

Lind, Gunter

Physikunterricht und materielle Bildung

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 3 (1997) 1, S. 3-20



Quellenangabe/ Reference:

Lind, Gunter: Physikunterricht und materielle Bildung - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 3 (1997) 1, S. 3-20 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-314876 - DOI: 10.25656/01:31487

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-314876>

<https://doi.org/10.25656/01:31487>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

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

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

GUNTER LIND

Physikunterricht und materiale Bildung

Zusammenfassung:

Die Diskussion um den Bildungswert wurde lange Zeit unter Gegenüberstellung von materialer und formaler Bildung geführt. Nachdem der formale Aspekt bereits dargestellt wurde (ZfDN 2/1, 1996), widmet sich der vorliegende Aufsatz der materialen Bildung, genauer der Bedeutung, die der Vermittlung technisch-praktischer Kenntnisse im Physikunterricht der höheren Schulen zuerkannt wurde.

Abstract:

The discussion on the educational value of physics was for a long time carried out by contrasting formal and material education. The formal aspect has already been dealt with (ZfDN 2/1, 1996). In this article the history of material education is treated, specially the importance which was given to technical-practical knowledge in higher level physics instruction.

1. Einleitung

Ob der Physikunterricht am Gymnasium auch Kenntnisse vermitteln sollte, die für einen Schüler, der einen gewerblichen oder technischen Beruf ergreifen wollte, von Nutzen wären, war lange Zeit kontrovers. Im Zentrum des gymnasialen Selbstbewußtseins stand die "formale Bildung" (Lind 1996), die Entwicklung der geistigen Anlagen des Schülers. Ihr Gegenpol, die "materiale Bildung" hatte von vornherein nicht den besten Ruf. Mit diesem Begriff sollte all das gefaßt werden, was die Schule der Berufsausbildung, der Vorbereitung aufs Leben schuldete. Im Verständnis der Neuhumanisten, die das Begriffspaar zur Kennzeichnung der Bildungsziele einführten, war dies der Teil der schulischen Erziehung, der dem Eigentlichen der Bildung am fernsten lag, der eher Ausbildung als Bildung war. Die Assoziation von material und materialistisch lag nahe. Mit der Entgegensetzung formal -material sollte zugleich Stellung bezogen werden gegen die Tendenz des Gymnasiums im ausgehenden 18. Jahrhundert, berufsbildenden Inhalten mehr Raum zu geben.

Der Begriff der materialen Bildung war nie so populär wie derjenige der formalen Bildung, und das lag wohl daran, daß er sehr vieles umfaßte, und zwar im Wert für die Bildung recht verschieden geschätzte Kenntnisse. Je mehr im Laufe des Jahrhunderts die "Allge-

meinbildung" nicht mehr bloß formal, sondern auch durch kanonisierte Inhalte definiert wurde (in erster Linie solche des historisch-literarischen Bereichs), desto weniger traf die Entgegensetzung material-formal die Fronten der bildungspolitischen Kontroverse. Es war leichter gewesen, freie Geistesbildung von bloßer Berufsausbildung zu scheiden (für die vernunftgemäße Einsicht nicht als nötig erachtet wurde), als innerhalb des Wissens eine Trennungslinie zwischen Bildungswissen und Leistungswissen zu ziehen.

Nur um diesen Punkt soll es im folgenden gehen: inwieweit die Vermittlung technisch-praktischer Kenntnisse als Aufgabe des Physikunterrichts galt und als bildungsrelevant betrachtet wurde. Es soll also nicht der Frage nachgegangen werden, was materiale Bildung im Physikunterricht alles bedeutete. Dies wäre auch nicht sonderlich interessant, da ein einheitlicher Gebrauch des Begriffs in der fachdidaktischen Diskussion nie existierte. Es geht vielmehr um den bildungspolitisch und fachdidaktisch kontroversen Teil dieses Begriffs.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das höhere Schulwesen, insbesondere auf das Gymnasium als dessen markantesten Repräsentanten. Gelegentlich wird auch ein Blick auf das mittlere Schulwesen geworfen, soweit Parallelen naheliegen. Zum niederen Schulwesen gibt es jedoch kaum irgendwelche Beziehungen, da es durchweg anderen Zielen

folgte. Auch die spezielle Situation des berufsbildenden Schulwesens, der Gewerbeschulen, Fortbildungsschulen und Berufsschulen und ihrer Vorläufer wird nicht behandelt.

2. Das 18. Jahrhundert: das Streben nach Nützlichkeit und die philosophische Tradition

"Die Erkenntnis der Natur befördert auf vielfältige Weise die Glückseligkeit des menschlichen Geschlechts, ...: denn sie gewähret dem Gemüthe ein beständiges Vergnügen, dem kein anderes auf der Welt gleich zu achten, und setzt uns in den Stand, da wir Herr werden über die Creatur und sie zu unserem Nutzen brauchen können." So kennzeichnete Christian Wolff in seinem Lehrbuch der kausalen Physik (1723, Vorrede) den Zweck des Physikunterrichts, und in seinem Lehrbuch der teleologischen Physik (1726, 5) fügte er hinzu: "Auf solche Weise gelangen wir durch die Erkenntnis der Absichten der Natur zur Gewißheit der Erkenntnis von GOTT und werden also davon überführt, wodurch unsere Erkenntnis lebendig und dadurch ein Mittel wird GOTT zu ehren und seine Ehre zu befördern, die Ausübung der Tugend und Unterlassung der Laster erleichtert, folgendes unsere Glückseligkeit befördert wird."

Die Beherrschung der Natur durch die Technik und die Verehrung ihres Schöpfers durch einen tugendhaften Lebenswandel gehörten für Wolff zusammen. Kausale und teleologische Naturbetrachtung sollten demselben Zweck dienen: der Glückseligkeit des Menschengeschlechts. Das Bewußtsein, hierzu einen beträchtlichen, ja vielleicht den wesentlichen Beitrag leisten zu können, machte das Studium der Natur zu jenem "beständigen Vergnügen", von dem Wolff sprach. Dieses Bewußtsein sollte aber auch das Naturstudium leiten. Um Fortschritte auf dem Weg zur Glückseligkeit des Menschengeschlechts zu erreichen, galt es, "die Wissenschaften zum Nutzen des Lebens einzurichten".

Für Wolff wie für seine Zeitgenossen war es selbstverständlich, daß der Physikunterricht sich durch seinen gesellschaftlichen Nutzen

zu legitimieren hatte, und dieser Nutzen wurde allgemein sehr hoch eingeschätzt. Vom Studium der Physik wurden positive Auswirkungen auf verschiedenen Gebieten des gesellschaftlichen Lebens erwartet. In den Vorworten der meisten Lehrbücher sind die verschiedenen Aspekte des "Nutzens" der Physik aufgelistet, wobei die Erkenntnis Gottes, die Bekämpfung des Aberglaubens und die Verbesserung der Ökonomie durch die Technik fast immer genannt sind. Die Überzeugung von der Nützlichkeit des Physikunterrichts war eng verbunden mit der Erwartung eines gesellschaftlichen Fortschritts, der nicht nur die Wissenschaften, die Technik und die Ökonomie umfassen sollte, sondern auch Moral und Sittlichkeit und bei dessen Förderung dem Erziehungswesen eine zentrale Rolle zugedacht war.

Der Nutzen des Physikunterrichts wurde - wie überhaupt der Zweck der Erziehung - vorrangig auf die Gesellschaft bezogen, und seine Bedeutung für das Individuum ging darin auf. Wolff hat den Physikunterricht als Mittel zur formalen Bildung geschätzt, als Mittel zur Ausbildung der Kräfte des Verstandes und zur Erlangung guter Denkgewohnheiten. Und gegen Ende des Jahrhunderts wurde dies von den Philanthropisten noch stärker hervorgehoben. Aber dies war nie ein eigenständiges Unterrichtsziel, sondern blieb Mittel zur Verbesserung der materialen Bildung, zur Mehrung des gesellschaftlichen Nutzens. Das Ideal war der sich in seinem Beruf bewährende Mensch, gewerblich tüchtig und in seinem Lebenswandel Gott wohlgefällig. Die Ausbildung der Verstandeskräfte sollte die gewerbliche Nützlichkeit und eine vernünftige Lebensanschauung fördern. Man darf das wohl nicht als eine Unterordnung der Entfaltung des Individuums unter die Ansprüche der Gesellschaft interpretieren. Der Mensch wurde als gesellschaftliches Wesen gesehen, dem Glückseligkeit nur durch gesellschaftliche Brauchbarkeit zufallen konnte. Die ständische Gesellschaftsordnung wurde dabei noch akzeptiert.

Bei einer solchen Zielbestimmung sollte man erwarten, daß im Unterricht die nützlichen

Anwendungen des Faches im Mittelpunkt gestanden hätten. Die Lehrbücher sprechen jedoch eine andere Sprache, jedenfalls diejenigen für die gelehrten Schulen (Lind 1992). Die physiktheologische Naturbetrachtung, die zu Anfang des 18. Jahrhunderts noch eine beträchtliche Rolle gespielt hatte, verschwand mehr und mehr und kam am Ende des Jahrhunderts nicht mehr vor. Die Bekämpfung des Aberglaubens hat im Unterricht der gelehrten Schulen anscheinend nie eine Rolle gespielt. Sie blieb, wie die religiöse Orientierung überhaupt, eine vorrangige Aufgabe der niederen Schulen. Aber auch die Technik spielte im Unterricht kaum eine Rolle, obwohl sie gegen Ende des Jahrhunderts zum wichtigsten Argument für den Physikunterricht wurde. Der Physikunterricht beschränkte sich in erster Linie auf die Vermittlung der Grundlagen. Technisches hatte nur den Charakter von Anwendungsbeispielen und wurde nicht sonderlich gepflegt. Insgesamt kann man sagen, daß die verschiedenen Formen des Nutzens der Physik, die in den Vorworten der Lehrbücher zur Rechtfertigung des Unterrichts angeführt wurden, in diesem Unterricht höchstens am Rande vorkamen. Es wurde vielmehr so unterrichtet, als würden die physikalischen Erkenntnisse um ihrer selbst willen vermittelt.

Ein Grund für diese offensichtliche Differenz zwischen Anspruch und Wirklichkeit lag in der Tradition des Lehrfaches Physik. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurde Physik fast nur an den Universitäten gelehrt, und zwar als ein Teilgebiet des philosophischen Grundkurses, den jeder Student besuchen mußte. Zwar löste sich der Physikunterricht im Laufe des Jahrhunderts von der organisatorischen Einheit mit der Philosophie, aber in manchen Aspekten seines Selbstverständnisses blieb er doch seiner philosophischen Herkunft verhaftet, insbesondere galten mit dem Weltbild zusammenhängende Fragen weiterhin als Zentrum des Faches. Das Gymnasium, an dem der Physikunterricht sich im Laufe des Jahrhunderts nach und nach etablieren konnte, orientierte sich in didaktischen Fragen eng an der Universität. So stellte auch dort der

Physikunterricht die Grundlagen in den Mittelpunkt und blieb relativ technikfern. Zwar verdankte sich die Einführung des Physikunterrichts an den Gymnasien nicht zuletzt der erwarteten Gemeinnützlichkeits - das Gymnasium war bestrebt, sich durch Neueinführung "moderner" Fächer vom Ruf der verstaubten Gelehrtenschule zu lösen - aber die Unterrichtspraxis wurde dem nur in beschränktem Maße gerecht.

Beispielhaft für das Selbstverständnis der Physik war ihr Verhältnis zur angewandten Mathematik (Lind 1990). Auch diese war ursprünglich ein Universitätsfach, allerdings ein eher randständiges. Sie behandelte alle technischen und wissenschaftlichen Gebiete, in denen die Anwendung der Mathematik nötig war, darunter auch die mathematische Physik; das waren damals die Mechanik und die geometrische Optik. Diese wurden mit technisch-praktischer Intention gelehrt; zentral waren Arbeitsmaschinen, Wasserkünste, optische Geräte. An den Schulen hat sich die angewandte Mathematik trotz anfänglicher Erfolge nicht etablieren können. Die seltsame Kombination der unterschiedlichsten Gebiete paßte nicht mehr in den neu entstehenden Kanon der Wissenschaften und Künste und wurde nach und nach aufgelöst und anderen Fächern zugeschlagen. Die Physik, die bis dahin kaum Mathematik verwendet hatte, übernahm die inhaltlich ihr zugehörigen Gebiete. Allerdings wurden diese an die Gepflogenheiten des Physikunterrichts assimiliert. Die technisch-praktische Intention ging dabei verloren. Zentral waren jetzt die physikalischen Grundlagen, und die Maschinen wurden nur noch zu deren Veranschaulichung behandelt, ohne technische Details.

Noch durch eine andere Entwicklung wurde die Technikabstinenz der Physik verstärkt. Die am Anfang des 18. Jahrhunderts noch die meisten Naturwissenschaften umfassende physica entließ in den folgenden Jahrzehnten eine Anzahl von Teilgebieten, die sich als Spezialdisziplinen etablieren konnten. Übrig blieb die heutige Physik als eine Art Grundwissenschaft aller Naturwissenschaften. Sie wurde als eine theoretische Wissenschaft defi-

niert, die per definitionem ihre Anwendungen nicht enthielt. Es gab keine angewandte Physik. Die Physik öffnete Anwendungsfelder, ohne auf diesen selbst tätig zu sein. Muncke (1819, VIII) bezeichnete sie treffend als eine "propädeutische Wissenschaft". Der Nutzen der Physik war also ein vermittelter. Er floß aus anderen Disziplinen, die sich der Physik bedienten.

Mag so auch die Anwendungsferne der akademischen Physik verständlich sein, für die Schulphysik war diese Haltung eigentlich nicht konsequent. Schließlich waren die angewandten Fächer, die sich der Physik bedienten, an der Schule nicht vertreten und andererseits nahm die Zahl der Schüler, die nach dem Gymnasium unmittelbar in den Beruf eintraten und keine akademische Karriere im Auge hatten, stetig zu. Der Konflikt zwischen der Orientierung des gymnasialen Physikunterrichts am Universitätsunterricht, gern als "Wissenschaftlichkeit" bezeichnet, und den Bedürfnissen einer an praktischem, berufsbezogenem Wissen interessierten Schülerschaft blieb während des ganzen 19. Jahrhunderts bestehen.

3. Das neuhumanistische Gymnasium: Geistesbildung ohne praktische Rücksichten

Durch die neuhumanistische Bildungsreform wurde innerhalb weniger Jahre das Ideal einer Erziehung des einzelnen zum Nutzen für die Gesellschaft, einer Erziehung zum vernünftigen und in seinem Gewerbe tüchtigen Bürger, durch das Ideal einer zweckfreien geistigen Bildung, die einzig der harmonischen Entfaltung der geistigen Anlagen des Zöglings dienen sollte, ersetzt. Darin lag ein Moment der Emanzipation, eine Verteidigung der Ansprüche des Individuums gegenüber der Gängelei des absolutistischen Staats. Darin lag aber auch eine Abwertung des bürgerlichen Berufs und der beruflichen Bildung, die stets im Verdacht stand, entfremdete Bildung zu sein (Bollenbeck 1994, 136 ff.). Der (ständisch verstandene) Beruf reduzierte auch die Möglichkeiten menschlicher Entfaltung

und konnte sogar als Gegenpol zu "Bildung" verstanden werden. Allgemeinbildung und Berufsbildung, Erziehungsschulen und Berufsschulen wurden einander entgegengesetzt. Als besonders bildungsrelevant galten jetzt philosophische, ästhetische und literarische Inhalte. Die Beschäftigung mit den Objektivationen des menschlichen Geistes wurde höher geschätzt als die Sozialisation für die Felder gesellschaftlicher Praxis. Ökonomie und Technik wurden abgewertet, und damit war der neue Bildungsbegriff auch für die naturwissenschaftlichen Fächer nicht günstig, die ja bisher ihre Gemeinnützlichkeits betont hatten.

Die Schule der individuellen Geistesbildung war das Gymnasium. Es unterschied sich von anderen Bildungsinstitutionen durch die besondere Betonung der formalen Bildung, und es wählte seine Fächer unter dem Gesichtspunkt aus, inwieweit sie zur Förderung formaler Bildung geeignet erschienen (zum Folgenden siehe Lind 1996, 56-60). Das Schwergewicht lag auf den alten Sprachen, aber auch der Mathematik wurde ein hoher Stellenwert bei der Denkschulung zuerkannt. Die Physik hatte es ihrer Nähe zur Mathematik zu verdanken, daß sie sich ziemlich unangefochten behaupten konnte. Dies war allerdings nur möglich, weil der Physikunterricht sich durch eine grundlegende didaktische Reform dem neuen Bildungsideal anpaßte. Die Mathematisierung, die bis dahin eher vermieden wurde, um dem Schüler das Verständnis zu erleichtern, wurde so weit ausgedehnt, wie dies in der Schulphysik möglich erschien. Man bevorzugte die Gebiete, die sich mathematisieren ließen und versuchte, das deduktive Vorgehen im Unterricht zum Tragen kommen zu lassen. Die Anwendung der Gesetze spielte eine große Rolle, weil dabei schlußfolgerndes Denken geübt werden sollte. Das Experiment erschien manchen Didaktikern als zu spielerisch, als zu wenig anstrengende Geistesarbeit erforderlich.

Die Wissenschaften sollten am Gymnasium um ihrer selbst willen gepflegt werden, als ein Ausdruck der Geisteskultur. Geradezu stereotyp wurde betont, daß das Gymnasium keine

berufsbildende Funktion habe und haben solle, daß die zugehörige Berufsschule vielmehr die Universität sei. Auch die Physiklehrer teilten überwiegend diese Auffassung und wandten sich dagegen, die Physik unter dem Gesichtspunkt ihres Nutzens zu betreiben. Dies war eine direkte Kehrtwende der Didaktik. Hatte der Nutzen vorher als wichtigstes Argument zur Legitimierung des Unterrichts gedient, so war er jetzt bestenfalls noch eine "dankenswerte Zugabe" (Krüger 1847, 2). Der materielle Zweck der Physik liege nicht im Nutzen und in der Technik, sondern in der Erkenntnis der Ordnung in der Natur (Schenck 1840, 7 u. 12). Die Entstehung der Naturforschung verdanke sich nicht materieller Not, sondern einem ursprünglichen menschlichen Interesse (Klumpff 1830, 7). Eine technologisch orientierte Naturwissenschaft passe nicht ans Gymnasium, weil sie dessen humanistischem Bildungsauftrag widerspreche (Roßmäßler 1847, 167). Rücksichten auf Nutzen und Praxis könnten den Sinn für Wahrheit und die Freude an der Wissenschaft ersticken (Axt 1840, 8). Man könne nicht den Nutzen zum Ziel des Unterrichts machen, wenn man moralisch vom Schüler das Gegenteil fordere, nämlich eine idealistische Lebensanschauung (Petersen 1865, 3). Das Verhältnis von Naturwissenschaft und Technik wurde eher als Gegensatz beschrieben, denn als Verwandtschaft. An der Praxis des Unterrichts hat die verbale Abwertung des Nutzens und der Technik eigentlich nichts geändert. Dies hatte ja auch vorher schon keine bedeutende Rolle gespielt. Die Anwendungsbeispiele aus der Technik verschwanden keineswegs, sondern wurden eher detaillierter behandelt. Hatten sie ehemals in erster Linie dazu gedient, die Bedeutung der Physik herauszustellen, was in wenigen Sätzen geschehen konnte, so erfüllten sie jetzt den Zweck, die physikalischen Gesetze anzuwenden, einzuüben und damit Denkschulung zu betreiben. Und das erforderte ein genaueres Studium. Die Technik blieb, was sie gewesen war, Beispiel für das physikalische Gesetz. Tatsächlich war das Gymnasium jedoch nicht die Schule zweckfreier Geistesbildung, die es

zu sein vorgab, sondern diene den Interessen einer bestimmten Schicht. Der Besuch des Gymnasiums diene dem Erwerb von Berechtigungen und verlieh einen erhöhten Sozialstatus. Nachdem das Abitur zur unabdingbaren Zugangsvoraussetzung für die Universität geworden war, waren die meisten intellektuellen Berufe vom Besuch des Gymnasiums abhängig, und zwar sowohl der beliebte höhere Staatsdienst, als auch die kirchliche Beamtenlaufbahn und die freien Berufe. In Preußen war sogar die Offiziersfähigkeit an den Gymnasialbesuch gebunden. Das Gymnasium war die Schule einer geistigen Elite mit entsprechenden sozialen Ansprüchen.

Die Technikfeindlichkeit des Gymnasiums war auch Ausdruck einer Spaltung innerhalb des Bürgertums. Das Bildungsbürgertum verteidigte seine gesellschaftliche Stellung gegen das aufstrebende Wirtschaftsbürgertum. Anfang des 19. Jahrhunderts waren die Bildungsansprüche der Gewerbetreibenden im wirtschaftlich rückständigen Deutschland noch recht gering, aber dies änderte sich mit zunehmender Industrialisierung. Das Gymnasium war im Grunde nicht bereit, diesen Ansprüchen nachzukommen, auch wenn man dem Schulgeld zuliebe Kompromisse einging. Charakteristisch, wenn auch pointiert ausgedrückt, war die Meinung eines Gymnasialdirektors, der an seiner Schule den Physikunterricht tatkräftig gefördert hat: "die künftigen Kauf- und höheren Gewerbleute können und sollen uns stiftungsgemäß nichts angehen, sintemal wir keine Bäckereien sind noch sein sollen, worin gelehrt werden müßte, wie man aus jedem Gedanken augenblicklich einen Laib Brod backen kann." Durch Eingehen auf die Wünsche dieser Schicht würden die Gymnasien "zu Nutzschole corruptirt werden" (Kapp 1834, 85 ff.).

Daß die Söhne aus dem Wirtschaftsbürgertum an vielen Orten mangels Alternativen das Gymnasium besuchen mußten, war jedoch eine Tatsache, und die Bildungspolitik in Preußen und auch in anderen deutschen Staaten trug dem Rechnung, indem sie den Gymnasien erlaubte, in curricularen Fragen die örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen.

Was den Physikunterricht angeht, so hat dies seine Einführung schon in der Mittelstufe gefördert. Die Kinder der Gewerbetreibenden, die an einem solchen Unterricht besonders interessiert waren, gingen meist mit der mittleren Reife ab (Schmidt 1836, 47 f.).

Die Vertreter des neuhumanistischen Gymnasiums, soweit sie die Ansprüche des Wirtschaftsbürgertums auf eine höhere Bildung überhaupt anerkannten, plädierten überwiegend für eine Trennung der Bildungsgänge. Und dieser Lösung stimmten zunächst auch viele Naturwissenschaftler zu, die sich davon die Einrichtung einer dem Gymnasium gleichwertigen naturwissenschaftlich-technisch geprägten Schulform versprachen. Als Beispiel sei Ernst Gottfried Fischer (1806) genannt, dessen Konzeption später von Spillike übernommen wurde. Fischer wollte zwei wissenschaftliche Schulformen verwirklicht sehen, das Gymnasium und das Realgymnasium. Das erste sollte den Schwerpunkt auf die formale Bildung legen und Vorbereitungsschule zur Universität sein. Das zweite solle zwar auch formal bilden, den Schwerpunkt jedoch auf die Vermittlung nützlicher Kenntnisse legen und Vorbereitungsschule für eine Art technischer Hochschule sein, die er als Realakademie bezeichnete und die den Nachwuchs für technische Berufe ausbilden sollte. Derartige Konzeptionen sind von verschiedenen Autoren aufgestellt worden. Auch Thiersch (1840, 41), der für die Bildungsreform in Bayern verantwortlich zeichnete, ging von zwei derartigen Bildungsgängen aus, die er als humanistischen und industriellen bezeichnete.

Thiersch hat sich allerdings für den Ausbau des zweiten, industriellen Bildungsganges nur recht halbherzig verwendet, so daß dieser für die meisten Schüler nur auf dem Papier existierte. Und das galt nicht nur für Bayern. Eine Gleichwertigkeit beider Bildungsgänge existierte in keinem deutschen Staat. Eine Abwertung lag schon in der Tatsache, daß zu den neuen Realschulen manche alten Lateinschulen gehörten, die den Aufstieg zum Gymnasium nicht geschafft hatten. Der Ausbau des Realschulwesens wurde in den mei-

sten deutschen Staaten zu wenig gefördert, und auch die wenigen den Realschulen zuerkannten Berechtigungen machten sie gegenüber den Gymnasien zu Schulen niederen Ranges. Außerdem fehlten die Fachschulen, auf die sie hätten vorbereiten sollen, weitgehend. Der Ausbau des Fachhochschulwesens am Ende des 18. Jahrhunderts (z. B. Gründung der Bergakademien in Freiberg, Berlin und Clausthal) wurde nicht weitergeführt. Im Gegenteil: die Gründung der Universität Berlin (1810) richtete sich gegen das Fachhochschulwesen; dort sollte ausschließlich die reine Wissenschaft gepflegt werden (Manegold 1976, 257f.).

Die Folge war, daß die Realschule sich mehr und mehr am Gymnasium orientierte, um so etwas von dessen Ansehen und seinen Berechtigungen zu erlangen. Aus einem Werkzeug der Emanzipation des Wirtschaftsbürgertums wurde eine Vorbereitungsschule für niedere Staatsbeamte (Körner 1851). Und das schlug sich auch in der Didaktik nieder. Eine eigenständige Didaktik der Physik im realistischen Schulwesen hat sich nicht entwickeln können. Es gab vielmehr kaum Unterschiede zum Gymnasium. Insbesondere wurde der technisch-industrielle Aspekt kaum stärker betont. Zwar wurden die nützlichen Kenntnisse von den Real- und Bürgerschullehrern nicht geradezu abgewertet. Aber auch hier waren sie nur "willkommene Zugabe" (Schneider 1837, 37), und Hauptzweck war die formale Bildung.

Widerstand gegen diese Entwicklung wurde von den Physiklehrern höchstens vorsichtig und ansatzweise geäußert. Einen der wenigen vehementen Proteste hat der Theologe und Philologe Friedrich Körner (1851, Vorwort u. Kap. II) formuliert, der an der Realschule der Franckeschen Stiftungen in Halle unterrichtete. Körner warf der gymnasialen Bildungsidee Lieblosigkeit und Verlogenheit vor. Sie sei verlogen, weil sie eine Zweckfreiheit vorgebe, die nicht existiere; der Bürger schicke seinen Sohn aufs Gymnasium und zahle Schulgeld, damit der später etwas davon habe. Sie sei lieblos, angesichts der Verarmung und Proletarisierung der Massen; zunächst müsse

man sein Brot verdienen lernen, bevor man sich den Idealen widmen könne. Für Körner hatte realistische Bildung auch eine sozialrevolutionäre Komponente. Er war aktiv in der 1848er Revolution und Direktor eines Handwerkerbildungsvereins. Aber auch für ihn waren die nützlichen Kenntnisse nur der unmittelbare und keineswegs der höchste Zweck des naturwissenschaftlichen Unterrichts, den er ganz in Übereinstimmung mit der Gegenpartei in der formalen Bildung sah.

4. Realistische Bildung: Grundlage der Kultur oder Erziehung zum Materialismus

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die Diskussion um den materialen Aspekt naturwissenschaftlicher Bildung durch die direkte Konkurrenzsituation von Gymnasium und den realistischen Schultypen bestimmt. Das Berechtigungsmonopol des Gymnasiums war immer weniger plausibel, nachdem durch die Wieseschen Reformen auch die realistischen Anstalten eine wissenschaftliche Bildung vermitteln sollten und curriculare Unterschiede nurmehr Schwerpunktsetzungen innerhalb eines im wesentlichen ähnlichen Fächerkanons betrafen. Die Diskussion, die eine breite Öffentlichkeit erfaßte, entzündete sich an der Berechtigungsfrage und war teils sehr polemisch. Die Protagonisten des Streites waren Philologen auf der einen und Realschulvertreter auf der anderen Seite. Die Physiklehrer standen wohl überwiegend auf der Seite des realistischen Systems, auch wenn sie am Gymnasium lehrten. Bei den Naturwissenschaftlern an Universitäten waren die Ansichten geteilt. Hier gab es auch manche, die gegen eine Erweiterung der Berechtigung zum Hochschulzugang waren, da die Studentenzahlen stark gestiegen waren und eine Akademikerarbeitslosigkeit drohte. Die Akademikerarbeitslosigkeit gab der Debatte um die Berechtigungen ihre soziale Brisanz. Das Bildungsbürgertum fürchtete um seine materielle Existenz angesichts des aufstrebenden Wirtschaftsbürgertums. Hier war inzwischen ein gleichfalls sehr

bildungsbeflissener Mittelstand entstanden, dessen Kinder nach akademischen Berufen strebten. Die erhebliche Steigerung des Bildungsniveaus in dieser Schicht geht aus einer Auswertung von Unternehmerbiographien hervor: während um 1840 noch fast zwei Drittel aus Arbeiter- und Kleinbürgerhaushalten stammten, ergibt sich für 1890 dieselbe Zahl für typische Vertreter des Mittelstandes, während die Arbeiter- und Kleinbürgerkinder nur noch etwa 20 % ausmachten (Treue 1975, 210).

Die Vorwürfe gegen die Realschulbildung lassen sich unter zwei Hauptpunkten zusammenfassen:

1. Die Realschulen seien nicht in der Lage, Studierfähigkeit zu vermitteln, weil diese nicht durch bestimmte Fachkenntnisse gekennzeichnet sei, sondern durch eine formale Bildung, die die wissenschaftliche Beschäftigung mit jedem Fach ermögliche. Dieser Einwand war gegen die materiale Bildung überhaupt gerichtet, und er ließ sich um so leichter entkräften, je mehr Studienfächer für Realschüler geöffnet wurden und von ihnen erfolgreich absolviert wurden.

2. Der zweite Einwand wurde von den Realschulbefürwortern offenbar ernster genommen, wie die vielen Widerlegungsversuche zeigen: in einem realistischen Unterricht erhalte der Schüler nicht die rechte Einstellung zur Wissenschaft und sei daher zum Universitätsstudium nicht geeignet. Stereotyp wiederholt wurde der Vorwurf, die Realschule fördere den Materialismus, und manchmal wurden mit ähnlichem Abscheu hinzugefügt: Utilitarismus, Amerikanismus, Nihilismus; auch der Impressionismus in der Kunst und der Naturalismus in der Literatur kommen vor (Aly 1886, 314 f.). Man erhält in manchen Stellungnahmen den Eindruck, die Realschule sei ein Vorstoß ahumaner Kräfte gegen die bewährte humanistische Bildung, ins Leben gerufen, um zum Banausentum zu erziehen.

Schon die Stoßrichtung gegen den Materialismus zeigt, daß die Vorwürfe sich nur mittelbar gegen die Technik und die Naturwissenschaften richteten. Gemeint war nicht das

naturwissenschaftlich-technische Denken, sondern dessen ökonomische Verwertung. Abgelehnt wurde die bürgerlich-kapitalistische Gesellschaftsordnung mit ihrer Dominanz des Erwerbslebens gegenüber der Geisteskultur. Die Technik traf das Verdikt nur als Wegbereiter dieser Gesellschaftsordnung. Das zeigt sich auch am Verhältnis der Altphilologen zur antiken Technik (Callies 1976). Sie hatte zwar in der Forschung nie einen sehr prominenten Platz, wurde aber doch als Ausdruck griechischen Lebens zu erfassen versucht. Gerade in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts sind viele Einzelabhandlungen zur antiken Technik von Schulmännern geschrieben worden und in Schulprogrammen veröffentlicht.

Die Er widerungen der Naturwissenschaftler auf diese Kritik lassen sich gleichfalls unter zwei Gesichtspunkten zusammenfassen: zum einen wurde der Materialism usvorwurf zu entkräften versucht. Die Naturwissenschaften erzögen keineswegs zum Materialismus, sondern könnten im Gegenteil sogar zu seiner Überwindung beitragen. Zum anderen wurde den Kritikern ein zu enger Kulturbegriff vorgeworfen. Die Naturwissenschaften seien selbst Teil jener Geisteskultur, um deren Erhalt es den Kritikern gehe.

Der Materialism usvorwurf bezog sich manchmal auf den philosophischen Materialismus, häufiger auf einen praktischen Materialismus. Im ersten Fall wurde den Naturwissenschaften unterstellt, sie entfremdeten den Schüler von der christlichen Religion, im zweiten Fall, sie ließen idealistischer Gesinnung keinen Raum, sondern führten zur Gewinnsucht. Als Antwort darauf stellten die Naturwissenschaftler wieder die angeblich enge Beziehung zwischen Naturwissenschaft und Religion heraus, die seit der neuhumanistischen Reform in den Hintergrund getreten war (Berger 1864). Öfter wurde darauf verwiesen, daß die großen Naturforscher der Vergangenheit überwiegend gläubige Christen gewesen seien (Schenck 1841, 48 ff., Gies 1859, 12 f.). Ausdrücklich wurde auch wieder gefordert, den naturwissenschaftlichen Unterricht mit Rücksicht auf die Religion zu gestalten

(Engel 1854), was allerdings in der Schulpraxis keine Rolle gespielt zu haben scheint. Der philosophische Materialismus wurde als eine Verkennung des Wesens der Naturwissenschaften dargestellt, und als er aus der Mode gekommen war, wurde gern darauf verwiesen, die Naturwissenschaften hätten zu seiner Überwindung beigetragen (Hultsch 1908, 119).

Auch einen Zusammenhang des praktischen Materialismus mit ihrem Fach wiesen die Physiklehrer weit von sich. Zweck der Naturwissenschaft sei ein idealer, nämlich die Suche nach Wahrheit (Hamdorff 1888, 10 u. 14). Das Argument zwang dazu, einen scharfen Trennungsstrich zwischen Naturwissenschaft und Technik als Ingenieursleistung einerseits und Ökonomie und industrieller Technik andererseits zu ziehen. Materialismus und "Amerikanisierung" seien Folgen der Wirtschaftsordnung des Kapitalismus, nicht der Technik (Kleinwaechter 1879, 21). Der Physikunterricht solle dieser "Schattenseite der Industrie" gegensteuern (Kleinert 1858, IV), z. B. indem man äußere Zwecke aus dem Unterricht fernhalte (Zimmermann 1851, 32) und indem man den ästhetischen und religiösen Aspekt der Naturerkenntnis herausstelle. Es gehe darum, die Naturwissenschaften als humaniora zu betreiben (Kugler 1853, 8).

Die Physiker gingen hier offenbar im wesentlichen von dem gleichen Bildungsbegriff aus wie ihre Kritiker. Die "eigentliche" Bildung war Geistesbildung um ihrer selbst willen. Berufliche, gesellschaftliche, auch politische Fragen gehörten nicht dazu. Jedoch wurde Wert darauf gelegt, gegenüber den Kritikern klarzustellen, daß die Naturwissenschaften und die Technik gemeine Bestandteile dieser Geistesbildung sein müßten.

Schon in der ersten Jahrhunderthälfte erhoben einige Fachdidaktiker den Anspruch, auch die Naturwissenschaften als einen unverzichtbaren Teil der Kultur zu betrachten und somit auch als bildungsrelevant. Klumpp (1829, 10 ff.) meinte, nicht nur die Antike sei eine Wurzel der abendländischen Kultur, sondern auch die Wissenschaften, und diese müßten deshalb in der Schule stärker gepflegt werden.

Bei Schenck (1841, 62 f.) findet man bereits die Argumentation, die später zum Standard wurde. Durch Naturwissenschaft und Technik habe sich die materielle Lage des Menschen so verbessert, daß eine Blüte der Künste und der anderen gesellschaftlichen Institutionen einschließlich der politischen daraus resultierte und diese wiederum werde zu einer Veredelung des ganzen Menschengeschlechts führen. Schenck setzte große Hoffnungen auf den technisch-wissenschaftlichen Fortschritt, den er als prinzipiell unbegrenzt betrachtete. Ähnliche Ansichten wurden von Liebig (1840, 14 f. u. 45 ff.) und Körner (1851, 32) geäußert. Auch sie stellten die Technik als Voraussetzung der Geisteskultur dar, weil sie den Menschen vom Existenzdruck befreie und so überhaupt erst die Möglichkeit zu anderen Beschäftigungen schaffe. Interessant ist, daß alle drei Autoren auch politische oder soziale Auswirkungen des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts erwarten. Schenck erhofft größere politische Freiheiten, Liebig eine Verbesserung der Lebensverhältnisse auch in der Unterschicht. Körner erwartet einen "vernünftigen Socialismus". Offenbar waren es zunächst eher die auf gesellschaftliche Veränderungen Drängenden, die Hoffnungen mit dem naturwissenschaftlichen Fortschritt verbanden.

Etwa ab 1875 nahm die Zahl der Veröffentlichungen, in denen der naturwissenschaftliche und der kulturelle Fortschritt in einen Zusammenhang gebracht wurden, stark zu. Hervorgehoben wurde, daß der Fortschritt der Naturwissenschaften dank ihrer Methode ein stetiger, fast notwendiger Prozeß sei. Er galt als "unwiderstehlich" (Pietzker 1894, 9), ist ein "Naturprozeß" (Raydt 1875, 9 f.). Bei einem solchen Fortschritt mußte man nicht mehr nach dem Sinn fragen. Engelhardt (1979, 163 ff.) spricht von einer Entproblematismusierung des Fortschritts und einer damit einhergehenden Fatalisierung der Naturwissenschaften. Als Folgen dieses Fortschritts wurden von den Physikdidaktikern neben dem technischen und wirtschaftlichen Bereich besonders der Einfluß auf das Weltbild und auf die Philosophie betont. Auch die positi-

ven Folgen auf den Ausbau des Bildungswesens wurden genannt (Velten 1894, 2; Danne-mann 1914, 4).

Daß die kulturelle Bedeutung der Physik nun zu einem Hauptargument zur Legitimierung des Physikunterrichts wurde, zeugt von einem gesteigerten Selbstbewußtsein der Physikdidaktiker angesichts der offensichtlichen Bedeutung ihres Faches für die Volkswirtschaft und deren Anerkennung auch von staatlicher Seite. Die Belange des Faches und die Interessen des eigenen Standes wurden jetzt offensiver vertreten. Aus der Bedeutung der Physik für die Kultur wurde gefolgert, daß sie auch zu einem bevorzugten Bildungsgut werden müsse. Die Naturwissenschaften seien eine Geistesmacht geworden, ohne die die Kultur-aufgabe der Gegenwart nicht mehr geleistet werden könne. Sie seien deshalb nicht mehr bloß als Mittel der formalen Bildung zu betrachten, sondern als ein wichtiger Zweck des Unterrichts (Weber 1877, 16). Die Entwicklung der Kultur erfordere eine ständige Anpassung des Begriffs der Allgemeinbildung und dies erfordere eine Stärkung der Naturwissenschaften (Holzmüller 1885, 556 f.; Ver-worn 1904, 2 ff.).

Natürlich erwuchs aus diesem Anspruch auch eine Verpflichtung: die kulturelle Bedeutung der Physik mußte im Unterricht betont werden. Wie dies geschah, zeigt, daß die Physiker durchaus noch dem alten Kulturbegriff verhaftet waren, wonach Kultur eine Sache des Geistes war und von der bloß materiellen Zivilisation abgehoben. Ein wichtiges Reformziel war es, der Geschichte der Physik als einem Teil der Kulturgeschichte der Menschheit, einen Platz im Unterricht zu sichern. Auch die Diskussion philosophischer Fragen erschien wichtig. Hauptziel war aber wohl die Vermittlung jener Methode, die den naturwissenschaftlichen Fortschritt produziert haben sollte und damit den Hauptbeitrag der Physik zur Menschheitskultur darstellte. Die Technik - obwohl angeblich Voraussetzung der kulturellen Entwicklung - führte weiterhin ein Schattendasein und wurde, wenn überhaupt, nur als Produkt der Ingeniosität gewürdigt, als Anwendung der Physik. Eine

darüber hinausgehende Behandlung der Technik wurde sehr selten gefordert, am deutlichsten wohl von Keferstein (1878, 44), der eine technische Naturbetrachtung für wichtig hielt, um dem Schüler ein Verständnis des technischen und damit auch des kulturellen Fortschritts zu ermöglichen.

Sowohl die Befürworter als auch die Kritiker des naturwissenschaftlichen Unterrichts gingen also im wesentlichen noch von denselben Begriffen von Kultur und Bildung aus. Die Physiker waren bestrebt, die Bedeutung ihres Faches in diesem traditionellen Legitimationsrahmen neu zu bestimmen. Die "humanistische Aufgabe" des Physikunterrichts wurde zum Schlagwort (Höfler 1888, Poske 1904). Daß die allseitige Entfaltung und Selbstvervollkommenung der Person, die mit diesem Bildungsbegriff einmal gemeint gewesen war, kaum etwas mit der methodisch disziplinierten modernen physikalischen Forschung zu tun hatte, ist erst Litt (1963) aufgefallen.

5. Großmachtstreben im Kaiserreich: Technik als nationale Aufgabe

Die wirtschaftliche Entwicklung in der zweiten Jahrhunderthälfte war gekennzeichnet durch rasche Industrialisierung mit hohen Wachstumsraten, unterbrochen von konjunkturellen Einbrüchen. Die Wirtschaft war zunehmend exportorientiert, so daß es notwendig war, auch gegenüber internationaler Konkurrenz zu bestehen. Dem Staat war an einer Stärkung der nationalen Wirtschaft gelegen, und er mußte dann auch deren Qualifikationsanforderungen zu erfüllen suchen. Die berufsvorbildende Funktion der Schule gewann wieder mehr Einfluß auf die Gestaltung des Curriculum, und im gleichen Maß verlor der Neuhumanismus an Überzeugungskraft.

Nach dem Regierungsantritt Wilhelms II. trat die veränderte politische Bewertung des naturwissenschaftlichen Unterrichts noch stärker in Erscheinung. Die Naturwissenschaften wurden als ein Hilfsmittel für die Durchsetzung der Großmachtansprüche des Deutschen Reiches betrachtet. Es ging nicht

mehr nur um die Förderung der Industrie ganz allgemein, sondern besonders um die Förderung der Rüstungsindustrie. Staatsminister v. Studt sprach dies auf der Schulkonferenz des Jahres 1900 ganz klar aus. Die Ausweitung des realistischen Unterrichts sei "eine hochbedeutsame Frage für die wirtschaftliche Weiterentwicklung unseres Volkes, die an Wichtigkeit noch zugenommen hat durch das Wachsen unserer internationalen Beziehungen und durch das weitere Aufblühen der deutschen Seemacht" (Heydorn/Koneffke 1972). Der Technik war damit eine nationale Aufgabe zugewiesen und der naturwissenschaftliche Unterricht war der schulische Ort zur Umsetzung dieser Aufgabe. Dadurch gewann mehr und mehr ein Bildungsideal an Realität, das vom neuhumanistischen Bildungsbegriff explizit ausgeschlossen worden war. Anstelle der "Kultur" wurde die "Nation" mehr und mehr zum Fokus materialer Bildungsansprüche. Und der Kompromiß der Beschwörung einer "nationalen Kultur" konnte kaum verschleiern, wo der Schwerpunkt lag. "Vergessen wir nicht, dass ein Volk, welches im Kampfe um den Weltmarkt unterliegt, nicht imstande ist, einer Minderheit seiner Glieder die Musse zu gewähren, welche Kunst, Philosophie und Wissenschaft für sich fordern" (Wernicke 1898, 82). Die Prioritäten waren klar: die Industrie hatte Vorrang.

Bis dahin waren nationalistische Töne in physikdidaktischen Abhandlungen ein Fremdkörper. Die Physik galt als Werk einer internationalen Wissenschaftlergemeinschaft und als förderlich für das Wohl der gesamten Menschheit. Dieser Kosmopolitismus wurde nun als Fehlentwicklung bezeichnet und eine Pflege des nationalen Erbes gefordert (Kollbach 1888, 10). Chauvinistische Töne waren noch selten, aber aus einigen Äußerungen wird doch deutlich, daß der beschworene Wettbewerb der Nationen nicht unbedingt nur friedlich verlaufen sollte (Richter 1900, 324).

Zunächst war das nationalistische Bildungsideal und die daraus resultierende Forderung eines stärker anwendungsbezogenen Physikunterrichts noch eine Minderheitenposition.

Auf der Jahrestagung 1900 des Fördervereins forderte Schotten, die höhere Schule habe "die Vermittlung einer dem Praktischen abgewandten Geistesrichtung" zu leisten (Quensen 1900, 403) und auf der Fördervereinstagung 1908 wurde zur Beschränkung des physikalischen Lehrstoffs ein Thesenpapier von Bohner (1908, 527) angenommen, in dem "eine "rein" physikalische knappe Behandlung des Stoffes, die sich in den Anwendungen mit dem Hinweis auf das dieselben beherrschende physikalische Prinzip begnügt", befürwortet wurde, um Zeit zu gewinnen für Schülerübungen, aber auch für die Betonung der weltanschaulich-kulturellen Seite. Nachdem dies gerade zum Zentrum einer groß angelegten Unterrichtsreform gemacht worden war, wäre eine Umorientierung in Fragen der Bildungsziele auch kaum verständlich gewesen. Der Philosoph Alois Riehl (1909, 6 f.), der ganz im Sinne dieser Reform das "humanistische Element" der Naturwissenschaften betont sehen wollte, begriff denn auch das Argument, der Konkurrenzkampf der Nationen zwingt zu einer Betonung von Technik und Industrie, als Neuauflage der überwunden geglaubten Forderung nach unmittelbarer Nützlichkeit des realistischen Unterrichts. Dies sei gefährlich, mache die höheren Schulen zu Fachschulen und gebe das Beste der traditionellen Gymnasialbildung auf. Mit Beginn des 1. Weltkrieges änderte sich die Einstellung der Mehrheit der Physiklehrer.

Der nationale Gedanke wurde nun zum Zentrum des Unterrichts. Das humanistische Ideal einer rein menschlichen Erziehung sei den Anforderungen der Gegenwart nicht mehr gemäß. An seine Stelle müsse die vaterländische Aufgabe treten (Timerding 1915b). Und das bedeutete zunächst, die Jugend auf den Krieg vorzubereiten, den gesamten Unterricht "kriegsgemäß zu wenden" (Hahn 1916, 179).

Drei Aspekte dieser kriegsmäßigen Wendung wurden herausgestellt: Zum einen sollte die Physikgeschichte unter nationalem Gesichtspunkt betrachtet werden, d. h. deutsche Forscher besonders behandelt werden. Der zwei-

te, wichtigere Punkt war eine nationbezogene staatsbürgerliche Erziehung, zu der alle Unterrichtsfächer beitragen sollten. Hier ging es vor allem um eine Charaktererziehung im Sinne "völkisch-nationaler Eigenart" (Germer 1915), durch die die Wehrfähigkeit der Jugend gestärkt werden sollte (Lietzmann 1914, 610; Wetzstein 1917, 97 f.). Der dritte Punkt schließlich betraf die Kriegstechnik. Der "Deutsche Ausschuß für den Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Unterricht" (DAMNU) unterstützte die Vorschläge des preußischen Kriegsministeriums für einen militärischen Vorbereitungsunterricht ausdrücklich und empfahl, in der Schule bereits darauf hinzuwirken und Waffenentwicklung, Gebrauch von Geräten zur Nachrichtenübermittlung, Bau von Behelfsbrücken und ähnliches zum Thema zu machen (Witting 1915). Timerding (1915a) faßte die neue Aufgabe des Physikunterrichts so zusammen: zunächst gehe es darum, ganz allgemein ein Verständnis für die Technik zu schaffen, insbesondere für ihre Bedeutung im Krieg, und darüber hinaus müßten konkrete Kenntnisse zu militärtechnischen Fragen vermittelt werden. Ob es sich dabei nur um vorübergehende, kriegsbedingte Maßnahmen oder um eine grundlegende Unterrichtsreform handelte, war offenbar strittig. Manche Fachdidaktiker plädierten dafür, nach dem Krieg wieder die Vorkriegsziele weiterzuverfolgen. Man solle die Schule nicht in eine Schule für den Krieg umwandeln (Jungbluth 1916, 38; Schmid 1917, 12 f.).

Einigen ging die "Schützengrabenpädagogik" offenbar schon während des Krieges zu weit (Maurer 1917, 33).

Andere erwarteten bleibende Auswirkungen des Krieges auf den Unterricht (Hahn 1916, 187 f.; Fischer 1916, 22 f.). Vereinzelt wurden schon nationalsozialistische Positionen vorweggenommen, wenn die Stärkung der Wehrhaftigkeit durch Erziehung "zum körperlich gesündesten und geistig und sittlich kräftigsten Volk" und durch Auslese der Führerpersönlichkeiten zum Kern einer Reform des Schulwesens gemacht werden sollte (Lang 1916, 7 u. 10).

**6. Die nationalsozialistische Zeit:
Physikunterricht im Interesse von
Wehrmacht und Industrie
(Lind 1993)**

Zunächst setzte sich die erste Gruppe durch: nach dem verlorenen Krieg war die Kriegstechnik kein Thema mehr und die Fachdidaktiker versuchten, die Vorkriegsreformen auch in der gewandelten politischen Situation weiterzuführen. Erst nach der nationalsozialistischen Machtergreifung wurde die Wehrphysik wieder ein intensiv verfolgtes Ziel. Wehrerziehung war eines der zentralen Ziele der nationalsozialistischen Pädagogik und sollte in allen Fächern betrieben werden. Der badi-sche Kultusminister formulierte, es solle "kein junger Deutscher der Erziehung zum wehrwilligen, ja wehrfreudigen Menschen entzogen werden. So werden Volk und Wehrmacht eins" (Schmitthenner 1937, 10).

Die Bedeutung der Physik für die Wehrerziehung wurde nicht nur von den Fachdidaktikern, sondern auch von Offizieren hoch eingeschätzt. Es gab einen Bedarf an naturwissenschaftlich-technisch vorgebildetem Offiziersnachwuchs, und der Physikunterricht sollte hierfür werben. Die Physikdidaktiker haben diese Wertschätzung ihres Faches dankbar registriert und Kontakte zur Wehrmacht gepflegt. Bereits in der Resolution des Fördervereins von der Jahrestagung 1933 wurde die Bedeutung des Physikunterrichts für den Wehrgedanken betont, und in den folgenden Jahren wurden regelmäßig Offiziere verschiedener Waffengattungen als Referenten zu den Tagungen eingeladen. Bei der Hauptversammlung 1935 in Kiel wurde die Zusammenarbeit mit der Marine besonders unterstrichen, 1937 in Nordhausen war das Thema "Wehrmacht, Wirtschaft, Wissenschaft", wobei die Reihenfolge der Akzentsetzung entsprach. Die Zusammenarbeit mit dem Militär war wohl umso wichtiger, weil von ideologisch ausgerichteten Kräften in der Führung der Bildungswert der Physik eher gering geachtet wurde und auch der alte Materialismusvorwurf wieder vorgebracht wurde.

Die Einführung der Wehrphysik in das Curriculum verlief bemerkenswert schnell und reibungslos. In kurzer Zeit wurden die Lehrbücher entsprechend ergänzt. Außerdem erschien eine Vielzahl anderer, unterrichtsbezogener Materialien: didaktische Handreichungen, Experimentieranleitungen für Schüler- und Demonstrationsexperimente, Aufgabensammlungen. Für die Möglichkeit der fachlichen Weiterbildung der Lehrer war durch entsprechende Kurse gesorgt. Auch die Fachzeitschriften boten viele Anregungen, sowohl zur fachlichen Weiterbildung als auch zur Unterrichtspraxis. Die Lehrmittelindustrie unterstützte die Entwicklung bereitwillig. Geräte zur Strömungslehre und Flugphysik hatten Konjunktur. Aber neben solchen vergleichsweise zivilen Geräten gab es auch ein Bombenabwerfgerät und ein Experimentiergeschütz.

Die wichtigsten Teilgebiete der Wehrphysik waren Flugphysik, Ballistik, Nachrichtenwesen, aber auch Wetterkunde, Schallmessung, Motorenkunde und optische Beobachtungsmittel. Vergleichsweise am kriegereischsten ging es in der Ballistik zu. Hier wurde im Unterricht sogar mit echten Waffen gearbeitet (Göllnitz 1937), der Lebensnähe wegen. So konnte man den Schülern vielleicht sogar die Beschäftigung mit der trockenen mathematischen Ballistik schmackhafter machen. Wenn Könnemann (1939) die Ballistik zur vertieften Behandlung nomographischer Verfahren benutzt, ist alles wieder gewohnt-wissenschaftsbezogen, und man hat den Eindruck, hier diene nicht der Physikunterricht der Wehr, sondern umgekehrt die Wehr dem Physikunterricht.

Eine besondere Stellung kam der Flugphysik zu. Ihre Einführung war bereits durch Erlaß vom November 1934 geregelt worden, auf den sich die Lehrpläne von 1938 ausdrücklich bezogen. Es folgten eine Reihe von Ausführungserlassen, z. B. zur Schaffung flugwissenschaftlicher Arbeitsgemeinschaften und zu Ausbildungslehrgängen für Lehrer. In einem Erlaß vom Dezember 1939 wurden genauere inhaltliche Vorgaben gemacht. Physik wurde dort als erstes aller Fächer genannt und fest-

gestellt, daß "Verständnis und bejahende Einstellung zur Luftfahrt ... immer die Kenntnis der physikalischen Grundlagen des Fliegens zur Voraussetzung haben müssen." Dies zeigt, daß diesem Gebiet eine besondere Bedeutung zuerkannt wurde, denn ansonsten gab es keine Erlasse zur Wehrphysik und in den Lehrplänen wurde sie nur allgemein gefordert, nicht aber in den Stoffplänen ausgeführt.

Obwohl in dem Erlaß von 1934 kein Bezug zwischen Luftfahrt und Wehrerziehung hergestellt wurde, war der Zusammenhang doch deutlich. Man brauchte sich nur die ab 1935 erscheinende Zeitschrift "Luftfahrt und Schule" anzuschauen, die vom Reichserziehungsministerium herausgegeben und vom Luftfahrtministerium unterstützt wurde. Die intensive Werbung für die Luftfahrt hatte vor allem den Zweck, den Mangel an fliegerischem und technischem Personal bei der Luftwaffe zu beheben. Der fliegerische Nachwuchs sollte aus den Luftsportscharen der HJ hervorgehen (mit denen die Schule zusammenarbeiten sollte), und für den technischen Nachwuchs sollte die Herausstellung der Flugphysik im Unterricht sorgen. Daß der Luftfahrtunterricht der Luftwaffe zuarbeiten sollte, war den Fachdidaktikern klar und ist offenbar von vielen begrüßt worden (Braun 1937, Göttel 1938, Göllnitz 1940).

Aber der wehrphysikalisch ambivalente Charakter der Luftfahrt eröffnete der Didaktik Spielräume. Man konnte die Fluglehre rein physikalisch abhandeln und mußte damit nicht unbedingt Werbung für die Luftwaffe verbinden. Die "Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht", die sich ansonsten in wehrphysikalischen Fragen auffällig zurückhielt, öffnete der Flugphysik bereitwillig ihre Seiten. Jedoch wurde in den vielen Artikeln die Luftwaffe nicht einmal erwähnt. Behandelt wurden verschiedene Apparate für die experimentelle Flugphysik (Luftstromerzeuger, Winddruckgerät, Strömungskanal) und Versuche zur Messung flugphysikalischer wichtiger Größen (z. B. Verhalten von Propellern). Einen anderen Schwerpunkt bildeten theoretische Analysen elementarer Probleme der Flugphysik (z. B. Flugsta-

bilität). Diese unterrichtsbezogenen Artikel wurden durch Berichte aus der Forschung ergänzt (zu Windkanalversuchen, zu Sternflugmotoren).

Die Themenliste ist durchaus repräsentativ für die didaktische Aufbereitung der Flugphysik insgesamt, wenn auch andernorts die militärischen Bezüge stärker herausgestellt wurden. Auch die Behandlung der Flugphysik in den Lehrbüchern (bzw. den dazu erschienenen Ergänzungsheften) zeigt die Dominanz der fachlichen Aspekte in Inhaltsauswahl, Gliederung und Darstellung (trotz der Abbildungen von Kriegsflugzeugen und gelegentlicher Deutschtümelei). Das galt für die Wehrphysik insgesamt. Das Standardwerk von Günther (1936) war eine Sammlung von Experimenten, Übungsaufgaben und Bastelanleitungen, die an passender Stelle in den Unterricht integriert werden sollten. Nicht bei jedem Thema wurde der Bezug zum Krieg explizit gemacht. Hier wurde sachlich und ohne Pathos Wissensvermittlung im Hinblick auf die Wehrmacht als Abnehmer betrieben. Ein solches eher technokratisches Verständnis von Wehrerziehung wurde von stärker auf Ideologietreue bedachten Pädagogen hart kritisiert. "Verständnis der Wehrhaftigkeit und politisches Verständnis ist eins. Es gibt kein bloßes "technisches" Verständnis der Wehrmacht" (Baeumler 1942, 25). Im Physikunterricht der höheren Schulen hat jedoch die nationalsozialistische Ideologie anscheinend keine wesentliche Rolle gespielt (im Unterschied zur Mittelschule und zur Volksschule). Man beschränkte sich aufs Fachliche und überließ die Erziehung zur soldatischen Haltung der Formationserziehung.

Vielleicht war das auch ein stillschweigendes Anerkennen der Tatsache, daß der Physikunterricht zur Erziehung des nationalsozialistischen Charakters nicht allzuviel beizutragen hatte. Hitler selbst hatte den Bildungswert der Physik in dieser Hinsicht gering eingeschätzt (Hitler 1933, 469). Die emotional neutrale, analysierende Rationalität physikalischen Denkens erschien kaum geeignet, zu nationalsozialistischer Sinnstiftung beizutragen oder Begeisterung zu wecken. Die Konse-

quenz war eine Beschränkung der Physik auf ihre Ausbildungsfunktion für technische Berufe. In der gymnasialen Physikdidaktik ist dies nicht konsequent verfolgt worden (die Tradition war wohl zu stark), wohl aber in der Mittel- und Volksschule.

Der Artikel über die Naturlehre in einem programmatischen Band über die "deutsche Erziehung im neuen Staat" (Ahrens in Hiller 1936, 348 ff.) geht von Hitlers Anschauungen über den Bildungswert der Naturwissenschaften aus und folgert daraus, der Naturlehreunterricht müsse zu einem lebensnahen Technikunterricht umgestaltet werden, denn "Technik ist Volksschicksal". Ein solcher Unterricht solle Themen wie Heizung, Kleidung, Luftfahrt oder Rundfunk behandeln, und zwar mit dem Schwerpunkt auf technischen Aspekten unter Einbeziehung wirtschaftlicher Themen. Keinesfalls dürfe Technisches bloß als Anwendung der Physik erscheinen. Begründet wurde ein solcher Unterricht mit dem Prinzip der Lebensnähe, das wiederum mit der völkischen Orientierung des Nationalsozialismus in Zusammenhang gebracht wurde (Kroh 1938, 193 u. 206). Der bisherige, wissenschaftsorientierte Physikunterricht wurde als "lebensfremd und volksfern" kritisiert (Ahrens in Hiller 1936, 348); das dort praktizierte abstrahierende, idealisierende Denken sei "zersetzend" und dem unverbildeten Menschenverstand zuwider (Timmermann 1934, 7). Nicht mehr der Forscher solle dem Kinde Beispiel und Vorbild sein, sondern der Arbeitsmann, der schaffende Volksgenosse und sein Werk. "Wohl geht es hier nur um die Frage 'Physik oder Technik?', um die Entscheidung darüber, ob im Dritten Reiche noch ein Unterrichtsfach Berechtigung habe, das sich damit begnügt, ein dürrtiges Gerippe vom Denkgebäude der Gelehrten vorzuzeigen, ... oder ob an seine Stelle nicht ein Lehrgut zu setzen wäre, welches die Augen darüber öffnet, wie die Volksgemeinschaft oder der in ihrem Dienste schaffende Mann mit den Kräften der Natur wirtschaften muß ...; kurz, ein Lehrgut, dessen Grundfragen heißen: Technische Probleme vor wirtschaftlichem Hintergrunde" (Tim-

mermann 1934, 10). Eine solche Auffassung war in der Didaktik der mittleren und niederen Schulen relativ verbreitet und hat sich maßgeblich in Lehrplänen und Lehrbüchern niedergeschlagen. Als Beispiel sei das Lehrbuch "Physik für Jungen-Mittelschulen" (Lucas u. a. 1943) angeführt. Das Verhältnis von technischen und physikalischen Unterrichtsstoffen im Umfang des Werkes ist etwa 3:1, wobei auch der physikalische Teil durchweg in Zusammenhang mit technischen Fragestellungen behandelt wird. Die Gliederung des Lehrgangs richtet sich nicht mehr nach der Systematik der Physik, sondern behandelt technisch-wirtschaftliche Fragenkomplexe, etwa Nachrichtenübermittlung, Verkehrsweisen oder Physik der Waffen.

Auch in der gymnasialen Physik gab es jedoch wenigstens Ansätze in diese Richtung. Die neuen Lehrpläne von 1938 nannten als zweites Ziel nach der Einführung in die physikalische Arbeitsweise die Vermittlung eines anwendungsrelevanten Wissens zur Ausbildung für technische, handwerkliche, industrielle und wissenschaftliche Berufe. Dabei wurde ausdrücklich gefordert, einen Bezug zu Technik und Arbeitswelt herzustellen und ein Verständnis für technisches Denken zu wecken. In fachdidaktischen Kommentaren zu den Lehrplänen (Hillers 1938, 141 f.; Hahn 1938a 134, b 105) wurde herausgestellt, nun solle nicht mehr die Vermittlung eines philosophisch vertieften, physikalischen Weltbildes im Zentrum der inhaltlichen Bemühungen stehen, sondern die praktische Bedeutung der Physik für Volk und Wehrmacht. Der Vergleich der neuen Lehrbücher mit dem obengenannten Mittelschullehrbuch zeigt jedoch, daß die Tradition des gymnasialen Unterrichts gewahrt blieb: die Technik hatte durchweg den Charakter von Anwendungen der Physik, die Wissenschaftsbezogenheit blieb unangetastet.

7. Schluß

Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges verfolgten die Bildungssysteme in den beiden deutschen Teilstaaten unterschiedliche Ziele.

In der DDR behielt die Technik ihre wichtige Stellung im Physikunterricht. Es sollte eine Integration von Allgemeinbildung und Berufsbildung geleistet werden, die unter dem fächerübergreifenden Prinzip der polytechnischen Bildung stehen sollte. Innerhalb dieses Rahmens behielt auch die Wehrphysik ihren Platz. Diese Ähnlichkeit in den Inhalten wurde nicht als Kontinuität zur nationalsozialistischen Zeit empfunden, da sie dem neuen Leitbild der "allseitig und harmonisch entwickelten sozialistischen Persönlichkeit" dienen sollte und sich auch auf ältere Traditionen der sozialistischen Pädagogik berufen konnte. Gerade die demonstrative Abkehr vom Nationalsozialismus und die Streichung desselben aus der eigenen Tradition machte die Kontinuität hinsichtlich der Bewertung der Technik im Physikunterricht erst möglich.

In der BRD galten alle pädagogischen Neuerungen aus nationalsozialistischer Zeit hingegen zunächst einmal als diskreditiert. Der Physikunterricht knüpfte wieder an die Konzeptionen an, die in den Meraner Beschlüssen und den Schriften des DAMNU entwickelt worden waren und betonte die formale Bildung und die kulturelle Bedeutung der Physik. Die Vermittlung technisch-praktischen Wissens wurde für die Didaktik der gymnasialen Physik erst wieder durch die Bildungsreform der 70er Jahre zu einem beherrschenden Thema. Das Stichwort hieß jetzt: Vermittlung der Qualifikationen zur Bewältigung von Lebenssituationen. Bei der Auswahl der relevanten Lebenssituationen konnten dann die alten Kontroversen um die inhaltlichen Schwerpunkte des Unterrichts wieder ausbrechen.

Wenn man Lehrbücher aus BRD und DDR miteinander vergleicht, kann man feststellen, daß sich offenbar die Unterrichtswirklichkeit in beiden Staaten viel weniger voneinander unterschied als man nach den Bildungszielen in den Präambeln der Lehrpläne hätte erwarten sollen. Dies weist auf eine gewisse Reformresistenz hin. Seit seiner Einführung am Gymnasium war der Physikunterricht stärker als die meisten anderen Schulfächer an

der wissenschaftlichen Systematik orientiert und litt eben deswegen unter einer Stofffülle, die grundlegenden Umorientierungen wenig Raum ließ. Die wissenschaftliche Systematik hat letztlich auch den polytechnischen Unterricht und die Qualifikationen für Lebenssituationen recht unbeschadet überstanden. Die Technik ist überwiegend immer noch - wie meist in der Geschichte ihrer Rezeption im Physikunterricht - Beispiel für das physikalische Gesetz. Eine eigenständige Behandlung wird ihr am ehesten dort zuteil, wo dies der gesellschaftlichen Diskussion geschuldet ist.

Literatur

- Aly, F. (1886). *Audiat et altera pars. Die klassische Bildung in der Gegenwart. Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht* 17, 300 ff. (Nachdruck eines Artikels aus der Magerburgischen Zeitung).
- Axt, M. (1840). *Das Gymnasium und die Realschule. Ein Gutachten, veranlaßt durch den Dilthey-Schachtischen Streit.* Darmstadt: Jonghaus.
- Baeumler, A. (1942). *Bildung und Gemeinschaft.* Berlin: Junker & Dünhaupt.
- Berger, J. (1864). *Naturwissenschaft, Glaube, Schule. Schulprogramm der Selecten-Schule, Frankfurt/M.*
- Bohnert, F. (1908). *Zur Methodik des physikalischen Unterrichts. Monatshefte f. d. naturwiss. Unterr.* I, 516 ff.
- Bollenbeck, G. (1994). *Bildung und Kultur. Glanz und Elend eines deutschen Deutungsmusters.* Frankfurt/M: Insel.
- Braun, F. (1937). *Der Berliner Erzieher im Dienste der Luftfahrt. Nationalsozialistische Erziehung* 6 (Gau Berlin), 254 ff.
- Callies, H. (1976). *Einige Beobachtungen zur Stellung der klassischen Altertumswissenschaft bzw. ihrer Vertreter im 19. Jahrhundert zur Technik.* In: Treue, W.; Mael, K. (Hrsg.). *Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft im 19. Jahrhundert. 1. Teil.* Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Dannemann, F. (1914). *Die Naturwissenschaften und die moderne Kultur. Programm der Realschule Barmen.*
- Engel, J. E. (1854). *Gibt die Pflege der Naturwissenschaften an Realschulen Grund zu Befürchtungen für den christlichen Unterricht und die*

- religiöse Bildung der Schüler? Schulprogramm der Oberrealschule am Schottenfelde, Wien.
- Engelhardt, D. v. (1979). Historisches Bewußtsein in der Naturwissenschaft von der Aufklärung bis zum Positivismus. Freiburg: Alber.
- Fischer, E. G. (1806). Ueber die zweckmäßigste Einrichtung der Lehranstalten für die gebildeten Stände. Berlin: Maurer.
- Fischer, A. (1916). Gedanken über die Form der deutschen höheren Schule. In: Norrenberg, J. (Hrsg.): Die deutsche höhere Schule nach dem Weltkriege. Leipzig: Teubner.
- Germer, G. (1915). Das naturwissenschaftliche Bildungsziel der Gegenwart. Programm des Städtischen Lyceums und Oberlyceums zu Landsberg (Warthe).
- Gies, W. (1859). Über den naturwissenschaftlichen Unterricht an Gymnasien. Schulprogramm des Gymnasiums Fulda.
- Göllnitz, W. (1937). Die Schießlehre im neuzeitlichen Physikunterricht. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturw. 43, 133 ff.
- Göllnitz, W. (1940). Die Unterrichtsweise im Flugmodellbau, in der Fluglehre und in den flugphysikalischen Arbeitsgemeinschaften der Oberschulen. Weltanschauung und Schule 4.
- Göttel, W. (1938). Neue Aufgabengebiete des Physik- und Chemieunterrichts im Spiegel des Schrifttums. Die Erziehung 13.
- Günther, E. (Hrsg.) (1936). Wehrphysik - ein Handbuch für Lehrer. Frankfurt/M.: Diesterweg.
- Hahn, H. (1916). Physik und Chemie. In Norrenberg, J. (Hrsg.): Die deutsche höhere Schule nach dem Weltkriege. Leipzig: Teubner.
- Hahn, K. (1938b). Der physikalische Lehrplan nach der Schulreform. Z. f. d. mathem. u. naturw. Unterr. 69, 102 ff.
- Hahn, K. (1938a). Methodische und didaktische Erläuterungen zu den neuen Lehrplänen in Physik. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturw. 44, 132 ff.
- Hamdorff, G. (1888). Zur Stellung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den höheren Lehranstalten, Teil 1. Programm des Realgymnasiums Malchin.
- Heydorn, H. J.; Koneffke, G. (Hrsg.) (1972). Deutsche Schulkonferenzen Bd. II. Verhandlungen über Fragen des höheren Unterrichts. Berlin, 6.-8. Juni 1900 (Reprint d. Ausg. 1901). Ruggell: Topos Ruggell.
- Hiller, F. (Hrsg.) (1936). Deutsche Erziehung im neuen Staat. Langensalza: Beltz.
- Hillers, W. (1938). Betrachtungen zu den Physiklehrplänen der Schulreform. Z. f. d. mathem. u. naturw. Unterr. 69, 141 ff.
- Hitler, A. (1933). Mein Kampf. Ungekürzte Volksausgabe (78. bis 84. Aufl.) München: Eher.
- Höfler, A. (1888). Die humanistischen Aufgaben des physikalischen Unterrichts. Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht 2/1, 1 ff.
- Holzmüller, G. (1885). Die Frage: "Wie soll sich der Verein deutscher Ingenieure der angeregten Berechtigungsfrage und dem höheren Schulwesen überhaupt gegenüberstellen?" Z. f. d. math. u. naturwiss. Unterr. 16, 544 ff.
- Hultsch, L. (1908). Zur Geschichte der Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert. In: Festschrift zur Einweihung des neuen Gymnasial-Gebäudes. Schulprogramm des Königlichen Pädagogiums Putbus.
- Jungbluth (1916). Die deutsche höhere Schule nach dem Weltkriege. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwiss. XXII, 37 ff.
- Kapp, F. (1834). Der wissenschaftliche Schulunterricht als ein Ganzes. Hamm: Schulz.
- Keferstein, H. (1878). Thesen zum naturwissenschaftlichen Unterricht. Jahrbuch des Vereins für Wissenschaftliche Pädagogik 10, 41 ff.
- Kleinert, F. (1858). Über die praktischen Arbeiten der Primaner im Laboratorium der Realschule am Zwinger zu Breslau. Programm der Höheren Bürger- oder Realschule am Zwinger in Breslau.
- Kleinwaechter, F. (1879). Zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Deutsche Zeit- und Streit-Fragen, Jahrgang VIII. Berlin: Habel.
- Klumpp, F. W. (1829). Die gelehrten Schulen nach den Grundsätzen des wahren Humanismus und den Anforderungen der Zeit. Erste Abtheilung. Stuttgart: Steinkopf.
- Klumpp, F. W. (1830). Desgl. zweite Abtheilung.
- Kollbach, K. (1888). Methodik der gesamten Naturwissenschaft für höhere Lehranstalten und Volksschulen mit Grundzügen zur Reform dieses Unterrichts. Leipzig: Fues.
- Körner, F. (1851). Die Bedeutung der Realschulen für das moderne Kulturleben. Leipzig: Costenoble & Rummelmann.
- Könnemann, F. (1939). Eine Schußtafel für Wurfparabeln. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwiss. 45, 145 ff.
- Kroh, O. (1938). Neue Wissenschaft und neue

- Schule. Nationalsozialistisches Bildungswesen, IV, 193 ff.
- Krüger, A. (1847). Über den naturwissenschaftlichen Unterricht auf Gymnasien, mit besonderer Rücksicht auf den Unterricht in der Physik. Programm des Gymnasiums Bromberg.
- Kugler, K. (1853). Ueber den Unterricht der Naturwissenschaften an den Gymnasien. Programm der Königlichen Studienanstalt Eichstätt.
- Lang, L. (1916). Die Einheitsschule. Leipzig: Haase.
- Liebig, J. (1840). Über das Studium der Naturwissenschaften und über den Zustand der Chemie in Preußen. Braunschweig: Vieweg.
- Lietzmann, W. (1914). Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht im Dienste der militärischen Vorbereitung der Jugend. Z. f. d. math. u. naturw. Unterr. 45, 609 ff.
- Lind, G. (1990). Das Verhältnis von angewandter Mathematik und Physik in den Lehrbüchern des 18. Jahrhunderts. In: Steiner, H.-G. (Hrsg.). Mathematikdidaktik, Bildungsgeschichte, Wissenschaftsgeschichte II. Köln: Aulis.
- Lind, G. (1992). Physik im Lehrbuch 1700-1850. Berlin: Springer.
- Lind, G. (1993). Physikdidaktik zur Zeit des Nationalsozialismus. Die Deutsche Schule 85/4, 496 ff.
- Lind, G. (1996). Physikunterricht und formale Bildung. ZfDN 2/1, 53 ff.
- Litt, Th. (1963). Naturwissenschaft und Menschenbildung. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Lucas, Ludwig, Rupp, Schürmann (1943). Physik für Jungen-Mittelschulen, Teil 2. Leipzig: Teubner.
- Manegold, K. H. (1976). Das Verhältnis von Naturwissenschaft und Technik im 19. Jahrhundert im Spiegel der Wissenschaftsorganisation. In: Treue, W.; Mauel, K. (Hrsg.). Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft im 19. Jahrhundert. 1. Teil. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Maurer, A. (1917). Die staatsbürgerliche Erziehung im Kriege. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwiss. XXIII, 32 ff.
- Muncke, G. W. (1819). Anfangsgründe der Naturlehre zum Gebrauche academischer Vorlesungen, 1. Abt.: Anfangsgründe der Experimentalphysik. Heidelberg: Groos.
- Petersen, H. J. R. (1865). Ueber den Unterricht in der Mathematik und Naturkunde auf Gymnasien. Programm der Gelehrtenschule Kiel.
- Pietzker, F. (1894). Das humanistische Element im exakt-wissenschaftlichen Unterricht. Programm des königlichen Gymnasiums Nordhausen.
- Poske, F. (1904). Besprechung von J. Norrenberg: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht 17/4, 241 ff.
- Quensen (1900). Die IX. Hauptversammlung des "Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften" in Hamburg 1900. Z. f. d. mathem. u. naturw. Unterr. 31, 401 ff.
- Raydt, W. (1875). Die bildende Kraft des physikalischen Unterrichts, ein Beitrag zur Frage über die Gleichberechtigung der Realschulen mit den Gymnasien. Programm der Realschule Hannover.
- Richter (1900). Der Einfluß der von Göttingen ausgehenden Reform des physikalischen Universitätsunterrichtes auf die höheren Schulen. Z. f. d. mathem. u. naturwiss. Unterricht 31, 322 ff.
- Riehl, A. (1909). Humanistische Ziele des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. Berlin: Weidmann.
- Roßmäßler, E. A. (1847). In welcher Form und in welchem Umfange sollen die Naturwissenschaften auf den Gymnasien als gleichberechtigter Unterrichtsgegenstand eingeführt werden? In: Reichenbach, L.; Richter, H. E. (Hrsg.): Der naturwissenschaftliche Unterricht auf Gymnasien. Dresden: Arnold.
- Schenck, A. (1837). Der Naturkundliche Unterricht ein allseitiges Bildungsmittel. Breslau: Graß, Barth & Co.
- Schenck, A. (1840/1841). Über den naturwissenschaftlichen Unterricht in den untern Klassen der Gelehrtenschulen oder auf Pädagogien und Progymnasien (2 Teile). Programme des Pädagogiums Dillenburg.
- Schmid, B. (1917). Vom Geiste des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften XXIII, 12 ff.
- Schmidt, M. (1836). Ueber die Nothwendigkeit einer Reform im Gymnasialunterricht. Halle: Waisenhausbuchhandlung.
- Schmitthenner, P. (1937). Partei - Volk - Wehrmacht. In: Szliska (Hrsg.): Erziehung zum Wehrwillen. Stuttgart: Rath.
- Schneider, K. F. (1837). Der naturkundliche

- Unterricht, ein allseitiges Bildungsmittel. Breslau: Graß, Barth & Co.
- Thiersch, F. (1840). Über das Verhältniß und das gemeinsame Interesse der humanistischen und industriellen Bildung unserer Zeit. In: Verhandlungen der zweiten Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner in Mannheim 1839. Mannheim: Loeffler.
- Timerding, H. (1915a). Die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer und der Krieg. Neue Jahrbücher für Pädagogik, Bd. 36, 260 ff.
- Timerding, H. (1915b). Der Anteil der naturwissenschaftlichen Lehrfächer an der nationalen Erziehung. Monatsschrift f. höhere Schulen, 241 ff.
- Timmermann, H. (1934). Schulphysik als völkisches Lehrgut. Leipzig: Klinkhardt.
- Treue, W. (1975). Gesellschaft, Wirtschaft und Technik Deutschlands im 19. Jahrhundert. München: dtv.
- Velten, K. (1894). Der naturwissenschaftliche Unterricht am Gymnasium. Programm des königlichen katholischen Gymnasiums an Aposteln Köln.
- Verworn, M. (1904). Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an höheren Schulen. Jena: Fischer.
- Weber, K. (1877). Der naturwissenschaftliche Unterricht auf dem Gymnasium. Programm des evang. Gymnasiums A. B. zu Mediasch.
- Wernicke, A. (1898). Die mathematisch-naturwissenschaftliche Forschung in ihrer Stellung zum modernen Humanismus. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwiss. IV, 57 ff. und 77 ff.
- Wetzstein, G. (1917). Der physikalische Unterricht. In: Schmiedeberg, W.; Wetzstein, G.; Klatt, G.: Die Bedeutung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Erziehung unserer Jugend. Preisschriften des Vereins zur Förderung des mathem. u. naturwiss. Unterrichts. Berlin: Salle.
- Witting, A. (1915). Die Naturwissenschaften und die militärische Jugenderziehung. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwiss. XXI, 16 f.
- Wolff, Chr. (1723). Vernünfftige Gedancken von den Würckungen der Natur. Halle: Renger.
- Wolff, Chr. (1726). Vernünfftige Gedancken von den Absichten der natürlichen Dinge. 2. Aufl. Frankfurt: Renger.
- Zimmermann, F. W. (1851). Die Natur und ihre Wissenschaft, das beste Mittel zur geistigen Wiedergeburt unseres Geschlechtes. Nordhausen: Büchting.
- Dr. Gunter Lind ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Privatdozent an der Universität Kiel.
- Dr. Gunter Lind
IPN
Olshausenstr. 62
24098 Kiel