

David Woitkowski, Christoph Vogelsang (Hrsg.)

Zentrale Themen der Ideengeschichte
physikdidaktischer Forschung in
Deutschland anhand
ausgewählter Originalquellen

λoγoς

David Woitkowski, Christoph Vogelsang (Hrsg.)

Zentrale Themen der Ideengeschichte
physikdidaktischer Forschung in Deutschland
anhand ausgewählter Originalquellen

Logos Verlag Berlin



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 2021

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5268-8

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

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<http://www.logos-verlag.de>

Eine wissenschaftliche Disziplin etabliert sich wesentlich auch dadurch, dass sie sich ihre eigenen Wurzeln, ihrer Ideen- und Forschungsgeschichte gewiss ist, sie reflektiert und ihre Tradition fortentwickelt. Daher mein zweigeteilter zweiter Wunsch: Als Doktorierende über den Tellerrand des eigenen Forschungsthemas blicken und für die Doktorierendenausbildung stärker über die Elemente einer naturwissenschaftsdidaktischen Bildung nachdenken.

H. Schecker, 2017 [65]

Inhalt

Einleitung	7
<i>Christoph Vogelsang, David Woitkowski</i>	
Themen und Originalquellen	15
1 Begründung und Ziele von Physikunterricht	15
<i>Horst Schecker, Peter Reinhold</i>	
2 Bildungstheoretische Zugänge	19
<i>Helmut Fischler</i>	
3 Wagenscheins Ideen	23
<i>Peter Labudde</i>	
4 Erkenntnistheoretische und empirische Fundierung	27
<i>Horst Schecker</i>	
5 Interessenforschung	31
<i>Peter Reinhold</i>	
6 Konstruktivistisches Verständnis von Wissensaufbau	35
<i>Peter Labudde</i>	
7 Fachliche Orientierung	39
<i>Erich Starauschek</i>	
8 Schülervorstellungen	43
<i>Rita Wodzinski</i>	
9 Didaktische Rekonstruktion	47
<i>Michael Komorek</i>	
10 Experimente	51
<i>Erich Starauschek</i>	
11 Natur der Naturwissenschaften	55
<i>Dietmar Höttecke</i>	

Rahmentexte	59
Eine Delphi-Studie zur Erstellung der Literaturliste . . .	59
<i>David Woitkowski, Christoph Vogelsang</i>	
Schlaglichter der Didaktik der Physik als Ausgangspunkt für eigene Überlegungen: Eine Perspektive des wis- senschaftlichen Nachwuchses	75
<i>Jenna Koenen</i>	
Gedanken zur Bedeutung der Ideengeschichte für die Phy- sikdidaktik	79
<i>Martin Hopf</i>	
Gedanken zur Literaturliste	85
<i>Rainer Wackermann</i>	
Kritische Rückmeldungen im Projektverlauf	89
<i>David Woitkowski, Christoph Vogelsang</i>	
 Literaturverzeichnis	 95

Einleitung

Christoph Vogelsang, David Woitkowski

Entwicklung der Didaktik der Physik als Disziplin

Die Fachdidaktiken der Naturwissenschaften generell und die Didaktik der Physik im Speziellen sind mittlerweile als fester Bestandteil an den meisten lehrerbildenden Hochschulen im deutschsprachigen Raum etabliert [41]. Im Laufe ihrer historischen Entwicklung haben ihre Akteure ein Selbstverständnis als eigene wissenschaftliche Disziplin entwickelt, die eigene Forschungsfelder und -fragestellungen in den Fokus nimmt und mit spezifischen adaptierten oder entwickelten Forschungsformaten und -methoden untersucht [66] (vgl. auch [57]) und die in spezialisierten Fachzeitschriften veröffentlicht werden (z. B. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *PhyDid – Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*). Dies geht einher mit weiteren Entwicklungsprozessen, wie sie für die Entwicklung wissenschaftlicher Disziplinen typisch sind [68]. Zum ersten nimmt die Forschungs- und Entwicklungsaktivität innerhalb der Didaktik der Physik weiter zu. Beispielsweise stieg die Zahl an veröffentlichten Beiträgen zu den Jahrestagungen der *Gesellschaft der Didaktik der Chemie und Physik* (GDGP) im zeitlichen Verlauf stark an. Wurden für die Jahrestagung im Jahr 2009 noch 158 Beiträge veröffentlicht, so waren es zehn Jahre später im Jahr 2019 bereits 263 (jeweils Vorträge und Posterbeiträge). Auch die Zahl von Wissenschaftler_innen stieg kontinuierlich an, deutlich sichtbar an der zunehmenden Zahl naturwissenschaftsdidaktischer Promotionen. Erschienen beispielsweise in der Reihe *Studien zum Physik- und Chemielernen* des Logos-Verlags zwischen den Jahren 2000 und 2009 97 Bände, die meisten davon Promotionschriften, so waren es in den Jahren 2010 bis 2019 schon 193 Bände.

Zum zweiten differenzieren sich auch die Naturwissenschaftsdidaktiken und damit auch die Didaktik der Physik selbst inhaltlich immer stärker aus. Es entstehen eigene *Cluster* aus Akteuren, die sich mit spezifischen Fragestellungen und Inhaltsfeldern auseinandersetzen und es ist auch in der Didaktik der Physik kaum noch möglich, als Generalist_in eine hohe Expertise in allen Bereichen der Disziplin zu entwickeln. Dies geht auch damit einher, dass sich physikdidaktische Forschung nicht mehr nur auf formelle, schulisches Bildungskontexte bezieht, sondern sich zunehmend als eigenständige Grundlagendisziplin zum Lehren und Lernen von Physik versteht [73] (vgl. auch [2]). Zum dritten orientiert sich auch die deutschsprachige Didaktik der Physik immer stärker an Formaten und Erkenntnissen der internationalen Forschung zur *science education*. Zugleich werden Forschungsergebnisse aus dem Kontext der deutschsprachigen Didaktik der Physik zunehmend auf internationalen Fachkongressen oder in internationalen Zeitschriften publiziert.

Diese Entwicklungsprozesse bilden sich auch darin ab, dass immer mehr sekundäre Literatur zur eigenen Disziplin entsteht. Erste Lehrbücher zur Didaktik der Physik, die sich primär an Studierende des Lehramts oder an Lehrkräfte richteten, erschienen schon relativ früh (z. B. Anfang des 20. Jahrhunderts von Grimsehl [18] und Poske [59]) und wurden immer wieder durch neue Auflagen oder Werke ergänzt (z. B. [40, 33, 80, 48]). Daneben erschienen in jüngerer Zeit aber auch eigene Lehrwerke zu Methoden naturwissenschaftsdidaktischen Forschung, die sich gezielt an Nachwuchswissenschaftler_innen richten (z. B. [46]), oder auch Werke, die Diskurse innerhalb der Disziplin fokussiert beschreiben (z. B. [5]).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Didaktik der Physik zwar immer noch eine vergleichsweise junge Wissenschaftsdisziplin darstellt, aber dennoch schon über eine reichhaltige Entwicklungs- und auch Ideengeschichte verfügt.

Bedeutung der Ideengeschichte

Zugleich bedeuten die beschriebenen Entwicklungen jedoch auch, dass die eigenen ideengeschichtlichen Wurzeln unserer Disziplin – wie in allen ausdifferenzierten Wissenschaften – in den Erfordernissen des aktuellen »Forschungsbetriebs« nicht mehr so stark präsent sind. Sie sind gerade uns Nachwuchswissenschaftler_innen selbst nicht immer bewusst, die häufig erst nach der Jahrtausendwende ihre ersten Schritte in der physikdidaktischen Forschung gemacht haben. Viele auch aktuell bearbeitete Forschungsfragen und -probleme wurden schon in der Frühzeit der deutschsprachigen Physikdidaktik aufgeworfen und auf einer theoretisch hoch differenzierten Basis untersucht. Diese Arbeiten können zum einen auch für aktuelle Forschungsvorhaben noch eine gute Anregung bieten, den Blick für die Einordnung eigener Forschung in größere theoretische und gesellschaftliche Zusammenhänge zu weiten, die eigenen Forschungsparadigmen und Annahmen kritisch zu reflektieren und so die eigene Arbeit vertieft zu fundieren. Sie helfen, ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass bestimmte Herausforderungen physikalischer Bildung schon sehr lange bestehen und es im wahrsten Sinne des Wortes gilt, auch in der physikdidaktischen Forschung »dicke Bretter zu bohren«. Zugleich zeigen sie, welche Fragen auch in der Vergangenheit nicht geklärt werden konnten, und können so auch heute Ausgangspunkt neuer Forschungen werden. Zum anderen sollten nach unserem Verständnis auch gerade wir Nachwuchswissenschaftler_innen als Teil unserer Sozialisation in die Disziplin ein gewisses Bewusstsein für ihre Ideengeschichte erwerben, die eben etwas mehr ist als reines Lehrbuchwissen.

Literaturliste zu physikdidaktischen Meilensteinen

Im Rahmen der Verleihung der GDCP-Ehrenmedaille 2017 auf der Jahrestagung in Regensburg wurde vom Preisträger Horst Schecker angeregt, eine Art Literaturliste zu erstellen, die zentrale Texte aus

der vielfältigen Forschungstradition der Physik- und Chemiedidaktik umfasst und einer jüngeren Generation von Wissenschaftler_innen kompakt zugänglich macht [65]. Sie soll es angehenden Fachdidaktiker_innen ermöglichen, sich die Entwicklungsgeschichte, zentrale Ansätze und Paradigmen der eigenen Disziplin zumindest überblicksartig anzueignen.

Als Nachwuchswissenschaftler haben wir selbst ein großes Interesse an solch einer Liste zentraler Originalliteratur und an der darin aufscheinenden Entwicklungsgeschichte unserer Forschungsdisziplin. Daher haben wir erste Schritte zur Erstellung einer solchen Liste vorgenommen, indem wir in einem Delphi-Verfahren auf die Einschätzungen und Expertise erfahrener Kolleg_innen zurückgegriffen haben. Wir gehen dabei davon aus, dass sich die Geschichte unserer Disziplin unter anderem in zentralen Veröffentlichungen zeigt, die zu ihrer jeweiligen Zeit prägend für die fachdidaktische Forschung und Diskussion waren. Wir hofften so, eine Zusammenstellung an Literatur zu finden, die viele Perspektiven umfasst und auch eine gewisse Akzeptanz in der fachdidaktischen Gemeinschaft findet. Zu Beginn hatten wir selbst noch keine vollständig konkrete Vorstellung davon »wohin die Reise geht«. Im Gegenteil wurde die Methode der Delphi-Studie gewählt, um das Projekt möglichst weitgehend an die Vorstellungen und Bedürfnisse innerhalb der Community zu binden.

Begannen wir mit dem Ziel, auch chemiedidaktische Perspektiven und Entwicklungen abzubilden, stellte sich im Verlauf der Befragung heraus, dass wir uns aufgrund der Zahl der Rückmeldungen und auch der (Un-)Einigkeit der Expert_innen auf die *Didaktik der Physik im deutschsprachigen Raum* beschränken würden. Die konkrete Ausgestaltung der Liste wurde auch auf zwei Workshops auf den Jahrestagungen 2018 und 2019 der GDCP mit den Teilnehmenden diskutiert und weiter konkretisiert [82, 83]. Auf Basis der Ergebnisse der Delphi-Befragung und der Rückmeldungen aus

den Workshops wurde eine Liste erstellt, die inhaltlich nach ideengeschichtlichen Meilensteinen der physikdidaktischen Forschung strukturiert ist. Im Entwicklungsprozess wurde zudem sehr schnell deutlich, dass eine reine Liste an Literatur für unser Anliegen ohne eine Einordnung der durch diese Literatur repräsentierten Forschungsansätze, Theoriekomplexe und Erkenntnisse nicht sinnvoll ist. Wir baten daher im Anschluss an die Erstellung der Liste erfahrene Kolleg_innen der Physikdidaktik darum, für die Literatur der so identifizierten Meilensteine eine entsprechende Einordnung zu schreiben. Unsere zentralen Anliegen sind dabei zum einen, die primären Originaltexte in den Vordergrund zu stellen und zum anderen Nachwuchswissenschaftler_innen, die im Rahmen ihrer Tätigkeiten schon große Mengen Literatur für ihre jeweiligen Forschungsthemen lesen müssen, zur Beschäftigung mit der Ideengeschichte anzuregen. Die jeweiligen Einordnungen sollten daher einen kompakten Umfang aufweisen und keine vollständigen Abhandlungen über die jeweiligen Texte darstellen. Vielmehr sollen sie knapp die Bedeutsamkeit der in den Texten abgebildeten Arbeiten für die damalige und die heutige Physikdidaktik illustrieren. Wir strebten explizit kein (weiteres) Einführungs-Lehrbuch an und keine aktualisierte Forschungsübersicht (wie z. B. [9]), sondern eine Ergänzung anderer Art. Im Prozess der Erstellung und im Gespräch mit den Expert_innen stellte sich dabei heraus, dass einige wenige Texte in der Delphi-Befragung zwar als zentral genannt wurden, andere Texte der genannten Autoren sich aber aufgrund der Zugänglichkeit und der stärkeren Exemplarität für das Anliegen unserer Liste besser eigneten. Wir sind an diesen Stellen daher von unserer ursprünglichen Auswahl begründet abgewichen.

Um die Vielfältigkeit der Perspektiven auch auf die Ideengeschichte unserer eigenen Disziplin abzubilden, haben wir zudem Kolleg_innen gebeten, die Liste als Ganzes einer kritischen Würdigung zu unterziehen.

Was soll diese Liste leisten?

Diese Literaturliste soll explizit nicht verstanden werden als eine Gewichtung oder gar Bewertung der Forschungsschwerpunkte oder Leistungen einzelner physikdidaktischer Arbeitsgruppen. Sie will und kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die Forschungslandschaft der Didaktik der Physik ist und war auch in der Vergangenheit vielfältiger, als es in einer kurzen Literaturliste abbildbar ist. Und aufgrund der Unterschiedlichkeit der Strömungen in unserer Forschungsgemeinschaft kann auch kein Konsens aller Beteiligten erreicht werden. Wir wollten kein wie auch immer geartetes System relevanter oder irrelevanter Schriften erstellen; die Liste soll daher explizit nicht so verstanden werden, dass sie festlegt, welche Texte aus der Ideengeschichte der Physikdidaktik bedeutend sind und welche nicht. Das ist und war nie unsere Absicht. Wir sehen die Liste vielmehr als Ausgangspunkt, den weiteren »Verästelungen« der Ideengeschichte der Physikdidaktik nachzuspüren und eigene Schwerpunkte zu setzen.

Auch soll die Liste nicht als Festlegung verstanden werden, wie die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses zu gestalten ist, sie zu verschulen oder verpflichtende Inhalte vorzuschreiben. Wir wollen explizit, dass die Vielfalt verschiedener Ausbildungsformen und -ansätze in unserer physikdidaktischen Gemeinschaft erhalten bleibt und sich weiter ausdifferenziert. Als Anhänger eines humanistischen Bildungsideals sind wir aber der Ansicht, dass gerade in der Promotions- und Postdoc-Phase Zeit sein sollte, um sich auch abhängig von der persönlichen Interessenlage mit dem Großen und Ganzen, mit der Historie und Genese der eigenen Disziplin auseinanderzusetzen, sich selbst als Wissenschaftler-Persönlichkeit zu entwickeln, eigene Standpunkte herauszubilden und das eigene Projekt in der Ideengeschichte der Physikdidaktik zu verorten. In diesem Sinne soll die Liste als Anregung zur Zusammenstellung eines eigenen *studium generale* für unsere Fachdisziplin verstanden

werden. Sie ist ein Angebot für Personen, die unser Interesse teilen.

Vor diesem Hintergrund sehen wir diese Literaturliste als Resource, die die historische Vielfalt fachdidaktischer Denk- und Forschungsansätze kompakt zugänglich macht und die zur Reflexion über die Fachdidaktik und ihr Selbstverständnis als wissenschaftliche Disziplin anregt. Wir wünschen uns, dass durch diese Liste Diskussionen und Ideen entstehen, die uns als wissenschaftlichem Nachwuchs auf sinnvolle und ökonomische Weise die »Werdung« unseres eigenen Faches nahebringen.

Im Zuge unserer Workshops konnten wir derartige Prozesse schon beobachten. So wurden beispielsweise einige Texte der vorläufigen Liste in einzelnen Arbeitsgruppen im Format von Journal Clubs gelesen und diskutiert.

Danksagung

Wir möchten an dieser Stelle allen Expert_innen danken, die durch ihre Rückmeldungen zur Delphi-Befragung zur Erstellung beigetragen haben. Einen ganz großen Dank möchten wir insbesondere den Kolleg_innen sagen, die durch das Verfassen der einordnenden Texte uns als wissenschaftlichem Nachwuchs die Ideengeschichte unserer Disziplin zugänglich machen, ebenso diejenigen, die das Endergebnis einer kritischen Würdigung unterzogen haben. Vielen Dank auch allen Teilnehmenden an unseren Workshops und den Verfasser_innen der vielfältigen kritischen sowie ermutigenden Zuschriften, deren Rückmeldungen uns für die Konkretisierung des Vorhabens sehr geholfen haben.

Unser Projekt ist kein Projekt einer wissenschaftlichen Fachgesellschaft, weder der GDCP noch des Fachverbands Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Wir bedanken uns aber bei den Vorständen und Geschäftsführenden beider Verbände für wertvolle Rückmeldungen und die Möglichkeit, Mailverteiler für Anfragen an die Mitglieder zu nutzen.

Eintrag 1: Begründung und Ziele von Physikunterricht

Georg Kerschensteiner (1914) [31]
Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Peter Häußler, Karl Frey, Lore Hoffmann,
Jürgen Rost & Hans Spada (1988) [19]
**Physikalische Bildung für heute und morgen.
Ergebnisse einer curricularen Delphi-Studie.**

Einordnender Text von Horst Schecker, Peter Reinhold

Warum und wofür gibt es das Fach Physik als Teil des obligatorischen Kanons an Schulen? Diese Frage mag für Physik-affine Personen überflüssig, ja sogar eigenartig erscheinen. Aber es gibt z. B. auch kein Pflichtfach »Jura«. Das Fach Physik hat sich wie jedes Fach zu legitimieren*. Während Kerschensteiner die Frage bildungstheoretisch angeht, wählt die Studie von Häußler et al. einen empirischen Zugang.

Kerschensteiners Schrift von 1914 ist ein Klassiker in der Debatte um den Bildungswert der Naturwissenschaften. Der Reformpädagoge war damals einflussreicher Stadtschulrat in München, später Professor an der LMU München. Während das Fach Mathematik als Schulung des formalen Denken nie infrage gestellt wurde, standen die Naturwissenschaften hinsichtlich ihres Bildungswerts in einem Rechtfertigungszwang gegenüber den alten Sprachen.

Kerschensteiner kritisiert die »Vielwisserei« bzw. die »enzyklopädische Vollständigkeit«, die dem naturwissenschaftlichen Unterricht anhafte (materiale Bildung). Er sieht deren »Erziehungswert«

* Eine prägnante Darstellung der Argumente für die Begründung und Legitimation des Physikunterrichts findet sich im Lehrbuch von Bleichroth et al. [4].

vielmehr in der geistigen Strenge der Naturwissenschaften bei der Begriffsbildung und beim Urteilen – insbesondere der Physik –, die zur Schulung des logischen Denkens führe (»geistige Zucht«) und damit zur formalen Bildung. Um dieses Potenzial einzulösen, müsse der Unterricht allerdings grundlegend umgestaltet werden. In heutigen Begriffen würde man Kerschensteiners Konzeption als Stärkung des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung bezeichnen. Schüler sollen Fragen stellen, Vermutungen formulieren und diese systematisch überprüfen, statt Erkenntnisse anzuhäufen. In Teilen liest sich Kerschensteiners Buch wie ein Lehrbuch der Physikdidaktik.

Auch noch heute (2020) wird der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung immer wieder bezweifelt und statt dessen ihr Nützlichkeitsaspekt hervorgehoben. Es lohnt daher, sich mit Kerschensteiners Text auseinanderzusetzen und zu reflektieren, ob die Praxis des Physikunterrichts den von Kerschensteiner formulierten Begründungen und Zielen gerecht wird.

Wie sollte die physikalische Bildung eines Individuums aussehen, das in unserer Gesellschaft von heute und morgen lebt? So (modern) fragt die curriculare Delphi-Studie von Peter Häußler, Karl Frey, Lore Hoffmann, Jürgen Rost und Hans Spada, die 1980 zunächst als IPN-Arbeitsbericht erschien. Sie fragt es in einer Zeit, in der am IPN* das IPN-Curriculum Physik 5–10 entwickelt wurde, das in der Lehrplan- und Unterrichtspraxis nur auf begrenzte Resonanz stieß, und in einer Zeit, in der Physikunterricht im Wesentlichen fachlogisch und lernzielorientiert strukturiert wurde, in der die Datenerhebung zur IPN-Interessenstudie (↗Eintrag 5) noch lief und Kontext- oder Schülervorstellungsorientierung in der Physikdidaktik als Schwerpunkte gerade aufkamen. Die Studie sucht damit

* IPN: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (später auch der Mathematik) in Kiel

nachträglich und ergänzend nach einer Legitimation für einen »anderen« Physikunterricht, so wie er im IPN-Curriculum vorgestellt wird. Es geht um eine »lebenslange Grundbildung« (S. 1) und nicht um »Leitbilder des Physikers oder Ingenieurs oder Abschlußprofile des Realschülers, der nachher eine technische Lehre absolvieren möchte« (S. 1), sondern um »ein Rahmencurriculum Physik auch als Bezug für Tests zur Erfassung von Langzeitwirkungen von Physikunterricht«. Wenn man so will, dann liegen hier die Wurzeln für die spätere Diskussion um Physikalische Grundbildung, um Scientific Literacy als Rahmung für Large-Scale-Studien wie PISA. Es ist allerdings kein funktionaler Bildungsbegriff, der »etwa an die Sicherung materiellen Wohlstandes oder an die Vermittlung eines Verständnisses für Technik« (S. 2) denkt, sondern an Menschenbildung im Sinne Pestalozzis.

Die Studie war seiner Zeit für die Fachdidaktiken etwas Neues und Besonderes. Sie ist als Delphi-Studie, d. h. als eine iterative Expertenbefragung angelegt. Sie versucht die aufgeworfene Fragestellung also nicht wie bspw. Wagenschein (↗Eintrag 3), Klafki (↗Eintrag 2) oder Kerschensteiner (s. o.) durch bildungstheoretische oder normative Ableitungen zu klären, sondern empirisch, methodisch legitimiert und verstanden als Organisation eines Curriculumentwicklungsprozesses. Es sei schon vorweggenommen, dass sich dies in der späteren und auch aktuellen Rezeption wieder umgekehrt hat. Verwendet werden die durch die Studie gefundenen fünf Zieldimensionen Physikalischer Bildung heutzutage meist als normative Setzung und nicht als aggregierte Positionen von 70 in Bildungsfragen engagierten, allerdings auch nach explizit formulierten Kriterien ausgewählten Experten, die »nur ihrem eigenen pädagogischen Verantwortungsbewußtsein verpflichtet« waren. Besonders ist auch die Ergebnisformulierung: nicht als Inhaltslisten, Stoff- oder Lernzielkataloge, sondern durch fünf Zielkonzepte (Physik und Gesellschaft, Physik im Alltag, Physik als Erlebnis, Physik

als Methode, Physik und Beruf) mit erläuterndem Text, strukturiert nach Situationen, Gebieten und Verfügbarkeit (s. u.). Dieses Berichtsformat wurde auch gewählt, um ein anderes Physikunterrichtsverständnis deutlich zu machen. Als Ergebnis wird auch eine Bewertung des so strukturierten Bildungsstandes berichtet, und zwar wie er seiner Zeit vorgefundenen und wie er wünschenswert wäre und wie er sich in der Lebensspanne entwickeln sollte.

Die Autoren haben sehr genau überlegt, wie man die Experten befragen muss, »damit die Aussagen die offene pädagogische Fragestellung treffen« (S. 8). Die Struktur, die hier angelegt wurde, ist uns heute aus einem anderen Zusammenhang geläufiger: »Aussagen über Situationen, Kontexte, Motive oder andere Zusammenhänge, in denen eine physikalische Bildung heute und morgen sinnvoll ist«, »Aussagen über Gebiete, mit denen man sich im Zusammenhang mit Physik auseinandergesetzt haben sollte«, »Aussagen über die angemessene und wünschbare Art der Verfügbarkeit bzw. der Form des Umgangs mit physikalischer Bildung«. Man erkennt hier die Struktur aus der Interessenforschung: Kontext, Inhalt, Tätigkeit. Dies ist nicht verwunderlich, da die Autoren, insbesondere Peter Häußler in 1980er Jahren auch die IPN-Interessenstudie konzipiert und durchgeführt haben (↗Eintrag 5 »Interessenforschung«).

Wer sich für Ziele des Physikunterrichts, für Kontextorientierung und die Methode der Delphi-Befragung interessiert, findet in dem Buch viele wegweisende Anregungen.

Eintrag 2: Bildungstheoretische Zugänge

Heinz Muckenfuß (1995) [50]
**Lernen im sinnstiftenden Kontext.
Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts.**

Wolfgang Klafki (1985) [34]
**Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik.
Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik.**

Einordnender Text von Helmut Fischler

Der Bildungsbegriff ist einer inflationären Verwendung ausgesetzt: So stellt z. B. PISA den *Bildungsstand* von Jugendlichen fest, und *Bildungsstandards* suggerieren, dass man *Bildung* standardisieren könnte. Spätestens dann, wenn dem naturwissenschaftlichen Unterricht ein hoher Bildungswert zugesprochen wird, ist es angebracht zu fragen, was die Kennzeichen von Bildung sind.

Wolfgang Klafki beschreibt die Entwicklung der klassischen Bildungstheorien und betont ihre Bedeutung für ein zeitgemäßes Konzept allgemeiner Bildung. Als zentrale Beschreibung von Bildung nennt er die »Befähigung zu vernünftiger Selbstbestimmung« (S. 19), die jedoch nicht im subjektivistischen Sinne gemeint sei, da Begriffe wie Welt und Objektivation der Selbstbestimmung einschränkend zur Seite stehen. Klafki macht deutlich, dass »Bildung« auch heute eine pädagogische Zielkategorie ist, in der vielfältige Aktivitäten in verschiedenen pädagogischen Institutionen, besonders in Schule und Unterricht, aufgehoben sind. Das trifft auch für den Didaktik-Begriff in seiner Erweiterung durch empirische und gesellschafts- und ideologiekritische Ansätze zu, die in den letzten Dekaden die Bedeutung des klassischen, eher geisteswis-

senschaftlichen Verständnisses von Didaktik relativierten, im Falle des erfahrungswissenschaftlichen Ansatzes sogar ablösten. Allerdings gibt es mehrere Stimmen, die für die Entwicklung der vor allem in empirischen Erhebungen eingesetzten PISA-Aufgaben eine bildungstheoretische Rahmung anmahnen.

Im Sinne seiner kritisch-konstruktiven Didaktik plädiert Klafki für eine Allgemeinbildung, die vor allem epochaltypische Schlüsselprobleme als Kernthemen für jede didaktische Bemühung in den Mittelpunkt stellt. Von den Schlüsselproblemen haben bei Klafki zwei Problemfelder enge Verbindungen zu naturwissenschaftlichen Themenbereichen: Umweltfragen sowie Informations- und Kommunikationstechnologie.

Die didaktische Aufbereitung von Inhalten und Themen des Unterrichts vor dem Hintergrund der epochaltypischen Schlüsselprobleme bedarf jeweils umfangreicher Sachanalysen und didaktischer Reflexionen. Klafki hat sich wiederholt mit der Integration seiner Ideen zur Allgemeinbildung in die Ziele der Grundschule befasst. Für den Lernbereich Sachunterricht hat er grundlegende Positionen entwickelt und diese auf der Gründungsversammlung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) vorgetragen [35]. Auch wenn bei Klafki Themen des Sachunterrichts nicht im Vordergrund stehen, so beziehen sich seine Überlegungen doch sehr stark auf Ziele und Inhalte, die im Unterricht der Grundschule noch nicht fachspezifisch ausdifferenziert sind, in den weiterführenden Schulen aber durchaus ihre fachdidaktische (und damit schulfachspezifische) Erörterung erfahren. Die Balance zwischen dem eher ganzheitlichen, »vielperspektivischen« [1] Sachunterricht der Grundschule und der Orientierung an »den (inhaltlichen und methodischen) Angeboten der Fachwissenschaften« [16] wird sichtbar in dem Materialband [17], in dem diese »doppelte Anschlussaufgabe« [16, S. 10] an Themen wie »Wärme und Temperaturmes-

sung« und »Naturphänomene auf Regelmäßigkeiten zurückführen – Die goldene Regel der Mechanik« konkretisiert wird. Im *Perspektivrahmen Sachunterricht* [16] wird der Begriff der Bildung als unverzichtbarer Referenzrahmen für den Sachunterricht bezeichnet. Innerhalb dieser Vorgabe wird die doppelte Anschlussaufgabe sichtbar: »Der Sachunterricht muss einerseits anschlussfähig sein *an die Lernvoraussetzungen* ... der Schülerinnen und Schüler. Andererseits muss er Anschluss suchen *an das in Fachkulturen erarbeitete, gepflegte und weiter zu entwickelnde Wissen*.« [16, S. 10] Hier schließt sich der Kreis vom vielperspektivischen Sachunterricht zum Unterricht, um den sich später die naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken kümmern.

Klafkis allgemeines Prinzip, mit dem Bezug auf die Schlüsselprobleme der Auswahl der Unterrichtsinhalte eine Struktur zu geben, die gewährleisten soll, dass die Inhalte bildungsmächtig werden, hat seine Entsprechung in den *unterrichtlichen Leitlinien*, die für Heinz Muckenfuß in physikdidaktischer Prägung einen Orientierungsrahmen bilden, dessen Wissens Elemente als Orientierungswissen nur dann zur Entstehung von Bildung beitragen, wenn sie sich hinreichend vom Verfügungswissen unterscheiden. Letzteres dominiert als Qualifizierungswissen die Lehrpläne: Kenntnis grundlegender Begriffe und ihrer Zusammenhänge sowie der Verfahren zur Aufdeckung dieser Beziehungen. Für Klafki sind diese Wissens Elemente *instrumentelle* Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die ergänzt werden durch Tugenden, die beim erfolgreichen Arbeiten in diesen Themenfeldern notwendig sind – z. B. Selbstdisziplin, Anstrengungsbereitschaft –, aber im Bereich des Verfügungswissens bei Muckenfuß als Sekundärtugenden bezeichnet werden müssen, weil sie sich gegenüber der Sinndimension des Unterrichts neutral verhalten. Das ist anders bei Elementen des Orientierungswissens, die einen Unterricht erfordern, »der die Bedeutung erkenntnistheore-

tischer, kultur- und wissenschaftstheoretischer Zusammenhänge für unsere heutige Existenz betont, der die ethische Dimension der naturwissenschaftlichen Erkenntnis und des technischen Handelns nicht ausklammert ... « (S. 68). Sinnstiftend sind nach Muckenfuß die Kontexte (z. B. Straßenverkehr, Wettererscheinungen und Klimaprobleme), in denen die Sachstrukturen erarbeitet werden (Anwendungen, Erfahrungsbereiche aus Umwelt, Technik, Geschichte usw.). Gerade diese Beschreibung signalisiert Überlappungen des Orientierungswissens nach Muckenfuß mit dem Kompetenzbereich »Bewertung« in den naturwissenschaftlichen Bildungsstandards der KMK.

Gemessen an der Zahl der Auflagen gehören die Studien von Klafki zu den meistgelesenen Texten über Bildung und Didaktik. Muckenfuß berichtet von Diskussionen mit Lehrkräften der Physik, die viele Vorbehalte und Befürchtungen äußerten sowie ihrer tiefen Skepsis Ausdruck gaben hinsichtlich Klafkis Vorschlag, sich bei der curricularen Gestaltung des Unterrichts auf »*epochaltypische Schlüsselprobleme* unserer Gegenwart und der vermutlichen Zukunft« (S. 56) zu konzentrieren.

Eintrag 3: Wagenscheins Ideen

Martin Wagenschein (1968) [77]
Verstehen Lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch.

Heinz Muckenfuß (1996) [51]
Grundpositionen Wagenscheins – kritisch hinterfragt.

Einordnender Text von Peter Labudde

Martin Wagenschein (1896–1988) unterrichtete in den 1920er-Jahren Physik und Mathematik an der Odenwaldschule. Die an der Schule gelebte Reformpädagogik prägte ihn und seine pädagogisch-didaktischen Ideen stark. Nach der Schließung der Schule durch die Nationalsozialisten wirkte Wagenschein als Lehrer an staatlichen Gymnasien sowie ab 1945 auch als Mitarbeiter und Experte an Bildungsplänen. Er lehrte Fachdidaktik und Pädagogik an der TH Darmstadt (1952–1987) sowie als Honorarprofessor an der Universität Tübingen (1956–1978).

Wagenscheins zentrales Anliegen war das Verstehen der Physik. So betitelte er seine umfassende Sammlung von Aufsätzen und Vorträgen »Ursprüngliches verstehen und exaktes Denken« [76] und sein – in neun Auflagen erschienenes – Buch »Verstehen lehren: Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch« [77]. Der Untertitel enthält Wagenscheins Gedanken in kompaktester Form: So beinhaltet der Begriff *Genetisch* die lernpsychologische Komponente von Wagenscheins Ansatz, das Wort *Sokratisch* die Unterrichtsmethode und der Ausdruck *Exemplarisch* die Stoffauswahl:

- Das Genetische gehört für ihn »zur Grundstimmung des Pädagogischen überhaupt. Pädagogik hat mit dem werdenden zu tun, mit dem werdenden Menschen und – im Unterricht, als

Didaktik – mit dem Werden des Wissens in ihm«. Dabei sollen die Lernenden, indem sie an ihre Naturerlebnisse und Alltagserfahrungen anknüpfen, neues Wissen entwickeln. Wagenschein charakterisiert das genetische Lernen als ein besonnenes Fortsetzen der Naturerfahrung. Die Lernenden sollen Naturerlebnisse und bereits vorhandenes Wissen mit dem neuen verbinden, sollen dabei Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede zwischen neu und alt erkennen, Einsicht in die Notwendigkeit neuer Methoden, Begriffe und Theorien entwickeln.

- Im sokratischen Gespräch leitet die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler an zu fragen und gemeinsam nach Antworten zu suchen, Hypothesen zu formulieren, kritische Einwände zu erheben, nach Erkenntnis zu streben. Diese Form von Gespräch hat wenig mit dem fragend-entwickelten Unterricht zu tun, hingegen geht es um ein gemeinsames Ringen um ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken.
- Das Exemplarische betrifft die Stoffauswahl. Für Wagenschein sollen wichtige Begriffe, Prinzipien, Zusammenhänge und Methoden der Naturwissenschaften anhand einiger weniger Inhalte erarbeitet werden. Wagenschein gilt im deutschen Sprachraum als Vater des exemplarischen Prinzips, nicht nur für die Physik, sondern für alle Schulfächer.

Wagenschein selbst nennt das Genetische als sein zentrales Anliegen: »Für Bildung muss Fortschritt ein besonnenes Fortsetzen der ursprünglichen Naturerfahrung bedeuten, nicht ein Fortlaufen von ihr. In diesem Sinne ist Bildung ein genetischer Prozess« – »Verstehen im Sinne eines bruchlosen, heilen Angliederns an das ursprüngliche und uneingeschränkte Einvernehmen mit der Natur«.

Genau hier setzt einer der Hauptkritikpunkte an Wagenscheins Ansatz ein. So hinterfragt Muckenfuß das Genetische. Er weist auf die

Brüche bei der Erkenntnisgewinnung hin, auf »den Bruch zwischen Alltagserfahrung und physikalischer Idealgestalt«. Es geht für ihn darum im Physikunterricht »die Fähigkeit zum Gestaltwechsel zu entwickeln, ... entweder man sieht die Welt physikalisch oder unbefangen welterlebend«. Wagenschein ist sich des Bruchs zwischen Naturerlebnis und Naturwissenschaft zwar bewusst, so spricht er von »ungewohnter Situation« und »Abschied vom Erlebnis«, hält aber am bruchlosen Übergang fest. Aus kognitionspsychologischer Sicht ließe sich sagen, dass Wagenschein mit dem genetischen Ansatz primär kontinuierliche Lernwege bzw. im Sinne Piagets die Assimilation beschreibt, kaum hingegen diskontinuierliche Lernwege bzw. die Akkommodation.

Die Bedeutung Wagenscheins liegt darin, dass er zum einen bereits viele fachdidaktische Prinzipien beschrieb und postulierte, die gut zwanzig Jahre später mit dem Konstruktivismus (↗Eintrag 6) entwickelt und breit diskutiert wurden. So kann das genetische Prinzip Wagenscheins durchaus als ein Vorläufer der konstruktivistischen Lerntheorie bezeichnet werden. Zum anderen entwickelte und erprobte Wagenschein konkrete Unterrichtsbeispiele, die viele Naturwissenschaftslehrkräfte ansprachen und bis heute ansprechen. Insbesondere Lehrpersonen, die ernüchtert feststellen, dass sie im Physikunterricht nur einen Teil der Schülerinnen und Schüler abholen können. Dass Wagenschein wie auch der Konstruktivismus bisher nur zum Teil Niederschlag in Lehrplänen und in der Unterrichtspraxis gefunden haben, mag vielfältige Gründe haben: Wagenscheins Ideen entgegen stehen das Credo »je mehr (Stoff), je besser«, die eigene Sozialisation der Lehrkräfte in Schule und Universität, die Tatsache, dass Physik- und Mathematiklehrkräfte während der eigenen Schulzeit im Normalfall keine Probleme mit Physik und Mathematik hatten und sich daher nur schwer vorstellen können, wo denn überhaupt die Probleme beim Lernen der

beiden Fächer liegen.

Welche Wertschätzung Wagenschein auch heute noch genießt, zeigt sich in der großen internationalen Wagenschein-Tagung, die zu seinem 100. Geburtstag im Frühling 2021 veranstaltet wird. Welchen der im vorliegenden Buch behandelten Fachdidaktiker_innen ist diese Ehrung bisher zugekommen bzw. wird sie zukommen?

Wer sich darüber Gedanken macht, warum viele Schülerinnen und Schüler keinen Zugang zur Physik finden bzw. warum sie so wenig verstehen, wer nach konkreten, allerdings nicht empirisch überprüften Anregungen sucht, wie alternative Unterrichtsformen und -inhalte aussehen könnten, erhält bei Wagenschein zahlreiche Denkanstöße.

Eintrag 4: Erkenntnistheoretische und empirische Fundierung

Walter Jung (1983) [28]
Anstöße. Ein Essay über die Didaktik der Physik und ihre Probleme.

Reinders Duit (1994) [7]
**Empirische Forschung in der Physikdidaktik.
Versuch einer Standortbestimmung.**

Einordnender Text von Horst Schecker

Die Frage nach dem Selbstverständnis der Physikdidaktik als eigenständige wissenschaftliche Disziplin geht bis in die 1970er-Jahre zurück und ist heute (2020) nach wie vor zentral. Davon zeugen der Workshop »Fachlichkeit der Fachdidaktik – Standortbestimmung und Perspektiven« im Rahmen der GDGP-Tagung* 2015 und der Workshop »Physikdidaktik – quo vadis?« des Fachausschusses Didaktik der Physik der DPG[†] (geplant für 2021). Als immer noch junge forschende Disziplin muss die Physikdidaktik ihren Ort im Spannungsfeld zwischen Fachphysik, Allgemeiner Didaktik und Lernpsychologie – um nur einige Bezugsdisziplinen anzuführen – etablieren, reflektieren und die Diskussion über ihre konstitutiven Merkmale immer wieder führen. Die beiden ausgewählten Publikationen regen dazu in besonderer Weise an.

Wenn man als den Beginn der Physikdidaktik als wissenschaftlicher Disziplin die Einrichtung von Professuren für Physikdidaktik an Universitäten sieht, dann zieht Duit in seinem viel beachteten Plenarvortrag auf der GDGP-Tagung 1993 eine (Zwischen-)Bilanz

* GDGP: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik

† DPG: Deutsche Physikalische Gesellschaft

nach etwa 25 Jahren. Duit betont die Rolle der Psychologie und Pädagogik als Bezugsdisziplinen der Didaktik – nicht nur der Physik, Wissenschaftstheorie oder Wissenschaftsgeschichte. Der Lernende müsse Bezugspunkt der fachdidaktischen Forschung sein. Duit benennt Probleme, die an Aktualität nichts eingebüßt haben, z. B. die mangelnde Rezeption physikdidaktischer Ergebnisse für die Unterrichtsgestaltung. Anderes hat sich jedoch seit 1994 deutlich gewandelt, insbesondere sichtbar im deutlich höheren Anteil empirischer physikdidaktischer Forschung und forschungsbasierter Entwicklung. Duits Standortbestimmung von 1993 ist ein sehr guter Bezugspunkt für die Frage, wie die Physikdidaktik sich seitdem in ihren Themen, Methoden und Ergebnissen weiterentwickelt hat.

Reinders Duit war bis 2008 Professor für Didaktik der Physik am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel. Er galt als international prominentester Vertreter der deutschen Physikdidaktik.

Ein führender Begründer der forschenden deutschen Physikdidaktik ist Walter Jung (↗Eintrag 8). Er wurde 1970 auf eine Professur an der Universität Frankfurt berufen. Jung hat in Aufsätzen und Monografien wesentlich dazu beigetragen, die Physikdidaktik als theoretisch fundierte und empirisch arbeitende wissenschaftliche Disziplin in Deutschland zu etablieren (s. a. Thema *Schülervorstellungen*). In seinem »Essay« von 1983 (256 Seiten!) über die Didaktik der Physik und ihre Probleme plädiert Jung eindringlich für eine Physikdidaktik als eigenständige Vermittlungswissenschaft zwischen der Physik und dem Lernenden, die weder die zu vermittelnde Physik noch die Lernenden als »naturegeben« hinnehmen dürfe. Jung befasst sich dafür mit dem Verhältnis von Didaktik und Physik sowie von Fachdidaktik und Lernpsychologie. Für die Physikseite des Vermittlungsprozesses stellt er erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Überlegungen an; für die Lernerperspektive

geht er auf Theorien der Kognitionspsychologie und der Sozialisation ein. Jung reflektiert auf einem hohen theoretischen Niveau die Ziele des Physikunterrichts als Lernen von und über Physik. Um die damit verbundenen Lernprobleme bearbeiten zu können, müsse der Physikdidaktiker mit den Inhalten vertraut sein und sich mit ihren lernpsychologischen Potenzen auseinandersetzen (S. 113).

Die heutige Physikdidaktik hat sich stark dem Lerner zugewandt (nicht zuletzt durch die Arbeiten von Jung und seinen Mitarbeitern) und Brücken zur Lernpsychologie geschlagen. Das Pendel hat sich möglicherweise zu weit von der Seite der physikalischen Inhalte entfernt. Jungs Arbeiten regen auch heute noch dazu an, über das Selbstverständnis der Physikdidaktik, ihre Aufgaben und ihre Bezugstheorien nachzudenken. Mindestens eines seiner Bücher sollte man als Physikdidaktiker/in gelesen haben.

Eintrag 5: Interessenforschung

Lore Hoffmann, Peter Häußler & Manfred Lehrke (1998) [25]
Die IPN-Interessenstudie Physik.

Lore Hoffmann, Peter Häußler & Sabine Peters-Haft (1997) [24]
**An den Interessen von Mädchen und Jungen
orientierter Physikunterricht.**

Einordnender Text von Peter Reinhold

Die IPN-Interessenstudie* wurde im Anschluss an die Curricula-re Delphi-Studie zu einer wünschenswerten physikalischen Bildung (→Eintrag 1 »Begründung und Ziele von Physikunterricht«) zu Beginn der 1980er Jahre konzipiert (1985 erscheint die erste Publikation zum Interessenfragebogen). Durchgeführt wurde sie von 1984 bis 1989 als eine Quer- und Längsschnittserhebung mit über 5000 Schülerinnen und Schülern. Sie wurde (leider) nie vollständig ausgewertet. Das obige Buch dokumentiert den Stand von 1998 und enthält neben der aufschlussreichen Skaldokumentation insbesondere eine Reihe bis dahin (und auch später) nicht publizierter Analysen. Die späte Publikation ist auch dem Umstand geschuldet, dass zwei der Autoren 1991 mit dem mehrjährigen BLK-Modellversuch[†] Chancengleichheit, in dem Ergebnisse der Interessenstudie in die Schulpraxis umgesetzt wurden, begonnen haben. Die Konzeption, Durchführung und Auswertung dieses Modellversuchs werden in dem zweiten, o. g. Buch dargestellt.

* IPN: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (später auch der Mathematik) in Kiel

† BLK: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung

Die genannten Bücher markieren zusammengenommen einen Meilenstein physikdidaktischer Forschung, da sie prototypisch für ein kohärentes und genuin physikdidaktisches Forschungsprogramm stehen, das von der theoriegeleiteten, empirischen Grundlagenforschung bis hin zur Weiterentwicklung der Unterrichtspraxis reicht. Als Beginn kann man die Legitimation der Zielkonzepte physikalischer Bildung und ihrer Struktur (Situation, Gebiet, Verfügbarkeit) in der curricularen Delphi-Studie (↗Eintrag 1) ansehen, die dort auch explizit als Bezugsrahmen für eine Überprüfung einer physikalischen Bildung gedacht wurden. Davon ausgehend folgt unter Bezug auf lernpsychologische Interessentheorien die auch heute noch angenommene Strukturierung physikalischen Interesses, genauer des Sachinteresses im Unterschied zum Fachinteresse durch die Dimensionen Sache, Kontext und Tätigkeit. Die Items zur Erhebung des Sachinteresses variieren dabei systematisch die Kombination aus Sache, Kontext und Tätigkeit, wobei zur Differenzierung der jeweiligen Dimension auf die in der Delphi-Studie etablierten Kategorisierungen zurückgegriffen wurde. Zu den wesentlichen Befunden gehört, dass das Fachinteresse insbesondere bei Mädchen sehr stark abnimmt und dass das Sachinteresse nicht von den physikalischen Inhalten, sondern genderspezifisch von Kontexten (z. B. Bezug zum eigenen Körper), in die diese Inhalte eingebettet sind, und von der Art der Tätigkeiten (z. B. praktisch-konstruktiv), die Lernenden zur Erarbeitung der Inhalte im Unterricht angeboten werden, abhängt.

Das Programm bleibt allerdings nicht bei einer theoretisch gut begründeten, empirischen Grundlagenforschung stehen, sondern es wird anschließend die Umsetzbarkeit der Ergebnisse zur Förderung von Sach- und Fachinteresse im Physikunterricht in einem quasi-experimentellen Kontrollgruppendesign untersucht. Und auch hier ist die Innovationsstrategie prototypisch: Die für die Umsetzung erforderlichen Unterrichtsmaterialien werden in einem einjährigen

Vorlauf durch Lehrkräfte in Kooperation mit den Physikdidaktiker_innen entwickelt [12]. Auch die Dauer der Intervention über ein ganzes Schuljahr mit fünf Unterrichtsthemen hat Maßstäbe gesetzt. Zu den wesentlichen Ergebnissen gehört, dass unter bestimmten Versuchsbedingungen wie der phasenweisen Mono-Eduktion die Abnahme des Sachinteresses und der Motivation insbesondere bei den Mädchen gestoppt werden konnte, ohne dass dies gegenüber der Kontrollgruppe zu Einbußen im kognitiven Bereich geführt hat. Lesenswert sind auch die Ausführungen zur Sensibilisierung der Lehrkräfte, um das Selbstkonzept insbesondere der Mädchen zu stärken.

Wer sich für die Grundlagen der physikdidaktischen Interessenforschung und ihre unterrichtlichen Konsequenzen interessiert, findet in dieser physikdidaktischen Pionierarbeit viele wegweisende Anregungen.

Eintrag 6: Konstruktivistisches Verständnis von Wissensaufbau

Reinders Duit (1995)

[8]

**Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise
in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung.**

Einordnender Text von Peter Labudde

Der Konstruktivismus hat die naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Lehre seit den 1970er-Jahre bis heute geprägt wie keine andere Theorie. Im Konstruktivismus wird davon ausgegangen, dass Lernende – egal ob Kinder, Jugendliche oder Erwachsene, egal ob inner- oder ausserhalb der Schule – auf der Basis bereits vorhandenen Wissens neues Wissen aufbauen. »Der aktive, selbstgesteuerte und selbstreflexive Lerner steht im Mittelpunkt, und die idiosynkratischen Konstruktionsprozesse sind immer eingebunden in einen bestimmten sozialen Kontext« (S. 905), ergänzt Reinders Duit. In seinem Übersichtsartikel erarbeitet und betont er die – aus heutiger Sicht zentrale – »Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung«.

Es ist das Verdienst Duits den damaligen Kenntnis- und Diskussionsstand zum Konstruktivismus nicht nur zusammenzufassen, sondern sich einerseits mit seinen verschiedenen Ausprägungen wie moderater, radikaler und sozialer Konstruktivismus auseinanderzusetzen und andererseits »die konstruktivistische Sichtweise als Motor der Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts« zu beschreiben und zu kommentieren. Zum ersten: Die damalige, oftmals hitzige Diskussion über die unterschiedlichen Ausprägungen des Konstruktivismus ist inzwischen weitgehend abgeschlossen, die Flügelkämpfe sind beendet und die scien-

tific community hat sich auf einen »moderaten, pragmatischen Konstruktivismus« geeinigt. Zum zweiten: Das von Duit gewählte Bild des Konstruktivismus als Motor von Unterrichtsentwicklung – und naturwissenschaftsdidaktischer Forschung, möchte man anfügen – gilt unverändert bis zum heutigen Tag. Duit unterscheidet im Hauptteil seiner Publikation, dem Kapitel 4, mehrere naturwissenschaftsdidaktische Forschungsfelder, denen der Konstruktivismus wichtige Impulse gegeben hat (Stand 1995) – und immer noch gibt, ließe sich aus heutiger Perspektive im Jahre 2020 sagen:

- die konstruktivistische Sichtweise als theoretische Basis zur Orientierung des Unterrichts an Lernvoraussetzungen und Bedürfnissen der Lernenden;
- naturwissenschaftliche Inhalte bzw. »Sachstrukturen als tentative Konstruktionen« (S. 912), sind von den Lehrenden zu analysieren und mit den inhaltspezifischen Schülervorstellungen zu verbinden – dies, im Sinne der didaktischen Rekonstruktion (↗Eintrag 9);
- Konzeptwechsel, die sich wissenschaftstheoretisch als Paradigmenwechsel bzw. fachdidaktisch als diskontinuierliche Lernwege beschreiben lassen oder wie Duit notiert, »die konstruktivistische Sichtweise stellt einen Rahmen bereit, der die beobachteten Lernschwierigkeiten [in den Naturwissenschaften] zu verstehen gestattet« (S. 910);
- konstruktivistische Lernumgebungen, die den Lernenden Spielraum für Wissenskonstruktionen geben müssen, zum Beispiel in Form von projektartigem Unterricht, sokratischen Dialogen oder Lernen an Stationen, wobei jeweils eine Balance zwischen Eigenständigkeit der Lernenden und Anleitung durch die Lehrperson zu finden ist;
- konstruktivistische Ansätze zur Lehrerbildung (Kap. 5; ab S. 917), u. a. Konzeptwechsel bei angehenden und amtierenden Lehrkräf-

ten weg von einem primär von der Fachsystematik geprägten Unterricht hin zu einem auch am Vorwissen der Lernenden orientierten Unterricht.

Duit betont in seinem Schlusswort, dass der Konstruktivismus eine Grundlage bildet für die Erforschung des Wissenserwerbs, die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die Entwicklung neuer Modelle der Lehrerbildung und »für wissenschaftstheoretische Aspekte, die im naturwissenschaftlichen Unterricht behandelt werden sollten« (S. 919). Wie sehr er damit vor 25 Jahren Recht hatte, zeigen die drei Kapitel »Schülervorstellungen« (↗Eintrag 8), »Didaktische Rekonstruktion« (↗Eintrag 9) und »Natur der Naturwissenschaften« (↗Eintrag 11) in der vorliegenden Ideengeschichte physikdidaktischer Forschung.

Der Konstruktivismus bildet einen fachdidaktischen Rahmen für viele physikdidaktische Forschungsfelder, unter anderem zu Lernprozessen von Schülerinnen und Schülern sowie angehenden Lehrkräften, zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht oder zur Entwicklung neuer Unterrichtskonzepte und -einheiten. Für alle, die in diesen und ähnlichen Bereichen forschen und den Beitrag von Duit nicht kennen, besteht die große Gefahr das Rad neu zu erfinden.

Eintrag 7: Fachliche Orientierung

Michael Faraday (1861)

[13, 14]

The Chemical History of a Candle.

Heinz Muckenfuß & Adolf Walz (1997)

[52]

Neue Wege im Elektrikunterricht.

Einordnender Text von Erich Starauschek

Die Kategorie »fachliche Orientierung« wird durch zwei Pole aufgespannt. Auf der einen Seite zieht sie eine Grenze zur Vermittlung von physikalischen Sachstrukturen, die zu einer Tätigkeit im Wissenschaftsfeld Physik notwendig sind.* Auf der anderen Seite zieht die fachliche Orientierung eine Grenze zur bloßen Vereinfachung mit einer möglichen fachlich-physikalischen Trivialisierung, z. B. fragt sie, ob es hilfreich ist, Sterne metaphorisch mit Lebewesen zu vergleichen, nur weil Sterne eine Entwicklung von einem Anfang zu einem Ende durchlaufen. Oder bei curricularen Sachstrukturen: Wie weit trägt eine Elektrizitätslehre mit einem Energiebegriff, der nur auf der Treibstoffvorstellung des Alltags beruht?

* Auch dies ist eine physikdidaktische Aufgabe, die ihre Normen und Leitlinien überwiegend aus der Praxis der wissenschaftlichen Communities bezieht. Damit wird auch implizit die Adressatengruppe als die eigene bestimmt. Die Frage nach einem übergeordnetem Bildungswert für andere Adressatengruppen, die originär zur Physikdidaktik gehört, stellt sich dabei nicht zwangsläufig. Ich möchte daher diese Spielart der Physikdidaktik als Tradierung charakterisieren, da differenzierende Lehrziele in Hinsicht auf andere Adressatengruppen nicht reflektiert werden müssen. Physikdidaktik kann und wird in diesen Communities wiederum als eine Vermittlung der eigenen Perspektive und Inhalte angesehen, neben der eigenen Community oft an Laien. Dies ist als interessegeleitete öffentliche Kommunikation daher eher als *public relation* zu charakterisieren, und kann sich auf Popularisierungen reduzieren.

Den erkenntnistheoretischen Aussagen Jungs zur Physik (↗Einträge 4 und 10) und damit einer Phänomenbasierung des Physiklernens folgend, bedeutet eine fachliche Orientierung: Wie lassen sich mit Hilfe von Phänomenen und Experimenten, der gesicherten empirischen Basis des physikalischen Wissens, physikalische Begriffe und Theorien entwickeln, sodass ihre Argumentations-, Begründungs- und Vorhersagezusammenhänge und damit die physikalische Validität – oder ihr »Wahrheits- bzw. Richtigkeitsgrad« – deutlich werden? In einem didaktisch beschränkten inhaltlichen Raum sollen dann physikalisch-fachliche Konzepte Lernende befähigen, physikalische Fragen zu beantworten, physikalisch zu arbeiten und zu denken.*

Die beiden genannten Arbeiten sind Beispiele für die fachliche Orientierung. Faraday erklärt und entwickelt mit physikalischen und chemischen Konzepten qualitativ Phänomene der brennenden Kerze.

Er untersucht – z. B. durch die Frage: Was brennt bei der Kerze eigentlich? –, ob mentale Deutungen oder Vorstellungen plausibel sind, d. h. Experimente prüfen Hypothesen; dabei werden »reine Phänomene« hergestellt oder zumindest approximiert (↗Eintrag 10 »Experimente«). Weitere Fragen führen u. a. zu den brennbaren Dämpfen in der Flamme, zur Notwendigkeit von Luft, der Ursache des Leuchtens, zur Entstehung von Kohlendioxid und Wasser. Der von Faraday beschriebene Flammensprung wurde zum Standardversuch beim Thema Verbrennung. Faradays Werk geht auf die jährlichen Weihnachtsvorlesungen der Royal Institution zurück, die sich seit 1825 an »junge« Zuhörer_innen und an Laien wendet. Er spricht zu Beginn seiner ersten Vorlesung von seinen »lieben Mädchen und Knaben«.

* Dies entspricht der fachlichen und der erkenntnisgewinnenden Dimension der zurzeit gängigen Kompetenzmodelle.

Faradays Kerze kann als einer der ersten physikdidaktischen Beiträge in der Geschichte der Physikdidaktik gelten. Er erhielt schon früh Klassikerstatus durch seine Aufnahme in die Harvard Classics [13], einem Kanon von bedeutsam geltenden Büchern der Literatur und der Wissenschaften, die zu Beginn des 20ten Jahrhunderts zusammengestellt wurden. Im deutschsprachigen Raum ist die »Geschichte der Kerze« ein Standardbeispiel der sogenannten Lehrkunst oder Lehrkustdidaktik, einer didaktischen Methode, die in der Didaktik Martin Wagenscheins (↗Eintrag 3) wurzelt. Das Lehrstück der brennenden Kerze ist an Waldorfschulen verbreitet.

Faraday hat ein direkt zugängliches Phänomen gewählt. Muckenfuß und Walz hingegen beschreiben einen didaktischen Weg zur abstrakteren Elektrizitätslehre, der auch die eben abstrakten Konzepte elektrischer Strom, elektrische Spannung, Energiestrom und Leistung vermitteln soll. Sie entwickeln einen Zugang zur Elektrizitätslehre mit dem sogenannten Dynamot, einem kleinen Handgenerator. Die körperliche Anstrengungserfahrung beim Drehen der Generatorkebel dient zur Entwicklung der physikalischen Begriffe der Elektrizitätslehre. An vielen entscheidenden Stellen nimmt das Konzeptlernen von elektrischem Strom, elektrischer Spannung und Leistung auf diese körperlich erfahrbaren Phänomene Bezug. Dieser Zugang über Körpererfahrungen sowie das Thema Energieversorgung selbst sollen einen sinnstiftenden Physikunterricht konstituieren (Muckenfuß, 1995; ↗Eintrag 2 »Bildungstheoretische Zugänge«), der es Schülerinnen und Schülern erlaubt, die Physik und physikalisches Wissen als bedeutsam für ihr eigenes gegenwärtiges und zukünftiges Leben zu erfahren. Zudem finden sich in dem Buch viele grundlegende didaktische Überlegungen zur Elektrizitätslehre unter Berücksichtigung der Schüler_innenperspektive; z. B. wie mit den Begriffen elektrischer Strom und elektrischer Ladungsträgerstrom verfahren werden kann. Diese Detailüberle-

gungen können als exemplarisch für eine fachlich-physikalische basierte Sachanalyse gelten.

Das Dynamot hat eine größere Verbreitung gefunden. Die Ansätze von Muckenfuß und Walz sind auch in aktuellen Physikschulbüchern zu finden. Die Frage, ob und wie sie tatsächlich im Unterricht eingesetzt werden, ist offen. Es liegen keine empirischen Untersuchungen zu den Wirkungen des Lehrgangs oder seiner Adaptionen auf die Schüler_innen vor.

Eintrag 8: Schülervorstellungen

Walter Jung (1978) [26]
Zum Problem der »Schülervorstellungen«.

Horst Schecker (1985) [64]
Das Schülervorverständnis zur Mechanik.

Einordnender Text von Rita Wodzinski

Die Forschung zu Schülervorstellungen hat Ende der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts national wie international ihren Anfang genommen und hält bis heute an. Der Höhepunkt lag in den 90er Jahren. Im deutschsprachigen Raum war Walter Jung (Uni Frankfurt) einer der Vordenker und Vorreiter auf diesem Gebiet (→Eintrag 4). Seine Forschungsarbeiten zu Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten in der Mechanik und Optik waren die ersten DFG-geförderten* Forschungsprojekte in der Physikdidaktik. Die Kenntnis typischer Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten und die Kompetenz, ihnen angemessen zu begegnen, sind heute in den Standards der Lehrerbildung im Fach Physik als wesentliche Elemente professioneller Kompetenz verankert [39].

Der Text von Walter Jung markiert gewissermaßen den Startpunkt dieser Forschungsrichtung. Die Dissertation von Horst Schecker stellt einen weiteren Meilenstein in der Schülervorstellungsforschung dar, indem sie für den Bereich der newtonschen Mechanik zentrale Ergebnisse internationaler Studien zu Schülervorstellungen in Form von Vorverständniskomponenten zusammenfasst und diese als Diagnoseinstrument in Fallstudien aus realem Unterricht anwendet.

* DFG: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Der Beitrag von Walter Jung ist vor dem Hintergrund der damals noch sehr jungen Geschichte universitärer Fachdidaktik und der Suche nach einer fachdidaktischen Forschungsorientierung zu sehen. Sehr deutlich macht Jung sich im Beitrag für eine Lernforschung stark, die sich nicht der Kognitionsforschung unterordnet, sondern die Fachinhalte der Physik als zentrale Einflussfaktoren auf die Lernentwicklung berücksichtigt. Die Anknüpfung an kognitionspsychologische Ansätze ist dennoch deutlich erkennbar. Jung hebt z. B. hier (und später auch an anderer Stelle) die Bedeutung allgemeiner kognitiver Organisatoren (im Sinne von Denkrahmen) hervor, die zu Vorstellungen führen, die mit naturwissenschaftlichem Denken im Widerspruch stehen.

Bemerkenswert ist, wie viele der im weiteren Verlauf der Schülervorstellungsforschung geführten Diskussionen im Beitrag von Jung bereits vorweggenommen werden, z. B. die Notwendigkeit der Unterscheidung in Schülervorstellungen, die »Um-Kategorisierungen« erfordern (im Sinne eines Wechsels grundlegender Denkrahmen) und Vorstellungen, die eher auf niedriger Ebene liegen (vergleichbar mit der Unterscheidung in »deep structures« und »current constructions« nach Niedderer & Schecker [56]). Auch der Frage, wie Schülervorstellungen methodisch sinnvoll erfasst und von reinen Schüleräußerungen unterschieden werden können, widmet sich der Beitrag.

Die Arbeiten von Walter Jung, aber auch internationale Arbeiten richteten ihre Aufmerksamkeit zunächst auf die newtonsche Mechanik. Die Ergebnisse der wichtigsten Arbeiten sind in der Dissertation von Horst Schecker zusammengefasst und in einen theoretischen Rahmen eingeordnet, der an die Arbeiten von Walter Jung erkennbar anknüpft. Schecker arbeitet dabei mit dem Konzept des Vorverständnisses, das verschiedene Facetten der Schülervorstellungen abbildet, nämlich einerseits übergeordnete Denkrahmen, andererseits aber auch konkrete Präkonzepte, Vorerfahrungen und

Interessen. In Fallstudien aus realem Unterricht der Sekundarstufe II stellt er dar, wie die Elemente des Vorverständnisses bei der Analyse von Unterricht angewendet werden können.

Das Forschungsgebiet der Schülervorstellungsforschung hat sich national und international rasant weiterentwickelt [58]. Bis heute wird der eigentliche Gegenstand der Forschung (was soll unter Vorstellungen erfasst werden) unterschiedlich akzentuiert und begrifflich eingeordnet. Begriffe wie Präkonzepte, Alltagsvorstellungen, alternative Konzepte, Schülervorstellungen, Schülervorverständnis, knowledge in pieces existieren auch heute noch nebeneinander.

Während in der Anfangszeit die Erhebung von Vorstellungen im Vordergrund stand, lag in den 90er Jahren der Fokus zunehmend darauf, wie man den Schülervorstellungen angemessen begegnen kann. In der Arbeitsgruppe von Jung wurde dazu die Methode der Akzeptanzbefragung entwickelt (eine Variante des »teaching experiments«), die im Artikel von 1978 bereits in der Idee erkennbar ist. Die Akzeptanzbefragungen stellen einen Zwischenschritt zur Entwicklung von angemessenen Sachstrukturen für Unterricht dar. Die Jung'schen Arbeiten wurden vor allem von Hartmut Wiesner fortgeführt, der mit seiner späteren Münchener Arbeitsgruppe an der Evaluation von Unterrichtskonzepten auf Basis der Schülervorstellungen arbeitete. Die Forschungslinie wird aktuell z. B. von Thomas Wilhelm an der Universität Frankfurt fortgeführt. International stellte die *Conceptual Change*-Theorie von Posner et al. [60] einen wesentlichen Meilenstein dar, der zu einer theoretischen Fundierung beitrug und Ansatzpunkte für den Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht lieferte.

Das von Schecker entwickelte theoretische Konzept des Vorverständnisses ist in der späteren Schülervorstellungsforschung insgesamt wenig aufgegriffen worden. Vermutlich wurde der Bedarf an theoretischer Fundierung durch die Weiterentwicklung der *Concep-*

tual Change-Theorie genügend erfüllt. Die Arbeit von Schecker ist ein Meilenstein, als sie die relevanten Erkenntnisse zu Schülervorstellungen zur Mechanik prägnant zusammenfasst und zusätzlich den Blick auf die Relevanz der Forschungsergebnisse für die Unterrichtsdiagnostik lenkt.

Sowohl der Beitrag von Jung als auch die Dissertation von Horst Schecker sind eindrucksvolle Zeitdokumente der Entwicklungsgeschichte der Schülervorstellungsforschung in der Physikdidaktik.

Eintrag 9: Didaktische Rekonstruktion

Ulrich Kattmann, Reinders Duit,
Harald Gropengießer & Michael Komorek (1997) [29]
**Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für
naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung.**

Reinders Duit, Michael Komorek & Jens Wilbers (1997) [10]
Studien zur Didaktischen Rekonstruktion der Chaostheorie.

Einordnender Text von Michael Komorek

Worin bestand der Antrieb, das Modell der Didaktischen Rekonstruktion zu entwickeln, und inwiefern hat es sich etabliert, welchen Stellenwert hat es heute?

Die Arbeiten zum Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) begannen aus der im Grunde trivialen Erkenntnis heraus, dass die Planung von Unterricht gleichermaßen adressatengerecht und sachgerecht zu geschehen habe. Zur Forderung der Adressatengerechtigkeit passte, dass in den 1980er und 1990er Jahren v. a. aus einer internationalen *conceptual change*-Forschungstradition heraus auch in Deutschland vermehrt die Vorstellungen untersucht wurden, die Schülerinnen und Schüler von fachlichen Zusammenhängen in einen Unterricht mitbringen (→ Einträge 3 »Wagenscheins Ideen« und 8 »Schülervorstellungen«). Die Arbeitsgruppen in Oldenburg und Kiel, die das MDR entwickelt haben, thematisierten daher explizit, Schülervorstellungen als nützlichen Interpretationsrahmen der Lernenden und als positiven Ausgangspunkt für ein Lernen der fachwissenschaftlichen Konzepte zu sehen und zu nutzen und sie keinesfalls als »Fehlvorstellungen« abzutun. Die Gruppen um Ulrich Kattmann und Reinders Duit fragten sich aber gleichzeitig, was denn die wissenschaftlichen Konzepte, die gelernt

werden sollten, ausmachten und was ein sachgerechter Unterricht sein sollte.

Hier machen sie aus den Fächern Biologie und Physik heraus den innovativen Schritt, Sachstrukturen zu problematisieren und zu postulieren, dass es nicht die eine Sachstruktur, die der Fachwissenschaft gebe sollte, die für einen Unterricht lediglich zu vereinfachen sei, sondern dass Sachstrukturen eigens für den Unterricht zu entwickeln seien. Didaktische Rekonstruktion hält damit ein starkes Plädoyer für die fachliche Orientierung in der Didaktik (↗Eintrag 7), die in Balance mit der konstruktivistischen Sicht auf das naturwissenschaftliche Lernen (↗Eintrag 6) stehen muss [42].

Dies war vor allem für den Physikunterricht neu, denn hier ging man zuvor vom kanonischen und dekontextualisierten Wissen der Physik aus, das der Unterricht abzubilden hätte, wobei mäßiger Erfolg und auch Ablehnung bei Schülerinnen und Schülern zu beobachten waren. Aber auch im Biologieunterricht (wo das Wissen meist kontextualisiert ist) wurde in den 80er und 90er Jahren deutlich, dass die reine Projektion der fachwissenschaftlichen Konzepte auf den Unterricht zu Lernhindernissen führt. Kattmann und Duit zeigten mit dem MDR, wie Sachstrukturen reorganisiert und rekonstruiert werden können, indem nach einer fachlichen Klärung der Inhalte die fachlichen Kerne systematisch mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler abgeglichen werden. Somit entstand die zentrale Idee des MDR, Sachstrukturen für den Unterricht zu entwickeln, die einerseits einfacher, andererseits komplexer zu sein haben sind als die Sachstruktur der Wissenschaft, indem sie Lebenswelt, Denkschemata, Interessen (↗Eintrag 5) und Kontexte der Lernenden aufgreifen.

In den Folgejahren wurde an vielen Inhaltsbereichen der Biologie und Physik erfolgreich gezeigt, wie durch dieses Vorgehen schüler- und sachgerechter Unterricht entstehen kann. Um diese Überlegungen und grundlegende Forschungen voranzutreiben, wurden seit

dem Jahr 2000 mehrere interdisziplinäre Promotionsprogramme (Prodid I und II, ProfaS) vom Land Niedersachsen gefördert, denen das MDR zugrunde lag; daraus sind bis 2015 rund 70 Dissertationen entstanden.* Beteiligt daran waren die Didaktiken der Anglistik, Biologie, Chemie, Deutsch, Geschichte, Informatik, Mathematik, Materiale Kultur/Textile Gestaltung, Physik, Politik, Sachunterricht, Sport sowie die Lehr-Lern-Forschung, die Schulforschung und die Bildungswissenschaften. Disziplinen wie die Geografiedidaktik griffen das Modell nachfolgend auf.

Dem Modell wird mittlerweile auch international unter der Bezeichnung *Model of Educational Reconstruction* (MER) gefolgt [11]. Kontextabhängige Ausdifferenzierungen (z. B. hinsichtlich Nature of Science Aspekte, ↗Eintrag 11) haben dazu beigetragen, das Modell weiterzuentwickeln und z. B. für die Belange der hochschuldidaktischen Lehrerbildung zu adaptieren (Programm ProfaS). Zu den Ausdifferenzierungen gehört heute u. a., dass auch im außerschulischen Lernbereich, insbesondere in den MINT-Disziplinen, Angebote in Schülerlaboren oder Science Centern didaktisch rekonstruiert werden.

Als problematisch einzustufen ist aktuell, dass sich einige Forschende das MDR auch dann auf die Fahnen schreiben, wenn sie nur bestimmte Aufgaben der Didaktischen Rekonstruktion umsetzen, also z. B. lediglich die Schülervorstellungen untersuchen, aber Sachstrukturen unhinterfragt übernehmen.

Für Nachwuchswissenschaftler_innen besteht der Nutzen, sich mit Didaktischer Rekonstruktion in den beiden Artikeln zu befassen, darin, die Bedeutung des Wechselspiels von fachlicher Orientierung und Lernerorientierung zu erfassen. Denn die Balance zwischen

* Viele dieser Arbeiten sind in der Reihe »Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion« im Schneider-Verlag erschienen: <https://uol.de/diz/publikationen/beitraege-zur-didaktischen-rekonstruktion>.

beiden Anforderungen einzustellen, stellt den Kern jeder fachdidaktischen Aktivität dar. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion gibt dem Nachwuchs ein Instrument an die Hand, sich auch bei der eignen fachdidaktischen Forschung und Entwicklung zu orientieren.

Eintrag 10: Experimente

Walter Jung (1979) [27]
Phänomen, Begriff, Theorie. Drei Thesen zur Didaktik der Physik.

Maïke Tesch & Reinders Duit (2004) [70]
Experimentieren im Physikunterricht. Ergebnisse einer Videostudie.

Einordnender Text von Erich Starauschek

Jung beschreibt, präzisiert und diskutiert in seinem Beitrag aus wissenschaftstheoretischer Perspektive die Rolle des Experiments in der Physik und bei der Entwicklung des physikalischen Denkens. Er folgert aus diesen Überlegungen notwendige Voraussetzungen für das Physiklernen und damit für die Physikdidaktik. So ist es für ihn z. B. wichtig, der noch vielfach vorzufindenden Vorstellung entgegen zu treten, dass Entscheidungsexperimente über die Gültigkeit verschiedener Theorien befinden. Es ist eben nicht so, dass sich zunächst die Phänomene ergeben und dann die Begriffe zur Beschreibung dieser Phänomene: »In einem einfachen Sinn entstehen Phänomene und Beschreibung gleichzeitig. Es gibt kein Phänomen, welches nicht als solches wahrgenommen . . . , d. h. begrifflich vermittelt [ist]« (S. 18). Andererseits beziehen sich Begriffe immer auf bereits vorhandene theoretische Vorstellungen. Eine besondere Rolle für das physikalische Denken spielt dabei das »reine Phänomen« und das Herstellen desselben mit Experimenten, auch wenn dieser Begriff in der Physikdidaktik nicht verbreitet ist.

In Jungs Überlegungen deutet sich frühzeitig die Wichtigkeit der Rolle der Schülervorstellungen für ein erfolgreiches Physiklernen an – und damit die Notwendigkeit von deren Erforschung (↗Einträge 8 »Schülervorstellungen«, 6 »Konstruktivistisches Verständnis

von Wissensaufbau« und 9 »Didaktische Rekonstruktion«).

Sein Beitrag ist in zwei Richtungen originär: Zum einen entwickelt Jung theoretische Grundlagen für die Physikdidaktik, die über die Lehre der Physik für Physikerinnen und Physiker und damit über ein Sachstruktur- oder Konzeptlernen hinausgeht. Jung bezieht sich hierbei auf wissenschaftstheoretische Texte aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ebenso wie auf ältere Abhandlungen aus der Entstehungszeit grundlegender Reflexionen über Kennzeichen naturwissenschaftlichen Forschens seit Galilei. Sie stellen die Geltungsansprüche der naturwissenschaftlichen Methoden in Frage und untersuchen ihre logischen Grundlagen. In der Regel zählt das Physiklehren und -lernen nicht zu ihrem Gegenstandsbereich. Mit seinen Überlegungen öffnet er auch der Wissenschaftstheorie eine Türe zur Diskussion ihrer impliziten didaktischen Aspekte.

Jungs theoretische Arbeiten zeichnen sich durch eine Durchdringung und Diskussion des physikalischen Denkens und Arbeitens und der physikalischen Erkenntnisgewinnung aus, die direkt zu physikdidaktischen Konsequenzen führen, wenn es um das Erlernen des physikalischen Denkens und Arbeitens unter dem Aspekt einer allgemeinen Bildung geht. Seine wissenschaftstheoretisch basierten Arbeiten können auch heute noch als aktuell angesehen werden, da sie die Phänomene als verlässlich positivistischen Aspekt der Physik für das Physiklernen als zentral ansehen. Diese Perspektive relativiert mögliche Engführungen des physikalischen Experimentierens auf die Variablenkontrollstrategie oder Experimentierzyklen.

Jung begründet die von Wagenschein postulierte Phänomenorientierung des Physikunterrichts aus wissenschaftstheoretischer Perspektive (vgl. Wagenschein, 1968; ↗Eintrag 3). Selbstverständlich sind Jungs Ausführungen zu Phänomen und Experiment ein Beitrag zur erkenntnistheoretischen Fundierung der Physikdidaktik (↗Eintrag 4).

Beim Lesen des Textes sind Erfahrungen mit wissenschaftstheoretischen Fragestellungen und Argumentationen hilfreich. Die Termini *Experiment* und *Experimentieren* werden selten verwendet, sind aber implizit immer konnotiert, z. B. als Produktion von Phänomenen. Das Lesen der Einleitung von Jung (S. 1–9) ist notwendig, um das Verhältnis zwischen Wissenschaftstheorie und Didaktik zu verstehen.

Tesch und Duit hingegen beleuchten mit einer Videostudie die Rolle des Experiments und die Praxis des Experimentierens im deutschen Physikunterricht. Dies ist Teil der umfassenderen IPN-Videostudie* zu Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht. Deutscher Physikunterricht ist nach diesen Studien überwiegend ein fragend-entwickelnder Unterricht, bei dem ein Demonstrationsexperiment im Mittelpunkt steht. Schülerinnen und Schüler stellen zudem höchst selten Hypothesen auf, die getestet werden. Insbesondere zeigt sich, dass die reine Experimentierzeit keinen Einfluss auf den Wissenserwerb hat, sondern die Vor- und Nachbereitungszeit. Dieses Ergebnis ist ein klarer Hinweis für die Bedeutung von Tiefenstrukturen beim Physiklernen und deckt sich mit anderen Befunden der IPN-Videostudie: Zum Beispiel wirkt sich das Oberflächenmerkmal der sogenannten »schülerzentrierten Arbeitsformen« allein nicht besonders auf die Lernergebnisse aus. Bisher wurden keine weiteren breit angelegten Videostudien zum Experimentieren im Physikunterricht durchgeführt.

Die IPN-Videostudie reiht sich in andere Videostudien zur Bestimmung der Qualität von Mathematik- und Physikunterricht ein, die Ende der 90er und Anfang der 00er Jahre durchgeführt wurde, z. B. die TIMSS[†] Videostudie [62], die Schweizer Videostudie zum

* IPN: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (später auch der Mathematik) in Kiel

† TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

Satz des Pythagoras [36], die Videostudie der NWU-Essen* [43] oder die QUIP-Studie[†] [3]. Weitere Ausführungen zur Rolle des Experiments im Physikunterricht finden sich in der Dissertation von Tesch [69].

* NWU: Forschergruppe und Graduiertenkolleg »Naturwissenschaftlicher Unterricht« an der Universität Duisburg-Essen

† QUIP: Quality of Instruction in Physics

Eintrag 11: Natur der Naturwissenschaften

Ernst Kircher (1995) [32]
Studien zur Physikdidaktik.

Dietmar Höttecke (2001) [22]
Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen.
Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen.

Einordnender Text von Dietmar Höttecke

Die beiden Arbeiten befassen sich im Kern mit den fachdidaktischen Grundlagen der Förderung von Wissenschaftsverständnis.

Die Habilitationsschrift Ernst Kirchers hat m. E. die Begriffe *Modell* und *Analogie* in hervorragender und systematischer Weise erschlossen. Das Verdienst der Arbeit besteht darin, die »Modellmethode« für den Unterricht nicht nur entwickelt, sondern auch hinsichtlich ihrer erkenntnis-, wissenschaftstheoretischen, didaktischen und lernpsychologischen Grundannahmen fundiert zu haben. Die Modellmethode unterscheidet dabei Unterrichtsphasen der Bildung von Modellen, ihrer Durchsetzung und argumentativen Absicherung, ihrer Bewährung und der Reflexion der Methode durch die Lernenden. Kircher ordnet die Methode selbst in den didaktisch-methodischen Kontext des entdeckenden Unterrichts ein. Besonders deutlich wird, dass die Methode dazu dient, über Naturwissenschaften als Prozess nachzudenken und zu lernen, wobei für Kircher die erkenntnis-, wissenschaftstheoretischen und wissenschaftssoziologischen Aspekte im Vordergrund stehen. Mit dieser Akzentuierung war die Arbeit in ihrer Zeit wegweisend.

An Kirchers Arbeit knüpften weitere wichtige Arbeiten zur Entwicklung des »Denkens in Modellen« an (z. B. [49]). Der Fokus auf

Modelle als Lerngegenstand verschiebt sich weiter hin zum »Denken in Modellen« als epistemische Praxis und Prozessfähigkeit. Im Zuge von Forschung zur Kompetenzmodellierung ist auch Denken und Umgehen mit Modellen als Kompetenzbereich entwickelt worden. Danach werden Teilkompetenzen bezüglich Schülerperspektiven auf Eigenschaften, alternative Modelle, den Zweck von Modellen, das Testen von Modellen und das Ändern von Modellen beschrieben und untersucht [71].

Die Dissertation von Höttecke diskutiert die Möglichkeit der Förderung von Wissenschaftsverständnis im Rahmen historisch orientierten Physikunterrichts. Dazu legt sie ein fachdidaktisches Fundament aus wissenschaftshistorischen (v. a. jüngere Studien zu Wissenschaft als Praxis und weniger als Ideengeschichte), philosophisch-hermeneutischen (v. a. Gadammers Idee des Verstehens als Einrücken in einen Überlieferungszusammenhang) und didaktischen (v. a. Wagenschein »Eintrag 3, Pukies) Grundannahmen zum Verstehen in den Naturwissenschaften. Die Arbeit zeigt überdies anhand einer historischen Fallstudie zur experimentellen Arbeit Faradays, wie man physikalisches Forschen als kreativen und keineswegs geradlinigen Prozess verstehen kann. Experimente, so zeigt sich, sind eher schwer auszumachende und begrenzbare Erscheinungen in einem Kontinuum aus Forschungsaktivität. Experimentieren erscheint als ein Akt der Stabilisierung mit dem Ziel zwischen manchmal instabilen theoretischen, instrumentellen und materialen Annahmen und Praktiken eine möglichst starke Kohärenz herzustellen. Die Arbeit zeigt daher, dass fachdidaktische Rekonstruktionen des Experiments (z. B. Experiment als Hypothesentest) oft von zu einfachen, linearen Modellen des Experimentierens ausgehen.

Aus fachdidaktischer Perspektive ist sie eine der frühen Arbeiten, die das angelsächsische Konzept *Nature of Science* (NOS) in den deutschen Diskurs integriert und die Befundlage hinsichtlich der

Vorstellungen von Schüler_innen und Lehrkräften klärt. Mit ihrer Betonung des historisch-orientierten Physikunterrichts verhält sie sich in gewisser Weise komplementär zur Arbeit Kirchers.

Im Gefolge der Arbeit intensiviert sich die Rezeption angelsächsischer Arbeiten zu Schülervorstellungen über NOS im deutschen Sprachraum. Es werden Erhebungsinstrumente für NOS ins Deutsche übertragen und weiterentwickelt. Ferner wird untersucht, inwieweit Schülervorstellungen generell oder kontextspezifisch [72] oder wie stabil sie sind [44] und inwiefern das NOS-Konzept Unterschiede oder Verwandtschaften mit dem aus der Psychologie bekannten Konzept epistemologischer Überzeugungen aufweist [55]. Die Lehrerperspektive nimmt z. B. [67] in den Blick, die Perspektive von Professor_innen [84]. Schülerperspektiven auf den besonderen NOS-Aspekt der zeitlichen Entwicklung untersucht [45]. Unstrittig ist mittlerweile wohl, dass NOS ein wichtiger Inhaltsbereich bei der Modellierung fachlicher Kompetenz in den naturwissenschaftlichen Domänen sein soll. Zugleich sind Fortschritte im Bereich der Unterrichtsentwicklung zu NOS gemacht worden (z. B. [21, 23]), wengleich hier noch deutliche Desiderate bestehen.

In den letzten beiden Jahrzehnten ist in Deutschland bezüglich Forschung und Entwicklung rund um NOS viel geschehen. Eine klare Benennung von NOS in den Standarddokumenten (z. B. NBS*, EPA[†]) steht aber noch aus. Umstritten ist auch die Elementarisierung von NOS selbst. Zwar lehnen sich viele Forschungsarbeiten an die sogenannten Lederman Seven [47] an, aber es bleibt stark umstritten, ob diese Elementarisierung unter einer Literacy-Perspektive nicht zu eng ist und stattdessen die Transformation und der Gebrauch von wissenschaftlichem Wissen in Medien und Gesellschaft nicht ein stärkeres fachdidaktisches Gewicht erhalten sollten.

* NBS: Nationale Bildungsstandards [38]

† EPA: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung [37]

Beide Arbeiten, sowohl Kirchers Habilitations- als auch Hötteckes Promotionsschrift haben der fachdidaktischen Forschung und Entwicklung sicher wichtige Impulse geliefert. Die Arbeit Kirchers überzeugt bis heute in ihrer stringenten und vielschichtigen Argumentation. Die Arbeit Hötteckes gibt einen bis heute gültigen Begründungszusammenhang für das Lernen über NOS, während ihre Impulse hin zu einem moderneren Experimentbegriff, wenngleich immer noch gültig, in der Fachdidaktik kaum aufgenommen worden sind.

Eine Delphi-Studie zur Erstellung der Literaturliste

David Woitkowski, Christoph Vogelsang

Unser Ziel bei der Erarbeitung der hier vorliegenden Literaturliste war zunächst, einen breiten Konsens innerhalb der Didaktik der Chemie und Physik über relevante, prägende fachdidaktische Arbeiten dieser Domänen abzubilden. Mangels eigener Expertise erschien es uns weder sinnvoll noch möglich, irgendeinen Teil der Liste normativ zu setzen. In dieser Situation bot sich eine Delphi-Studie als ein (mittlerweile klassisches, ↗Eintrag 1) Mittel der Expertenbefragung an, da hier einerseits alle wesentlichen Inhalte und Strukturelemente aus den Ansichten der befragten Personen abgeleitet werden, andererseits aber durch das iterative Vorgehen schrittweise ein konsensfähiges Ergebnis erarbeitet wird.

Im Verlauf der fast dreieinhalb Jahre andauernden Arbeiten an der Liste haben sich sowohl die konkreter werdende Vision als auch die spezifische Zielsetzung, der abgebildete Bereich und auch die Details der Befragungsmethoden gewandelt. Gründe dafür waren vor allem, dass die Möglichkeit eines breiten Konsenses immer unwahrscheinlicher erschien, andererseits aber v. a. während der Workshops bei den Jahrestagungen der GDGP* [82, 83] wesentliche Strukturen vorgeschlagen, diskutiert und dann für die weitere Arbeit übernommen wurden.

Die Entstehung der Literaturliste, wie sie in diesem Band vorliegt, kann schließlich in vier Phasen gegliedert werden: Bis September 2018 wurden in zwei Runden sehr offen unter allen Mitgliedern der GDGP (und später auch des Fachverbandes Didaktik der Physik der DPG[†]) Vorschläge für die Liste erfragt und bewertet. Nach der

* GDGP: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik

† DPG: Deutsche Physikalische Gesellschaft

Diskussion bei der Jahrestagung in Kiel 2018 wurde dann eine konkretere Vision von der Literaturliste formuliert, deren Erstellung in der zweiten Phase in Form einer Expertenbefragung mit relativ konstantem Teilnehmerfeld bis September 2019 vorangetrieben wurde. Die so erarbeitete erste Version der Liste ähnelt dem hier dargestellten Ergebnis schon sehr deutlich. Sie wurde bei der Jahrestagung in Wien 2019 wiederum diskutiert und modifiziert. In der dritten Phase wurden dann Expert_innen für die Ausarbeitung einordnender Texte für die Themen der Liste gewonnen. Zuletzt wurden Personen aus dem Nachwuchs, aber auch Kritiker_innen des Projektes um eine kritische Einordnung des erarbeiteten Produktes gebeten, so dass auch die während der Arbeiten immer wieder aufkommende Kontroverse abgebildet werden kann.

1. Runde: Offene Sammlung von Werken (Herbst 2017)

Da unsere erste Vorstellung von der zu erarbeitenden Literaturliste einen breiten Konsens möglichst vieler Fachdidaktiker_innen aus der Chemie- und Physikdidaktik darstellte, wählten wir als Ausgangspunkt ein in jeder Hinsicht möglichst offenes Befragungsformat, zu dem möglichst breit eingeladen wurde.

In einem ersten Schritt wurde daher eine einfache Online-Umfrage geschaltet und über die Mailverteiler der GDGP und später auch des Fachverbands Didaktik in der DPG zur Teilnahme eingeladen. Die Befragung enthielt im Kern die offene Aufforderung, Vorschläge für die geplante Literaturliste zu machen. Es durften beliebig viele Werke oder Autoren genannt werden. Als Orientierung waren die Kriterien in Tabelle 1 angegeben. Ziel war, in der Fragestellung bereits eine gewisse Richtung vorzugeben: Nicht alle heute relevanten Texte sollten gesammelt werden, sondern konstitutive, zentrale und paradigmatische Texte.

Auf unseren Aufruf haben 33 Personen geantwortet, davon 10 aus der Chemie-, 22 aus der Physik- und 1 aus einer anderen naturwis-

senschaftlichen Fachdidaktik. Insgesamt wurden 403 Vorschläge gemacht, die sich auf 224 verschiedene Texte bezogen – lediglich 37 Texte wurden von mehr als einer Person vorgeschlagen. Die am häufigsten vorgeschlagenen Werke zeigt Tabelle 2.

Einige Aspekte dieser Rückmeldungen überraschten zunächst: Zunächst existiert eine (für uns zunächst unerwartet) geringe Einigkeit der befragten Personen, die sich in der großen Vielzahl an Einzelnennungen im Vergleich zur geringen Häufigkeit von Mehrfachnennungen zeigt. Weiterhin kamen Rückmeldungen zu großen Teilen aus der Didaktik der Physik (in der die große Bedeutung Wagenscheins deutlich wird) und kaum aus der Didaktik der Chemie (wo auch deutlich weniger Mehrfachnennungen auftreten).

Für die weitere Arbeit erscheinen vor allem die Texte relevant, die mehrfach genannt wurden: 10 Texte sind ältere Originalarbeiten, die vor 1990 veröffentlicht wurden, 14 weitere Texte sind Originalarbeiten nach 1990 und 13 Texte sind Lehrbücher oder Überblickswerke.

Tabelle 1: Kriterien in der ersten, offenen Online-Befragung.

Das Werk ...

- ... ist konstitutiv oder prägend für die Didaktik der Chemie bzw. Physik.
 - ... präsentiert einen zentralen Gedanken chemie- bzw. physikdidaktischer Forschung.
 - ... stammt aus der Gründerzeit der Chemie- bzw. Physikdidaktik und bildet eine inhaltliche oder methodische Grundlage.
 - ... grenzt die Chemie- bzw. Physikdidaktik gegenüber anderen Disziplinen ab.
 - ... begründet ein wirksames Paradigma chemie- bzw. physikdidaktischer Forschung.
 - ... wird bis heute regelmäßig zitiert, wenn es um die Grundlagen dieser Disziplin(en) geht.
-

Tabelle 2: Die am häufigsten genannten Texte in der ersten Runde der Delphi-Befragung. Werke, die letztlich auf der Liste verzeichnet wurden, sind fett hervorgehoben.

8x	Wagenschein (1962). Die Pädagogische Dimension der Physik. [75]
7x	Wagenschein (1968). Verstehen Lehren. Genetisch – sokratisch – exemplarisch. [77]
6x	Muckenfuß (1995). Lernen im sinnstiftenden Kontext. [50] Müller, Wodzinski & Hopf (2004). Schülervorstellungen in der Physik. [53]
5x	Bleichroth et al. (1999). Fachdidaktik Physik (oder frühere Ausgaben). [4] Krüger, Parchmann & Schecker (2014). Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. [46]
4x	Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. [29]
3x	Gebhard, Höttecke & Rehm (2017). Pädagogik der Naturwissenschaften. [15] Häußler et al. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis. [20] Kircher, Girwidz, Häußler (2015). Physikdidaktik. Theorie und Praxis (oder frühere Ausgaben). [33] Posner et al. (1982) Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. [60] Reiners (2017). Chemie Vermitteln. [61]. Wagenschein (1976). Rettet die Phänomene [78]
2x	Weitere 24 Texte
1x	Weitere 187 Texte

Tabelle 3: Geschlossene Fragen in der zweiten Befragungsrunde.

Wie gut ist Ihnen selbst dieser Text bekannt?
Wie gut sollte einem/r Nachwuchswissenschaftler/in der Didaktik der Chemie bzw. Physik dieser Text Ihrer Ansicht nach bekannt sein?
Inwiefern präsentiert dieser Text Ideen, Konzepte oder Fragestellungen, die in der Didaktik der Chemie bzw. Physik bis heute relevant sind?

2. Runde: Weitere Informationen über die Werke (Frühjahr 2018)

Die erste Befragungsrunde lieferte wenig Informationen darüber *warum* bestimmte Texte von den Befragten für relevant gehalten werden – obwohl manche Befragten ihre Textauswahl durchaus kurz kommentiert haben. Außerdem stellt sich angesichts der heterogenen Rückmeldungen die Frage, wie viele Personen die genannten Texte überhaupt kennen und für relevant halten.

Um hier mehr Informationen zu gewinnen, wurden die 37 mehrfach genannten Texte in einer weiteren Online-Befragung vorgelegt, zu der über dieselben Kanäle wie in der ersten Runde aufgerufen wurde. Teilnehmende wurden zunächst gebeten auszuwählen, zu welchen Texten Sie überhaupt Auskunft geben wollten. Dann erhielten Sie zu jedem gewählten Text die drei geschlossenen Fragen in Tabelle 3.

An der Befragung haben insgesamt 42 Personen teilgenommen – nur 17 gaben an, bereits an der 1. Runde teilgenommen zu haben. Der Schwerpunkt auf der Didaktik der Physik (28 Personen) gegenüber der Didaktik der Chemie (12) blieb bestehen (2 Personen gaben eine andere Fachdidaktik an).

Die Rückmeldungen zu den Texten können wiederum als sehr heterogen gelten, so schwankt die Anzahl der Rückmeldungen pro Text zwischen 9 und 38. Im Mittel gaben die Befragten zu 23,5

Texten (SD = 7,2) Rückmeldung.

Die so gesammelten Daten wurden zum Workshop auf der anstehenden Jahrestagung der GDCP in Kiel aufbereitet. Eine Auswahl ist im Tagungsband veröffentlicht [82].

Workshop in Kiel (September 2018)

Ziel der Präsentation von Zwischenergebnissen bei einem Workshop auf der Jahrestagung war einerseits, direkteres Feedback und Meinungen zu den bereits gesammelten Rückmeldungen sowie eine Perspektive für die weitere Arbeit zu bekommen, andererseits aber auch, durch diese Diskussion und das Aufnehmen und Berücksichtigen von Kritik eine größere Akzeptanz innerhalb der Fachcommunity zu erreichen.

Die bisherigen Ergebnisse ließen noch keine tragfähige Struktur erkennen, auf deren Basis man gezielter an einer Literaturliste hätte weiterarbeiten können. Eine solche Struktur konnte sich in Form einer gemeinsamen *Vision* ergeben, an der im Workshop verstärkt gearbeitet wurde. Aus der Retrospektive wesentliche Ergebnisse sind:

- Wichtiger als Vollständigkeit der verzeichneten Texte ist eine Liste von wenigen, dafür aber kundig in den forschungs-historischen Kontext eingeordneten Texten.
- Dies bedingt eine (letztlich nicht ganz durchgehaltene) Konzentration auf »historische« (oder zumindest alte) Texte.
- Sinnvoll erscheint im Folgenden, von zentralen Linien oder Ideen auszugehen und diese als »Überschriften« über jeweils ein oder zwei Texte zu wählen.
- Um den Umfang der Liste einzugrenzen, sollten wir uns auf den deutschsprachigen Raum beschränken. Es zeigte sich, dass dieser nach Wahrnehmung vieler (wenn auch nicht aller) Expert_innen

lange Zeit nur in geringem konzeptuellen Austausch mit dem internationalen Diskurs stand.*

- Aufgrund der geringeren Rückmeldung aus der Didaktik der Chemie (und mangelnder Expertise unsererseits) beziehen wir uns im Folgenden nur noch auf die Didaktik der Physik.

Diese Vision bedingt, dass wir in der folgenden *zweiten Phase* der Arbeiten an der Liste nicht mehr alle, sondern einige kundige Kolleg_innen (gewissermaßen als »Zeitzeugen«) um eine Expertenmeinung bitten. Das Ziel eines möglichst breit geteilten Konsenses tritt damit hinter das aufzeigen bestimmter Schlaglichter zurück, in der retrospektiven Sicht der befragten Expert_innen bis heute relevant erscheinen.

Als erstes Element dieser Vision haben wir im Nachgang des Workshops das Beispiel in Abbildung 1 entwickelt, das für die weitere Arbeit die zu bearbeitenden Fragen vorstellt. Für die »Überschriften« der Listeneinträge ergab sich im Workshop ein erster Vorschlag (Tabelle 4).

Mit Bezug auf die Akzeptanz einer Literaturliste in der Forschungscommunity lässt sich im Nachgang dieses Workshops und auch mit Blick auf die uns erreichenden E-Mails dreierlei feststellen: Erstens stößt das Projekt gerade bei jüngeren Kolleg_innen auf Interesse, die sich für die Ideengeschichte unserer Disziplin und deren Zusammenhänge mit heutigen Forschungsprojekten interessieren. Wir sehen darin einen Wunsch nach dem Blick über den Tellerrand, der auch uns ursprünglich für dieses Projekt motiviert hat. Zweitens sehen wir eine Reihe älterer Kolleg_innen, die angesichts der aktuellen Forschungslandschaft fürchten, dass »Wurzeln vergessen« würden oder dass fruchtbare Ansätze der Vergangenheit

* Dies zeigt sich z. B. auch sprachlich darin, dass weder die Begriffe *Didaktik* oder *Bildung* eine direkte englische Entsprechung haben, noch die damit konnotierte Forschungs- und Geistesstradition mit den entsprechenden internationalen Arbeiten ohne weiteres kompatibel ist [79].

Wagenscheins Ideen

Wagenschein (1968).

Verstehen Lehren. Genetisch – sokratisch – exemplarisch.

Muckenfuß (1996).

Grundpositionen Wagenscheins – kritisch hinterfragt.

Was war damals relevant?

Hier ein kurzer Text, vielleicht eine halbe A4-Seite, was an Wagenscheins Ideen von genetisch-sokratische-exemplarischem Physikunterricht damals besonders war, warum er Aufmerksamkeit gewonnen hat und was davon prägend war. Dazu sollte vielleicht auch gehören, auf welche Vorläufer sich Wagenschein gestützt hat oder welche Ideen er neu in die Physikdidaktik eingebracht hat.

Was ist daraus geworden?

Hier ein weiterer kurzer Text, der darüber resümiert, was von Wagenscheins Ideen heute noch relevant ist. Wesentliches seiner Arbeit ist wohl eher historisch als aktuell relevant. Die Ideen hält z. B. Muckenfuß für in der Schulrealität prinzipiell nicht umsetzbar. Statt seines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichtskonzepts sind andere Ansätze relevant geworden, auf die hier (vielleicht auch mit kurzem Verweis auf andere Teile der Liste oder auf Literatur) hingewiesen werden sollte.

Abbildung 1: Idee von einem Eintrag auf der zu erstellenden Literaturliste am Beispiel Wagenscheins.

nicht mehr aufgegriffen und stattdessen das »Rad neu erfunden« würde. Schließlich erreicht uns allerdings auch einige Kritik. So die Befürchtung, wir würden (zu unkritisch und ohne Bezüge herzustellen) einen »Kanon für eine ›Doktorandenpflichtlektüre‹ « (Zitat aus einer E-Mail*) erstellen und so (zu) weit in die Ausbildung

* Hier und bei allen weiteren wörtlichen Zitaten aus (Expert_innen)-Zuschriften

des wissenschaftlichen Nachwuchses eingreifen. In der weiteren Arbeit an der Liste haben wir versucht, diese Befürchtungen aktiver aufzugreifen und unseren tatsächlichen Ziele klarer darzustellen.

3. Runde: Expertenbefragung (Winter 2018/19)

Auf Basis der Diskussionsergebnisse aus dem Workshop wurde eine erste Expertenbefragung durchgeführt. Dazu wurden insgesamt 27 Personen angefragt, die entweder durch Ihre langjährige Arbeit innerhalb der physikdidaktischen Forschungscommunity als geeignet erschienen, oder die sich in früheren Befragungsrunden oder im Workshop für das Projekt interessiert hatten und somit ansprechbar erschienen.

Als Ausgangspunkt wurde ein erster Vorschlag einer Literaturliste mit 10 Themen und 12 Texten erarbeitet (Tabelle 4, mittlere Spalte). Dieser Vorschlag wurde an den Themenvorschlägen des Workshops und einer Zuordnung der im Workshop als relevant eingeschätzten Literatur destilliert. So wurden z. B. die Texte von Kerschensteiner [31] (ursprünglich in den *Frühen Ideen von Physikunterricht*) und Klafki [34] (ursprünglich unter *Bildung*) in die *Begründungen und Ziele von Physikunterricht* geschoben. Die *Empirische Wende* wurde zunächst nicht aufgenommen, da sich in den bisherigen Literaturvorschlägen kein repräsentativer Text dazu fand.* An dieser Stelle wurde ein Thema *Erkenntnistheoretische Fundierung* aufgenommen, das sich im Workshop als relevant herausgestellt hatte.

Insgesamt 15 der 27 angefragten Expert_innen haben sich mit Rückmeldungen in den weiteren Prozess eingebracht. Von einzel-

wahren wir die zugesicherte Anonymität.

* Gerade hier vollzieht sich der langsame Wandel von einer Konzentration auf *Texte* in der ersten Phase hin zu *Themen* in der zweiten Phase. Anfangs werden noch Themen mangels Literatur von der Liste gestrichen, gegen Ende dieser Phase wird gezielt fehlende Literatur zu als relevant eingestuft Themen gesucht.

Vorschlag Workshop 2018	Beginn Expertenbefragung	Endergebnis
Frühe Ideen von PU		
Begründung und Ziele von PU Bildung	Begründung und Ziele von PU	Begründung und Ziele von PU Bildungstheoretische Zugänge
Genetischer Unterricht	Genetischer Unterricht	Wagenscheins Ideen
Empirische Wende	Erkenntnistheoretische Fundierung	Erkenntnistheoretische und Empirische Fundierung
Curriculum	Curriculumdiskussion	
Interesse	Interessenforschung	Interessenforschung
Konstruktivismus	Konstruktivistisches Verständnis von Wissensaufbau	Konstruktivistisches Verständnis von Wissensaufbau
Schülervorstellungen Kontexte	Schülervorstellungen Kontextorientierung	Fachliche Orientierung Schülervorstellungen
Didaktische Rekonstruktion	Didaktische Rekonstruktion	Didaktische Rekonstruktion
Kompetenzmodellierung	Kompetenzorientierung	Experimente Natur der Naturwissenschaften

Tabelle 4: Drei Stadien der Themen für die Literaturliste

nen Personen wurde in diesen Rückmeldungen fundamentale Kritik an der gegenwärtigen Struktur der Liste geäußert. Hier ist vor allem Kritik an der (auch beim Workshop diskutierten) Richtungsentscheidung für Originalliteratur und gegen Lehrbücher, sowie an der im Ausgangspunkt dieses Projektes verankerten Entscheidung für einen Blick in die (nähere oder weitere) Vergangenheit und der damit verbundenen teilweisen Ausklammerung aktueller Forschungsrichtungen mit nur kurzer Entwicklungsgeschichte zu nennen. Diese Rückmeldungen nehmen wir als Bedarf für eine ganz andere Arbeit wahr, als wir sie hier präsentieren. Tatsächlich gab es in der Vergangenheit Zusammenstellungen von Literatur als Ausgangspunkt für aktuelle Forschungsprojekte (wie z. B. von Duit [9]).

Abgesehen davon lieferten die Expert_innen vielfältige Änderungsvorschläge und -wünsche – sowohl auf der Ebene der Überschriften als auch in Bezug auf einzelne Texte. Diese Vorschläge wurden zunächst gesammelt, geordnet und kategorisiert und dann bevorzugt diejenigen umgesetzt, die von mindestens zwei Personen eingebracht wurden.

Basierend auf diesen Vorschlägen wurden die Texte von Muckenfuß [50] und Klafki [34] unter dem (wieder eingefügten) Thema *Bildungstheoretische Zugänge* verortet. Die Texte aus den Blöcken *Curriculumsdiskussion* und *Kontextorientierung* finden sich nun unter anderen Überschriften. Die Themen *Experimente* und *Natur der Naturwissenschaften* wurden eingefügt.

Stark diskutiert wurde die *Kompetenzorientierung*, die einerseits wesentliche Stränge aktueller Forschung prägt, andererseits aber noch auf keine lange Entwicklungstradition zurückblicken kann, wie wir sie hier gerne abbilden würden. Während einzelne Expert_innen angesichts der aktuellen Bedeutung für eine deutliche Anreicherung mit mehr Literatur plädierten, sahen andere das Thema als noch zu jung oder die Bedeutung für die langfristige Zukunft

als noch nicht erwiesen an. Auch eine zu starke Fokussierung auf die NWU*-Arbeiten wurde hier kritisiert. Dies hatte sich daraus ergeben, dass in den früheren Befragungsrunden lediglich ein Text von Kauertz et al. [30] mehrfach vorgeschlagen worden war. Im Ergebnis haben wir uns hier für einen Kompromiss entschieden: Einerseits wurde der an diesem Thema von mehreren Expert_innen für relevant gehaltene Aspekt der starken empirischen Fundierung der *erkenntnistheoretischen Fundierung* beigefügt, andererseits wurde auf die Nennung der Kompetenzorientierung als eigenen Punkt verzichtet.

Ebenfalls als heftig umstritten gelten kann der Beitrag von Wagenschein zur Physikdidaktik. Während unsere früheren Befragungen (Tabelle 2) deutlich machen, dass die Ideen Wagenscheins auf der Liste nicht unerwähnt gelassen werden können, wurde hier nun klar, dass auch substantielle Kritik an seinen Ideen abgebildet werden muss. So äußert ein Experte sogar »[Genetischer Unterricht] spielt heute keine Rolle mehr und die Wagenschein'sche Position zum genetisch-exemplarisch-sokratischen Unterricht war schon damals höchst umstritten und nicht von ihm.«

Weitere, wegen zu seltener Nennung nicht umgesetzte, Vorschläge waren: Einfügung von Themen wie *Scientific Literacy*, *Unterrichtsqualität* oder *Professionsforschung*, Umbenennung von *Interessenforschung* in *Gendergerechter Physikunterricht* oder *Mädchen und Physikunterricht*, Auflistung weiterer Inhaltsbereiche beim Thema *Schülervorstellungen*.

Sämtliche Änderungen wurden in einem *Änderungslog* zusammengefasst und ausführlich (z. T. mit Zitaten aus den Rückmeldungen) begründet.

* NWU: Forschergruppe und Graduiertenkolleg »Naturwissenschaftlicher Unterricht« an der Universität Duisburg-Essen

4. Runde: Expertenbefragung (Frühjahr 2019)

Die so überarbeitete Liste wurde inklusive Änderungslog wiederum an die Expert_innen versandt, zusammen mit der Bitte um eine Einschätzung der Zentralität der verzeichneten Themen und der Repräsentativität der jeweils aufgelisteten Texte.

Von den 11 eingegangenen Rückmeldungen können 8 als insgesamt positiv betrachtet werden. So äußert ein Experte: »Die Frage der Repräsentativität würde ich in dem Sinne bejahen, dass die Texte zentrale, gewissermaßen historische Ankerpunkte vorgeben, an denen sich je eigene Diskursstränge festmachen lassen, die sich bis heute weiter entwickelt und verzweigt haben.« Das entspricht tatsächlich relativ gut unserer Intention für dieses Literaturlisten-Projekt.

Basierend auf diesen Rückmeldungen wurden nur einzelne Ergänzungen am verzeichneten Textbestand vorgenommen, vielmehr sind hier Lücken deutlich geworden, die im kommenden Workshop in Wien diskutiert wurden.

Mehrere Rückmeldungen reiterierten bereits bekannte Probleme mit unserem Ansatz wie die Konzentration auf Originalliteratur statt Lehrbücher. Besonders pointiert äußert ein Experte: »Die Liste ist mir zu historisch, zu wissenschaftsfern, zu wenig lernpsychologisch und zu national. Sie repräsentiert folglich nicht mein Bild von einer international vernetzten und wissenschaftlichen Physikdidaktik.«

Schließlich musste festgestellt werden, dass an dieser Stelle mit dem Delphi-Verfahren eine Grenze erreicht ist: Die Brüche und Meinungsverschiedenheiten in der aktuellen physikdidaktischen Forschungscommunity können wir zwar (in Teilen) abbilden, aber nicht aufheben. Keine weitere Befragung würde zu eindeutigeren oder konsistenteren Ergebnissen führen. So äußert ein Experte »Fraglich ist mir aber, ob über die derzeit vorliegende Fassung der Literaturliste hinaus noch nennenswerte weitere Verbesserungen

möglich sind. Widersprüchlichkeiten und Lücken in der gegenwärtigen Liste sind bei der Lückenhaftigkeit der fachdidaktischen Forschungslage und bei den unterschiedlichen Sichtweisen der Fachkollegen unvermeidbar. So gehören die Defizite der jetzt vorliegenden Liste für mich mit zu einem zutreffenden Bild unserer Disziplin.«

Workshop in Wien (September 2019)

Diese zwar weitgehend konvergierte, aber im Prozess auch deutlich polarisierende Liste wurde bei einem Workshop auf der GDGP-Jahrestagung 2019 in Wien vorgestellt und diskutiert [82].

Auf Basis der Diskussion im Workshop wurden noch einzelne Änderungen an der Liste vorgenommen. So wurde das Thema *Fachliche Orientierung* neu aufgenommen. Dieses wurde bereits in den früheren Expertenrunden immer wieder vorgeschlagen, bisher aber v. a. aufgrund mangelnder Literaturvorschläge nicht eingefügt. Weiterhin wurde ein Beispiel für eine konkrete *didaktische Rekonstruktion* [10] sowie je ein älterer Text zum Thema *Experimente* [27] und zur *Natur der Naturwissenschaften* [32] aufgenommen.

Verfassung von einordnenden Texten (Herbst/Winter 2019/20)

Wie bereits seit dem Workshop in Kiel (2018) klar, mussten nun einordnende Texte zu den verzeichneten Quellen verfasst werden. Dazu wurden gezielt Expert_innen angeschrieben, die sich im Vorfeld als am Projekt interessiert gezeigt hatten. Dabei handelt es sich einerseits um Personen, die aufgrund ihrer Anciennität als relevant für eine rückblickend-historische Betrachtung gelten können. Andererseits wurden aber auch Personen angefragt, die selbst Autor_innen der auf der Liste verzeichneten Werke oder direkt im jeweiligen Forschungskontext tätig sind, und die so eine Einschätzung »aus erster Hand« liefern können.

Die Expert_innen bekamen einen Schreibauftrag, der im wesentlichen die in Abbildung 1 genannten Fragen enthielt.

Die verfassten Texte wurden im Frühjahr 2020 gesammelt, zu einem gemeinsamen Dokument zusammengefasst und einheitlich formatiert. Aufgrund der deutlichen Heterogenität der gewählten Textformen (Anzahl der Literaturverweise, Verweise auf andere Einträge der Liste, zusammenfassender Schlusssatz) wurde eine Wunschliste mit Überarbeitungsbitten formuliert und den Expert_innen vorgelegt. Sie wurden dabei auch um ein »kritisches Lesen« der anderen Beiträge gebeten, um so eine gegenseitige Qualitätskontrolle zu ermöglichen. Dies führte zu einer Überarbeitung der einzelnen Texte aber auch – und das erscheint uns hier als wesentlicher Erfolg – zu einem Diskurs zwischen den Expert_innen über die Frage der »richtigen« Einordnung der jeweiligen Texte.

Kritische Würdigungen

Nach Abschluss der Arbeiten an der eigentlichen Literaturliste wurden weitere Personen um das Verfassen von »kritischen Würdigungen« des erarbeiteten Ergebnisses gebeten – insbesondere auch solche Personen, die sich im Vorfeld oder im Erarbeitungsprozess kritisch oder sogar ablehnend geäußert hatten. Auch damit sollte die ganze Spannbreite der in unserer Disziplin vorgebrachten Meinungen und Ansichten abgebildet werden.

Insgesamt wurden 9 Personen für einen Beitrag angefragt – letzte Beiträge erhielten wir nur von 3 Personen. Insbesondere bedauern wir das Ausbleiben der Äußerung klarer formulierter und begründeter Kritik. Diese hatte sich in vielfältigen Zuschriften bereits angedeutet. Damit auch die kritische Perspektive auf das Projekt – diese Spannungen im Diskurs sichtbar zu machen war immerhin eine der interessantesten Erfahrungen während der Arbeit am Literaturlisten-Projekt – nicht einfach »unter den Teppich

gekehrt« wird, entschlossen wir uns schließlich dazu, immerhin einige Zuschriften in anonymisierter Form zu veröffentlichen, um so wenigstens die Spannbreite der Meinungen und Positionen abzubilden.

Zusammenfassung und Rückblick

Retrospektiv müssen wir nun feststellen, dass das genutzte Verfahren keinesfalls mit dem der bekannten curricularen Delphi-Studie [20] übereinstimmt. Häußler et al. gehen dort von einem von vornherein relativ klar umrissenen Ziel aus – unser Ziel hat sich im Laufe der Arbeiten sehr deutlich gewandelt. Sie verfügen über eine größere Zahl an Teilnehmer_innen und halten diese im Laufe der Studie deutlich konstanter als wir das konnten. Darüber hinaus reduzieren und strukturieren sie in jedem Schritt die gesammelten Informationen weiter, bis sie am Ende zu einem übersichtlichen und wohlstrukturierten Ergebnis kommen. In unserem Falle geschahen wesentliche strukturbildende Vorgänge bei den jeweiligen Workshops, die Befragungen wandelten sich entsprechend dieser verschiedenen Zielstrukturen.

Dennoch können wir mit dem erarbeiteten Ergebnis eine Liste vorlegen, die mehrere Personen mit »Genuss« (S. 85) und »Gewinn« (Email eines angefragten Experten) gelesen haben, die zentrale und paradigmengestaltende Themen unserer Disziplin aufgreift und kundig einordnet. Anders als ursprünglich angestrebt, können wir aber keinen Konsens vermelden – kritische Stimmen und abweichende Meinungen bleiben und sollen auch in dieser Publikation zu Wort kommen dürfen.

Schlaglichter der Didaktik der Physik als Ausgangspunkt für eigene Überlegungen: Eine Perspektive des wissenschaftlichen Nachwuchses

Jenna Koenen

Die Entwicklung dieses Buches begann mit einem Beitrag von Horst Schecker im Rahmen der Jahrestagung der GDGP im Jahre 2017, der als Wunsch nach einer Literaturliste für den wissenschaftlichen Nachwuchs interpretiert werden konnte. Innerhalb von drei bis vier Jahren wurde daraus ein Buch über die zentralen Themen der Ideengeschichte der physikdidaktischen Forschung in Deutschland.

Dieser Beitrag und Wunsch wurde vielfältig aufgegriffen und diskutiert. Schnell kristallisierte sich innerhalb des wissenschaftlichen Nachwuchses der Gesellschaft ein breites Interesse an einer solchen Liste heraus. Dieses wurde auch von David Woitkowski und Christoph Vogelsang geteilt und daher deren Entwicklung federführend vorangetrieben. Zu diesem Zeitpunkt war ich Nachwuchssprecherin im Vorstand der GDGP und als solche an den ersten Überlegungen zu diesem Projekt beteiligt. Aufgrund dessen haben die beiden mich heute gebeten das Endprodukt eines langen Entwicklungs- und Veränderungsprozesses aus der Perspektive des wissenschaftlichen Nachwuchses einzuordnen. Eine Bitte, der ich hiermit sehr gerne nachkomme.

Zentrales Anliegen von Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern ist in der Regel die Arbeit an der eigenen Dissertation zur Erreichung des Ziels der Promotion. Doch was bedeutet das eigentlich?

Auf der Homepage der TUM Graduate School, der Graduiertenschule der Technischen Universität München, heißt es dazu im

Abschnitt Was ist eine Promotion? »Promotionen können sehr unterschiedlich aussehen. Je nach Fachrichtung und Umfeld variieren sie hinsichtlich Dauer und Struktur deutlich. Zwei Dinge sind jedoch fächerübergreifend immer gefordert: Zum einen erbringen Promovierende eine eigenständige Forschungsleistung. Zum anderen muss die Promotion zu einem Erkenntnisfortschritt im jeweiligen Fach führen.«* Diese Darstellung steht exemplarisch für viele weitere Beschreibungen des Promotionsvorganges. Im Zentrum einer Promotion steht demnach die eigenständige wissenschaftliche Forschung und die Generierung eines Erkenntnisfortschrittes innerhalb der eigenen Disziplin.

Diese Anforderungen führen zwangsläufig zu einer Tiefenbohrung innerhalb eines bestimmten Bereiches der eigenen Disziplin, in diesem Fall der Didaktik der Physik. Diese Tiefenbohrung sollte aber auch innerhalb der Disziplin verortet werden. Um dies in Gänze leisten zu können ist jedoch eine tiefere Auseinandersetzung mit der eigenen Disziplin notwendig. Für die Didaktik der Physik kann dieses Buch mit Sicherheit einen möglichen Ausgangspunkt für eine solche Verortung darstellen.

Diese Literaturliste mit den jeweiligen Verortungen der Einträge durch Expertinnen und Experten zeigt sehr eindeutig, dass die vergleichsweise junge Disziplin der Physikdidaktik bereits über eine reichhaltige Entwicklungs- und Ideengeschichte verfügt. Dies verdeutlichen die gewählten Originalarbeiten in besonderer Art und Weise. Sie beschreiben zentrale Ansätze und Paradigmen der Didaktik der Physik in einer überblickartigen Zusammenstellung und geben so die Forschungs- und Entwicklungsaktivität einer eigenständigen Disziplin wieder.

Die Herleitung dieser Literaturliste und die kundige Verortung

* <https://www.gs.tum.de/promovieren-an-der-tum/warum-promovieren/> Zugriff: 28.12.2020.

durch Expertinnen und Experten ist aus der Sicht des wissenschaftlichen Nachwuchses etwas Besonderes, da in der Regel häufig für einen allgemeinen Überblick auf Lehrbücher zurückgegriffen wird. Die Verortung der gewählten Beiträge durch Expertinnen und Experten in repräsentierende Forschungsansätze, Theoriekomplexe und Erkenntnisse ermöglicht jedoch ein Gefühl für das Bewusstsein und die Entstehung der Didaktik der Physik zu erhalten, die in Lehrbüchern häufig nicht in dieser Art und Weise deutlich wird.

Die gewählten Veröffentlichungen fokussieren auf spezifische Inhaltsfelder, die Entwicklungsprozesse und Differenzierungen beschreiben und zu ihrer jeweiligen Zeit prägend für die Didaktik der Physik waren. Dennoch muss auch festgehalten werden, dass diese Liste sich nur auf einen Ausschnitt der Entwicklungsgeschichte der Didaktik der Physik bezieht. Neuere Entwicklungen, wie die fortschreitende empirische Umsetzung von Forschungsprojekten und die immer stärker in den Fokus rückende Anbindung an den internationalen Forschungskontext der Didaktik der Physik, bleiben außen vor.

Sicherlich kann und sollte die Wahl der gesetzten Schwerpunkte kritisch diskutiert werden. Dies wird alleine schon an der Wandlung der Literaturliste innerhalb ihres Entstehungsprozess von der ersten Version bis hin zu der hier veröffentlichten Variante deutlich. Alleine dieser iterative Prozess in den sich viele Kolleginnen und Kollegen eingebracht haben, zeigt die lebendige, wissenschaftliche Diskurskultur, die grade für Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler anregend und inspirierend sein kann. Dieser Diskurs, wie er in dieser Veröffentlichung dargestellt und auch eingefordert wird, trägt zur Entwicklung der Disziplin maßgeblich bei und regt möglicherweise auch zur tiefergehenden Diskussion der eigenen Tiefenbohrungen an.

Diese Literaturliste kann eine Möglichkeit des Einstiegs in die Erarbeitung des Selbstverständnisses der Didaktik der Physik als

wissenschaftliche Disziplin darstellen, da sie zentrale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten darstellt und verortet. Sie verdeutlicht bereits die Vielfältigkeit der jungen Disziplin, obwohl sie nur einen Ausschnitt zeigt, der, wie beschrieben, keine Bewertung implizieren soll. Sie stellt ein Angebot dar, nicht mehr und nicht weniger, welches Schlaglichter auf zentrale Themenbereiche der historischen Entwicklung der Didaktik der Physik bis zu einem bestimmten Zeitpunkt wirft. Dieses Angebot kann zum Ausgangspunkt werden, um im Sinne eines forschenden Vorgehens eigenständig weiterbearbeitet und ergänzt zu werden. Die Literaturliste stellt damit auch eine Anregung zur Verortung der eigenen Forschungstätigkeit in der Disziplin der Didaktik der Physik dar. Diese Verortung, die im Forschungsprozess der eigenen Promotion notwendig ist, kommt aber häufig aus verschiedensten Gründen zu kurz. Es handelt sich um eine Anregung, aber gleichzeitig auch eine Aufforderung zur kritischen Auseinandersetzung, die für eine sich noch entwickelnde Disziplin auch prägend sein können.

Aus Sicht des wissenschaftlichen Nachwuchses gilt ein großer Dank David Woitkowski und Christoph Vogelsang, allen Autorinnen und Autoren sowie Expertinnen und Experten, die sich im Rahmen der verschiedenen Befragungsrunden und Workshops immer wieder in die Entstehung und Entwicklung dieser Literaturliste eingebracht haben und somit zum lebendigen und wertvollen Diskurs innerhalb der Didaktik der Physik beitragen und damit einen Einstieg in den Blick über den Tellerrand der eigenen Tiefenbohrung hinaus ermöglicht haben.

Gedanken zur Bedeutung der Ideengeschichte für die Physikdidaktik

Martin Hopf

Einleitung

Was macht eigentlich unsere Scientific Community aus? (Und ich bitte um Verzeihung, wenn ich im Folgenden immer nur über die Physikdidaktik schreibe. Da kenne ich mich einfach besser aus.) Einigen können wir uns vermutlich auf das gemeinsame Ziel: die Erforschung des Lehrens und Lernens der Physik. Wir treffen uns auf gemeinsamen Tagungen und haben zumindest einen Kern gemeinsamer Publikationsorgane, um uns über unser Ziel auszutauschen und uns gegenseitig über neue Ergebnisse und Erkenntnisse zu informieren. Und es ist äußerst erfreulich, wie gut sich unsere Scientific Community in den letzten Jahren entwickelt hat. Nicht nur hat sich unser Erkenntnisstand zum Lehren und Lernen der Physik erheblich verbessert, auch unsere Methoden und Forschungsagenden sind vielfältiger und deutlich elaborierter geworden.

Aber wir zahlen dafür auch einen nicht unerheblichen Preis: In meinen Augen ist es heutzutage für ein Individuum nicht mehr möglich, einen guten Überblick über das gesamte Feld der Physikdidaktik zu behalten, geschweige denn auch noch die Entwicklungen der Nachbardisziplinen zu verfolgen. Dies führt zu einer zunehmenden Spezialisierung der Arbeitsgruppen. Man mag einwerfen, dass das ja schon immer so war und dass verschiedene Arbeitsgruppen verschiedene Themen bearbeitet haben. Das stimmt natürlich, aber dennoch gab es Menschen, die sehr genau wussten, was wo bearbeitet wird, alles gelesen haben, was publiziert wurde und darüber hinaus Expertise in verschiedensten Forschungsbereichen und -methoden hatten. In meinen Augen ist aber der Anspruch und

das Niveau der verschiedenen Forschungsstränge so gestiegen, dass man nicht mehr ohne weiteres Experte in allen in der Fachdidaktik vorkommenden Bereiche sein kann. Und natürlich schon gar nicht, wenn man die ebenfalls immer stärker anwachsende internationale Scientific Community betrachtet.

Diese hohe Spezialisierung stellt uns meines Erachtens besonders im Bereich der Nachwuchsförderung vor Herausforderungen. In sehr kurzer Zeit müssen unsere jungen Kolleg_innen ein enormes Wissen und ausgezeichnete Methodenkenntnisse erwerben, um ihr Dissertationsthema den heutigen Standards entsprechend bearbeiten zu können. Dazu kommt, dass unser Nachwuchs – zumindest in weiten Teilen – aus dem Lehramt stammt. Und das Lehramtsstudium als Studium *sui generis* ist ja ein sehr spezielles, sehr breit angelegtes und auf ganz andere Ziele als eine wissenschaftliche Karriere hin ausgelegtes Studium. In der Fachwissenschaft ist das anders: Junge Physiker_innen erwerben im Lauf spätestens des Masterstudiums umfangreiche Kompetenzen, die dann direkt bei der Bearbeitung eines Dissertationsthemas eingesetzt werden können. Im Lehramtsstudium ist es aber z. B. nicht selbstverständlich, dass Absolvierende auf ein umfangreiches und elaboriertes Wissen zu empirischen Methoden der Sozialforschung zurückgreifen können. Doktorierende in der Fachdidaktik müssen sehr schnell sehr viel Neues lernen. Und vielleicht müssen wir noch intensiver daran arbeiten, wie wir das – gerade in der jetzt erfolgten Wendung zu Digitalisierung – standortübergreifend weiter entwickeln können. Wieso bieten wir nicht spezielle Seminare nicht nur am Rand von Tagungen sondern (digital) als reguläre Lehrveranstaltungen über ein ganzes Semester hinweg an? Und wenn wir da zusammenarbeiten, können die Themen auch viel breiter werden als dies ein einzelner Standort zu leisten vermag. Ein solches Thema, in dem es bisher viel zu wenig Angebote gibt, ist die Geschichte der Physikdidaktik.

Vor diesem Hintergrund sehe ich alle Bemühungen, unsere Scientific Community dabei zu unterstützen, sich ihrer Wurzeln bewusst zu bleiben, höchst positiv. Ich beglückwünsche Christoph Woitkowski und David Vogelsang, dass Ihnen die vorliegende Zusammenstellung geglückt ist. Ich bin sicher – und das beschreiben die beiden ja auch, dass das ein steiniger und manchmal frustrierender Weg war. Umso besser, dass er abgeschlossen werden konnte. Ich weiß von weiteren, ähnlichen Projekten, die nie ein Stadium wie die vorliegende Sammlung erreicht haben. Ich bedanke mich auch bei allen Kolleginnen und Kollegen, die mit ihren einordnenden Texten dazu beitragen, die Artikel dieser Zusammenstellung einzuordnen und zu kommentieren. Ich halte die Literatursammlung für gelungen.

Auswahl von Themen und Texten

Nicht verhehlen möchte ich aber, dass ich mit den nun vorgelegten Themen nicht durchwegs glücklich bin. (Und nur, um nicht missverstanden zu werden: Das ist Jammern auf hohem Niveau. Die Literatursammlung ist ein Meilenstein und ein schönes Ergebnis. Aber ich bin auch um kritische Aspekte gebeten worden.) Das heißt dabei nicht, dass ich die Themen nicht durchwegs für wichtig halte. Aber manche Aspekte sind wohl vielleicht einfach nicht mehr bekannt. Man könnte argumentieren, dass sie dann zu Recht vergessen sind. Aber ich glaube, dass damit wichtige Wendungen der Ideengeschichte der Physikdidaktik außer Acht gelassen werden könnten.

Vielleicht wird das an Beispielen klarer. Ich muss dabei allerdings zugeben, dass auch ich diese Beispiele nur aus zweiter oder dritter Hand kenne, also zum Beispiel aus Gesprächen mit meinem Doktorvater Hartmut Wiesner oder aus der Sekundärliteratur. So spielte wohl in der Diskussion um den Bildungswert des Physikunterrichts eine längere Debatte zwischen Theodor Litt und Martin Wagen-

schein eine größere Rolle in der damaligen Scientific Community. Wichtig für die Physikdidaktik waren auch die Curriculumprojekte der 1960er und 1970er-Jahre. Soweit mir bekannt, wurde damals mit erheblichem Aufwand an verschiedenen Orten an Curricula gearbeitet, was auch massiv gefördert wurde. Spannend war wohl auch die Auseinandersetzung zwischen politisch verschieden ausgerichteten Fraktionen in den 1970er und 1980er-Jahren. Jeder sollte zumindest einmal einen Blick in Soznat, das ja dankenswerterweise inzwischen online zur Verfügung steht, werfen. Ebenfalls nicht den Weg in die Zusammenstellung gefunden hat die empirische Wende in der Physik- und Chemiedidaktik mit der Gründung der GDCP und der lange andauernden Konkurrenz zwischen verschiedenen Ausrichtungen. Aber das alles kann ja vielleicht in zukünftigen Versionen der Literatursammlung ergänzt werden.

Ganz glücklich bin ich auch nicht immer mit der Auswahl der Texte. Ich denke dabei, dass das auf die Methode der Delphistudie und davon, welche Kolleg_innen teilgenommen haben, zurückzuführen ist. Aber vielleicht liegt es auch daran, dass wir in der Physikdidaktik viel zu wenige Grundlagentexte für die Scientific Community haben. Dafür würde sprechen, dass überwiegend Bücher in der Sammlung enthalten sind. Einige darunter sind auch gar keine physikdidaktischen Werke. Aber auch hier ist eine gute Grundlage für zukünftige Erweiterungen geschaffen worden.

Rolle der Sammlung

Es ist auch die Frage zu beantworten, welche Rolle die Literaturzusammenstellung in unserer Scientific Community und für den wissenschaftlichen Nachwuchs übernehmen kann. Sie ist offenbar kein Lehrbuch und soll auch keine solche Rolle übernehmen. Lehrbücher sind ja auch für einen anderen Zweck geschrieben: Sie sollen für die Lehramtsstudierenden – begleitend oder nachbereitend zu Lehrveranstaltungen – Inhalte bereitstellen. Das reicht natürlich

nicht in einer Ausbildung für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Aber natürlich sollte in meinen Augen jede_r Doktorierende einige der Lehrbücher zur Physikdidaktik gelesen haben, sowohl eines der aktuellen Werke aber auch ein oder zwei der älteren Bücher, besonders vielleicht das von Bleichroth et al. [4]. Ebenso gehört ein Blick in die Lehrbücher der DDR m. E. dazu. Empfehlenswert ist auch die Lektüre des m. W. ersten Lehrbuchs der Physikdidaktik von Grimsehl [18]. Dabei geht es aber mehr um die Erkenntnis, wie stark sich die Physikdidaktik in den letzten 100 Jahre verändert und hat und wie viel mehr wir jetzt wissen als früher.

Die Literaturzusammenstellung ist auch kein Handbuch der Physikdidaktik. Dazu bräuchte es ja Übersichtsartikel über den Stand der Forschung zu einem Thema. Leider gibt es außer dem Buch von Willer [81] m. W. kein Werk, das auch nur ansatzweise die Funktion eines Handbuchs zur deutschsprachigen Physikdidaktik übernehmen könnte, schon gar kein aktuelles. Vielleicht könnte die Literaturzusammenstellung sich ja zur Keimzelle eines neuen Handbuchs erweisen. Bis dahin stellt Sie auf alle Fälle erste, wichtige Quellen zu den jeweiligen Themen in den Fokus.

Umso dringender ist es in meinen Augen, unsere eigene Geschichte noch besser zu dokumentieren und verfügbar zu halten. Bereits jetzt sind manche Publikationen unauffindbar verschwunden und selbst über Bibliotheken nicht mehr greifbar. Das betrifft besonders die grauen Schriften also Werke, die nicht in Verlagen erschienen sind, sondern z. B. für Forschungszwecke erarbeitet wurden. Ein Beispiel sind die für die Habilitation von Rückl [63] erarbeiteten detaillierten Unterrichtseinheiten zum Feldenergie-Konzept, die in keinem deutschsprachigen Bibliothekskatalog in Deutschland aufscheinen und die auch bei Rückl selbst nicht mehr verfügbar sind. Man findet sicher leicht ähnliche andere Beispiele. Ich halte es für notwendig, dass wir als Scientific Community einen eigenen Repository-Server betreiben, auf dem solche Unterlagen, aber auch

viele andere Werke dauerhaft verfügbar bleiben. Nur bei vorhandenen Quellen können wir uns mit unserer Geschichte beschäftigen.

Man kann die Frage stellen, ob es noch zeitgemäß ist, sich mit einer Ideengeschichte der deutschen Physik- und Chemiedidaktik zu beschäftigen. Schließlich ist unsere Scientific Community doch international. Unsere Forschungsergebnisse werden immer mehr in internationalen Journalen berichtet, die internationalen Tagungen haben mehr und mehr Gewicht. Für mich ist die Antwort aber eindeutig Ja: Es ist zeitgemäß und notwendig. Die deutschsprachige Physikdidaktik hat eine eigene Geschichte und arbeitet unter zum Teil ganz anderen Rahmenbedingungen als Kolleg_innen im Rest der Welt. Das hat zu ganz eigenen Entwicklungen geführt und viele nationale Diskurse wurden unabhängig von Entwicklungen im Rest der Welt geführt. Viele der hier erreichten Forschungsergebnisse wurden international auch kaum rezipiert und so arbeitet unsere deutschsprachige Scientific Community vor einem ganz eigenen Erfahrungshintergrund. Den zu kennen ist ein wichtiger Teil in der Ausbildung von Nachwuchswissenschaftler_innen. Auch das gibt dem vorliegenden Werk seine Bedeutung.

Resumee

Ich freue mich, dass diese Literatursammlung entstanden ist. Sie ist wichtig. Und ich wünsche mir, dass die Arbeit daran nicht endet, sondern dass weitere Aspekte ergänzt werden. Herzlichen Dank an Christoph Vogelsang und David Woitkowski!

Gedanken zur Literaturliste

Rainer Wackermann

Der etwas längere Titel beschreibt bereits treffend den Inhalt. Es geht um eine eher historische Zusammenstellung wichtiger Themen der Physikdidaktik in Deutschland, die anhand jeweils einer oder zweier Original-Arbeiten (Aufsätze und Monographien, keine Lehrbücher) exemplarisch belegt und von einer_m Expert_in mit hoher Anciennität kurz erläutert und in ihrer prägenden Rolle für die physikdidaktische Forschung ehemals und heute noch eingeordnet werden sollen. Neuere Forschungsstränge wie etwa die Kompetenzorientierung stehen bewusst nicht im Fokus, und es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Die Genese der Liste und deren ursprüngliche und schlussendliche Zielsetzungen werden in einem Rahmentext umfassend erläutert.

Es ist ein Genuss, die Einordnungen der Expert_innen zu lesen. Mit hohem Sachverstand und langjähriger, eigener Forschungserfahrung gewürzt, ist es eine Freude, Einblick in ihre Sicht auf Zusammenhänge und historische Entwicklungen innerhalb der Physikdidaktik zu erfahren. Mehr davon wünscht man sich! Aber die Beschränkung auf drei Seiten Einordnung lässt vieles offen, und lässt manche Einordnung doch nur wie eine gekürzte Fassung aus »Physikdidaktik kompakt« [80] erscheinen. Etwas unklar bleibt, welche Rolle die zwei Beleg-Arbeiten spielen. Die Einordnungen sind ja nicht bloß kommentierte Zusammenfassungen dieser beiden Arbeiten, sondern gehen erfreulicherweise häufig darüber hinaus. Wenn man die Beschränkung auf zwei Beleg-Arbeiten aufgeben würde, dann wäre der Schritt zu einem ganzen Kapitel eines Physikdidaktik-Lehrbuches vielleicht nicht mehr weit. Ein solches Lehrbuch ist aber nicht intendiert, und im »Kircher« [33] wird man umfassender informiert.

Was also ist dann der Mehrwert dieser Arbeit? Für wen könnte das Lesen dieses Werkes interessant sein? An Nachwuchswissenschaftler_innen war ja gedacht, und ich könnte mir vorstellen, dass die pointiert geschriebenen Einordnungen Lust auf das Eintauchen in bisherige Arbeiten wecken, auf das Lernen von Vorläufer_innen. Aber in diesem Werk bleibt es bei einem kurzen Eintauchen. Wäre es möglich gewesen, die Expert_innen mehr zu Wort kommen zu lassen? Und statt das Werk nach Themen zu strukturieren, würde die Forschungsgeschichte vielleicht deutlicher werden, wenn man nach einzelnen, herausragenden Wissenschaftler_innen oder einzelnen, herausragenden Schulen wie etwa der Frankfurter Schule (Walter Jung u. a.) oder dem Institut für die Didaktik der Naturwissenschaften in Bremen (Stefan von Aufschnaiter u. a.) gliedern würde? Vorstellbar wäre auch ein vertieftes Eingehen auf die Methodiken gewesen, also auf die Arbeitsweisen, weniger auf die Inhalte. Wie war der Geist in der Fachdidaktik vor der Kompetenzorientierung und vor der empirischen Wende? Wie wurde da gearbeitet? Was wurde verworfen und warum? Was wäre heute wünschenswert? Im Kapitel zur Interessensforschung klingt es für meine Begriffe am deutlichsten an. Die jetzt zu Wort gekommenen Expert_innen könnten sicherlich als Zeitzeugen noch weit mehr berichten, als wir hier von ihnen lesen können. Ich würde es mir wünschen.

So liegt der Mehrwert meines Erachtens nach besonders in dem Unterfangen an sich. Viel Mühe haben sich die Herausgeber gegeben, die Themen und die Literaturliste konsensual zu ermitteln, und sind letztlich am Konsens gescheitert, wie sie selber schreiben. Ich denke, das Unterfangen hatte keine Chance, weil es diesen Konsens nicht gibt. Und das ist eine wichtige Erkenntnis. Man kann sich fragen, warum es diesen Konsens nicht gibt. Sind wir noch zu jung als Wissenschaftsdisziplin? Sind wir noch geprägt von Einzelarbeiten? Warum fällt es offensichtlich so schwer, eine gemeinsame Wissensbasis zu definieren?

Schließen möchte ich mit einem Dank an die beiden Herausgeber für ihr hohes Durchhaltevermögen. Entstanden ist ein interessantes Produkt, in dem man etwas lesen kann, was es sonst nicht zu lesen gibt. Die eigenen Wurzeln nicht zu vergessen und aktuelle physikdidaktische Forschung reflektiert vor dem Hintergrund bisheriger Arbeiten zu betreiben ist eigentlich logisch – und doch ist es schön, es einmal in einem Werk vor Augen geführt zu bekommen.

Kritische Rückmeldungen im Projektverlauf

David Woitkowski, Christoph Vogelsang

Im Laufe der Arbeiten an dieser Literaturliste erreichten uns eine Reihe Zuschriften, sowohl mit positiven, als auch kritischen Rückmeldungen zum gesamten Projekt. Teilweise sind es Rückmeldungen angefragter Expert_innen, teilweise aber auch kritische Anmerkungen von Fachkolleg_innen. Während wir naturgemäß gerade Kritiker_innen nur schwer für eine Mitarbeit an diesem Projekt gewinnen konnten, spiegelt gerade diese Kritik dennoch einen wesentlichen Teil des innerwissenschaftlichen Diskurses wider. Wir sehen es daher als notwendig und sinnvoll an, sie in diesem Kapitel zumindest kurz darzustellen – zumal sie uns auch im Projektverlauf wertvolle Hinweise für Anpassungen und Einordnungen gegeben haben. Wir danken daher allen Kolleg_innen sehr herzlich für ihre Rückmeldungen, auch wenn sie unserem Anliegen diametral entgegenstanden. Im Folgenden paraphrasieren wir die Argumente aus den Zuschriften und fassen sie beschreibend zusammen. Wir formulieren im Sinne indirekter Rede jeweils im Konjunktiv – auch wenn ein Teil der Aussagen sicherlich faktisch korrekt ist. Wenn in Zuschriften auf Literatur verwiesen wurde, haben wir entsprechende Verweise eingefügt oder angepasst. Kritik, die sich auf den gleichen Gegenstand bezog, wurde thematisch gruppiert.

Kritik am Modus und der Zielsetzung des Projekts

Im Rahmen der ersten Befragungsrunden erhielten wir mehrere Rückmeldungen mit kritischen Anmerkungen bezüglich der Intentionen des Projektes und des zu erstellenden Produktes bzw. dessen Verwendung. So wurde angemerkt, dass eine Liste älterer Literatur als Kanon und überspitzt im Sinne einer »Doktorandenpflichtlektüre« verstanden werden könnte. Ältere Beiträge wären

in ihrem innovativen Gehalt nur verständlich, wenn sie in den zum Zeitpunkt des Verfassens aktuellen Diskussionsstand eingeordnet würden. Dies betreffe auch eine Beurteilung eines (damals) innovativen Gehalts eines Textes und eine eventuelle Kritik der damaligen Ansätze aus heutiger Sicht. Kritisch wurde hierzu auch angemerkt, dass eine solche Liste aufgrund der dynamischen Entwicklung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes zwangsläufig irgendwann veraltet sei – obwohl sie zumindest für ein begrenztes Zeitfenster eine Berechtigung habe. Eine solche Einordnung könne von jungen Doktorand_innen selbst nicht geleistet werden, sondern sollte von etablierten Forscher_innen vorgenommen werden. Es wurde auch vorgeschlagen, statt den Fokus auf einzelne Werke eher auf die Arbeit von zentralen Autor_innen zu legen.

Rückmeldungen dieser Art und die auf den GDGP-Jahrestagungen durchgeführten Workshops haben im Projektverlauf dazu geführt, dass wir die Zielsetzung von einer reinen »Liste« mit Literaturverweisen hin zu einer Sammlung einordnender Texte verschoben haben. Als Initiatoren sind wir dem Anliegen, die Texte auch in ihren Entstehungskontext und ihre Bedeutung aus heutiger Sicht einzuordnen, gerne gefolgt.

Auch im weiteren Verlauf erreichte uns immer wieder grundsätzliche Kritik am Projekt, die sich auf ähnliche Schwierigkeiten bezog. Eine Literaturliste, wie wir sie als Produkt anstrebten, wurde teilweise als überflüssig oder sogar schädlich betrachtet, da sie den Charakter einer Vorschrift entfalten könne. Dem gegenüber böten Handbücher, begutachtete Artikel und auch moderne Recherchemaschinen genügend Möglichkeiten, zu spezifischen Themen relevante Literatur zu finden. Es sei daher wichtiger, dass Studierende, Lehrkräfte und erst recht Doktorierende den Umgang mit derartigen Werkzeugen lernen. Jede_r Forschende müsse sich unbedingt selbst ein eigenes Bild über den eigenen Forschungsgegenstand machen, um glaubwürdige Wissenschaft zu betreiben, und dabei

wissenschaftlich korrekten Vorgehensweisen folgen (hierzu wurde z. B. auf die Regeln der DFG zur guten wissenschaftlichen Praxis verwiesen). Eine feststehende Liste schränke den Blick auf den vielfältigen Diskurs der Physikdidaktik ein, weil sich die Bedeutung ehemals wichtiger Themen und Konzepte verändere. Wichtiger sei es daher, dem wissenschaftlichen Nachwuchs Kriterien und Vorgehensweisen zur Recherche nach relevanter wissenschaftlicher Literatur zu vermitteln.

Weiter wurde angeregt, Texte aufzunehmen, die über die begrenzte Perspektive des 20. Jahrhunderts hinausgingen. Zudem sei ein Text nicht ausreichend, um ein komplexes Themenfeld wie z.B. die Bildungstheorie ausreichend abzudecken. Generell wurde gefragt, ob es überhaupt sinnvoll sei aktuell nicht mehr verfolgte Ansätze oder Begründungen anzugeben, die in der modernen Forschung nicht mehr angewandt werden. Es müsse für das Verständnis historischer Forschungsfelder nicht notwendig eine Originalquelle angegeben werden, sondern es wäre hilfreich diese in aufgearbeiteter Form beispielsweise in einem Lehrbuch zu lesen. Eine Literaturliste mit einer Übersicht aus Überblickswerken wäre auch für Doktorand_innen empfehlenswerter.

Kritik an inhaltlichen Foki des Projekts

Gerade auch an der Person und dem Werk von Martin Wagenschein scheiden sich – umgangssprachlich ausgedrückt – die Geister. So wurde darauf hingewiesen, dass die Wagenscheinsche Position zum genetischen Unterricht schon in der damaligen Zeit sehr umstritten gewesen sei. Er habe die Sokratische Methode ohne Quellenangabe von Nelson [54] übernommen. Dies belege z. B. einer seiner Briefe [74]. Zudem seien seine damaligen Positionen in der weiteren Physikdidaktik nicht weiterverfolgt worden und er habe international für Entwicklungen und Forschungen zum naturwissenschaftlichen Unterricht keine Rolle gespielt. Als Alternative für die Werke Wa-

genscheins wurden hierzu die Ansätze John Deweys zur Aufnahme in eine Liste vorgeschlagen [6].

Als Initiatoren dieses Projektes müssen wir deutlich machen, wie sehr wir es bedauern, keine_n der Kritiker_innen Wagenscheins für einen einordnenden Text gewonnen zu haben – genügend Material dafür hätte es in den Zuschriften sicherlich gegeben.

In weiteren Rückmeldungen im Projektverlauf wurde die in den ersten Versionen der Liste verzeichnete *Kompetenzorientierung* (Tabelle 4, S. 68) kontrovers diskutiert, u. a. da nur ein einziger Text auf Basis der Delphi-Befragung vorgeschlagen wurde, der zum einen als zu »neu« empfunden wurde und zum anderen die Forschungslandschaft nur aus einer Perspektive abbilden konnte. Generell wurde das Themenfeld der Kompetenzorientierung als zu junger Teilbereich der Physikdidaktik empfunden, so dass der vorgeschlagene Text wohl erst in ein paar Jahren als »Klassiker« genannt werden könne. Aus unserer Sicht ließen sich manche dieser Zuschriften auch als Ergebnis einer kritischen Haltung gegenüber der Essener Schule und der NWU*, der der verzeichnete Text [30] entstammte, interpretieren – gerade auch dieser Aspekt der zeitgenössischen Diskussion wäre es möglicherweise wert, abgebildet zu werden.

Bezogen auf den aufgenommenen Text von Wolfgang Klafki [34] wurde in Rückmeldungen kritisch gefragt, ob ein nicht genuin physikdidaktischer Text auf die von uns angestrebte Liste gehöre. Die im Originaltext von Klafki formulierten Ziele schienen zu wenig physikbezogen, auch wenn beispielsweise das genetische Lernen nach Wagenschein aufgegriffen würde. Als Ergänzung wurden in diesem Zusammenhang die »Anstöße« [28] von Walter Jung vorgeschlagen.

* NWU: Forschergruppe und Graduiertenkolleg »Naturwissenschaftlicher Unterricht« an der Universität Duisburg-Essen

Physikdidaktik in der DDR

Nachdem die ersten Befragungsrunden ausgewertet waren, fiel einigen Expert_innen auf, dass sich keine Texte von Kolleg_innen aus der damaligen DDR auf der Liste fanden. Dies wurde als einschränkend empfunden und namentlich Personen vorgeschlagen, die entsprechende Hinweise auf Werke geben könnten. Die Vorgeschlagenen wurden mit Unterstützung von einigen Expert_innen schriftlich angefragt und wir erhielten von einem Teil von Ihnen auch einige Hinweise. Die Auswahl von zentralen Quellen war aber auch für diese nicht ganz einfach. Grundsätzlich sei die Forschungslandschaft in der DDR umfangreich gewesen, litt aber unter der Schwierigkeit, nicht im Ausland publizieren zu können. Zur Verfügung stand nur die praxisorientierte Zeitschrift »Physik in der Schule«. Wir als Herausgeber empfanden den Hinweis auf physikdidaktische Forschung, die zur Zeit der damaligen DDR durchgeführt wurde, als sehr interessant, da wir selbst durch unsere eigene physikdidaktische Sozialisation damit bisher keine Berührungen hatten. Es ergaben sich allerdings keine weiteren Schritte oder konkrete Literaturvorschläge für unser Projekt. Auch eine Delphi-Befragung erscheint als Methode angesichts des hohen Alters der sehr kleinen noch verbliebenen Gruppe an Kolleg_innen kaum mehr möglich. Wir können an dieser Stelle nur selbst Kolleg_innen anregen, eine ähnliche historische Übersicht über die physikdidaktische Forschung in der DDR zu erstellen. In uns hätte sie zwei sehr interessierte Leser.

Lücken im Diskurs

Spätestens ab der zweiten Expertenbefragung wurden grundsätzliche Probleme des von uns gewählten Vorgehens auch in kritischen Rückmeldungen immer deutlicher. Es wurde beispielsweise auch von den von uns befragten Expert_innen gefragt, ob sich für die am Ende der zweiten Runde vorliegende Liste noch ein substan-

tiellerer Konsens herstellen ließe. Die Liste könne allerhöchstens als minimaler Konsens verstanden werden. Widersprüchlichkeiten und Leerstellen der Liste repräsentierten die Widersprüchlichkeiten und Lücken der physikdidaktischen Forschung insgesamt. Sie könne daher als Abbild der verschiedenen Kontroversen und Positionen der in der Physikdidaktik tätigen Kolleg_innen betrachtet werden. Eine solche Liste könne aufgrund der Anforderung, einen Konsens darzustellen, gar nicht alle Kontroversen der Disziplin umfassend abbilden. In den Rückmeldungen wurde daher auch explizit angemerkt, dass aufgrund auch des dynamischen Wandels der Physikdidaktik die Delphi-Methode für das Projekt an seine Grenzen stoße.

Kritik am Endprodukt

Erwartungsgemäß erhielten wird auch Rückmeldungen zum fertigen Produkt, also der Literaturliste und den einordnenden Texten. Diese waren zum einen positiv in dem Sinne, dass es den intendierten Zweck erfülle und mit Gewinn gelesen werden könne. Zum anderen aber auch indifferent dahingehend, dass die Liste zwar für manche Personen einen Nutzen haben könne, ein solcher für die Gemeinschaft der Physikdidaktiker_innen aber weniger erkennbar sei. Es wurde aber auch sehr kritisch geäußert, dass die Liste mit ihrem zu historischen, wissenschaftsfernen Blick kein Abbild einer modernen und international vernetzten Physikdidaktik sei.

Literaturverzeichnis

Texte, die in den 11 Einträgen der Literaturliste verzeichnet und diskutiert wurden, sind im Folgenden **fett hervorgehoben**.

- [1] Albers, S. (2017). Bildung und Vielperspektivität im Sachunterricht – ein »inniges« Verhältnis. *GDSU-Journal*, 6, 11–20.
- [2] Bayrhuber, H., Abraham, U., Frederking, V., Jank, W., Rothgangel, M., & Vol, H. J. (2017). *Auf dem Weg zu einer Allgemeinen Fachdidaktik: Allgemeine Fachdidaktik* (Bd. 1). Waxmann Verlag.
- [3] Börlin, J. (2012). *Das Experiment als Lerngelegenheit. Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*. Berlin: Logos.
- [4] Bleichroth, W., Dahncke, H., Jung, W., Merzyn, G. & Weltner, K. (1999). *Fachdidaktik Physik* (2. überarbeitete und erweiterte Aufl.). Köln: Aulis Verlag Deubner.
- [5] Brovelli, D. (Hrsg.) (2018). *Wirksamer Physikunterricht. Unterrichtsqualität: Perspektiven von Expertinnen und Experten*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- [6] Dewey, J. (1993/1915). *Demokratie und Erziehung*. Weinheim und Basel: Beltz.
- [7] **Duit, R.** (1994). ***Empirische Forschung in der Physikdidaktik – Versuch einer Standortbestimmung***. In H. Behrendt (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie, Probleme und Perspektiven. Vorträge auf der GDPCP-Jahrestagung in Kiel 1993* (S. 87-105). Alsbach: Leuchtturm.
- [8] **Duit, R.** (1995). ***Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung***. *Zeitschrift für Pädagogik* 41(6), 905–923.
- [9] **Duit, R.** (2006). Quellen für physikdidaktische Forschung. *PhyDid A – hysik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(5), 1-8.
- [10] **Duit, R., Komorek, M. & Wilbers, J.** (1997). ***Studien zur Di-***

-
- daktischen Rekonstruktion der Chaostheorie. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 19–34.
- [11] Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe* (p. 13–37). Rotterdam: Sense Publishers.
- [12] Faißt, W., Häußler, P., Hergeröder, Ch., Keumecke, K. H., Klock, H., Milanowski, I. & Schöffler-Wallmann, M. (1994), *Physik-Anfangsunterricht für Jungen und Mädchen. Konzeption und fünf ausgearbeitete Unterrichtsbeispiele*. Kiel: IPN
- [13] Faraday, M. (1909), *The Chemical History of a Candle*. Course of Lectures Delivered Before a Juvenile Audience at the Royal Institution. In Ch. W. Eliot (Hrsg.) *The Harvard Classics* (Bd. 30, S. 86). New York: P. F. Collier & Son.
- [14] Faraday, M. (1919), *Naturgeschichte einer Kerze*. Übersetzt, eingeleitet und mit Anmerkungen. Leipzig: Reclam.
- [15] Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch*. Berlin: Springer VS.
- [16] Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [17] Giest, H. (Hrsg.) (2017). *Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret: Begleitband 4 zum Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [18] Grimsehl, E. (1911). *Didaktik und Methodik der Physik*. München: Beck.
- [19] Häußler, P., Frey, K., Hoffmann, L., Rost, J. & Spada, H. (1988). *Physikalische Bildung für heute und morgen - Ergebnisse einer curricularen Delphi-Studie*. Kiel: IPN (116).
- [20] Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die*

Unterrichtspraxis. Kiel: IPN

- [21] Hößle, C., Höttecke, D., & Kircher, E. (Hrsg.) (2004). *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften. Wissenschaftspropädeutik für die Lehrerbildung und die Schulpraxis*. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- [22] Höttecke, D. (2001). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen: Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*. Berlin: Logos.
- [23] Höttecke, D., Henke, A., & Rieß, F. (2012). Implementing History and Philosophy in Science Teaching. Strategies, Methods, Results and Experiences from the European Project HIPST. *Science & Education*, 21(9), 1233-1261.
- [24] Hoffmann, L., Häußler, P. & Peters Haft, S. (1997). *An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht*. Kiel: IPN.
- [25] Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- [26] Jung, W. (1978). *Zum Problem der »Schülvorstellungen«*. *physica didactica*, 5, 125-146.
- [27] Jung, W. (1979). *Phänomen, Begriff, Theorie. Drei Thesen zur Didaktik der Physik*. In W. Jung (Hrsg.), *Aufsätze zur Didaktik der Physik und Wissenschaftstheorie*. (S. 10-38) Frankfurt a. M.: Diesterweg.
- [28] Jung, W. (1983). *Anstöße. Ein Essay über die Didaktik der Physik und ihre Probleme*. Frankfurt a. M.: Diesterweg.
- [29] Kattman, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997) *Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- [30] Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E., & Walpurski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in

-
- den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 135–153.
- [31] **Kerschensteiner, G.** (1914). *Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts* (4. Aufl. 1952). München, Düsseldorf: Oldenbourg.
- [32] **Kircher, E.** (1995). *Studien zur Physikdidaktik*. Kiel: IPN.
- [33] Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (Hrsg.) (2015). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- [34] **Klafki, W.** (1985). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. (6. neu ausgestattete Aufl. 2007) Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- [35] Klafki, W. (2013). Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 4,
- [36] Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy & K., Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projekts »Pythagoras«. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke, L. (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 128–146). Münster: Waxmann.
- [37] KMK (2004). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik*. Bonn: KMK.
- [38] KMK (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- [39] KMK (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Bonn: KMK.
- [40] Knoll, K. (1971). *Didaktik des Physikunterrichts: Theorie und Praxis des Physikunterrichts in Grund- und Hauptschule*. Mün-

chen: Ehrenwirth.

- [41] Köhnlein, W. (2004). Fachdidaktik. In R. W. Keck, U. Sandfuchs & B. Feige (Hrsg.), *Wörterbuch Schulpädagogik* (S. 140–143). Bad Heilbrunn: Klinckschardt.
- [42] Komorek, M., Fischer, A. & Moschner, B. (2013). Fachdidaktische Strukturierung als Grundlage für Unterrichtsdesigns. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign – Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (S. 43–62). Münster: Waxmann.
- [43] von Kotzebue, L., Förtsch, C., Reinold, P., Werner, S., Sczudlek, M. & Neuhaus, B. J. (2015). Quantitative Videostudien zum gymnasialen Biologieunterricht in Deutschland – Aktuelle Tendenzen und Entwicklungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21, 231–237.
- [44] Kremer, K. & Mayer, J. (2013). Entwicklung und Stabilität von Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 77–101.
- [45] Krüger, J. (2017). *Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften. Theoretische Grundsatzüberlegungen und empirische Erkenntnisse*. Berlin: Logos.
- [46] Krüger, D., Parchmann, I., & Schecker, H. (Hrsg.) (2014). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [47] Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 831–879). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [48] Mikelskis, H. F. (Hrsg.) (2006). *Physik-Didaktik*. Berlin: Cornelsen Skriptor.
- [49] Mikelskis-Seifert, S., Fischler, H. (2003). Die Bedeutung des Denkens in Modellen bei der Entwicklung von Teilchenvor-

-
- stellungen. Stand der Forschung und Entwicklung einer Unterrichts-konzeption. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 75–88.
- [50] **Muckenfuß, H.** (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.
- [51] **Muckenfuß, H.** (1996). *Grundpositionen Wagenscheins – kritisch hinterfragt. Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*. 49(8), 455–462.
- [52] **Muckenfuß, H. & Walz, A.** (1997). *Neue Wege im Elektrizitätsunterricht*. (2. überarbeitete Aufl.) Köln: Aulis-Deubner.
- [53] Müller, R., Wodzinski, R., Hopf, M. (Hrsg.) (2004). *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis.
- [54] Nelson, L. (1931) *Die sokratische Methode. Vortrag, gehalten am 11. Dezember 1922 in der Pädagogischen Gesellschaft in Göttingen*. Göttingen: Verlag »öffentliches Leben«.
- [55] Neumann, I. & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 211–234.
- [56] Niedderer, H. & Schecker, H (1992). Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Hrsg.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen. March 4-8, 1991* (S. 74–98). Kiel: IPN.
- [57] Parchmann, I. (2013). Wissenschaft Fachdidaktik – eine besondere Herausforderung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 31(1), 31–41.
- [58] Pfund, H. & Duit, R. (2009). *STCSE: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Kiel: IPN.
- [59] Poske, F. (1915). *Didaktik Des Physikalischen Unterrichts*. Leib-

zig: B. G. Teubner.

- [60] Posner, J., Strike, K., Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211–227.
- [61] Reiners, Ch. S. (2017). *Chemie vermitteln. Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [62] Roth, K., & Garnier, H. (2006). What science teaching looks like: An international perspective. *Science in the Spotlight*, 64(4), 16–23.
- [63] Rückl, E. (1991). *Feldenergie. Ein neues didaktisches Konzept*. Mannheim: BI Wissenschaftsverlag.
- [64] **Schecker, H.** (1985). *Das Schülervorverständnis zur Mechanik. Eine Untersuchung in der Sekundarstufe II unter Einbeziehung historischer und wissenschaftstheoretischer Aspekte*. Bremen: Universität Bremen.
- [65] Schecker, H. (2018). Dankadresse anlässlich der Verleihung der GDCP-Ehrenmedaille. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht. Normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017* (S. 38–41). Regensburg: Universität Regensburg.
- [66] Schecker, H., Parchmann, I. & Krüger, D. (2014). Formate und Methoden naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 1–15). Springer Berlin Heidelberg.
- [67] Schulze Heuling, L., Mikelskis-Seifert, S., & Nückles, M. (2015). Nature of Science aus Lehrerperspektive. Untersuchungen zum Wissenschaftsverständnis von Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21, 41–53.
- [68] Stichweh, R. (Hrsg.) (1994). *Wissenschaft, Universität, Professionen. Soziologische Analysen*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

-
- [69] Tesch, M. (2004). *Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Berlin: Logos.
- [70] **Tesch, M., & Duit, R.** (2004). *Experimentieren im Physikunterricht. Ergebnisse einer Videostudie*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10(10), 51–69.
- [71] Trier, U. & Upmeyer zu Belzen, A. (2009). »Wissenschaftler nutzen Modelle, um etwas Neues zu entdecken, und in der Schule lernt man einfach nur, dass es so ist.« In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, S. Hof, K. Kremer & J. Mayer (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (Bd. 8, S. 23–37). Marburg: VBio.
- [72] Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2011). Conceptions of the nature of science. Are they general or context-specific? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 707–730.
- [73] Vogelsang, C., & Woitkowski, D. (2017). Physikdidaktische Forschung in der Hochschule. Eine Übersicht über Forschungsdesigns und -methoden. *die hochschullehre*, 3, 1–21.
- [74] Wagenschein, M. (1949) *Brief an Minna Specht, 15. Mai 1949*. Wagenschein-Archiv, Brief Nr. 7106.
- [75] Wagenschein, M. (1962). *Die Pädagogische Dimension der Physik*. Braunschweig: Westermann.
- [76] Wagenschein, M. (1965). *Ursprüngliches verstehen und exaktes Denken* (Bd. I). Stuttgart: Klett.
- [77] **Wagenschein, M.** (1968). *Verstehen Lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch*. Weinheim, Basel: Beltz.
- [78] Wagenschein, M. (1976). Rettet die Phänomene. In H. Dahnke (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven. Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik/Chemie in Freiburg, September 1975* (S. 12–32). Hannover: Schroedel.
- [79] Westbury, I., Hopmann, S. & Riquarts, K. (Hrsg.) (2000). *Teaching as a reflective practice: the German Didaktik tradition*.

Mahawa, NJ: Erlbaum.

- [80] Wiesner, H., Hopf, M., & Schecker, H. (Hrsg.) (2011). *Physikdidaktik kompakt*. Köln: Aulis Deubner.
- [81] Willer, J. (2003). *Didaktik des Physikunterrichts*. Frankfurt a. M.: Verlag Harri Deutsch.
- [82] Woitkowski, D. & Vogelsang, C. (2019). Literaturliste: Grundlegende Texte der Didaktik der Chemie und Physik. Aktueller Stand der Arbeiten. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018*. (S. 48-53). Universität Regensburg.
- [83] Woitkowski, D. & Vogelsang, C. (2020). Literaturliste: Zentrale Themen physikdidaktischer Forschung. Aktueller Stand der Arbeiten. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019*. (S. 55-59). Universität Duisburg-Essen.
- [84] Woitkowski, D. & Wurmbach, N.L. (2019). Assessing German professors' views of nature of science. *Physical Review Physics Education Research*, 15.

Die Didaktik der Physik ist im deutschsprachigen Raum mittlerweile fest etabliert. Ihre Akteur_innen haben ein Selbstverständnis als eigene wissenschaftliche Disziplin entwickelt, die eigene Forschungsfelder und -fragestellungen in den Fokus nimmt und mit spezifischen Forschungsformaten und -methoden untersucht. Die Forschungsaktivität in dieser Disziplin nimmt seit Jahren stetig zu und differenziert sich inhaltlich immer stärker aus, so dass es in der Didaktik der Physik kaum noch möglich ist, einen Überblick über alle Entwicklungen zu behalten. Zugleich sind die eigenen ideengeschichtlichen Wurzeln dieser Disziplin im aktuellen Forschungsbetrieb nicht mehr sehr präsent. Gerade Nachwuchswissenschaftler_innen sind sie nicht immer bewusst.

Als Ergebnis einer über 3 Jahren dauernden Delphi-Studie legen wir in diesem Band eine Sammlung von Verweisen auf grundlegende und wegweisende Literatur der Physikdidaktik vor, die von Expert_innen jeweils kurz in den wissenschaftshistorischen Kontext eingeordnet werden. Es handelt sich hier nicht um ein Lehrbuch, sondern um eine Ressource, die die historische Vielfalt physikdidaktischer Denk- und Forschungsansätze kompakt zugänglich macht und die zur Reflexion über die Fachdidaktik und ihr Selbstverständnis als wissenschaftliche Disziplin anregen soll. Sie möchte auf sinnvolle und ökonomische Weise die historische »Werdung« der Physikdidaktik nahebringen.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5268-8