse zu, da Erklärungen dieser Gruppe als Adressaten angepasst werden sollten. Im Skalenvergleich zwischen Nähe und Distanz nehmen auch die Teilnehmenden dieser Gruppe Unterschiede in der Adressatenorientierung und in der Strukturiertheit der Erklärungen wahr. Im Gegensatz zu den Lehrenden hängen in dieser Gruppe nur die Skalen der Sprachkonzeption signifikant mit dem Globalurteil zusammen (vgl. Tabelle 6.6, S. 119). Dies ist insbesondere mit Blick auf die Skala *Vorgehensweise* interessant. Wie aus Tabelle 6.5 - a (S. 114) abzulesen ist, zeigen sich bei den Schüler*innen nur in dieser Skala keine signifikanten Bewertungsunterschiede zwischen Nähe und Distanz. Dieser direkte Vergleich der Skalenbewertung zwischen Nähe und Distanz zeigt, dass die Schüler*innen den Unterschied in der Vorgehensweise nicht bewusst wahrnehmen. Unabhängig von der Sprachkonzeption ist jedoch ein signifikanter Zusammenhang dieser Variable zur globalen Einschätzung zu erkennen. Auch bei separater Betrachtung der Sprachkonzeptionen ist dieser Zusammenhang zu finden (Nähe: $\beta = 0.24^{**}$; Distanz: $\beta = 0.19^{***}$; vgl. Tabelle 6.7, S. 121). Dies legt den Schluss nahe, dass der Unterschied in der Vorgehensweise von den Schüler*innen zwar nicht bewusst aber unbewusst wahrgenommen wird. Die Wahrnehmung erreicht dabei das Bewusstsein nicht soweit, dass der Unterschied konkret in der entsprechenden Skala ausgedrückt werden kann. Jedoch kann der unbewusst wahrgenommene Aspekt die Wahrnehmung und Einschätzung der Erklärqualität beeinflussen.

Interessant erscheint, dass in allen Gruppen im Vergleich der unterschiedlichen Sprachkonzeptionen die nächstsprachlichen Erklärungen als besser strukturiert wahrgenommen und bewertet werden. Mit dieser Skala wurde die allgemeine Strukturiertheit der Erklärungen abgefragt (inhaltliche Kohärenz, Fokussierung, Logik und Folgerichtigkeit, Gegenstandsbestimmung), nicht aber die inhaltliche Sachstruktur (Vorgehensweise). Die allgemeine Strukturiertheit der Erklärungen wurde zwischen den sprachkonzeptionell unterschiedlichen Erklärungen nicht variiert. Dies lässt den Schluss zu, dass die empfundene Strukturiertheit der Erklärungen durch einen anderen zwischen Nähe und Distanz variierten Faktor beeinflusst sein muss. An dieser Stelle ist es jedoch nicht möglich, anhand der Daten Rückschlüsse auf einen bestimmten Faktor zu ziehen.

In allen drei Gruppen wurde zudem der Frage nachgegangen, inwiefern sich der Zusammenhang von Globalurteil und Skalen im Kontext einer bestimmten Sprachkonzeption verändert (vgl. Tabelle 6.7, S. 121). Dabei konnte in allen drei Gruppen

7 Interpretation der Ergebnisse

eine Kontextabhängigkeit nachgewiesen werden. Je nach sprachlichem Kontext (Nähe vs. Distanz), in welchem die Erklärung formuliert war, zeigten sich in jeder Gruppe unterschiedliche Skalen als einflussreich für das globale Urteil. Gruppenübergreifend ist dabei zu beachten, dass die ohnehin bereits eher geringe Varianzaufklärung des Regressionsmodells im distanzsprachlichen Kontext weiter abfällt. In diesem Kontext treten gruppenunabhängig verstärkt nicht untersuchte Faktoren in den Vordergrund, die im Kontext der Nähe augenscheinlich weniger Einfluss auf die Bildung eines globalen Urteil besitzen.

Im allgemeinen Vergleich der Gruppen zeigt sich, dass in jeder Gruppe andere Faktoren die Wahrnehmung der Erklärqualität beeinflussen. Auffallend ist dabei, dass bei den distanzsprachlichen Erklärungen insbesondere die Einschätzungen der Schüler*innen stark von denen der Lehrenden (L & D) abweichen, während sie sich bei den nächsprachlichen Erklärungen in nur wenigen Fällen unterscheiden. Die Studierenden bilden diesbezüglich eine eigene Gruppe, die zwischen den Schüler*innen einerseits und den Lehrenden andererseits einzuordnen ist. Diese Ergebnisse bestätigen die in Anlehnung an Seidel und Prenzel (2007) sowie van Es und Sherin (2002) getroffene Annahme, dass Lehramtsstudierende als Novizen des Lehrberufs anders bewerten als Experten (Lehrkräfte und Didaktiker*innen). Dabei sollte beachtet werden, dass die Einschätzungen der Studierenden insbesondere im distanzsprachlichen Kontext näher an der Schülerperspektive liegen als die der Experten.

7.2.3 Kriterien zur Begründung der Qualitätseinschätzung

FF3: Welche Kriterien werden von den vier Statusgruppen jeweils zur Begründung der Qualitätseinschätzung herangezogen?

Mit Hilfe der optionalen Begründungen im Rahmen der globalen Qualitätseinschätzung der Fragebogenstudie konnten themenunabhängig bei den Erklärenden (Studierende, Lehrkräfte und Didaktiker*innen) insgesamt 33 Kriterien identifiziert werden, die zu neun Oberkategorien zusammengefasst werden können (vgl. Abschnitt 6.1.5, S. 123 ff.). Acht dieser Oberkategorien können als Qualitätsmerkmale für unterrichtliches Erklären verstanden werden. Einzige Ausnahme bildet die Oberkategorie *Allgemeine Bemerkungen*, der allgemeine Aussagen über das Erklären, wie es in den Erklärvideos umgesetzt wurde, zugeordnet wurden. Diese Kategorie enthält keine Aussagen, die als Qualitätskriterien gewertet werden können, zeigt sich jedoch insbesondere im themenübergreifenden Vergleich der Bewertungen interessant. Wie in

Abschnitt 7.2.1 (S. 158 ff.) beschrieben, erklärt diese Kategorie beispielsweise die im Vergleich zu den anderen Themenbereichen schlechtere Bewertung der Wärmelehre-Erklärungen in der Gruppe der Didaktiker*innen.

Mit Adressatenorientierung, Fachinhalte, Strukturiertheit, Repräsentation, Sprachliche Verständlichkeit sowie Sprech- und Körperausdruck werden bei den Begründungen Kategorien genannt, die dem in Abschnitt 2.3 beschriebenen Modell der Qualitätskriterien (S. 28) zugeordnet werden können. Zusätzlich werden von den Erklärenden Kriterien genannt, die fachdidaktische Aspekte beinhalten. Dies deutet darauf hin, dass neben den Erklärungen selbst bei einigen Teilnehmenden auch die Umsetzung des Erklär-Prozesses im Fokus der Bewertung stand. Als Teil der Erklärfähigkeit der erklärenden Lehrperson (vgl. Abschnitt 2.2, S. 18 f.), spielt das fachdidaktische Wissen eine wesentliche Rolle in diesem Prozess. Auch wenn nur einzelne Kriterien zu diesem Bereich genannt wurden (wie bspw. die Berücksichtigung der Funktion von Experimenten oder von Schülervorstellungen), stellt für die Teilnehmenden die erklärende Lehrkraft mit ihrer Erklärfähigkeit durchaus eine Einflussgröße für die Erklärqualität dar.

Neben diesen eher allgemeinen Kriterien wurden zudem auch die variierten Aspekte der Sprachkonzeption als Kriterien zur Begründung der globalen Einschätzung genannt. Bei den Lehrkräften steht diese Oberkategorie mit insgesamt 20 % der Aussagen nach den Fachinhalten sogar an zweiter Stelle der Begründungen. Dass die Aspekte der Sprachkonzeption auch bei den Studierenden und Didaktiker*innen mit je 13 % zu den am häufigsten genannten Kriterien zählt, zeigt, dass die Sprachkonzeption in dieser Studie gruppenübergreifend ein zu beachtendes Merkmal der Erklärqualität darstellt.

Zwar unterscheiden sich die Studierenden in Bezug auf die Einschätzung der Erklärqualität von den Lehrkräften und Didaktiker*innen, zur Begründung verwenden alle drei Gruppen hingegen (mit wenigen Ausnahmen) dieselben Kriterien. Auch in Bezug auf die Gewichtung der Oberkategorien (entsprechend der Häufigkeit der Nennung der einzelnen Kriterien) gibt es nur geringe Differenzen zwischen diesen drei Gruppen. Anders verhält es sich bei den Schüler*innen (vgl. hierzu Abschnitt 6.2.2, S. 140 f.). Unabhängig davon, dass in dieser Gruppe verständlicherweise keine fachdidaktischen und fachinhaltlichen Kriterien genannt werden, begründen die Schüler*innen mit ähnlichen Kriterien wie die Erklärenden. Allerdings stehen hier Kriterien im Vordergrund, die bei den Erklärenden eher eine untergeordnete Rolle spielen (bspw. Aspekte des Sprech- und Körperausdrucks sowie des allgemeinen Aufbaus der Erklärung). Dies wiederum spricht dafür, dass sich die „Zwischengruppe“

der Studierenden als Novizen des Lehrberufs bereits näher an der Perspektive der Lehrenden (Experten) befindet als an der Schülerperspektive.

In Bezug auf die Beschreibung von Qualitätskriterien für Unterrichtserklärungen erweist sich die Mehrperspektivität (vgl. Kapitel 4, S. 51 f.) dieser Studie als vorteilhaft. Kriterien, die für eine Gruppe weniger Relevanz besitzen, erweisen sich in einer anderen Gruppe von größerer Bedeutung. Insbesondere die Kombination der Perspektiven von Schüler*innen und Lehrkräften kann so zu einem vollständigen Bild von Qualitätskriterien für unterrichtliches Erklären führen. Insbesondere in der Lehrerbildung (Aus- und Weiterbildung) kann die vergleichende Betrachtung verschiedener Perspektiven somit auch ein Schritt hin zu qualitätsvollerem Unterricht sein ¹.

7.2.4 Einfluss der Sprachkonzeption auf die Wahrnehmung der Erklärung

FF5: Inwiefern beeinflussen die operationalisierten Aspekte der Sprachkonzeption die Wahrnehmung der Erklärqualität und welchen Einfluss haben sie auf die Wahrnehmung anderer Qualitätsmerkmale?

Eine nach Sprachkonzeption der Erklärungen differenzierte Betrachtung der Globalurteilsbegründungen liefert einen Einblick, mit welchen Kriterien die Erklärenden konkret die Unterschiedlichkeit der Bewertung von Nähe und Distanz begründen (vgl. Abschnitt 6.1.5, S. 130 ff.). Dadurch wird es möglich, zu zeigen, inwiefern sich die einzelnen operationalisierten Aspekte der Sprachkonzeption auf die Wahrnehmung der Erklärqualität auswirken und welchen Einfluss sie auf die Wahrnehmung anderer genannter Kriterien haben. Aufgrund der geringen Stichprobenzahl in den Interviews war diese Auswertung für die Gruppe der Schüler*innen nicht möglich.

Einfluss der sprachkonzeptionellen Aspekte auf die Wahrnehmung der Erklärqualität

In allen drei Erklärenden-Gruppen spielt die Sprachkonzeption bei der Begründung der Bewertungsunterschiede zwischen nähe- und distanzsprachlich konzipierten Erklärungen eine Rolle. In Bezug auf die einzelnen operationalisierten Aspekte lassen sich in Teilen jedoch Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen.

¹Zum Einsatz der Perspektivenübernahme für den Physikunterricht siehe auch Neppl (in Vorb.)

Kommunikationsbedingungen:

In Bezug auf die Kommunikationsbedingungen sind sich die Teilnehmenden aller drei Gruppen weitgehend einig. Gruppenunabhängig wird die direkte Ansprache der Schüler*innen in den nächsprachlichen Erklärungen besser bewertet als die Vermeidung der direkten Ansprache und die unpersönlichen Formulierungen in den distanzsprachlichen Erklärungen. Auch der Einbezug der Hörer (Personalpronomina 1. & 2. Pers. Sg. & Pl.) sowie die Betonung eines gemeinsamen Vorgehens (referenzielle Nähe) wurde in allen Gruppen positiv bewertet. Bei den distanzsprachlichen Erklärungen wurden diese Aspekte als fehlend bemängelt. Auch die operationalisierten Parameter der sozialen Nähe und Vertrautheit der Gesprächspartner (»schülernah« L.M_n.11; »aufgeschlossene Art des Lehrers« ST.W_n.4) wurden von allen Gruppen in den nächsprachlichen Erklärungen erkannt und trugen zu der im Vergleich besseren Bewertung bei. Im Gegenzug wurden die distanzsprachlichen Erklärungen aufgrund fehlender Interaktion (»Monolog« ST.M_d.14) und der Distanziertheit des Lehrers schlechter bewertet.

In Bezug auf die Kommunikationsbedingungen wird in allen Gruppen nicht nur die nächsprachliche Konzeption bevorzugt, sondern auch die distanzsprachliche Konzeption abgelehnt. Dieses Ergebnis ist insbesondere vor dem von Hattie (2014) beschriebenen Zusammenhang von Lernleistung und Lehrer-Schüler-Beziehung interessant. Dieser besagt, dass eine positive Lehrer-Schüler-Beziehung zur konstruktiven Unterstützung der Schüler*innen (als Basisdimension von Unterrichtsqualität) beiträgt und mit starkem Effekt ($d = 0.72$) die Lernwirksamkeit von Unterricht fördert (Hattie, 2014; Lotz & Lipowsky, 2015). Hier kann auch mit dem Aspekt der nächsprachlichen Kommunikationsbedingungen angesetzt werden. Mit Hilfe der Sprache kann die Beziehung zwischen Erklärendem und Adressaten positiv beeinflusst und somit die Lernwirksamkeit von Unterrichtserklärungen gefördert werden.

Vorgehensweise:

Im Gegensatz zu den Kommunikationsbedingungen unterscheiden sich die Gruppen in ihren Aussagen zur Vorgehensweise. Innerhalb der Gruppe der Studierenden zeichnet sich hinsichtlich dieses Aspekts ein ausgeglichenes Bild ab. Sowohl zur nächsprachlichen Vorgehensweise (Konkret – Abstrakt) als auch zur distanzsprachlichen Vorgehensweise (Abstrakt – Konkret) gab es kritische aber auch befürwortende Aussagen. Unabhängig vom Themenbereich erscheinen den Teilnehmenden dieser Gruppe beide Formen des inhaltlichen Aufbaus der Erklärung denkbar.

Anders verhält es sich bei den Lehrkräften. Hier bewerten 90 % der Aussagen die nächsprachliche Vorgehensweise als positiv und lediglich 10 % der Aussagen beinhalten kritische Aspekte. Gleichzeitig wird die Vorgehensweise der distanzsprachlichen

7 Interpretation der Ergebnisse

Erklärungen in 85 % der Aussagen abgelehnt. Eine vergleichende Betrachtung der Begründungen zu den nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen zeigt, dass in dieser Gruppe eher normativ geprägte Vorstellung bezüglich guten Unterrichts dominieren. Guter Unterricht scheint in dieser Gruppe großteils gleichbedeutend zu sein mit der Methode des entdeckenden Lernens. Die in Ansätzen induktiv gestaltete Vorgehensweise *Konkret – Abstrakt* wird von den Lehrkräften bevorzugt, da sie diese Lernform ermöglicht. Im umgekehrten Fall wird die distanzsprachliche Vorgehensweise von den meisten Teilnehmenden dieser Gruppe abgelehnt, weil sie diese Lernform nicht zulasse.

Auch von der Gruppe der Didaktiker*innen wird im Vergleich die nähesprachliche Vorgehensweise bevorzugt, wobei sich die Begründung von derjenigen der Lehrkräfte unterscheidet. An der Vorgehensweise *Konkret – Abstrakt* wird in dieser Gruppe der phänomenologische Aufbau als positiv hervorgehoben. Dieser sei ihrer Meinung nach für Schüler*innen gut nachvollziehbar. Beim distanzsprachlichen Vorgehen wird die Möglichkeit eines hypothesentestenden Experimentierens positiv betont. Negativ fällt den Didaktiker*innen hingegen auf, dass die Erklärungen durch das im Ansatz deduktive Vorgehen insgesamt sehr abstrakt blieben. Dadurch sei die Erklärung für Schüler*innen schwerer nachzuvollziehen, weshalb die distanzsprachliche Vorgehensweise auch von dieser Gruppe insgesamt schlechter bewertet wurde als die nähesprachliche.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die vorgenommene Variation des inhaltlichen Aufbaus von allen Gruppen erkannt wurde. Ursprünglich wurde der inhaltliche Aufbau der Erklärung jedoch variiert, um die unterschiedlichen Charaktere der nähe- bzw. distanzsprachlichen Konzeption (prozesshaft vs. allgemeingültig) zu operationalisieren. Diese Wirkung konnte in keiner der drei Gruppen erzielt werden oder wurde zumindest von keiner Gruppe geäußert. Dennoch beeinflusst auch dieser Aspekt mindestens bei den Lehrenden die Wahrnehmung der Erklärqualität, wobei in beiden Gruppen (wenn auch auf unterschiedlichen Argumenten basierend) zugunsten der Vorgehensweise *Konkret – Abstrakt* entschieden wird.

Grad der Elaboriertheit:

Auch bei dem dritten Aspekt der Sprachkonzeption, dem Grad der Elaboriertheit, wurden die variierten sprachlichen Merkmale und ihre Auswirkungen auf den Text (Variation der Informationsdichte, Kompaktheit und Komplexität) erkannt. Diesem Aspekt wird jedoch nur von den Didaktiker*innen eine größere Bedeutung beigemessen. Vereinzelt begründen zwar auch in den anderen beiden Gruppen Teilnehmende ihre Einschätzung mit Hilfe dieses Aspekts, im gruppeninternen Vergleich ist die Anzahl an Aussagen hierzu allerdings unbedeutend gering. Der Einfluss auf die

Erklärqualität zeigt sich dabei gruppenübergreifend insofern, als ein geringerer Grad sprachlicher Elaboriertheit (Nähesprache) zu einer besseren Einschätzung führt. Der höhere Elaboriertheitsgrad der Distanzsprache wird von den Teilnehmenden einheitlich schlechter und als für die Schüler*innen zu anspruchsvoll eingeschätzt.

Insgesamt zeigt sich, dass die in dieser Arbeit umgesetzten Aspekte des Nähe-Distanz-Modells (Kommunikationsbedingungen, Vorgehensweise und Grad der Elaboriertheit) die Wahrnehmung der Erklärqualität beeinflussen. Gruppenunabhängig erhöht dabei die nähesprachliche Variante die Erklärqualität, während die distanzsprachliche Variante für den Unterricht als weniger geeignet eingeschätzt wird. In Bezug auf die Vorgehensweise bleibt festzustellen, dass diese vor allem bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen einen Einfluss auf die wahrgenommene Erklärqualität aufweist. Fraglich bleibt jedoch, ob mit diesem Aspekt auch tatsächlich die intendierte Wirkung der Prozesshaftigkeit einerseits und Endgültigkeit andererseits bei den Teilnehmenden erzielt wurde. An dieser Stelle müsste die Operationalisierung des Modells noch gezielt überprüft und gegebenenfalls weiter überarbeitet werden, indem beispielsweise der prozesshafte/allgemeingültige Charakter der Nähe-/Distanzsprache ebenfalls auf sprachlicher Ebene operationalisiert wird.

Einfluss der Sprachkonzeption auf die Wahrnehmung anderer Qualitätsmerkmale

Bei der nach Sprachkonzeption getrennten Auswertung der Notenbegründungen der Erklärenden-Gruppen zeigte sich, dass die variierten Aspekte der Sprachkonzeption auch die Wahrnehmung anderer Qualitätsmerkmale beeinflussen. Für die Auswertung dieser Frage wurden pro Gruppe diejenigen Kategorien näher betrachtet, in welchen das Verhältnis positiver zu negativer Aussagen zwischen den beiden Sprachkonzeptionen variiert (vgl. Abbildung 6.6 a – c, S. 130 f.). Die Kategorie *Adressatenorientierung* konnte in allen drei Gruppen, die Kategorie *Sprache allgemein* zusätzlich bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen als eine beeinflusste Kategorie identifiziert werden.

Adressatenorientierung:

Einheitlich wurden von den Teilnehmenden die nähesprachlichen Erklärungen als stärker an den Adressaten orientiert bezeichnet. Gruppenübergreifend zeigten sich für den direkten Vergleich der nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen vor allem die Kriterien Motivation und Vorwissensbezug relevant. Die nähesprachlichen Erklärungen wurden im Vergleich als motivierender und für die Schüler*innen interessanter beschrieben, was einstimmig auf die Vorgehensweise zurückgeführt wurde. Zudem wurde in allen Gruppen angegeben, dass die nähesprachlichen Erklärungen besser an das Vorwissen der Schüler*innen anknüpfen. Von allen drei Gruppen wurde die

7 Interpretation der Ergebnisse

distanzsprachliche Wiederholung des Vorwissens als weniger aktivierend empfunden. Tatsächlich sind die Wiederholungen des benötigten Vorwissens in den Nähe- und distanzsprachlichen Erklärungen innerhalb der Themenbereiche inhaltlich gleich. Einzig die sprachliche Konzeption dieser Rückblicke variiert. Dies legt den Schluss nahe, dass ein Zusammenhang zwischen der Sprachkonzeption und der Wahrnehmung dieses Aspekts besteht. Während eine Nähesprachliche Wiederholung von Vorwissen positiv und qualitätssteigernd wahrgenommen wird, wird eine distanzsprachlich formulierte Vorwissenswiederholung nicht als solche wahrgenommen.

Von der Gruppe der Studierenden wurde zusätzlich ein Einfluss der sprachlichen Elaboriertheit auf das Adressatenorientierungs-Kriterium der kognitiven Belastung festgestellt. Die höhere sprachliche Elaboriertheit der Distanzsprache führe laut den Studierenden zu einer höheren kognitiven Belastung der Schüler*innen. Dies könne wiederum aufgrund der Mündlichkeit der Erklärungen zu einer Überforderung der Lernenden führen, weshalb die distanzsprachlichen Erklärungen schlechter zu bewerten seien.

Ähnlich argumentierten auch die Didaktiker*innen, bei denen im Gegensatz zu den Studierenden jedoch das Kriterium der didaktischen Reduktion zusätzlich im Fokus stand. Die Nähesprachlichen Erklärungen wurden in Bezug auf dieses Kriterium deutlich besser bewertet als die distanzsprachlichen Erklärungen. Im Hinblick auf dieses Kriterium unterscheiden sich die Erklärungen jedoch nur in der Allgemeingültigkeit der Theorieformulierung. In den distanzsprachlichen Erklärungen wurde die Theorie in Form allgemeingültiger Regeln dargeboten, Nähesprachlich als Verallgemeinerung aus dem Beispiel. Der dennoch so deutliche Unterschied in der wahrgenommenen didaktischen Reduktion könnte auch hier wieder auf die sprachkonzeptionelle Gestaltung und insbesondere auf die sprachliche Elaboriertheit zurückzuführen zu sein. Eine tiefergehende Analyse dieses Zusammenhangs ist aufgrund der Anlage dieser Studie nicht möglich und wäre daher in weiteren Studien zu überprüfen.

Sprache allgemein:

Bei den Lehrkräften und Didaktiker*innen spielt zusätzlich die Kategorie *Sprache allgemein* eine Rolle bei der Differenzierung. Die Teilnehmer beider Gruppen bewerteten auch in diesem Kriterium die Nähesprachlichen Erklärungen besser. Die distanzsprachlichen Erklärungen wurden vor allem aufgrund der komplexen Fachsprache und einer nicht «altersadäquaten» Sprache abgewertet. Da mit dem Nähe-Distanz-Modell auf sprachkonzeptioneller Ebene der Unterschied zwischen Alltagssprache (Nähe) und Fachsprache (Distanz) spezifiziert wird, sind die Aussagen der Lehrkräfte und Didaktiker*innen nicht weiter verwunderlich. Sie beschreiben lediglich auf einer allgemeinen Ebene und in Bezug zu der ihnen vertrauten Fachsprache die Unterschie-

7.3 Sprachkonzeptionelle Ebene aus Schülerperspektive

de des Modells und der variierten Aspekte. Das Ergebnis stützt somit die theoretisch begründete Annahme, dass sich mit Hilfe des Modells Alltags- und Fachsprache im Physikunterricht modellieren und beschreiben lassen (vgl. Abschnitt 3.3, S. 43 ff.).

Wie in diesem Abschnitt gezeigt werden konnte, beeinflusst die sprachliche Konzeption einer Erklärung die Wahrnehmung der Qualität auch durch ihren Einfluss auf weitere als Qualitätsmerkmale geltende Kriterien wie insbesondere die Adressatenorientierung. Die Tatsache dass die Sprachkonzeption je nach Ausprägung (Nähe/Distanz) die Wahrnehmung anderer Qualitätskriterien (positiv oder negativ) beeinflussen kann, stellt eine wichtige Erkenntnis dieser Arbeit dar. Gleichzeitig bietet die Sprachkonzeption nach dem Modell von Koch und Oesterreicher (1985) die Möglichkeit Fach- und Alltagssprache als wichtige Sprachformen des Unterrichts näher beschreiben zu können. Mit Hilfe des Modells kann die Sprache in Erklärungen und auch im gesamten Unterricht gezielt variiert und an die Adressaten sowie die jeweilige Situation angepasst werden. Dadurch kann die Sprachkonzeption als vielversprechender Faktor zur Erhöhung der Erklärqualität gesehen werden. Inwiefern sich dadurch die wahrgenommene Qualität des Unterrichts beeinflussen lässt, muss in weiteren Studien überprüft werden.

7.3 Sprachkonzeptionelle Ebene aus Schülerperspektive

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Interpretation der Ergebnisse der Interviewstudie (Forschungsfragen 6 und 7). Im Mittelpunkt stehen die Fragen nach der Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene durch die Schülerinnen und Schüler sowie der Zusammenhang des Wahrnehmungsvermögens mit dem Sprachniveau.

7.3.1 Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene

*FF6: Werden die sprachkonzeptionellen Unterschiede zwischen den Erklärungen von den Schüler*innen wahrgenommen und erreicht die Wahrnehmung das Bewusstsein der Schüler*innen soweit, dass diese Unterschiede konkret formulierbar werden?*

Wie die in Abschnitt 6.2.3 dargestellten Ergebnisse zeigen, ist das Wahrnehmungsvermögen der Schüler*innen in einzelnen Aspekten der Sprachkonzeption größer als in anderen (vgl. Tabellen 6.11 auf S. 143, 6.12 auf S. 146 und 6.13 auf S. 149). Die Unterschiede in den Aspekten Kommunikationsbedingungen und Grad der Elaboriertheit

7 Interpretation der Ergebnisse

wurden dabei von fast allen Teilnehmenden wahrgenommen. In Bezug auf die Kommunikationsbedingungen erreicht die Wahrnehmung bei den meisten Schüler*innen auch eine Bewusstseinsstufe, auf der die Unterschiede konkret formulierbar werden. Beim Aspekt der sprachlichen Elaboriertheit erreicht die Wahrnehmung die Bewusstseinsstufe bei deutlich weniger Schüler*innen (drei von acht). Mit einer Ausnahme werden die Unterschiede jedoch unbewusst wahrgenommen. Die Schüler*innen können dabei zwar die Unterschiede nicht konkret benennen, äußern aber das Gefühl, dass es mit dem Sprachniveau oder der Informationsdichte zu tun haben müsse (vgl. Absatz *Grad der Elaboriertheit* in Abschnitt 6.2.3, S. 148). Der Aspekt der Vorgehensweise wurde nach inhaltlichem Aufbau und Charakter (prozesshaft/allgemeingültig) der Erklärungen getrennt betrachtet. Den inhaltlichen Aufbau konnten drei Schüler*innen bewusst wahrnehmen und entsprechend formulieren. Der Charakter der Erklärungen konnte von drei anderen Teilnehmenden wahrgenommen werden, allerdings nur auf unbewusster Ebene.

Insgesamt lassen sich aus dem Vergleich der Ergebnisse zu den Aspekten der Sprachkonzeption drei Gruppen von Schüler*innen bilden. In Gruppe 1 wird die sprachkonzeptionelle Ebene (wenn überhaupt) nur im direkten Vergleich schriftlicher Textauszüge wahrgenommen. Die Wahrnehmung bleibt in dieser Gruppe auf einzelne Aspekte, die zwischen den Schüler*innen variieren, und auf eine unbewusste Ebene beschränkt. Von Gruppe 2 werden vereinzelt bereits Aspekte bei den mündlichen Erklärungen erkannt, die zum Teil auch die Bewusstseinsstufe der Schüler*innen erreichen. Im direkten Vergleich der schriftlichen Textauszüge werden in dieser Gruppe die Aspekte Kommunikationsbedingungen und Grad der Elaboriertheit durchgängig und zum Großteil bewusst wahrgenommen. Im Gegensatz zu den ersten beiden Gruppen wird in Gruppe 3 die sprachkonzeptionelle Ebene sowohl in den mündlichen Erklärungen als auch in den schriftlichen Textauszügen wahrgenommen. Die Wahrnehmung erfolgt dabei mit einzelnen Ausnahmen auf bewusster Ebene und kann von diesen Schüler*innen konkret formuliert werden.

Die Tatsache dass die sprachkonzeptionelle Ebene nicht von allen Schüler*innen wahrgenommen wird könnte eine mögliche Erklärung dafür sein, dass sich die Bewertungen dieser Gruppe zwischen nahe- und distanzsprachlichen Erklärungen nur geringfügig unterscheiden (vgl. Abb. 6.4 - a, S. 109).

7.3.2 Zusammenhang von Sprachniveau und sprachkonzeptionellem Wahrnehmungsvermögen

FF7: Inwiefern hängen das allgemeine Sprachniveau der Schülerinnen und Schüler und die Wahrnehmung der sprachkonzeptionellen Ebene mündlicher Erklärungen zusammen?

Das Sprachniveau der Schüler*innen der Interviewstudie wurde mit Hilfe eines Sprachtests erhoben (Abschnitt 5.4.1, S. 91 f.). Die Schüler*innen können dementsprechend nicht nur wie oben beschrieben anhand ihres Wahrnehmungsvermögens bezüglich der Sprachkonzeption, sondern auch bezüglich der Sprachtestergebnisse gruppiert werden. Von den acht Schüler*innen zeigten je zwei im Sprachtest über- bzw. unterdurchschnittliche Gesamtleistungen. Vier Schüler*innen konnten dagegen durchschnittliche Leistungen erzielen (vgl. Absatz *Sprachtests* in Abschnitt 6.2.1, S. 139). Wie in Abschnitt 6.2.4 – *Zusammenhang von Sprachniveau und Wahrnehmung* (S. 151) beschrieben, ergibt sich aus dem Vergleich beider Gruppierungen keine Kongruenz. Dementsprechend besteht in dieser Stichprobe kein kausaler Zusammenhang von Sprachniveau und Wahrnehmung. Dennoch zeigt sich, dass Schüler*innen mit einem geringen allgemeinen Sprachniveau auch eine gering ausgeprägte Fähigkeit zur (un-/bewussten) Wahrnehmung sprachkonzeptioneller Aspekte besitzen. Ebenso erweist sich ein höheres Sprachniveau förderlich für eine bewusste Wahrnehmung dieser Aspekte. Allerdings weisen nicht alle Schüler*innen mit hohen Sprachtestergebnissen auch ein hohes Wahrnehmungsvermögen bezüglich der sprachkonzeptionellen Ebene auf (S7 erzielte überdurchschnittliche Ergebnisse im Sprachtest, gehört jedoch zu Gruppe 1 der Wahrnehmung).

Der Vergleich der Sprachtestergebnisse mit den wahrgenommenen sprachkonzeptionellen Aspekten zeigt ein weiteres interessantes Ergebnis. Während die Schüler*innen mit höheren Testergebnissen tendenziell mehr Aspekte wahrnehmen und auch auf bewusster Ebene reflektieren können, wurde von keinem dieser Schüler*innen der intendierte Charakter der Vorgehensweise wahrgenommen. Unter den Schüler*innen mit den schlechtesten Sprachtestergebnissen wurden jeweils nur einzelne Aspekte (unbewusst) wahrgenommen. Allerdings konnten bei diesen Schüler*innen im Vergleich der schriftlichen Textauszüge ausnahmslos Hinweise für eine unbewusste Wahrnehmung des intendierten Charakters (prozesshaft vs. allgemeingültig) gefunden werden. Ähnliches zeigt sich auch bei den Studierenden, Lehrkräften und Didaktiker*innen. Wie in Abschnitt 7.2.4 beschrieben, wurden in diesen Gruppen mit Ausnahme des Charakters alle Aspekte wahrgenommen. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass insbesondere die (bewusste) Wahrnehmung der Kommunikations-

7 Interpretation der Ergebnisse

bedingungen und der sprachlichen Elaboriertheit die Wahrnehmung des anhand des inhaltlichen Aufbaus operationalisierten Charakters überdecken.

Bei der Interpretation ist es wichtig, dass die Ergebnisse der Interviewstudie vor dem Hintergrund von zwei Einschränkungen betrachtet werden müssen. Zum einen ist die Stichprobe der Interviewstudie mit $N = 8$ Teilnehmenden sehr klein. Daher können die Ergebnisse nicht verallgemeinert werden und sind nur auf diese Studie zu beziehen. Ungeachtet dessen entsprechen die Sprachtestergebnisse der Stichprobe in etwa einer Normalverteilung. Im Hinblick darauf können die Ergebnisse als erster Hinweis für eine Verallgemeinerung dienen, die in weiteren Studien und mit größeren Fallzahlen gestützt werden muss. Zum anderen bildet der hier verwendete Sprachtest mit den beiden Subtests *KFT-V1* und *LGVT 6–12* das Sprachniveau der Schüler*innen nur in begrenztem Maße ab. Die Kombination der hier verwendeten Tests deutet bereits auf einen möglichen Zusammenhang von Sprachniveau und sprachkonzeptionellem Wahrnehmungsvermögen hin. Daher wäre es denkbar, dass insbesondere im Hinblick auf die Wahrnehmung der Sprachkonzeption weitere in dieser Studie nicht abgebildete Sprachkompetenzen einflussreich sind. Dies müsste ebenfalls in weiteren Studien mit Hilfe erweiterter Sprachtests überprüft werden.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die Sprachlichkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts insbesondere als Wechselspiel von Fach- und Alltagssprache stellt eine Herausforderung dar, mit der Lehrkräfte konfrontiert werden (u.a. Höttecke et al., 2017; Merzyn, 1998). Nicht zuletzt wird auch durch die nationalen Bildungsstandards im Fach Physik gefordert, dass die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des Unterrichts angemessene fachliche Sprech- und Schreibfähigkeiten sowohl in der Fachsprache als auch in der Alltagssprache erlernen und zwischen den Sprachformen unterscheiden können sollten (KMK, 2005 - Kompetenzbereich Kommunikation). Betrachtet man beide Sprachvarianten näher, ist festzustellen, dass sie sich nicht nur auf Wort-, sondern auch auf Satz- und Textebene voneinander unterscheiden (vgl. Abschnitt 3.2, ab S. 37). Die Unterschiedlichkeit lässt sich jedoch auch allgemeiner über die Konzeption von Fach- und Alltagssprache beschreiben. Hierfür kann das Modell *Sprache der Nähe – Sprache der Distanz* von Koch und Oesterreicher (1985) verwendet werden. Aufgrund der jeweiligen Konzeption kann dabei Alltagssprache als Nähesprache und Fachsprache als Distanzsprache beschrieben werden. Mit der vorliegenden explorativen Arbeit wurde multiperspektivisch der Einfluss der Sprachkonzeption auf die Einschätzung der Qualität und die Lernwirksamkeit instruktionaler Lehrer-Erklärungen untersucht. Die sprachkonzeptionelle Ebene der Erklärungen variiert dabei basierend auf dem oben genannten Modell von Koch und Oesterreicher (1985) zwischen Nähesprache und Distanzsprache. Die Operationalisierung der Sprachkonzeption für den Physikunterricht erfolgte hierfür anhand dreier Aspekte. Die *Kommunikationsbedingungen KB* beschreiben die jeweilige Redekonstellation zwischen den Kommunikationspartnern. Mit Hilfe der inhaltlichen *Vorgehensweise VW* (Nähe: Konkret – Abstrakt; Distanz: Abstrakt – Konkret) wird der inhaltliche Charakter der jeweiligen Konzeptionsform (Nähe: prozesshaft; Distanz: allgemeingültig) operationalisiert. Den dritten Aspekt bildet der *Grad der Elaboriertheit GE*, der die sprachliche Elaboration des jeweiligen Textes beschreibt. Um den Einfluss der Sprachkonzeption auf die oben genannten Aspekte zu untersuchen, bewerteten $N = 229$ Teilnehmende aus vier Statusgruppen (123 Schüler*innen, 42 Studierende, 28 Lehrkräfte, 26 Physikdidaktiker*innen) in einem Online-

Fragebogen sechs für diese Studie konzipierte unterrichtsnahe Erklärungen. Die Erklärungen sind dabei jeweils paarweise aus einem Themenbereich (Elektrizitätslehre, Wärmelehre, Mechanik). Zwischen den Erklärungen eines Themenbereichs variiert die sprachliche Konzeption der Erklärungen (Nähe- bzw. Distanzsprache), während die inhaltliche Gestaltung gleich ist. Neben einer globalen Beurteilung in Form von Schulnoten, sollten die Teilnehmenden die Erklärung auch mit Hilfe theoriebasierter Skalen (Adressatenorientierung, Strukturiertheit, Sprachkonzeption) bewerten. Zudem konnten die Studierenden, Lehrkräfte und Didaktiker*innen ihre globalen Beurteilungen begründen, während die Schüler*innen themenbezogene Wissenstests im Prä-Posttest-Design bearbeiteten. Darüber hinaus wurde eine ergänzende Interviewstudie mit weiteren acht Schüler*innen der zehnten Jahrgangsstufe durchgeführt. Im Fokus dieser Teilstudie stand die Klärung der Frage, inwieweit Schüler*innen die sprachkonzeptionelle Ebene in Erklärungen bewusst wahrnehmen können. Zusätzlich wurde das Sprachniveau der Schüler*innen in einem Sprachtest erhoben.

Zur Auswertung der gewonnenen quantitativen Daten wurden vorwiegend t-Tests (mit Bonferroni-Korrektur), Varianzanalysen mit gemischtem Design sowie hierarchisch lineare Regressionsmodelle berechnet. Um Aussagen zur Lernwirksamkeit der Erklärungen treffen zu können, wurden die entsprechenden Daten mit Hilfe linear gemischter Modelle ausgewertet. Für die qualitativen Daten der Fragebogen- und der Interviewstudie wurden ein Kategoriensystem für die Globalurteilsbegründungen sowie ein Auswertungssystem für die Wahrnehmung der Sprachkonzeption erstellt. Wo das Studiendesign dies zuließ, wurden die Daten nicht nur gruppenintern analysiert, sondern auch im direkten Vergleich der Gruppen untereinander betrachtet.

Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit zeigen sich in Bezug auf die unterschiedliche Sprachkonzeption einheitlich und mit wenigen Ausnahmen systematische Bewertungsunterschiede zugunsten der nächsprachlichen Erklärungen. Für das Erklären im Unterricht wird somit von allen Gruppen themenunabhängig die nächsprachliche Konzeption bevorzugt. Trotzdem zeichnen sich zwischen den Gruppen auch Unterschiede ab. Während die Bewertungsdifferenz zwischen Nähe- und Distanzsprache bei den Schüler*innen und Studierenden sehr gering ausfällt, ist der Unterschied bei den Lehrenden (Lehrkräften und Didaktiker*innen) signifikant größer. In diesen beiden Gruppen (Lehrende) kristallisiert sich im Vergleich eine eher ablehnende Haltung gegenüber der distanzsprachlichen Erklärungen heraus. Dies wird in der Gruppe der Lehrkräfte vor allem mit der fehlenden Möglichkeit zu entdeckendem Lernen durch die Vorgehensweise *Abstrakt – Konkret* begründet. Auch wenn die Art der Vorgehensweise in dieser Studie als Operationalisierung des

Charakters der Sprachkonzeption dient, besteht für die Lehrkräfte an dieser Stelle keine Verbindung der beiden Aspekte. Die Vorgehensweise wird von dieser Gruppe losgelöst von der sprachlichen Konzeption betrachtet. In der Gruppe der Didaktiker*innen wird die Ablehnung der distanzsprachlichen Erklärungen hingegen damit begründet, dass sie aufgrund der Vorgehensweise zu abstrakt und sprachlich zu komplex für die Schüler*innen seien. Die Begründungen beider Gruppen (Lehrkräfte und Didaktiker*innen) ist insbesondere deshalb interessant, da die Ergebnisse der Schüler*innen darauf schließen lassen, dass sie trotz Bevorzugung der nächsprachlichen Variante die distanzsprachlichen Erklärungen als echte Alternative sehen.

Zusammenfassend betrachtet zeigt sich der Vergleich verschiedener Perspektiven auf die Unterrichtsmethode als sinnvoll. Von den Schüler*innen können verschiedene Kriterien und Aspekte der Erklärung wie auch der Sprachkonzeption zum Teil durch das fehlende Professionswissen nicht wahrgenommen und somit nicht oder nur fehlerhaft eingeschätzt werden (vgl. Baumert et al., 2004). Als Adressaten des Unterrichts sind sie jedoch die Gruppe, an welche Unterrichtsmethoden angepasst werden müssen, weshalb ihre Perspektive in jedem Fall berücksichtigt werden sollte. Die Einschätzung der Lehrenden (Lehrkräfte & Didaktiker*innen) weicht in einzelnen Punkten (hier bspw. die Ablehnung distanzsprachlicher Erklärungen) von der Einschätzung der Adressaten ab. Dies ist zu einem großen Teil auf das Professionswissen zurückzuführen, wodurch die Lehrenden einen anderen oder erweiterten Blick auf den Unterricht und seine Methoden aufweisen. Der multiperspektivische Vergleich der Wahrnehmungen und Einschätzungen der Erklärqualität in dieser Studie zeigt sich als gewinnbringend für die Steigerung der Erklärqualität. Ich gehe daher davon aus, dass die Gegenüberstellung unterschiedlicher Betrachtungsweise auch für die Qualität des Gesamtunterrichts einen Mehrwert darstellen kann.

In Bezug auf die Sprachkonzeption zeigt sich, dass die einzelnen Aspekte, wie sie in dieser Arbeit operationalisiert wurden, von den Gruppen unterschiedlich stark wahrgenommen werden. Während sich die Kommunikationsbedingungen in allen Gruppen für die Bewertungsunterschiede von Nähe und Distanz mit verantwortlich zeigen, spielen die Vorgehensweise und die sprachliche Elaboriertheit hierfür nicht in allen Gruppen eine entscheidende Rolle. Ebenso ist festzustellen, dass die sprachkonzeptionellen Aspekte Einfluss auf die Wahrnehmung anderer Qualitätskriterien nehmen, insbesondere bei der Adressatenorientierung. Die Sprachkonzeption beeinflusst somit die Erklärqualität direkt, indem eine nächsprachliche Ausprägung insgesamt positiver eingeschätzt wird. Gleichzeitig beeinflusst sie die Erklärqualität indirekt durch die veränderte Wahrnehmung anderer Qualitätskriterien, was bei der

8 Zusammenfassung und Ausblick

Erstellung von Erklärungen in jedem Fall berücksichtigt werden sollte. Insgesamt stellt die sprachkonzeptionelle Ebene somit meiner Meinung nach ein Kriterium dar, das sich bei der Gestaltung von Erklärungen und deren Anpassung an Adressaten und Sachinhalt als wertvoll erweist.

Trotz systematischer Unterschiede in der Schülerbewertung, zeigen die Ergebnisse der Wissenstests keine signifikanten Unterschiede im Lernzuwachs zwischen nahe- und distanzsprachlichen Erklärungen. Die Befürchtung der Lehrenden, die distanzsprachlichen Erklärungen könnten sich motivational und kognitiv negativ auf den Lernzuwachs auswirken, scheint zumindest auf die für diese Studie konzipierten Erklärungen nicht zuzutreffen. Dies stimmt auch mit den Ergebnissen der Metaanalyse von Seidel und Shavelson (2007) überein, die kaum Zusammenhänge zwischen Lehrerurteilen und Lernerfolg der Schüler*innen feststellen konnten. Andererseits konnte in anderen Studien ein Zusammenhang des Lernerfolgs mit der motivationalen und kognitiven Aktivierung der Lernenden nachgewiesen werden (vgl. Lipowsky et al., 2009; Wenglinsky, 2002). Eine positive Korrelation von Gedächtnisleistung (und dem damit zusammenhängenden Lernerfolg) und allgemeiner Motiviertheit sowie dem aktuellen emotionalen Zustand der Lernenden wird auch von Roth (2004, S. 503 f.) beschrieben. Daher scheint es denkbar, dass die Ergebnisse dieser Studie nur für kurze Erklärsequenzen gelten. Bei längeren Erklärsequenzen oder ganzen Unterrichtsstunden könnte die positivere Wahrnehmung der Nähesprachlichkeit als motivationaler Aspekt durchaus Einfluss auf den Lernerfolg zeigen, was in weiteren Studien überprüft werden muss.

Im Gegensatz zu den Themenbereichen Elektrizitätslehre und Wärmelehre, bei denen der Unterschied im Wissenszuwachs zwischen nahe- und distanzsprachlicher Erklärung ohne Effekt bleibt, zeigt sich in der Mechanik an dieser Stelle ein kleiner Effekt. Dies wird darauf zurückgeführt, dass der inhaltliche Abstraktionsgrad der Mechanik-Erklärungen deutlich größer ist, als bei den anderen Themen. Hier trifft die sprachliche Abstraktheit der Distanzsprache auf eine inhaltliche Abstraktheit der Erklärung, was in Kombination dazu führend kann, dass die Erklärung im Gesamten für die Schüler*innen zu abstrakt wird. Es wird daher die Hypothese aufgestellt, dass der Einfluss der Sprachkonzeption auf die Lernwirksamkeit einer instruktionalen Erklärung mit deren inhaltlichem Abstraktionsgrad steigt, wobei der Einfluss erst ab einem bestimmten Abstraktionsniveau sichtbar wird.

Eine Aufteilung der Schüler*innen in Gruppen entsprechend ihrer Vortestleistungen zeigt zudem eine Abhängigkeit des Lernzuwachses vom Vorwissen. Während schwächere Schüler*innen stärker von den instruktionalen Erklärungen profitieren, kommt es bei den leistungsstarken Schüler*innen zum sogenannten *expertise-reversal Effekt*.

Damit knüpfen die Ergebnisse dieser Studie auch an die Erkenntnisse früherer Studien zu weiteren instruktionalen Unterrichtsmethoden an (vgl. u. a. Kalyuga et al., 2003). Durch die unterschiedliche Lernwirksamkeit zeigen sich die instruktionalen Erklärungen insbesondere für die Differenzierung im Unterricht in Wiederholungsphasen und bei bekannteren Themenbereichen geeignet. Um der Leistungsheterogenität in der Klasse entgegenzuwirken, könnten bei den schwächeren Schüler*innen instruktionale Erklärungen eingesetzt werden, während den leistungsstarken Lernenden in diesen Phasen andere Methoden wie beispielsweise Selbsterklärungen (vgl. Renkl, 2002) angeboten werden sollten.

Des Weiteren wurde im Rahmen der ergänzenden Interviewstudie die Frage geklärt, inwiefern Schüler*innen die einzelnen Aspekte der sprachlichen Konzeption (unbewusst/bewusst) wahrnehmen können. Im Vergleich von Nähe- und Distanzsprache in den mündlichen Erklärungen und in schriftlichen Textauszügen aus den Erklärungen zeigte sich, dass die Schüler*innen in Bezug auf die Wahrnehmung in drei Gruppen eingeteilt werden können. In der ersten Gruppe können nur im schriftlichen Vergleich vereinzelt unbewusst Aspekte wahrgenommen werden. Bei der zweiten Gruppe erreicht die Wahrnehmung bereits vereinzelt die Bewusstseinssebene der Schüler*innen, während in der dritten Gruppe fast alle Aspekte auch in den mündlichen Erklärungen bewusst wahrgenommen und daher konkret formuliert werden können. Auch wenn nicht alle Schüler die Ebene der Sprachkonzeption bewusst wahrnehmen können, beeinflusst diese auch bei unbewusster Wahrnehmung die Einschätzung der Qualität. Die Sprachkonzeption scheint also auch aus Schülerperspektive einen wertvollen Beitrag zur Wahrnehmung der Qualität von Unterrichtserklärungen zu liefern. Ein Zusammenhang des Wahrnehmungsvermögens mit dem Sprachniveau der Schüler*innen konnte nur ansatzweise festgestellt werden. Hier sind jedoch noch weitere Studien mit größeren Fallzahlen und gegebenenfalls einer Anpassung der Sprachtests nötig, um aussagekräftige, verallgemeinerbare Ergebnisse zu erhalten.

Was kann aus den Ergebnissen für die Praxis abgeleitet werden?

Auch wenn die Operationalisierung des Aspekts der Vorgehensweise noch optimiert werden kann, eignet sich das Nähe-Distanz-Modell von Koch und Oesterreicher (1985) gut, um Alltags- und Fachsprache auf einer wortunabhängigen Ebene zu beschreiben und zu charakterisieren. Daher kann das Modell auch im Unterricht für die geforderte Unterscheidung der beiden Sprachformen verwendet werden (zur Notwendigkeit der Unterscheidung von Fach- und Alltagssprache im Unterricht s. Abschnitt 3.1, S. 33). Eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit in der Alltags- und der Fachsprache, wie sie durch die Bildungsstandards vorgegeben ist, können

8 Zusammenfassung und Ausblick

die Schüler*innen nur durch Kenntnis der Spezifika beider Sprachvarietäten erlangen. Gleichzeitig muss beachtet werden, dass nicht allen Schüler*innen die sprachlichen Aspekte von sich aus bewusst zugänglich sind. Vor allem für diese Schüler*innen erscheint eine Auseinandersetzung mit dem Thema Fach- und Alltagssprache im Unterricht besonders schwierig. Aufgrund der konkreten Umsetzbarkeit bietet das Modell meines Erachtens eine gute Möglichkeit, den Lernenden diese komplexe und abstrakte Sprachebene näher zu bringen.

Beim unterrichtlichen *Erklären*, wie es von Kulgemeyer und Tomczyszyn (2015) beschrieben wird (vgl. Absatz *Der Erklärprozess* in Abschnitt 2.2, S. 20 ff.), bietet das Modell der Lehrkraft zudem eine Möglichkeit, unabhängig vom Inhalt den sprachlichen Code an die Adressaten anzupassen. Berücksichtigt werden muss dabei jedoch der Einfluss der Sprachkonzeption auf die Wahrnehmung anderer Kriterien (vgl. Absatz *Einfluss der Sprachkonzeption auf die Wahrnehmung anderer Qualitätsmerkmale* in Abschnitt 7.2.4, S. 169 ff.).

Beim Einsatz instruktionaler Erklärungen zur Wiederholung bekannter Themenbereiche sollte beachtet werden, dass die Lernwirksamkeit vom Vorwissen der Schüler*innen abhängt (Abschnitt 7.1, S. 155 ff.). Bei Lernenden mit geringem und mittlerem Vorwissen führen instruktionale Erklärungen zu einem Lernzuwachs. Dieser fällt umso stärker aus, je geringer das Vorwissen der Schüler*innen ist. Somit können Erklärungen in diesen Schülergruppen einen Ausgleich der Leistungsheterogenität bewirken. In der Gruppe der leistungsstarken Schüler*innen muss jedoch der expertise-reversal Effekt berücksichtigt werden. Um diese Schülergruppe nicht zu benachteiligen, sollten daher bei Wiederholungen für diese Schüler*innen im Rahmen der Differenzierung andere Methoden gewählt werden.

Welche Möglichkeiten ergeben sich für die zukünftige Forschungen?

Zwar konnte im Rahmen dieser Studie kein systematischer Einfluss der Sprachkonzeption auf die Lernwirksamkeit nachgewiesen werden, die Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass bei inhaltlich abstrakten Erklärgegenständen ein solcher Einfluss möglich ist. Des Weiteren konnte ein Zusammenhang von Vortestleistung und Lernzuwachs festgestellt werden. Um den Einfluss der Sprachkonzeption auf die Lernwirksamkeit in Abhängigkeit von den Vortestleistungen zu berechnen, war die Stichprobe in dieser Studie jedoch zu klein. Beide Aspekte können mit dieser Arbeit nicht beantwortet werden. Insbesondere in Bezug auf eine schülergerechte Form der Erarbeitung inhaltlich abstrakter Themen als auch zur Differenzierung im Unterricht entsprechend der Schülerleistungen stellen beide Aspekte meiner Meinung nach jedoch interessante Anknüpfungspunkte für weitere Studien dar. Die Untersuchung

dieser Ansätze scheint mir auch vor dem Hintergrund der Forschung zu Unterrichtsqualität im Allgemeinen lohnenswert zu sein.

In diesem Zusammenhang könnten auch weitere Studien zum Einfluss der Sprachkonzeption auf motivationale und emotionale Aspekte der Schüler*innen durchgeführt werden. Dieser Ansatz erscheint insofern vielversprechend, da vor allem in längeren Erklärsequenzen oder in ganzen Unterrichtsstunden die Sprachkonzeption über diese Aspekte als Mediatorvariable den Lernerfolg beeinflussen könnte.

Insbesondere die Ergebnisse der Interviewstudie in Bezug auf das Wahrnehmungsvermögen der Schüler*innen für sprachkonzeptionelle Aspekte in mündlichen Texten erscheinen trotz eingeschränkter Aussagekraft sehr interessant. Hier wäre eine erneute Durchführung mit größerer Stichprobe vorteilhaft, um die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse zu testen. Zudem deutet sich in den Ergebnissen ein möglicher Zusammenhang zwischen Sprachniveau und sprachkonzeptionellem Wahrnehmungsvermögen der Schüler*innen an. Auch hier wäre eine Erweiterung der Studie um eine größere Stichprobe denkbar und sinnvoll, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu steigern. Gleichzeitig könnte in einer Folgestudie auch der Sprachtest erweitert und beispielsweise um einen Hörverständnistest ergänzt werden.

A Erhebungsinstrumente der Fragebogenstudie

A.1 Skripte zu den Erklärungen

Auf den folgenden Seiten sind die Skripte zu den Erklärungen zu finden. Die grau markierten Überschriften dienen lediglich der Orientierung des Sprechers und wurden nicht versprachlicht.

A.1.1 Elektrizitätslehre – Nähesprache

Thema: Veränderung der elektrischen Stromstärke in der Reihenschaltung

Sprachkonzeption: Nähesprache

Vorwissen:

Also, ich fasse nochmal zusammen, was wir uns gerade schon mal gemeinsam erarbeitet haben. Wir merken uns: Die elektrische Stromstärke können wir berechnen, indem wir die angelegte Spannung durch den Widerstand des Bauteils teilen.

Im einfachen Stromkreis bedeutet das: Wenn wir eine Spannung von 12 V haben und einen Widerstand von $100\ \Omega$, dann können wir, wie hier, die elektrische Stromstärke berechnen. Wir erhalten dann 0,12 A. Das haben wir auch mit dem Ampèremeter gemessen.

Fragestellung:

Wir können aber in so einen Stromkreis auch mehrere Bauteile einbauen. Und wir wollen uns jetzt gemeinsam überlegen und gemeinsam anschauen, wie sich die elektrische Stromstärke verändert, wenn wir einen zweiten Widerstand dazu in Reihe einbauen. In Reihe, das bedeutet, dass wir die zwei Widerstände direkt hintereinander schalten, ohne eine Verzweigung im Stromkreis. Die Frage ist jetzt also: Wie verändert

A Erhebungsinstrumente der Fragebogenstudie

sich die elektrische Stromstärke, wenn wir einen zweiten Widerstand in Reihe in den Stromkreis einbauen?

Experiment:

Wir wollen uns das jetzt gemeinsam im Experiment anschauen. Hier ist der einfache Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ -Widerstand aufgebaut. Dazu habe ich hier einen zweiten $100\ \Omega$ -Widerstand, den ich in Reihe zu dem ersten Widerstand in den Stromkreis einbauen werde. Ihr beobachtet dabei am Ampèremeter, wie sich die Stromstärke verändert. Wir haben jetzt im einfachen Fall mit nur einem Widerstand $0,12\ \text{A}$. Ich baue jetzt den zweiten Widerstand in Reihe dazu – und wir sehen eine Stromstärke von $0,06\ \text{A}$. Ich wiederhole das nochmal: Stromstärke für einen Widerstand: $0,12\ \text{A}$. Und Stromstärke für zwei Widerstände in Reihe: $0,06\ \text{A}$ – also deutlich kleiner.

Plausibilisierung:

Diese Beobachtung können wir folgendermaßen erklären: Vorhin haben wir schon kennengelernt, dass ein Widerstand den Fluss der Elektrizität im Stromkreis hemmt. Wenn wir jetzt in die gleiche Leitung zum ersten Widerstand noch einen Zweiten in Reihe einbauen, dann muss die Elektrizität durch beide Widerstände fließen. Beide Widerstände hemmen diesen Fluss in der Leitung. Das heißt insgesamt ist die Hemmung, also der Widerstand gestiegen. Eine größere Hemmung bedeutet einen geringeren Fluss der Elektrizität, also eine geringere Stromstärke.

Zusammenfassung:

Wir können für unseren Versuch hier also erst einmal festhalten: Wenn ich einen zweiten Widerstand in Reihe schalte, dann steigt dadurch der Gesamtwiderstand. Wenn der Gesamtwiderstand steigt, dann wird die Stromstärke kleiner.

A.1.2 Elektrizitätslehre – Distanzsprache

Thema: Veränderung der elektrischen Stromstärke in der Reihenschaltung

Sprachkonzeption: Distanzsprache

Vorwissen:

Es gilt: Die elektrische Stromstärke berechnet sich aus dem Quotienten der anliegenden Spannung und dem elektrischen Widerstand des Bauteils. Für den einfachen elektrischen Stromkreis bedeutet dies: Im Falle einer insgesamt anliegenden Spannung von $12\ \text{V}$ und einem Widerstand von $100\ \Omega$, berechnet sich die elektrische Stromstärke über den Quotienten zu $0,12\ \text{A}$. Die elektrische Stromstärke wird mit

dem Ampèremeter auch zu $0,12\text{ A}$ gemessen. Zu merken ist: Die elektrische Stromstärke ist im einfachen Stromkreis entlang des Drahtes konstant.

Fragestellung:

In einen Stromkreis können auch mehrere Bauteile eingebaut werden. Im Folgenden wird gezeigt, wie sich die elektrische Stromstärke im Stromkreis verändert, wenn mehrere Bauteile, hier Widerstände, in Reihe in den elektrischen Stromkreis eingebaut werden.

Theorie:

Werden in einem Stromkreis mehrere Widerstände in Reihe geschaltet, so erhöht sich mit jedem zusätzlichen Widerstand der Gesamtwiderstand im Stromkreis. Das heißt, der Gesamtwiderstand wird mit jedem zusätzlichen Bauteil größer.

Die elektrische Stromstärke für den gesamten Stromkreis kann auch hier wieder mit Hilfe des Quotienten aus Spannung und Widerstand berechnet werden. Wird die am gesamten Stromkreis anliegende Spannung zwischen den verschiedenen Schaltungen nicht verändert, so bleibt der Zähler konstant. Wird der Gesamtwiderstand durch den Einbau weiterer Teile erhöht, so vergrößert sich der Nenner.

Es gilt also: Bei konstanter Spannung wird die Stromstärke als Quotient aus Spannung und Widerstand durch den Einbau weiterer Bauteile in Reihe immer kleiner.

Plausibilisierung:

Dies kann auch folgendermaßen erklärt werden: Ein Widerstand hemmt den Elektrizitätsfluss in einem Stromkreis. Je größer der Widerstand, desto größer auch seine hemmende Wirkung. Fließt die Elektrizität in der gleichen Leitung bei gleichbleibender Spannung durch einen zusätzlichen Widerstand, ist die Hemmung des Flusses insgesamt größer und somit die Gesamtstromstärke geringer. Sie ist deshalb geringer als im einfachen Stromkreis, weil die Gesamthemmung in der Reihenschaltung mit jedem zusätzlichen Bauteil ansteigt.

Experiment:

Im folgenden Experiment wird dies nun für eine Reihenschaltung aus zwei Widerständen demonstriert.

Hier ist noch ein einfacher Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ -Widerstand und einem Ampèremeter zu sehen. Bei einer angelegten Spannung von 12 V ergibt sich eine Stromstärke von $0,12\text{ A}$. Durch den Einbau eines zweiten, baugleichen $100\ \Omega$ -Widerstands in Reihe in den Stromkreis, verdoppelt sich der Gesamtwiderstand. Eine Verdopplung des Gesamtwiderstands müsste demnach eine Halbierung der Stromstärke zur Folge haben. Diese Vermutung wird nun experimentell überprüft:

Einfacher Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ -Widerstand: Stromstärke von $0,12\ A$. Einbau des zweiten $100\ \Omega$ -Widerstands und somit ein Gesamtwiderstand von $200\ \Omega$: Stromstärke von $0,06\ A$ – also ca. halb so groß wie vorher.

Die Vermutung ist also durch das Experiment bestätigt.

A.1.3 Wärmelehre – Nähesprache

Thema: Längenausdehnung von Festkörpern am Beispiel unterschiedlicher Metalle

Sprachkonzeption: Nähesprache

Vorwissen:

Was wir schon gesehen haben: Wenn Festkörper ihre Temperatur ändern, dann ändert sich ihr Volumen. Die meisten Festkörper dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus. Je größer die Temperaturänderung ist, desto größer war auch die Ausdehnung.

Fragestellung:

Es gibt aber ja nicht den einen Feststoff. Festkörper können aus verschiedenen Materialien bestehen. Wir wollen uns jetzt gemeinsam ansehen, wie sich zum Beispiel verschiedene Metalle bei gleicher Temperaturerhöhung ausdehnen. Wir haben dabei Eisen, Kupfer und Aluminium zur Verfügung. Die Frage ist jetzt also: Dehnen sich unsere Metalle bei gleicher Temperaturerhöhung unterschiedlich aus?

Experiment:

Dazu führen wir folgendes Experiment durch: Wir haben hier 3 gleich lange und gleich dicke Metallstäbe aus Eisen, Kupfer und Aluminium. Die stecken hier in dieser Halterung. Die Temperatur der Stäbe erhöhen wir durch jeweils vier Kerzen und warten bis die drei Stäbe die Maximale Temperatur erreicht haben. Weil wir ja die Längenausdehnung sichtbar machen wollen, legen wir hier an die Enden der drei Stäbe jeweils kleine Stecknadeln mit Fähnchen. Der Ausschlag der Fähnchen zeigt die jeweilige Ausdehnung an. Zu Beginn stellen wir daher alle Fähnchen senkrecht nach oben.

(Durchführung des Versuchs)

Im Vergleich zur Ausgangssituation können wir an den Fähnchen drei Dinge deutlich erkennen:

1. Alle drei Metalle haben sich ausgedehnt
2. Die Ausdehnung bei diesen drei Metallen ist nicht besonders stark

3. Alle drei Metalle haben sich aber unterschiedlich stark ausgedehnt, was wir an der Drehung der Fähnchen erkennen können

Dabei hat sich der Aluminium-Stab am stärksten ausgedehnt und der Eisen-Stab am wenigsten.

Plausibilisierung:

Dass sich die unterschiedlichen Materialien bei gleicher Temperaturerhöhung so verschieden ausdehnen, liegt daran, dass sie aus verschiedenen Stoffen aufgebaut sind. Und diese Stoffe haben ganz unterschiedliche Eigenschaften – eben unter anderem die, dass sie unterschiedlich auf Temperaturänderungen reagieren.

Zusammenfassung:

Wir können für unseren Versuch hier also erst einmal festhalten: Wenn wir die Temperatur von Eisen, Kupfer und Aluminium gleich stark erhöhen, dann dehnen sie sich unterschiedlich stark aus. Dabei ist die Ausdehnung von Aluminium am stärksten und bei Eisen am geringsten.

A.1.4 Wärmelehre – Distanzsprache

Thema: Längenausdehnung von Festkörpern am Beispiel unterschiedlicher Metalle

Sprachkonzeption: Distanzsprache

Vorwissen:

Es gilt: Durch Änderung der Temperatur von Festkörpern, ändert sich auch deren Volumen. In den meisten Fällen dehnen sich Festkörper bei einer Temperaturerhöhung aus. Je größer diese Temperaturänderung, desto größer auch die Ausdehnung.

Fragestellung:

Es gibt aber nicht den einen Feststoff. Festkörper können aus verschiedenen Materialien bestehen. Im Folgenden wird gezeigt, dass sich unterschiedliche Materialien bei gleicher Temperaturerhöhung unterschiedlich ausdehnen. Dies wird an drei unterschiedlichen Metallen gezeigt

Theorie:

Für Metallstäbe von 1m Länge gilt für die unterschiedlichen Materialien folgendes:

- Erhöht man die Temperatur von Eisen um $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, so nimmt seine Länge um $0,0012\text{ mm}$ zu.

A Erhebungsinstrumente der Fragebogenstudie

- Erhöht man die Temperatur von Kupfer um $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, so nimmt seine Länge um $0,0016\text{ mm}$ zu.
- Erhöht man die Temperatur von Aluminium um $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, so nimmt seine Länge um $0,0024\text{ mm}$ zu.

Im Falle von gleicher Temperaturerhöhung dehnt sich Aluminium also doppelt so stark aus wie Eisen. Kupfer dehnt sich bei gleicher Temperaturerhöhung stärker aus als Eisen, aber nicht so stark wie Aluminium.

Es gilt also: Die Ausdehnung eines Festkörpers hängt vom Material ab, aus dem er besteht.

Plausibilisierung:

Dass sich die unterschiedlichen Materialien bei gleicher Temperaturerhöhung so verschieden ausdehnen, liegt daran, dass sie aus verschiedenen Stoffen aufgebaut sind. Und diese Stoffe haben ganz unterschiedliche Eigenschaften – eben unter anderem die, dass sie unterschiedlich auf Temperaturänderungen reagieren.

Experiment:

Im folgenden Experiment wird dies für die Metalle Eisen, Kupfer und Aluminium demonstriert. Dazu wird die Temperatur dieser drei Metallstäbe durch jeweils vier Kerzen vergleichbar erhöht. Die Stäbe haben alle die gleiche Länge und den gleichen Durchmesser. Um die Längenausdehnung sichtbar zu machen, liegen die Enden der drei Stäbe jeweils auf einer Stecknadel mit Fähnchen. Durch die Ausdehnung der Stäbe, werden diese Fähnchen gedreht. Diese zeigen deshalb zu Beginn alle senkrecht nach oben.

Aufgrund der vorhin genannten unterschiedlichen Ausdehnungseigenschaften der Metalle sollte sich der Aluminiumstab am stärksten ausdehnen, und zwar in etwa doppelt so stark wie der Eisenstab. Die Ausdehnung des Kupferstabes sollte zwischen den beiden liegen.

(Durchführung des Versuchs)

Man kann beobachten, dass die Auslenkung des Fähnchens bei dem Aluminiumstab am größten – beim Eisenstab am geringsten ist. Die von Kupfer liegt tatsächlich dazwischen.

Es ist also festzustellen, dass die Beobachtung im Experiment mit der vorhergesagten Erwartung übereinstimmt.

A.1.5 Mechanik – Nähesprache

Thema: Impulserhaltung beim unelastischen Stoß zweier Wagen

Sprachkonzeption: Nähesprache

Vorwissen:

Also, den Impuls eines Körpers – seine Wucht – können wir berechnen, indem wir die Masse mit dem Tempo des Körpers multiplizieren: $p = m * v$

Fragestellung:

Wenn wir diesen Wagen hier jetzt also eine Rampe hinunter fahren lassen, hat er am Ende der Rampe ein bestimmtes Tempo und damit einen bestimmten Impuls. Die Frage ist jetzt: Wie verändert sich der Impuls bei einem Zusammenstoß, wenn wir diesen Wagen auf einen zweiten Wagen auffahren lassen? Uns interessiert aber auch, was mit dem Impuls des zweiten Wagens passiert.

Experiment:

Das betrachten wir jetzt gemeinsam im Experiment. Durch die Knetmassen vorne an den Wagen kleben die beiden Wagen nach dem Zusammenstoß zusammen und bewegen sich gemeinsam weiter. So einen Stoß nennen wir unelastisch. Der zweite Wagen ist baugleich zum ersten Wagen, das heißt er hat auch die gleiche Masse. Wir wollten ja den Impuls vor und nach dem Stoß vergleichen. Dazu brauchen wir das Tempo vor und nach dem Stoß. Wagen zwei hat vor dem Stoß kein Tempo also auch keinen Impuls. Das Tempo von Wagen 1 vor dem Stoß können wir mit Hilfe dieser Lichtschranke bestimmen: Dazu messen wir die Zeit, die dieses Fähnchen von 1 cm Länge braucht, um die Lichtschranke zu durchfahren. Über die Formel $v = s/t$ gleich 1 cm des Fähnchens geteilt durch die gemessene Zeit, können wir dann das Tempo bestimmen. Mit dieser zweiten Lichtschranke messen wir auf die gleiche Art das Tempo der beiden Wagen nach dem Stoß.

Ich führe den versuch jetzt durch. (Durchführung des Versuchs)

Wir sehen hier an den Lichtschranken, dass die beiden Wagen zusammen nach dem Stoß die doppelte Zeit für die Strecke von 1cm benötigen als der Wagen 1 vorher.

Das bedeutet: Die beiden Wagen sind zusammen nur noch halb so schnell wie Wagen 1 vorher. Zusammen haben sie aber auch die doppelte Masse. Der Impuls der beiden Wagen zusammen ist damit genau so groß wie der Impuls des ersten Wagens vorher. Da Wagen 2 vorher keinen Impuls hatte, kann man also auch sagen, dass die Summe der Impulse beider Wagen vorher und nachher gleich groß ist. Der Impuls blieb sozusagen erhalten.

Plausibilisierung:

Wir können uns das so vorstellen: Bei dem Aufprall von Wagen 1 auf Wagen 2 wirken Kräfte. Eine Kraft wirkt von Wagen 1 auf Wagen 2. Wagen 2 übt aber auch eine Kraft auf Wagen 1 aus. Die beiden Kräfte sind gleich groß und wirken auch gleich lange zwischen den beiden Körpern. Dadurch wird Wagen 1 auf das Halbe Tempo abgebremst, Wagen 2 wird entsprechend beschleunigt. Das bedeutet, dass der Gesamtimpuls vor dem Stoß die Summe aus dem Impuls des ersten Wagens plus des zweiten Wagens war. Der Impuls des zweiten Wagens war Null. Jetzt hier in diesem Fall genauso groß wie der Impuls der beiden Wagen nach dem Stoß zusammen. Wir hatten hier doppelte Masse und dafür aber halbes Tempo, also auch m mal v vorher. Der Gesamtimpuls blieb beim Stoß also erhalten.

Zusammenfassung:

Wir können für unseren Versuch hier also erst einmal festhalten: Wenn ein Wagen unelastisch auf einen zweiten Wagen mit gleicher Masse stößt, dann fahren sie anschließend gemeinsam mit halbem Tempo weiter. In unserem Fall war der Gesamtimpuls vorher wie der Gesamtimpuls nachher, das heißt der Impuls war erhalten.

A.1.6 Mechanik – Distanzsprache

Thema: Impulserhaltung beim unelastischen Stoß zweier Wagen

Sprachkonzeption: Distanzsprache

Vorwissen:

Es gilt: Der Impuls eines Körpers wird berechnet, indem seine Masse mit seinem Tempo multipliziert wird: $p = m * v$.

Fragestellung:

Im Folgenden wird gezeigt, wie sich der Impuls eines Körpers bei einem unelastischen Stoß mit einem zweiten Körper verhält. Bei einem unelastischen Stoß sind die beiden Körper nach dem Stoß fest miteinander verbunden.

Theorie:

Für abgeschlossene Systeme gilt allgemein: Der Impuls eine Erhaltungsgröße. Das bedeutet, dass die Summe der Impulse vor einem Stoß genauso groß ist wie die Summe der Impulse nach einem Stoß.

Plausibilisierung:

Dies kann folgendermaßen erklärt werden: Zwei Körper, die einen bestimmten Impuls

haben, stoßen zusammen. Bei einem solchen Kraftstoß, übt sowohl Körper 1 eine Kraft auf Körper 2 aus, als auch Körper 2 eine Kraft auf Körper 1 ausübt. Diese Kräfte sind betragsmäßig gleich groß. Da auch die Zeit der Krafteinwirkung gleich groß ist, ist die Impulsänderung beider Körper beim Stoß betragsmäßig gleich aber entgegengesetzt gerichtet. Somit ist der Gesamtimpuls beider Körper zusammen vor und nach dem Stoß gleich groß.

Experiment:

Das folgende Experiment demonstriert einen solchen unelastischen Stoß zwischen zwei Wagen der gleichen Masse m : Fährt dieser Wagen der Masse m nun diese Rampe hinunter, wird er dabei beschleunigt. Am Ende der Rampe hat er damit ein bestimmtes Tempo v und damit einen bestimmten Impuls größer Null.

Das Tempo kann mit Hilfe einer Lichtschranke folgendermaßen bestimmt werden: Durch die Messung der Zeit, die dieses Fähnchen von 1 cm Durchmesser braucht, um die Lichtschranke zu durchfahren, kann über die Formel $v = s/t$ gleich 1 cm des Fähnchens durch die gemessene Zeit das Tempo des Wagens bestimmt werden. Nach der Lichtschranke fährt der Wagen 1 auf einen zweiten, baugleichen Wagen auf, der sich zunächst in Ruhe befindet. Durch die zweite Lichtschranke kann das Tempo nach dem Stoß bestimmt werden.

Vor dem Zusammenstoß hat der Wagen 1 einen bestimmten Impuls $p_{\text{vorher}} = m * v$. Der Wagen 2 hat den Impuls p gleich Null, da er sich in Ruhe befindet. Der Gesamtimpuls vor dem Stoß ist also gleich dem des ersten Wagens. Aufgrund der Impulserhaltung muss der Gesamtimpuls vor dem Stoß genauso groß sein wie nach dem Stoß. Nach dem unelastischen Stoß der beiden Wagen haften diese aneinander und bewegen sich gemeinsam weiter. Zusammen haben sie die doppelte Masse von Wagen 1.

Aufgrund der Impulserhaltung muss gelten: Dass der Impuls m mal v des ersten Wagens vorher plus Null genauso groß sein muss, wie der Impuls der beiden Wagen nach dem Stoß gemeinsam. Da die Masse nach dem Stoß doppelt so groß ist wie vor dem Stoß, müsste aufgrund der Impulserhaltung das Tempo der Wagen nach dem Stoß halb so groß sein, wie das von Wagen 1 vor dem Stoß. Das bedeutet: die mit Lichtschranke 2 gemessene Zeit müsste doppelt so groß sein, wie die zuvor gemessene Zeit.

(Durchführung des Versuchs)

Es ist festzustellen, dass die Beobachtung im Experiment mit der durch die Theorie vorhergesagten Erwartung übereinstimmt.

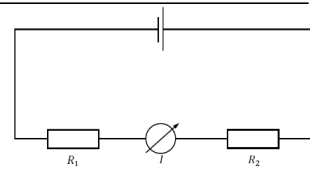
A.2 Wissenstest

Auf den folgenden Seiten sind die Wissenstests zu den Themenbereichen Elektrizitätslehre, Wärmelehre und Mechanik aufgeführt.

A3.1 Wissenstest – Elektrizitätslehre

Aufgabe E1

Im Stromkreis sind zwei baugleiche Widerstände (R_1 und R_2) und ein Amperemeter in Reihe an eine Batterie angeschlossen (Abbildung). Widerstand R_1 wird nun durch einen größeren Widerstand ersetzt.



Welchen Einfluss hat das auf die Stromstärke?

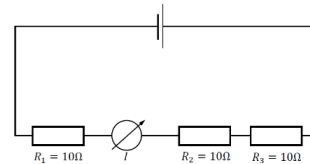
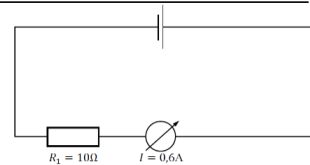
- ☐ Die angezeigte Stromstärke ist größer.
- ☐ Die angezeigte Stromstärke ist gleich.
- ☐ Die angezeigte Stromstärke ist kleiner.
- ☐ Die angezeigte Stromstärke ist gleich Null.

Aufgabe E2

Im Stromkreis sind ein Widerstand ($R_1 = 10\ \Omega$) und ein Amperemeter in Reihe an eine Batterie ($U = 6\ \text{V}$) angeschlossen (obere Abbildung).

Die Stromstärke beträgt $0,6\ \text{A}$.

Nun werden zwei weitere baugleiche Widerstände ($R_2 = R_3 = 10\ \Omega$) in Reihe zu dem ersten Widerstand geschaltet (untere Abbildung).



Wie groß ist die Stromstärke nach dem Einbau der beiden Widerstände?

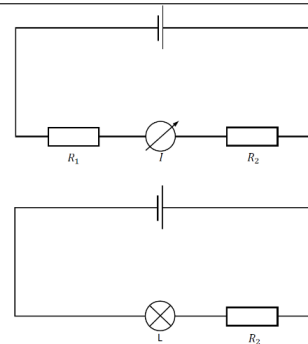
- ☐ $1,2\ \text{A}$
- ☐ $0,6\ \text{A}$
- ☐ $0,3\ \text{A}$
- ☐ $0,2\ \text{A}$

Aufgabe E3

Im Stromkreis sind zwei baugleiche Widerstände ($R_1 = R_2$) und eine Glühlampe L in Reihe an eine Batterie angeschlossen (obere Abbildung). Die Helligkeit des Lämpchens ist ein Maß für die Stromstärke (je größer die Stromstärke, desto heller leuchtet das Lämpchen).

Was passiert mit der Helligkeit der Glühlampe, wenn R_1 aus dem Stromkreis entfernt wird (untere Abbildung)?

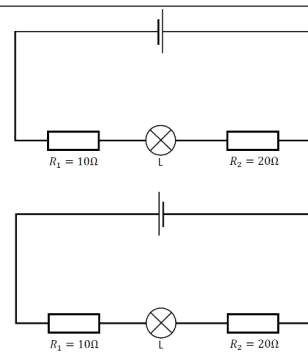
- ☐ Die Lampe leuchtet heller.
- ☐ Die Lampe leuchtet gleich hell.
- ☐ Die Lampe leuchtet weniger hell.
- ☐ Die Lampe leuchtet gar nicht mehr.

**Aufgabe E4**

Im Stromkreis sind zwei Widerstände ($R_1 = 10\ \Omega$ und $R_2 = 20\ \Omega$) und eine Glühlampe L an eine Batterie angeschlossen (obere Abbildung). Die Helligkeit des Lämpchens ist ein Maß für die Stromstärke (je größer die Stromstärke, desto heller leuchtet das Lämpchen).

Was passiert mit der Helligkeit der Glühlampe, wenn die Batterie im Stromkreis umgedreht wird (untere Abbildung)?

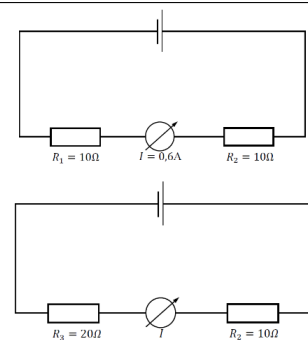
- ☐ Die Lampe leuchtet heller.
- ☐ Die Lampe leuchtet gleich hell.
- ☐ Die Lampe leuchtet weniger hell.
- ☐ Die Lampe leuchtet gar nicht mehr.

**Aufgabe E5**

Im Stromkreis sind zwei baugleiche Widerstände ($R_1 = R_2 = 10\ \Omega$) und ein Amperemeter in Reihe an eine Batterie ($U=6V$) angeschlossen (obere Abbildung). Die Stromstärke beträgt $0,3\ A$. Nun wird Widerstand R_1 durch einen Widerstand $R_3 = 20\ \Omega$ ersetzt (untere Abbildung).

Wie groß ist die Stromstärke nach dem Austausch von R_1 gegen R_3 ?

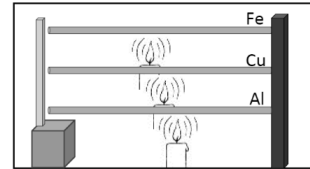
- ☐ $1,2\ A$
- ☐ $0,6\ A$
- ☐ $0,3\ A$
- ☐ $0,2\ A$



A3.2 Wissenstest – Elektrizitätslehre

Aufgabe W1

Ein schmaler Holzklotz steht am Rande eines größeren Holzklotzes (Abbildung). Hinter ihm befinden sich drei gleich lange und gleich dicke Metallstäbe aus Eisen, Kupfer und Aluminium. Nun wird die Temperatur der Stäbe in der gleichen Zeit um die gleiche Temperatur erhöht. Dadurch dehnen sie sich aus und werden länger.

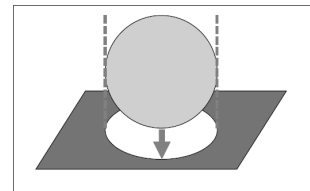


Welcher der Stäbe berührt die Figur als erstes und sorgt somit dafür, dass sie fällt?

- ☐ Der Stab aus Eisen.
- ☐ Der Stab aus Kupfer.
- ☐ Der Stab aus Aluminium.
- ☐ Alle Stäbe gleichzeitig.

Aufgabe W2

Drei gleich große Metallkugeln aus Kupfer, Eisen und Aluminium passen jeweils gut durch ein Loch in einer Metallplatte. Nun wird die Temperatur der Kugeln um jeweils 20°C erhöht. Die Kugel aus Kupfer passt anschließend gerade noch durch das Loch (Abbildung).

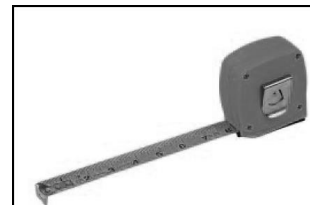


Welche der folgenden Aussagen trifft für die Kugeln aus Aluminium und Eisen zu?

- ☐ Die Eisenkugel und die Aluminiumkugel passen beide durch das Loch.
- ☐ Die Eisenkugel passt durch das Loch, die Aluminiumkugel jedoch nicht.
- ☐ Die Aluminiumkugel passt durch das Loch, die Eisenkugel jedoch nicht.
- ☐ Weder die Eisenkugel noch die Aluminiumkugel passen durch das Loch.

Aufgabe W3

Bei einem Weitsprungwettbewerb wird die Weite der Sprünge mit einem Metallmessband aus Aluminium gemessen.



Welche Auswirkung auf die gemessene Weite hat es, wenn das Maßband zuvor in der Sonne gelegen hat?

- ☐ Der gemessene Wert stimmt immer mit der tatsächlichen Weite überein.
- ☐ Der gemessene Wert ist größer als die tatsächliche Weite.
- ☐ Der gemessene Wert ist kleiner als die tatsächliche Weite.
- ☐ Es ist keine Entscheidung möglich.

Aufgabe W4

An einem sehr kalten Tag im Winter findet ein Weitsprungwettbewerb statt. Zur Messung der Sprungweiten stehen verschiedene Metallmaßbänder aus Aluminium, Kupfer und Eisen zur Verfügung.

Welches der Maßbänder ist am besten geeignet, um die Weite möglichst genau zu messen?

- ☐ Das Maßband aus Aluminium.
- ☐ Das Maßband aus Kupfer.
- ☐ Das Maßband aus Eisen.
- ☐ Sie sind alle gleich gut geeignet.

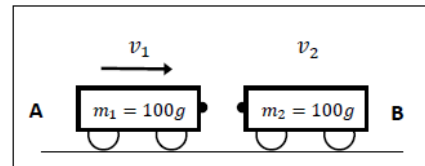
A3.3 Wissenstest – Mechanik

Aufgabe M1

Ein Wagen ($m_1=100g$) fährt auf einen stehenden zweiten Wagen ($m_2=100g$) auf.

Vor dem Aufprall: $v_1 = 2 \frac{m}{s}$, $v_2 = 0 \frac{m}{s}$

Durch die Knetmasse an den Wagen sind sie nach dem Aufprall miteinander verbunden.



Mit welchem Tempo bewegen sich die beiden verbundenen Wagen nach dem Stoß?

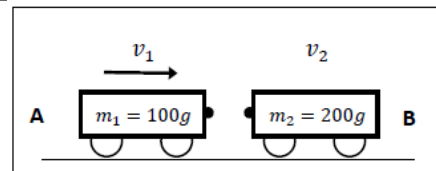
- ☐ $3 \frac{m}{s}$
☐ $2 \frac{m}{s}$
☐ $1 \frac{m}{s}$
☐ $0 \frac{m}{s}$

Aufgabe M2

Ein Wagen ($m_1=100g$) fährt auf einen stehenden zweiten Wagen ($m_2=200g$) auf.

Vor dem Aufprall: $v_1 = 6 \frac{m}{s}$, $v_2 = 0 \frac{m}{s}$

Durch die Knetmasse an den Wagen sind sie nach dem Aufprall miteinander verbunden.



Mit welchem Tempo bewegen sich die beiden verbundenen Wagen nach dem Stoß?

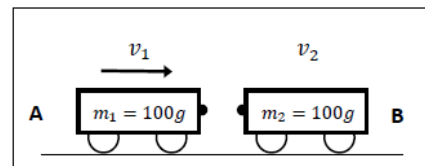
- ☐ $6 \frac{m}{s}$
☐ $3 \frac{m}{s}$
☐ $2 \frac{m}{s}$
☐ $0 \frac{m}{s}$

Aufgabe M3

Ein Wagen ($m_1=100g$) fährt auf einen stehenden zweiten Wagen ($m_2=100g$) auf.

Vor dem Aufprall: $v_1 = 4 \frac{m}{s}$, $v_2 = 0 \frac{m}{s}$

Durch die Knetmasse an den Wagen sind sie nach dem Aufprall miteinander verbunden.

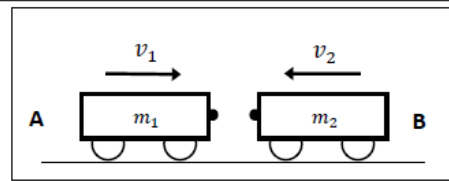


In welche Richtung bewegen sich die beiden verbundenen Wagen nach dem Stoß?

- ☐ Sie bewegen sich gemeinsam in Richtung A
☐ Sie bewegen sich gemeinsam in Richtung B
☐ Sie bleiben nach dem Stoß stehen. / Sie bewegen sich nach dem Stoß gar nicht mehr.
☐ Keine der Aussagen ist richtig.

Aufgabe M4

Zwei Wagen der gleichen Masse ($m_1 = m_2$) fahren mit gleichem Tempo ($v_1 = v_2$) aufeinander zu auf. Durch die Knetmasse an den Wagen sind sie nach dem Aufprall miteinander verbunden.



Welche Aussage trifft nach dem Stoß zu?

- ☐ Das Tempo beider Wagen nach dem Stoß ist gleich Null.
- ☐ Die beiden Wagen bewegen sich nach dem Stoß in Richtung **A**. Das Tempo ist genauso groß wie vor dem Stoß.
- ☐ Die beiden Wagen bewegen sich nach dem Stoß in Richtung **B**. Das Tempo ist kleiner als vor dem Stoß.
- ☐ Die beiden Wagen bewegen sich nach dem Stoß in Richtung **A**. Das Tempo ist größer als vor dem Stoß.

A.3 Fragebogenitems

A.3.1 Items pro Skala

Nach Skalen sortierte Liste der im Fragebogen verwendeten Items mit entsprechenden Itemkürzeln.

Fachbezogene Items:

Sprachliche Konzeption - Kommunikationsbedingungen

fa_ger Die Erklärung war an mich gerichtet

fa_bes Ich hatte das Gefühl, dass die Erklärung für mich bestimmt war

fa_ang Ich fühlte mich von der Erklärung angesprochen

fa_sic Der Lehrer hat das nur für sich erklärt

fa_dis Es gab eine gewisse Distanz zwischen mir und dem Lehrer

Sprachliche Konzeption - Vorgehensweise

fa_vor Vorangegangene Schritte der Erklärung waren wichtig für nachfolgende Schritte

fa_stu Die Erklärung wurde Stück für Stück erarbeitet

fa_umf Die Erklärung wurde nach und nach immer umfassender

fa_alg Die Erklärung ging von allgemeinen Regeln aus

fa_ein Die Erklärung ging vom Einfachen zum Komplizierten

Sprachliche Konzeption - Grad der Elaboriertheit

fa_zuv Der Lehrer hat viel auf einmal erklärt

fa_aus Einige Begriffe hätten ausführlicher erklärt werden sollen

fa_kon Ich musste mich besonders konzentrieren, um der Erklärung zu folgen

fa_zus Die Erklärung ging mir zu schnell

fa_ged Die Informationen kamen gedrängt auf einmal

Fachübergreifende Items:

Strukturiertheit

st_rot Die Erklärung hatte einen roten Faden

st_was Es ist klar, was genau der Lehrer erklären wollte

st_bau Der Lehrer hat die Erklärung Schritt für Schritt aufgebaut

st_ein Der Lehrer hat zu viele Einzelheiten erklärt

A Erhebungsinstrumente der Fragebogenstudie

st_glo Die Erklärung war gut strukturiert

Adressatenorientierung - Schülerfragebogen

ad_sch Die Erklärung war für mich zu schwierig

ad_lbz Die Inhalte der Erklärung hatten etwas mit meinem Leben zu tun

ad_pas Die Erklärung passte für mich

ad_vwi Ich konnte der Erklärung mit meinem Wissen gut folgen

Adressatenorientierung - Expertenfragebogen

ad_sch Für Schüler_innen war die Erklärung zu schwierig

ad_lbz Die Erklärung berücksichtigte die Lebenswelt der Schüler_innen

ad_pas Die Erklärung passte für Schüler_innen dieser Jahrgangsstufe

ad_red Die Erklärung war angemessen didaktisch reduziert

ad_vwi Schüler_innen konnten der Erklärung mit ihrem Wissen gut folgen

ad_glo Die Erklärung berücksichtigte die Lebenswelt der Schüler_innen

Sprech- und Körperausdruck

se_sti Der Lehrer hatte eine angenehm klingende Stimme

se_aus Der Lehrer hatte eine deutliche Aussprache

se_ges Der Lehrer hatte eine angemessene Sprechgeschwindigkeit

se_pau Der Lehrer hat die Sprechpausen so gesetzt, dass ich gut folgen konnte

se_abw Der Lehrer hatte eine abwechslungsreiche Sprechweise

se_kor Der Lehrer hatte einen Körperausdruck, der die Erklärung unterstützt hat

se_zug Der Lehrer hat sich den Schülerinnen und Schülern zugewendet

se_glo Die Art und Weise, wie der Lehrer spricht, gefällt mir

Persönlichkeitswirkung

sy_sym Der Lehrer wirkte in diesem Video auf mich sympathisch

sy_beg Der Lehrer wirkte in diesem Video auf mich begeistert

sy_nat Der Lehrer wirkte in diesem Video auf mich natürlich

A.3.2 Item-Statistik

Auf den folgenden Seiten sind die deskriptiven und psychometrischen Kennwerte der verwendeten Items abgebildet. Dabei wird pro Erklärung zwischen der Gruppe der Schüler*innen und der Gruppe der Erklärenden (Studierende, Lehrkräfte und Didaktiker*innen) unterschieden. Zudem sind für beide Gruppen pro Erklärung auch die internen Konsistenzen der Skalen (*Cronbachs Alpha*) angegeben.

Tabelle A.1: Deskriptive und psychometrische Kennwerte auf Itemebene ($N = 229$)

Skala/Itemtext	Video E _{nah}		Video W _{nah}		Video E _{dist}		Video W _{dist}		Video M _{nah}		Video M _{dist}	
	SuS	SLD	SuS	SLD	SuS	SLD	SuS	SLD	SuS	SLD	SuS	SLD
Schülerinnen und Schüler (SuS): $n_{max} = 123$ Studierende, Lehrkräfte, Didaktiker*innen (SLD): $n_{max} = 106$												
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)	(SD)
Strukturiertheit (St)	0,74	0,83	0,76	0,85	0,80	0,83	0,81	0,79	0,82	0,90	0,86	0,85
<i>Cronbachs Alpha:</i>												
Es ist klar, was genau die Lehrkraft erklären wollte.	2,32 (0,59)	2,06 (0,64)	2,51 (0,74)	2,60 (0,84)	2,28 (0,73)	2,03 (0,62)	2,43 (0,79)	2,76 (0,84)	2,36 (0,77)	2,29 (0,77)	2,52 (0,79)	2,51 (0,78)
Die Erklärung hatte einen roten Faden.	1,84 (0,78)	1,81 (0,75)	2,07 (0,97)	2,49 (1,05)	1,88 (0,86)	1,86 (0,87)	1,97 (0,85)	2,40 (1,08)	1,93 (0,84)	2,10 (0,86)	2,14 (1,01)	2,13 (0,88)
Die Lehrkraft hat die Erklärung Schritt für Schritt aufgebaut.	2,27 (1,05)	1,84 (0,79)	2,52 (1,06)	2,24 (0,91)	2,21 (1,12)	1,98 (0,93)	2,28 (1,10)	2,25 (0,89)	2,23 (1,04)	2,11 (0,88)	2,37 (1,14)	2,12 (0,86)
Die Lehrkraft hat zu viele Einzelheiten erklärt. * / **	2,10 (0,83)	1,88 (0,63)	2,42 (1,00)	2,27 (1,01)	2,18 (0,88)	1,99 (0,73)	2,34 (1,01)	2,56 (0,96)	2,17 (0,98)	2,14 (0,85)	2,35 (1,04)	2,30 (0,94)
Die Erklärung war gut strukturiert. **	3,05 (1,17)	2,70 (1,11)	3,03 (1,06)	3,40 (1,35)	2,87 (1,27)	2,29 (0,92)	3,14 (1,31)	3,81 (1,38)	3,08 (1,30)	2,81 (1,23)	3,21 (1,48)	3,49 (1,34)
	2,26 (0,88)	2,03 (0,92)	2,50 (0,96)	2,50 (1,07)	2,23 (0,88)	2,09 (0,93)	2,30 (0,98)	2,62 (1,03)	2,17 (0,95)	2,35 (0,90)	2,41 (1,10)	2,50 (1,02)
Adressatenorientierung (Ad)	0,77	0,88	0,68	0,90	0,67	0,86	0,68	0,89	0,71	0,85	0,77	0,91
<i>Cronbachs Alpha:</i>												
Für Schülerinnen und Schüler war die Erklärung zu schwierig. *	2,08 (1,02)	2,51 (0,99)	2,37 (1,19)	3,98 (1,28)	2,04 (1,01)	2,20 (0,86)	2,19 (1,10)	3,39 (1,39)	2,36 (1,20)	2,93 (1,16)	2,53 (1,40)	3,77 (1,41)
Die Erklärung passte für Schülerinnen und Schüler dieser Jahrgangsstufe.	2,51 (1,13)	2,46 (0,90)	2,75 (1,23)	3,39 (1,26)	2,58 (1,21)	2,22 (0,81)	2,53 (1,13)	3,30 (1,26)	2,46 (1,05)	2,51 (1,02)	2,75 (1,27)	3,17 (1,28)
Die Erklärung war angemessen didaktisch reduziert.	---	2,27 (0,95)	---	3,24 (1,14)	---	2,31 (0,90)	---	3,36 (1,22)	---	2,56 (1,01)	---	3,21 (1,17)
Schülerinnen und Schüler konnten der Erklärung mit ihrem Wissen gut folgen.	2,05 (1,03)	2,41 (0,96)	2,20 (1,10)	3,42 (1,22)	2,19 (1,23)	2,21 (0,89)	2,10 (1,02)	3,10 (1,30)	2,28 (1,16)	2,58 (1,10)	2,47 (1,29)	3,29 (1,28)
Die Erklärung berücksichtigte die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. **	4,55 (1,25)	4,34 (1,42)	4,49 (1,28)	5,00 (1,02)	4,20 (1,39)	4,28 (1,35)	4,32 (1,26)	4,87 (1,05)	4,17 (1,42)	4,30 (1,40)	4,06 (1,42)	4,88 (1,08)
Die Erklärung war adressatengerecht. **	---	2,32 (1,03)	---	3,59 (1,30)	---	2,24 (1,03)	---	3,35 (1,30)	---	2,56 (1,18)	---	3,31 (1,34)

Kommunikationsbedingungen (KB)		<i>Cronbachs Alpha:</i>											
		0,69	0,88	0,71	0,89	0,67	0,83	0,73	0,91	0,72	0,89	0,71	0,91
Die Erklärung war an mich gerichtet.													
		2,59 (0,74)	2,10 (0,76)	2,82 (0,83)	3,37 (1,07)	2,55 (0,70)	2,22 (0,67)	2,76 (0,78)	3,20 (1,01)	2,66 (0,76)	2,37 (0,81)	2,90 (0,82)	3,25 (1,06)
Ich hatte das Gefühl, dass die Erklärung für mich bestimmt war.													
		2,19 (1,01)	1,81 (0,79)	2,51 (1,13)	2,86 (1,27)	2,22 (1,03)	1,99 (0,68)	2,50 (1,10)	2,84 (1,17)	2,30 (1,04)	2,13 (0,80)	2,56 (1,12)	2,95 (1,19)
Der Lehrer hat das nur für sich erklärt.*													
		2,33 (1,03)	1,96 (0,94)	2,73 (1,14)	3,18 (1,34)	2,38 (0,91)	2,069 (0,78)	2,58 (1,07)	3,08 (1,19)	2,35 (1,04)	2,24 (0,90)	2,73 (1,12)	3,23 (1,27)
Es gab eine gewisse Distanz zwischen mir und dem Lehrer.*													
		2,33 (1,31)	1,90 (0,90)	2,57 (1,27)	3,19 (1,32)	2,33 (1,22)	2,04 (0,88)	2,51 (1,25)	2,91 (1,21)	2,61 (1,26)	2,13 (0,99)	2,83 (1,37)	3,14 (1,27)
Ich fühlte mich von der Erklärung angesprochen.													
		3,70 (1,23)	2,79 (1,17)	3,77 (1,37)	4,23 (1,25)	3,52 (1,33)	2,78 (1,18)	3,63 (1,22)	3,87 (1,21)	3,67 (1,18)	2,94 (1,22)	3,80 (1,35)	3,71 (1,17)
		2,38 (1,09)	2,07 (0,90)	2,49 (1,23)	3,4 (1,23)	2,32 (1,01)	2,21 (0,90)	2,58 (1,09)	3,33 (1,08)	2,36 (1,09)	2,43 (0,97)	2,60 (1,17)	3,19 (1,26)
Vorgehensweise (VW)		<i>Cronbachs Alpha:</i>											
		0,73	0,59	0,79	0,63	0,79	0,66	0,75	0,68	0,81	0,63	0,81	0,70
Vorangegangene Schritte der Erklärung waren wichtig für nachfolgende Schritte.													
		2,51 (0,71)	2,37 (0,76)	2,58 (0,84)	2,59 (0,72)	2,68 (0,77)	2,71 (0,70)	2,69 (0,80)	2,94 (0,73)	2,44 (0,79)	2,33 (0,59)	2,50 (0,83)	2,45 (0,72)
Die Erklärung wurde Stück für Stück erarbeitet.													
		2,42 (1,00)	1,90 (0,72)	2,32 (1,13)	2,15 (0,86)	2,56 (0,99)	2,13 (0,87)	2,48 (1,24)	2,41 (0,92)	2,41 (1,00)	2,08 (0,79)	2,45 (1,05)	2,07 (0,86)
Die Erklärung wurde nach und nach immer umfangreicher.													
		2,12 (0,85)	1,83 (0,74)	2,38 (1,06)	2,55 (1,22)	2,29 (0,94)	2,20 (0,84)	2,35 (1,03)	2,72 (1,00)	2,21 (0,94)	2,10 (0,70)	2,50 (1,10)	2,27 (0,96)
Die Erklärung ging von allgemeinen Regeln aus.													
		2,48 (1,05)	2,57 (0,98)	2,59 (1,18)	2,74 (1,25)	2,72 (1,05)	3,00 (1,09)	2,73 (1,08)	3,24 (1,20)	2,39 (1,04)	2,25 (0,97)	2,38 (1,12)	2,63 (1,19)
Die Erklärung ging vom Einfachen zum Komplizierten.													
		2,57 (0,99)	2,83 (1,33)	2,64 (1,11)	2,09 (1,00)	2,66 (0,99)	3,21 (1,44)	2,78 (1,10)	2,52 (1,13)	2,49 (1,05)	2,86 (1,23)	2,47 (1,06)	1,90 (0,86)
		2,98 (1,22)	2,72 (1,21)	2,98 (1,17)	3,43 (1,23)	3,16 (1,27)	3,01 (1,21)	3,12 (1,19)	3,80 (1,24)	2,68 (1,21)	2,38 (1,09)	2,71 (1,16)	3,38 (1,40)

Grad der Elaboriertheit (GE)	Cronbachs Alpha:										
	0,84	0,84	0,84	0,84	0,88	0,87	0,87	0,84	0,89	0,86	0,91
Der Lehrer hat zu viel auf einmal erklärt. *	2,84 (0,99)	2,84 (0,88)	3,14 (1,07)	4,11 (1,18)	2,69 (0,97)	2,47 (0,81)	2,81 (1,01)	3,46 (1,05)	2,83 (1,05)	3,13 (0,98)	3,99 (1,17)
Einige Begriffe hätten ausführlicher erklärt werden sollen. *	3,18 (1,11)	2,99 (1,08)	3,47 (1,26)	4,31 (1,30)	3,04 (1,22)	2,73 (1,06)	3,19 (1,34)	3,84 (1,37)	3,06 (1,26)	3,49 (1,23)	4,32 (1,31)
Ich musste mich besonders konzentrieren, um der Erklärung zu folgen. *	2,83 (1,23)	2,98 (1,14)	3,05 (1,35)	3,97 (1,39)	2,72 (1,19)	2,62 (1,09)	2,77 (1,19)	3,18 (1,27)	2,83 (1,19)	3,08 (1,21)	3,81 (1,53)
Die Erklärung ging mir zu schnell. *	2,90 (1,4)	2,98 (1,25)	3,22 (1,45)	4,30 (1,47)	2,82 (1,28)	2,47 (0,97)	2,75 (1,20)	3,53 (1,31)	2,93 (1,37)	3,25 (1,36)	4,05 (1,34)
Die Informationen kamen gedrängt auf einmal. *	2,48 (1,26)	2,62 (1,07)	2,84 (1,27)	3,92 (1,46)	2,37 (1,15)	2,24 (0,93)	2,50 (1,17)	3,18 (1,28)	2,57 (1,22)	2,83 (1,07)	3,74 (1,31)
	2,83 (1,31)	2,61 (1,13)	3,11 (1,46)	4,07 (1,48)	2,53 (1,15)	2,27 (0,96)	2,81 (1,27)	3,59 (1,43)	2,75 (1,27)	3,00 (1,20)	4,02 (1,37)

Bem.: Einheitliche Skalierung aller Items: 1 Stimme voll zu; 2 Stimme zu; 3 Stimme eher zu; 4 Stimme eher nicht zu; 5 Stimme nicht zu; 6 Stimme gar nicht zu; interne Konsistenzen (Cronbachs Alpha) pro Skala, Video (E_{nab} , E_{dist} , W_{nab} , W_{dist} , M_{nab} , M_{dist}) und Statusgruppe (Schülerinnen und Schüler vs. Studierende, Lehrkräfte, Didaktiker*innen) und arithmetische Mittelwerte (M) sowie Standardabweichungen (SD) auf Itemebene; *: Item wird in der zugehörigen Skala *rekodiert* berücksichtigt; **: Item wird in der zugehörigen Skala *nicht* berücksichtigt; ---: Item ist in der Skala der jeweiligen Statusgruppe *nicht* enthalten.

A.3.3 Hauptkomponentenanalyse

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse zur Skalenebildung der im Fragebogen verwendeten Items.

Tabelle A.2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse mit den Items zu Adressatenorientierung, Strukturiertheit, Kommunikationsbedingungen, Vorgehensweise und Grad der Elaboriertheit ($N = 229$)

Item	GE	ST	AD	KB
fa_ger	-0.08	0.29	0.14	0.80
fa_bes	-0.07	0.30	0.26	0.79
fa_ang	0.07	0.29	0.37	0.70
fa_sic_r	0.40	0.06	0.15	0.58
fa_dis_r	0.37	0.07	-0.00	0.57
st_bau	0.25	0.72	0.18	0.15
fa_stu	0.18	0.71	0.13	0.29
fa_vor	0.03	0.68	-0.09	0.33
st_rot	0.25	0.64	0.13	0.21
fa_umf	-0.08	0.64	0.04	0.01
st_was	0.27	0.57	0.33	0.19
fa_ein	-0.06	0.56	0.16	0.13
fa_alg	-0.20	0.44	0.10	-0.03
fa_ged_r	0.82	0.08	0.13	0.15
fa_zus_r	0.80	-0.04	0.19	0.13
fa_kon_r	0.74	0.03	0.19	0.04
fa_zuv_r	0.72	0.07	0.16	0.03
fa_aus_r	0.52	0.04	0.47	-0.05
ad_pas	0.05	0.21	0.78	0.24
ad_red	0.23	0.25	0.75	0.22
ad_vwi	0.33	0.18	0.73	0.19
ad_sch_r	0.39	0.06	0.73	0.12
Eigenwerte	2.93	3.56	3.57	3.04
Varianzaufklärung [%]	13	16	16	14

Bem.: ST: Strukturierung (Inhalt & Aufbau), AD: Adressatenorientierung, GE: Grad der Elaboriertheit, KB: Kommunikationsbedingungen

A.4 Fragebogen

Auf den folgenden Seiten ist der Fragebogen abgebildet. Die Inhalte der einzelnen Seiten der Online-Version sind auf den folgenden Seiten jeweils durch Querbalken getrennt. Um den Fragebogen für diese Arbeit übersichtlicher zu gestalten, wurden die einzelnen Items entfernt. An den entsprechenden Stellen ist jeweils gekennzeichnet, welche Items abgefragt werden. Die entsprechenden Items können der Itemliste in Anhang A.3 auf S. 197 f. entnommen werden.

Herzlich willkommen!



Sehr geehrte Damen und Herren,

wir freuen uns, dass Sie uns bei diesem Forschungsprojekt (FALKE - **F**achspezifische **L**ehrer**k**ompetenz **E**rläutern) der Universität Regensburg unterstützen!

In diesem Fragebogen geht es darum, wie Sie Unterrichtserklärungen von Lehrkräften einschätzen.

Sie sehen sechs Videos, die kurze Erklärungen im Physik-Unterricht zeigen. Zunächst geht es darum, wie Sie die Erklärung insgesamt bewerten. Im Anschluss werden wir Ihnen noch genauere Fragen zu den Erklärungen stellen. Dies wird ca. 45 Minuten in Anspruch nehmen. Der zweite Teil der Befragung findet zu einem späteren Zeitpunkt statt und nimmt weitere didaktische Aspekte in den Blick.

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig und kann jederzeit abgebrochen werden. Die Untersuchung ist anonymisiert und es sind keinerlei Rückschlüsse auf Ihre Person möglich. Sie werden gleich gebeten, ein Codewort einzugeben, sodass die zwei Teile der Befragung anonym zusammengeführt werden können.

Wir danken Ihnen sehr herzlich für Ihre Hilfe!

Jana Heinze und Karsten Rincke
Didaktik der Physik

Teilnehmercode

Bitte erstellen Sie Ihren Code nach der folgenden Anleitung:

- 1) die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter (Ulrike → UL)
- 2) die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters (Günther → GÜ)
- 3) die ersten zwei Ziffern Ihrer Hausnummer (311 → 31; bzw. 2 → 02)

Ich bin...

- ☐ Student_in
☐ Lehrer_in
☐ Hochschulmitarbeiter_in

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

- ☐ Weiblich
☐ Männlich
☐ Sonstiges

Bitte beantworten Sie folgende Fragen nur, wenn Sie Student_in sind.

Welches Lehramt studieren Sie?

☐ Gymnasium	
☐ Realschule	
☐ Mittelschule	☐ Unterrichtsfach
	☐ Didaktikfach
☐ Grundschule	
☐ Sonstiges:	_____

In welchem Fachsemester Ihres Studiums befinden Sie sich momentan?

Haben Sie in Ihrem Studium ein Seminar zum Thema Erklären besucht?

- ☐ ja
☐ nein
-

Bitte beantworten Sie folgende Fragen nur, wenn Sie Lehrer_in sind.

An welcher Schulart unterrichten Sie?

- ☐ Gymnasium
- ☐ Realschule
- ☐ Mittelschule
- ☐ Unterrichtsfach
- ☐ Didaktikfach
- ☐ Grundschule
- ☐ Sonstiges: _____

Welche der folgenden Funktionen haben Sie bereits ausgeübt bzw. üben Sie momentan aus?
Mehrfachauswahl möglich.

- ☐ Praktikumslehrkraft
- ☐ Betreuungslehrkraft
- ☐ Fachbetreuer_in
- ☐ Seminarlehrkraft
- ☐ keine der genannten Funktionen

Seit wie vielen Jahren sind Sie schon aktiv als Lehrkraft (inklusive Vorbereitungsdienst / Referendariat) im Schuldienst tätig?

Schreiben Sie nur Ziffern. Wenn Sie sich nicht sicher sind, schätzen Sie die Anzahl bitte.

Bitte beantworten Sie folgende Fragen nur, wenn Sie Hochschulmitarbeiter_in sind.

Kreuzen Sie bitte Ihren Titel bzw. Amtsbezeichnung an.

Mehrfachauswahl möglich.

- ☐ Prof.
 - ☐ Dr.
 - ☐ Sonstiges
-

Bevor Sie nun gleich mit der Bewertung der Videos starten, stellen Sie bitte die Lautstärke Ihres PCs so ein, dass Sie den Ton dieses Videos gut hören können.

Klicken Sie dann auf "Weiter".



Video Lautstaerke

Rahmenbedingungen der Videos

Für die ausgewählten Videos wurden folgende Rahmenbedingungen festgelegt:

- Jede Erklärung sollte in **etwa drei Minuten** dauern.
- Die Lehrkraft sollte **ohne Interaktion** mit einzelnen Schülerinnen und Schülern erklären, da der Fokus auf die Erklärung der Lehrkraft gerichtet werden soll.

Gesamteindruck

Im Folgenden sehen Sie sechs Videos, die kurze Erklärungen für Schülerinnen und Schüler zeigen.

Dabei zeigen die Videos jeweils paarweise Erklärungen aus den Themenbereichen Elektrizitätslehre, Wärmelehre und Mechanik.

Vor jedem Videopaar erhalten Sie einige Informationen, was im Unterricht vorab passiert ist.

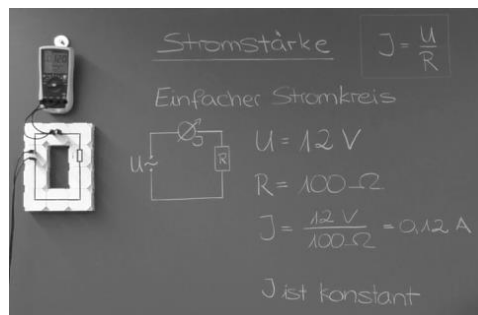
Zunächst geht es um einen **Gesamteindruck** der sechs Erklärungen, für die Sie am Ende jedes Videos eine **Schulnote** vergeben sollen.

Video 1 & 2

Eine durchschnittliche **8. Klasse** behandelt gerade den **Themenbereich Elektrizitätslehre**.

Die folgenden beiden Erklärungen gehen der Frage nach: *Wie verändert sich die Stromstärke bei gleichbleibender Spannung durch den Einbau eines zweiten Widerstands in Reihe?*

Ausgangssituation ist jeweils der einfache Stromkreis mit einem 100 Ohm - Widerstand als Bauteil.



Video a_Elektrizitätslehre / Video b_Elektrizitätslehre

Bitte bewerten Sie diese Erklärung.

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
Welche Schulnote geben Sie dieser Erklärung insgesamt?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	+	-
Hier können Sie noch eine Tendenz angeben (+ / -)	☐	☐

Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung in wenigen Stichpunkten.

Video 3 & 4

Eine durchschnittliche **8. Klasse** behandelt gerade den **Themenbereich Wärmelehre**.

Die folgenden beiden Erklärungen gehen der Frage nach:

Dehnen sich unterschiedliche Metalle bei gleicher Temperaturerhöhung unterschiedlich aus?

Zuvor haben die SchülerInnen kennengelernt:

- bei Temperaturänderung ändert sich das Volumen von Festkörpern
- die meisten Festkörper dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus (dabei ist die Volumenänderung meist proportional zur Temperaturerhöhung)



Video c_Waermelehre / Video d_Waermelehre

Bitte bewerten Sie diese Erklärung.

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
Welche Schulnote geben Sie dieser Erklärung insgesamt?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	+	-
Hier können Sie noch eine Tendenz angeben (+ / -)	☐	☐

Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung in wenigen Stichpunkten.

Video 5 & 6

Eine durchschnittliche **10. Klasse** behandelt gerade den **Themenbereich Mechanik**.

In den folgenden beiden Erklärungen geht es um die Impulserhaltung.

Es soll die Frage geklärt werden:

Wie verhält sich der Impuls eines Wagens bei einem unelastischen Stoß mit einem zweiten, baugleichen Wagen?

Zuvor haben die SchülerInnen den Impuls (die Wucht) eines Körpers kennengelernt:

- Der Impuls p eines Körpers ist proportional zu seinem Tempo v
- Der Impuls p eines Körpers ist proportional zu seiner Masse m
- Die Berechnungsformel für den Impuls eines Körpers ist $p=m \cdot v$



Video e_Mechanik / Video f_Mechanik

Bitte bewerten Sie diese Erklärung.

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
Welche Schulnote geben Sie dieser Erklärung insgesamt?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	+	-
Hier können Sie noch eine Tendenz angeben (+ / -)	☐	☐

Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung in wenigen Stichpunkten.

Sprecherische Aspekte

Auf den folgenden Seiten sehen Sie kurze Ausschnitte (ca. 30 sec) aus drei der gezeigten Erklärvideos noch einmal.

Sie sollen nun ausschließlich auf **die Stimme, die Sprechweise und den Körperausdruck** der Lehrkraft achten.

Obwohl Sie in den Ausschnitten immer den gleichen Lehrer sehen werden, bitten wir Sie, jeden Ausschnitt für sich zu bewerten.

Sie sehen nach jedem der drei Videoausschnitte die folgenden Aussagen, die Sie mit "Stimme voll zu" bis "Stimme gar nicht zu" beurteilen sollen.

Lesen Sie sich die Aussagen zunächst in Ruhe durch, um einen Überblick zu bekommen, worauf Sie im Folgenden achten sollen. Klicken Sie dann auf "Weiter", um zum ersten Videoausschnitt zu gelangen.

Der Lehrer...

... hatte eine angenehm klingende Stimme.

... hatte eine deutliche Aussprache.

... hatte eine angemessene Sprechgeschwindigkeit.

... hat die Sprechpausen so gesetzt, dass ich gut folgen konnte.

... hatte eine abwechslungsreiche Sprechweise.

... hatte einen Körperausdruck, der die Erklärung unterstützt hat.

... hat sich den Schülerinnen und Schülern zugewendet.



Version A: Video a_Ausschnitt / Video d_Ausschnitt / Video e_Ausschnitt
Version B: Video b_Ausschnitt / Video c_Ausschnitt / Video f_Ausschnitt

Nach jedem Videoausschnitt folgen Items zum *Sprech- und Körperausdruck* sowie zur *Persönlichkeitswirkung* (vgl. Abschnitt A.2)

Der Lehrer ...	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme gar nicht zu
8 Items zum Sprech- und Körperausdruck	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Der Lehrer wirkte in diesem Video auf mich...	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme gar nicht zu
3 Items zur Persönlichkeitswirkung	☐	☐	☐	☐	☐	☐

**Wir danken Ihnen sehr herzlich
für Ihre Teilnahme am 1. Teil der Befragung!**



Herzlich willkommen!



Sehr geehrte Damen und Herren,

wir freuen uns, dass Sie uns weiterhin unterstützen! Sie sehen jetzt noch einmal die Erklärvideos. Dieses Mal bitten wir Sie um eine genauere Einschätzung.

Bitte geben Sie im Anschluss erneut Ihren Code ein, damit wir die zwei Teile des Fragebogens zusammenführen können und die Untersuchung anonym bleibt.
Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig und kann jederzeit abgebrochen werden.

Wir danken Ihnen sehr herzlich für Ihre Hilfe!

Jana Heinze und Karsten Rincke
Didaktik der Physik

Teilnehmercode

Dies ist der zweite Teil des Fragebogens. Hier werden Sie gebeten, den Code des ersten Teils erneut einzugeben.

Bitte erstellen Sie Ihren Code wieder nach der folgenden Anleitung:

- 1) die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter (Ulrike → UL)
- 2) die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters (Günther → GÜ)
- 3) die ersten zwei Ziffern Ihrer Hausnummer (311 → 31; bzw. 2 → 02)

Bevor Sie nun gleich mit der Bewertung der Videos starten, stellen Sie bitte die Lautstärke Ihres PCs so ein, dass Sie den Ton dieses Videos gut hören können.
Klicken Sie dann auf "Weiter".



Video Lautstaerke

Didaktische & sprachliche Aspekte

Sie sehen nun die sechs Videos, die Sie schon aus dem ersten Teil des Fragebogens kennen, ein zweites Mal.

Bitte beantworten Sie jeweils im Anschluss die Fragen zu **didaktischen** und **sprachlichen** Aspekten der gezeigten Erklärung.

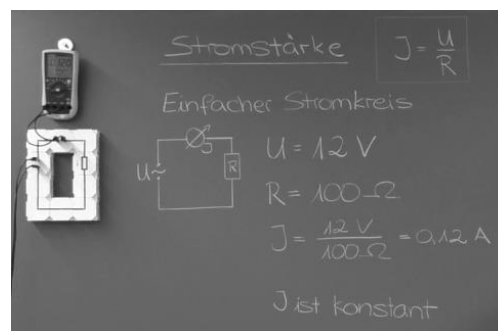
Schätzen Sie die folgenden Aussagen aus Schüler- /Klassenperspektive ein.

Video 1 & 2

Eine durchschnittliche **8. Klasse** behandelt gerade den **Themenbereich Elektrizitätslehre**.

Die folgenden beiden Erklärungen gehen der Frage nach: *Wie verändert sich die Stromstärke bei gleichbleibender Spannung durch den Einbau eines zweiten Widerstands in Reihe?*

Ausgangssituation ist jeweils der einfache Stromkreis mit einem 100 Ohm - Widerstand als Bauteil.



Video a_Elektrizitätslehre / Video b_Elektrizitätslehre

Items in A.2	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme gar nicht zu
5 Items zu Kommunikationsbedingungen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zur Vorgehensweise	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zum Grad der Elaboriertheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zur Strukturiertheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4/6 Items zur Adressatenorientierung	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Video 3 & 4

Eine durchschnittliche **8. Klasse** behandelt gerade den **Themenbereich Wärmelehre**.

Die folgenden beiden Erklärungen gehen der Frage nach:

Dehnen sich unterschiedliche Metalle bei gleicher Temperaturerhöhung unterschiedlich aus?

Zuvor haben haben die SchülerInnen kennengelernt:

- bei Temperaturänderung ändert sich das Volumen von Festkörpern
- die meisten Festkörper dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus (dabei ist die Volumenänderung meist proportional zur Temperaturerhöhung)



Video c_Waermelehre / Video d_Waermelehre

Items in A.2	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme gar nicht zu
5 Items zu Kommunikationsbedingungen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zur Vorgehensweise	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zum Grad der Elaboriertheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zur Strukturiertheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4/6 Items zur Adressatenorientierung	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Video 5 & 6

Eine durchschnittliche **10. Klasse** behandelt gerade den **Themenbereich Mechanik**.

In den folgenden beiden Erklärungen geht es um die Impulserhaltung.

Es soll die Frage geklärt werden:

Wie verhält sich der Impuls eines Wagens bei einem unelastischen Stoß mit einem zweiten, baugleichen Wagen?

Zuvor haben die SchülerInnen den Impuls (die Wucht) eines Körpers kennengelernt:

- Der Impuls p eines Körpers ist proportional zu seinem Tempo v
- Der Impuls p eines Körpers ist proportional zu seiner Masse m
- Die Berechnungsformel für den Impuls eines Körpers ist $p=m \cdot v$



Video e_Mechanik / Video f_Mechanik

Items in A.2	Stimme voll zu	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme gar nicht zu
5 Items zu Kommunikationsbedingungen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zur Vorgehensweise	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zum Grad der Elaboriertheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Items zur Strukturiertheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4/6 Items zur Adressatenorientierung	☐	☐	☐	☐	☐	☐

**Herzlichen Dank
für Ihre Teilnahme an dieser Studie!**



B Erhebungsinstrumente der Interviewstudie

B.1 Skript zur Zusatzerklärung

Für die Interviewstudie wurde eine dritte Erklärung im Themenbereich Elektrizitätslehre erstellt. Diese stellt in Bezug auf die Sprachkonzeption eine Kreuzversion der ersten beiden Erklärungen dar. Bei distanzsprachlicher Konzeptualisierung in den Aspekten Kommunikationsbedingungen und Grad der Elaboriertheit ist die Erklärung vom inhaltlichen Aufbau her an der nähesprachlichen Vorgehensweise ‚Konkret – Abstrakt‘ orientiert.

Thema: Veränderung der elektrischen Stromstärke in der Reihenschaltung

Sprachkonzeption: Kreuzversion

Vorwissen:

Es gilt: Die elektrische Stromstärke berechnet sich aus dem Quotienten der anliegenden Spannung und dem elektrischen Widerstand eines Bauteils. Für den einfachen elektrischen Stromkreis bedeutet das: Im Falle einer insgesamt anliegenden Spannung von 12 V und einem Widerstand von $100\ \Omega$, berechnet sich die elektrische Stromstärke als Quotient davon zu $0,12\text{ A}$. Die elektrische Stromstärke wird mit dem Ampèremeter gemessen. Zu merken ist: Die elektrische Stromstärke ist im einfachen Stromkreis entlang des Drahtes konstant.

Fragestellung:

In einen Stromkreis können auch mehrere Bauteile eingebaut werden. Im Folgenden wird gezeigt, wie sich die elektrische Stromstärke im Stromkreis verändert, wenn mehrere Bauteile, hier Widerstände in Reihe in den elektrischen Stromkreis eingebaut werden.

B Erhebungsinstrumente der Interviewstudie

Experiment:

Hier ist ein einfacher Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ -Widerstand und einem Ampèremeter zu sehen. Bei einer angelegten Spannung von 12 V ergibt sich eine Stromstärke von $0,12\text{ A}$. Nun wird ein zweiter baugleicher $100\ \Omega$ -Widerstand in Reihe in den Stromkreis eingebaut. Die Stromstärke beträgt jetzt nur noch $0,06\text{ A}$.

Plausibilisierung:

Diese Beobachtung kann folgendermaßen erklärt werden: Ein Widerstand hemmt den Elektrizitätsfluss in einem Stromkreis. Je größer der Widerstand, desto größer auch seine hemmende Wirkung. Fließt die Elektrizität in der gleichen Leitung bei gleichbleibender Spannung durch einen zusätzlichen Widerstand, ist die Hemmung des Flusses insgesamt größer und somit die Gesamtstromstärke geringer. Sie ist deshalb geringer als im einfachen Stromkreis, weil die Gesamthemmung in der Reihenschaltung mit jedem zusätzlichen Bauteil ansteigt.

Theorie:

Werden also in einem Stromkreis zwei oder mehr Widerstände in Reihe geschaltet, so erhöht sich mit jedem zusätzlichen Widerstand der Gesamtwiderstand im Stromkreis. Das heißt, der Gesamtwiderstand wird mit jedem zusätzlichen Bauteil größer. Die elektrische Stromstärke für den gesamten Stromkreis kann auch hier wieder mit Hilfe des Quotienten aus Spannung und Widerstand (Formel) berechnet werden. Wird die am gesamten Stromkreis anliegende Spannung zwischen den verschiedenen Schaltungen nicht verändert, bleibt der Zähler (Formel) konstant. Wird der Gesamtwiderstand durch den Einbau weiterer Bauteile erhöht, so vergrößert sich der Nenner.

Es gilt also: Bei konstanter Spannung wird die Stromstärke als Quotient aus Spannung und Widerstand durch den Einbau weiterer Bauteile in Reihe immer kleiner.

B.2 Interviewleitfaden

Testinstrument: Interviewleitfaden

Übersicht:

Einleitung

- Informationen zum folgenden Interviewgespräch

Einstiegsfrage

- Rückblick Fragebogen, Beschreibung der Erklärvideos

Hauptteil

- Notengebung im vorangegangenen Fragebogen
- Allgemeine Fragen bezüglich der Gestaltung der Erklärungen aus dem Fragebogen
- Zusatzvideo
- Spezifische Fragen zur sprachlichen Konzeption der Erklärungen

Abschluss

- Sonstige Auffälligkeiten / Ergänzungen

Forschungsfragen, die mit Hilfe des Interviews geklärt werden sollen:

- Welche Merkmale einer Erklärung ziehen SchülerInnen für ihre Urteilsbildung (Notengebung) heran? Spielt die sprachliche Konzeption dabei eine Rolle?
- Bemerken SchülerInnen die sprachliche Variation zwischen den Erklärungen und können sie diese konkret benennen?

Erläuterungen zum Layout und der Handhabung des Interviewleitfadens:

- Nummeriert (x) (in schwarz): Leitfragen zu den Themenblöcken
- *Unterpunkte • (in grau, kursiv): Fragen zum Nachhaken, Vertiefen, Ergänzen (werden nur gestellt, falls die befragte Person, diese Aspekte nicht bereits von sich aus nennt oder falls die Äußerungen der Person Anlass geben, in dieser Richtung nachzuhaken)*
- Beschreibungen, die lediglich dem Interviewer dienen werden durch [eckige Klammern] gekennzeichnet
- Die einzelnen Themenblöcke des Interviews werden durch farbig hinterlegte Überschriften eingeleitet, die aber **nicht** mündlich im Interview genannt werden. Sie dienen der Orientierung des Interviewers.
- Falls nötig, wird ein Abschnitt durch eine kurze *erklärende Überleitung* eingeleitet.

Einleitung

[Name des Teilnehmers/der Teilnehmerin],

vielen Dank schon einmal für die Bearbeitung des Sprachtests und des Online-Fragebogens. Im kommenden Interview möchte ich Dir noch genauere Fragen zu den beiden Erklärungen stellen, die Du gerade im Fragebogen gesehen hast.

Um später deine Antworten aus dem Test, dem Fragebogen und dem Interview zusammenfügen zu können, bräuchte ich jetzt noch einmal deinen Code:

- *Die ersten beiden Buchstaben vom Vornamen deiner Mutter*
- *Die ersten beiden Buchstaben vom Vornamen deines Vaters*
- *Deine Hausnummer*
- _____ **[Code]**

Das Interview wird maximal 30 Minuten dauern. Ich habe mir hierfür bereits Fragen überlegt, die ich Dir gleich stellen werde. Es kann also sein, dass ich bei bestimmten Antworten noch stärker nachhake. Falls Du eine Frage nicht verstehst, bitte ich dich, mir das einfach zu sagen. Da ich an Deiner persönlichen Meinung interessiert bin, gibt es bei den Fragen keine richtigen oder falschen Antworten. Erzähle mir einfach alles, was dir zu den Fragen einfällt.

Abschließend möchte ich noch einmal betonen, dass Deine Teilnahme an diesem Interview freiwillig erfolgt und Dir jederzeit die Möglichkeit offen steht, Fragen nicht zu beantworten oder das Interview frühzeitig zu beenden.

Hast du an dieser Stelle noch Fragen zum Ablauf?

Dann würde ich vorschlagen, wir fangen gleich an.

[Ab hier erfolgt die Aufzeichnung]

Einstiegsfrage

- (1) Du hast ja gerade in dem Online-Fragebogen zwei verschiedene Erklärungen gehört. Bitte beschreibe kurz, um was es in den Erklärungen ging.

Überleitung: *Ich habe hier zwei Karten, die für diese beiden Erklärungen stehen. Im folgenden Gespräch kommen wir immer wieder auf die Erklärungen zu sprechen. Damit Du die dann auch noch gut voneinander unterscheiden kannst, beschriften wir die Karten jetzt. Du kannst einzelne Begriffe und Unterschiede verwenden, die die Erklärungen unterscheiden.*

- (2) Mit welchen Begriffen würdest Du die Karten beschriften, dass du später die Erklärungen gut unterscheiden kannst?

Hauptteil

Allgemeine Fragen zur Bewertung der Erklärungen

- (3) Welche Note hast du den Erklärungen im Fragebogen eben gegeben? Bitte begründe deine Entscheidung.
[Je nachdem, welche Erklärung besser bewertet wurde]:
- *Was hat dir konkret an der Erklärung x besser gefallen als an Erklärung y?*
 - *Kannst du Gründe oder Kriterien nennen, warum dir Erklärung x besser gefallen hat als Erklärung y?*
 - *Kannst Du deine Note für Erklärung x / Erklärung y an etwas Bestimmtem festmachen?*
 - *Wenn Du an die Erklärung 1 denkst, sind da andere Merkmale für deine Bewertung ausschlaggebend, als bei Erklärung 2?*
- (4) Was müsste der Lehrer deiner Meinung nach bei Erklärung x / y verändern, dass sie dir besser gefällt?
- *Welches Merkmal der Erklärung ist dir besonders positiv aufgefallen?*
 - *Welches besonders negativ?*

Zusatzvideo:

Überleitung: *Sieh dir bitte noch dieses dritte Video an. Inhaltlich geht es nochmal um das Thema elektrische Stromstärke in der Reihenschaltung. Die Art der Erklärung unterscheidet sich aber nochmal von den anderen beiden. Stell Dir bitte wieder vor, Du wärst Teil der Klasse, der dieser Lehrer gerade etwas erklärt.*

- (5) Bitte bring die 3 Erklärungen in eine Reihenfolge – von „gefällt mir am wenigsten“ bis „gefällt mir am besten“.
- Warum genau hast du dich für diese Reihenfolge entschieden? Bitte begründe deine Entscheidung.

Konkrete Fragen zu einzelnen Aspekten der sprachlichen Konzeption

Überleitung: *Für die folgenden Fragen stell Dir bitte nochmal vor, Du bist Teil dieser Klasse:*

[Sich Angesprochen fühlen]

- (6) Wie würdest Du das Verhältnis des Lehrers zur Klasse in den drei Erklärungen beschreiben? Ist es in allen drei Erklärungen gleich?
- Hattest Du in einer der Erklärungen das Gefühl, direkt angesprochen zu werden?
 - Findest Du das besser als bei den anderen Erklärungen?
 - Hattest Du in einer der Erklärung stärker das Gefühl, direkt von dem Lehrer angesprochen zu werden?
 - Wenn ja: kannst Du das an irgendetwas Bestimmtem festmachen?
 - Wenn ja: Welches Merkmal / Element der Erklärung gab Dir dieses Gefühl?
- (7) [Textausschnitte „Sich Angesprochen fühlen“]
- Bitte lies dir diese beiden Textausschnitte durch und ordne sie anschließend den beiden Erklärungen zu. Begründe Deine Entscheidung.
- Findest Du noch mehr solcher Beispiele in den Erklärungen?
- (8) Ist der Lehrer Deiner Meinung nach eher offen für seine Schüler, oder eher distanziert? Gibt es hier Unterschiede zwischen den drei Erklärungen?

[Vorläufigkeit / Allgemeingültig]

- (9) Welche der Erklärungen könnte so in einem Schulbuch stehen und warum ist das deiner Meinung nach so?
- (10) [Textausschnitte „*Vorläufigkeit*“]
Bitte lies dir diese beiden Textausschnitte durch und ordne sie anschließend den beiden Erklärungen zu. Begründe Deine Entscheidung.
- Würdest Du einen der beiden Textausschnitte eher in einem Schulbuch erwarten?
 - Findest Du noch mehr solcher Beispiele in den Erklärungen?

[Informationsdichte / Elaboriertheit]

- (11) Musstest Du dich bei allen drei Erklärungen gleich stark konzentrieren um folgen zu können?
- (12) Ist die Verständlichkeit für Dich in allen drei Erklärungen gleich?
- Wenn nicht, warum?
- (13) [Textausschnitte „*Informationsdichte*“]
Bitte lies dir diese beiden Textausschnitte durch und ordne sie anschließend wieder den beiden Erklärungen zu. Begründe Deine Entscheidung.
- Sind die beiden Ausschnitte gleich gut zu verstehen?
 - Musst Du dich bei beiden gleich stark konzentrieren, um sie zu verstehen?
 - Findest du auch hier wieder weitere Beispiele nach dem gleichen Muster in den Erklärungen?
 - Hattest Du in einer oder mehr Erklärungen das Gefühl, dass die Informationen zu dicht gepackt waren, das heißt zu viel Informationen auf einmal kamen?

[Sprachliche Konzeption]

- (14) Ist dir aufgefallen, dass der Lehrer in den beiden Erklärungen eine unterschiedliche Ausdrucksweise verwendet?
Welche Version gefällt dir besser und warum?

[Struktur]

- (15) Auf diesen beiden Karten ist jeweils ein möglicher Aufbau einer Erklärung abgebildet. Kannst du sie begründet den beiden Erklärungen zuordnen?
- Welche Version gefällt dir besser und warum?

[Übergreifend]

- (16) Was ist für dich in diesen Erklärungen wichtiger:
- dass die Erklärung einen bestimmten Aufbau hat?
 - die Art und Weise, wie der Lehrer spricht?
 - etwas ganz anderes? [Wenn ja, was?]

Abschluss

- (17) Fällt Dir noch etwas zu den Erklärungen ein, was ich Dich jetzt nicht gefragt habe?

Ende

Ich bedanke mich ganz herzlich bei Dir für die Zeit, die Du dir genommen hast, um an der Studie teilzunehmen!

Textausschnitte aus den Erklärungen

[Sich Angesprochen fühlen]

Also, ich fasse nochmal zusammen, was wir gerade schon gemeinsam erarbeitet haben. 1
Wir merken uns:
Wir berechnen die elektrische Stromstärke, indem wir die angelegte Spannung durch den Widerstand vom Bauteil teilen.

Es gilt: Die elektrische Stromstärke berechnet sich aus dem Quotienten der anliegenden Spannung und dem elektrischen Widerstand eines Bauteils. 2

Wir wollen uns das jetzt gemeinsam im Experiment anschauen. 3
Hier ist der einfache Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ – Widerstand aufgebaut.
Dazu habe ich hier einen zweiten $100\ \Omega$ - Widerstand, den ich in Reihe zu dem ersten Widerstand in den Stromkreis einbauen werde.
Ihr beobachtet dabei am Amperemeter, wie sich die Stromstärke verändert.
Wir haben jetzt im einfachen Fall mit nur einem Widerstand $0,12$ Ampere.

Im folgenden Experiment wird dies nun für eine Reihenschaltung aus 2 Widerständen demonstriert. 4
Hier ist ein einfacher Stromkreis mit einem $100\ \Omega$ – Widerstand und einem Amperemeter zu sehen. Bei einer angelegten Spannung von $12\ \text{Volt}$ ergibt sich eine Stromstärke von $0,12$ Ampere.

[Vorläufigkeit]

Wir können für unseren Versuch hier also erst einmal festhalten: 5
Wenn ich einen zweiten Widerstand in Reihe in den Stromkreis einbaue, dann steigt dadurch der Gesamtwiderstand.
Wenn der Gesamtwiderstand steigt, dann wird die Stromstärke kleiner.

Es gilt also: Bei konstanter Spannung wird die Stromstärke als Quotient aus Spannung und Widerstand durch den Einbau weiterer Bauteile in Reihe immer kleiner. 6

[Informationsdichte]

Vorhin haben wir schon kennengelernt, dass ein Widerstand den Fluss der Elektrizität im Stromkreis hemmt.

7

Wenn wir jetzt in die gleiche Leitung zu dem ersten Widerstand in Reihe noch einen zweiten Widerstand einbauen, dann muss die Elektrizität durch beide Widerstände fließen.

Beide Widerstände hemmen diesen Fluss in der Leitung.

Das heißt insgesamt ist die Hemmung, also der Widerstand gestiegen.

Eine größere Hemmung bedeutet einen geringeren Fluss der Elektrizität, also eine geringere Stromstärke.

8

Ein Widerstand hemmt den Elektrizitätsfluss in einem Stromkreis.

Je größer der Widerstand, desto größer auch seine hemmende Wirkung.

Fließt die Elektrizität in der gleichen Leitung bei gleichbleibender Spannung durch einen zusätzlichen Widerstand, ist die Hemmung des Flusses insgesamt größer und somit die Gesamtstromstärke geringer.

[Struktur]

Frage

9

Experiment

Theorie

Frage

10

Theorie

Experiment

B.3 Erstellung des Kategoriensystems

B.3.1 Kategoriendefinitionen der Oberkategorien

Strukturiertheit (Str)	Begründungen, die allgemeine Strukturiertheit von Erklärungen betreffend: Hierunter werden Anmerkungen zum allgemeinen Aufbau (Gegenstandsbestimmung, Schrittweises Vorgehen und verknüpfen der Argumente einem roten Faden folgend, ggf. Zusammenfassungen), dem transparenten Vorgehen mit Betonung der wichtigen Punkte und der Fokussierung auf wesentliche Aspekte der Erklärung ohne Abschweifungen zusammengefasst. Nicht erfasst werden hier Aspekte der inhaltlichen Strukturierung bzw. Vorgehensweise (induktiv vs. deduktiv).
Adressatenorientierung (Adr)	Begründungen, die Ausrichtung der Erklärung auf die Adressaten betreffend: Hierunter fallen Anmerkungen zum Vorwissen (sprachlich, fachinhaltlich, lebensweltbezogen), zu Interesse und Motivation und zu den mentalen Fähigkeiten (bspw. Abstraktionsvermögen, Arbeitsgedächtnis) der Adressaten. Auch Argumente bezüglich allgemeinpädagogischer Aspekte, die zur Adressatenorientierung beitragen fallen in diese Oberkategorie (bspw. didaktische Reduktion eines Gegenstands, Berücksichtigung von Schülervorstellungen).
Repräsentation (Rep)	Diese Oberkategorie umfasst Argumente zur Verwendung sprachlicher Repräsentation durch Analogien, Metaphern und Beispiele und graphischer Repräsentation durch Bilder, Experimente und Rechenaufgaben. Auch Argumente bezüglich der Verknüpfung der Veranschaulichungsebenen sowie konkrete Äußerungen zum Tafelbild gehören dazu.
Sprache (Spr)	Begründungen, die Sprache der Erklärung betreffend: Hierunter fallen Argumente bezüglich der Verwendung von Fachsprache inklusive Fachbegriffen, ebenso wie allgemein formulierte Argumente bezüglich der Sprache. Nicht erfasst werden Argumente, die der Sprachkonzeption zugeordnet werden. Ausgenommen sind damit Begründungen, die die Art der Ansprache und die Situationsentbindung/-verknüpfung (Kommunikationsbedingungen) thematisieren, aber auch Argumente bezüglich der inhaltlichen Vorgehensweise und dem Grad der sprachlichen Elaboriertheit.

B Erhebungsinstrumente der Interviewstudie

Sprachliche Konzeption (Kon)	Begründungen, die sprachliche Konzeption der Erklärung betreffend: Hierunter werden Argumente zusammengefasst, die der Sprachkonzeption entsprechend dem Modell von Koch und Oesterreicher (1985) zugeordnet werden können. Darunter fallen sowohl Begründungen, die die Art der Ansprache und die Situationsentbindung/-verknüpfung (Kommunikationsbedingungen) thematisieren, aber auch Argumente bezüglich der inhaltlichen Vorgehensweise (induktiv vs. deduktiv) und dem Grad der sprachlichen Elaboriertheit.
Sprech- und Körper- ausdruck (SuK)	Begründungen, den Sprech- und Körperausdruck der Lehrkraft in der Erklärung betreffend: Hierunter fallen zum einen Argumente bezüglich beobachtbarer Körperausdrucksmerkmale wie Gestik, Mimik, Körperhaltung, -spannung, -aufrichtung, -ausrichtung, -orientierung, Stand und Blickkontakt. Zum anderen werden hier auch Argumente bezüglich der Artikulation und des Stimmausdrucks (Sprechmelodie, Lautheit, Sprechgeschwindigkeit, Stimmqualität, Pausensetzung und -länge) des Erklärenden untergeordnet.
Fachinhalte (FI)	Begründungen, die Fachinhalte der Erklärung bzw. die fachliche Umsetzung im Rahmen der Erklärung betreffend: Hierunter werden Argumente mit konkreten Hinweisen zu fachinhaltlichen Aspekten der Erklärung sowie zum Einsatz der Mathematik zusammengefasst. Ebenso fallen in diese Oberkategorie Argumente bezüglich des Einsatzes des Experiments sowie zur Auswahl und Angemessenheit des Experiments im konkreten Kontext.
Fachdidaktische Aspekte (FD)	Begründungen, fachdidaktische Aspekte der Erklärung betreffend: Hierunter fallen Argumente bezüglich der gewählten Funktion des Experiments in der Erklärung, zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen im Allgemeinen und zu Modellvorstellungen.

Allgemeine
Bewertungen (AB)

Allgemeine Bewertungen der Erklärung, die keinem Themenbereich explizit zugeordnet werden können: Diese Oberkategorie fasst allgemeine Bemerkungen zur Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Erklärung zusammen, die keinen der anderen Aspekte explizit ansprechen. Ebenso fallen in diese Oberkategorie Argumente bezüglich des Verhältnisses von erklärtem Inhalt zu Zeit (bspw. *zu viel Inhalt für die kurze Zeit*) und allgemeine Bemerkungen zum *Erklären*.

B.3.2 Beispiele aus dem Codierprozess

Das Kategoriensystem für die Auswertung wurde mit Hilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) erstellt (Abschnitt 5.3.7, S.84). Nachfolgend werden zur Veranschaulichung zu den Phasen 3 & 5 Beispiele aus dem Codierprozess gegeben.

Phase 3: Codierung von Sinneinheiten

Sinneinheiten können, je nach Ausführlichkeit der Antwort, einzelne Stichpunkte, Satzteile oder mehrere Sätze umfassen. Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft einige in Sinneinheiten zerlegte Begründungen und deren jeweilige Zuordnung zu den Oberkategorien.

Teilnehmer-Code	nach (Sinneinheiten) gegliederte Begründung	Oberkategorie
ST.E_d.7	(- guter fachlicher Aufbau)	Str
	(- sehr ausführliche, gut nachvollziehbare Erklärung)	AB
	(- Viele Fachbegriffe (nicht für alle Jahrgangsstufen geeignet))	Spr
ST.M_n.28	(Sehr langsamer Aufbau der Erklärung, von der Frage zur Impulserhaltung hin;)	Str
	(Gute Unterstreichungen durch Berechnung mittels Formeln;)	Rep
	(Zusammenspiel zwischen Kräften und Impuls besser erklärt als in Video 5;)	FI
L.E_n.4	(- Verwendung der Fachsprache)	Spr
	(- Verwendung der Fachsprache)	Str
	(- klare und deutliche Aussprache)	SuK
L.W_n.23	(Gute Anknüpfung an Vorwissen;)	Adr
	(gute Formulierung der zu untersuchenden Problemfrage;)	Str
	(gute Ableitung bzw. Zusammenfassung der Beobachtung sowie die daraus zu ziehenden Schlüsse;)	Str
	(angemessene Verwendung von Fachbegriffen (evtl. sogar ein bisschen zu wenig, wobei trotzdem physikalisch korrekt argumentiert wird))	Spr
	(Kleine Abzüge: Beschriftung der drei unterschiedlichen Materialien; wäre hilfreich, auch wenn sie vom Erklärenden immer wieder genannt und auch deutlich hingewiesen wird; die Positionierung der Stecknadel ist nicht ideal erkennbar, also wie diese platziert wird, so dass sich die Fähnchen drehen können.)	Rep

D.E_n.33	(Die Erklärung war gut akzentuiert, kein monotoner Redestrom.)	SuK
	(Mir hat die Gestik gefallen.)	SuK
	(Weniger gefallen hat mir der schnelle Redestrom, die zu kurzen Pausen,)	SuK
	(der Mangeln an Analogien)	Rep
	([Weniger gefallen hat mir...] und die starke Orientierung der Sprache am schriftsprachlichen Register)*	Kon
D.W_d.5	(Viele Aspekte der Erklärung ähnelten denen im vorherigen Video.)	nc
	(Allerdings wertet das Zahlenbeispiel die Erklärung ‚das liegt an den unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffe‘ auf.)	FI
	(Außerdem war die Notation an der Tafel ein wenig schöner, da die Beobachtung der unterschiedlichen Ausdehnung der Stoffe nicht nur sprachlich, sondern auch mathematisch festgehalten wurden, also unterschiedliche Darstellungsregister genutzt wurden.)	Rep

nc: nicht codiert

* [Grau markiert] sind hier Textstellen, die doppelt codiert wurden, um die Aussagekraft der eigentlichen Sinneinheit sinngemäß zu erhalten.

Phase 5: induktive Bestimmung von Subkategorien

Anhand der folgenden Beispiele wird gezeigt, wie aus den Aussagen der Oberkategorien induktiv die (Sub-)Kategorien bestimmt wurden. Für jede der drei Erklärenden-Gruppen wird der Prozess ausschnittsweise an einer Oberkategorie vorgestellt (siehe Tab. B.3: Didaktiker*innen - Oberkategorie *Sprache*, Tab. B.4: Lehrkräfte - Oberkategorie *Adressatenorientierung*, Tab. B.5: Studierende - Oberkategorie *Strukturiertheit*). Dabei wird in diesen Beispielen weder in Bezug auf die Aussagen der Gruppen, noch in Bezug auf die induktiv bestimmten Kategorien Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. In Spalte 1 (Sinneinheiten) werden die einzelnen Sinneinheiten/ Aussagen der jeweiligen Oberkategorie aufgelistet. Diese werden in Spalte 2 (Paraphrasen) paraphrasiert, um einen Überblick über die Inhalte der Aussagen zu bekommen. Anhand der Paraphrasen werden die Aussagen dann zu Kategorien gruppiert (Spalte 3, Kat), in denen sie zusätzlich nach positiver oder negativer Ausrichtung der Aussage unterschieden werden (Spalte 4, Subkat).

Tabelle B.3: Beispiel 1 – Gruppe der Didaktiker*innen – Oberkategorie Sprache

Sinneinheiten	Paraphrasen	Kat	Subkat
<i>Die Erklärung war vom sprachlichen Aspekt betrachtet sehr gut (D.E_n.5)</i>	Gute Sprache	Gl	pos
<i>die verbalen Aspekte der Erklärung waren nicht zu überladen mit Fachbegriffen und wurden zusätzlich durch passende Umschreibungen von Fachbegriffen für die SchülerInnen leichter verständlich gemacht. (D.E_n.5)</i>	passende Verwendung von Fachbegriffen	FS	pos
<i>angemessener Umfang an Fachsprache (D.E_n.12)</i>	angemessene Fachsprache	FS	pos
<i>die Begrifflichkeiten waren verständlich und konsequent genutzt. (D.E_n.22)</i>	Fachbegriffe verständlich	FS	pos
<i>neue Begrifflichkeit wurden erklärt und veranschaulicht (D.E_n.24)</i>	Fachbegriffe erklärt	FS	pos
<i>Bewusste Wahl der Sprache (D.E_n.25)</i>	Sprache bewusst verwendet	Gl	pos
<i>Die Wortwahl ist der Zielgruppe angemessen (D.E_n.32)</i>	Wortwahl angemessen	Gl	pos
<i>Allerdings wurden so viele Fachbegriffe bei der Erläuterung verwendet, dass SchülerInnen dieser wohl eher nicht folgen konnten (D.M_d.5)</i>	zu viele Fachbegriffe	FS	neg
<i>Wieder die verwendete Sprache (D.M_d.13)</i>	Sprache unpassend	Gl	neg
<i>Fachbegriffe werden erläutert (z.B. inelastisch) (D.M_d.25)</i>	Fachbegriffe erklärt	FS	pos
<i>dabei viele Fachbegriffe und nicht alle davon erklärt (D.M_d.27)</i>	Fachbegriffe nicht erklärt	FS	neg
<i>dabei viele Fachbegriffe [...] und meines Erachtens auch oft nicht notwendig (D.M_d.27)</i>	zu viele Fachbegriffe	FS	neg
<i>Sprachregister sind für eine verbale Erklärung unangemessen hoch. (D.M_d.33)</i>	unpassendes Sprachniveau	Gl	neg

Kat: Kategorie; **Subkat:** Subkategorie, in jeder Kategorie wird zudem zwischen positiver (pos) und negativer (neg) Ausrichtung der Aussagen unterschieden
Kategorien: FS: Fachsprache; Gl: Sprache global

Tabelle B.4: Beispiel 2 – Gruppe der Lehrkräfte – Oberkategorie Adressatenorientierung

Sinneinheiten	Paraphrasen	Kat	Subkat
<i>Völlig unspannend, kein Denkanreiz für den Zuseher (L.W_d.1)</i>	wenig motivierend	Int/Mot	neg
<i>Erklärung insgesamt und der Versuch selbst daher langweiliger anzuschauen (L.W_d.4)</i>	langweilig, wenig motivierend	Int/Mot	neg
<i>Das Interesse der Schüler wird gering sein. (L.W_d.6)</i>	erzeugt kein Interesse	Int/Mot	neg
<i>Die kurze und knappe Wiederholung des bekannten Wissens gefällt mir gut. (L.W_d.16)</i>	Wiederholung Vorwissen	VW	pos
<i>Anwendungsbeispiele fehlen, z.B. Stahl und Beton Ausdehnung gleich. (L.W_d.17)</i>	Lebensweltbezug fehlt	Lbw	neg
<i>Weniger gute Anknüpfung an das Vorwissen der Schüler bzw. sehr abrupter Einstieg (L.W_d.23)</i>	Schlechte Anknüpfung an Vorwissen	VW	neg
<i>kurze Wiederholung/Erinnerung des nötigen Stoffs zu Beginn (L.W_d.27)</i>	Wiederholung Vorwissen	VW	pos
<i>Experiment schlüssige Erweiterung des Vorwissens der Schüler vom Einzelimpuls auf eine Impulserhaltung (L.M_n.4)</i>	Anknüpfung an Vorwissen	VW	pos
<i>Statt dem Lehrer könnten diese Beobachtung auch die SuS formulieren. (L.M_n.10)</i>	Schülereinbindung	Gl	neg
<i>Erklärung zu umfangreich (L.M_n.13)</i>	zu viel Inhalt für Schüler	DidRed	neg
<i>Bezug zum Straßenverkehr fehlt (L.M_n.17)</i>	Lebensweltbezug fehlt	Lbw	neg
<i>keine Motivation der Schüler, da das Experiment nur kurz am Ende bestätigt, was den Schülern an den Kopf geworfen wird (L.M_n.27)</i>	wenig motivierend	IntMot	neg

Kat: Kategorie; **Subkat:** Subkategorie, in jeder Kategorie wird zudem zwischen positiver (pos) und negativer (neg) Ausrichtung der Aussagen unterschieden
 Kategorien: *IntMot*: Interesse & Motivation; *VW*: Vorwissen; *DidRed*: Didaktische Reduktion; *Gl*: Adressatenorientierung global

Tabelle B.5: Beispiel 3 – Gruppe der Studierenden – Oberkategorie Strukturiertheit

Sinneinheiten	Paraphrasen	Kat	Subkat
<i>Erklärung startet plötzlich (kaum strukturierende Hinweise) (ST.E_d.8)</i>	fehlende Transparenz beim Aufbau	Trans	neg
<i>Zu Beginn war mir nicht ganz klar, dass es um Reihenschaltungen geht! (ST.E_d.16)</i>	fehlende Transparenz beim Thema	Trans	neg
<i>wichtiges wurde wiederholt bzw darauf hingewiesen was zu merken ist (ST.E_d.17)</i>	Transparenz bzgl. wesentlicher Aspekte	Trans	pos
<i>insgesamt Erklärung schlüssig und roter Faden der Erklärung gut erkennbar (ST.E_d.17)</i>	gelungener Aufbau der Erklärung	Auf	pos
<i>Es wird sehr/zu viel Wert auf Zahlenwerte gelegt. Daher ist es schwierig herauszufiltern, was das wesentliche der gerade erhaltenen Information ist. (ST.E_d.19)</i>	ablenkende Inhalte und fehlende Fokussierung	Fok	neg
<i>Gute Struktur (ST.E_d.22)</i>	gute Struktur	Gl	pos
<i>Auf das Wesentliche konzentriert; (ST.E_d.28)</i>	Fokussierung auf wesentliche Aspekte	Fok	pos
<i>klar strukturiert (ST.E_d.28)</i>	gute Struktur	Gl	pos
<i>Sehr klare Argumentationskette. (ST.W_n.2)</i>	guter Aufbau	Auf	pos
<i>hier sehr gut Schritt für Schritt (ST.W_n.4)</i>	guter Aufbau	Auf	pos
<i>Strukturierende Hinweise (Wdh., was tun wir als nächstes) (ST.W_n.8)</i>	Transparentes Vorgehen	Trans	pos
<i>Wie beim den beiden vorherigen Videos finde ich dieses besser, da durch das weg lassen der exakten Ausdehnung (Angabe in mm) die Ablenkung auf das wesentliche die qualitative Ausdehnung nicht so groß ist. (ST.W_n.20)</i>	Fokussierung auf wesentliche Aspekte	Fok	pos
<i>Es ist klar ein roter Faden zu erkennen (ST.W_n.26)</i>	gelungener Aufbau der Erklärung	Auf	pos
<i>Ausgangssituation und Ziel sind klar formuliert. (ST.W_n.26)</i>	Transparentes Vorgehen	Trans	pos
<i>Klare Strukturierung (ST.W_n.29)</i>	gute Struktur	Gl	pos

Kat: Kategorie; **Subkat:** Subkategorie, in jeder Kategorie wird zudem zwischen positiver (pos) und negativer (neg) Ausrichtung der Aussagen unterschieden
Kategorien: *Trans:* Transparenz; *Auf:* struktureller Aufbau der Erklärung; *Fok:* Fokussierung; *Gl:* Strukturiertheit global

B.3.3 Kategoriensystem

Oberkategorien (Def. in B.3.1)	Kategorien	Beschreibung	Ankerbeispiele (-) negative Anmerkung (+) positive Anmerkung
Strukturiertheit	Global	Allgemeine Aussagen zur Struktur der Erklärung	zu unstrukturiert (-); ausführlich (+); klar gegliedert (+); keine gute Struktur (-);
	Aufbau allgemein	Schrittweiser, logischer Aufbau Argumentationskette der Erklärung roter Faden der Erklärung Wiederholungen und Zusammenfassungen	wichtiges wiederholt (+); oft Zwischenschritte übersprungen (-); Teilschritte logisch aufgebaut (+); Klare, logische Abfolge erkennbar (+);
	Transparenz	Zielformulierung Verwendung von Advance Organizern Sprachlich strukturierende Hinweise Hervorheben wichtiger Punkte der Erklärung	klare Zielsprache fehlt (-); klare Formulierung der Erwartung (+); Zielklarheit besser (+); Ankündigung eines zu erklärenden Sachverhalts (+);
	Fokussierung	Konzentration auf das Wesentliche Ausschluss unnötiger Aspekte	viel Kleinzug das fürs eigentliche Thema nicht wichtig ist (-); Berechnung sehr lang, lenkt vom Eigentlichen ab (-); keine großen Abschwweifungen (+);

Adressatenorientierung	Global	allgemeine Aussagen zur Adressatengemäßheit der Erklärungen allgemeine Bemerkungen zu den Bedürfnissen und Perspektiven der Schüler*innen	meine 8. Klasse würde mit solch einem Video nicht klar kommen (-); Erklärung nimmt die Schüler zudem besser mit (+); schülernäher (+); zu weit weg von den Bedürfnissen der SuS (-); Schülergerecht erklärt (+);
	Kognitiver Anspruch	kognitivem Anspruch der Erklärung kognitiver Be- und Entlastung der Schüler*innen	viel zu schnell, dass man selber gar nicht mitdenken konnte (-); Ankündigung des Ergebnisses führt zu einer kognitiven Entlastung (+); kognitive Vorgänge in den SuS sehr beansprucht (-); Kurze Pausen entlasten das Arbeitsgedächtnis (+);
	Vorwissen	Anknüpfung der Erklärungen an das Vorwissen Rückbezüge auf das Vorwissen der Schüler*innen innerhalb der Erklärungen	Es wird vorausgesetzt, dass [...] bzw. es wurde nicht erwähnt, dass [...] (-); keine Verortung im Bereits Gelernten; Einstieg mit Zusammenfassung von bereits Bekanntem (-); war eingebettet: Was haben wir schon gelernt? (+);
	LBW & Kontext	konkreten Kontextualisierung der Erklärung Verknüpfung mit der Lebenswelt Beispiele aus der Alltagserfahrung	Anwendungsbeispiele fehlen (-); Weiterhin wäre ein Kontextbezug gut, zB Brückenbau (-);
	Didaktische Reduktion	angemessene Portionierung direkte Äußerungen zu didaktischer Reduktion	für eine 8. Klasse vom Niveau in Ordnung (+); Inhalt und Umfang der zunächst theoretischen Erklärungen sind nicht altersadäquat (-); Die Stofffülle ist etwas sehr happig (-);
	Interesse & Motivation	Schülerinteresse steigenden/sinkenden Motivation der Schüler*innen durch die Aufbereitung der Erklärungen	Der Ansatz war interessanter (+); wenig motivierend (-); langweilig (-); Die Erklärung ist weniger lebendig, wirkt weniger interessant (-); Aufmerksamkeit der Schüler sinkt (-); Kein Aha Effekt (-); lockerer, kurzweiliger (+);

Repräsentation	Global (=Anschaulichkeit)	allgemeine Bemerkungen zur Anschaulichkeit und Visualisierung Grad der Abstraktheit der Erklärungen, durch vorhandene/ fehlende Beispiele etc.	Wenig anschauliche Erklärung (-); Sehr anschaulich erklärt (+); bleibt aber relativ abstrakt (-); Die Schwierigkeiten mit der rein mündlichen Erklärung sehe ich hier ebenso (-);
Tafelbild		Umgang mit dem Tafelbild visuelle und inhaltliche Aufbereitung des Tafelbilds	Etwas unglücklich ist mit Sicherheit auch, dass das Tafelbild nicht mitwächst sondern von einem zum anderen Video ausgetauscht ist (-); Tafelbild textlastig und wenig übersichtlich (-); Tafelbild allerdings inhaltlich wenig konkret (-); gute Festigung an der Tafel mit kurzem Gesamtüberblick am Ende (+);
Graphisch (=Bilder, Experimente, Rechenaufgaben)		Visualisierung durch Experimente konkrete Rechenbeispiele an der Tafel (Versuchs-)Skizzen sowie deren Einbindung in die Erklärung	Übersichtliches Anschauungsmaterial (+); hier fehlte eine Skizze (-); gut durch Beispielerrechnung (+); Beschriftung der unterschiedlichen Materialien im Experiment fehlt (-);
Sprachlich (=Analogien, Metaphern, Beispiele)		Verwendung praktischer und anschaulicher Beispiele Analogien und Metaphern	Mangeln an Analogien (-); neben der Argumentation auf Formelebene erfolgt noch eine Deutung mit der Metapher (+); nicht durch Analogien unterstützt (-); anschaulich durch praktisches Beispiel (+);
Verknüpfung der Veranschaulichungsebenen		Arbeit mit dem Tafelbild Bezüge zwischen den Darstellungsformen Verknüpfung verbaler Repräsentation und anderen Repräsentationsformen	zu wenig Verknüpfung mit den Formeln an der Tafel (-); Darstellung von Inhalt durch Experiment, Text und gesprochenem Wort (+); Positiv ist die Verknüpfung der Erkenntnis mit der Rechnung und dem Experiment (+); Es wird nicht mit der Tafel gearbeitet (-); immer wieder auf Experiment & Zeichnung gezeigt (+);

Sprache Allgemein	Global	allgemeine Aussagen zur verwendeten Sprache und verwendeten Begriffen allgemeine sprachliche Verständlichkeit Einschränkung: Nur solche Aussagen, die nicht durch weitere Spezifikation einer anderen Kategorie (v.a. Sprachkonzeption) zugeordnet werden können.	Die Wortwahl ist der Zielgruppe angemessen (+); Bewusste Wahl der Sprache (+); klare Sprache (+); Sprache ist altersgemäß (+); einheitliche Formulierung (+); Es wird eine relativ einfache Sprache verwendet unnötigste Sprache (-); Unnötige Wörter für eine Erklärung in der achten Klasse (-);
Fachsprache und Fachbegriffe		Verwendung von Fachbegriffen oder Fachsprache Umgang mit (neuen) Fachbegriffen Einsatz von Fachbegriffen oder Fachsprache	Viele Fachbegriffe (-); voller Fachsprache und daher vom Schüler kaum zu verstehen (-); unbekannte Begriffe wurden verständlich eingeführt (+); Fachwörter erklärt (+); adäquate Verwendung der Fachtermini (+); gut: das Wort Tempo anstatt Geschwindigkeit verwendet (+);

Sprachliche Konzeption	Allgemeine Anmerkungen	
	allgemeine Aussagen, die der sprachlichen Konzeption zugeordnet werden können, jedoch nicht direkt einen der operationalisierten Aspekte betreffen	die Erklärung ist aber tendenziell konzeptionell schriftlich (-); starke Orientierung der Sprache am schriftsprachlichen Register (-); Die Wissensbestände, die der Lehrer vermitteln möchte, werden als fertig/unverhandelbare Wissensbestände dargestellt (-);
Ansprache KB	Art der Ansprache (persönlich/unpersönlich) Gesprächs- und Redekonstellation zwischen Lehrer und Schüler*innen (Hierarchisierung/Gespräch auf Augenhöhe) Monologizität und Dialogizität im Vortragsstil (Einbezug der Schüler*innen)	keine 1. Person Sg./Pl. im Sprachgebrauch (-); keine direkte Ansprache der SuS (-); wiederum dozierend, Fakten mitteilend (-); distanzierte Wortwahl (-); wirklich nur Monolog (-); sprachlicher Einbezug der Hörer*innen (wir) (+); schülernäher (+); Erklärung den Schülern zugewandt (+); wir-Erklärungen (+); aufgeschlossene Art des Lehrers (+);
Inhaltlicher Aufbau VS	inhaltlichen Aufbau der Erklärung Darstellung der Wissensbestände als allgemeingültig/vorläufig Reihenfolge Experiment-Theorie	Gut: es wurde erst eine begründete Hypothese aufgestellt, die im Anschluss überprüft wurde (+); nicht entwickelnd (-); eher deduktiv vorgehend (langweiliger) (-); Die theoretische Einbettung zu Beginn ist qualitätssteigernd (+); Hier wird nicht mit fertigen Wissensbeständen argumentiert, sondern zur Beobachtung im Versuch eine plausible Argumentation angeboten (+);
Grad der Elaboriertheit	Satzbau, Informationsdichte sprachlicher Elaboriertheit	zu viele Substantivierungen (-); die Sätze sind ziemlich lang und kompliziert (-); sehr hohe Informationsdichte (-); gedrechselte Formulierungen wie „Es gilt“, „es wird gezeigt“ (-); einfache Sprache mit einfachem Satzbau (+); in kurzen, einfachen Sätzen, sodass es sehr leicht ist zu folgen (+);

Sprech- und Körperausdruck		Artikulation und Aussprache der erklärenden Lehrkraft (klar/undeutlich) Sprechgeschwindigkeit (langsam/schnell) Pausensetzung und -länge sowie Betonung (Modulation und Akzentuierung/Monotonie) Art und Weise des Vortrags (nüchtern, gelangweilt/begeistert) Gestik und Mimik der Lehrkraft Zugewandtheit zu den Schüler*innen	
Allgemeine Bemerkungen	Verständlichkeit	allgemeine Verständlichkeit der Erklärung (ohne weitere Präzision)	verständliche Erklärung (+); sehr verständlich erklärt (+);
	Nachvollziehbarkeit	allgemeine Nachvollziehbarkeit der Erklärung (ohne weitere Präzision)	Leicht und schlüssig nachzuvollziehen (+); für die SchülerInnen wahrscheinlich schwer nachvollziehbar (-);
	Erklärung allgemein	Allgemeine Aussagen zur Erklärung und zum Prozess des Erklärens	gute Erklärung (+); sehr gut und schlüssig (+); alles ausführlich erklärt (+); Erklärung dreht sich im Kreis (-);

Fachinhalte	Konkrete Hinweise	allgemeine Aussagen zu fachlichen Inhalten inhaltliche Kritik an der fachlichen Umsetzung fachliche Angemessenheit Verbesserungsvorschläge	Unverständlich, warum in der Erklärung mit dem Kraftbegriff argumentiert wird. Man könnte auf ihn verzichten, wenn man mit dem Jungschen Kraftstoßkonzept ($p=F \cdot \Delta t$) argumentiert (-); In der Erklärung fehlt also ein Hinweis auf die permanente Wechselwirkung und Rückkopplung der Ladungsträger (-); sachlogischer Aufbau (+);
	Verknüpfung Theorie-Experiment	Auswahl und Passung von Experiment und zugrundeliegender Theorie	Wechsel zwischen Theorie & Experiment gut (+); gelungene theoretische Einbettung des Experimentes (+); Das Experiment ist treffend gewählt (+);
	Einsatz der Mathematik	Einbezug von Formeln, Zahlenbeispielen und Rechnungen Verwendung der mathematischen Ebene bei der Erklärung Verknüpfung mit der physikalischen Ebene	unnötig frühe Mathematisierung (-); Für diesen Zeitpunkt der Unterrichtssequenz finde ich das Video zu mathematisch (-); schön, dass die Impulserhaltung auch durch eine Formel veranschaulicht wurde (+);
	Einsatz des Experiments	Aussagen zum Experiment Aufbau und Durchführung Beschreibung aus fachlicher Perspektive	Messweise mit den Fähnchen wird erläutert (+); Das Experiment wird gut erklärt, ist sichtbar und funktioniert (+); nachvollziehbarer Experimentieraufbau (+); evtl. noch kritische Diskussion von Messgenauigkeiten (-); Die Größe des Amperemeters eignet sich nur für Kleingruppen (-);

Fachdidaktische Aspekte	Funktionen von Experimenten	jeweils positive wie negative Aussagen zur Funktion der Experimente	Experiment dient nur zur Verifizierung, wird dadurch meiner Meinung nach zu wenig ausgeschachtet (-); Das Experiment ist als Demoexperiment sehr gut aufgebaut (+); Einbindung des Experiments als Bestätigung, der theoretischen Ableitung (+);
	Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen	Aussagen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen	für mich entsteht hier ein sehr mechanistisches Bild von nw Arbeiten (-); Es ist hier problematisch, dass aus einer einzelnen Messung auf die Gültigkeit eines Naturgesetzes geschlossen wird (-);
	Schülervorstellungen	jeweils positive wie negative Aussagen zu Schülervorstellungen	keine Berücksichtigung von Schülervorstellungen (-); Bedenken in Richtung Angemessenheit in Bezug auf Schülervorstellungen (-); Bewusste Wahl der Sprache (Elektrizität fließt) im Hinblick auf Schülervorstellungen (+);
	Modellvorstellungen	Verwendung physikalischer Modellvorstellungen allgemein Nennung von Grenzen	Es fehlt der anschauliche Vergleich mit einem Wasserleitungssystem (-); schlecht ist hier allerdings, dass mitten in der Erklärung das Erklärungsmodell (=die Theorie) gewechselt wird (-); Die theoretische Deutung fand ohne Thematisieren des Modellaspektes statt fehlende Analogiebildung (Wassermodell, Gravitationsanalogie, Elektronengasmodell...) (-);

C Ergebnisse statistischer Analysen und Auswertungen

Auf den folgenden Seiten sind die im Haupttext nicht abgebildeten Ergebnisse des Vergleichs der skalengeleiteten Bewertung der Sprachkonzeptionen nach Themen getrennt (zu Abschnitt 6.1.3, S. 113 ff.) sowie die Ergebnisse der Sprachtests (zu Abschnitt 6.2.1, S. 139 f.).

C.1 Themenabhängiger Vergleich der skalengeleiteten Bewertung

Tabelle C.1 (S. 246) zeigt die Ergebnisse der gepaarten t-Tests für den Vergleich der skalengeleiteten Bewertung von nähe- und distanzsprachlicher Erklärung pro Themenbereich und für jede Statusgruppe. In allen vier Gruppen zeichnet sich für jede Skala (Adressatenorientierung, Strukturiertheit, Kommunikationsbedingungen, Vorgehensweise, Grad der Elaboriertheit) ein vergleichbares Bild zwischen den drei Themenbereichen (ElektrizitätsLehre, Wärmelehre, Mechanik) ab.

Tabelle C.2 (S. 247) zeigt die Ergebnisse der Varianzanalyse mit gemischtem Design für den Vergleich der skalengeleiteten Bewertungen der Erklärungen. Es werden für jeden Themenbereich und jede Skala separat die Bewertungen der nähe- und distanzsprachlichen Erklärung zwischen den Statusgruppen verglichen. In die Berechnung gehen die Statusgruppen als Zwischensubjektfaktor und Sprachkonzeption als Innersubjektfaktor ein. Für jede Skala zeichnet sich in allen drei Themenbereichen ein vergleichbares Bild ab.

Tabelle C.1: Ergebnisse der gepaarten t-Tests für den Vergleich der skalengeleiteten Bewertung von nähe- und distanzsprachlicher Erklärung pro Themenbereich und für jede Statusgruppe.

	Elektrizitätslehre $E_{nah} \longleftrightarrow E_{dist}$ $\eta_p^2(p)$	Wärmelehre $W_{nah} \longleftrightarrow W_{dist}$ $\eta_p^2(p)$	Mechanik $M_{nah} \longleftrightarrow M_{dist}$ $\eta_p^2(p)$
Schüler*innen			
Str	0.088 (< 0.001)	0.033 (0.05)	0.039 (< 0.05)
Adr	0.046 (< 0.05)	0.001 (0.71)	0.026 (0.09)
KB	0.065 (< 0.01)	0.084 (< 0.01)	0.084 (< 0.01)
VW	0.008 (0.32)	0.001 (0.81)	0.009 (0.33)
GE	0.051 (< 0.05)	0.005 (0.39)	0.025 (0.09)
Studierende			
Str	0.110 (< 0.05)	0.350 (< 0.001)	0.010 (0.570)
Adr	0.394 (< 0.001)	0.348 (< 0.001)	0.220 (< 0.01)
KB	0.569 (< 0.001)	0.463 (< 0.001)	0.308 (< 0.001)
VW	0.024 (0.33)	0.013 (0.486)	0.001 (0.880)
GE	0.316 (< 0.001)	0.358 (< 0.001)	0.108 (< 0.05)
Lehrkräfte			
Str	0.250 (< 0.05)	0.220 (< 0.05)	0.001 (0.81)
Adr	0.546 (< 0.001)	0.495 (< 0.001)	0.220 (< 0.05)
KB	0.540 (< 0.001)	0.226 (< 0.05)	0.119 (0.13)
VW	0.136 (0.10)	0.214 (< 0.05)	0.011 (0.65)
GE	0.551 (< 0.001)	0.370 (< 0.01)	0.262 (< 0.05)
Didaktiker*innen			
Str	0.360 (< 0.001)	0.640 (< 0.001)	0.360 (< 0.01)
Adr	0.559 (< 0.001)	0.567 (< 0.001)	0.408 (< 0.001)
KB	0.552 (< 0.001)	0.476 (< 0.001)	0.517 (< 0.001)
VW	0.086 (0.14)	0.110 (0.11)	0.172 (< 0.05)
GE	0.536 (< 0.001)	0.459 (< 0.001)	0.641 (< 0.001)

Bem.: Str: Strukturiertheit, Adr: Adressatenorientierung, KB: Kommunikationsbedingungen, VW: Vorgehensweise, GE: Grad der Elaboriertheit; η_p^2 : partielles Eta-Quadrat (mit p : Signifikanzniveau)

C.1 Themenabhängiger Vergleich der skalengeleiteten Bewertung

Tabelle C.2: Ergebnisse der Varianzanalyse mit gemischtem Design pro Themenbereich (Faktoren: Statusgruppe, Sprachkonzeption).

	Elektrizitätslehre			Wärmelehre			Mechanik		
	E_{nah}	E_{dist}		W_{nah}	W_{dist}		M_{nah}	M_{dist}	
ANOVA	df	F	η^2	df	F	η^2	df	F	η^2
Skala: Strukturiertheit									
Statusgruppe	3	3.11 *	0.04	3	1.31	0.02	3	1.71	0.03
Sprachkonzeption	1	46.66 ***	0.19	1	62.13 ***	0.24	1	7.73 **	0.04
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	4.56 **	0.06	3	8.57 ***	0.12	3	1.72	0.03
Residuen	205			196			190		
Skala: Adressatenorientierung									
Statusgruppe	3	16.45 ***	0.19	3	13.93 ***	0.18	3	17.04 ***	0.21
Sprachkonzeption	1	122.57 ***	0.37	1	95.56 ***	0.33	1	44.70 ***	0.19
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	17.67 ***	0.21	3	19.30 ***	0.23	3	6.09 ***	0.09
Residuen	205			196			190		
Skala: Kommunikationsbedingungen									
Statusgruppe	3	3.14 *	0.04	3	2.87 *	0.04	3	5.05 **	0.07
Sprachkonzeption	1	132.63 ***	0.39	1	81.02 ***	0.29	1	57.92 ***	0.23
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	19.59 ***	0.22	3	11.40 ***	0.15	3	7.67 ***	0.11
Residuen	206			197			190		
Skala: Vorgehensweise									
Statusgruppe	3	0.97	0.01	3	0.79	0.01	3	0.81	0.01
Sprachkonzeption	1	8.64 **	0.04	1	9.98 **	0.05	1	2.95	0.02
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	1.13	0.02	3	2.74 *	0.04	3	0.58	0.01
Residuen	205			197			190		
Skala: Grad der Elaboriertheit									
Statusgruppe	3	9.91 ***	0.13	3	2.57 *	0.04	3	11.52 ***	0.15
Sprachkonzeption	1	87.24 ***	0.3	1	65.35 ***	0.25	1	46.11 ***	0.20
Sprachkonz. x Statusgruppe	3	10.49 ***	0.13	3	11.35 ***	0.15	3	7.11 ***	0.1
Residuen	206			197			190		

Bem.: N_{max} : aufgrund fehlender Werte bei einzelnen Videos den Berechnungen pro Statusgruppe maximal zugrunde liegende Personenanzahl, df : Freiheitsgrade, F : F-Wert, η^2 : partielles Eta-Quadrat

C.2 Sprachtestergebnisse

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Sprachtests. Es werden jeweils die Rohwerte (RW), die Testwerte (TW) und der erreichte Prozentrang (PR) angegeben.

C.2.1 Kognitiver Fähigkeitstest - Verbale Kompetenzen

Tabelle C.3: Ergebnisse des KFT-V1 (Rohwerte und Prozentrang)

	RW	TW	PR	
S1	14	38	12	unterdurchschnittlich
S2	13	35	7	unterdurchschnittlich
S3	17	46	34	durchschnittlich (unterer Durchschnitt)
S4	14	38	12	unterdurchschnittlich
S5	14	38	12	unterdurchschnittlich
S6	21	60	81	überdurchschnittlich
S7	18	50	50	durchschnittlich
S8	22	62	88	überdurchschnittlich

Bem.: RW: Rohwert, TW: Testwert (Norm), PR: Prozentrang ($PR_{25} = 16$; $PR_{50} = 18$; $PR_{75} = 20$)

C.2.2 Lesegeschwindigkeits- und verständnistests (LGVT)

Tabelle C.4: Ergebnisse des LGVT-**Verständnistests** (Rohwerte und Prozentrang)

	RW	TW	PR	
S1	8	38	11	unterdurchschnittlich
S2	10	42	20	unterdurchschnittlich
S3	13	48	41	durchschnittlich (unterer Durchschnitt)
S4	15	52	58	durchschnittlich (oberer Durchschnitt)
S5	13	48	41	durchschnittlich (unterer Durchschnitt)
S6	13	48	41	durchschnittlich (unterer Durchschnitt)
S7	21	64	92	überdurchschnittlich
S8	22	66	94	überdurchschnittlich

Bem.: RW: Rohwert, TW: Testwert (Norm), PR: Prozentrang ($PR_{25} = 10$; $PR_{50} = 14$; $PR_{75} = 17$; $PR_{95} = 23$); Wortbezeichnungen entsprechend dem Manual zum LGVT (Schneider et al., 2007, S. 20)

Tabelle C.5: Ergebnisse des LGVT-**Geschwindigkeitstests** (Rohwerte und Prozentrang)

	RW	TW	PR	
S1	541	41	19	unterdurchschnittlich
S2	572	43	23	unterdurchschnittlich
S3	555	42	20	unterdurchschnittlich
S4	703	49	44	durchschnittlich (unterer Durchschnitt)
S5	890	57	76	überdurchschnittlich
S6	857	56	71	durchschnittlich (oberer Durchschnitt)
S7	1120	68	96	ausgezeichnet
S8	933	59	81	überdurchschnittlich

Bem.: RW: Rohwert, TW: Testwert (Norm), PR: Prozentrang ($PR_{25} = 586$; $PR_{50} = 736$; $PR_{75} = 883$; $PR_{95} = 1083$); Wortbezeichnungen entsprechend dem Manual zum LGVT (Schneider et al., 2007, S. 20)

Abbildungsverzeichnis

2.1	Erklärprozess	14
2.2	Erklärprozess	22
2.3	Qualitätskriterien für Unterrichtserklärungen	28
3.1	Kontinuum der Sprachkonzeption	44
3.2	Sprache der Nähe – Sprache der Distanz	45
5.1	Prä-Posttest-Design des Wissenstests	79
6.1	Ergebnisse der Wissenstests	103
6.2	Prä- & Posttestergebnisse der Leistungsgruppen	105
6.3	Verteilung der Globalurteile	107
6.4	Globalurteile der Statusgruppen im Vergleich	109
6.5	Skalenbewertung der Statusgruppen im Vergleich	114
6.6	Begründungen zwischen Nähe und Distanz	131
6.7	Sprachtestergebnisse	139

Tabellenverzeichnis

2.1	Qualitätskriterien für Unterrichtserklärungen	32
5.1	Parameter zur Operationalisierung von Nähe-/Distanzsprache	58
5.2	Erklärungen in der Übersicht	67
5.3	Dauer der Erklärvideos	68
5.4	Beispielitems	74
5.5	Interne Konsistenzen der Skalen	75
5.6	Aufbau der Fragebogenstudie	77
5.7	Konstruktvalidität der Skalen	81
5.8	Stichprobe Fragebogenstudie	82
5.9	Intercoder-Übereinstimmung	86
5.10	Aufbau der Interviewstudie	90
5.11	Stichprobe Interviewstudie	96
5.12	Zeicheninventar zur Transkription	98
5.13	Auswertungssystem für die Interviews	99
6.1	Wissenszuwachs der Leistungsgruppen	106
6.2	ANOVA zum Globalurteil	111
6.3	Globalurteil - Vergleich der Gruppen	112
6.4	ANOVA zur Skalenbewertung	116
6.5	Skalenbewertung - Vergleich der Gruppen	117
6.6	Hierarchische lineare Regressionsmodelle - Gruppenvergleich	119
6.7	Hierarchische lineare Regressionsmodelle - Vergleich Nähe-Distanz	121
6.8	Notenbegründungen der Erklärenden-Gruppen	129
6.9	Vergleich Fragebogen- & Interviewstudie der Schüler*innen	138
6.10	Notenbegründungen der Schüler*innen	141
6.11	Wahrnehmung Kommunikationsbedingungen	143
6.12	Wahrnehmung Vorgehensweise	146
6.13	Wahrnehmung Grad der Elaboriertheit	149

A.2	PCA	203
B.3	Beispiel 1 – Gruppe der Didaktiker*innen – Oberkategorie Sprache . .	234
B.4	Beispiel 2 – Gruppe der Lehrkräfte – Oberkategorie Adressatenorien- tierung	235
B.5	Beispiel 3 – Gruppe der Studierenden – Oberkategorie Strukturiertheit	236
C.1	Ergebnisse der gepaarten t-Tests für den Vergleich der skalengelei- teten Bewertung von nähe- und distanzsprachlicher Erklärung pro Themenbereich und für jede Statusgruppe.	246
C.2	Ergebnisse der Varianzanalyse mit gemischtem Design pro Themenbe- reich (Faktoren: Statusgruppe, Sprachkonzeption).	247
C.3	Ergebnisse des KFT-V1 (Rohwerte und Prozentrang)	248
C.4	Ergebnisse des LGVT- Verständnistests (Rohwerte und Prozentrang) .	249
C.5	Ergebnisse des LGVT- Geschwindigkeitstests (Rohwerte und Prozen- trang)	249

Danksagung

Was folgt auf das erste Staatsexamen des Lehramtsstudiums? Ganz klar – das Referendariat! So wäre es ganz sicher auch in meinem Fall gekommen, hätte mich nicht kurz nach den Prüfungen eine äußerst interessante Projektbeschreibung für eine Promotion in der Didaktik erreicht. Thema des Projekts: fachübergreifende Erforschung des unterrichtlichen Erklärens. Eine Promotion hatte mich immer schon gereizt und bei einem solchen Thema, das auch noch Bezug zum späteren Lehrberuf hatte, musste ich nicht lange überlegen. Das wollte ich gerne machen! Große Herausforderungen wie diese benötigen jedoch auch viel Unterstützung – und dafür möchte ich mich ganz herzlich bei allen Bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit auf unterschiedlichste Weise beigetragen haben.

Vielen Dank an dieser Stelle an meine Familie und Albert, die mich hier in meiner Entscheidung und auch während der gesamten Zeit unterstützt haben. Auch wenn mich der Weg damals über mein zweites Fach Biologie in die Physikdidaktik geführt hat – an dieser Stelle geht ein herzlicher Dank an Arne Dittmer für die „Vermittlung“ – passte das für mich von Anfang an perfekt!

Ganz besonders Danken möchte ich dann natürlich als erstes meinem Doktorvater Karsten Rincke! Danke für die vielen produktiven Gespräche und die Unterstützung bei der Planung und Durchführung meiner Studie, für die vielen Freiräume und dein Vertrauen in mich, gepaart mit dem nötigen Druck, den ich an der ein oder anderen Stelle (vor allem zeitlich) gebraucht habe. Auch für die stets positive und angenehme Atmosphäre bei Beratungen und Auseinandersetzungen mit den Inhalten meiner Arbeit und für viele Dinge mehr, die ich hier gar nicht alle aufzählen kann! Manchmal war die Arbeit ein richtiges Feuerwerk!

Vielen Dank an Oli Tepner, der mir als Zweitbetreuer mit Rat und Tat zur Seite stand und den ein oder anderen Hinweis in Bezug auf die statistischen Auswertungsmöglichkeiten gab.

Ein großes Dankeschön geht an Christian Maurer, den weltbesten Schauspieler, der nicht an mir und meinen Ideen zur Gestaltung der Videos verzweifelt ist – und das zweimal! Danke für deine schier grenzenlose Bereitschaft zu fachlichem Austausch,

Danksagung

Zuhören, und Aushalten! Auch und ganz besonders natürlich für viele Kaffee- und Eispausen im Sommer und die Spaziergänge zum Gedanken sortieren.

Auch den anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe möchte ich herzlich Danken. Hans für die immerwährende Gastfreundschaft und den Kaffee in seinem Büro sowie für die stets helfende Hand, wenn technische Lösungen gefragt waren! Andi, meinem langjährigen Bürokollegen ein großer Dank für den fachlichen Austausch, sowie die vielen Tipps und Hinweise zu LaTeX und Graphik-Softwareprogrammen. Danke Steffi, vor allem für viele Stunden Austausch beim Schreibprozess im pandemiebedingten Homeoffice und während der letzten Schreibphase parallel zur Schule. Barbara, Dominique, Katharina, Paul und auch den bereits genannten danke ich besonders für die vielen schönen Stunden mit Kaffee und Sport und Musik und Spaß, die wir gemeinsam verbringen konnten und die immer ein guter Ausgleich und die nötige Abwechslung zwischendurch waren! Die Zeit mit euch war einfach SUBBA!! Bedanken möchte ich mich auch bei meinen SHKs Elena und Katharina für die Transkription der Interviews sowie Philip für die Hilfe bei der Kodierung der Daten! Ein besonders großes Dankeschön geht natürlich an alle Schülerinnen und Schüler, Studierenden, Lehrkräfte und Didaktikkolleginnen und -kollegen, die an meiner Studie teilgenommen haben und ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projekts FALKE. Und was wäre sie daher ohne die vielen FALKEN insbesondere natürlich das FALKEN-Nest? Alle einzeln aufzulisten würde bei unserer ‚kleinen‘ Gruppe hier den Rahmen sprengen, aber selbstverständlich geht ein herzlicher Dank an euch ALLE!! Insbesondere der fachübergreifende Austausch mit so vielen Disziplinen hat dieses Projekt erst so richtig belebt und bereichert!

Nicht zuletzt möchte ich nochmals meiner Familie und Albert von Herzen danken, die mich in der ganzen Zeit vor allem emotional unterstützt und immer an mich geglaubt haben! Danke auch für viele Stunden Korrekturlesen!!

DANKE !

Literaturverzeichnis

- Adamzik, K. (2010). *Sprache: Wege zum Verstehen* (3. Aufl.). Tübingen: utb.
- Ágel, V. & Hennig, M. (2006a). Praxis des Nähe- und Distanzsprechens. In V. Ágel & M. Hennig (Hrsg.), *Grammatik aus Nähe und Distanz: Theorie und Praxis am Beispiel von Nähetexten* (S. 33–74). Tübingen: Niemeyer.
- Ágel, V. & Hennig, M. (2006b). Theorie des Nähe- und Distanzsprechens. In V. Ágel & M. Hennig (Hrsg.), *Grammatik aus Nähe und Distanz: Theorie und Praxis am Beispiel von Nähetexten* (S. 3–32). Tübingen: Niemeyer.
- Ahrenholz, B. (2010). Bildungssprache im Sachunterricht der Grundschule. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 15–36). Tübingen: Narr.
- Bargh, J. A. & Schul, Y. (1980). On the Cognitive Benefits of Teaching. *Journal of Educational Psychology*, 72 (5), 593–604.
- Bartelborth, T. (2007). *Erklären*. Berlin: de Gruyter.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520. doi: 10.1007/s11618-006-0165-2
- Baumert, J., Kunter, M., Brunner, M., Krauss, S., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Mathematikunterricht aus Sicht der PISA-Schülerinnen und -Schüler und ihrer Lehrkräfte. In M. Prenzel et al. (Hrsg.), *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland* (S. 314–354). Münster, New York: Waxmann.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hrsg.). (2001). *Lehrplan für die Realschule in Bayern* (Bd. 1). Maiß.
- Beatty, P. & Willis, G. (2007). Research synthesis: The practice of cognitive interviewing. *Public Opinion Quarterly*, 71 (2), 287–311.
- Behr, A. L. (1988). Exploring the Lecture Method: An empirical Study. *Studies in Higher Education*, 13 (2), 189–200.
- Behrens, U., Böhme, K. & Krelle, M. (2009). Zuhören: Operationalisierung und fachdidaktische Implikationen. In A. Bremerich-Vos, D. Granzer & O. Köller (Hrsg.),

- Bildungsstandards Deutsch und Mathematik: Leistungsmessung in der Grundschule* (S. 357–375). Weinheim: Beltz.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science*. London, New York: Continuum.
- Benware, C. A. & Deci, E. L. (1984). Quality of Learning With an Active Versus Passive Motivational Set. *American Educational Research Journal*, 21 (4), 755–765.
- Berger, R. & Hänze, M. (2015). Impact of Expert Teaching Quality on Novice Academic Performance in the Jigsaw Cooperative Learning Method. *International Journal of Science Education*, 37 (2), 294–320.
- Berthold, K., Röder, H., Knörzer, D., Kessler, W. & Renkl, A. (2011). The double-edged effects of explanation prompts. *Computers in Human Behavior*, 27 (1), 69–75.
- Biber, D. (1995). *Dimensions of register variation: A cross-linguistic comparison*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Blömeke, S., Felbrich, A. & Müller, C. (2008). Messung des erziehungswissenschaftlichen Wissens angehender Lehrkräfte. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer* (S. 171–194). Münster: Waxmann.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer. (4. Auflage)
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bransford, J., Brown, A. & Cocking, R. (Hrsg.). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School: Expanded Edition*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Brewer, W. F., Chinn, C. A. & Samarapungavan, A. (2000). Explanation in Scientists and Children. In F. C. Keil & R. A. Wilson (Hrsg.), *Explanation and Cognition* (S. 279–298). The MIT Press.
- Brown, G. A. (1982). Two Days on Explaining and Lecturing. *Higher Education*, 7 (2), 93–103.
- Brown, G. A. (2006). Explaining. In O. Hargie (Hrsg.), *The handbook of communication skills* (S. 195–228). East Sussex: Taylor & Francis.
- Brown, G. A. & Atkins, M. J. (1986). Explaining in professional contexts. *Research Papers in Education*, 60–86.
- Bruner, J. S. (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Berlin: Berlin Verlag.
- Busch, H. & Ralle, B. (2013). Diagnostik und Förderung fachsprachlicher Kompetenzen im Chemieunterricht. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 277–294). Münster: Waxmann.

- Busch-Lauer, I.-A. (2009). Fach- und gruppensprachliche Varietäten und Stil. In U. Fix, A. Gardt & J. Knappe (Hrsg.), *Rhetorik und Stilistik: Ein internationales Handbuch historischer und systematischer Forschung* (S. 1706–1721). Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson. (3. aktualisierte Auflage)
- Bühner, M. & Ziegler, M. (2017). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Hallbergmoos: Pearson. (2. Auflage)
- Cabello Gonzales, V. M. (2013). *Developing skills to explain scientific concepts during initial teacher education: the role of peer assessment* (phdthesis). University of Dundee.
- Champagne, A., Klopfer, L. & Gunstone, R. (1982). Cognitive Research and the Design of Science Instruction. *Educational Psychologist*, 17 (1), 31–53.
- Chi, M. T., Siler, S., Takashi, H. & Hausmann, R. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25 (4), 471–533.
- Clausen, M., Reusser, K. & Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hochinferenter Unterrichtsbeurteilungen: Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31 (2), 122–141.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112 (1), 155–159.
- Cook, M. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90 (6), 1073–1091.
- Cummins, J. (1979). Cognitive/Academic Language Proficiency, Linguistic Interdependence, the Optimum Age Question and Some Other Matters. *Working Papers on Bilingualism*, 19, 3–49.
- Cummins, J. (1980). The Construct of Language Proficiency in Bilingual Education. In J. E. Alatis (Hrsg.), *Current Issues in Bilingual Education: Georgetown University Round Table on Languages and Linguistics 1980* (S. 81–103). Washington, D.C.: Georgetown University Press.
- Diehl, B., Fösel, A., Hartmann-Ferri, A., Sander, P. & Schmalhofer, C. (2020). *Fokus Physik 8*. Berlin: Cornelsen Verlag GmbH.
- Dietrich, R., Jäger, R. & Janner, R. (Hrsg.). (2020). *Physik 8: Gymnasium Bayern*. Bamberg: C.C.Buchner.
- Dudenredaktion. (o.J.). „Erklären“ auf Duden online. Zugriff auf <https://www.duden.de/node/805864/revisions/1833981/view> (Letzter Aufruf:

25.03.2019)

- Duffy, G. G., Roehler, L. R., Meloth, M. S. & Vavrus, L. G. (1986). Conceptualizing instructional explanation. *Teaching & Teacher Education*, 2 (3), 197–214.
- Duit, R. (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie: Zu den Ursachen vieler Lernschwierigkeiten. *PLUS LUCIS*, 95 (2), 11–18.
- Döll, M., Roth, H.-J. & Siemon, J. (2009). Computergestützte Analyse der gesprochenen Kindersprache? Entwicklung und Erprobung eines parsergestützten Sprachtools für das Hamburger Verfahren zur Analyse des Sprachstands Fünfjähriger (HAVAS 5). In D. Lengyel, H. Reich, H.-J. Roth & M. Döll (Hrsg.), *Von der Sprachdiagnose zur Sprachförderung* (S. 71–90). Münster: Waxmann.
- Dürscheid, C. (2003). Medienkommunikation im Kontinuum von Mündlichkeit und Schriftlichkeit: Theoretische und empirische Probleme. *Zeitschrift für angewandte Linguistik*, 38, 37–56.
- Eckhardt, A. G. (2008). *Sprache als Barriere für den schulischen Erfolg*. Münster: Waxmann.
- Eckstein, D. (2004). *Unbewusste Wortwahrnehmung*. Münster: Waxmann.
- Ehlich, K. (2009a). Erklären verstehen – Erklären und Verstehen. In R. Vogt (Hrsg.), *Erklären: Gesprächsanalytische und fachdidaktische Perspektiven* (S. 11–24). Tübingen: Stauffenburg Verlag.
- Ehlich, K. (2009b). Sprachaneignung – Was man weiß, und was man wissen müsste. In D. Lengyel, H. Reich, H.-J. Roth & M. Döll (Hrsg.), *Von der Sprachdiagnose zur Sprachförderung* (S. 15–24). Münster: Waxmann.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1986). *Muster und Institution: Untersuchungen zur schulischen Kommunikation*. Tübingen: Narr.
- Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2015). *Statistik und Forschungsmethoden*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Fairhurst, M. A. (1981). Satisfactory Explanations in the Primary School. *Journal of Philosophy of Education*, 15 (2), 205–214.
- Feilke, H. (2012a). Bildungssprachliche Kompetenzen – fördern und entwickeln. *Praxis Deutsch*, 233, 29–35.
- Feilke, H. (2012b). Schulsprache – Wie Schule Sprache macht. In S. Günthner, W. Imo, D. Meer & J. G. Schneider (Hrsg.), *Kommunikation und Öffentlichkeit: Sprachwissenschaftliche Potenziale zwischen Empirie und Norm* (S. 149–175). Berlin: de Gruyter.
- Feilke, H. (2013). Bildungssprache und Schulsprache am Beispiel literal-argumentativer Kompetenzen. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen*

- (S. 113–130). Münster, New York: Waxmann.
- Feilke, H. & Hennig, M. (2016). *Zur Karriere von ›Nähe und Distanz‹: Rezeption und Diskussion des Koch-Oesterreicher-Modells*. Berlin: de Gruyter.
- Felder, E. (2006). Sprache als Medium und Gegenstand des Unterrichts. In U. Bredel, H. Günther, P. Klotz, J. Ossner & G. Siebert-Ott (Hrsg.), *Didaktik der deutschen Sprache: Ein Handbuch, 1. Teilband* (S. 42–51). Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Felten, M. & Stern, E. (2014). *Lernwirksam Unterrichten*. Berlin: Cornelsen.
- Field, A., Miles, J. & Field, Z. (2012). *Discovering Statistics Using R*. Los Angeles, London: Sage.
- Findeisen, S. (2017). *Fachdidaktische Kompetenzen angehender Lehrpersonen: Eine Untersuchung zum Erklären im Rechnungswesen*. Wiesbaden: Springer.
- Fischler, H. & Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu Teilchen und Wärme. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 139–162). Berlin: Springer Spektrum.
- Fluck, H.-R. (1996). *Fachsprachen*. Tübingen: A. Francke.
- Fluck, H.-R. (2010). Fach- und Wissenschaftssprachen in den Naturwissenschaften. In H.-J. Krumm, C. Fandrych, B. Hufeisen & C. Riemer (Hrsg.), *Deutsch als Fremd- und Zweitsprache: Ein internationales Handbuch, 1. Halbband* (S. 477–486). Berlin, New York: de Gruyter Mouton.
- Føllesdal, D., Walløe, L. & Elster, J. (1988). *Rationale Argumentation: Ein Grundkurs in Argumentations- und Wissenschaftstheorie*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Friebertshäuser, B. & Langer, A. (2010). Interviewformen und Interviewpraxis. In B. Friebertshäuser, A. Langer & A. Prengel (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (S. 473–486). Weinheim, München: Beltz Juventa. (3. Auflage)
- Gadow, A., Kulgemeyer, C. & Marx, N. (2017). Wenn „Erklären“ nicht gleich „Erklären“ ist: Eine Diskursanalyse schulischer Interaktion aus physikdidaktischer und funktionalpragmatischer Perspektive. In E. Tschirner, J. Möhring & K. Cothrun (Hrsg.), *Deutsch als zweite Bildungssprache in MINT-Fächern* (S. 55–74). Tübingen: Stauffenburg Verlag.
- Gage, N. L. (1968). *The Microcriterion of Effectiveness in Explaining* (Technical Report Nr. 4). Stanford: Center for Research and Development in Teaching.
- Gautschi, P. (2009). *Guter Geschichtsunterricht: Grundlagen, Erkenntnisse, Hinweise*. Schwalbach/Ts.: Wochenschau.
- Geelan, D. (2012). Teacher Explanations. In B. J. Fraser, K. G. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (S. 987–999). Springer.
- Geelan, D. (2013). Teacher Explanation of Physics Concepts: a Video Study. *Journal of*

- Research in Science Education*, 43, 1751–1762.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20 (1), 83–97.
- Girwidz, R. (2016). Sagt ein Bild mehr als 1000 Worte? Erklären mithilfe von Bildern im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 27 (152), 30–35.
- Glynn, S., Taasobshirazi, G. & Fowler, S. (2007). Analogies: Explanatory Tools in Web-Based Science Instruction. *Educational Technology*, 47 (5), 45–50.
- Gogolin, I. (2006). Bilingualität und die Bildungssprache der Schule. In P. Mecheril & T. Quehl (Hrsg.), *Die Macht der Sprachen: Englische Perspektiven auf die mehrsprachige Schule* (S. 79–85). Münster: Waxmann.
- Gogolin, I. (2013). Chancen und Risiken nach PISA – über Bildungsbeteiligung von Migrantenkindern und Reformvorschläge. In G. Auernheimer (Hrsg.), *Schieflagen im Bildungssystem: Die Benachteiligung der Migrantenkinder* (S. 33–50). Wiesbaden: Springer.
- Gogolin, I. & Duarte, J. (2016). Bildungssprache. In J. Kilian, B. Brouër & D. Lüttenberg (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Bildung* (S. 478–499). Berlin, Boston: de Gruyter.
- Gogolin, I. & Lange, I. (2011). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 107–128). Wiesbaden: Springer VS.
- Grißhaber, W. (2010). (Fach-)Sprache im zweitsprachlichen Fachunterricht. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 37–54). Tübingen: Narr Verlag.
- Gunga, E., Schilcher, A., Kranich, W. & Gegner, C. (in Vorb.). FALKE-SE (Sprechwissenschaft/Sprecherziehung) – Einfluss des Sprech- und Körperausdrucks von Lehrkräften auf die wahrgenommene Qualität von schulischen Erklärungen. In A. Schilcher, S. Krauss, A. Lindl & S. Hilbert (Hrsg.), *Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Erklären*. Beltz Juventa.
- Guyer, W. (1967). *Wie wir lernen*. Stuttgart: Rentsch.
- Habermas, J. (1978). Umgangssprache, Wissenschaftssprache, Bildungssprache. *MERKUR: Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken*, 32 (4), 327–342.
- Hargie, O. (2011). *Skilled Interpersonal Communication: Research, Theory and Practice*. East Sussex, New York: Routledge.
- Hargie, O. (2013). *Die Kunst der Kommunikation*. Bern: Hans Huber Verlag.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning*. London: Routledge.
- Hattie, J. (2014). *Lernen sichtbar machen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren. (Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning“)
- Heinze, J. & Rincke, K. (in Vorb.). Physik erklären: Zur Sprachlichkeit instruktionaler

- Erklärungen im Physikunterricht. In A. Schilcher, S. Krauss, A. Lindl & S. Hilbert (Hrsg.), *Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Erklären*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Heller, K. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision*. Göttingen: Beltz Test GmbH.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität: Erfassen, Bewerten, Verbessern*. Seelze: Kallmeyer.
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Klett-Kallmeyer.
- Helms, C. (2017). *Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle* (Bd. 219; H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth, Hrsg.). Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- Hempel, C. (1962). Explanation in Science and History. In R. G. Colodny (Hrsg.), *Frontiers of Science and Philosophy* (S. 7–34). Pittsburgh: University Press.
- Hempel, C. (1965). *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: The Free Press.
- Hempel, C. (1977). *Aspekte wissenschaftlicher Erklärung*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Hempel, C. & Oppenheim, P. (1948). Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science*, 15 (2), 135–175.
- Hennig, M. (2010). Mündliche Fachkommunikation zwischen Nähe und Distanz. In V. Ágel & M. Hennig (Hrsg.), *Nähe und Distanz im Kontext variationslinguistischer Forschung* (S. 295–324). Berlin: de Gruyter.
- Hermann-Rottmair, F., Huber, L., Renner, A., Ried, C., Rieger, M. & Weisser, S. (2020). *Duden Physik 8*. Berlin: Cornelsen Verlag GmbH.
- Hoffmann, M. (2007). *Funktionale Varietäten des Deutschen – kurz gefasst*. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- Hohenstein, C. (2006). *Erklärendes Handeln im wissenschaftlichen Vortrag: Ein Vergleich des Deutschen mit dem Japanischen*. München: iudicium.
- Hopf, C. (1995). Befragungsverfahren. In U. Flick, E. Kardoff, H. Keupp, L. Rosenstiel & S. Wolff (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Sozialforschung: Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen* (S. 177–181). Weinheim: Beltz.
- Hunnius, K. (2012). Zur Kontroverse um das français parlé: Ein Plädoyer gegen ein säkulares Junktum und für eine Rehabilitierung der Medialität. In *Romanistisches Jahrbuch* (Bd. 63, S. 33–50). Berlin: de Gruyter.
- Hänze, M. & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17,

29–41.

- Härtig, H., Bernholt, S., Precht, H. & Retelsdorf, J. (2015). Unterrichtssprache im Fachunterricht: Stand der Forschung und Forschungsperspektiven am Beispiel des Textverständnisses. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21, 55–67.
- Höttecke, D., Ehmke, T., Krieger, C. & Kulik, M. A. (2017). Vergleichende Messung fachsprachlicher Fähigkeiten in den Domänen Physik und Sport. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, 53–69.
- Kalyuga, S. (2007). Expertise Reversal Effect and Its Implications for Learner-Tailored Instruction. *Educational Psychology Review*, 19 (4), 509–539.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38 (1), 23–31.
- Kalyuga, S. & Renkl, A. (2010). Expertise reversal effect and its instructional implications: introduction to the special issue. *Instructional Science*, 38 (3), 209–215.
- Keil, F. C. (2006). Explanation and Understanding. *Annual Review of Psychology*, 57, 227–254.
- Kiel, E. (1999). *Erklären als didaktisches Handeln*. Würzburg: Ergon.
- Kirschner, P., Sweller, J. & Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75–86.
- Kirschner, S. (2013). *Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften* (Bd. 161; H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth, Hrsg.). Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- Kirschner, S., Sczudlek, M., Tepner, O., Borowski, A., Fischer, H., Lenske, G., ... With, J. (2017). Professionswissen in den Naturwissenschaften (ProwiN). In C. Gräsel & K. Trempler (Hrsg.), *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals: Interdisziplinäre Betrachtungen, Befunde und Perspektiven* (S. 113–130). Wiesbaden: Springer.
- Klein, J. (2009). Erklären-Was, Erklären-Wie, Erklären-Warum. In R. Vogt (Hrsg.), *Erklären: Gesprächsanalytische und fachdidaktische Perspektiven* (S. 25–36). Tübingen: Stauffenburg Verlag Brigitte Narr GmbH.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde, Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52 (6), 765–773.
- Klieme, E., Lipowsky, F. & Rakoczy, K. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht: Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projekts „Pythagoras“. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke

- (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule: Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 127–146). Münster: Waxmann.
- Klieme, E. & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik: Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54 (2), 222–237.
- Klieme, E., Schüme, G. & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung im internationalen Vergleich. In E. Klieme & J. Baumert (Hrsg.), *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht* (S. 43–57). Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10) – Beschluss vom 16.12.2004* (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Hrsg.). München, Neuwied: Luchterhand (Wolters Kluwer).
- Kniffka, G. & Roelcke, T. (2016). *Fachsprachenvermittlung im Unterricht*. Paderborn: utb.
- Koch, P. (1986). Sprechsprache im Französischen und kommunikative Nähe. *Zeitschrift für Französische Sprache und Literatur*, 96 (2), 113–154.
- Koch, P. & Oesterreicher, W. (1985). Sprache der Nähe – Sprache der Distanz: Mündlichkeit und Schriftlichkeit im Spannungsfeld von Sprachtheorie und Sprachgeschichte. In *Romanistisches Jahrbuch* (Bd. 36, S. 15–43). Berlin/New York: Walter de Gruyter.
- Koch, P. & Oesterreicher, W. (1994). Schriftlichkeit und Sprache (Writing and Language). In H. Günther & O. Ludwig (Hrsg.), *Schrift und Schriftlichkeit: Ein interdisziplinäres Handbuch internationaler Forschung. Band 1* (S. 587–604). Berlin: de Gruyter.
- Koch, P. & Oesterreicher, W. (2011). *Gesprochene Sprache in der Romania: Französisch, Italienisch, Spanisch*. Berlin/New York: Walter de Gruyter.
- Kotthoff, H. (2008). Erklärende Aktivitätstypen in Alltags- und Unterrichtskontexten. In J. Sprechels (Hrsg.), *Erklären im Alltag und in der Schule*. Hohengehren: Schneider.
- Krey, O. (2012). *Zur Rolle der Mathematik in der Physik: Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender* (Bd. 130; H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth, Hrsg.). Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Kulgemeyer, C. (2017). *Physik erklären: Kumulative Habilitationsschrift*. Universität Bremen.

- Kulgemeyer, C. (2019). Towards a framework for effective instructional explanations in science teaching. *Studies in Science Education*, 54 (2), 109–139.
- Kulgemeyer, C. & Riese, J. (2018). From professional knowledge to professional performance: The impact of CK and PCK on teaching quality in explaining situations. *Journal of Research in Science Teaching*, 55 (10), 1363–1496.
- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2009a). Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kompetenzbegriffs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 131–153.
- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2009b). Physikalische Darstellungsformen: Ein Beitrag zur Klärung von „Kommunikationskompetenz“. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 62 (6), 331–336.
- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2013). Schülerinnen und Schüler erklären Physik: Modellierung, Diagnostik und Förderung von Kommunikationskompetenz im Physikunterricht. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 225–240). Münster: Waxmann.
- 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, 111–126.
- Kunter, M. & Baumert, J. (2006). Who is the expert? Construct and criteria validity of student and teacher ratings of instruction. *Learning Environments Research*, 9 (3), 231–251.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Kunter, M. & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Paderborn, München: Ferdinand Schöningh.
- König, J. & Blömeke, S. (2009). Pädagogisches Wissen von angehenden Lehrkräften: Erfassung und Struktur von Ergebnissen der fachübergreifenden Lehrerbildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12 (3), 499–527.
- Lamnek, S. & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung* (6. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Leinhardt, G. (1987). Development of an Expert Explanation: An Analysis of a Sequence of Subtraction Lessons. *Cognition and Instruction*, 4 (4), 225–282.

- Leinhardt, G. (2001). Instructional explanations: A commonplace for teaching and location for contrast. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (S. 333–357). Washington, D.C.: American Educational Research Association.
- Leisen, J. (1998). Sprache(n) im Physikunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften, Physik*, 47 (2), 5–8.
- Lienert, G. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testtheorie* (6. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an: Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern: Ausbildung und Beruf* (S. 47–70). Weinheim, Basel: Beltz. (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 51)
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E. & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19 (6), 527–537.
- Lotz, M. & Lipowsky, F. (2015). Die Hattie-Studie und ihre Bedeutung für den Unterricht: Ein Blick auf ausgewählte Aspekte der Lehrer-Schüler-Interaktion. In G. Melhorn, K. Schöppe & F. Schulz (Hrsg.), *Begabungen entwickeln & Kreativität fördern* (S. 97–136). München: Kopaed.
- Marzano, R., Pickering, D. & Pollock, J. (2001). *Classroom instruction that works: Research-based Strategies for Increasing Student Achievement*. Alexandria, VA: ASCD Press.
- Maurer, C. (Hrsg.). (2016). *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Berlin 2015* (Bd. 36). Regensburg: Universität Regensburg.
- Mayer, R. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction. *American Psychologist*, 59 (1), 14–19.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Meier, G. (1969). Wirksamkeit der Sprache. *STUF - Language Typology and Universals*, 22 (5), 474–492.
- Merzyn, G. (1994). *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht*. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Merzyn, G. (1998). Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht: Teil 2. *Physik in der Schule*, 36 (7-8), 243–247.
- Merzyn, G. (2015). Guter Physikunterricht: Die Sicht von Schülern, Lehrern

- und Wissenschaftlern. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Zugriff auf <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/589>
- Meschede, N. (2014). *Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht* (Bd. 163; H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth, Hrsg.). Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- Meyer, M. & Tiedemann, K. (2017). *Sprache im Fach Mathematik*. Berlin: Springer Spektrum.
- Michalak, M., Lemke, V. & Goeke, M. (2015). *Sprache im Fachunterricht*. Tübingen: Narr Verlag.
- Mohr, H. (1978). Der Begriff der Erklärung in Physik und Biologie. *Die Naturwissenschaften*, 65 (1), 1–6.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer.
- Morek, M. & Heller, V. (2012). Bildungssprache: Kommunikative, epistemische, soziale und interaktive Aspekte ihres Gebrauchs. *Zeitschrift für angewandte Linguistik*, 57 (1), 67–101.
- Muckenfuß, H. (2006). *Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.
- Möhn, D. & Pelka, R. (1984). *Fachsprachen: Eine Einführung*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Möller, K. (2012). Konstruktion vs. Instruktion oder Konstruktion durch Instruktion? Konstruktionsfördernde Unterstützungsmaßnahmen im Sachunterricht. In H. Giest, E. Heran-Dörr & C. Archie (Hrsg.), *Lernen und Lehren im Sachunterricht: Zum Verständnis von Konstruktion und Instruktion* (S. 37–50). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Nakagawa, S. & Schielzeth, H. (2013). A general and simple method for obtaining R^2 from generalized linear mixed-effects model. *Methods in Ecology and Evolution*, 4 (2), 133–142.
- Nashon, M. (2004). The Nature of Analogical Explanations: High School Physics Teachers Use in Kenya. *Research in Science Education*, 34 (4), 475–502.
- Neber, H. (1995). Explanations in problem-oriented cooperative learning. In R. Olechowski & G. Khan-Svik (Hrsg.), *Experimental research on teaching and learning* (S. 158–166). Frankfurt/Main: Lang.
- Neppl, S. (in Vorb.) *Perspektivenübernahme im Physikunterricht* (phdthesis). Universität Regensburg.
- Neubert, S., Reich, K. & Voß, R. (2001). Lernen als konstruktiver Prozess. In T. Hug

- (Hrsg.), *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Band 1: Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten* (S. 253–265). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Neumeister, N. (2011). *(Wie) Wird im Deutschunterricht erklärt? Wissensvermittelnde Handlungen im Sprachunterricht der Sekundarstufe I* (phdthesis). Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Ludwigsburg.
- Neumeister, N. & Vogt, R. (2009). Erklären im Unterricht. In M. Becker-Mrotzek (Hrsg.), *Mündliche Kommunikation und Gesprächsdidaktik* (S. 562–583). Hohengehren: Schneider.
- Odora, R. J. (2014). Using Explanation as a Teaching Method: How Prepared Are High School Technology Teachers in Free State Province, South Africa? *Journal of Social Sciences*, 38 (1), 71–81.
- OECD (Hrsg.). (2007). *PISA 2006 – Schulleistungen im internationalen Vergleich: Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Buckingham: Open University Press.
- Ortner, H. (2009). Rhetorisch-stilistische Eigenschaften der Bildungssprache. In U. Fix, A. Gardt & J. Knappe (Hrsg.), *Rhetorik und Stilistik: Ein internationales Handbuch historischer und systematischer Forschung*, 2. Halbband (S. 2227–2240). de Gruyter.
- Ossner, J. (2008). *Sprachdidaktik Deutsch: Eine Einführung*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38 (1), 1–4.
- Patochka, F. (1999). Fachsprachen. In P. Ernst (Hrsg.), *Einführung in die synchrone Sprachwissenschaft*. Wien: Edition Praesens.
- Pauli, C. (2015). Einen Sachveralt erklären. *Pädagogik*, 67 (3), 44–47.
- Perfetti, C. (1985). *Reading ability*. New York: Oxford Univ. Press.
- Postman, N. & Weingartner, C. (1971). *Teaching as a Subversive Activity*. London: Penguin/Pitman Publishing.
- Prediger, S. & Erath, K. (2014). Content, Interaction, or Both? Synthesizing two german Traditions in a Video Study on Learning to Explain in Mathematics Classroom Microcultures. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10 (4), 313–327.
- Preston, C. & Colman, A. (2000). Optimal number of response categories in rating scales: reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences. *Acta Psychologica*, 104 (1), 1–15.
- Priede, C. & Farrall, S. (2011). Comparing results from different styles of cognitive interviewing: ‘verbal probing’ vs. ‘thinking aloud’. *International Journal of Social*

- Research Methodology*, 14 (4), 271–287.
- Raible, W. (1992). *Junktion: Eine Dimension der Sprache und ihre Realisierungsformen zwischen Aggregation und Integration; Vorgetragen am 4. Juli 1987*. Heidelberg: Carl Winter Universitätsverlag.
- Ramm, G., Walter, O., Heidemeier, H. & Prenzel, M. (2005). Soziokulturelle Herkunft und Migration im Ländervergleich. In M. Prenzel et al. (Hrsg.), *PISA 2003: Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland – Was wissen und können Jugendliche?* (S. 269–297). Münster, New York: Waxmann.
- Rasch, B., Frieze, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2010). *Quantitative Methoden 2: Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Rasch, B., Frieze, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2014). *Quantitative Methoden 1: Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Reinders, H. (2016). *Qualitative Interviews mit Jugendlichen führen: Ein Leitfaden* (3. Aufl.). Berlin, Boston: de Gruyter.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (5. Aufl., S. 613–658). Weinheim, Basel: Beltz.
- Renkl, A. (2002). Worked-out examples: instructional explanations support learning by selfexplanations. *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. Schrader (Hrsg.), *Schulische Leistung: Grundlagen, Bedingungen, Perspektiven* (S. 205–223). Münster: Waxmann.
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gramzow, Y., ... Tomczyszyn, E. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 61. Beiheft, 55–79.
- Rincke, K. (2010). Alltagssprache, Fachsprache und ihre besonderen Bedeutungen für das Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 235–260.
- Rincke, K. & Markic, S. (2018). Sprache und das Lernen von Naturwissenschaften. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 31–48). Berlin: Springer Spektrum.
- Roelcke, T. (2010). *Fachsprachen* (3. Aufl.). Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Roelle, J. & Berthold, K. (2013). The expertise reversal effect in prompting focused processing of instructional explanations. *Instructional Science*, 41 (4), 635–656.

- Roelle, J., Berthold, K. & Renkl, A. (2014). Two instructional aids to optimise processing and learning from instructional explanations. *Instructional Science*, 42, 207–228.
- Rohrmann, B. (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9, 222–245.
- Rosenbusch, H. (2004). Nonverbale Kommunikation im Unterricht: Die stille Sprache im Klassenzimmer. In H. Rosenbusch & O. Schober (Hrsg.), *Körpersprache und Pädagogik: Das Handbuch* (S. 138–176). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Rost, D. (2013). *Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Roth, G. (2004). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? *Zeitschrift für Pädagogik*, 50 (4), 469–506.
- Rozenblit, L. & Keil, F. C. (2002). The misunderstood limits of folk science: an illusion of explanatory depth. *Cognitive Science*, 26 (5), 521–562.
- Rusch, G. (1999). Eine Kommunikationstheorie für kognitive Systeme: Bausteine einer konstruktivistischen Kommunikations- und Medienwissenschaft. In G. Rusch & S. J. Schmidt (Hrsg.), *Konstruktivismus in der Medien- und Kommunikationswissenschaft* (S. 150–184). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Schecker, H. & Wilhelm, T. (2018). Schülervorstellungen in der Mechanik. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 63–88). Berlin: Springer Spektrum.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Berlin: Springer Spektrum.
- Schilcher, A., Krauss, S., Lindl, A. & Hilbert, S. (in Vorb.) *Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Erklären*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Schmölzer-Eibinger, S. (2013). Sprache als Medium des Lernens im Fach. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 25–40). Münster: Waxmann.
- Schneider, W., Schlagmüller, M. & Ennemoser, M. (2007). *Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest für die Klassen 6–12 (LGVT 6–12)*. Göttingen: Hogrefe.
- Schnotz, W. (2006). *Pädagogische Psychologie: Workbook*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Schnotz, W., Zink, T. & Pfeiffer, M. (1996). Visualisierungen im Lehr-Lern-Prozess. *Zeitschrift für Pädagogik*, 42 (2), 193–213.
- Scholz, M. (2018). *Die Physik der Sterne: Aufbau, Entwicklung und Eigenschaften*. Berlin: Springer Spektrum.
- Schopf, C. & Zwischenbrugger, A. (2015a). *Handbuch Verständlich Erklären: Eine*

- Heuristik mit Beispielen aus Betriebswirtschaft, Rechnungswesen, Volkswirtschaft und Wirtschaftsinformatik.* Wien: Manz.
- Schopf, C. & Zwischenbrugger, A. (2015b). Verständliche Erklärungen im Wirtschaftsunterricht: Eine Heuristik basierend auf dem Verständnis der Fachdidaktiker/innen des Wiener Lehrstuhls für Wirtschaftspädagogik. *Zeitschrift für ökonomische Bildung*, 3, 1–31.
- Schreier, M. (2013). Qualitative Erhebungsmethoden. In W. Hussy, M. Schreier & G. Echterhoff (Hrsg.), *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften* (S. 222–244). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schroeter-Brauss, S., Wecker, V. & Henrici, L. (2018). *Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht.* Münster: utb.
- Schödl, A. (2017). *FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik* (Bd. 236; H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth, Hrsg.). Berlin: Logos.
- Seidel, T., Blomberg, G. & Stürmer, K. (2010). „Observer“: Validierung eines videobasierten Instruments zur Erfassung der professionellen Wahrnehmung von Unterricht. In E. Klieme, D. Leutner & M. Kenk (Hrsg.), *Kompetenzmodellierung: Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes* (S. 296–306). Weinheim, Basel: Beltz. (*Zeitschrift für Pädagogik*, 56. Beiheft)
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2007). Wie Lehrpersonen Unterricht wahrnehmen und einschätzen: Erfassung pädagogisch-psychologischer Kompetenzen mit Videosequenzen. *Kompetenzdiagnostik. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 201–208.
- Seidel, T. & Shavelson, R. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77 (4), 454–499.
- Seidel, T. & Thiel, F. (2017). Standards und Trends der videobasierten Lehr-Lernforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20 (1), 1–21.
- Seifried, J. & Wuttke, E. (2017). Der Einsatz von Videovignetten in der wirtschaftspädagogischen Forschung: Messung und Förderung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kompetenzen angehender Lehrpersonen. In C. Gräsel & K. Trempler (Hrsg.), *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals: Interdisziplinäre Betrachtungen, Befunde und Perspektiven* (S. 303–322). Wiesbaden: Springer VS.
- Selig, M. (2017). Plädoyer für einen einheitlichen, aber nicht einförmigen Sprachbegriff: Zur aktuellen Rezeption des Nähe-Distanz-Modells. In A. Dufter et al. (Hrsg.), *Romanistisches Jahrbuch* (Bd. 68, S. 114–145). Berlin / New York: de Gruyter.

- Selting, M., Auer, P., Barth-Weingarten, D., Bergmann, J., Bergmann, P., Birkner, K., ... Uhmann, S. (2009). Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem 2 (GAT 2). *Gesprächsforschung – Online-Zeitschrift zur verbalen Interaktion*, 10, 353–402.
- Sevian, H. & Gonsalves, L. (2008). Analysing how Scientists Explain their Research: A rubric for measuring the effectiveness of scientific explanations. *International Journal of Science Education*, 30 (11), 1441–1467.
- Sherin, M. & van Es, E. (2009). Effects of Video Club Participation on Teachers' Professional Vision. *Journal of Teacher Education*, 60 (1), 20–37.
- Sherin, M. G. (2002). When Teaching Becomes Learning. *Cognition and Instruction*, 20 (2), 119–150.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4–14.
- Snow, C. E. (2010). Academic Language and the Challenge of Reading for Learning About Science. *Science*, 328 (5977), 450–452.
- Spanhel, D. (1980). Die Unterrichtssprache in ihrer Vermittlungsfunktion zwischen Umgangssprache und naturwissenschaftlicher Fachsprache. In G. Schaefer & W. Loch (Hrsg.), *Kommunikative Grundlagen des naturwissenschaftlichen Unterrichts* (S. 175–187). Weinheim: Beltz Verlag.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB). (o. J.). *LehrplanPLUS Gymnasium*. München. Zugriff auf <https://www.lehrplanplus.bayern.de/schulart/gymnasium> (Aufgerufen am 15.12.2020)
- Stegmüller, W. (1974). *Wissenschaftliche Erklärung und Begründung: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd.1*. Berlin: Springer.
- Stover, S. & Mabry, M. (2007). Influences of Teleological and Lamarckian Thinking on Student Understanding of Natural Selection. *Bioscene*, 33 (1), 11–18.
- Sumfleth, E. & Pitton, A. (1998). Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht: Schülervorstellungen und ihre Bedeutung im Unterrichtsalltag. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4 (2), 4–20.
- Sutton, C. (1998). New Perspectives on Language in Science. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Hrsg.), *International Handbook of Science Education: Part 1* (S. 27–38). London: Kluwer Academic Publishers.
- Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, Learning Difficulty and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 4 (4), 295–312.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.
- Söll, L. (1985). *Gesprochenes und geschriebenes Französisch*. Berlin: Schmidt. (3. Auflage)
- Tajmel, T. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft*. Wiesbaden: Springer.

- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht: Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.
- Thaler, V. (2007). Mündlichkeit, Schriftlichkeit, Synchronizität. *Zeitschrift für Germanistische Linguistik*, 35, 146–181.
- Thim-Mabrey, C. & Lindl, A. (in Vorb.). Erklärqualität aus sprachwissenschaftlicher Sicht: Die Wahrnehmung der sprachlichen Verständlichkeit von Erklärvideos aus elf verschiedenen Fächern. In A. Schilcher, S. Krauss, A. Lindl & S. Hilbert (Hrsg.), *Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Erklären*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Tipler, P. & Mosca, G. (2012). *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure* (6. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Tomlinson, P. & Hunt, D. (1971). Differential effects of rule-example order as a function of learner Conceptual Level. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 3 (3), 237–245.
- Toulmin, S. (1981). *Voraussicht und Verstehen: Ein Versuch über die Ziele der Wissenschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Treagust, D. & Harrison, A. (1999). The Genesis of Effective Explanations for the Classroom. In J. Loughran (Hrsg.), *Researching Teaching: Methodologies and Practices for Understanding Pedagogy* (S. 28–43). London: Falmer Press.
- Urban-Woldron, H. & Hopf, M. (2012). Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 201–227.
- van Es, E. & Sherin, M. (2002). Learning to Notice: Scaffolding New Teachers' Interpretations of Classroom Interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10 (4), 571–596.
- Vollmer, H. J. & Thürmann, E. (2010). Zur Sprachlichkeit des Fachlernens: Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 107–132). Tübingen: Narr.
- Voss, T. & Kunter, M. (2011). Pädagogisch-psychologisches Wissen von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 193–214). Münster: Waxmann.
- Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Band 2*. Stuttgart: Klett.
- Wagner, A. & Wörn, C. (2011). *Erklären lernen – Mathematik verstehen: Ein Praxisbuch mit Lernangeboten*. Seelze: Kallmeyer.
- Webb, N. M., Troper, J. D. & Fall, R. (1995). Constructive Activity and Learning in

- Collaborative Small Groups. *Journal of Educational Psychology*, 87 (3), 406–423.
- Wellenreuther, M. (2013). *Lehren und Lernen – aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht* (6. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press.
- Wenglinsky, H. (2002). How Schools Matter: The Link Between Teacher Classroom Practices and Student Academic Performance. *Education Policy Analysis Archives*, 10 (12), 1–30.
- Westermann, R. (2000). *Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik: Ein Lehrbuch zur Psychologischen Methodenlehre*. Göttingen: Hogrefe.
- Wiedemann, P. M. (1987). *Entscheidungskriterien für die Auswahl qualitativer Interviewstrategien: Forschungsbericht aus dem Institut für Psychologie* (Bericht). Berlin: Technische Universität Berlin.
- Wiesner, H. & Schecker, H. (2011). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. In M. Hopf, H. Schecker & H. Wiesner (Hrsg.), *Physikdidaktik kompakt* (S. 34–47). Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 115–138). Berlin: Springer Spektrum.
- Wilson, H. & Mant, J. (2011). What makes an exemplary teacher of science? The pupils' perspective. *School Science Review*, 93 (343), 115–119.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe.
- Wittwer, J., Nückles, M., Landmann, N. & Renkl, A. (2010). Can Tutors Be Supported in Giving Effective Explanations? *Journal of Educational Psychology*, 102 (1), 74–89.
- 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. doi: 10.1080/00461520701756420
- Wragg, E. C. (1993). *Primary Teaching Skills*. London, New York: Routledge.
- Wragg, E. C. & Brown, G. (2001). *Explaining in the Secondary School*. London: RoutledgeFalmer.
- Wragg, E. C. & Wood, E. K. (1984). Pupil appraisals of teaching. In *Classroom Teaching Skills: The Research Findings of the Teacher Education Project* (S. 79–96). London: Croom Helm.

Literaturverzeichnis

- Wright, G. H. v. (1991). *Erklären und Verstehen*. Frankfurt a. M.: Hain.
- Wörn, C. (2014). *Unterrichtliche Erklärsituationen: Eine empirische Studie zum Lehrerhandeln und zur Kommunikation im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Yeo, S. & Zadnik, M. (2001). Introductory Thermal Concept Evaluation: Assessing Students' Understanding. *The Physics Teacher*, 39 (8), 496–504.

Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haerberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR

- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons
ISBN 978-3-8325-2540-8 36.00 EUR
- 104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*
ISBN 978-3-8325-2548-4 47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*
ISBN 978-3-8325-2558-3 54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen
ISBN 978-3-8325-2574-3 45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*
ISBN 978-3-8325-2609-2 36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*
ISBN 978-3-8325-2674-0 44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes
ISBN 978-3-8325-2680-1 33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement
ISBN 978-3-8325-2684-9 36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*
ISBN 978-3-8325-2761-7 40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*
ISBN 978-3-8325-2804-1 34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2817-1 40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe
ISBN 978-3-8325-2843-0 39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-2853-9 39.50 EUR

- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR
- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR
- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR

- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR
- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR
- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR

- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR
- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR
- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR

- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR
- 166 Veranika Maiseyenka: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR

- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR
- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln.
Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter_innen der Sekundarstufenlehrkräfte*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR
- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR

- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR
- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR

- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen.
Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR
- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR

- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR
- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR

- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik?
Eine Untersuchung mit Studierenden
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR
- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR

- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?
Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR
- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR

- 243 Katrin Schüßler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR
- 244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR
- 245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR
- 246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR
- 247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR
- 248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR
- 249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR
- 250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR
- 251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR
- 252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR
- 253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR
- 254 Julia Haase: Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*
ISBN 978-3-8325-4685-4 38.50 EUR
- 255 Antje J. Heine: Was ist Theoretische Physik? *Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*
ISBN 978-3-8325-4691-5 46.50 EUR

- 256 Claudia Meinhardt: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern
ISBN 978-3-8325-4712-7 47.00 EUR
- 257 Ann-Kathrin Schlüter: Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht
ISBN 978-3-8325-4713-4 53.50 EUR
- 258 Stefan Richtberg: Elektronenbahnen in Feldern. Konzeption und Evaluation einer webbasierten Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-4723-3 49.00 EUR
- 259 Jan-Philipp Burde: Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells
ISBN 978-3-8325-4726-4 57.50 EUR
- 260 Frank Finkenberg: Flipped Classroom im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-4737-4 42.50 EUR
- 261 Florian Treisch: Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar
ISBN 978-3-8325-4741-4 41.50 EUR
- 262 Desiree Mayr: Strukturiertheit des experimentellen naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses
ISBN 978-3-8325-4757-8 37.00 EUR
- 263 Katrin Weber: Entwicklung und Validierung einer Learning Progression für das Konzept der chemischen Reaktion in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4762-2 48.50 EUR
- 264 Hauke Bartels: Entwicklung und Bewertung eines performanznahen Videovignetten-tests zur Messung der Erklärfähigkeit von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-4804-9 37.00 EUR
- 265 Karl Marniok: Zum Wesen von Theorien und Gesetzen in der Chemie. *Begriffsanalyse und Förderung der Vorstellungen von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4805-6 42.00 EUR
- 266 Marisa Holzapfel: Fachspezifischer Humor als Methode in der Gesundheitsbildung im Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4808-7 50.00 EUR
- 267 Anna Stolz: Die Auswirkungen von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad auf Leistung und Motivation der Schülerinnen und Schüler
ISBN 978-3-8325-4781-3 38.00 EUR
- 268 Nina Ulrich: Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. *Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*
ISBN 978-3-8325-4814-8 43.50 EUR

- 269 Kim-Alessandro Weber: Quantenoptik in der Lehrerfortbildung. *Ein bedarfsgeprägtes Fortbildungskonzept zum Quantenobjekt „Photon“ mit Realexperimenten*
ISBN 978-3-8325-4792-9 55.00 EUR
- 270 Nina Skorsetz: Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter. *Eine Fragebogen- und Videostudie zur Motivation, sich mit Naturphänomenen zu beschäftigen*
ISBN 978-3-8325-4825-4 43.50 EUR
- 271 Franziska Kehne: Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4846-9 45.00 EUR
- 272 Markus Elsholz: Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. *Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase*
ISBN 978-3-8325-4857-5 37.50 EUR
- 273 Joachim Müller: Studienerfolg in der Physik. *Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg*
ISBN 978-3-8325-4859-9 35.00 EUR
- 274 Jennifer Dörschelln: Organische Leuchtdioden. *Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-4865-0 59.00 EUR
- 275 Stephanie Strelow: Beliefs von Studienanfängern des Kombi-Bachelors Physik über die Natur der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4881-0 40.50 EUR
- 276 Dennis Jaeger: Kognitive Belastung und aufgabenspezifische sowie personenspezifische Einflussfaktoren beim Lösen von Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-4928-2 50.50 EUR
- 277 Vanessa Fischer: Der Einfluss von Interesse und Motivation auf die Messung von Fach- und Bewertungskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4933-6 39.00 EUR
- 278 René Dohrmann: Professionsbezogene Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Veranstaltung. *Eine multimethodische Studie zu den professionsbezogenen Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Blockveranstaltung auf Studierende der Bachelorstudiengänge Lehramt Physik und Grundschulpädagogik (Sachunterricht)*
ISBN 978-3-8325-4958-9 40.00 EUR
- 279 Meike Bergs: Can We Make Them Use These Strategies? *Fostering Inquiry-Based Science Learning Skills with Physical and Virtual Experimentation Environments*
ISBN 978-3-8325-4962-6 39.50 EUR
- 280 Marie-Therese Hauerstein: Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter*
ISBN 978-3-8325-4982-4 42.50 EUR

- 281 Verena Zucker: Erkennen und Beschreiben von formativem Assessment im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Teilfähigkeiten der professionellen Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4991-6 38.00 EUR
- 282 Victoria Telser: Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4996-1 50.50 EUR
- 283 Kristine Tschirschky: Entwicklung und Evaluation eines gedächtnisorientierten Aufgabendesigns für Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-5002-8 42.50 EUR
- 284 Thomas Elert: Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab
ISBN 978-3-8325-5004-2 41.50 EUR
- 285 Britta Kalthoff: Explizit oder implizit? *Untersuchung der Lernwirksamkeit verschiedener fachmethodischer Instruktionen im Hinblick auf fachmethodische und fachinhaltliche Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-5013-4 37.50 EUR
- 286 Thomas Dickmann: Visuelles Modellverständnis und Studienerfolg in der Chemie. *Zwei Seiten einer Medaille*
ISBN 978-3-8325-5016-5 44.00 EUR
- 287 Markus Sebastian Feser: Physiklehrkräfte korrigieren Schülertexte. *Eine Explorationsstudie zur fachlich-konzeptuellen und sprachlichen Leistungsfeststellung und -beurteilung im Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-5020-2 49.00 EUR
- 288 Matylda Dudzinska: Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback im Physikunterricht der Sekundarstufe 1. *Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen*
ISBN 978-3-8325-5025-7 47.00 EUR
- 289 Ines Sonnenschein: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor
ISBN 978-3-8325-5033-2 52.00 EUR
- 290 Florian Simon: Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. *Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*
ISBN 978-3-8325-5036-3 49.50 EUR
- 291 Marie-Annette Geyer: Physikalisch-mathematische Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge. *Das Vorgehen von SchülerInnen der Sekundarstufe 1 und ihre Schwierigkeiten*
ISBN 978-3-8325-5047-9 46.50 EUR
- 292 Susanne Digel: Messung von Modellierungskompetenz in Physik. *Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikspezifischer Modellierungskompetenz*
ISBN 978-3-8325-5055-4 41.00 EUR

- 293 Sönke Janssen: Angebots-Nutzungs-Prozesse eines Schülerlabors analysieren und gestalten. *Ein design-based research Projekt*
ISBN 978-3-8325-5065-3 57.50 EUR
- 294 Knut Wille: Der Productive Failure Ansatz als Beitrag zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur
ISBN 978-3-8325-5074-5 49.00 EUR
- 295 Lisanne Kraeva: Problemlösestrategien von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5110-0 59.50 EUR
- 296 Jenny Lorentzen: Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens
ISBN 978-3-8325-5120-9 39.50 EUR
- 297 Micha Winkelmann: Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen
ISBN 978-3-8325-5147-6 48.50 EUR
- 298 Carina Wöhlke: Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung angehender Physiklehrkräfte
ISBN 978-3-8325-5149-0 43.00 EUR
- 299 Thomas Schubatzky: Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. *Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*
ISBN 978-3-8325-5159-9 50.50 EUR
- 300 Amany Annaggar: A Design Framework for Video Game-Based Gamification Elements to Assess Problem-solving Competence in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-5150-6 52.00 EUR
- 301 Alexander Engl: CHEMIE PUR – Unterrichten in der Natur: *Entwicklung und Evaluation eines kontextorientierten Unterrichtskonzepts im Bereich Outdoor Education zur Änderung der Einstellung zu „Chemie und Natur“*
ISBN 978-3-8325-5174-2 59.00 EUR
- 302 Christin Marie Sajons: Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. *Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*
ISBN 978-3-8325-5155-1 56.00 EUR
- 303 Philipp Bitzenbauer: Quantenoptik an Schulen. *Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*
ISBN 978-3-8325-5123-0 59.00 EUR
- 304 Malte S. Ubben: Typisierung des Verständnisses mentaler Modelle mittels empirischer Datenerhebung am Beispiel der Quantenphysik
ISBN 978-3-8325-5181-0 43.50 EUR
- 305 Wiebke Kuske-Janßen: Sprachlicher Umgang mit Formeln von LehrerInnen im Physikunterricht am Beispiel des elektrischen Widerstandes in Klassenstufe 8
ISBN 978-3-8325-5183-4 47.50 EUR

- 306 Kai Bliesmer: Physik der Küste für außerschulische Lernorte. *Eine Didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5190-2 58.00 EUR
- 307 Nikola Schild: Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik
ISBN 978-3-8325-5226-8 42.00 EUR
- 308 Daniel Averbeck: Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. *Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen*
ISBN 978-3-8325-5227-5 51.00 EUR
- 309 Martina Strübe: Modelle und Experimente im Chemieunterricht. *Eine Videostudie zum fachspezifischen Lehrerwissen und -handeln*
ISBN 978-3-8325-5245-9 45.50 EUR
- 310 Wolfgang Becker: Auswirkungen unterschiedlicher experimenteller Repräsentationen auf den Kenntnisstand bei Grundschulkindern
ISBN 978-3-8325-5255-8 50.00 EUR
- 311 Marvin Rost: 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
- 312 Christina Kobl: Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR
- 313 Ann-Kathrin Beretz: Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts – *eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik*
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR
- 314 Judith Breuer: 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
- 315 Michaela Oettle: Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. *Eine Delphi-Studie*
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 EUR
- 316 Volker Brüggemann: Entwicklung und Pilotierung eines adaptiven Multistage-Tests zur Kompetenzerfassung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens
ISBN 978-3-8325-5331-9 40.00 EUR
- 317 Stefan Müller: 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: Alltagsentscheidungen für den Chemieunterricht erkennen und Entscheidungsprozesse explorativ begleiten
ISBN 978-3-8325-5379-1 59.00 EUR

- 319 Lars Ehlert: Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten
ISBN 978-3-8325-5393-71 41.50 EUR
- 320 Florian Seiler: Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5397-5 47.50 EUR
- 321 Nadine Boele: 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: Entwicklung und Evaluation digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-5410-1 49.50 EUR
- 323 Lars-Frederik Weiß: 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: Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. *Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts*
ISBN 978-3-8325-5421-7 51.00 EUR
- 325 Kübra Nur Celik: 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: 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: 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: Schülerlabore als interesselördernde authentische Lernorte für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen
ISBN 978-3-8325-5454-5 50.50 EUR
- 329 Christopher Kurth: Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5457-6 58.50 EUR
- 330 Dagmar Michna: 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: 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: 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
- 333 Erik Heine: 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
- 334 Simon Goertz: 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: 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
- 336 Alina Behrendt: 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
- 337 Manuel Daiber: Entwicklung eines Lehrkonzepts für eine elementare Quantenmechanik *Formuliert mit In-Out Symbolen*
ISBN 978-3-8325-5507-8 48.50 EUR
- 338 Felix Pawlak: Das Gemeinsame Experimentieren (an-)leiten *Eine qualitative Studie zum chemiespezifischen Classroom-Management*
ISBN 978-3-8325-5508-5 46.50 EUR
- 339 Liza Dopatka: Konzeption und Evaluation eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzeptes für den Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht
ISBN 978-3-8325-5514-6 69.50 EUR
- 340 Arne Bewersdorff: Untersuchung der Effektivität zweier Fortbildungsformate zum Experimentieren mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln
ISBN 978-3-8325-5522-1 39.00 EUR
- 341 Thomas Christoph Münster: Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik
ISBN 978-3-8325-5534-4 44.50 EUR
- 342 Ines Komor: Förderung des symbolisch-mathematischen Modellverständnisses in der Physikalischen Chemie
ISBN 978-3-8325-5546-7 46.50 EUR
- 343 Verena Petermann: 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

- 344 Jana Heinze: Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR
- 345 Jannis Weber: Mathematische Modellbildung und Videoanalyse zum Lernen der Newtonschen Dynamik im Vergleich
ISBN 978-3-8325-5566-5 68.00 EUR
- 346 Fabian Sterzing: 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
- 347 Lars Greitemann: 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: Diagnose experimenteller Kompetenzen in der laborpraktischen Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5587-0 48.00 EUR
- 349 William Lindlahr: 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: Teilnahmemotivation und situationales Interesse von Kindern und Eltern im experimentellen Lernsetting KEMIE
ISBN 978-3-8325-5598-6 43.00 EUR
- 351 Katharina Nave: 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

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

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. Hans Niedderer
Inst. f. Didaktik der Naturwissenschaften,
Abt. Physikdidaktik,
FB Physik/ Elektrotechnik,
Universität Bremen,
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen
Tel. 0421-218 4695 (Sekretariat),
e-mail: niedderer@physik.uni-bremen.de

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

Prof. Dr. Elke Sumfleth
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen
Tel. 0201-183 3757/3761,
e-mail: elke.sumfleth@uni-due.de

Erklären ist eine wichtige Aktivität des Unterrichtens. Durch die notwendige sprachliche Anpassung an die Lernenden steht das Erklären im Spannungsfeld zwischen Fach- und Alltagssprache. Diese beiden Sprachvarianten unterscheiden sich neben Wort-, Satz- und Textebene auch in ihrer Konzeption. Während sich Fachsprache auch im mündlichen Gebrauch an der konzeptionellen Schriftsprachlichkeit orientiert, ist Alltagssprache eher der konzeptionellen Mündlichkeit zuzuordnen.

Untersucht wird, inwiefern sich die sprachliche Konzeption auf die Einschätzung der Qualität von Unterrichtserklärungen auswirkt. Hierfür wurden Videovignetten von Erklärungen für den Physikunterricht je einmal in konzeptionell mündlicher und einmal in konzeptionell schriftlicher Form erstellt. Mithilfe eines Online-Fragebogens wurden diese von insgesamt $N = 229$ Lehrenden (aus Fachdidaktik oder Schule) und Lernenden (aus Schule und Universität) bewertet. Mit Interviews wurde ergänzend die Wahrnehmung einzelner Aspekte von Erklärungen durch Lernende untersucht.

Der direkte Vergleich zeigt zwar systematisch unterschiedliche Einschätzungen zugunsten der konzeptionell mündlichen Erklärungen, jedoch keinen unterschiedlichen Lernzuwachs bei den Lernenden. Allerdings beeinflusst die Sprachkonzeption die Wahrnehmung anderer Qualitätskriterien, wie die der wahrgenommenen Adressatenorientierung. Damit kann die Sprachkonzeption als vielversprechender Faktor zur Erhöhung der Erklärqualität gesehen werden.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5553-5