

**„Umweltbildung/Umwelterziehung im Physikunterricht –
Untersuchungen zur Genese, zur Situation und zu Möglichkeiten
einer weiteren Ausprägung“**

H a b i l i t a t i o n s s c h r i f t

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. paed. habil.

vorgelegt der

Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von

Herrn Dr. paed. Gerd R i e d l

geb. am 30.10.1949 in Frankenau/Sachsen

Gutachter:

1. Herr Prof. Dr. Gunnar Berg, Universität Halle
2. Herr Prof. Dr. Wolfgang Oehme, Universität Leipzig
3. Herr Prof. Dr. Hartmut Wenzel, Universität Halle

Halle (Saale), 19.06.2003

urn:nbn:de:gbv:3-000005364

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000005364>]

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Zur Themenrelevanz, zu den angestrebten Zielen und zum forschungsmethodischen Vorgehen	1
1.1. Zur Relevanz des Themas „Umwelt“ für den Physikunterricht an allgemeinbildenden Schulen und zu den Zielstellungen der Arbeit	1
1.2. Zur methodologischen Anlage	5
2. Zur Theorie, Struktur und Praxis von Lehr- und Lernprozessen im Bereich Umwelt	6
2.1. Reflexionen über den Umgang mit der Natur.....	6
2.1.1. Aspekte des Verhältnisses von Mensch und Umwelt in der Industriegesellschaft – die anthropozentrische Tradition des Abendlandes	6
2.1.2. Anthropozentrik – Auswirkungen, frühe Mahnungen und Wege in eine zukunftsfähige Welt.....	14
2.2. Ökologie und Pädagogik - Entwicklung und Bilanz einer Wechselwirkung ..	20
2.2.1. Zur Herausbildung und zu den Komponenten eines Umweltbewusstseins ..	20
2.2.2. Ökologische Krise und die Entwicklung der pädagogischen Diskussion	22
2.2.3. Zur Entwicklung der Umwelterziehung	25
2.2.4. Ökologisches Lernen und Ökopädagogik	28
2.3. Umweltbildung/Umwelterziehung und Lehrerbildung	30
2.3.1. Zur Bedeutung der Lehrkräfte für die Umweltbildung/Umwelterziehung ...	30
2.3.2. Die Rolle der Hochschulen bei der Ausbildung von Lehrkräften	31
2.3.3. Lehrerfortbildung und Umweltbildung/Umwelterziehung	35
2.4. Modelle und Konzepte einer handlungsorientierten Umweltbildung/ Umwelterziehung	38
2.4.1. Quellen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts.....	38
2.4.2. Projektarbeit und Umweltbildung/Umwelterziehung	42
2.4.3. Handlungsorientierte Konzeptionen für die Umweltbildung/ Umwelterziehung	45
2.5. Zu den Wirkungen umwelterzieherischer Maßnahmen und zur Notwendigkeit einer Neuorientierung von Umweltbildung/ Umwelterziehung	49
2.5.1. Bilanzen der Wirkungsforschung	49
2.5.2. Aspekte einer kritischen Bilanz und erste Reformvorschläge	52
2.5.3. Die Vision einer nachhaltigen Entwicklung („sustainable development“) und die Notwendigkeit einer Neuorientierung von Umweltbildung/ Umwelterziehung – Lernen für eine nachhaltige Entwicklung	55
2.6. Zusammenfassung: Zur Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels im Bildungswesen	58

3.	Der Beitrag des Fachunterrichts Physik zur Ausprägung eines bewussten Umweltverhaltens in Vergangenheit und Zukunft – Genese und Praxis der Umweltbildung/Umwelterziehung in ausgewählten europäischen Ländern	61
3.1.	Zur Behandlung von Umweltfragen an den Schulen der alten BRD.....	61
3.1.1.	Didaktische Konzeptionen, Themen und schulische Rahmenbedingungen der Umwelterziehung	61
3.1.2.	Physikunterricht und Umwelterziehung an westdeutschen Schulen	65
3.2.	Zur Behandlung von Umweltfragen an den Schulen der DDR	66
3.2.1.	Zum Verhältnis von Natur und Mensch in der DDR	66
3.2.2.	Die Rolle der Umwelterziehung im Bildungssystem der DDR	69
3.2.3.	Der Beitrag des Physikunterrichts zur Umwelterziehung	75
3.3.	Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen des vereinigten Deutschland	81
3.3.1.	Zur Situation der Umwelterziehung in den alten Bundesländern 1990/91 ..	81
3.3.2.	Zum Stand der Umwelterziehung in den neuen Bundesländern 1990/92	83
3.3.3.	Aktuelle Probleme und Tendenzen der Umweltbildung/Umwelterziehung .	86
3.4.	Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen Österreichs und der Schweiz	91
3.4.1.	Zur Entwicklung und zur Situation in Österreich	91
3.4.2.	Zur Entwicklung und zur Situation in der Schweiz	96
4.	Konzepte zur Implementierung der Umweltbildung/Umwelterziehung in den Physikunterricht an den allgemeinbildenden Schulen im Bundesland Sachsen-Anhalt	100
4.1.	Bedingungen für die Implementierung	100
4.1.1.	Zum Stellenwert der Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen Sachsen-Anhalts	100
4.1.2.	Rahmenbedingungen für den Physikunterricht an den Schulen Sachsen-Anhalts	103
4.1.3.	Der Prozess der Fortschreibung von Rahmenrichtlinien für Physik in Sachsen-Anhalt und die Einbeziehung von Umweltproblemen in curriculare Materialien	106
4.2.	Physikunterricht in der Förderstufe Sachsen-Anhalts und Gestaltungsmöglichkeiten für Umweltbildung/Umwelterziehung	109
4.2.1.	Zu den Intentionen der Förderstufe	109
4.2.2.	Zum Stellenwert von Umweltbildung/Umwelterziehung in den Rahmenrichtlinien der Förderstufe	111
4.2.3.	Umweltbildung/Umwelterziehung in der Förderstufe und die Notwendigkeit handlungsunterstützender Lehr- und Lernmittel	112
4.2.4.	Didaktisch-methodische Konzeption zum Thema „Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht“ und Bilanz ihrer schulpraktischen Erprobung	114
4.3.	Physikunterricht in der Sekundarstufe I und umwelterzieherische Möglichkeiten	119
4.3.1.	Didaktische Grundsätze und die Fortschreibung der Rahmenrichtlinien	119
4.3.2.	Erweiterte Möglichkeiten für Umweltbildung/Umwelterziehung in der Sekundarstufe I	121

4.3.2.1.	Veränderte Sichtweisen bei der Behandlung der Thermodynamik im Schuljahrgang 7/8 - das Thema „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“	121
4.3.2.2.	Ein Ausblick auf die Energieproblematik im Schuljahrgang 9/10 - das Thema „Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“ ..	122
4.3.3.	Projektarbeit zu umweltrelevanten Themen in der Sekundarstufe I	125
4.3.3.1.	Themenfindung und Interessenausprägung von Schülerinnen und Schülern	125
4.3.3.2.	Projekte zur Lärmproblematik	128
4.3.3.3.	Projekte zur Energieproblematik	129
4.4.	Umweltbildung/Umwelterziehung im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe	130
4.4.1.	Rahmenrichtlinien und Aspekte der Umweltbildung/Umwelterziehung ..	130
4.4.2.	Konzeption zum Thema „Temperaturstrahlung“	134
4.4.3.	Fächerübergreifende Kurse in der gymnasialen Oberstufe – Ziele und erste Ansätze	140
4.5.	Zur Ausprägung des Umweltbewusstseins von Schülerinnen und Schülern in Sachsen-Anhalt	142
4.5.1.	Aktuelle Tendenzen und Methoden der Umweltbildungsforschung	142
4.5.2.	Forschungsdesign und Befragungsergebnisse (Fallstudien)	143
5.	Zur Einbeziehung von Umweltaspekten in die Aus- und Fortbildung von Physiklehrern an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	156
5.1.	Die Vorgaben für die Studiengänge „Lehramt an Gymnasien im Unterrichtsfach Physik“ und „Lehramt Haupt- und Realschule an Sekundarschulen im Unterrichtsfach Physik“	156
5.2.	Die wahlobligatorische Spezialveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ im Rahmen der Fachdidaktikausbildung	157
5.2.1.	Entstehungsgeschichte und konzeptionelle Grundlagen	157
5.2.2.	Zum Inhalt der Lehrveranstaltung und zu Aspekten ihrer Weiterentwicklung	160
5.2.3.	Wirkungen der Lehrveranstaltung und Schlussfolgerungen	162
5.3.	Der fächerübergreifende wahlobligatorische bzw. fakultative Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“	165
5.3.1.	Zielstellung und Inhalte des Kurses	165
5.3.2.	Bilanzen	167
5.4.	Fortbildung von Physiklehrerinnen und Physiklehrern zu Themen mit umweltbezogeneren Aspekten	169
5.4.1.	Zielstellungen, Inhalte und Formen der Lehrerfortbildung am Fachbereich Physik / Fachgruppe Didaktik der Physik	169
5.4.2.	Erfahrungen und Schlussfolgerungen	173
5.5.	Möglichkeiten für eine Intensivierung der Umweltbildung/ Umwelterziehung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ...	174
6.	Zusammenfassung zur Arbeit und weiterführende Fragestellungen	177

1. Zur Themenrelevanz, zu den angestrebten Zielen und zum forschungsmethodischen Vorgehen

1.1. Zur Relevanz des Themas „Umwelt“ für den Physikunterricht an allgemeinbildenden Schulen und zu den Zielstellungen der Arbeit

Die Naturwissenschaft Physik hat wesentliche Beiträge zur Entwicklung der menschlichen Zivilisation geleistet. Folgerichtig gehört das Fach Physik seit mehr als einem Jahrhundert zum Fächerkanon der allgemeinbildenden Schulen.

Für die Herausbildung eines modernen Weltbildes sind das Verstehen grundlegender Erscheinungen aus Natur und Technik ebenso unverzichtbar wie das Kennenlernen von verschiedenen Verfahren der Erkenntnisgewinnung.

In einer Vielzahl wissenschaftlicher Abhandlungen wurde in der Vergangenheit bereits dargelegt, auf welche Art und Weise die Schülerinnen und Schüler noch effektiver unterschiedlichste fachspezifische Lernziele erreichen können. Ebenso wurde umfassend untersucht, wie der Physikunterricht zur besseren Entfaltung der Individualität des Einzelnen beitragen kann.

Der Physikunterricht am Anfang des neuen Jahrtausends und ebenso die fachdidaktische Forschung müssen sich jedoch stärker den neuen Fragestellungen der Lebenswirklichkeit zuwenden:

Die Industriegesellschaft mit ihrem Credo „Weiter, schneller, mehr!“ hat ungeahnte technische Innovationen hervorgebracht und vielen Menschen beträchtlichen Wohlstand beschert. Zugleich nahm aber die Massenarmut in den Ländern der dritten Welt dramatisch zu. Der tägliche Kampf um das bloße Überleben führte zu einer Übernutzung der Böden, des Wassers und anderer Ressourcen. Ein hohes Bevölkerungswachstum und fragwürdige Welthandelsbedingungen lassen diese Problematik weiter eskalieren.

Luftverschmutzung, Verunreinigung der Gewässer und Smog-Alarm als Begleiterscheinungen einer mobilen Industriegesellschaft sowie Umweltkatastrophen in Folge von Havarien führten auch in den entwickelten Ländern zu einer Sensibilisierung der Bevölkerung. Sie intensivierten zugleich die Diskussionen über die Grenzen des technisch-industriellen Fortschrittsparadigmas.

Dennoch belegen verschiedene soziologische Untersuchungen, dass für eine Mehrheit der Bevölkerung Umweltprobleme vor allem Zukunftsprobleme sind und weniger ihre gegenwärtige Lebenssituation betreffen. Dieser Denkstil, Umweltprobleme in die Zukunft zu verschieben, hat in der Regel Konsequenzen für das eigene umweltrelevante Verhalten.

Bereits 1977 war auf der UNESCO-Weltkonferenz zur Umwelterziehung in Tbilissi (Tiflis) angeregt worden, Kinder, Jugendliche und Erwachsene gleichermaßen zu einem umweltgerechten Handeln zu erziehen.

Unabhängig davon hatte sich in den 60er und 70er Jahren vor allem in den westlichen Industrieländern eine ökologische Bewegung herausgebildet, die auch auf das Bildungswesen ausstrahlte und dort sowohl die vermittelten Inhalte als auch die tradierten Lehr- und Lernformen in Frage stellte.

Mit den Beschlüssen von Tbilissi wurden die an der Konferenz teilnehmenden Staaten verpflichtet, die Umwelterziehung in das jeweilige Bildungswesen zu implementieren.

Umwelterziehung bedeutet eine Pädagogisierung der Umweltprobleme. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, aus pädagogischer und aus fachdidaktischer Sicht Lehr- und Lernprozesse im Bereich Umwelt zu analysieren:

Das Nachdenken über den Zustand unserer Umwelt und ein umweltgerechtes Verhalten als Ziel der pädagogischen Bemühungen haben zur Folge, nach Gründen für das Entstehen von Umweltproblemen zu suchen. Diese Reflexionen über das Verhältnis von Mensch und Umwelt konzentrieren sich zunächst auf die anthropozentrische Tradition des Abendlandes und auf den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft und den Belastungen in der Umwelt. Von diesem Gefährdungspotential aus soll der Blick auf ein neues Wohlstandsverständnis, auf das Leitbild einer „nachhaltigen Entwicklung“ („Sustainable Development“) gerichtet werden.

Zukunftsfähigkeit ist ein normatives Konzept und bedingt die Akzeptanz eines sozialetischen Paradigmenwechsels: Damit ist die Umwelterziehung gefordert, beim Lernenden die Auseinandersetzung mit der Umweltproblematik, mit der eigenen Person und dem praktizierten Lebensstil anzuregen. Der Lernende soll einen eigenen Standpunkt erwerben, diesen selbst umsetzen bzw. in der Öffentlichkeit vertreten.

In Anlehnung an die in der empirischen Sozialforschung gebräuchlichen Begriffe soll „Umweltbewusstsein“ als Oberbegriff „Umweltwissen“, „Umwelteinstellungen“ und „Umweltverhalten“ subsumieren.

Die Reaktionen in den Erziehungswissenschaften werden historisierend dargestellt und auf die umweltpädagogischen Ansätze „Umwelterziehung“, „ökologisches Lernen“ und „Ökopädagogik“ beschränkt.

In begrifflicher Abgrenzung zum in diesem Zusammenhang geprägten und mittlerweile etablierten Begriff „Umwelterziehung“ soll fortan in dieser Arbeit der Terminus „Umweltbildung/Umwelterziehung“ dann gebraucht werden, wenn als Ziel der pädagogischen Einwirkung das Offenlegen der Bedingungs- und Wirkungsfaktoren der ökologischen Krise in Verbindung mit dem Entwickeln eines ökologischen Denkens und Handelns steht.

Im Rahmen der Untersuchungen zu den Lehr- und Lernprozessen im Bereich „Umwelt“ werden Modelle und Konzepte zur Herausbildung eines umweltbewussten Handelns analysiert. Ausgehend von den Quellen und Merkmalen eines handlungsorientierten Unterrichts liegt ein Schwerpunkt im Aufdecken der Potenzen von Projektarbeit für die Umweltbildung/Umwelterziehung.

Bildungssysteme stehen gemeinhin in dem Ruf, reform- und innovationsträge zu sein. Damit sind Untersuchungen zum verordneten Implementierungsprozess naheliegend. In diesem Zusammenhang sollen in vergleichenden Betrachtungen Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede bei der Aufnahme der Umwelterziehung in einzelnen, exemplarisch ausgewählten Ländern herausgearbeitet werden.

Das Hauptziel dieser Analyse besteht darin, wesentliche Gründe, die eine Implementierung der Umweltbildung/Umwelterziehung fördern bzw. hemmen, zu benennen und darauf aufbauend die im Bundesland Sachsen-Anhalt bestehenden Festlegungen zu werten.

Einen Schwerpunkt bilden dabei die Untersuchungen zu den Rahmenrichtlinien (RRL) bzw. Lehrplänen (LP) für das Fach Physik. Aber auch die im Rahmen der Umwelterziehung angewandten Methoden sowie die Ausstattung der Schulen mit Materialien und Medien werden erfasst.

Da Sachsen-Anhalt mit seinem Schulsystem an das Bildungswesen der DDR anschließt, wird die Behandlung von Umweltfragen an den allgemeinbildenden Schulen der DDR besonders tiefgründig analysiert. Dabei wird auch der Frage nachgegangen, ob die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg auf dem Gebiete der Umweltbildung/Umwelterziehung Traditionen aufweisen kann, die in anderen Bereichen des Verhältnisses Mensch-Umwelt, so in Biologie, Geographie oder Agrarwissenschaften, durchaus gegeben sind.

Die Ergebnisse der theoretischen Studien sind in die entwickelten Konzepte bzw. Materialien für den Physikunterricht an den allgemeinbildenden Schulen des Bundeslandes Sachsen-Anhalt eingeflossen: Als Ausgangspunkt und zugleich Grundlage für die Implementierung von Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen werden die rechtlichen Grundlagen und die schulischen Rahmenbedingungen vorangestellt.

Gegenstand des ersten Schwerpunktes ist die im Jahre 1997 neueingeführte Förderstufe (Schuljahrgang 6). - Die Zielstellung bestand darin, Materialien zu entwickeln und zu erproben, die einen dem Alter der Schülerinnen und Schüler angemessenen Beitrag zur Herausbildung eines Umweltbewusstseins leisten können. Auszüge aus entwickelten Lehrmaterialien und einer dazu konzipierten methodischen Handreichung für die Lehrkräfte werden vorgestellt. Zugleich wird eine schulpraktische Erprobung beschrieben und durch Ergebnisse dieses Schulversuches ergänzt.

Im zweiten Schwerpunkt stehen Vorschläge für eine umfassendere Umweltbildung/Umwelterziehung in der Sekundarstufe I im Mittelpunkt. Es wird dargestellt, welche Möglichkeiten bei einer Fortschreibung von Rahmenrichtlinien hinsichtlich einer verstärkten Behandlung von Umweltaspekten bestehen und wie diese konkret ausgefüllt werden können.

In diesem Zusammenhang werden in Schulversuchen realisierte Projekte, bei deren Konzeption die Herausbildung von Umweltbewusstsein intendiert war, exemplarisch vorgestellt.

Der dritte Schwerpunkt ist der Umweltbildung/Umwelterziehung in der gymnasialen Oberstufe vorbehalten. Durch den Vergleich von Forderungen namhafter Wissenschaftler bzw. ihrer Verbände mit administrativen Beschlüssen wird die Problematik, einen größeren Beitrag zur Herausbildung von Umweltbewusstsein zu leisten und zugleich die von der Kultusministerkonferenz (KMK) beschlossenen „Einheitlichen Prüfungsanforderungen“ (EPA) zu erfüllen, verdeutlicht.

Am Beispiel der Fortschreibung der Rahmenrichtlinien für die Kursstufe (Schuljahrgänge 12/13) soll dargestellt werden, welchen Spielraum die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen“ für eine Ausweitung der Umweltbildung/Umwelterziehung bieten.

Mit der Einführung einer Einführungsphase in die gymnasiale Oberstufe (Schuljahrgang 11) zum Schuljahr 1999/2000 wurde die Schulreform in Sachsen-Anhalt abgeschlossen. Nachgewiesen werden soll in diesem Zusammenhang, dass durch derartige Reformen auch ein Innovationsschub bei der Einbeziehung von Umweltaspekten in den Unterricht erreicht werden kann. Am Beispiel des neukonzipierten Themas „Temperaturstrahlung“ wird dargestellt, welche Konsequenzen hinsichtlich der fachlichen Inhalte sowie der didaktisch-methodischen Gestaltung des Unterrichts aus einer Orientierung auf die nachhaltige Entwicklung abzuleiten sind.

In diesem Zusammenhang sollen Bezüge zum präferierten Konzept einer handlungsorientierten Umweltbildung/Umwelterziehung hergestellt werden.

Mit den beschriebenen Teilzielen soll ein Beitrag zur Implementationsforschung geleistet werden: Die Erkundung des Spannungsfeldes zwischen den Zielen und den Möglichkeiten sowie den Ergebnissen bei der Implementierung von umweltpädagogischen Konzepten in der Vergangenheit ist eine Voraussetzung für erfolgreiche Neuerungen im Bildungswesen der Gegenwart und Zukunft. Veränderungen werden von den verschiedensten Gremien und aus unterschiedlichsten Interessenlagen heraus gefordert.

Modelle und Konzepte für ein umweltbewusstes Handeln benötigen Lehrkräfte, die dazu willens und in der Lage sind.

Einer Analyse des Zustandes bei der Lehrerbildung an den deutschen Hochschulen und Universitäten sowie der Situation bei der Lehrerfortbildung werden die Empfehlungen der UNESCO-Konferenz von Tbilissi gegenübergestellt. Damit wird das Ziel verfolgt, Konsequenzen für die Aus- und Fortbildung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg abzuleiten.

In einem gesonderten Abschnitt sind die konzipierten und die bereits realisierten Lehrangebote beschrieben. Gleichzeitig werden Visionen entworfen, wie innerhalb der an der halleischen Universität in den 90er Jahren geschaffenen organisatorischen Strukturen eine effiziente Umweltbildung/Umwelterziehung für alle Studierenden der verschiedenen Lehrämter umgesetzt werden kann.

Die vorgelegte Arbeit geht davon aus, dass die Umweltbildung/Umwelterziehung höchste Priorität besitzt, also keine Ermessensfrage für den Einzelnen, sondern eine Existenzfrage für die Allgemeinheit ist:

„In unserem gesamten Bildungswesen muß die Beschäftigung mit der Umwelt und mit der Umweltkrise und ihren Ursachen eine Selbstverständlichkeit werden.“ (E.-U. VON WEIZSÄCKER, 1993)

Diese Position wurde von der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung im Orientierungsrahmen „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (1998) dezidiert unterstützt. Mit dem Verweis auf die UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung von 1992 in Rio de Janeiro soll die Umweltbildung/Umwelterziehung als eine geeignete Grundlage für die erforderliche Entwicklung einer Bildung im Zeichen des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung weiterentwickelt werden:

„Die Verwirklichung des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung ist eine der wesentlichen Bildungsaufgaben der Zukunft...“

In diesem Zusammenhang stellen sich heute den Bildungseinrichtungen in allen Bereichen des Bildungssystems folgende Fragen

- *Wie kann Bildung für nachhaltige Entwicklung im Sinne der – in Rio beschlossenen – Agenda 21 in Lernprozessen aufgegriffen und handlungsorientiert umgesetzt werden?*
- *Welche fachbezogenen, interdisziplinären und organisationsbezogenen Hilfen müssen entwickelt werden, damit Bildungseinrichtungen entsprechende Lernprozesse initiieren und begleiten können? ...“ (BLK 1998, S. 4)*

Sachsen-Anhalt ist als neues Bundesland zurecht stolz auf seine Traditionen. Auf dem Gebiete der Pädagogik sind diese vor allem mit den Namen A. H. FRANCKE und J. B. BASEDOW verbunden.

Allerorten sind aber zugleich die Zeugen der Industriegesellschaft sichtbar, die für den Umgang der Menschen mit der Natur prägend waren.

Die Erinnerung an die Lebensleistungen beider Pädagogen lebendig zu halten, heißt auch - die Erfahrungen aus dem ungebremsten Ausbeuten der Naturressourcen gleichsam als Katalysator nutzend - durch Innovationen im Bildungswesen unseres Bundeslandes zur zukunftsfähigen Entwicklung der gesamten Gesellschaft beizutragen.

1.2. Zur methodologischen Anlage

Ausgehend von den mit dieser Arbeit verfolgten Zielstellungen werden vier Schwerpunkte bearbeitet:

- I Theorie, Struktur und Praxis von schulischen Lehr- und Lernprozessen aus dem Bereich „Umwelt“
- II Genese und Praxis der Umweltbildung/Umwelterziehung im Physikunterricht ausgewählter Länder
- III Umweltbildung/Umwelterziehung im Physikunterricht an den allgemeinbildenden Schulen des Bundeslandes Sachsen-Anhalt
- IV Universitäre Aus- und Fortbildung von Lehrkräften und die Einbeziehung von Umweltaspekten

Dem breiten Spektrum angemessen sind die zur Anwendung gebrachten forschungsmethodischen Verfahren:

Die Reflexionen über den Umgang mit der Umwelt sowie die Aussagen zur Wechselwirkung zwischen Ökologie und Pädagogik stützen sich auf theoretische Analysen der referierten Quellen. Diese Studien werden im zweiten Schwerpunkt auf Gesetze und Verordnungen zum Physikunterricht in ausgewählten Ländern erweitert. Darüber hinaus werden in diesem Zusammenhang auch Lehrmaterialien analysiert.

In den Schwerpunkten III und IV erfolgt eine konstruktive Synthese der theoretischen Erkenntnisse mit dem Ziel, Vorschläge zur Realisierung von konzeptionellen Veränderungen zu unterbreiten.

Hinsichtlich des Physikunterrichts umfassen diese

- Veränderungen in den Rahmenrichtlinien,
- didaktisch-methodische Konzepte von ausgewählten Themenbereichen,
- Lehrmaterialien für Schülerinnen und Schüler (Lehrbücher bzw. Lehrbuchabschnitte, Arbeitsblätter und Experimentieranleitungen) und
- Handreichungen für Lehrkräfte.

Bezüglich der universitären Aus- und Fortbildung von Lehrkräften werden

- ein wahlobligatorischer (bzw. fakultativer) Kurs im Rahmen der physikdidaktischen Ausbildung von Lehramtskandidaten,
 - ein fächerübergreifender Kurs innerhalb des von allen Lehramtskandidaten zu absolvierenden erziehungswissenschaftlichen Begleitstudiums und
 - Fortbildungskurse für Fachlehrerinnen bzw. -Fachlehrer, die langjährig an Gymnasien bzw. Regelschulen (Sekundarschulen) beschäftigt sind,
- vorgestellt.

Diese Konzepte, Materialien und Kurse haben in der Regel bereits eine Praxiserprobung erfahren. Folgerichtig werden auch empirische Untersuchungen in das Forschungsfeld einbezogen. Da die Wirkungsforschung in diesem Untersuchungsbereich jedoch unterrepräsentiert ist, wurde eine Eingrenzung auf explorative Untersuchungen vollzogen.

Es werden die Ergebnisse aus populationsbeschreibenden Untersuchungen mit einfachen Zufallsstichproben vorgestellt. Die realisierten schriftlichen Befragungen beinhalten sowohl Fragen mit Antwortvorgaben als auch offene Frageformen. Erfasste qualitative Merkmale wurden mit quantitativen Methoden ausgewertet. Teilweise erfolgte eine Transformation von qualitativen Daten in quantitative.

2. Zur Theorie, Struktur und Praxis von Lehr- und Lernprozessen im Bereich Umwelt

2.1. Reflexionen über den Umgang mit der Natur

2.1.1. Aspekte des Verhältnisses von Mensch und Umwelt in der Industriegesellschaft - die anthropozentrische Tradition des Abendlandes

Die moderne Wissenschaft ist ein Produkt der abendländischen Kultur. Sie entstand auf dem Fundament des Denkens in der griechischen Antike.

Die griechische Philosophie nahm ihren Anfang mit der ionischen Schule, deren erster bekannter Vertreter THALES war. Die ionischen Philosophen wollten durch rationales Denken die Frage nach dem Ursprung und der grundlegenden Natur des Universums klären.

Für THALES war Wasser das grundlegende Element, aus dem alle anderen Dinge zusammengesetzt sind. EMPEDOKLES erklärte die Vielfalt der Welt aus einer Mischung der vier Elemente Erde, Wasser, Luft und Feuer zu unterschiedlichen Teilen.

HERAKLIT sah das Feuer, das Symbol der Bewegung, als den Urgrund aller Dinge an:

„Diese Welt, dieselbige von allen Dingen, hat weder der Götter noch der Menschen einer gemacht, sondern sie war immer und ist immer und wird immer sein ein ewig lebendiges Feuer, nach Maßen sich entzündend und nach Maßen erlöschend.“

(HERAKLEITOS: Das Weltgesetz. fr. 30. In: CAPELLE 1958, S. 142)

Zugleich war HERAKLIT der erste Philosoph des Abendlandes, in dessen Gedankengebäude der Mensch als geistiges Wesen einen bestimmten Platz erhält und zu seinem Weltprinzip, dem Logos, in eine innere Beziehung gesetzt wird.

Mit den Sophisten (PROTAGORAS, GORGIAS) wurde der Mensch dann zum „Maß aller Dinge“. Er rückte in das Zentrum der philosophischen Bemühungen und erkenntnistheoretisch-logische, ethisch-soziale sowie ästhetische Fragen wurden in die Reflexionen einbezogen („anthropologische Fragestellungen“).

Als Blütezeit des alten Griechenlands kann das 4. Jahrhundert v.u.Z. angesehen werden. In dieser Zeit verbündeten sich die griechischen Stadtstaaten, um sich gegen das persische Imperium zu verteidigen. Als bedeutende Philosophen wirkten PLATON und ARISTOTELES. Letzterer berücksichtigte in seiner Lehre das Wissen über die materielle Welt und entwickelte z.B. Vorstellungen von der Struktur des Universums, die bis in das 15. Jahrhundert populär waren. In seinem Werk „Meteorologica“ beschreibt er natürliche Vorgänge, die verschiedene Oberflächenmerkmale der Erde ständig veränderten.

Die Geschichte der griechischen Antike belegt auch die Zusammenhänge zwischen Lebenshaltung und Naturzerstörung: Symbole der griechischen Lebensweise sind die Städte mit den noch heute zu bewundernden Resten der Baukunst. Diese Städte lösten sich im Verlaufe ihrer Entwicklung zunehmend von ihrer Umgebung und führten ein Eigenleben. Der Raubbau an der die Städte umgebenden Natur nahm immer stärkere Formen an. Großflächige Umweltzerstörungen, die sich zunächst in den abgeholzten Wäldern äußerten, waren die direkte Folge. Brennholzangel, Wasserprobleme und schließlich auch regionale Klimaveränderungen machten deutlich, wie stark der Mensch in den Naturkreislauf eingegriffen hatte (SCHNEIDER 1997).

In der biblischen Schöpfungsgeschichte aus dem ersten Buch Moses erschafft Gott das Universum als etwas von ihm Getrenntes. Aus der Sicht vieler Wissenschaftshistoriker macht dieses Modell für das Verhältnis von Schöpfer und dem Universum den Kern eines mechanistischen Standpunktes aus:

Die Natur, gottgeschaffen, gehorcht den Gesetzen, die der Schöpfer bestimmt hat. Die Welt ist damit kein geheimnisvoller, undurchschaubarer Ort mehr, sondern kann im Lichte der gottgegebenen, menschlichen Vernunft verstanden werden.

Die Bibel überliefert zwei Schöpfungsmythen: Die ältere Paradieserzählung (Garten Eden) und die jüngere Schöpfungsgeschichte. Deren Interpretationen führen ganz zwangsläufig zu verschiedenen Umweltethiken.

So heißt es in der älteren Paradieserzählung:

„Es war zu der Zeit, da Gott der HERR Erde und Himmel machte. Und alle die Sträucher auf dem Felde waren noch nicht auf Erden, und all das Kraut auf dem Felde war noch nicht gewachsen; denn Gott der HERR hatte noch nicht regnen lassen auf Erden, und kein Mensch war da, der das Land bebaute; aber ein Nebel stieg auf von der Erde und feuchtete alles Land. Da machte Gott der HERR den Menschen aus Erde vom Acker und blies ihm den Odem des Lebens in seine Nase. Und so ward der Mensch ein lebendiges Wesen.

Und Gott der HERR pflanzte einen Garten in Eden gegen Osten hin ...

Und Gott der HERR nahm den Menschen und setzte ihn in den Garten Eden, dass er ihn bebaute und bewahrte.“ (Die Bibel, 1. Mose 2)

Die Menschheit in der Position eines Verwalters, sich kümmernd um die Schöpfung Gottes. Pflegen und Hegen als die vornehmste Aufgabe. - In dieser Interpretation ist der Mensch ein Teil der Natur, dessen Privileg darin besteht, als Sachwalter Gottes das ihm anvertraute Eigentum nicht zu zerstören.

Die jüngere Schöpfungsgeschichte lässt aber auch eine andere Interpretation zu:

„Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde. Und die Erde war wüst und leer, und es war finster auf der Tiefe; und der Geist Gottes schwebte auf dem Wasser.

Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht...

Und Gott sprach: Lasset uns Menschen machen, ein Bild, das uns gleich sei, die da herrschen über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über das Vieh und über alle Tiere des Feldes und über alles Gewürm, das auf Erden kriecht.

Und Gott schuf den Menschen zu seinem Bilde, zum Bilde Gottes schuf er ihn; und schuf sie als Mann und Frau. Und Gott segnete sie und sprach zu ihnen: Seid fruchtbar und mehret euch und füllet die Erde und machet sie euch untertan und herrschet über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über das Vieh und über alles Getier, das auf Erden kriecht.“ (Die Bibel, 1. Mose 1)

Die Menschen als Beherrscher. Beherrschen heißt auch, auszunutzen und auszubeuten, ohne sich um möglich Konsequenzen kümmern zu müssen. - Eine Interpretation der Schöpfung, die eine anthropozentrische Ethik begründen kann.

Nachdem im alten Rom die Christen zunächst brutalen Verfolgungen ausgesetzt waren, wurden sie unter Kaiser CONSTANTIN in das Staatswesen integriert. Bald waren sie, die durch ihren Glauben zu Demut und harter Arbeit angehalten wurden, zu Stützen dieses Staates geworden. Die starke Konzentration eines Zentralstaates wie des römischen Reiches führte schließlich vor allem in Italien zu gravierenden Umweltzerstörungen: Die Bewohner der Millionenstadt Rom brauchten große Mengen an Nahrungsmitteln, an Bau- und Brennstoffen sowie an Wasser. Das führte u.a. zum Ausweiten der landwirtschaftlichen Nutzfläche durch Abholzen der Wälder. Diese lieferten zugleich Brennholz und Materialien zum Schiffbau, um durch eine Ausweitung des Handels neue Ressourcen erschließen zu können. Der landwirtschaftlicher Raubbau wurde auf andere Regionen ausgedehnt und verursachte z.B. die Desertifikation Nordafrikas, das in jener Zeit die Kornkammer Roms war. Auf Grund zunehmenden Wassermangels in Stadtnähe mussten kilometerlange Kunstbauten bis in die Zentren errichtet werden.

Mit dem Zerfall des römischen Reiches sank die Bevölkerungszahl sowohl in den Städten als auch auf dem Land drastisch. Die Infrastruktur zerfiel, zugleich aber nahm die Belastung der Wasserläufe und Wälder ab. Es entstand ein neues ökologisches System, denn der Waldverlust konnte so schnell nicht ausgeglichen werden und auch die Böden blieben devastiert.

Die frühe christliche Kirche förderte keine Studien, die sich nur mit der Natur beschäftigten. Traditionen der griechischen Wissenschaft wurden von moslemischen Gelehrten erforscht und befruchteten von daher die Entwicklung im mittelalterlichen Europa.

Die Christenheit glaubte, dass Gott der Menschheit die Herrschaft über die Erde gegeben hatte. Nach ihrem Selbstverständnis konnte die Natur gezähmt und genutzt werden, ohne jedoch einer Zerstörung anheim zu fallen.

Das mittelalterliche Leben war z.B. in Italien stark von Kleinstädten mit einer weitgehenden Selbstversorgung geprägt. Erst allmählich wurden wieder Straßen erneuert bzw. gebaut, Bewässerungssysteme reaktiviert und die Landwirtschaft insgesamt intensiviert.

Im Gegensatz zu früher verlief dieser Prozess jedoch nicht isoliert für ein Zentrum (wie das alte Rom) ab, sondern es entstanden im Lande konkurrierende Städte. Der Kampf um Märkte, Rohstoffe und um den Besitz von Land, Wald und Wasser führte mittel- und unmittelbar zu starken Eingriffen in die Umwelt.

Die Welt des Spätmittelalters war eine Welt im Umbruch. Zwischen 1100 und 1300 stieg die Zahl der europäischen Bevölkerung von 25 auf 50 Millionen. Die Städte waren die großen Magnete, die die Menschen anzogen. Im Laufe des Mittelalters war es den Städten gelungen, sich vom Einfluss der Feudalherrn zu befreien und den Grundsatz durchzusetzen, dass "Stadtluft frei mache". Wer über ein Jahr in einer Stadt lebte, der konnte sich aus der Leibeigenschaft befreien.

Die Umweltprobleme jener Zeit äußerten sich vor allem in Epidemien (Pest, Cholera, Syphilis), in deren Folge ganze Landstriche verödeten. Allein der Pest, dem sogenannten „Schwarzen Tod“, fielen ein Drittel der europäischen Bevölkerung zum Opfer.

Erste Beispiele für Luftverschmutzungen sind aus dem London des 13. Jahrhunderts überliefert, wo es durch das Verbrennen von stark schwefelhaltiger Kohle zu immensen Rauch- und Rußbelastungen gekommen war. Schon 1273 hatten sich Londoner Edelleute darüber beim König beschwert. Es vergingen noch über 40 Jahre, bis ein königliches Dekret den Handwerkern die Verwendung von Steinkohle untersagte.

Am rasanten Aufstieg der Städte vermochten jedoch Epidemien und beeinträchtigte Lebensbedingungen nichts zu ändern (LUDWIG 1997).

In der Renaissance kam es aus der Sicht der Naturwissenschaften zu einer Hinwendung zur Natur und zur Wiederbelebung der griechischen Wissenschaft. Dies äußerte sich zum Beispiel in einer genauen und teilweise auch im heutigen Sinne als wissenschaftlich zu bezeichnenden Beschreibungsweise von Naturerscheinungen und Objekten (da VINCI u.a.).

Zugleich wurde aber deutlich, dass die aristotelischen Auffassungen in den Naturwissenschaften nicht mehr zu halten waren. BACON und DESCARTES entwickelten Methoden zum Auffinden der wissenschaftlichen Wahrheit.

Nach BACON besteht die Aufgabe der Naturwissenschaft darin, die Gesetzmäßigkeiten in der Natur zu finden und diese auch in den Dienst der Menschen zu stellen. Am Ende der Erkenntnis soll nicht das Wissen um des Wissens willen und auch nicht das Streben, Gottes Willen zu erkunden, stehen, sondern der Fortschritt der Menschen und ihr Wohlergehen:

„Wissen und Können fällt bei den Menschen in eins, weil die Unkenntnis der Ursache die Wirkung verfehlt. Die Natur wird nur durch Gehorsam besiegt; was bei der

Betrachtung als Ursache gilt, gilt bei der Ausführung als Regel.“ (BACONs Neues Organon. Buch 1, Art.3. In: SIMONYI 1995, S. 215)

Für DESCARTES war die Ausdehnung (die „res extensa“) und die damit zusammenhängende Bewegung die primäre Eigenschaft der Materie. Er glaubte, alle Eigenschaften darauf zurückführen zu können. Selbst Tiere waren für ihn nichts anderes als komplizierte Maschinen und auch der menschliche Körper wurde als ein mechanisches System aufgefasst, wengleich er die Realität der menschlichen Seele akzeptierte.

Weitere Vertreter dieser analysierenden und sammelnden Periode der Naturwissenschaft waren KOPERNIKUS, KEPLER und GALILEI. NEWTON vollendete schließlich die klassische Physik mit seiner Gravitationstheorie und stellte ein einheitliches, mechanisches Weltbild auf.

Charakteristisch für diese Epoche war, dass die Natur auf ein im wesentlichen materielles System reduziert wurde. Der Mensch steht ihr als Erkennender gegenüber. Er lernt, sie über den handelnden Eingriff - das Experiment - zu erkunden, zu beherrschen und nach eigenen Wünschen auszubeuten.

Dieser frühe Anthropozentrismus wurde im Verlaufe der Entwicklung in der abendländischen Philosophie noch verstärkt: KANT zeigte die Grenzen der Objektivierung auf, verlagerte aber gleichzeitig das Gewicht noch stärker auf die Seite des Erkennenden, des Subjektes. In seiner „Kritik der reinen Vernunft“ setzt er sich sowohl mit dem extremen Empirismus als auch mit dem extremen Rationalismus auseinander.

KANT ist der Auffassung, dass im Erkenntnisprozess Sinneserfahrung und Verstandestätigkeit gleichermaßen eine Rolle spielen. Für ihn ist außer allem Zweifel, dass jede Erkenntnis mit einer Wahrnehmung beginnt, der erkennende menschliche Verstand aber dabei eine entscheidende Rolle spielt („Kopernikanische Wendung in der Philosophie“).

Auch bei MARX und den Neomarxisten klingt die anthropozentrische Betrachtungsweise in Form des Herrschaftsdenkens und des Glaubens an die Emanzipation durch völlige Beherrschung der Natur nach:

„Der Mensch ist aus der Natur hervorgegangen, als biologisches Wesen Teil der Natur, erhebt sich jedoch über diese und stellt sich ihr vermittels der Arbeit gegenüber. Durch die Arbeit verwirklicht der Mensch im Natürlichen seine Zwecke, verändert die Natur, paßt sie seinen Bedürfnissen an und wird dadurch immer mehr zum Beherrscher der Natur.“ (KLAUS u. BUHR 1966, S. 376)

Die Kritik an der Marxschen Arbeitswertheorie ist unter diesem Aspekt berechtigt, impliziert sie doch die „Gratisdienste der Natur“. Andererseits ist es nicht zutreffend, dass MARX und ENGELS die daraus resultierenden Probleme nicht erkannt haben.

So schränkt ENGELS in „Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen“ ein, „... daß wir keineswegs die Natur beherrschen, wie ein Eroberer ein fremdes Volk beherrscht, wie jemand, der außer der Natur steht - sondern daß wir mit Fleisch und Blut und Hirn ihr angehören und mitten in ihr stehen, und daß unsere ganze Herrschaft über sie darin besteht, im Vorzug vor allen andern Geschöpfen ihre Gesetze erkennen und richtig anwenden zu können.“ (MARX/ENGELS, Werke, Bd. 20. Berlin 1962, S.453)

Jedoch „gegenüber der Natur wie der Gesellschaft“, so schrieb ENGELS weiter, „kommt bei der heutigen Produktionsweise vorwiegend nur der erste, handgreiflichste Erfolg in Betracht; und dann wundert man sich noch, daß die entfernteren Nachwirkungen der hierauf gerichteten Handlungen ganz andere, meist ganz entgegengesetzte sind...“.

ENGELS fährt optimistisch fort:

„Namentlich seit den gewaltigen Fortschritten der Naturwissenschaft in diesem Jahrhundert werden wir mehr und mehr in den Stand gesetzt, auch die entfernteren natürlichen Nachwirkungen wenigstens unsrer gewöhnlichsten Produktionshandlungen

kennen und damit beherrschen zu lernen. Je mehr dies aber geschieht, desto mehr werden sich die Menschen wieder als Eins mit der Natur nicht nur fühlen, sondern auch wissen...“ (ebenda, S. 453)

Auch MARX hat sich im „Kapital“ zur ökologischen Thematik geäußert:

„Selbst eine ganze Gesellschaft, eine Nation, ja alle gleichzeitigen Gesellschaften zusammengenommen, sind nicht Eigentümer der Erde. Sie sind nur ihre Besitzer, ihre Nutznießer, und haben sie als boni patres familias den nachfolgenden Generationen verbessert zu hinterlassen.“ (MARX/ENGELS, Werke, Bd. 25. Berlin 1972, S.529)

Das „Wieder-Eins-Sein“ mit der Natur aus marxistischer Sicht beinhaltet eine hochentwickelte Produktionskultur und eine Wissenschaft, die die Folgen des menschlichen Produzierens kalkulieren kann. Als Grundvoraussetzung dafür wurden neue Produktionsverhältnisse als notwendig erachtet, die auch eine Umverteilung des gesellschaftlichen Reichtums erbringen sollten.

Bereits im 17. und 18. Jahrhundert war deutlich geworden, dass die Menschen ihre Umwelt dauerhaft schädigen können: So hatte der stetig wachsende Papierbedarf zu einer großen Zahl von Papiermühlen geführt, die beträchtliche Mengen an sauberem Wasser benötigten, zugleich aber die Flüsse stark verschmutzten.

In England kam es vor allem durch den Schiffbau und die Holzkohlenindustrie zu einer Holzknappheit. Forderungen nach Wiederaufforstung wurden erhoben und die Nutzung der Steinkohle forciert. Die stürmische Entwicklung des Eisenhüttenwesens hatte hohe Emissionen von Kohlenstoff- und Schwefeldioxyden sowie von Hüttenstaubpartikeln in den Gichtgasen zur Folge.

Mit der in den zahlreichen Textilbetrieben Englands beginnenden Mechanisierung wurde der Bedarf an einer vielseitig einsetzbaren Antriebsmaschine offenkundig. Die Wattsche Dampfmaschine bildete die technische Grundlage für die industrielle Revolution. Ihre Unvollkommenheit gab einerseits den Anstoß für wissenschaftlich fundierte Untersuchungen, die eine Erhöhung ihres Wirkungsgrades zum Ziel hatten. Es entstanden Arbeiten von grundlegender Bedeutung für die Thermodynamik (CARNOT u.a.). Daran wurde das enge Wechselverhältnis von Physik und Technik deutlich, das die nachfolgenden Epochen zunehmend prägen sollte.

Andererseits führte der Übergang von der Manufaktur zur industriellen Produktion mit dem dafür erforderlichen leistungsfähigen Transportwesen (Dampfschiffe und Eisenbahnen wurden gebaut) zu einem immensen Wirtschaftswachstum, das Umbrüche in allen Bereichen der Gesellschaft hervorrief:

In Deutschland wandelte sich im 19. Jahrhundert die von der Landwirtschaft dominierte Gesellschaft innerhalb einer Generation in eine kapitalistische Industriegesellschaft: So waren 1830 etwa vier Fünftel der Bevölkerung in der Landwirtschaft beschäftigt, 1880 war es nur noch die Hälfte. Die Bevölkerungszahlen in den Städten wuchsen sprunghaft. Ballungsgebiete bildeten sich dort heraus, wo der Bergbau Rohstoffe in ausreichender Menge förderte.

Vor allem in den dicht besiedelten Gebieten nahmen die Umweltbelastungen unübersehbar zu:

- Die Wasserqualität in den Flüssen sank durch Einleitung chemisch verunreinigten Wassers aus Fabriken sowie durch Abwassereinleitung aus den Wohnungen.
- Die Verfügbarkeit von Trinkwasser nahm ab.
- Die Luftverunreinigungen vor allem in der Nähe von Industrieanlagen und in den Wohnquartieren der Arbeiter stiegen an.

Die unumgänglichen Maßnahmen zur Stabilisierung der Umweltsituation hatten nachsorgenden Charakter und blieben von lokaler bzw. regionaler Wirkung (WEBER 1997).

Um die Mitte des 15. Jahrhunderts zählte Deutschland bereits ca. 4 000 Städte. Davon hatten acht mehr als 20 000 Einwohner. In Köln als der größten Stadt lebten über 40 000 Menschen.

Die Flüsse, an denen die Ansiedlungen lagen, dienten zugleich als Trink- und Brauchwasserquelle, als Abwasserkloake und als Transportweg. Deren zunehmende Verschmutzung wurde zunächst mit Verboten und Androhen von Strafen begegnet. Als jedoch im 19. Jahrhundert große Choleraepidemien ausbrachen, war das der Anlass, Kanalisationssysteme anzulegen, deren Dimensionen noch heute Beachtung verdienen. Außerdem errichteten die Städte in jener Zeit Wasserwerke, um eine überwachte Versorgung mit Trinkwasser garantieren zu können.

Bis Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die Abgase von Feuerungsanlagen nur unvollkommen in Staubabsetzkammern gereinigt („Schwerkraftabscheider“). Ein Verfahren, das bereits 1556 von AGRICOLA für das erzgebirgische Berg- und Hüttenwesen entwickelt worden war. – Nicht die Verbesserung der Umweltsituation, sondern die Forderung der Industrie nach unverschmutzten gasförmigen Vorprodukten (z.B. Generatorgas) bewirkte intensive Forschungen zur Luftreinigung. In deren Ergebnis wurden z.B. Zyklone („Fliehkraftabscheider“) und Elektrofilter entwickelt und großtechnisch eingesetzt.

Das ausgehende 19. Jahrhundert erlebte zugleich eine wachsende Spannung zwischen denen, die eine uneingeschränkte Ausbeutung der Natur wollten, jenen, die eine kontrollierte Ausbeutung favorisierten, und einer Minderheit, die den Urzustand um jeden Preis schützen wollten.

Nicht nur in England, sondern auch in anderen europäischen Ländern waren besonders die schädlichen Auswirkungen der Waldvernichtung Anfang des 19. Jahrhunderts unübersehbar. Untersuchungen hatten aufgedeckt, welches Ausmaß die Abholzung angenommen hatte und zu welchen Folgen der Kahlschlag führte. Vor allem die massive Bodenerosion und die Zerstörung der natürlichen Abflusssysteme ruinierten die Produktivität. In den Forsten der deutschen Länder setzte sich das Prinzip des nachhaltigen Bewirtschaftens durch: Es wurde im Verlaufe eines Jahres nicht mehr Holz eingeschlagen als in dieser Zeit nachwachsen konnte.

Der Amerikaner MARSH verknüpfte publizierte Forschungsergebnisse mit eigenen Beobachtungen in den USA (1864: „Man and Nature“). Seine Warnungen richteten sich vor allem an jene, die glaubten, dass die „Selbstheilungskräfte“ der Erde unbegrenzt wären.

„Die vom Menschen verursachten Verwüstungen untergraben die Beziehungen und zerstören das Gleichgewicht, das die Natur zwischen ihrer organisierten und ihrer anorganischen Schöpfung eingerichtet hat. Sie rächt sich an dem Störenfried, indem sie in ihren verunstalteten Provinzen zerstörerischen Energien freien Lauf läßt, die bisher von organischen Kräften unter Kontrolle gehalten wurden, die seine besten Hilfsmittel sein sollten, die er aber unklug verschwendet und aus dem Aktionsfeld verdrängt hat. Wenn der Wald verschwunden ist, wird das große, im Moder seiner Vegetation gespeicherte Feuchtigkeitsreservoir verdunsten und nur in Regenfluten zurückkehren, die den ausgedörrten Staub fortspülen, in den sich der Moder verwandelt hat...

Die Erde wird schnell zu einem ungeeigneten Heim für ihre edelsten Bewohner, und eine weitere Epoche gleichartiger menschlicher Verbrechen und menschlicher Verschwendung ... wird ihre Bedingungen derart zu ärmlicher Produktivität, zu zerstörten Böden und extremen Klima verschlechtern, daß es die Verderbtheit, die Barbarei und vielleicht sogar das Aussterben der Art heraufbeschwört.“ (BOWLER 1997, S. 208)

Mit seinem Buch erreichte MARSH einen beachtlichen Einfluss: Die Regierung der USA setzte eine Forstwirtschaftskommission ein, die die nationalen Ressourcen verwaltete. Später wurden Waldgebiete ausgewählt, die nicht an holzverwertende Unternehmen verkauft werden durften.

Öffentliches Interesse an der unberührten Natur entstand in den USA aber auch aus ästhetischen Erwägungen. - Die Erkundung des amerikanischen Westens lenkte den Blick auf viele unberührte Gebiete mit überragender natürlicher Schönheit. Bemühungen, diese zu bewahren, hatten schon frühzeitig eingesetzt (1864: öffentlicher Park Yosemite Valley in Kalifornien; 1872: Nationalpark Yellowstone in Wyoming). In den bereits überfüllten Städten wurden Freiräume von der Besiedlung ausgegrenzt (1853: Central Park in New York).

Bereits ausgangs des 19. Jahrhunderts kamen in den westlichen Ländern ideologische Haltungen auf, die eine Betonung des materiellen Fortschritts, der auch auf der Ausbeutung der Natur gegründet ist, in Frage stellten. In Reformprojekten sollte gezeigt werden, dass die Menschheit in Eintracht mit der Natur leben könne.

Revolutionäre Positionen vertraten die Anhänger der Ideen von MARX und ENGELS. Sie forderten die Umverteilung des Wohlstandes in der Gesellschaft. Als eine Konsequenz sollten in einem Gesellschaftsmodell, das durch ein überwiegend gesellschaftliches Eigentum an Unternehmen und an der Natur gekennzeichnet ist, gute Voraussetzungen bestehen, damit Interessenkonflikte zwischen Mensch und Natur gar nicht erst aufkommen können. Dies schien einsichtig, weil

- die Nutzung der Natur nur in dem Maße erfolgen sollte, wie das Gemeinwohl oder gesellschaftliche Interessen nicht berührt werden,
- nur Produkte hergestellt werden, die einen hohen Gebrauchswert besitzen und folglich Produkte, für die in einem marktwirtschaftlichen System erst durch Werbung eine Nachfrage organisiert wird, nicht produziert werden dürften,
- der Staat selbst die Investitionsentscheidungen für den Produktionsbereich trifft und deshalb ressourcenschonendere Produktionskonzepte als im freien Wettbewerb möglich sind,
- die Investitionen für die Infrastruktur und für den Wohnungsbau zentral erfolgen und damit umweltverträglichere Siedlungskonzepte realisiert werden können,
- die Informationsproblematik administrativ einfacher zu lösen ist.

Die offenkundigen Umweltzerstörungen in denjenigen Ländern, die über mehrere Jahrzehnte ein sozialistisches Gesellschaftsmodell verfolgt haben, belegen jedoch, dass diese Alternative zur kapitalistischen Industriegesellschaft keinen substantiellen Beitrag zur Lösung der Umweltproblematik erbracht hat.

Während in den Anfangsjahren der Sowjetunion der Naturschutz noch eine umfassende Förderung erfuhr, wurden mit den von STALIN verfolgten Zielen der Massenindustrialisierung und Kollektivierung der Landwirtschaft die Prioritäten neu gesetzt. Die Achtung vor der unberührten Natur verschwand angesichts von Forderungen, dass es das Ziel der Wissenschaft sei, die Welt den menschlichen Bedürfnissen anzupassen.

Beleg dafür sind die gigantischen Wasserbauprojekte: Der in den Wasserkraftwerken an Wolga und Dnepr oder an den mittelasiatischen Flüssen erzeugte Strom ermöglichte die Elektrifizierung des Landes und führte zu einem beachtlichen wirtschaftlichen Aufschwung. Gleichzeitig konnte riesige Flächen bewässert und damit die landwirtschaftliche Produktion enorm gesteigert werden.

Diese Übernutzung des Wasserdargebotes führte in Mittelasien aber dazu, dass der Aralsee, der einst viertgrößte Binnensee der Erde, auszutrocknen begann. Einstige Hafenorte liegen heute viele Kilometer vom See entfernt inmitten der Wüste.

Als diese Folgen des Eingriffes der Menschen in das ökologische Gleichgewicht offensichtlich wurden, gab es Bestrebungen, diese durch noch gewaltigere rückgängig zu machen. Es wurde erwogen, sibirische Flüsse, die in das nördliche Eismeer fließen, in den Aralsee „umzuleiten“.

Der wachsende Widerstand von Umweltschützern, aber vor allem die immensen Kosten, ließen dieses Projekt scheitern.

Für beide Gesellschaftssysteme - kapitalistische Industriegesellschaft und Staatssozialismus - ist die Vorstellung des unbegrenzten Fortschritts durch Mehrung der Produktion kennzeichnend.

Für das Scheitern des Staatssozialismus kann ein Komplex von Ursachen angeführt werden. Unstrittig dabei ist, dass eine ineffiziente Wirtschaft die Verschwendung von Naturressourcen bedingte und die Unzufriedenheit der Bevölkerung mit der Umweltsituation stetig wuchs.

Der traditionelle Industrialismus der westlichen Welt ist ökonomiefokussiert und berücksichtigt folglich nicht, dass Wirtschaftskreisläufe auch Bestandteil der Naturkreisläufe sind. Merkmale beim Einsatz von Wissenschaft und Technik sind nach ZABEL u.a.

- Wachstumsfixierung mit einer Tendenz zu Großtechnologien,
- Objektorientierung (Natur und Mensch werden als Objekte betrachtet),
- Machbarkeitsorientierung (Vernachlässigung der Folgen, Defizite an Folgewirkungswissen),
- Kommerzialisierung und Technikzentrierung der gesamten Oberfläche der Erde.

Da sich der Industrialismus auf eine expandierende Produktionsmaschinerie gründet und die Befriedigung von Bedürfnissen der Menschen im wesentlichen durch den Kauf bzw. Verkauf von Gütern geregelt wird, kommt dem Geld als allgemeinem Maßstab und als Antrieb eine besondere Rolle zu. Monetäre Signale steuern die Transaktionen von Wirtschaftssubjekten und damit auch den Menschen als „homo oeconomicus“.

Das bedeutet aber zugleich, dass die Bedürfnisbefriedigung auf monetär abbildbare Komponenten reduziert wird und es auf der sozialen Ebene zur einer Unterversorgung bei der Befriedigung immaterieller Bedürfnisse, zu Kooperationsdefekten bis hin zur Störung des sozialen Friedens führen kann. Da Umweltressourcen freie Güter darstellen, kann es auf der ökologischen Ebene zu einer Übernutzung der Natur und zur Missachtung von Reproduktions- bzw. Kreislaufferfordernissen sowie von Neben- und Rückkopplungswirkungen kommen.

Die Probleme der Wechselwirkung zwischen Mensch und Natur waren über historisch lange Zeiträume von vorwiegend theoretischem Interesse. In der jüngeren Vergangenheit sind sie jedoch zu Existenzfragen für die Menschheit geworden.

2.1.2. Anthropozentrik - Auswirkungen, frühe Mahnungen und Wege in eine zukunftsfähige Welt

Die Geschichte der Menschheit war auch eine Geschichte von Umweltkatastrophen: Erdbeben, Wirbelstürme, Dürreperioden und Überflutungen forderten über die Jahrhunderte hinweg große Opfer unter der Erdbevölkerung. Das menschliche Leben war in der Vergangenheit stets geprägt vom Kampf gegen die Naturgewalten. Mit der Eroberung der letzten Wildnis und der vermeintlichen Herrschaft der Menschen über die Natur nahmen jedoch Ende des 20. Jahrhunderts die Probleme dramatisch zu.

Heute hat der Prozess der Umweltzerstörung globale Dimensionen erreicht. Die Folgen betreffen alle Menschen auf der Erde, gleich ob sie aktiv dazu beigetragen haben oder nicht:

- Die Klimatologen sind sich einig, dass die globale Mitteltemperatur in den vergangenen 100 Jahren um 0,5 bis 0,7 K gestiegen ist.
- Stürme, in unseren Breiten genauso wie in den Tropen, scheinen an Intensität gewonnen zu haben.
- Die Niederschläge über der nördlichen Hemisphäre verschieben sich seit vier bis fünf Jahrzehnten nach Norden.
- Der Meeresspiegel ist im vergangenen Jahrhundert um etwa 15 cm gestiegen.

Ist das Ökosystem Erde an der Grenze der Belastbarkeit? Welche Rolle kommt der Menschheit in diesem Zusammenhang zu?

Eine erste Antwort könnte lauten: Das Klima ändert sich, weil es auf Grund der von den Menschen ausgeübten Einflüsse wärmer wird!

Begründet wird diese Aussage mit einer geringfügig veränderten Zusammensetzung der Luft, die auf die Emissionen zurückzuführen sind, die seit der industriellen Revolution in zunehmenden Maße auftreten. In exakten Messungen wurde nachgewiesen, dass der Gehalt an Kohlenstoffdioxid in der Luft im Verlaufe der letzten 100 Jahre um mehr als 25% auf 358 ppm (1994) gestiegen ist. Noch wesentlich stärker wuchs der Methananteil (von 0,7 ppm auf 1,7 ppm). Bemerkenswert ist, dass das Phänomen „Treibhauseffekt“ schon im 19. Jahrhundert erkannt worden war, jedoch erst seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts in seiner Tragweite begriffen wurde.

TYNDALL hatte bereits 1861 darauf hingewiesen, dass Wasserdampf einen Großteil des einfallenden Sonnenlichtes durchlässt, jedoch die von der Erde ausgehende Wärmestrahlung stark absorbiert. Ferner vertrat er die Meinung, dass die Temperatur der Erdoberfläche von der Menge an Kohlenstoffdioxid abhängt, die in der Atmosphäre vorhanden ist.

Etwa 30 Jahre später griffen ARRHENIUS und CHAMBERLIN diese Gedanken auf. ARRHENIUS schätzte 1896, dass eine Verdopplung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre eine globale Erwärmung um etwa 6 K zur Folge habe.

CALLENDAR wies im Jahre 1938 den CO₂-Anstieg aufgrund erster sporadischer Messungen nach. Nach der von ihm aufgestellten Theorie hat CO₂ die Eigenschaft, die kurzwelligen Sonnenstrahlen passieren zu lassen, jedoch die von der Erdoberfläche ausgehende langwellige Strahlung zu absorbieren und zu reflektieren. Er brachte erstmals eine „Aufheizung“ der Atmosphäre ins Spiel, die anthropogen durch das Einbringen zusätzlicher Mengen an Kohlenstoffdioxid verursacht wird.

Diese Theorie blieb jedoch in der Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet. Erst die Ergebnisse des „Internationalen Geophysikalischen Jahres“ (1956) sowie weitere Experimente und Modellrechnungen in den Folgejahren ließen eine größere Sensibilität für diese Problematik entstehen.

Bei Bewertungen muss jedoch Beachtung finden, dass sich das Erdklima im Ergebnis von Prozessen verändert, die auf Zeitskalen von Tagen (Eis- und Schneebedeckung, Zirkulation der Atmosphäre) bis zu vielen Jahrillionen (Kontinentaldrift, CO₂-Emission von Vulkanen) stattfinden.

Die gegenwärtigen Durchschnittstemperaturen liegen im Rahmen der statistischen Klimaschwankungen. Zudem begrenzen derzeit mehrere Faktoren die Möglichkeiten, eine Entwicklung des Klimas in der Zukunft vorherzusagen. Dazu gehören u.a.

- Unsicherheiten in der Abschätzung zukünftiger Emissionen,
- lückenhafte Kenntnisse der bio- bzw. geochemischen Kreisläufe von Treibhausgasen und Aerosolen,
- die Unmöglichkeit einer Vorhersage zukünftiger Strahlungseigenschaften (Sonnenaktivität),
- Schwierigkeiten beim Erfassen von Rückwirkungen zwischen den einzelnen Systemelementen in Klimamodellen.

Unerwartete, starke und rasche Veränderungen des Klimas in der Zukunft sind auf Grund ihrer Natur schwer oder gar nicht vorherzusagen. Es können folglich „Überraschungen“ auftreten, die sich insbesondere aus der nichtlinearen Natur des Klimasystems ergeben.

Die Möglichkeiten, den menschlichen Einfluss auf das Klima exakt zu beziffern, sind folglich begrenzt. Dennoch zwingen die vorliegenden Daten und erkannte Zusammenhänge dazu, sich verantwortungsbewusst der Gesamtproblematik zu stellen.

Beispielsweise sind Wälder für den Naturhaushalt und für die Menschen von unermesslichem Wert. Gegenwärtig sind besonders die tropischen Regenwälder bedroht. Aber gerade sie spielen für das Weltklima eine entscheidende Rolle:

Ihre dichte Vegetation wirkt dem Treibhauseffekt entgegen, da die Pflanzen während des Wachstums CO₂ aufnehmen und speichern. Über Jahrillionen hinweg relativ ungestörte Wachstums- und Entwicklungsbedingungen haben zu einer unüberschaubaren Artenfülle geführt. Wissenschaftliche Schätzungen gehen davon aus, dass die tropischen Wälder 50-80% aller weltweit existierenden Tier- und Pflanzenarten beherbergen.

Brandrodungen und Holzraubbau führen zu einer stetigen Vernichtung dieser Primärwälder: Ende der 80er Jahre waren in Asien bereits 60% des ursprünglichen Regenwaldes verschwunden. Weltweit schrumpfen die tropischen Wälder um etwa 15 Millionen Hektar pro Jahr.

Bemerkenswert ist, dass die eigentlichen Ursachen für diese fortschreitende Vernichtung im wirtschaftlichen, politischen und sozialen Bereich liegen.

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert wurde sich die allgemeine Öffentlichkeit viel stärker als je zuvor der Schäden bewusst, die ihre Aktivitäten der Umwelt zufügen.

Die entstehende Umweltschutzbewegung war in ihren Zielstellungen sehr heterogen: In ihrer eingeschränktesten Form forderte sie lediglich den Schutz ausgewählter Gebiete der Wildnis und akzeptierte zugleich Eingriffe an anderen Orten. Vertreter des anderen Extrems stellten die moderne Industriegesellschaft insgesamt in Frage. Als erstrebenswert wurde eine Selbstbeschränkung auf einen „natürlicheren“ Zustand propagiert.

Als sich immer mehr Menschen für den Umweltschutz einsetzten, nahm die Bewegung einen politischen Charakter an. In den 60er Jahren gingen in den westlichen Ländern vor allem junge Leute gegen etablierte Vorstellungen - auch im Verhältnis zur Natur - auf die Straße. In vielen Ländern entstanden die Grünen Parteien.

Berichte über Umweltskandale (u.a. R. CARSON: Der stumme Frühling) oder das eigene Erleben verliehen der Umweltschutzbewegung eine breite Unterstützung. 1972 führten die

Vereinten Nationen erstmals eine Konferenz über Umweltprobleme durch. Im selben Jahr fanden sich im Club of Rome einflussreiche Persönlichkeiten zusammen. In „Die Grenzen des Wachstums“ (1972) äußerten sie sich in der Sorge, dass die übermäßige Ausbeutung der Natur die gesamte Weltordnung bedrohen kann. Dabei stand in jener Zeit die Endlichkeit der Rohstoffe, vor allem der fossilen Energieträger, im Mittelpunkt der Überlegungen.

Seit etwa drei Jahrzehnten wird die Diskussion über die Grenzen des technisch-industriellen Fortschrittsparadigmas mit wachsender Intensität geführt. Sie hat die Dringlichkeit eines vor der praktischen Vernunft verantwortbaren Umgangs von Mensch und Gesellschaft mit dem sie tragenden Netzwerk der Natur zunehmend stärker in das öffentliche Bewusstsein gerückt. Die Gefahr für die moderne Zivilisation liegt darin, dass sie über ihr expansives Naturverhältnis Ressourcen verbraucht, von deren Existenz sie aber gleichzeitig abhängig ist. Heute sind nicht nur die natürlichen Lebensbedingungen der Menschen gefährdet, sondern zugleich die bisher von ihnen unabhängigen natürlichen Ökosysteme.

Der „Brundlandt-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“ von 1987 („Our Common Future“) sorgte vor allem in politischen und wirtschaftlichen Bereichen für Aufsehen und lebhaftere Diskussionen. Diese Sicht auf die Entwicklung der Welt führte allmählich zu einem neuen Wohlstandsverständnis: „Sustainable Development“ - zukunftsfähige oder nachhaltige Entwicklung.

„'Sustainable Development' ist die Bezeichnung für eine Entwicklung, in der Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt werden sollen, ohne die Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden. Mit diesem Leitbegriff verbindet sich die Erkenntnis, daß umweltpolitische Probleme nicht isoliert von der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung betrachtet werden können, sondern ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich ist. Umwelt und Entwicklung sind zwei Seiten einer Medaille. Die alte Entwicklungsmaxime, zunächst ökonomischen Wohlstand zu erreichen und die sozialen und ökologischen Folgekosten später zu reparieren, ist hinfällig geworden. Das neue Denken erfordert eine Integration von ökologischen, sozialen und ökonomischen Belangen.“ (BUND/MISEREOR 1997, S.24)

Auf der UNO-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro (UN Conference for Environment and Development / UNCED - Rio 92) bekundeten die 178 Teilnehmerstaaten in der „Rio-Deklaration“ den politischen Konsens zur Zusammenarbeit, um die „Gesundheit“ und Integrität des Ökosystems Erde wiederherzustellen und zu erhalten. Daneben wurden spezielle Vereinbarungen geschlossen:

- Klima-Rahmenkonvention
Als Zielstellung wurde die Stabilisierung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf einem Niveau vereinbart, das eine gefährliche Störung des Klimasystems verhindert und das den Ökosystemen ausreichend Zeit für eine natürliche Anpassung lässt.
152 Staaten unterzeichneten diese Konvention und verpflichteten sich, den CO₂-Ausstoß auf den Stand von 1990 zurückzuführen. Vor allem auf Druck der USA wurde jedoch keine konkrete Zeitvorgabe vereinbart.
- Konvention zum Schutz der natürlichen Lebensräume und der biologischen Vielfalt
Von den Ländern wird verlangt, dass sie Mittel und Wege finden, die Vielfalt der Lebensformen zu erhalten und dass sie die Vorteile aus der Nutzung der biologischen Vielfalt gerecht untereinander aufteilen.
- Rahmenprinzipien für die Bewirtschaftung, Erhaltung und nachhaltige Entwicklung aller Arten von Wäldern

- Aktionsprogramm „Agenda 21“

In diesem Programm für das 21. Jahrhundert werden detaillierte Handlungsaufträge gegeben, um einer weiteren Verschlechterung der Situation entgegenzuwirken und eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen sicherzustellen. Dabei steht die sich gegenseitig bedingende Herausforderung zwischen der Bewältigung der Entwicklungsproblematik und dem Schutz der Umwelt im Mittelpunkt.

Forderungen der „Agenda 21“ sind u.a.

- Internationale Kooperation aller Staaten
- Bekämpfung der Armut durch wirtschaftliche Entwicklung
- Eindämmen des Bevölkerungswachstums
- Nachhaltiger Konsum durch verändertes Verbraucherverhalten und effizientere Produktion
- Schutz der Atmosphäre durch eine effiziente Energienutzung
- Entwicklung nachhaltiger Siedlungsformen und Verkehrsstrukturen bzw. -mittel
- Neuausrichtung der Bildung auf eine nachhaltige Entwicklung

In der Agenda wird an die Regierungen der Länder appelliert, nationale Strategien für eine nachhaltige Entwicklung zu erarbeiten. Dabei sollen Nichtregierungsorganisationen und die Öffentlichkeit einbezogen werden.

Zu den positiven Aspekten der „Rio-Erklärung“ zählen die Einsicht über die Notwendigkeit eines neuen, eines umweltverträglicheren Wohlstandsmodells, die Anerkennung einer besonderen Verantwortung der Industrieländer, die Betonung sozialer Werte und die allgemeine Anerkennung des Vorsorgeprinzips.

Jedoch konnte in Rio keine Einigkeit über verbindliche Schutzziele für wichtige Ökosysteme und einen Zeitrahmen für die Verringerung umweltbelastender Aktivitäten erzielt werden. Vor allem fehlten konkrete Vorstellungen, wie sich die westlichen Industriestaaten verändern sollen und wollen.

In einer Reihe von Folgekonferenzen (u.a. Kyoto 1997 und Bonn 2001) wurde versucht, diese Defizite aufzuarbeiten.

Mit dem „Umweltraum-Konzept“ (nach OPSCHOOR, Niederlande) werden mögliche Antworten auf die Frage gegeben, mit welchen Zielen und Indikatoren Wege in einen ökologischen Wohlstand gefunden werden können.

„Der Umweltraum bezeichnet den Raum, den die Menschen in der natürlichen Umwelt benutzen können, ohne wesentliche Charakteristika nachhaltig zu beeinträchtigen. Der Umweltraum ergibt sich aus der ökologischen Tragfähigkeit von Ökosystemen, der Regenerationsfähigkeit natürlicher Ressourcen und der Verfügbarkeit von Ressourcen. Damit werden physische „Neue Grenzen des Wachstums“ (Meadows et al.), die sich aus der Tragfähigkeit der Ökosysteme und der Endlichkeit der natürlichen Ressourcen ergeben, ausdrücklich anerkannt...

Neben der ökologischen Dimension enthält der Begriff Umweltraum eine notwendige weitere Dimension: internationale Gerechtigkeit. Nicht nur die künftigen Generationen sollen gleiche Rechte auf eine intakte Natur erheben dürfen. Auch innerhalb einer Generation soll weltweite Chancengleichheit als konstitutiv angesehen werden. Jeder Mensch hat das gleiche Recht auf eine intakte Umwelt.“ (BUND/MISEREOR 1997, S.27)

Die Verhandlungen auf den internationalen Konferenzen haben deutlich gemacht, dass in den vergangenen Jahren die Fragen der Verteilungsgerechtigkeit in den Mittelpunkt rückten. Die Länder des Südens fordern mit Nachdruck einen ausreichenden Umweltraum und damit die Aufgabe der „Besitzstandswahrung“ seitens der entwickelten Industriestaaten.

Für die Präzisierung des Umweltraumes ist es erforderlich, Maße für den Umweltraum („Umweltindikatoren“) zu definieren. Von der UNCSO (United Nations Commission on Sustainable Development) und anderen Gremien wurden in den letzten Jahren Vorschläge für Indikatoren-Systeme unterbreitet. Dabei traten erhebliche methodische Probleme auf, die auf die dringende Notwendigkeit einer weiteren Ausgestaltung dieses Systems in naher Zukunft hinweisen.

Die Brisanz des Umweltraum-Konzeptes kann am Beispiel der Emission von Treibhausgasen verdeutlicht werden:

Allgemein wird der CO₂-Gehalt der Atmosphäre als Umweltzustandsindikator („state“) anerkannt. Die ökologische Zukunftsfähigkeit wird in dieser Beziehung vor allem durch vom Menschen verursachte Stoffeinträge gefährdet. Kohlenstoffdioxid, das etwa 50% des anthropogenen Treibhauseffektes verursacht, wird vorwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger und bei der Brandrodung tropischer Wälder frei. Diesen Quellen stehen mit den Ozeanen und der terrestrischen Biosphäre nur beschränkt aufnahmefähige Senken gegenüber.

Das wird in der Klima-Rahmenkonvention von Rio (Artikel 2) ausdrücklich anerkannt. Trotzdem sind die Fortschritte bei der Umsetzung dieser Erkenntnisse in konkrete Maßnahmen unzureichend. Dafür sind die Ursachen vor allem in den Industrieländern zu suchen. - Obwohl die verschiedensten Indikatoren belegen, in welchem Umfang ökologisch über die Verhältnisse gelebt wird, stoßen Aktivitäten zur Festlegung von Zielvorgaben und Schritten zu ihrer Realisierung auf eine nur geringe gesellschaftliche Akzeptanz. Die Widersprüche zwischen dem Lippenbekenntnis zur „Zukunftsfähigkeit“ und dem konkreten Handeln finden sich in allen Ebenen - vom Staat über die Unternehmer bis hin zu den Verbraucherinnen und Verbrauchern.

Als Beleg für diesen komplizierten Prozess kann das Ringen um das Protokoll des Treffens der Vertragsstaaten der Weltklimakonvention von Kyoto dienen. So konnte z.B. das Anrechnen von neugeschaffenen CO₂-Senken durch forstwirtschaftliche Maßnahmen oder landwirtschaftliche Aktivitäten und der Handel mit Emissionsrechten erst nach langwierigen Verhandlungen auf der Folgekonferenz in Bonn geklärt werden.

Die Konsequenzen aus dem Prinzip der internationalen Gerechtigkeit bedeuten hinsichtlich des Kriteriums „gleiche Pro-Kopf-Emissionsrechte“, dass Deutschland seine CO₂-Emissionen bis 2050 um mindestens 80% verringern muss!

„Die Enquete-Kommission ‘Schutz der Erdatmosphäre’ des Deutschen Bundestages leitete ... ab, daß die Emissionen des Hauptverursachers CO₂ bis zum Jahr 2050 global um 50 bis 60 Prozent verringert werden müssen...

5,8 Milliarden Menschen emittieren jährlich etwa 29 Milliarden Tonnen CO₂ entsprechend 5 Tonnen pro Kopf. Eine Verringerung um 50-60 Prozent bis 2050 bedeutet - bezogen auf die heutige Weltbevölkerung - eine dann noch zulässige Pro-Kopf-Emission von etwa 2,3 Tonnen CO₂. In Deutschland werden aber heute pro Kopf und Jahr etwa 12 Tonnen emittiert. Das Ziel heißt also : Deutschland muß seine CO₂-Emissionen bis 2050 um 80 Prozent verringern. Stellt man zusätzlich ein nach derzeitigen Prognosen wahrscheinliches Wachstum der Weltbevölkerung auf etwa 10 Milliarden Menschen bis 2050 in Rechnung, dann muß die Reduktion bei Festhalten am Kriterium gleicher Nutzungsrechte sogar bei 90 Prozent bis 2050 liegen. Als mittelfristiges Ziel wird eine 35prozentige Reduktion bis zum Jahr 2010 für angemessen gehalten.“ (BUND/MISEREOR 1997, S.58)

Diese Fakten und die Konsequenzen, die auf der Grundlage der aktuellen Kenntnisse in der Umweltforschung gezogen worden sind, machen deutlich, dass die gegenwärtigen

Stoffemissionen (dargestellt am Beispiel CO₂) nicht zukunftsfähig sind. Das trifft insbesondere für die des entwickelten Industriestandortes Deutschland zu.

Ressourcenausbeutung und Emissionen gehen aber weit über den deutschen Umweltraum hinaus und haben seit langem den natürlichen Rahmen verlassen, der von einer langfristig angelegten sozial-ökonomischen Entwicklung eingehalten werden muss. Bei Respektierung der internationalen Gerechtigkeit sind Veränderungen im Umgang mit den natürlichen Ressourcen in der Größenordnung des Faktors fünf bis zehn geboten.

Unter diesem Aspekt sind die Ergebnisse von mehr als zwei Jahrzehnten deutscher Umweltpolitik zu werten. Bei durchaus vorhandenen punktuellen Erfolgen ist es in der Summe nicht mehr als eine „Stagnation auf hohem Niveau“.

Folglich ist die gesamte bislang verfochtene Strategie kritisch zu hinterfragen und mit alternativen Konzepten zu vergleichen:

- Mit der üblichen „*Effizienzstrategie*“ wird das in der Technik und Wirtschaft gängige Prinzip des „Kosten-Nutzen-Verhältnisses“ auf ökologische Zusammenhänge übertragen. Ziel ist es, mit möglichst geringem Einsatz an Ressourcen einen möglichst hohen Nutzen zu erzielen.
- Mit der „*Konsistenzstrategie*“ soll eine Vereinbarkeit von Ökonomie und Ökologie durch eine Anpassung der anthropogenen Stoff- und Energieströme an die von der Natur vorgegebenen erreicht werden. Umweltbelastungsindikatoren wie „Energieverbrauch“, „Wassernutzung“, „Flächenbedarf“ und „Stoffemissionen“ können als quantifizierbare physikalische Größen genutzt werden, um vorsorgeorientiert das Nutzungspotential des Umweltraumes zu begrenzen.
- Kern der „*Suffizienzstrategie*“ ist das Prinzip der Genügsamkeit (Leitbild „Gut leben statt viel haben“). Dabei wird an Erfahrungen angeknüpft, die besagen, dass der Weg zu einem ausgefüllten Leben nur bedingt über die Ansammlung von materiellen Gütern führt und dass ab einem gewissen Wohlstand die Zeitknappheit zu einer typischen Begleiterscheinung wird:

„Die meisten Güter entfalten erst ihren vollen Wert, wenn sie in Tätigkeit umgesetzt, erlebt, mit Anteilnahme begleitet und ausgekostet werden. Diese innere Befriedigung jedoch verlangt Weile. Und da tut sich das Dilemma auf: zahlreiche Güter können der Zufriedenheit in die Quere kommen. Die Schlussfolgerung liegt auf der Hand: Materielle und immaterielle Befriedigung können nicht gleichzeitig maximiert werden, es gibt eine Grenze der Güterausstattung, jenseits deren die Zufriedenheit nicht mehr mitwächst. Mit anderen Worten: Viel-Haben tritt in Widerspruch zu Gut-Leben.“
(BUND/MISEREOR 1997, S.224)

In Deutschland herrscht allgemein Konsens darüber, dass es ein Unrecht ist, wenn 80% der Ressourcen durch die 20% der in den Industrieländern lebenden Menschen verbraucht werden. Daraus aber Konsequenzen abzuleiten, die von jedem Einzelnen etwas abverlangen, genießt eine weitaus geringere Popularität, weil üblicherweise damit ein dramatischer Wohlstandsverlust verbunden wird.

Dem Bildungswesen kommt in dieser Situation eine herausragende Rolle zu: Es geht um die Neuausrichtung der Bildung hin auf eine nachhaltige Entwicklung!

In der Agenda 21 wird gefordert:

„Sowohl die formale als auch die nichtformale Bildung sind unabdingbare Voraussetzungen für die Herbeiführung eines Bewußtseinswandels bei den Menschen, damit sie in der Lage sind, ihre Anliegen in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung abzuschätzen und anzugehen. Sie sind auch von entscheidender Bedeutung für die Schaffung eines ökologischen und eines ethischen Bewußtseins sowie von Werten und Einstellungen, Fähigkeiten und Verhaltensweisen, die mit einer nachhaltigen

Entwicklung vereinbar sind, sowie für eine wirksame Beteiligung der Öffentlichkeit an der Entscheidungsfindung. Um wirksam zu sein, soll sich eine umwelt- und entwicklungsorientierte Bildung/Erziehung sowohl mit der Dynamik der physikalischen/biologischen und der sozioökonomischen Umwelt als auch mit der menschlichen (eventuell auch einschließlich der geistigen) Entwicklung befassen, in allen Fachdisziplinen eingebunden werden und formale und nonformale Methoden und wirksame Kommunikationsmittel anwenden.“ (BMU Dokumente 1994, S. 260)

2.2. Ökologie und Pädagogik - Entwicklung und Bilanz einer Wechselwirkung

2.2.1. Zur Herausbildung und zu den Komponenten eines Umweltbewusstseins

Der Begriff „Umweltbewusstsein“ gehört zu den meistgebrauchten in der öffentlichen Umweltdiskussion. Viele Menschen bezeichnen sich selbst als umweltbewusst, lassen dies aber in ihrem tagtäglichen Verhalten nicht erkennen.

„Umweltbewusstsein“ wird im täglichen Leben, aber auch in der Politik inflationär, zugleich aber sehr unscharf benutzt.

„... unter Umweltbewusstsein versteht man die Einsicht in die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen durch diese selbst, verbunden mit der Bereitschaft, Abhilfe zu schaffen.“ (MARQUARDT-MAU, MAYER u. MIKELSKIS 1993, S. 427)

Gerade an dieser Bereitschaft, Abhilfe zu schaffen und dafür gegebenenfalls auch persönliche Einbußen hinzunehmen, mangelt es leider nicht selten.

In der Bundesrepublik Deutschland war die Zeit bis Ende der 60er Jahre vom Wirtschaftswunder und vom Fortschrittsglauben geprägt. Der Konsumrausch erzeugte aber auch Schattenseiten wie Müllskandale, Smogglöcke über dem Ruhrgebiet und Fischsterben in den großen Flüssen, die eine gewisse Sensibilität für den Naturschutz weckten.

Im ersten Umweltprogramm der Bundesregierung (1971) wurde die Umweltpolitik als staatliche Daseinsvorsorge benannt. Rechtliche und organisatorische Maßnahmen sollten den Umweltschutz voranbringen. Es wurden Gesetze verabschiedet, die Grenzwerte für die Belastung von Luft, Wasser und Boden festlegten. Der „Rat von Sachverständigen für Umweltfragen“ wurde gegründet.

Zugleich wurde der Umweltschutz zur Aufgabe aller Bürger erklärt und das Vorsorgeprinzip zum dominierenden Konzept. Das Bildungswesen sollte das zur Abwehr von Umweltgefahren notwendige Wissen vermitteln und das Bildungsziel „*umweltbewusstes Verhalten*“ die traditionellen Zielstellungen erweitern.

Im Gutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen von 1978 wurden mit „*Einsicht in die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen durch diesen selbst*“ notwendige Wissenskomponenten benannt und mit „*Bereitschaft zur Abhilfe*“ ein Handlungswille angesprochen.

Vom Bürger wurde also erwartet, dass er sich auch als Verursacher der vom ihm als problematisch eingeschätzten Umweltbelastungen sieht. Damit sollte er auch bereit zum Handeln sein, indem er z.B.

- seine Gewohnheiten als Verbraucher ändert,
- für bestimmte Produkte höhere Preise akzeptiert,
- eigene Umweltschutzaktivitäten entwickelt.

Die Kultusministerkonferenz von 1980 griff diese Sichtweise in ihrem Beschluss zur Umwelterziehung auf.

In den 80er Jahren war das Umweltbewusstsein der Bevölkerung in Westdeutschland zu einem Faktor geworden, mit dem die Politiker rechnen konnten und mussten (Wahlergebnisse der Grünen, Bürgerinitiativen). 1986 - wenige Wochen nach dem GAU von Tschernobyl - wurde das Bundesumweltministerium gegründet.

Umweltbewusstsein basiert bei vielen Menschen nicht auf genauen Kenntnissen von fachwissenschaftlichen Zusammenhängen, sondern ist Ausdruck eines allgemeinen Unbehagens. Hinzu kommt, dass die Auswirkungen von Umwelt- und Gesundheitsbelastungen oft nicht unmittelbar erkannt und bewiesen, sondern nur vermutet werden können.

Für de HAAN als Protagonisten der Ökopädagogik (vgl. 2.2.4.!) ist das Umweltbewusstsein zum großen Teil ein Medienprodukt. Der Umwelterziehung in der Schule ordnet er eine „antimediale“ Position zu.

„Es gibt in der Umwelterziehung, man kann fast sagen, in allen derzeitigen Reformbemühungen im Bildungswesen die Tendenz, von den Büchern, Landkarten und Anschauungsmaterialien wegzukommen und an ihre Stelle unmittelbare Erfahrung, Erlebnisse und das Tun vor Ort zu setzen. Man kann das auch als antimediale Position bezeichnen. In einer Medienwelt erhält die Schule die Funktion, das Andere, das, was die Medien nicht leisten können, aufzubewahren oder aufzunehmen.“ (de HAAN 1991, S. 84)

De HAAN hebt hervor, dass ein unmittelbares Naturerleben nicht automatisch zu einem bestimmten Naturverhältnis führt. Für ihn ist ein Komplex von Einflüssen für das Herausbilden eines Umweltbewusstseins maßgebend: Massenmedien mit ihren hyperrealen Bildern (dominierend), aber auch naturwissenschaftliche Erkenntnisse, Gespräche mit Eltern, Lehrern und Experten.

„Natur so zu sehen, so mit ihr umzugehen ist immer schon ein Resultat eines Umweltbewußtseins, das sich anders vermittelt als durch die direkte sinnliche Wahrnehmung der Natur. Es ist die Kopplung von Wort und Bild in den Medien, die durch Eltern und Erzieher gesteuerte Aufmerksamkeit, es ist die Teilhabe an den Empfindungen der Erwachsenen und anderer Erziehender, die die Natur für die Kinder zur liebens- und schützenswerten macht.“ (de HAAN 1991, S. 99)

In der empirischen Sozialforschung wird das „Umweltbewusstsein“ in die drei Komponenten Umweltwissen, Umwelteinstellungen und Umweltverhalten unterteilt. In Anlehnung an de HAAN und KUCKARTZ soll dann, wenn alle drei Komponenten zusammen gemeint sind, der Begriff „Umweltbewusstsein“ gebraucht werden.

- *„Unter Umweltwissen wird der Kenntnis- und Informationsstand einer Person über Natur, über Trends und Entwicklungen in ökologischen Aufmerksamkeitsfeldern, über Methoden, Denkmuster und Traditionen im Hinblick auf Umweltfragen verstanden.*
- *Unter Umwelteinstellungen werden Ängste, Empörung, Zorn, normative Orientierungen und Werthaltungen sowie Handlungsbereitschaften subsumiert, die allesamt dahin tendieren, die gegenwärtigen Umweltzustände als unhaltbar anzusehen und einerseits eben davon emotional affiziert, andererseits mental engagiert gegen die wahrgenommenen Problemlagen eingenommen zu sein.*
- *Umweltverhalten meint, daß das tatsächliche Verhalten in Alltagssituationen umweltgerecht ausfällt.“* (de HAAN u. KUCKARTZ 1996, S.36)

Die nachhaltige Entwicklung erfordert ein breiteres Umweltwissen, andere Einstellungen und Verhaltensweisen.

Die Einsicht, dass alle politisch-strukturellen Maßnahmen auf Dauer wirkungslos bleiben, wenn sie nicht auf die subjektive Bereitschaft der Menschen zur Umsetzung und Mitgestaltung der formulierten Ziele treffen, ist an die Erwartung geknüpft, über das Bildungswesen in dieser Hinsicht Veränderungen zu bewirken.

2.2.2. Ökologische Krise und die Entwicklung der pädagogischen Diskussion

Die pädagogische Diskussion über ökologische Krisensymptome wurde von außen angestoßen. Auslöser waren dabei einerseits die staatliche Umweltpolitik und andererseits die politische Ökologiebewegung.

In den 70er Jahre stellten erste Beiträge in pädagogischen Zeitschriften den Umweltschutz als eine neue Aufgabe für die Schule dar. Im sich anschließenden Jahrzehnt sorgten in der Öffentlichkeit die großen Umweltschutzdebatten für eine bemerkenswerte Resonanz. Folglich entstand auch eine Flut an Veröffentlichungen aus pädagogischer Sicht.

In einer umfassenden Analyse vieler dieser Beiträge kommt KAHLERT (1990) aus sozialwissenschaftlicher Sicht zum Schluss, dass oft mit vieldeutigen Begriffen weitreichende Aussagen gemacht und komplexe Zusammenhänge ohne theoretische Begründung reduziert werden. Gleichzeitig konstatiert er, dass das Individuum ebenso wie die ganze Gesellschaft mit Veränderungsansprüchen überzogen werden, ohne Bedingungen für eine Veränderung mit anzugeben. Als Markenzeichen vieler dieser Veröffentlichungen zitiert er LUHMANN:

„Die Unbekümmertheit in der Wortwahl und das mangelnde Gespür für folgenreiche Theorieentscheidungen sind eines der auffälligsten Merkmale dieser Literatur - so, als ob die Sorge um die Umwelt die Sorglosigkeit der Rede darüber rechtfertigen könnte.“
(KAHLERT 1990, S.11)

KAHLERT regt an, die notwendige Auseinandersetzung über die Lage der Umwelt und über Wege, um diese Situation zu verbessern, mit mehr Sachlichkeit und vor allem vor dem Hintergrund einer komplexeren Wahrnehmung der Probleme zu führen.

„Aufklärung über den Zustand unserer Umwelt, über die Ursachen der Umweltzerstörung und über Wege zur Umweltverbesserung muß sich damit immer auch um Aufklärung darüber bemühen,

- aufgrund welcher Werthaltungen ein bestehender Umweltzustand als änderungsbedürftig angesehen wird, wer diese Werthaltungen teilt, wer nicht und warum nicht und wieso sich bestimmte Haltungen in der Gesellschaft stärker durchsetzen als andere;*
- welche Vorstellungen von Gesellschaft den verschiedenen Benennungen von Ursachen der Umweltkrise zugrunde liegen und wie die Gesellschaft beschaffen wäre, wenn man diese Ursachen beseitigen würde;*
- welche Nebenfolgen favorisierte Wege aus der Umweltkrise haben können, welche anderen Wege denkbar sind und warum es unterschiedliche Auffassungen über „richtige“ Wege aus der Umweltkrise gibt.“* (KAHLERT 1990, S. 18)

Bestimmend für die Diskussion in den 90er Jahren wurde KLAFKI mit seinen Vorschlägen für eine zeitgemäße Allgemeinbildung und eine kritisch-konstruktive Didaktik. Seine Grundposition besteht darin, dass seitens der Gesellschaft der Bildungstheorie und der Bildungspraxis die Möglichkeit und die Aufgabe zugesprochen werden, auf gesellschaftliche

Verhältnisse und Aufgaben nicht nur zu reagieren, sondern sie auch zu beurteilen und mitzugestalten.

„Pädagogik tut oder täte dabei nicht mehr, aber auch nicht weniger, als daß sie das programmatische Selbstverständnis vieler moderner Gesellschaften, so auch der Bundesrepublik Deutschland, beim Worte nimmt. Dies zu betonen, heißt nicht, die Einflußmöglichkeiten der Erziehung zu überschätzen. Es bedeutet jedoch einesteils, einen begründbaren Anspruch und eine Perspektive zu formulieren, für die wir bildungspolitisch offensiv eintreten müßten und können, und es schließt andernteils einen Selbstauftrag ein, der im eigenen Wirkungsfeld der Pädagogik in Theorie und Praxis immer wieder neu 'kleingearbeitet' werden muß.“ (KLAFKI 1996, S.51)

Für KLAFKI kann ein neues Bildungskonzept nicht primär durch den Bezug zur modernen Industriegesellschaft begründet werden. Der umfassendere Begründungs- und Orientierungszusammenhang liegt in der Dialektik zwischen den personalen Grundrechten (UNO-Menschenrechtsdeklaration, Grundgesetz der Bundesrepublik) und der Leitvorstellung einer demokratisch gestalteten Gesellschaft.

Der Begriff „Allgemeinbildung“ hat bei KLAFKI drei Bedeutungsmomente:

1. Bei Anerkennung von Bildung als allgemeines Bürgerrecht und als eine Bedingung der Selbstbestimmung muss sie eine *Bildung für alle* sein. - Damit wird die Festschreibung gesellschaftlich bedingter Ungleichheit hinsichtlich möglicher Bildungschancen abgelehnt.
2. Allgemeinbildung muss als *Bildung in allen Grunddimensionen menschlicher Interessen und Fähigkeiten* verstanden werden. - Folglich umfasst die Bildung das Entwickeln kognitiver Fähigkeiten, das handwerklich-technische und hauswirtschaftliche Tun, den „lustvollen und verantwortlichen Umgang mit dem eigenen Leib“, die Ausbildung zwischenmenschlicher Beziehungsmöglichkeiten, die Entwicklung der ästhetischen Wahrnehmungs-, Gestaltungs- und Urteilsfähigkeit und das Herausbilden der ethischen und politischen Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit.
3. Als *Bildung im Medium des Allgemeinen* muss Allgemeinbildung einen verbindlichen Kern des Gemeinsamen haben. - Darunter soll eine Konzentration auf „epochaltypische Schlüsselprobleme unserer Gegenwart und der vermutlichen Zukunft“ verstanden werden.

An der Spitze dieser Schlüsselprobleme steht bei KLAFKI die Friedensfrage. Bereits an der zweiten Position taucht die Umweltproblematik auf. Wesentlich ist dabei für ihn, die Frage nach Zerstörung oder Erhaltung der natürlichen Grundlagen der menschlichen Existenz und damit nach der Verantwortbarkeit und Kontrollierbarkeit der wissenschaftlich-technologischen Entwicklung im globalen Maßstab zu durchdenken.

„Auch die Gesellschaften der Zukunft, zunächst: die sogenannten entwickelten Gesellschaften der 1.Welt werden hochtechnisierte und hochindustrialisierte Gesellschaften sein; Räume von der Rückkehr zu vortechnischen oder vorindustriellen Zuständen, die nur in unhistorischer Betrachtung als generell humanere glorifiziert werden könnten, sind Illusionen...“

Denn es ist eine inzwischen unabweisbare Einsicht, daß die Weiterentwicklung der industriellen Gesellschaft, die eine Risikogesellschaft geworden ist und es in gewissem Sinne bleiben wird, mit Sicherheit nicht auf der Bahn jener linear verkürzten Fortschrittslogik erfolgen kann, die in Wahrheit eine ökonomisch-technologisch bestimmte Wachstumslogik ist und die seit langem fast unangefochten den Leitfaden bildet, eine unreflektierte Logik, die weithin noch heute das Bewußtsein vieler Zeitgenossen, die technologische Entwicklung, die Organisation der industriellen Produktion, unsere durch sie tief beeinflussten Konsumgewohnheiten und nicht zuletzt die Wirtschaftspolitik, die Wissenschafts- und Technologiepolitik sowie die Verkehrspolitik bestimmt, aber auch Bildungs- und Gesundheitspolitik beeinflusst, und

zwar über die Unterschiede der politisch-gesellschaftlichen Systeme hinweg.“ (KLAFKI 1996, S.58)

KLAFKI benennt drei Schwerpunkte und regt an, sie von den frühesten Bildungsstufen an in Form von handlungsorientierten Projekten zu behandeln:

- Entwickeln eines Problembewusstseins für die Umweltproblematik
(Es sollen die beiden bislang bekannten Hauptfolgen der industriell-technischen Entwicklung deutlich werden: Tendenzielle Erschöpfung der natürlichen Ressourcen und Umweltzerstörung durch eine unkontrollierte technologisch-ökonomische Entwicklung!)
- Entwickeln der Einsicht, dass ressourcensparende Techniken zu entwickeln und umweltverträgliche Produkte zu produzieren sind
(Dazu wird auch das Herausbilden eines veränderten Verbraucherverhaltens gerechnet!)
- Entwicklung der Einsicht in die Notwendigkeit einer ständigen demokratischen Kontrolle der wissenschaftlichen und ökonomisch-technologischen Entwicklung

Für KLAFKI ist es notwendig, dass auf den verschiedenen Stufen des Bildungswesens jeder junge Mensch und jeder Erwachsene mindestens in einige der Schlüsselprobleme im Sinne eines exemplarischen, verstehenden bzw. entdeckenden Lernens eingedrungen sein sollte. Wichtig ist für ihn dabei, dass im Sinne der Entwicklung der Selbstbestimmungsfähigkeit ein differenziertes Problembewusstsein gewonnen werden soll und nicht die Festlegung auf eine mögliche Sichtweise erfolgt.

KLAFKI hat in „Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik“ auch die unterschiedlichen Handlungskonzepte, die in den 80er Jahren zur Lösung der ökologischen Krise entwickelt wurden, wertend analysiert.

Anfang jenes Jahrzehnts hatten sich bipolare Positionen herausgebildet. Die Vertreter der jeweiligen Richtungen plädierten für eine Bewältigung der Krisensituation durch

- eine ökologische Modernisierung
- einen Bruch mit dem industriellen System.

Für die Anhänger der ersten Richtung waren die erkannten globalen Gefährdungen Folgeprobleme von Modernisierungen und damit nur durch industriegesellschaftliche Mittel (Modernisierung durch Anwendung neuester Kenntnisse aus Wissenschaft und Technik sowie flankierender Bewusstseinsänderungen in der Bevölkerung) zu bewältigen.

Für die anderen war die ökologische Krise der Ausdruck eines prinzipiell zu kritisierenden Paradigmas in Wissenschaft, Technik, Ökonomie, Politik und Kultur. Die Begrenzung der bislang von der Industriegesellschaft hervorgebrachten Destruktivkräfte sollte nur durch einen radikalen Bruch mit diesem System erzielt werden können.

Die auch in der Bundesrepublik Deutschland nicht zu übersehenden ökologischen Krisensymptome sollten u.a. durch eine „Pädagogisierung der Ökologie“ bewältigt werden, die aus den verschiedenen umweltpädagogischen Ansätzen heraus entwickelt worden war:

- Als „*Umwelterziehung*“ wurde die von der Administration unterstützte Reaktion auf die ökologische Krise bezeichnet. Sie orientierte auf das Herausbilden von Umweltbewusstsein und ökologischer Handlungskompetenz im Schulunterricht.
- „*Ökologisches Lernen*“ subsumierte das Lehren und Lernen in alternativen Formen. Vorbild waren dabei die Lernprozesse in den neuen sozialen Bewegungen (u.a. in der Ökologie- und Friedensbewegung).
- Unter dem Begriff „*Ökopädagogik*“ wurden Erziehungsauffassungen zusammengefasst, die aus radikalen Gesellschaftsmodellen und Mensch-Natur-Beziehungen abgeleitet sind.

2.2.3. Zur Entwicklung der Umwelterziehung

Die nicht mehr zu übersehenden globalen Umweltprobleme waren Anlass für die Vereinten Nationen, im Jahre 1972 durch ihre für den Erziehungsbereich zuständige Sonderorganisation UNESCO eine Konferenz über die „Umwelt des Menschen“ nach Stockholm einzuberufen. Dort wurde ein internationales Programm für eine interdisziplinäre Umwelterziehung (UNEP / “United Nations Environment Programme“) initiiert. Nach einer Anzahl von staatlichen und regionalen Konferenzen der UNESCO fand 1977 in Tbilissi eine zwischenstaatliche Konferenz über Umwelterziehung statt, auf der das Umwelterziehungsprogramm in Gestalt von 41 Empfehlungen verabschiedet wurden.

Der Umwelterziehung wurde auf der Konferenz eine entscheidende Rolle bei der Erneuerung des Erziehungswesens zuerkannt.

„Eine richtig verstandene Umwelterziehung sollte einen umfassenden, lebenslangen Prozeß darstellen...

Umwelterziehung muß sich auf die Gemeinschaft richten. Sie sollte den einzelnen aktiv in die Lösung spezifischer Probleme einbeziehen und dabei Initiative, Verantwortungsbewußtsein und Verpflichtung zur Schaffung einer besseren Zukunft fördern. Als Folge ihres ureigenen Wesens kann Umwelterziehung einen kraftvollen Beitrag zur Erneuerung des Erziehungswesens leisten.“ (UNESCO-Weltkonferenz 1977, S. 71)

Die Entwicklungsländer, vor allem die afrikanischen Staaten, reklamierten für sich andere Schwerpunkte: Der Aufbau eines Bildungswesens habe in den Ländern der Dritten Welt Priorität, die Erneuerung hingegen in den Industrieländern. Folglich nahmen an der Konferenz nur die Vertreter von 66 Staaten und von 30 internationalen Organisationen teil.

In der „Empfehlung 1“ sind die programmatische Bedeutung und die grundlegenden Ziele der Umwelterziehung festgehalten.

„2. Umwelterziehung ist das Ergebnis einer Neuorientierung und Verbindung verschiedener wissenschaftlicher Fachrichtungen und pädagogischer Bereiche, durch die ein integrierter Zugang zu den Problemen der Umwelt erleichtert und die Anwendung einer auf die sozialen Bedürfnisse abgestimmten Handlungsweise ermöglicht werden.

3. Ein grundlegendes Ziel der Umwelterziehung ist es, den einzelnen und die gesellschaftlichen Gruppen das komplexe Wesen der natürlichen und der künstlichen Umwelt, das sich aus dem Zusammenwirken ihrer biologischen, physischen, sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Aspekte ergibt, verstehen zu lehren...

4. Ein weiteres Ziel der Umwelterziehung ist es, die wirtschaftliche, politische und ökologische Interdependenz der modernen Welt deutlich aufzuzeigen...“ (UNESCO-Weltkonferenz 1977, S.73)

Auf der Konferenz wurde festgestellt, dass den Schulen eine zentrale Aufgabe bei der Umwelterziehung zukommt. An die Hochschulen war die Empfehlung gerichtet, das Angebot umweltbezogener Studienmöglichkeiten zu erweitern.

In Tbilissi wurden die Teilnehmerstaaten verpflichtet, die allgemeinen Aufgaben länderspezifisch zu konkretisieren und regionale Nachfolgekongresse abzuhalten.

Bereits 1978 fand in München eine Arbeitstagung über die Aufgaben bei der Umwelterziehung in der BRD statt. Die Organisatoren dieser Veranstaltung waren die Deutsche UNESCO-Kommission, der Bundesminister des Innern, das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und das Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel. Als Ergebnis dieser Tagung wurden „Empfehlungen zur Umwelterziehung - München 1978“ veröffentlicht. Dem IPN in

Kiel wurde die Verantwortung für die Entwicklung der Umwelterziehung an den Schulen übertragen.

Die KMK fasste im Oktober 1980 einen Beschluss zu „Umwelt und Unterricht“. Damit war die Umwelterziehung formal in den Schulen der BRD implementiert.

„Die Schule soll durch Vermittlung von Einsichten in die komplexen Zusammenhänge unserer Umwelt die Probleme aufzeigen, die aus ihrer Veränderung entstehen. Der Mensch ist sowohl Verursacher als auch Betroffener von Umweltveränderungen. Da die von ihm verursachten Belastungen auf ihn zurückwirken, ist er auch verantwortlich für die Folgen der Eingriffe in das System der Umweltbedingungen. Er darf seine Eingriffe nicht allein am kurzfristigen Vorteil für den heute lebenden Menschen orientieren...“
(KMK 1981, S.1)

In der Kultusministerkonferenz bestand Konsens darin, dass die Umwelterziehung nur durch einen ganzheitlichen Ansatz auf breiter interdisziplinärer Grundlage und frühzeitiger Koordinierung der einzelnen Unterrichtsfächer möglich ist. Als Zielstellungen wurden benannt:

- Erreichen einer allgemeinen Sensibilisierung für den Umweltkomplex
- Schaffen eines „Grundverständnisses“ für die wichtigsten ökologischen Probleme der modernen Welt sowie für die umfassendere gegenseitige Abhängigkeit
- Entwicklung von auf ökologische Verantwortung ausgerichtete ethische, ästhetische und ökonomische Wertvorstellungen
- Vermittlung von wissenschaftlichen und technischen Fertigkeiten (bei Beachtung unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade), die es ermöglichen sollen, sich bei der Lösung von Umweltproblemen vernünftig zu verhalten

1982 wurde die Umwelterziehung als Unterrichtsprinzip in die Rahmenrichtlinien und Lehrpläne aufgenommen.

Im Jahre 1987 fand in Moskau der Internationale Kongress der UNESCO und des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) über Umwelterziehung statt. Dabei wurde 10 Jahre nach Tbilissi Bilanz gezogen und ein Internationaler Aktionsplan für Umwelterziehung in den neunziger Jahren beschlossen.

Für die Bundesrepublik resümierte die 1978 geschaffene UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung im Umweltbundesamt, dass die Umwelterziehung im Bildungssystem politisch verankert und zum fächerübergreifenden Unterrichtsprinzip erhoben wurde:

„Heute, zehn Jahre nach Tiflis, können wir mit Genugtuung feststellen, daß Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland zum selbstverständlichen Anliegen geworden ist, wenn natürlich auch Anspruch und Wirklichkeit zuweilen noch etwas auseinander klaffen. Der Weg dahin war allerdings nicht immer leicht, galt es doch, zahlreiche subjektive und objektive Barrieren zu überwinden...“

Dieser Legitimations- und Verankerungsprozeß ist heute weitgehend abgeschlossen. Generell gilt, daß Umwelterziehung inzwischen praktisch in jeden Bildungsbereich Eingang gefunden hat...“

Für die Entwicklung ökologischen Problembewußtseins kommt den allgemeinbildenden Schulen eine Schlüsselrolle zu, weil hier die Chance besteht, bereits im frühen Lebensalter die Grundlagen für umweltbewußte Einstellungen, Werthaltungen und Verhaltensweisen zu legen. Aus diesem Grund wird in der Bundesrepublik Deutschland der Umwelterziehung an den Schulen eine besondere Bedeutung beigemessen. Bereits seit längerem sind Themen des Umweltschutzes sowohl in den Lehrplänen als auch in der Lehreraus- und -fortbildung fest verankert.“ (UNESCO-Verbindungsstelle 1988, S.49)

Die Teilnehmer der Moskauer Konferenz waren sich darin einig, dass die Empfehlungen von Tiflis nach wie vor gültige Rahmenbedingungen für die Umwelterziehung auf allen Ebenen innerhalb und außerhalb der Schule vorgeben. Insbesondere sollte die Umwelterziehung

- ein ständiger Lernprozess sein, bei dem Einzelne und die Gemeinschaft zunehmend ein Bewusstsein von ihrer Umwelt erlangen, Wissen, Werthaltungen, Fähigkeiten und Erfahrungen erwerben und schließlich zu einer Willensbildung gelangen,
- zielgruppentypische Methoden für die Wissensvermittlung entwickeln, mit denen die verschiedenen Faktoren, die die Umwelt gestalten, in ihrer Wechselwirkung erfassbar und verständlich werden.

Unterstrichen wurde im Abschnitt „Grundsätze und wesentliche Merkmale von Umwelterziehung“ die Bedeutung der Herausbildung von Verhaltensmustern, die auf den Schutz und die Verbesserung der Umwelt gerichtet sind:

„Verhaltensmuster können sich erst dann wirklich ändern, wenn die einzelnen Mitglieder einer Gesellschaft bewußt und aus eigenem Antrieb deutlich positive Werthaltungen gegenüber der Umwelt in ihr Verhaltensrepertoire aufgenommen haben. Die Werthaltungen, um die es hier geht, sollten eine vertiefte Selbstdisziplin widerspiegeln. In dieser Zielrichtung ist Umwelterziehung darauf angelegt, die ethischen, ästhetischen und wirtschaftlichen Anliegen und Wertvorstellungen des einzelnen und der Gemeinschaft, die Einfluß auf die Wahrnehmung von Umwelt haben, abzuklären und miteinander in Einklang zu bringen.“ (UNESCO-Verbindungsstelle 1988, S.15)

Aus dem Schlussbericht der Konferenz von Tbilissi wurden schließlich für die einzelnen Teilbereiche „Leitlinien für den Aktionsplan“ entwickelt. Für den Bereich „Forschung und Modellversuche“ wurde auf eine Verstärkung der Forschungskapazitäten orientiert:

„Die institutionellen und pädagogischen Veränderungen, die für die Einbeziehung von Umwelterziehung in das nationale Bildungswesen erforderlich sind, sollten sich nicht nur auf Erfahrungen stützen, sondern auch Forschung und Evaluierung im Sinne einer verbesserten bildungspolitischen Planung zur Grundlage haben. Die Verstärkung der Kapazitäten für Forschung und Modellversuche anhand der Schwerpunkte, der Inhalte, Methoden und Instrumente, die für die Umwelterziehung benötigt werden, sollte hohe Priorität genießen.“ (UNESCO-Verbindungsstelle 1988, S. 18)

Bilanziert wurde, dass es die Forschung in dem seit Tbilissi vergangenen Jahrzehnt ermöglicht hatte, neue Bildungsinhalte aufzunehmen. Dabei seien fachübergreifende Themen konzipiert und handlungsorientierte Lehrmethoden genutzt worden. Dennoch wird eingeschätzt, dass die Entwicklung von Umwelterziehung noch lange nicht abgeschlossen ist und ein Bedarf an entsprechenden Forschungsprogrammen besteht:

„Alle Forschungsmaßnahmen und Modellversuche, die sich mit Lehr- und Lernmethoden für die Entwicklung von Curricula befassen, in denen es vor allem um die Bewältigung praktischer Umweltprobleme und die Förderung sozialer Verantwortlichkeit bei den am Bildungsprozeß Beteiligten geht, sollten weiterverfolgt und verstärkt gefördert werden.“ (UNESCO-Verbindungsstelle 1988, S.19)

2.2.4. Ökologisches Lernen und Ökopädagogik

Die Diskussionen über Ursachen und über mögliche Lösungskonzepte für die sich in den 70er und 80er Jahren weiter zuspitzende Umweltkrise waren durch ein breites Meinungsspektrum charakterisiert. Folglich gingen die in jener Zeit entwickelten erziehungswissenschaftlichen Theorien von unterschiedlichen pädagogischen Grundpositionen und divergierenden Auffassungen im Verhältnis Mensch-Umwelt aus.

Das ökologische Lernen entstand als Alternative zum etablierten Bildungssystem im Kontext der neuen sozialen Bewegungen (z.B. Anti-AKW-Bewegung, Ökologiebewegung, Frauenbewegung). Gemeinsam waren diesen Bewegungen Prinzipien wie Basisdemokratie, Dezentralität, Pazifismus, Vielfalt, Vernetzung und ökologische Orientierung.

So wie sich die basisdemokratische, ökologisch-orientierte Gemeinschaft als Alternative zum herrschenden technokratischen System sah, verstanden die Protagonisten des ökologischen Lernens ihr Konzept als Alternative zum etablierten Bildungssystem (DAUBER, BEER, ILLICH). Ökologisches Lernen ist im Selbstverständnis selbstbestimmtes Lernen in Initiativ- und Projektgruppen. Nicht die herrschende Gesellschaft sollte bestimmen, was zu lernen sei, sondern die konkrete Situation in der alternativen Gesellschaft.

Das Lernen in selbstorganisierten Gruppen sollte lebensfähige, subsistenzorientierte und selbstgestaltbare kleine Lebensräume entwickeln. Folglich war der Organisations- und Institutionalisierungsgrad relativ gering. Damit wurde auch die öffentliche Schule als Ort für ökologisches Lernen abgelehnt.

Die Ökopädagogik wendete sich in der Tradition des ökologischen Lernens gegen eine ökonomisch-technische Naturausbeutung. Sie ging jedoch in ihren Zielsetzungen darüber hinaus (de HAAN, BEER).

„Ökopädagogik heißt dann, den Lernenden ihre eigene Zukunftshoffnungen zur Prüfung aufzugeben. Ökopädagogik heißt dann auch, diese Entwürfe der Lernenden dort zu kritisieren, wo in ihnen die Naturbeherrschung nur fortgesetzt wird. Ökopädagogik schließt damit ein, den Lernenden die Möglichkeit einer Wissenschafts- und Technikkritik ebenso zu bieten wie eine Aufklärung über die Geschichtlichkeit von Natur und Gesellschaft, Aufklärung über die Aufklärung zu betreiben. Ökopädagogik heißt letztlich, die Lernenden zu unterstützen bei der Suche nach dem Neuen, das dem Untergang entkommt.“ (BEER u. de HAAN 1984, S.91)

Die Vertreter der Ökopädagogik sahen die Ursachen der Umweltkrise in den herrschenden Gesellschaftsstrukturen und in den grundsätzlichen Denk- und Handlungsstrukturen der Menschen, die zu einer Entfremdung von der Natur geführt haben. Alternativen kann es für sie nicht in der Industriegesellschaft, sondern nur zu ihr geben:

Nach de HAAN versteht sich die Ökopädagogik nicht als ein Lernkonzept, sondern als eine Suchbewegung. Folglich will die Ökopädagogik keine curricular gefassten Konzepte anbieten.

Unter „selbstbestimmtem Lernen“ wird gleichsam ein „wildwuchernder“ Prozess verstanden, zu dem sich Gruppierungen zusammenfinden. Dem Einzelnen ist es freigestellt, ob er die angebotenen Wissens- und Verhaltensangebote adaptiert oder nutzt.

Die Schule als ein Teil der Industriegesellschaft war für die Ökopädagogen nicht der Ort, wo zur ökologischen Verantwortlichkeit erzogen werden kann.

Der Einfluss der Ökopädagogik blieb aus mehreren Gründen relativ gering. MERTENS setzte sich 1989 ausführlich mit der Ökopädagogik (im Sinne von BEER und de HAAN) und ihrer Kritik an der Umwelterziehung auseinander. Er erkannte die positiven Anregungen an, benannte aber zugleich Ursachen für die begrenzte Wirksamkeit:

„... ist es gerade die Überzogenheit der Imperative, die diese alternativ-pädagogische Richtung um ihre Glaubwürdigkeit bringt; dazu die Aggressivität der Sprache, die Bipolarität des Denkens, die Aufteilung der pädagogischen Wirklichkeit in Weiß und Schwarz. Bei aller möglichen Engführung des Industriesystems und des ihm zugepaßten formellen Bildungswesens ist doch die Grundalternierung natürliches Leben versus technisch-ökonomische Natúrausbeutung bzw. natürliches Lernen kontra entfremdetes formelles Lernen von geringem Erkenntniswert. Sie entstammt nicht dezidiertem Phänomenbeschreibung, sondern ideologisch verkürzter Schematisierung. Damit bringt sich aber die 'Ökopädagogik' selbst um den positiven Ertrag ihrer Überlegungen, die im Resultat zweifellos gewichtige Einsichten hinsichtlich einer Pädagogik der 'ökologischen Orientierung' herausstellen: so die Unzulänglichkeit rein instrumenteller, auf Informationsverarbeitung und Fertigkeiten abgestellter Lernhilfen, wie auch die Ergänzungsbedürftigkeit des eher funktional-pragmatischen Denkansatzes der Umwelterziehung überhaupt; ferner die zentrale Bedeutung eines Einstellungs- und Bewußtseinswandels gegenüber Natur und der mit ihr verbundenen sozialen Umwelt ...“ (MERTENS 1997, S.179)

MERTENS kann der radikalen Kritik der Ökopädagogik an der Umwelterziehung nicht folgen. Für ihn haben die Bemühungen der Umwelterziehung in den 70er und 80er Jahren den ökologisch orientierten Reflexionsprozess erst in Gang gesetzt. Als Stärke der Umwelterziehung sieht er auch an, dass deren Entwürfe unter den Rahmenbedingungen der Industriegesellschaft und für die bewährte Institution „Schule“ konzipiert worden sind. Er findet die begriffliche Trennung von „Umwelterziehung“ und „Ökopädagogik“ als künstlich und verwirrend.

Die Vertreter der Ökopädagogik spürten bald, dass sie sich in ihrer Radikalität selbst in eine Isolation bewegt hatten und öffneten sich allmählich dem konstruktiven Dialog:

In „Aspekte der Ökopädagogik“ fordert de HAAN ein „*Nachdenken über die historische Gewordenheit des eigenen Umgangs mit der Natur*“ (de HAAN 1991, S. 94). Mit diesem historisch-komparativen Lernen sollte das gegenwärtige naturwissenschaftlich-technische Verständnis zur Natur überwunden werden. Von de HAAN wird akzeptiert, dass für eine Analyse der Naturzerstörung die herrschende Wissenschaft und Technik vermittelt werden muss und dass ein unmittelbares Naturerlebnis nicht automatisch zu einem bestimmten Naturverhältnis führt.

Zwei Jahre später (Tagung „Praxis der Umweltbildung“ in Bielefeld 1993) schockte de HAAN die Anhänger der Ökopädagogik mit seiner These, dass „*die zentralen Aussagen zur Notwendigkeit und zu den Aufgaben der Umweltbildung im wesentlichen Fabeln*“ seien (de HAAN 1994, S.38).

Auch wenn de HAAN strategische Gründe für den Begriffswechsel von „Ökopädagogik“ zu „Umweltbildung“ angibt, so hatte jedoch die geringe Akzeptanz in der Schulwirklichkeit Spuren hinterlassen.

„Seit etlichen Jahren wird das Wort 'Ökopädagogik' einerseits dazu genutzt, je nach Geschmack, Demonstranz von lauterer Haltung und Selbstetikettierung eine Stellung zu markieren. Andererseits gibt das Wort 'Ökopädagogik' dauernd ein Stichwort ab, unter dem man bei gewöhnlicher Lesefaulheit immer noch eine Halde findet, auf der man alle sonst schwer belegbaren Vorbehalte sowie Vorurteile bequem abladen kann. Insofern ist der Begriff 'Ökopädagogik' als Terminus durch die Ignoranz gegenüber seinen Inhalten derzeit desavouiert. Desavouiert ist aber eben nur der Terminus, nicht der Inhalt selbst.“ (de HAAN 1994, S.37)

Generell war in den 90er Jahren ein Auflösen der einst relativ starr voneinander abgegrenzten umweltpädagogischen Konzeptionen nicht zu übersehen.

Die Ursachen lagen hauptsächlich in den Ergebnissen von empirischen Untersuchungen zur Praxis der Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen sowie aus dem Bereich der Umweltpsychologie. Ernüchternd waren insbesondere die geringen Zusammenhänge zwischen Umweltwissen und Umwelteinstellungen sowie praktischem Umwelthandeln! Aber auch der Versuch verschiedener Erziehungswissenschaftler (u.a. KLAFKI, MERTENS), Bezüge zwischen Umweltfragen und Allgemeinbildung herzustellen, trug zum Auflösen der Abgrenzungen bei.

2.3. Umweltbildung/Umwelterziehung und Lehrerbildung

2.3.1. Zur Bedeutung der Lehrkräfte für die Umweltbildung/Umwelterziehung

Auf der UNESCO-Weltkonferenz über Umwelterziehung in Tbilissi wurde eingeschätzt, dass der Lehrerausbildung eine Schlüsselstellung bei der Entwicklung von Umwelterziehung zukommt:

„Die Ausbildung qualifizierter Fachkräfte ist ... eine vorrangige Forderung. Dies gilt sowohl für die Erstausbildung als auch für die Fortbildung und dient auch dem Ziel, Lehrer an Einrichtungen des allgemeinbildenden Schulwesens und Träger von außerschulischen Aktivitäten für junge Menschen und Erwachsene mit umweltbezogenen Themen sowie pädagogischen und methodologischen Leitlinien vertraut zu machen.“ (UNESCO-Weltkonferenz 1977, S.20)

Lehrern mit einer qualifizierten Ausbildung in den Inhalten, Methoden und Prozessen der Umwelterziehung wird eine entscheidende Funktion bei der Realisierung von Umwelterziehungsprogrammen zuerkannt.

Für den Zeitraum von 1977 bis 1987 konnten auf dem Folgekongress in Moskau Fortschritte bei der Ausbildung von Fachkräften konstatiert werden (UNESCO/UNEP-Kongress 1987). Dennoch wurde ein Mangel an qualifizierten Lehrern für Umwelterziehung auf allen Bildungsstufen, speziell aber im mittleren Schulbereich, in der allgemeinen Hochschulbildung und im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit, sichtbar.

Für eine umweltbezogene Lehrerausbildung wurden verschiedene Strategien gesehen:

Es wurde eingeschätzt, dass in der Lehrererstausbildung die zukünftigen Pädagogen sehr direkt an aktuelle Wissensinhalte herangeführt werden können. Bedingt aber durch pädagogische und institutionelle Hindernisse gab es in den meisten Ländern in dieser Richtung nur begrenzte Versuche zur Vermittlung eines Grundwissens in den „traditionellen“ Umweltfächern Biologie und Chemie:

„Inzwischen zeichnen sich einige Strategien in Richtung auf eine umweltbezogene Lehrerbildung ab, deren meßbarer Wert stark variiert...“

Lehrerbildungspläne sollten praxisorientiert, d. h., von den Ausbildungseinrichtungen auch konkret umsetzbar sein. In der Umwelterziehung sollte ein ganzheitliches Kulturverständnis als Basiskonzept zum Tragen kommen...“

Bei der Erstausbildung von Lehrern sollten praktische Aufgabenstellungen und Arbeiten vorgesehen werden, die sich aus der Zusammenarbeit mit anderen Experten für die Konzeption und Umsetzung von Umwelterziehungsprogrammen ergeben.“ (UNESCO/UNEP-Kongress, S.23)

Es wurde festgestellt, dass in allen Regionen die berufsbegleitende Lehrerfortbildung zu Umweltfragen in Form von Seminaren, Unterrichtsveranstaltungen und praxisbezogenen Kursen eingeführt worden ist. Derartige Fortbildungsveranstaltungen werden als Auftakt, in

vielen Fällen als einzige Möglichkeit gesehen, Lehrern, die bereits im Beruf stehen, die erforderlichen Kenntnisse über Umwelterziehung zu vermitteln:

*„Nur die ständige Fortbildung von Fachkräften auf allen Ebenen und Stufen des Bildungswesens vermag den unmittelbaren Bedarf für die Weiterentwicklung der Umwelterziehung im ganzen zu decken. Daher hat die berufsbegleitende Fortbildung hohe Bedeutung. Es ist folglich notwendig, Fortbildungsmaßnahmen zu intensivieren und neue Formen der berufsbegleitenden Fortbildung zu suchen, zu testen und auszuwerten mit dem Ziel, den Nutzen der Fortbildungsmaßnahmen zu steigern...
Schwerpunktcurricula, Rahmenrichtlinien, Handbücher und Hintergrundmaterialien für Lehrer, Schulleiter, Schulaufsichtsbehörden und andere Fachkräfte im Bildungswesen sind zu erstellen und ständig zu überarbeiten.“ (UNESCO/UNEP-Kongress, S.24)*

In der BRD wurden auf einer Konferenz zur Umwelterziehung (München 1978) Empfehlungen zur Lehrerausbildung und -fortbildung formuliert. - Aus heutiger Sicht bemerkenswert sind die Intentionen, dass

- die Ausbildung in Umwelterziehung interdisziplinär erfolgen sollte,
- Lehrerstudenten die Fähigkeit erwerben sollen, zusammen mit den Schülerinnen und Schülern Umweltthemen zu finden und offene Lernsituationen zu organisieren,
- Lehrerstudenten in der Lage sein sollen, mit anderen Kollegen und mit Institutionen zu kooperieren.

Das Erreichen dieser Zielstellungen sollte durch geeignete Organisationsformen im Studium angestrebt werden. Als Beispiele wurden benannt:

- fächerübergreifende Praktika, Seminare und Übungen
- Bearbeitung von Projekten unter Beteiligung komplementärer Fächer bzw. Fächer mit alternativen Methoden
- praktische Untersuchungen vor Ort

2.3.2. Die Rolle der Hochschulen bei der Ausbildung von Lehrkräften

BOLSCHO analysierte 1986 in einer Literaturstudie den Stand der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung in den angloamerikanischen Ländern und in der BRD.

Insgesamt zeichnete er dabei ein sehr defizitäres Bild:

„Ein zentraler Mangel scheint die Vermittlung eines angemessenen Verhältnisses zwischen Inhalt und Methoden der Umwelterziehung zu sein...

Nicht daß ein zu wenig an Wissensvermittlung zu kritisieren wäre, es ist die disziplin- und fachorientierte Ausrichtung der meisten Kurse und Seminare in der Lehrerausbildung, die Probleme für eine interdisziplinäre Umwelterziehung mit sich bringt...

Die Integration der einzelnen Inhaltsaspekte wird dem einzelnen Schüler überlassen, der dafür oft einen zu schmalen Hintergrund und noch zu gering ausgebildete Fähigkeiten aufweist, um das erworbene Wissen in eine umfassende ökologische Theorie einzufügen und es mit anderen Lernbereichen der Schule in Verbindung zu bringen.“ (BOLSCHO 1986, S. 74)

Es musste bilanziert werden, dass ein ausgearbeitetes Konzept für die Lehrerausbildung im Bereich der Umwelterziehung nicht existierte. Als Hauptproblem wurde das Vernachlässigen methodischer Aspekte gesehen, das aus der Dominanz der Inhalte über die Methoden resultierte.

Interdisziplinäre Umweltkurse waren in der Ausbildung künftiger Lehrer die Ausnahme. BOLSCO konnte für die BRD nur einen derartigen Studiengang für Umwelterziehung nachweisen (Gesamthochschule Essen).

LIPPKE (1989) untersuchte stichprobenartig die Vorlesungsverzeichnisse von 13 westdeutschen Universitäten bzw. Hochschulen. Er stellte fest, dass Angebote zu umweltrelevanten Themen in verschiedenen Disziplinen existierten. Dabei gingen aber nur drei von einem interdisziplinären Ansatz aus und zielten auch auf die Erarbeitung von Lehrmaterialien. Einige der Hochschulen boten zusammenhängende Kursreihen an (z.B.: Universität Frankfurt/M.: „Umweltschutz und Dritte Welt“, „Umweltschutz und Recht“). An keiner der untersuchten Einrichtungen existierte jedoch ein speziell für Lehramtskandidaten konzipierter Studiengang zur Thematik „Umwelterziehung/Umweltschutz“.

Im Rahmen der Tagung „Praxis der Umweltbildung. Neue Ansätze für die Sekundarstufe II“ (Bielefeld 1993) beschäftigte sich eine Arbeitsgruppe mit Fragen der Lehrerausbildung und der Lehrerfortbildung:

Für BECKER (1993) stellt sich schulische Umweltbildung als ein privates Problem von wenigen, unverdrossen engagierten Lehrer(innen) dar, *„die unter widrigen institutionellen Bedingungen versuchen, etwas zu bewirken und auch noch für ihre Qualifikation sorgen“*. Er forderte eine reformierte Lehreraus- und -fortbildung als Voraussetzung für eine wirksame Umweltbildung. Als die Situation in der Lehrerausbildung an westdeutschen Hochschulen charakterisierend benannte er:

- *„Primat der Fachausbildung, die sich als Konsequenz einer verkürzt verstandenen Verwissenschaftlichung im Kontext einer akademisierten Ausbildung in allen Lehrämtern eher am traditionellen Modell der Gymnasiallehrerausbildung orientiert.*
- *Geringer erziehungs- und gesellschaftswissenschaftlicher Studienanteil, der dazu noch in ausbildungsbezogen wenig attraktive Kleinstgebiete aufgespalten ist. Dies gilt besonders für die Gymnasiallehrerausbildung, wo er darüber hinaus von den meist stärker fachsozialisierten Student(innen) weniger ernst genommen wird.*
- *Kaum Thematisierung des Umwelt-Natur-Problems in der Mehrzahl der akademischen Fächer - weder in der Forschung noch in der Lehre.*
- *Meist einseitig fachwissenschaftlich ausgerichtete Fachdidaktik oder gar keine.“* (BECKER 1993, S.230)

Dadurch konnten nach BECKER die Anforderungen einer sachlich und pädagogisch sinnvollen Umweltbildung nicht erfüllt werden. Aus dem Resümee *„Am trostlosesten sieht es an der Universität aus, wo institutionalisierte Formen umweltpädagogischer Ausbildung noch kaum existieren“* leitete er Thesen für eine umweltpädagogisch reformierte Lehrerausbildung ab:

- *„Lehrerausbildung (und -fortbildung) muß deshalb prinzipiell die Möglichkeit bieten, verschiedene umweltpädagogische Ansätze kennenzulernen, vielleicht sogar auszuprobieren und vor allem sie kritisch zu reflektieren, um dann eine begründbare eigene Position entwickeln zu können. Vor allem muß jedoch das zentrale fächerübergreifende Prinzip gewährleistet werden.*
- *Nur wer selbst einmal in einem wirklich fächerübergreifenden Vorhaben Erfahrungen gesammelt und sie reflektiert hat, wird in der Lage und willens sein, dies als Lehrer(in) auch in seiner Praxis anzugehen.“* (BECKER 1993, S. 232)

Auf derselben Tagung wies JARITZ auf den Widerspruch hin, der darin besteht, in den allgemeinbildenden Schulen die Umweltbildung/Umwelterziehung zwar als eine zeitgemäße Aufgabe zu deklarieren, aber zugleich diese Thematik nicht zum Gegenstand der Lehrerausbildung und zum Bestandteil von Studien- und Prüfungsordnungen zu machen. Als

eine unabdingbare Aufgabe, die sofort in Angriff genommen werden sollte, sieht er das Einbeziehen von umweltbedeutsamen Inhalten als didaktisches Prinzip in allen Wissenschaftsdisziplinen im Sinne eines allgemeinen Bildungsauftrages der Hochschulen.

HEDEWIG (1993) stellte auf der Basis der Studienführer des Umweltbundesamtes Beispiele zur Umwelterziehung in der Lehrerbildung zusammen. Bei den referierten Beispielen aus den Fächern Geographie, Chemie, Physik, Polytechnik-Arbeitslehre und Biologie wurden fachspezifische Inhalte und Methoden aufgelistet.

1994 veröffentlichten ELGER, HÖNIGSBERGER und SCHLUCHTER die Ergebnisse einer im Auftrage des Umweltbundesamtes durchgeführten umfangreichen Studie zum Stand der umweltbezogenen Lehreraus- und -fortbildung. Dabei wurden das tatsächliche Angebot an Lehrveranstaltungen, die eingetretene Nachfrage sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen untersucht.

Bemerkenswert sind u.a. folgende Ergebnisse:

- Das Hochschulrahmengesetz beinhaltet keine Hinweise auf Umweltprobleme oder auf die Umwelterziehung. Hochschul- bzw. Universitätsgesetze zählen die Beschäftigung mit der Umwelterziehung in der Regel weder zu den Aufgaben der Hochschulen noch zu den Zielen des Studiums.
- In den Prüfungsordnungen für die erste Staatsprüfung sind von Bundesland zu Bundesland unterschiedliche Anforderungen formuliert. Umweltfragen gelten vor allem in Biologie als studien- und prüfungsrelevant, mit Abstrichen auch in Geographie und Chemie.
- In den erfassten Lehrveranstaltungen dominieren fachwissenschaftliche Schwerpunkte (Besonders extrem ist die Verteilung im Fach Physik: 88,5% fachwissenschaftliche Schwerpunkte und je 4% fachdidaktische bzw. umwelterziehungspraktische Schwerpunkte!).
- Interdisziplinäre Veranstaltungen spielen eine zu vernachlässigende Rolle: Nur 1,3% der Lehrveranstaltungen entsprachen der Forderung, in der Lehrerbildung Projektarbeit und interdisziplinäres Lernen zu antizipieren.

SCHLEICHER (1994) bilanzierte im Ergebnis seiner Untersuchungen große Defizite in der Umweltbildung von Lehrerinnen und Lehrern. Als problematisch für die Ausbildung kennzeichnete er die Schwerpunktverschiebung in der Umwelterziehung weg von den fachlichen Informationen über die Naturbelastung (Schadensbeschreibung) hin zu Aufgaben und Möglichkeiten der Umweltgestaltung (Handlungsaspekt) sowie zu notwendigen Veränderungen von Umwelteinstellungen. Das zentrale Problem besteht nach seiner Auffassung darin,

„...daß bei allen Schulfächern ein enger Zusammenhang zwischen Fachentwicklung, Fachdidaktik und Unterrichtsfach besteht - nur nicht bei der Umwelterziehung. Vielmehr setzt dies interdisziplinäre Arbeitsfeld eine fachübergreifende Kooperation voraus, die angesichts der Schul- und Universitätsstrukturen schwer zu realisieren ist, wenn man von zeitlich begrenzten Unterrichtsprojekten und vereinzelt Organisationsansätzen auf Universitätsebene absieht.“ (SCHLEICHER 1994, S.24)

SCHLEICHER vermisst Kriterien für umweltrelevante Lern- und Vermittlungsprozesse auf Schul- und Hochschulebene.

Im Ergebnis einer Professionalisierung der Ausbildung sollten bei den Studierenden die Fähigkeiten entwickelt werden, Umweltzusammenhänge, -entwicklungen und -probleme erziehungsrelevant erschließen zu können. Sie sollten ferner darauf vorbereitet werden, Konfliktlöse- und Wertklärungsstrategien praxisbezogen anzuwenden.

Damit die Studierenden „*umweltpädagogische Schlüsselqualifikationen*“ erwerben können, müssten nach seiner Auffassung verschiedene Aufgaben im Rahmen der Ausbildung realisiert werden:

- Vernetzung von fachlichen, pädagogischen und didaktischen Dimensionen sowie der an der Ausbildung beteiligten Institutionen
- Systematisierung des umweltpädagogischen, umweltdidaktischen und interdisziplinär-fachlichen Wissensbestandes
- Beachtung der Bedeutung- und Handlungsrelevanz von Lernangeboten für die Beteiligten
- Anbahnung von Einstellungsänderungen hinsichtlich der Koexistenz von Mensch und Natur
- Förderung von Evaluationsverfahren in der Umweltbildung

SCHLEICHER hält eine raschere und andauerndere Neuorientierung der Studienangebote für unabdingbar, die nicht an administrative (und damit langwierige) Studienreformen gebunden sein kann.

Eine relativ umfassende Materialsammlung zur „Einbeziehung von Umwelterziehung/Umweltbildung in die Ausbildung für pädagogische Berufe“ legten ENTRICH, EULEFELD und JARITZ (1995) vor.

Anhand von verschiedenen Fallstudien dokumentierten sie, in welchem Umfang Umweltbildung/Umwelterziehung in die Lehrerbildung an Universitäten und Hochschulen eingeflossen ist. Erfasst wurden die Aktivitäten zur Umweltbildung/Umwelterziehung an acht Universitäten bzw. Hochschulen (Bremen, Dortmund, Erfurt/Mühlhausen, Halle-Wittenberg, Kassel, Kiel, Potsdam und Rostock).

Generell wurde festgestellt, dass Anfang der 90er Jahre eine Reihe ständiger Lehrangebote mit Umweltrelevanz entwickelt worden waren. Dabei wirkten sich die Freiräume an den Hochschulen der neuen Bundesländer förderlich aus.

Dennoch gab es kein für alle Studierenden verbindliches Studienangebot zu Grundlagen des Umweltschutzes bzw. der Umweltbildung/Umwelterziehung im Sinne einer grundständigen Veranstaltung:

„Somit belegen die Fallstudien die immer wieder geäußerte Kritik, daß die Zuwendung zur Umwelterziehung/Umweltbildung sowohl für Lehrende als auch für Studierende nach wie vor eine Ermessensfrage ist. Selbst dort, wo engagierte Wissenschaftler sich in Forschung und Lehre mit umweltrelevanten Fragestellungen befassen, ist nicht die Garantie gegeben, daß auch ein Großteil der Studenten sich mit diesen Fragen auseinandersetzt“ (ENTRICH, EULEFELD und JARITZ 1995, S.340).

Die Fallstudien belegten, dass die untersuchte Thematik mittlerweile in einigen Studienordnungen Erwähnung gefunden hatte. Für die Ausbildung von Lehramtskandidaten fanden sich Bezüge häufig im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich, während in den geisteswissenschaftlichen Disziplinen erhebliche Defizite zu verzeichnen waren:

„Noch immer wird durch die Ausbildung - gerade auch bei den pädagogischen Berufen- die ungenügende Reflexion der Umweltproblematik in den nicht-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern der Schule vorprogrammiert. Wenn in den erziehungswissenschaftlichen Disziplinen, einschließlich der Psychologie, Umwelterziehung/Umweltbildung gar nicht oder nur tangential vorkommt, dann bleiben wesentliche Möglichkeiten der Hochschulen und Universitäten ungenutzt. Gerade in diesen Bereichen besteht Nachholbedarf, soll sich umweltrelevantes Sachwissen bei den Adressaten auch in entsprechende Handlungsbereitschaft und -kompetenz umsetzen.“ (ENTRICH, EULEFELD und JARITZ 1995, S.341)

Als Voraussetzung für eine fundierte Einbeziehung von Umweltbildung/Umwelterziehung in die Ausbildung wird eine qualifizierte Forschung auf diesem Gebiet angesehen. Dabei sind

auch sozial- und geisteswissenschaftliche Forschungen unabdingbar, weil immer mehr der Mensch in den Mittelpunkt der Betrachtungen rückt.

Die angebotenen Lehrveranstaltungen wurden erst in einigen Fällen als integrative Veranstaltungen ausgewiesen. Dabei waren meist benachbarte Fächer einbezogen, seltener „fachfremde“ Disziplinen. Die durchgeführten Studien zeigten auch, dass es an einer Reihe von Universitäten und Hochschulen Zentren gibt, die sich aus disziplinübergreifender Sicht mit der Umweltproblematik beschäftigen. Der Schritt jedoch, diese aus den verschiedenen Formen der Umweltforschung resultierenden Erkenntnisse in ein verpflichtendes Lehrangebot zu übertragen, fehlte jedoch häufig.

„Die Schwierigkeit liegt zum Teil darin, daß weder Umwelterziehung noch Umweltbildung den Charakter eines Wissenschaftsgegenstandes oder gar einer Wissenschaft selbst haben. Es gibt weder die Wissenschaft Umwelterziehung noch die Wissenschaft Umweltbildung; daher gibt es auch nicht den Umweltwissenschaftler oder den Umwelterzieher oder den Umweltbildungswissenschaftler. Das heißt, eine der ersten Aufgaben der Hochschulen bei der Übernahme der Aufgabe 'Umwelterziehung/Umweltbildung' müßte darin bestehen, klar zu definieren, welche Gegenstandsbereiche dort hineingehören und welche Qualifikationen ein 'lehrender Umweltwissenschaftler' haben müßte.“ (ENTRICH, EULEFELD und JARITZ 1995, S. 343)

ENTRICH, EULEFELD und JARITZ schlugen vor, einen verpflichtenden Studienanteil „Umweltbildung/Umwelterziehung“ in alle Lehrämter aufzunehmen. Als Form wurde eine Art Begleitstudium über zwei Semester mit Prüfungsrelevanz und Anrechenbarkeit der Studienleistungen entweder im Fach oder in der Didaktik oder je nach Angebot auch in der Erziehungswissenschaft empfohlen.

2.3.3. Lehrerfortbildung und Umweltbildung/Umwelterziehung

Im internationalen Aktionsplan für Umwelterziehung (1988) wird der berufsbegleitenden Fortbildung ein hoher Stellenwert eingeräumt.

„In jedem Land sollte nach und nach ein fester Bestand an Lehrerausbildern und Experten zu Verfügung stehen, um die Lehrerbildung zu sichern. Den Experten sollte es speziell obliegen, aktuelle Entwicklungen in der Umwelt und Forschungsergebnisse weltweit zu beobachten und an die zuständigen Einrichtungen und Fachkräfte weiterzugeben...“

Alle Lehrerfortbildungsprogramme sollten einen Multiplikationseffekt vorsehen: Aus jedem Fortbildungsteilnehmer kann später selbst ein Ausbilder für andere Lehrer in der Methodologie und Praxis der Umwelterziehung werden. Umwelterziehungsprogramme sollten sich auf einen Verhaltenskodex oder eine Ethik gründen, an deren Verwirklichung die Lehrer selbst beispielhaft mitarbeiten sollten.“ (UNESCO/UNEP-Kongress, S.24)

EULEFELD, BOLSCO, ROST und SEYBOLD (1988) erfassten in der empirische Studie „Praxis der Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland“ u.a. den Besuch von Fortbildungsveranstaltungen in den Jahren 1985-87. Eingeschränkt auf Angebote, die die Umweltproblematik beinhalteten, ergab sich, dass 82% der befragten Lehrer an keiner derartigen Fortbildungsmaßnahme teilgenommen hatten. 11,5% hatten eine, 4,5% zwei und 2% drei umweltrelevante Veranstaltungen besucht.

LIPPKE (1989) analysierte die Lehrerfortbildung in der BRD unter dem Aspekt der Einbeziehung von Umweltbildung/Umwelterziehung. Er stellte fest, dass mehr als 400 kleinere und größere Institutionen Veranstaltungen und Kurse für die Lehrerfortbildung angeboten hatten. Etwa 150 dieser Einrichtungen wurden von den Bundesländern bzw. den Kirchen geführt. Durchschnittlich hatte damit jeder Lehrer mindestens einmal im Jahr die Gelegenheit, ein Fortbildungsangebot wahrzunehmen.

Für die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Saarland und Schleswig-Holstein untersuchte LIPPKE die Angebote genauer (vgl. Tab. 1).

LIPPKE bilanzierte, dass der Anteil von Kursen mit umweltrelevanten Inhalten am Gesamtvolumen nur etwa 5% ausmachte. Sehr selten konnten interdisziplinäre Ansätze nachgewiesen werden und eine globale Sicht auf die Umweltproblematik war in den Angeboten kaum zu finden.

Tab. 1: Anteil der Fortbildungskurse mit umweltrelevanten Themen an dem Gesamtprogramm der Lehrerfortbildung (nach LIPPKE 1989)

Bundesland	Anzahl der Kurse	max. Teilnehmerzahl	Kurse mit umweltrelevanten Inhalten
Baden-Württemberg	(nicht angegeben)	24 000	25
Bayern	600	(nicht angegeben)	37
Berlin	> 400	9 000	16
Saarland	ca. 300	(nicht angegeben)	18
Schleswig-Holstein	> 500	(nicht angegeben)	27

BOLSCHO, EULEFELD und SEYBOLD stellten 1991 im Ergebnis ihrer Untersuchungen pauschal fest, dass es für die Lehrerfortbildung intensive Bemühungen gab, Veranstaltungen zur Umweltthematik anzubieten.

Gleichzeitig relativierten sie diese Aussage wieder: Nur 18,1% der befragten Lehrer hatten nach deren eigenen Angaben die Möglichkeit besessen, im Verlaufe von drei Jahren eine Fortbildungsveranstaltung zu diesem Problemkreis zu besuchen.

1991 wurde die empirische Studie des IPN zur Situation der Umwelterziehung an allgemeinbildenden Schulen wiederholt und auf die neuen Bundesländer ausgedehnt (EULEFELD, BOLSCHO, RODE, ROST u. SEYBOLD 1993).

Erfasst wurde der Fortbildungsbesuch für die Schuljahre 1988/89, 1989/90 und 1990/91.

Zur besseren Vergleichbarkeit der jeweiligen Populationen wurden in Ost und West jeweils nur die Lehrkräfte berücksichtigt, die im Unterricht Umweltthemen in den Fächern Biologie, Chemie, Erdkunde und Sachunterricht behandelt hatten.

„An Fortbildungsveranstaltungen zur Umwelterziehung nahmen 26,2% der Westlehrkräfte ... und 74,8% der positiven Stichprobe der Ostlehrkräfte teil. Im Durchschnitt derjenigen, die Umweltthemen unterrichteten, kamen im Westen 0,48 Veranstaltungen auf eine Lehrkraft, 1,79 Veranstaltungen auf eine Lehrkraft unserer Population im Osten...“

Die Ergebnisse zeigen, daß die Lehrerfortbildung für die Befragten im Osten einen erheblich höheren Stellenwert hatte als für diejenigen im Westen.“ (EULEFELD, BOLSCHO, RODE, ROST u. SEYBOLD 1993, S. 176)

Als Ursache für diesen gravierenden Unterschied gaben die Autoren die für die Lehrkräfte im Osten verbindliche Weiterbildung an („alle 4 Jahre ein 14-tägiger Weiterbildungskurs“;

gemeint ist die Verpflichtung aller Lehrerinnen und Lehrer zur Teilnahme an der „zyklischen Weiterbildung“).

Festgestellt wurde auch, dass es in der DDR bzw. in den neuen Bundesländern für die Lehrkräfte spezielle Angebote der wissenschaftlichen Gesellschaften, der Hochschulen und Universitäten gab.

Die Gesamtbilanz der Studie hinsichtlich der Lehrerfortbildung fällt insgesamt jedoch sehr ernüchternd aus:

„Umwelterziehung stellt an Lehrerinnen und Lehrer Anforderungen auf der inhaltlichen und methodischen Ebene, wie sie während der Ausbildungszeit nicht erworben werden konnten. Umso dringlicher ist es - und in anderen Berufsbereichen weitgehend selbstverständlich - über Fortbildung auf neue Aufgaben vorzubereiten. Leider hat sich zwischen 1985 und 1990/91 in dieser Hinsicht keine Aufwärtsentwicklung gezeigt: Bezogen auf die jeweils drei letzten Jahre haben 1985 18,1% der Befragten an Fortbildungsveranstaltungen zur Umwelterziehung teilgenommen, 1990/91 waren es 16%.“ (EULEFELD, BOLSCO, RODE, ROST u. SEYBOLD 1993, S. 191)

An dieser Situation hat sich auch im darauf folgenden Jahrzehnt nichts Grundlegendes geändert. Die Angebote der zentralen Institutionen für Lehrerfortbildung in verschiedenen Bundesländern belegen die geringe Anzahl von Veranstaltungen, die in den einzelnen Fächern oder in übergreifenden Bereichen (z.B. „ökologische Bildung“, „Umwelterziehung“) umweltrelevante Fragen aus fachlicher oder aus didaktisch-methodischer Sicht thematisieren (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Zentrale Angebote zur Lehrerfortbildung in ausgewählten Bundesländern und der Anteil an umweltrelevanten Themen zum Schuljahr 2000/2001 bzw. 2001/2002
(Erfasst wurden die Fortbildungsangebote für den Unterricht an den Regelschulen und an den Gymnasien; in Thüringen nur 1. Schulhalbjahr 2001/2002!)

Bundesland	Anzahl der Fortbildungsangebote	- davon umweltrelevante Themen	- Anteil in Prozent	- gesonderter Bereich „ökologische Bildung“ o.ä.
Sachsen-Anhalt	168	18	10,7	ja: Bereich „ökologische Bildung/Gesundheitserziehung“ (11 Angebote, davon 5 relevant)
Sachsen	174	7	4	ja: Bereich „Umwelterziehung“ (1 Angebot)
Thüringen	81	9	11,1	Nein

2.4. Modelle und Konzepte einer handlungsorientierten Umweltbildung/ Umwelterziehung

2.4.1. Quellen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts

In aktuellen allgemein-didaktischen Arbeiten wird auf eine stärkere Einbeziehung von handlungsorientierten Unterrichtsphasen im Kampf gegen das „Langeweile-Syndrom“ bei Schülerinnen und Schülern orientiert (JANK/MEYER 1991, KLAFKI 1996)

Auch viele Fachdidaktiker der Physik propagieren - frei nach PESTALOZZI - einen Unterricht, in dem nicht nur mit dem Kopf, sondern auch mit den Händen und Füßen, mit dem Herzen und allen Sinnen gelernt werden kann (HASPAS, WELTNER u.a.).

Mit hohem empirischen Aufwand wurde in den vergangenen Jahren nachgewiesen, dass die „Schulmüdigkeit“ im Allgemeinen zugenommen hat. Besonders deprimierend fällt dabei die Bilanz für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht aus: Nach einem Akzeptanzboom in den „Goldenen“ 60er und 70er Jahren nahm das Interesse der Schülerinnen und Schüler insgesamt, vor allem aber in den Fächern Chemie und Physik, kontinuierlich ab (TODT, LEHRKE, MUCKENFUSS). Dabei ist es auch wenig tröstlich, dass dies offenkundig ein internationales Problem ist (SIMPSON).

Viele Untersuchungen ordnen der Physik die Wertung „schwieriges Unterrichtsfach“ zu. Darüber hinaus wird (im Gegensatz zum Fach Mathematik!) den Schülerinnen und Schülern oft nicht die Einsicht vermittelt, dass dieses Unterrichtsfach relevant für ihre Lebenswelt ist.

LICHTFELDT regte folgerichtig an, *„durch neue Ideen in entsprechender Verpackung die Schülerinnen und Schüler anzusprechen, durch schülerorientierte Inhalte ihres Alltages sie zu motivieren, durch geschickte Auswahl aus dem großen Kanon der physikalischen Themen diejenigen auszuwählen, die für Schülerinnen und Schüler interessant sind.“* (LICHTFELDT 1993, S.5)

Sind Forderungen nach einer verstärkten Hinwendung zu den Interessen der Schülerinnen und Schüler sowie nach einer größeren Schülerelbsttätigkeit Ausdruck dieser aktuellen Krisensituation?

Es scheint wohl eher ein immerwährendes Problem der Schule zu sein. - COMENIUS machte bereits 1627/28 in seiner „Didactica magna“ bemerkenswerte Vorschläge zu den „Grundsätzen der Leichtigkeit des Lehrens und Lernens“ - offenkundig zur Behebung der damals an den Schulen bestehenden Misere:

„Das Lernen wird dem Schüler leichter werden, wenn man ihm zugleich mit zeigt, welchen Nutzen ihm das Wissen im gewöhnlichen, alltäglichen Leben bringt. Geschieht dies nicht, so werden die Dinge, welche vorgetragen werden, als Ungeheuer aus einer neuen Welt erscheinen. Wenn aber der Schüler irgendwo etwas erblickt, so gib es ihm möglichst in die Hand, damit er sich von seinem Wissen überzeuge und sich seiner Tätigkeit freue.“ (COMENIUS 1947, S. 70)

Und in den „10 Grundsätzen der Gediegenheit des Lehrens und Lernens“ sind durchaus zeitgemäße Anregungen formuliert:

„Die Menschen müssen gelehrt werden, nicht nur aus Büchern ihre Einsicht zu schöpfen, sondern aus Himmel und Erde, aus Eichen und Buchen; d.h. sie müssen die Dinge selbst kennenlernen und durchforsten, nicht aber nur fremde Beobachtungen und Zeugnisse in sich aufnehmen.“ (COMENIUS 1947, S. 82)

Allgemeine Grundsätze der inhaltlichen und organisatorischen Gestaltung des Unterrichts finden sich auch bei PESTALOZZI und ROUSSEAU.

Später wurden einige dieser Grundideen vor allem von den Vertretern der allgemeinen Didaktik zu „didaktischen Prinzipien“ erhoben. So benennt KLINGBERG (1974) u.a. ein „Prinzip der führenden Rolle des Lehrers und der Selbsttätigkeit der Schüler“ sowie ein „Prinzip der Lebensverbundenheit des Unterrichts und der Einheit von Theorie und Praxis“.

Die dann zur Verbesserung des Unterrichts entwickelten Konzepte wurden häufig nach dominierenden didaktischen Prinzipien benannt. Beispiele dafür sind der handlungsorientierte Unterricht und der Projektunterricht

Das Konzept des „handlungsorientierten Unterrichts“ ist in den 80er Jahren von den westdeutschen Theoretikern mit Bezug auf die oben erwähnten Klassiker der Pädagogik entwickelt worden. Historische Vorläufer sind dabei in den verschiedenen Strömungen der Reformpädagogik zu suchen (MONTESSORI, PETERSEN, REICHWEIN u.a.).

Während bei allen Vertretern die zentrale Rolle des Tätigkeitskonzeptes unstrittig ist, so weisen doch ihre Ausgangspunkte und die erzielten Ergebnisse große Unterschiede auf: So fasste PETERSEN die Schule als Gefüge unterschiedlicher Betätigungsformen und -felder auf. In seiner Jenaer Versuchsschule beteiligte er die Schüler an der Unterrichtsplanung und verknüpfte Klassen-, Gruppen- und Einzelarbeit.

Bei REICHWEIN bildeten „Vorhaben“ den Kernpunkt des Unterrichts. Schüler und Lehrer arbeiteten gemeinsam an deren Realisierung.

Einen größeren Einfluss auf den Unterricht an den westdeutschen Schulen hatte aber - und hat ihn ungebrochen auf die Unterrichtsgestaltung in der gymnasialen Oberstufe - die auf HUMBOLDT zurückgeführte Trennung von Allgemeinbildung und Berufsbildung (Bildung versus Wissenschaft). In gleicher Weise behinderten die Formalstufentheorien der Herbartianer einen handlungsorientierten Unterricht, indem sie den lehrerzentrierten Unterricht stützten.

An den ostdeutschen Schulen bedeutete das 1946 umgesetzte „Gesetz zur Demokratisierung der deutschen Schule“ eine tiefe Zäsur: So wurden damals nicht nur politisch belastete Lehrer aus dem Schuldienst entlassen, sondern es wurden - unter Mitwirkung von Vertretern der Besatzungsmacht - die Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts neu bestimmt. Man berief sich dabei auf Pädagogen wie COMENIUS, PESTALOZZI und FROEBEL und auf antifaschistisch eingestellte Reformpädagogen der Weimarer Republik (OESTREICH, REICHWEIN u.a.):

„Im Jahre 1945 kam es vor allem darauf an, den Unterricht - und sei es auch nur notdürftig - in Gang zu setzen. Bald aber entwickelte sich in der deutschen demokratischen Schule ein vielgestaltiges und interessantes pädagogisches Leben...

Den Hauptanteil an der Neulehrerbildung hatten bewährte Antifaschisten, erfahrene alte Lehrer, die meist in irgendeiner der vielen Strömungen innerhalb der Schulreform-Bewegung der Weimarer Zeit mitgearbeitet hatten. So wurden häufig mit großer Initiative die Gedanken der Reformpädagogik den Neulehrern nahegebracht. In den Methoden der Arbeitsschule erblickten viele eine Unterrichtsform, die sich von der Drillmethode der faschistischen Schule unterschied und geeignet war, eine demokratische Erziehung zu sichern.“ (GÜNTHER 1957, S. 480)

Bemerkenswerte Neuerungen in jener Zeit waren die Einführung des wissenschaftlichen Fachunterrichts und des obligatorischen Unterrichts in einer modernen Fremdsprache in der Mittelstufe der Grundschule (d.h. Sekundarstufe I).

In den Jahren 1948/49 nahmen die Einflussnahme der sowjetischen Besatzungsmacht und der SED auf die Schule deutlich zu. Eine Kurskorrektur wurde auf dem IV. Pädagogischen Kongress eingeleitet, der im August 1949 in Leipzig stattfand.

„In den Jahren 1948/49 zeigte es sich, daß die Ergebnisse des Unterrichts nicht mehr den wachsenden Anforderungen gerecht wurden. Es wurde deutlich, daß mit den Methoden der Arbeitsschule nicht die Unterrichtserfolge erzielt werden konnten, die gesellschaftlich immer notwendiger wurden...

Auf dem Kongreß brach sich die Erkenntnis Bahn, daß vor den Lehrern die Aufgabe stand, sich die Schätze des klassischen pädagogischen Erbes und die Erfahrungen der

Sowjetschule anzueignen, um mit Sachkenntnis bei der Erarbeitung wissenschaftlicher Unterrichtsverfahren mitzuhelfen. Auch in der Sowjetschule hatte es die Erfahrung gegeben, daß mit der wirtschaftlichen Entwicklung ... die Unzulänglichkeit der häufig noch praktizierten reformpädagogischen Unterrichtsmethoden immer sichtbarer wurde. Deshalb distanzieren sich die Pädagogen der Sowjetunion von den reformpädagogischen Theorien und Praktiken und stabilisieren die Arbeit der Schule durch die Entwicklung des geschlossenen, wissenschaftlichen Systems der marxistisch-leninistischen Pädagogik.“ (GÜNTHER 1957, S.481)

Es wurde beschlossen, dieses System auf die Schule im Osten Deutschlands zu übertragen. Zu den ersten Maßnahmen gehörte u.a. die Herausgabe sowjetischer Lehrbücher für die Lehrerbildung in deutscher Übersetzung. Zugleich wurden entsprechende Lehrkonzeptionen in die Aus- und Fortbildung einbezogen.

Vertreter der sowjetischen Pädagogik waren u.a. BLONSKIJ (Industrieschulkonzept), MAKARENKO (Kolonie-Arbeitsschülerziehung), JESSIPOW und GONTSCHAROW.

BLONSKIJ unterzog in seiner „Arbeitsschule“ die Schule seiner Zeit einer vernichtenden Kritik. Aufbauend auf dem Marxschen Arbeitsbegriff verband er die Integration von Kultur und Arbeit. Seine Arbeitsschule, die alle Kinder vom 3. bis zum 18. Lebensjahr besuchen sollten, war als eine Einrichtung gedacht, die Lebensraum sein sollte, also Lernen, Arbeiten, Erholen und Wohnen verbindet.

Auch für MAKARENKO waren handwerkliche und andere berufliche Tätigkeiten bildungsrelevant.

Folgerichtig wurde für die Schule in der DDR das „polytechnische Prinzip“ zu einem fachübergreifenden Grundsatz der Lehrplangestaltung und Unterrichtsarbeit:

Der Werkunterricht war im Schuljahr 1955/56 erprobt worden und wurde ab dem Schuljahr 1956/57 an allen Schulen obligatorisch. Zum Schuljahr 1958/59 wurde mit der Einführung der Fächer „Technisches Zeichnen“ (Klassen 8/9), „Einführung in die Grundlagen der sozialistischen Produktion“ (ESP, Klassen 9 - 12) und „Unterrichtstag in der sozialistischen Produktion“ (UTP, Klassen 7 - 12) die polytechnische Bildung und Erziehung beträchtlich erweitert. Mit Beginn des Schuljahres 1959/60 wurde ein neues Lehrplanwerk eingeführt.

Speziell für den Physikunterricht gehörte die „*Linie der polytechnischen Bildung und Erziehung*“ (nach HASPAS) zu den wesentlichen Regeln. Gestützt auf MARX wurde die polytechnische Bildung nicht als ein besonderer Überbau betrachtet, der eine rein praktische Bedeutung hat, sondern zum Kern der Allgemeinbildung gezählt:

„Unter Erziehung verstehen wir drei Dinge:

Erstens: Geistige Erziehung.

Zweitens: Körperliche Erziehung, wie sie in den gymnastischen Schulen und durch militärische Übungen gegeben wird.

Drittens: Polytechnische Ausbildung, die die allgemeinen Prinzipien aller Produktionsprozesse vermittelt und gleichzeitig das Kind und die junge Person einweicht in den praktischen Gebrauch und die Handhabung der elementaren Instrumente aller Arbeitszweige.“ (MARX/ENGELS 1976, S. 168)

Physikunterricht an den Schulen der DDR war lehrerzentrierter Fachunterricht (Frontalunterricht), der in der Regel nur während der experimentellen Tätigkeiten in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit aufgelöst wurde.

Bezug nehmend auf die von JANK und MEYER vorgeschlagene Arbeitsdefinition für einen handlungsorientierten Unterricht

(„Handlungsorientierter Unterricht ist ein ganzheitlicher und schüleraktiver Unterricht, in dem die zwischen dem Lehrer/der Lehrerin und den SchülerInnen vereinbarten Handlungsprodukte die Gestaltung des Unterrichtsprozesses leiten, so daß

Kopf- und Handarbeit der SchülerInnen in ein ausgewogenes Verhältnis zueinander gebracht werden können.“ (JANK/MEYER 1991, S.354))

waren dennoch viele Fachunterrichtsstunden in Physik an den POS und EOS „handlungsorientiert“.

Unter begrifflichem Aspekt sind folglich die Bemerkungen von JANK und MEYER zur Relation von Fachunterricht und handlungsorientiertem Unterricht kritisch zu hinterfragen:

- *„Handlungsorientierter Unterricht kann nicht in Konkurrenz, sondern nur in Ergänzung zum Fachunterricht verwirklicht werden...“*
- *„Es bietet sich an, in dieser ‘Zukunftsschule’ den Schulvormittag in drei Zweistunden-Blöcke aufzuteilen: in einen ersten Block für den Fachunterricht, die nächsten beiden für die Frei- und die Projektarbeit... Handlungsorientierter Unterricht im oben definierten Sinn kann in allen drei Organisationsformen dieser Stundentafel verwirklicht werden. Es liegt aber nahe, ihn im Fachunterricht selten, in der Freiarbeit hin und wieder und in der Projektarbeit nahezu ausschließlich zu praktizieren.“ (JANK/MEYER 1991, S. 361)*

Durch den Autor dieser Schrift wird die Auffassung vertreten, dass zwischen dem didaktischen Prinzip des handlungsorientierten Unterrichts und der Organisationsform „Fachunterricht“ kein Widerspruch besteht. Vielmehr sollte eine fachlich anspruchsvolle Unterrichtsführung für die Schülerinnen und Schüler genügend Möglichkeiten zum Handeln (in der Einheit von Hand- und Kopfarbeit) vorsehen.

Folglich erscheint es fragwürdig, dem Fachunterrichtsprinzip der „alten“ Schule die „Zukunftsschule“ mit einem neuen Schema entgegenzusetzen.

JANK und MEYER postulieren Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts, mit denen der „herkömmliche Unterricht“ weiterentwickelt werden sollte:

- Ganzheitlichkeit, d.h.
 - Ansprechen des ganzen Schülers (Dabei sein mit „Kopf, Herz, Händen und allen Sinnen“)
 - Bearbeiten von komplexen Problemen und Fragestellungen
- Hohe Schüleraktivität (Selbsttätigkeit als Voraussetzung der Selbständigkeit)
- Herstellung von Handlungsprodukten (veröffentlichungsfähige materielle und geistige Ergebnisse der Unterrichtsarbeit)
- Subjektive Schülerinteressen als Ausgangspunkt der Unterrichtsarbeit
- Beteiligung der Schülerinnen und Schüler an der Planung, Durchführung und Auswertung des Unterrichts von Anfang an
- Öffnung der Schule
 - nach innen (u.a. Förderung individueller Lernwege und Ausweitung des fächerübergreifenden Unterrichts)
 - nach außen (u.a. Aufbau eines Lernorte-Netztes)
- Ausgewogenes Maß von Kopf- und Handarbeit

Diese Merkmale beweisen, dass für ihre Autoren moderner Unterricht letztlich nur in den Organisationsformen Freiarbeit bzw. Projektarbeit realisierbar ist.

2.4.2. Projektarbeit und Umweltbildung/Umwelterziehung

Die Schule in Westdeutschland hatte in der Nachkriegszeit ihren Beitrag geleistet, das „Wirtschaftswunder“ der 60er Jahre zu schaffen. Im Selbstverständnis der Pädagogen verstand man sich in der Tradition des humboldtschen Bildungsideals stehend sowie administrativ, inhaltlich und konzeptionell in unmittelbarer Nachfolge des Schulsystems der Weimarer Republik. Eine ähnlich einschneidende Reform des gesamten Bildungssystems (einschließlich einer personellen Erneuerung) wie in der sowjetischen Besatzungszone hatte nicht stattgefunden.

Von dem Aufbrechen von Widersprüchen in allen Bereichen der Gesellschaft Ende der 60er Jahre blieb auch die Schule nicht ausgespart. Da in der Öffentlichkeit vor allem die Studentenunruhen in ganz Westeuropa in Erinnerung sind, werden die Krisensymptome vor allem auf das Hochschulwesen und die dort herrschenden hierarchischen Strukturen reduziert. Die Idee des Lernens am Projekt - bereits im 18. Jahrhundert an Kunstakademien Italiens und Frankreichs verbreitet und im 19. Jahrhundert auf technische Hochschulen in Europa und den USA übertragen - wurde zunächst für die Hochschulen wieder aufgegriffen. Ziel war es, die Kluft zwischen Wissenschaft und Beruf, zwischen Theorie und Praxis, zu reduzieren.

Die 68er Studentenbewegung nahm diese Idee auch auf, um ihre allgemeinen politischen Zielstellungen zu verwirklichen. Die Projektmethode fand an den Hochschulen eine starke Verbreitung. Forderungen nach Behandlung von sozialkritischen Fragestellungen in den Projekten fanden Unterstützung. Manche Projekte zielten primär auf die Stärkung des Subjektes und die Emanzipation des Menschen ab.

Kritiker warfen den Anhängern der Projektidee vor, dass diese Vorgehensweise zu zeitaufwendig sei und fachwissenschaftliche Defizite hervorbringe.

In den 70er Jahren wurde der „Reformansatz Projektunterricht“ (BLEICHROTH 1991) auch für die Schule relevant. Die kritischen Einwände gegen die „Institution Schule“ häuften sich von allen Seiten, so dass Reaktionen überfällig waren.

Als Defizite wurden benannt:

- Isolierung der Schulen vom Alltag der Schülerinnen und Schüler
- Negierung von Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler
- traditionelle Fächergliederung mit einem an der Fachsystematik orientierten Unterricht
- technokratische Sichtweise auf den Lernvorgang (kybernetische Ansätze, Algorithmierung)
- hierarchische Strukturen zwischen den Lehrenden und Lernenden

Die kritischen Bemerkungen konzentrierten sich dabei besonders auf den naturwissenschaftlichen Unterricht.

In dieser Situation besann man sich einerseits stärker auf die deutschen Reformpädagogen, andererseits aber vor allem auf den Pragmatismus in den USA.

Die Philosophie des Pragmatismus ordnet die Theorie der Tätigkeit und der Praxis einer Wissenschaft unter. Die Suche nach optimalen Strategien zur Lösung von Problemen rückt damit in den Mittelpunkt.

DEWEY zog daraus für den Bereich der Bildung die Schlussfolgerung, dass sich der Unterricht an der Lebenspraxis zu orientieren habe. Seine Erziehungsphilosophie, die meist mit dem Kürzel „learning by doing“ charakterisiert wird, stellt die zentrale Grundlage der Projektmethode dar. Für DEWEY ist Unterrichten ein Prozess der planvollen und tätigen Auseinandersetzung des Menschen mit seiner sozialen und natürlichen Umwelt. Dafür prägte er den Begriff ‘denkende Erfahrung’ - die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wirkliche Probleme des täglichen Lebens zu formulieren und durch Tätigsein zu lösen.

Dieses Konzept konnte mit der klassischen Rollenverteilung im Unterricht nicht umgesetzt werden. Durch die Überordnung des Lehrers über die Lernenden wird die Vermittlung von unüberprüfbar und unkritisierbarem Wissen gefördert.

Nach KILPATRICK soll jedoch eine Situation angestrebt werden, bei der Lehrer und die Lernenden gemeinsam arbeiten, weil gerade das dem Wesen einer demokratischen Gesellschaft entspricht. Unter „Projekt“ versteht er ein Erziehungskonzept, das eine eigenständige Methodik und Schulorganisation nach sich zieht.

OTTO (1974), FREY (1982) u.v.a. untersuchten das Projekt als Lehr- und Lernform vor allem im Hinblick auf die Anforderungen eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts. In ihren Publikationen zu diesem Thema stellen sie einen Kriterienkatalog auf, mit dessen Hilfe entscheidbar sein soll, ob es sich bei einer praktizierten Unterrichtsform um ein Projekt handelt oder nicht.

GUDJONS (1986) gibt als Merkmale des „Projektunterrichts“ an:

- Situationsbezug
- Orientierung an den Interessen der Beteiligten
- Selbstorganisation und Selbstverantwortung
- Gesellschaftliche Praxisrelevanz
- Zielgerichtete Projektplanung
- Produktorientierung
- Einbeziehen vieler Sinne
- Soziales Lernen
- Interdisziplinarität

Einschränkend merkt GUDJONS jedoch in diesem Zusammenhang an, dass im Projektunterricht nicht alle aufgeführten Merkmale erfüllt sein müssen.

In Abhängigkeit vom Umfang der erfüllten Merkmale wird auf der Ebene der Unterrichtskonzepte häufig zwischen „projektorientiertem Unterricht“ und „Projektunterricht“ unterschieden. Obwohl zur Ebene der methodischen Umsetzung gehörend, werden von verschiedenen Autoren die Begriffe „Projektmethode“ bzw. „Projektarbeit“ dazu synonym gebraucht.

Mit der methodischen Struktur des Projektunterrichts hat sich vor allem FREY beschäftigt. Er unterscheidet bei einem idealisierten Projektablauf fünf Abschnitte:

1. Projektinitiative (Sammeln von Vorschlägen für ein Projekt)
2. Auseinandersetzung mit der Projektinitiative (Formulierung einer Projektskizze als Ergebnis)
3. Gemeinsame Entwicklung des Betätigungsbereiches (Aufstellen eines Projektplanes)
4. Ausführung des Planes / Projektdurchführung
5. Abschluss des Projektes

Als organisatorische Schaltstellen empfiehlt FREY sogenannte „Fixpunkte“. Im Mittelpunkt derartiger Zusammenkünfte sollen Informationen zwischen den einzelnen Gruppen stehen, die unter Umständen auch zu Veränderungen im Projektplan führen können.

Gegenstand von „Zwischengesprächen“ sollen Fragen des sozialen Lernens sein („Metainteraktion“).

Mitte der 70er begannen sich die Schulen für die Arbeit an Projekten zu öffnen. 1976 wurde erstmals eine „Projektwoche“ an einer Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Seither nahm der Umfang des Projektunterrichts stetig zu. Umfassende Beispielsammlungen erschienen.

Zugleich erhoben sich aber auch kritische Stimmen: So wandte sich BOSSING (1986) gegen einen vordergründigen Aktionismus, der mit Projektarbeit gleichgesetzt wird. Er forderte,

dass ein Projekt deutliche erzieherische Werte aufweisen und in die Schulorganisation einfügbar sein muss. Außerdem sollte

- der Zeitaufwand den angestrebten Zielen entsprechen,
- die Zeit zur Vollendung des Projektes ausreichen,
- Material in ausreichender Menge zur Verfügung stehen,
- die Kostenfrage geklärt sein und
- die Sicherung der erstrebten Ziele möglich sein.

Für BOSSING ist Projektunterricht ein Arbeitsverfahren von vielen und unter den genannten Bedingungen dem Lehrgangsunterricht ebenbürtig.

Für die Umweltbildung und -erziehung brachte die (wenn auch nur allmähliche) Öffnung des Lernraumes Schule neue Möglichkeiten mit sich. - Mit dem stärkeren Eingehen auf die Initiativen, Interessen und Aktivitäten der Schüler konnte erwartet werden, dass der Stellenwert von umweltrelevanten Inhalten zunimmt. Gestützt wird diese Annahme durch Erhebungen, die die Relevanz bestimmter Themenfelder in der Politik der BRD untersuchten. Aus den in den 80er Jahren durchgeführten Umfragen (u.a. JÄKEL 1992) geht hervor, dass ein „wirksamer Umweltschutz“ von einer großen Mehrheit der Bevölkerung als „sehr wichtig“ eingestuft wird.

Beispielsammlungen bzw. Zusammenstellungen von Projektberichten zu physikalischen Themen belegen diese Erwartungen jedoch nur bedingt (u.a. LÖFFLER 1986, MIE u. FREY 1994). So können in der Beispielsammlung von MIE und FREY nur vier von 25 Beispielen dem Umweltbereich zugeordnet werden.

Die Gründe sollen hier nicht im Detail analysiert werden. Sicherlich spielt aber bei der Themenfindung die oft noch von dem Lehrer ausgehende Führungsrolle („Projektinitiative“) eine nicht unerhebliche Rolle, wie das u.a. durch Veröffentlichungen belegt werden kann:

„Bei meiner Klasse konnte ich nicht erwarten, daß eine Projektinitiative in meinem Fach von den Schülern ausgeht. Das lag vermutlich daran, daß der Unterricht in dieser Klasse allgemein vom Lehrer sehr gesteuert wurde bzw. werden mußte. Eigeninitiativen der Schüler waren selten...

Insofern war die Ausgangssituation bei der Projektinitiative nicht offen, da ich z.B. ein Ablehnen des Vorhabens durch die Schüler nicht in Betracht zog. Außerdem gehörte das Stoffgebiet in den Rahmen meines Physikunterrichts. Gewiß hätte ich bei Ablehnung durch die Schüler dieses Gebiet auch lehrerzentriert durchführen können...“ (WELZEL in FREY/MIE 1994, S. 257)

Deutlich wird aus diesem Beispiel jedoch auch, dass viele der Lehrkräfte die Regularien der traditionellen „Institution Schule“ verinnerlicht haben.

BÖLTS untersuchte diese „Institutionalisierung der Umwelterziehung“ in allgemeinbildenden Schulen der alten Bundesländer und kam zu dem Fazit, dass die „Ökologisierung“ von Schule und Bildung nicht zum Motor von Schulreform geworden ist:

„Schule behandelt im Durchschnitt die ökologischen Probleme von heute wie einen ‘Schulstoff’ mit den üblichen Methoden im Raum-Zeit-Korsett dieser Institution. Nach dem Motto ‘Unsere Schule beschäftigt sich auch mit der Umwelt!’ scheint das ökologisch-pädagogische Gewissen beruhigt. Zumindest hat die ökologische Krise bisher nicht zu größeren Turbulenzen, Bewegungen und Zweifeln im schulischen Bereich geführt...

Als Behinderungen werden von den Lehrern aufgezählt: Stofffülle der Lehrpläne, geringer zeitlicher Spielraum, Zeiteinteilung durch den Stundenplan, Aufsichtspflicht, Fachlehrerprinzip und Leistungsdruck. Hinzu kommen prinzipielle Mängel an Ressourcen: fehlende ausreichende Experimentiermaterialien, kein kontinuierlicher

Bezug zu 'innovativen Lernorten', fehlender Etat für eine selbstverantwortliche Projektbewirtschaftung etc.“ (BÖLTS 1995, S. 7)

Mit dem Entstehen von Partnerschaften zwischen Schulen in der BRD und in der DDR im Jahre 1990 wurde der Projektunterricht zu einem Themenbereich, zu dem die ostdeutschen Lehrerinnen und Lehrer unmittelbar keine Erfahrungen beitragen konnten. - Physikunterricht in der DDR basierte auf einer konsequenten Fachsystematik und einem hohen wissenschaftlichen Niveau. Die Freiräume in den Lehrplänen für die Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler waren jedoch relativ gering.

Zugleich zeichnete sich aber der Physikunterricht durch einen engen Praxisbezug und das Tätigkeitskonzept aus.

Der bestehende fakultative Unterricht, der auf der Grundlage relativ offener Vorgaben gestaltet werden konnte und in dem Arbeitsvorhaben einen großen Raum einnahmen, umfasste nur einen geringen Teil der Stundentafel.

Die Dresdener Physikdidaktiker WILKE und KRAUSE appellierten deshalb an die Lehrerinnen und Lehrer in den neuen Bundesländern, bei der Gestaltung von Projekt- oder projektartigem Unterricht die positiven Erfahrungen, die in Westdeutschland gesammelt werden konnten, aufzugreifen und zugleich aber die eigenen Erkenntnisse, die in anderen Unterrichtsformen gewonnen wurden, einzubeziehen. Dabei stellten sie drei Aspekte besonders heraus:

„1. Es wurde in den vergangenen Jahren dem Tätigkeitskonzept besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Diese Tradition sollte unbedingt erhalten, aber im Sinne des Projektunterrichts ausgebaut werden.

2. Die gesammelten Erfahrungen bei der Bewältigung von Arbeitsvorhaben können bei Beachtung des aus historischer Sicht gewachsenen gesellschaftlichen Anspruches des Projektgedankens direkt für die Modernisierung des obligatorischen Physikunterrichts genutzt werden.

3. Bei allen Bemühungen um die Ausprägung des Projektgedankens in unserer Schule sollten neben den großen Vorzügen auch gewisse Grenzen beachtet werden. Das Projektlernen ist geeignet, den Fachunterricht zu ergänzen, zu bereichern und zu befruchten. Es kann ihn jedoch nicht ablösen. Der Projektunterricht ist einerseits auf fachspezifische Voraussetzungen angewiesen, andererseits sollten die Ergebnisse des Projektlernens fachspezifisch vertieft und erweitert werden. Nur so ist eine Einordnung der Erkenntnisse in das Wissenssystem der Schüler möglich.“ (WILKE u. KRAUSE 1991, S. 365)

2.4.3. Handlungsorientierte Konzeptionen für die Umweltbildung/Umwelterziehung

Vor allem die in den 80er und 90er Jahren durchgeführten empirischen Untersuchungen hatten deutlich gemacht, dass es in der Regel nicht gelungen war, die Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln in Umweltfragen merklich abzubauen. Damit war die Forschung gefordert, sich den offenkundigen theoretischen Defiziten stärker zuzuwenden. Folgerichtig entstand eine Reihe von theoretischen Arbeiten in der Absicht, die Vielzahl der das menschliche Handeln in seiner Komplexität bestimmenden Variablen zu ordnen und die bei der Ausbildung von Umweltbewusstsein ablaufenden Prozesse zu erklären. Eine umfassende Übersicht dazu gibt LEHMANN (1999).

Exemplarisch soll hier auf die Theorien bzw. Konzeptionen von ROST et al. (1994) sowie von HIRSCH und KYBURZ-GRABER (1993) eingegangen werden:

ROST et al. entwickelten auf der Basis der Theorie des komplexen Problemlösens ein Ablaufmodell für Umwelthandeln („integriertes Modell für Umwelthandeln“ - vgl. Abb. 1). Merkmal dieses Prozessmodells sind zeitlich aufeinander folgende kognitive Zustände, die von den agierenden Personen durchlaufen werden, um spätere Handlungen zu ermöglichen bzw. auszulösen. Es wird trotz einer scheinbaren Linearität unterstellt, dass die einzelnen handlungsvorbereitenden Stufen mehrfach realisiert werden können.

In der Motivierungsphase nimmt das Gefühl der Bedrohung eine zentrale Funktion ein. Das Bedrohtsein wird allerdings nicht nur auf die eigene Person bezogen, sondern auf andere Menschen und auf beschützenswerte Dinge (Tiere, Pflanzen, Landschaften u.a.) ausgeweitet. Das Wahrnehmen einer Bedrohung schließt Erkenntnisse zur deren Stärke und zur Eintreffwahrscheinlichkeit ein.

Das Umgehen mit einer Bedrohung („Bewältigungsverhalten“/„Coping“) kann von Vigilanz (verstärkte Informationsaufnahme zwecks besserer Vorbereitung auf Gefahren) bis zur kognitiven Vermeidung (Bagatellisieren bzw. Verdrängen von Gefahren) reichen.

Schließlich muss sich die Person noch für Maßnahmen gegen die wahrgenommene Bedrohung zuständig fühlen.

Im zweiten Schritt, der Handlungsauswahlphase, steht die „Handlungs-Ergebnis-Erwartung“ am Anfang: Es wird überprüft, ob es Handlungsalternativen zur Bedrohung gibt und ob mit der ausgewählten eine Verringerung der Bedrohung tatsächlich erreichbar ist. Zusätzlich muss entschieden werden, ob die vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten ausreichen, die als notwendig erachtete Handlung durchzuführen und ob subjektive Überzeugungen nicht dagegen sprechen.

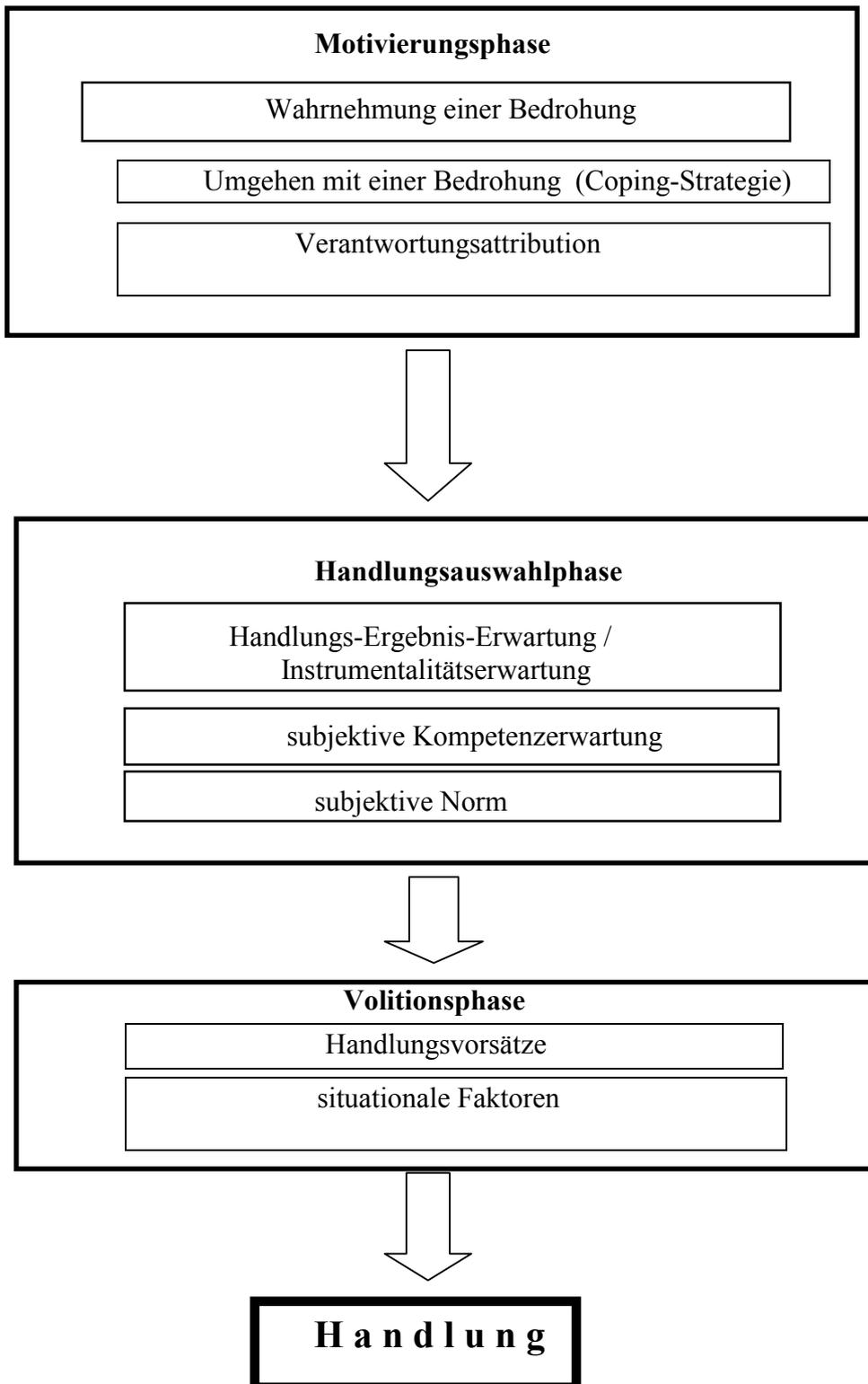
Ob diese Handlungsintention auch in tatsächliches Handeln umgesetzt wird, hängt von vielen Faktoren ab. Am Beginn steht die Bildung eines konkreten Handlungsvorsatzes. In diesen Prozess fließen Handlungsanreize (Nutzen; zur Verfügung stehende Ressourcen), aber auch Hindernisse (Kosten; wahrgenommene Barrieren) ein.

Aber selbst ein ernsthafter Vorsatz ergibt nicht automatisch die Handlung. Notwendig sind zusätzlich bestimmte Willensqualitäten, zumal wenn die Handlung nicht auf zeitlich begrenzte Aktionen beschränkt bleibt.

Das „integrierte Modell für Umwelthandeln“ spiegelt die Realität natürlich stark vereinfacht wider: Nur in Ausnahmefällen werden die drei beschriebenen Phasen nacheinander ablaufen, um mit dem Ausführen oder dem Nichtausführen einer Handlung abgeschlossen zu werden. Vielmehr wird ein Wechseln zwischen den einzelnen Phasen mit möglichen Rückwirkungen typisch sein. Außerdem werden viele Schritte auch unbewusst ablaufen.

LEHMANN schätzt ein, dass dieses Modell bislang nur teilweise als „empirisch bewährt“ angesehen werden kann. Dennoch ist es gerade im Bereich der Umweltbildung/Umwelterziehung von Bedeutung, weil man entweder den handelnden Personen eigene Kognitionen verdeutlichen oder aber eine zielgerichtete Beeinflussung von Komponenten, die an der Handlungsgenese beteiligt sind, anstreben kann.

Abb. 1: Integriertes Modell für Umwelthandeln (nach Rost et al., 1995)



HIRSCH und KYBURZ-GRABER vertreten die Auffassung, dass Umsetzungskonzepte für ökologisches Wissen in ökologisches Handeln von sozialen Handlungssystemen ausgehend entwickelt werden sollten. Sie benennen als Ursachen für die gegenwärtigen Probleme bei der Herausbildung von Verhaltensänderungen u.a. das Fixieren verschiedener Konzeptionen auf natürliche Ökosysteme sowie das Nichtberücksichtigen von bestehenden Alltagskonzepten:

„Handlungsorientierung als Ziel der Umweltbildung bedeutet, die Alltagskonzepte der Beteiligten von Interaktionen in konkreten Mensch-Umwelt-Systemen zu differenzieren und zu entwickeln. Das betrifft die Gründe und Ursachen von Umweltproblemen sowie die Veränderungsmöglichkeiten von sozialen Handlungssystemen.

Handlungsorientierung in der Umweltbildung ernst nehmen heißt für uns ... , die Gestaltung von sozialen Handlungssystemen unter ökologischen und sozialen Gesichtspunkten ins Zentrum zu stellen.“ (HIRSCH u. KYBURZ-GRABER 1993, S. 126)

Es wird vorgeschlagen, ein soziales Handlungssystem (z.B. einen Betrieb, einen Bauernhof oder ein Fuhrunternehmen) in den Mittelpunkt zu stellen und die vielfältigen ökologischen Auswirkungen zu erfassen. In einem zweiten Schritt sollen dann ökologisch günstigere Effekte für das konkrete soziale System als mögliche Handlungsalternativen herausgearbeitet werden.

Die Sachstruktur wird folglich vom gewählten sozialen System bestimmt, dessen oftmals komplexe Vernetzungen unter den verschiedenen Aspekten zu analysieren sind.

HIRSCH und KYBURZ-GRABER unterstreichen auch die Bedeutung des Wissens für die Herausbildung umweltgerechten Handelns. Neben der für sie unstrittigen Relevanz ökologischen Wissens betonen sie die Notwendigkeit sozialen Wissens. Sie vertreten die These, dass Handeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zugleich die Anwendung ökologischen Wissens und die Berücksichtigung der sozialen Folgen beim Handlungsentscheid voraussetzt.

„... die Umsetzung ökologischen Wissens in ökologisches Handeln hat sozial eingebettete Tätigkeiten von Menschen zum Gegenstand, also Handeln, das sozialen Regeln folgt. Daraus ergibt sich die These, daß Umsetzungskonzepte für ökologisches Wissen in ökologisches Handeln ausgehend von sozialen Systemen konzipiert werden müssen. Ökologisches Wissen ist damit nicht irrelevant - im Gegenteil. Denn wie ökologisch eine Handlungsalternative ist, darüber kann wiederum nur die Ökologie Auskunft geben...

Die handlungsorientierte Themakonzeption stellt ein soziales Handlungssystem ... ins Zentrum, identifiziert in einem ersten Schritt die vielfältigen ökologischen Auswirkungen dieses sozialen Systems und befaßt sich dann in einem zweiten Schritt mit ökologischeren Handlungsalternativen für dieses eine soziale System. Die Sachstruktur ergibt sich in diesem Fall aus dem gewählten sozialen System, das es in seinen vielseitigen ökologischen und sozialen Vernetzungen zu erfassen gilt.“ (HIRSCH u. KYBURZ-GRABER 1993, S. 128)

Schließlich verweisen die Autoren noch auf die „sozialen Komponenten des Handelns“, die u.a. die für ein Agieren notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten beinhalten. In diesem Zusammenhang betonen sie, dass die handelnden Personen die konkrete Situation selbst auch als ökologisch relevant wahrnehmen müssen, damit ein Tätigwerden ausgelöst wird.

2.5. Zu den Wirkungen umwelterzieherischer Maßnahmen und zur Notwendigkeit einer Neuorientierung von Umweltbildung/Umwelterziehung

2.5.1. Bilanzen der Wirkungsforschung

Die Wirkungsforschung untersucht, welche Ergebnisse pädagogische Maßnahmen bei Schülern erbringen.

Trotz mittlerweile mehr als 20 Jahre währender umwelterzieherischer Aktivitäten an den Schulen mangelt es jedoch an systematischen und umfassenden Evaluationen.

Eine anspruchsvolle Zielstellung wurde in der Untersuchung der UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung (ELGER, HÖNIGSBERGER u. SCHLUCHTER 1992) verfolgt:

Mit einer Evaluation von insgesamt 23 Fallbeispielen (14 Projekte aus Schulen, 7 Projekte aus der Erwachsenenbildung und zwei aus der außerschulischen Jugendbildung) sollte erkundet werden, *„was Umwelterziehung bewirkt und wie sie das bewirkt, wie das ‘Programm Umwelterziehung’ aussehen müßte, damit es optimale Ergebnisse erzielt“*.

Das Untersuchungskonzept umfasste einen umfangreichen Katalog mit Fragen zum Lernprozess, zum Lernerfolg und zu den Rahmenbedingungen.

Die Fallstudien wurden als eine integrierte Prozess-, Wirkungs- und Kontext-Evaluation durchgeführt. Dabei muss jedoch einschränkend festgestellt werden, dass nur drei Fallbeispiele (darunter lediglich eine Schule!) mittels differenzierter Methoden und Instrumente intensiv beobachtet und analysiert wurden. In den 20 anderen Fällen wurde auf eine externe Beobachtung verzichtet und es erfolgte ausschließlich eine Selbsteinschätzung der Bildungsmaßnahmen durch die agierenden Pädagogen selbst.

Die Autoren weisen einleitend deutlich darauf hin, dass es sich als ausgesprochen schwierig herausgestellt hatte, Indikatoren für einen Lernerfolg zu entwickeln. Beispiele aus der Indikatorenliste beweisen, dass (wie in den Sozialwissenschaften allgemein üblich) nur mit relativ „unscharfen“ Daten gerechnet werden konnte:

„- Wunsch nach mehr Umweltprojekten;

- spontane verbale Schüleräußerungen zu Umweltthemen in verschiedenen Unterrichtsstunden; ...

- Verweise auf wiedererkannte Umweltthemen, - begriffe und -ereignisse in den Medien,

- Berichte über Beobachtungen falscher und richtiger Verhaltensweisen, die Schüler während Lehrgängen oder zu Hause gemacht haben;

- Aussagen zu Normen für das eigene umweltgerechte Verhalten und für das umweltgerechte Verhalten Dritter;

- Testergebnisse; ...

- verbale Bereitschaft zu Aktionen;...

- freiwillige und autonome Umweltaktivitäten inner- und außerhalb der Schule...“
(ELGER, HÖNIGSBERGER u. SCHLUCHTER 1992, S. 30)

In den Untersuchungen wurden Wirkungen in vier wesentlichen Bereichen beobachtet:

- Lernmotivation und Informationsinteresse
- Wissen, Kenntnisse, Kompetenzen
- Einstellungen, Haltungen, psychische Dispositionen
- Aktivitäten, Verhalten

Als ein grundlegender Lernerfolg wurde gewertet, dass vor allem bei jüngeren Schülerinnen und Schülern ein Interesse an Umweltthemen geweckt werden konnte. Die Autoren glauben, dass darauf weitere umwelterzieherische Bemühungen aufbauen können und somit in der Schule das *„Fundament für Umweltbewußtsein“* gelegt werden kann.

Mit den vermittelten grundlegenden Begriffen sollten die Schülerinnen und Schüler Umwelttermini in den Medieninformationen wiedererkennen und ansatzweise ihren Sinn begreifen. Es soll damit möglich sein, *„durch systematische und längerdauernde Umwelterziehung eine Art Grundwissen - wenn auch mit starken lokalen und regionalen Bezügen - aufzubauen. Erst recht verspricht kontinuierliche Umwelterziehung bis in die Sekundarstufe II und in Leistungskursen der einschlägigen Fächer zu einem vertieften Fachwissen zu führen, das weit über die alltagsrelevanten ökologischen Kenntnisse hinausreicht.“* (ELGER, HÖNIGSBERGER u. SCHLUCHTER 1992, S. 79)

Vor allem bei Umweltprojekten konnten die Fähigkeiten zur genaueren Beobachtung von Natur und Umwelt sowie zur Wahrnehmung von Naturdetails und Umweltbelastungen entwickelt werden. Die Förderung solcher affektiv-emotionaler Haltungen zur Natur werden als wichtige Voraussetzungen für das Aneignen von Kenntnissen sowie für das Entstehen von Handlungsintentionen und für das tatsächliche Handeln angesehen.

Als wirkungsvoll wurden solche Unterrichtsphasen eingeschätzt, in denen handlungs- und erfahrungsorientiert gelernt werden konnte. Verstärkt wurden positive Effekte durch Lernorte, die außerhalb der Schule lagen.

Auch RODE und JÜDES versuchen, einen Überblick über die Wirkungen von Umweltpädagogik zu geben. Zusammenfassend müssen sie feststellen, dass

- in Deutschland nur wenige, z.T. noch aus den 80er Jahren stammende Untersuchungen auf die erzielten Wirkungen eingehen (u.a. BRAUN, LANGEHEINE u. LEHMANN),
- umfassendere Analysen mit dem Schwerpunkt auf Wissen und Einstellungen nur aus dem angloamerikanischen Bereich vorliegen.

Die Ergebnisse der in Deutschland durchgeführten Wirkungsuntersuchungen fassen sie in vier Punkten zusammen:

„1. Die Dauer der Schulzeit zeigt eine positive Korrelation zum Grad des Umweltwissens...

2. Die Beteiligung von Schülerinnen und Schülern ... an Umweltaktivitäten in der Schule hat Auswirkungen auf das allgemein-ökologische Handeln. Dieses Handeln wird auch begünstigt, wenn der Unterricht von ökologisch orientierten Lehrkräften durchgeführt oder an der Schule insgesamt Umweltthemen behandelt werden...

3. Die vermehrte Durchführung von Umweltprojekten fördert bei Schülerinnen und Schülern symbolische Handlungsweisen. Sie sind eher bereit, sich und andere über ökologische Sachverhalte zu informieren...

4. Außerschulische Erklärungsfaktoren für umweltbewußtes Verhalten erweisen sich als unterschiedlich stabil: Die Nutzung der Medien zeigt keine signifikanten, teilweise sogar negative Korrelationen zum Umwelthandeln...

Die Sozialisation in der Familie besitzt hingegen einen starken Zusammenhang mit dem ökologischen Handeln...“ (RODE u. JÜDES 1996, S. 4)

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen de HAAN und KUCKARTZ (1996). Nach den von ihnen referierten Untersuchungen nimmt das Umweltwissen (erwartungsgemäß) mit dem Alter bzw. der Klassenstufe zu. Junge Erwachsene, die ein Gymnasium absolviert haben, verfügen über umfangreichere Kenntnisse als Absolventen eines Real- oder Hauptschulbildungsganges. Allgemein ist das Wissen über nationale und globale Umweltprobleme größer als das über die regionale bzw. lokale Situation.

Langfristig angelegte Studien, die über mögliche Korrelationen zwischen in der Schulzeit vermitteltem Umweltwissen und realisiertem Umwelthandeln sowie späteren Umwelteinstellungen Aufschluss geben, konnten in den von den Autoren durchgeführten Recherchen nicht ausgemacht werden.

Eine umfassende Übersicht über empirische Studien angelsächsischer und deutscher Wissenschaftler liefert LEHMANN (1999). In Abgrenzung zu anderen Arbeiten berücksichtigt er nur Studien, die auf quantitativen Daten über Schülerinnen und Schüler, Lehrmaterialien oder RRL/LP basieren.

In einem ersten Schwerpunkt analysiert er die vorliegenden Studien zu den „drei Dimensionen von Umweltproblemen“.

Als „Dimensionen“ sollen in diesem Zusammenhang unterschieden werden:

- Merkmale von Umweltproblemen (u.a. Ursachen und Alter der Probleme, geografische Verbreitung)
- Qualität und Quantität der Vermittlung im gesellschaftlichen Kommunikationsprozess (u.a. Häufigkeit und Tenor der Darstellung in den Medien, Wahrnehmung durch die Individuen)
- wahrgenommene Dringlichkeit der Umweltprobleme (Betroffenheit der Individuen)

LEHMANN resümiert, dass es nur wenige Untersuchungen zu diesem Komplex gibt und die Aussagen lediglich beschränkt verallgemeinert werden können.

„Interessant ist vielleicht, daß sich die Listen der Umweltprobleme, für welche sich junge Menschen am meisten ‘engagierten’, von denen, worüber sie am meisten ‘sprechen’ und wo sie am häufigsten ‘handeln’ deutlich unterscheiden: Beim Engagement führen die globalen Probleme, beim Informations- und Sprechhandeln die konkreteren: Verkehr, Müll, Luft, Kernkraft etc. Beim zukünftig beabsichtigten Handeln sind überraschenderweise fast alle physikalisch-chemisch ausgerichteten Umweltprobleme aber auf der Liste zu finden.“ (LEHMANN 1999, S. 70)

Gegenstand des zweiten Analyseschwerpunkts sind Korrelate von Umweltbewusstsein (demografische Faktoren, ökologische Einstellungen und Emotionen sowie ökologisches Wissen). Die vielen Befunde zum Zusammenhang zwischen demografischen Variablen wie Alter, Geschlecht, soziale Schichtung oder politische Orientierung und Umweltbewusstsein liefern nach LEHMANN ein sehr heterogenes und widersprüchliches Bild.

Ökologische Einstellungen als Prädiktor für umweltgerechtes Verhalten sind nach LEHMANN in der Vergangenheit sehr häufig untersucht worden. Die Bilanz war ernüchternd („Inkonsistenz von Einstellungen und Verhalten“), so dass Stimmen sogar vom Scheitern der Einstellungsforschung sprechen. Auch das ökologische Wissen, insbesondere sein Einfluss auf das umweltgerechte Handeln, ist Gegenstand vieler Studien gewesen:

„Einig scheint man sich darin zu sein, daß das Wissen über ‘weitentfernte’ ökologische Gegebenheiten besser ist als über ‘näherliegende’. Wenig umstritten ist weiterhin, daß das ökologische Tatsachenwissen bei männlichen Befragten stets höher ist als bei weiblichen. Ebenfalls sind die Besitzer höherer Schulabschlüsse im Mittel stets denen anderer klar überlegen. Massenmedien scheinen keinen Effekt auf das ökologische Wissen zu haben, mit Ausnahme wahrscheinlich von Büchern und Fachzeitschriften. Kaum eine Studie findet, daß das ökologische Wissen auch ökologisches Handeln nennenswert auslöst, zumindest für das direkte Handeln. Und es gilt insbesondere für Handlungsfelder, in denen die ‘Verhaltenskosten’ relativ hoch sind...“ (LEHMANN 1999, S. 95)

Hinsichtlich des Stellenwertes von Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen wird in der Übersicht bilanziert, dass sich der Anteil von Umweltthemen (auch an den Hochschulen) kaum erhöht hat und bei ca. 1% des Gesamtunterrichts stagniert. Hinsichtlich der Themenfelder dominieren globale Umweltprobleme.

Resümierend wird von RODE und JÜDES sowie von LEHMANN auf einen immensen Forschungsbedarf hingewiesen.

Dabei sollten neben Langzeitstudien, die es bisher so gut wie gar nicht gibt, auch derzeit allgemein akzeptierte Hypothesen zum Gegenstand der Wirkungsforschung werden, z.B.

- „Handlungsorientierter Unterricht wirkt sich auf das tatsächliche Handeln der Schüler deutlich aus.“
- „Eine fächerübergreifende Behandlung eines Umweltthemas fördert beim Schüler die ganzheitlich integrierende und systemhafte Sichtweise auf ein Umweltproblem.“

2.5.2. Aspekte einer kritischen Bilanz und erste Reformvorschläge

Nach den großen Erwartungen an die Wirkungen von Umwelterziehung machte sich Ende der 80er Jahre Frustration und Ratlosigkeit breit, als die Ergebnisse von empirischen Untersuchungen an allgemeinbildenden Schulen öffentlich wurden. Ernüchternd waren insbesondere die geringen Korrelationen zwischen Umweltwissen und Umwelteinstellungen auf der einen Seite sowie praktischem Handeln auf der anderen.

„Seitdem in der Öffentlichkeit das Gefahren- und Risikopotential der ökologischen Krise zumindest in periodischen Abständen wahrgenommen wird, haben Umfragen immer wieder gezeigt, daß Erwachsene, Kinder und Jugendliche diesen Problemen einen hohen Stellenwert zuweisen...“

Diese Werte reduzieren sich allerdings erheblich, wenn nach dem aktiven Engagement im Umweltschutz - was immer darunter verstanden werden soll - gefragt wird: Nur 17% der Jugendlichen stufen sich in der IBM-Studie (1992) als im Umweltschutz 'aktiv' ein, in der Shell-Studie sind es 22% in den alten und 19% in den neuen Bundesländern.“
(BÖLTS 1995, S. 22)

Diese Bilanz bot aber auch Chancen, neu über Möglichkeiten und Grenzen von Umwelterziehung nachzudenken.

BÖLTS entwickelte eine grundsätzliche Kritik an der etablierten Umwelterziehung und formulierte diese in vier „Defizit-Hypothesen“: Fundierungs-, Anschluss-, Reflexions- und Konzeptualisierungs-Defizit. Er vertritt die Auffassung, dass ein Konzept zur Umwelterziehung gesellschaftliche Fragestellungen, die auf ihr eigenes Fundament zielen, nicht umgehen kann:

„Das Bemühen, den Begriff Natur genauer zu fassen, stößt auf einen unhintergehbaren Interpretationszusammenhang: 'Natur' als das vermeintlich ganz andere, in eigendynamischer Selbstorganisation allen sozialen Konstrukten und zivilisatorisch-technischen Materialisierungen gegenüberstehend und doch - oder gerade deshalb - in den mentalen Äußerungen der Menschen als Hoffnungskategorie faktisch existent. Dieser 'kompensatorische Mechanismus' legt zugleich den Kern des Problems frei: Die Suche nach dem kranken Patienten verweist mehr und mehr auf die Krankheit in den Existenzbedingungen des Suchenden selbst.“ (BÖLTS 1995, S. 48)

Entscheidend ist nach seiner Auffassung, diesen Krisenzusammenhang begreifbar zu machen. Dazu skizzierte er die Konzeptansätze „Risikogesellschaft“, „Erlebnisgesellschaft“ und „Mehrwertgesellschaft“ und stellte heraus, dass alle ökologischen Krisenphänomene letztlich ihren Grund im Wesen des Menschen und in dem historisch gewachsenen gesellschaftlichen Rahmen finden.

Nach BÖLTS sollten derartige Strukturen und Prozesse stärker in das Blickfeld umweltpädagogischer Theorie und Praxis rücken. Bedeutsam sei, die „heimlichen, hinter dem unmittelbaren Geschehen verborgenen Prozesse“ zu verdeutlichen und Konsequenzen für eine langfristige und aufgeklärte Arbeit abzuleiten.

Für BÖLTS drückt sich pädagogische Qualität darin aus, „...in welchem Maße die beteiligten Subjekte als Träger selbstgestalteter Innovationen zu bewußten Akteuren ihrer eigenen Handlungsprozesse werden können und in welcher Tiefe sie Einsichten bzgl. der Ursachen- und Wirkzusammenhänge ihres Handelns gewonnen haben“ (BÖLTS 1995, S.78).

Auch für KLEBER war das Konzept der Umwelterziehung nicht umfassend genug angelegt. Für ihn hat eine ökologisch orientierte Pädagogik ihren Schwerpunkt im „Verstehenlernen“ des Lebenssystems der Erde und im „Mitlebenlernen“ in diesem System. Das bisherige Verhältnis der Menschen zur Natur bezeichnet er als von Ignoranz und von Gleichgültigkeit bestimmt.

„Die ökologische Pädagogik entwickelt zunächst ein umfassendes Verständnis des Lebenssystems unseres Planeten. Auf dieser Grundlage, die allein Mitwelt und reale Welt für uns möglich macht, setzt sie sich mit den verschiedenen Evolutionssystemen auseinander...“

Sie redet nicht einem platten Naturalismus das Wort, aber sie befaßt sich zuvorderst, und wie wir heute erkennen können notwendigerweise mit der Natur, dann erst mit der Mitwelt des Menschen, danach mit ihm selbst, seiner sozialen und kulturellen Umwelt. Sie kritisiert und bewertet die Umwelten des Menschen und ihn selbst mit den Kriterien seiner Mitwelt, dem Lebenssystem unseres Planeten...“ (KLEBER 1993, S. 69)

BREIDENBACH analysierte Anfang der 90er Jahre verschiedene pädagogische Konzeptionen der Umwelterziehung. Resümierend betont er, dass es geboten ist, sowohl über deren Möglichkeiten als auch über deren Grenzen nachzudenken:

„Wer über den Zustand unserer Umwelt nachdenkt und nach Gründen für die Entstehung von Umweltproblemen sucht, muß stets über die Gesellschaft reden. Umweltbildung geht es hier um die Offenlegung von Entwicklungen, die nicht nur einen wenig behutsamen Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen begünstigen, sondern zugleich ursächlich für Spannungen und Probleme innerhalb der Gesellschaft sind. Umweltbildung ist dabei um eine Betrachtungsperspektive bemüht, die es ihr erlaubt, Bedingungs- und Wirkungsfaktoren der ökologischen Krise bzw. der gesellschaftlichen Problemlagen transparent zu machen.“ (BREIDENBACH 1996, S. 235)

BREIDENBACH unterstreicht, dass die Umwelterziehung zwar keine grundlegenden Veränderungen der bestehenden sozialen, ökonomischen und politischen Verhältnisse herbeiführen kann, aber mit ihren Zielsetzungen wichtige Voraussetzungen dafür erbringt.

Für die Umwelterziehung werden verschiedene Bezugsebenen mit unterschiedlichen Aufgaben und Herausforderungen abgeleitet:

- Eingebundensein der menschlichen Existenz in ein Ganzes

„Die sich Bildenden sollen die Gelegenheit erhalten, ein differenziertes Verständnis für die Bedingungs- und Wirkungsfaktoren anthropogener Beeinträchtigungen der außermenschlichen Umwelt zu entwickeln und sich über die globalen Folgen eines unangemessenen Umgangs mit den natürlichen Lebensgrundlagen informieren können. Desweiteren muß Umweltbildung dazu beitragen, daß Menschen ein tragfähiges Verständnis von ihrer Stellung im Gesamtsystem Erde entwickeln, d.h. sich als integrierte Komponenten in einem sich ständig verändernden und entwickelnden Lebenssystem unseres Planeten verstehen, ohne dabei zu ‚vergessen‘, daß sie als erkenntnis- und vernunftbegabte Wesen die durch Kausalität determinierten Abläufe dieses Systems zu übersteigen vermögen.“ (BREIDENBACH 1996, S. 237)

- sozial-gesellschaftliche Ebene
„Aufgabe der Umweltbildung ist es, eine fortlaufende kritische Auseinandersetzung mit der Verfaßtheit menschlicher Gesellschaften und dem gegenwärtigen Fortschrittsmodell zu fördern. Dabei müssen sozio-ökonomische Disparitäten, Ungerechtigkeit und Unterdrückung, aber auch Chancen für die weitere Entwicklung erkannt werden.“
 (BREIDENBACH 1996, S. 238)
- Person des sich Bildenden
*„Umweltbildung handelt nicht vom Beeinflussen, Erzeugen, Machen. Sie will vielmehr dazu beitragen, daß die sich Bildenden ihre Begabungen, ihren inneren Reichtum zur Entfaltung bringen, sich zu sozial-handlungsfähigen und selbstbestimmten Persönlichkeiten entwickeln, die bewußt und sachgemäß mit ihren natürlichen Lebensgrundlagen umzugehen wissen...
 Sie betont vielmehr die Notwendigkeit einer Auseinandersetzung mit der Umweltproblematik, mit der eigenen Person und mit dem eigenen Lebensstil. Umweltbildung fordert die Lerner dazu auf, einen Standpunkt für sich zu gewinnen und diesen in der Öffentlichkeit zu vertreten bzw. in ihrer Lebenspraxis umzusetzen.“*
 (BREIDENBACH 1996, S. 243)

Nach MERTENS (1997) erfordert die *„Überwindung der mit der technischen Industriekultur gesetzten Einseitigkeiten, Engführungen und Krisenerscheinungen“*, also eine geschichtliche Umbruchsituation, eine Reaktion seitens der Erziehungswissenschaften.

Für die Erziehungswissenschaften ist dieses aber ein relativ unsicheres Terrain: Geht es doch darum, neue Ziele (*„neue erzieherische Leitnormen“*) begründet zu formulieren, damit die pädagogischen Maßnahmen nicht beliebig bzw. zufällig und unlegitimiert erfolgen.

„Im Kern geht es hierbei um die Suche nach einer umfassenden Konzeption ökologischer Erziehung, die über die Vermittlung sachbezogener Kompetenzen einerseits und ein Angebot von sinn- und wertbezogenen Lernhilfen andererseits den Weg weist zu einer humanisierenden Ausrichtung und Ausweitung des menschlichen Naturverhältnisses, das im Wissen um die Bedeutung von ‚Umwelt‘ neben dem techno-ökonomischen den ethischen, ästhetischen und kosmisch-religiösen Zugang zur Natur mit einbezieht.“ (MERTENS 1997, S. 36)

Als oberste pädagogische Leitnorm präferiert MERTENS die Erziehung zur Mündigkeit. Die pädagogischen Zielsetzungen sieht er in zwei Ebenen:

- Aktivierung des innovatorisch-zukunftsweisenden Vernunftpotentials
„... ein umfassendes Vertrautmachen des einzelnen mit den wichtigsten ökologischen Zusammenhängen: eine Vermittlung der Kenntnis der menschlichen Reglerfunktion, der Einsicht in den Interdependenzzusammenhang von natürlicher und sozialer Umwelt, des Verständnisses der Relevanz von sozialer und natürlicher Umweltqualität für menschliches Gelingen sowie des Wissens um deren Abhängigkeit vom Modus des Umgangs mit der Natur. Dies wiederum erfordert die Vermittlung einer Fülle von sachbezogener Information, elementarer Kenntnisse und Fertigkeiten hinsichtlich der mit dem Ökologieproblem zusammenhängenden bio-ökologischen, psychologischen, ökonomischen, soziologischen und politischen Dimensionen.“ (MERTENS 1997, S. 38)
- Entwicklung einer ökologischen Denkweise
„...ein Denken, das Probleme in koordinierter Form unter verschiedenen Aspekten angeht, das neben der einzelperspektivisch-analytischen Detailuntersuchung integrativ-ganzheitlich fragt und fähig ist, Analogien, Muster, Strukturen zu erkennen.“
 (MERTENS 1997, S. 38)

MERTENS konstatiert, dass die Pädagogik auf diesem Feld noch weitgehend vor Neuland steht.

2.5.3. Die Vision einer nachhaltigen Entwicklung („sustainable development“) und die Notwendigkeit einer Neuorientierung von Umweltbildung/Umwelterziehung - Lernen für eine nachhaltige Entwicklung

Neuere Untersuchungen belegen, dass das Konzept der „Nachhaltigkeit“ auch Jahre nach der Rio-Konferenz der Vereinten Nationen (1992) in der Bevölkerung Deutschlands nur wenig bekannt ist (u.a. KUCKARTZ 2000, vgl. Tab. 3).

Tab. 3 Bekanntheit des Begriffs der nachhaltigen Entwicklung

Frage: *„Als Leitbild für den Umweltschutz taucht gelegentlich der Begriff der nachhaltigen Entwicklung auf. Haben Sie von dem Begriff der nachhaltigen Entwicklung schon gehört, oder haben Sie davon noch nichts gehört?“*

	Erhebung 2000			Erhebung 1998			Erhebung 1996		
	Ges.	West	Ost	Ges.	West	Ost	Ges.	West	Ost
ja, schon davon gehört	13	14	10	15	15	11	11	12	7
nein, noch nichts davon gehört	63	62	68	72	72	76	76	75	79
Weiß nicht	24	24	22	13	13	13	13	13	14

In der Studie „Umweltbewusstsein in Deutschland 2000“ wurde zusätzlich in offener Fragestellung erkundet, welche Assoziationen mit dem Nachhaltigkeitsbegriff verbunden werden. Viele der Befragten konnten dabei lediglich Synonyme nennen. - KUCKARTZ schließt aus diesen Antworten, dass die Substanz des Begriffes noch viel weniger Personen bekannt ist, als es die Zahl von 13% zum Ausdruck bringt.

Weitere Ergebnisse dieser repräsentativen Bevölkerungsumfrage belegen, dass es nicht gelungen ist, den innerhalb der Wissenschaften - insbesondere zwischen Ökonomen, Ökologen und Sozialwissenschaftlern - geführten Diskurs über das Leitbild transparent zu machen. Die Verwirklichung des Konzeptes der nachhaltigen Entwicklung ist aber auf einen alle Bereiche der Gesellschaft umfassenden Lern- und Wandlungsprozess angewiesen.

Auch die Umweltbildung/Umwelterziehung konnte in den vergangenen Jahren ihrer Bedeutung für das Leitbild nicht gerecht werden: Die Grundideen der Vision einer nachhaltigen Entwicklung gehen weit über das Wesen der ökologischen Nachhaltigkeit hinaus. Sie sind nicht unmittelbar aus dem Gedankengebäude von Ökonomie und Ökologie ableitbar und folglich weder normatives Naturprinzip noch wissenschaftliches Konzept. Die Forderung nach Nachhaltigkeit folgt aus ethischen Gründen, baut auf dem Prinzip der Gerechtigkeit auf und umfasst verschiedene Dimensionen:

- Gerechtigkeit zwischen verschiedenen Nutzergruppen einer Nation (Vernetzung von ökonomischer, sozialer und ökologischer Entwicklung - „Retinität“)
- Gerechtigkeit im internationalen Austausch (Sicherung einer Verteilungsgerechtigkeit bei der Nutzung der natürlichen Ressourcen, Anerkennung der globalen Wirkung von Umweltschäden, Angleichung der Lebensbedingungen zwischen entwickelten und unterentwickelten Ländern - „Globalität“)

- Gerechtigkeit hinsichtlich der Lebenschancen für zukünftige Generationen (Berücksichtigung von langfristigen Folgen menschlichen Handelns - „Intergenerationalität“)

Die in der Agenda 21 geforderte „Neuausrichtung der Bildung“ bezieht sich sowohl auf die Inhalte von Bildungsprozessen als auch auf ein veränderndes Verständnis von Lehr- und Lernprozessen. Damit wird letztlich auch das übliche Bild von Schule in Frage gestellt.

Für die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung einer neuen Lernkultur wurden verschiedentlich Vorschläge unterbreitet. Diese reichen von Empfehlungen für Gestaltung einzelner Phasen des Lernprozesses (u.a. JÜDES 1994, BREIDENBACH 1996, MAYER 1998) bis hin zu Systemen von „didaktischen Prinzipien“ (u.a. REISSMANN 1998).

MAYER sieht einen Schwerpunkt in der „Qualifizierungsfunktion“ und plädiert in diesem Zusammenhang für die Bestimmung eines „Kerncurriculums“:

„Der Umweltbildung kommt im Leitbild der nachhaltigen Entwicklung somit eine bedeutende Funktion zu, indem sie die verschiedenen Dimensionen dieses Leitbildes und die unterschiedlichen Strategien und Instrumente ihrer Umsetzung an konkreten Themen für Lehr-Lernprozesse ausarbeitet, den Lernenden diesbezügliches Sachwissen vermittelt und sie damit zur Teilnahme am Umweltdiskurs befähigt bzw. sie für die Bewältigung konkreter Anforderungen im Alltag und Beruf qualifiziert.

Die Bezugnahme auf die Idee nachhaltiger Entwicklung wird daher sicherlich mit einer Erweiterung und Aktualisierung von Lerninhalten innerhalb der Umwelterziehung verbunden sein...“ (MAYER in BEYER 1998, S. 38)

Durch die Einbeziehung von Fachstudien kann der Gefahr einer Beliebigkeit begegnet werden. Damit hat z.B. die Studie „Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung“ des Wuppertal-Institutes (BUND/MISEREOR 1997) eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Umweltbildung/Umwelterziehung.

Mit dieser Studie wurde versucht, ausgehend von einer gründlichen Analyse der Umweltprobleme in der Gegenwart, den Wandel zu einer zukunftsfähigen Gesellschaft aufzuzeigen. Dabei rückten acht Leitbilder des Wandels in den Mittelpunkt, u.a.

- Rechtes Maß für Raum und Zeit
Für eine Verkehrswende mit „*Entschleunigung und Entflechtung*“:
Langsamere Geschwindigkeiten als eine Voraussetzung zur Verminderung des Energieverbrauchs bei gleichzeitiger Förderung der Naherschließung (z.B. Entwicklung verkehrsarmer Stadtstrukturen)
- Für eine lernfähige Infrastruktur
Für bedarfsgerechte Dienstleistungen:
Sichere Energieversorgung mit weniger Kraftwerken (Energiesparmaßnahmen genießen Priorität; Bedarfsauffüllung durch Blockheizkraftwerke oder alternative Anlagen); mobil mit weniger Straßen (Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs und der Flächenbahn, Car-Sharing) und Wohnen mit weniger Umweltverbrauch (Niedrigenergiehäuser, flexible Wohnflächen)
- Stadt als Lebensraum
Für ein Miteinander von Stadt und Region:
Bewusstmachen regionaler Kreisläufe (Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Umwelt und der stadtnahen Region); die Stadt als Förderin zukunftsfähiger Lebensstile (u.a. Zusammenführen der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Versorgen und Freizeit)

Diese Leitbilder beinhalten „Wende-Szenarien“, die diese notwendigen Veränderungen detailliert beschreiben.

Bemerkenswert an der Studie des Wuppertal-Institutes ist u.a., dass die Bedeutung der Zeit für ökologische Probleme explizit angesprochen wird. Das bedeutet beispielsweise, Wechselwirkungen zwischen Mensch, Gesellschaft und Natur nicht nur unter stofflichen bzw. energetischen Aspekten zu analysieren, sondern die Zeitskala ebenfalls mit einzubeziehen. Damit wird die Problemsicht von kurzfristig auftretenden (und oft auch lokal begrenzten) Umweltproblemen wie Lärm oder Luftverschmutzung auf solche wie Ressourcenverbrauch, Ozonabbau und Treibhauseffekt gelenkt, die globale Konsequenzen hervorrufen und erst nach relativ langen Zeitabschnitten in ihren Auswirkungen erkennbar werden.

Für die Umweltbildung/Umwelterziehung haben die Leitbilder eine nicht zu unterschätzende Bedeutung: Sie liefern das Themenspektrum, an dem die Schüler die notwendigen sachbezogenen Kompetenzen erwerben sollten und können damit die Umweltbildung/Umwelterziehung hinsichtlich des Inhaltes der Themen vom Vorwurf der Beliebigkeit befreien.

Für JÜDES ist die pädagogisch-didaktische Komponente der nachhaltigen Entwicklung von herausragender Bedeutung: Entscheidend ist nach seiner Auffassung die kritische Auseinandersetzung mit formulierten Leitbildern. Schülerinnen und Schüler sollten angeregt werden, Expertenwissen nicht blind zu vertrauen und z.B. festgelegte Emissionsquoten oder Grenzwerte nicht lediglich zu interpretieren, sondern kritisch zu hinterfragen. Diese Verfahrensweise bietet dann gute Möglichkeiten, sich mit der Verfasstheit der menschlichen Gesellschaft und unterschiedlichen Auffassungen zu Fortschrittsmodellen auseinander zu setzen. Das Aufgreifen dieses Analyse- und Reflexionsprozesses sollte in eine Auseinandersetzung mit der eigenen Lebenssituation münden. Konsequenzen daraus müssten in der individuellen Lebensumwelt geprüft oder gar erprobt werden können.

In der gegenwärtigen Phase kommt Überlegungen zur didaktisch-methodischen Gestaltung der Lehr-Lern-Prozesse eine zentrale Rolle zu:

Den Schülerinnen und Schülern sollte mehr Gelegenheit gegeben werden, die aktuellen Lebenssituationen auf ihre Komplexität und Unübersichtlichkeit hin analysieren zu können. Bei der Gestaltung dieser Prozesse sind aus lernpsychologischen Untersuchungen bekannte Ergebnisse zu berücksichtigen (u.a. RIEDEL u. TROMMER 1981).

So gilt es als erwiesen, dass das Handeln der Menschen assoziativ gesteuert wird und nur selten logisch-rational. Zwar sind ökologisches Wissen und die Fähigkeit zum Analysieren notwendige Bedingungen für das Lösen von Umweltproblemen, sie sind aber nicht hinreichend. Die äußere Situation des Menschen - Vorhandensein von ausreichender Zeit zum ungestörten Arbeiten, Verfügbarkeit umfassender Informationsquellen - ist ebenso bedeutsam wie seine innere Situation (Bereitschaft zum Nachdenken, Besonnenheit). Die Effektivität des Unterrichts kann also wesentlich erhöht werden, wenn das Fachwissen in einem reichhaltigen assoziativen Kontext dargeboten wird, der später mit großer Wahrscheinlichkeit an die verschiedenen Lebenssituationen anknüpft.

Durch diesen Umgang mit der Komplexität können die Schülerinnen und Schüler zunächst ein tieferes Verständnis von der Stellung des Mensch im Gesamtsystem Erde gewinnen. Sie sollten auch die Gelegenheit erhalten, sich über die globalen Folgen eines unangemessenen Umgangs mit den natürlichen Lebensgrundlagen zu informieren.

Entscheidend ist jedoch, dass nicht auf der Ebene der Gesellschaft oder eines imaginären Menschen stehen geblieben wird. Umweltbildung/Umwelterziehung hat auf die konkrete

Person zu zielen; der Einzelne mit seiner konkreten Lebenssituation muss sich als Adressat wiederfinden und die eigene Lebenswelt handelnd erschließen. Das bedeutet u.a., die gegenwärtigen Bedingungen zu analysieren, Zukunftsentwürfe zu entwickeln und nach Möglichkeit auch zu erproben.

Für die Gestaltung von Umweltbildung/Umwelterziehung heißt das vor allem, mannigfaltige Bedingungen für ein aktives Handeln zu schaffen.

„Die aktionale Komponente versucht, die Trennung zwischen Kopf und Hand zu überwinden, oder, anders ausgedrückt, den Weg zwischen Kopf und Hand zu verkürzen. In diesem Zusammenhang geht es um die tätige Auseinandersetzung mit der eigenen Lebenspraxis, um das Experimentieren, Erproben und Einüben von alternativen Formen individuellen und gemeinschaftlichen Handelns bzw. Kommunikations- und Konsumweisen, um Formen eines sachgerechten und schonenden Umganges mit den natürlichen Lebensgrundlagen usw.

Jeder Aktion muß stets Reflexion folgen, d.h. es muß zurückgefragt werden auf ihre jeweilige Zielsetzung... Auf diese Weise soll verhindert werden, daß Aktion in ziellosen Aktionismus umschlägt, der letztlich das stabilisiert, was verändert werden soll.“
(BREIDENBACH 1996, S. 257)

Das Erschließen der eigenen Lebenswelt bedingt den Dialog mit der sozialen Umwelt („pädagogisch-soziale Komponente der nachhaltigen Entwicklung“):

Die Schülerinnen und Schüler sollen Einblicke in Willensbildungsprozesse gewinnen, Kräftekonstellationen und dahinterstehende Interessen erkennen lernen und Vergleiche mit den Leitbildern einer nachhaltigen Entwicklung vollziehen. Die Vielfalt der Lebensformen und Weltanschauungen macht Kommunikation erforderlich und hat u.a. Toleranz sowie Dialogbereitschaft zur Voraussetzung.

Auf dieser Ebene sind Zugänge zur Umweltproblematik auch aus ethischer und religiöser Sicht möglich. Daraus wird zugleich deutlich, dass sich die Umweltbildung/Umwelterziehung nicht auf einige wenige („traditionelle“) Unterrichtsfächer beschränken kann.

2.6. Zusammenfassung: Zur Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels im Bildungswesen

Die europäische Kultur hat sich im Verlaufe der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft weltweit durchgesetzt. Sie war es auch, die die Herrschaft der Menschen über die Natur und die Naturzerstörung ermöglicht hat. Speziell den Naturwissenschaften kommt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle zu.

Erkenntnis der Natur und Beherrschung der Natur führten insbesondere seit dem 19. Jahrhundert zu einer rasanten technischen Entwicklung. Heute leben die Menschen in den entwickelten Ländern in einer vom Menschen geschaffenen und seinen Bedürfnissen angepassten Umwelt.

Im 20. Jahrhundert ließ das beständige Wohlstandswachstum in den modernen Industriegesellschaften des Westens bzw. Ostens den Glauben wachsen, dass die materiellen Lebensverhältnisse ständig verbessert werden können. Die Idee des linearen Fortschritts fand eine weite Verbreitung. Auftretende Probleme konnten durch die umfassendere Ausbeutung natürlicher Ressourcen scheinbar gelöst werden. Dabei bewiesen die moderne Wissenschaft, die Marktwirtschaft und die Parteiendemokratie westlicher Prägung im Laufe der Zeit ihre

Überlegenheit, so dass die staatssozialistischen Länder Osteuropas in den 90er Jahren dieses System zu kopieren begannen.

Diese Entwicklung kann jedoch nicht überdecken, dass der gesamten modernen Gesellschaft eine Existenzkrise droht: Die im globalen Maßstab ständig zunehmenden Eingriffe der Menschen in das „System Erde“ führen zwangsläufig zu Systemstörungen, die auf die Grenzen des gegenwärtig praktizierten Wohlstandswachstums hinweisen. Spätestens seit dem Bericht des Club of Rome von 1972 wird über die Grenzen des Wohlstandswachstums diskutiert. Es besteht Konsens, dass das heute in den westlichen Industrieländern erreichte materielle Lebensniveau nicht auf alle Staaten der Erde übertragen werden kann, ohne das Gesamtsystem zu gefährden.

Trotz dieser prinzipiellen Einsicht dominieren bei den maßgeblichen gesellschaftlichen Kräften – nicht nur in Deutschland – zumeist die kurzfristigen Wachstumsinteressen. Der Umweltschutz wird zwar nicht in Abrede gestellt, dennoch herrscht eine folgenarme Betroffenheit vor. Diese Inkonsequenz resultiert insbesondere aus der relativen Ferne der Umweltkrise von der aktuellen Realität und ihrem „schleichenden“ Charakter.

Die engen Verbindungen zwischen Wirtschaft und Politik sowie die Abhängigkeit der politisch Verantwortlichen von Wahlentscheidungen dämpfen die Bereitschaft, Probleme mit spürbaren subjektiven Konsequenzen („Wendeszenarien“, „qualifizierter Wohlstand“) oder Fragen mit globalen Inhalten nachdrücklich zu thematisieren.

Die Industrialisierung im 19. Jahrhundert und das Aufblühen der Ingenieurwissenschaften hatten einen unmittelbaren Einfluss auf das Bildungswesen: Während es noch Anfang jenes Jahrhunderts zu scharfen Auseinandersetzungen vor allem in Bayern, Österreich und Preußen über den generellen Wert der naturwissenschaftlichen Bildung kam, war 100 Jahre später z.B. der Physikunterricht relativ fest etabliert. Dennoch erhielten in Deutschland die Absolventen der realistisch orientierten höheren Schulen erst im Jahre 1902 - nach langem und zähem Kampf - die Berechtigung zum Universitätsstudium!

In den folgenden Jahrzehnten nahm die Akzeptanz des naturwissenschaftlichen Unterrichts beständig zu. Die technische Entwicklung wurde zu einem Synonym für den gesellschaftlichen Fortschritt. In den Industrieländern führte eine umfassende Technisierung des Alltags zu einer beträchtlichen Verbesserung des Lebensstandards.

Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden in einer breiteren Öffentlichkeit die Schäden bewusst wahrgenommen, die menschliche Aktivitäten der Umwelt zufügen. Eine politisch agierende Umweltschutzbewegung entstand in vielen Ländern, die Industrialismus und Wirtschaftswachstum als Grundübel anprangerte. Aber auch das politische Establishment reagierte und zählte fortan die Umweltpolitik zur „staatlichen Daseinsvorsorge“. In diesem Zusammenhang wurden die dem Bildungswesen zugeordneten Zielstellungen um das Bildungsziel „umweltbewusstes Verhalten“ erweitert. In Deutschland wurde die „Umwelterziehung“ als ein zusätzliches Unterrichtsprinzip in die Rahmenrichtlinien bzw. Lehrpläne aufgenommen.

Als Alternative zum etablierten Bildungswesen entstanden die „Ökopädagogik“ und das „ökologische Lernen“. Mit ihren Entwürfen zum Lernort „Schule“ und einer radikalen Kritik an den bestehenden gesellschaftlichen Verhältnissen, die zudem die vorherrschenden Denk- Handlungsstrukturen der Menschen mit einbezog, konnten weder parlamentarische Mehrheiten noch eine breite Zustimmung unter der Bevölkerung erreicht werden.

Frühzeitig wurde die Bedeutung der Lehrkräfte für die Entwicklung der Umwelterziehung an den Schulen bzw. Hochschulen erkannt (z.B. Tbilissi 1977). Empfehlungen für die

Lehrerausbildung sowie -fortbildung wurden sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene formuliert.

Die referierten Analysen zur Situation der Umweltbildung/Umwelterziehung an den Institutionen der Lehrerausbildung dokumentieren jedoch ein sehr defizitäres Bild. Verursacht wird dies durch fehlende Verbindlichkeiten in den rechtlichen Rahmenbedingungen, durch den aus einer zwingend erforderlichen Vernetzung von fachlichen, pädagogischen und didaktischen Dimensionen resultierenden hohen Lehraufwand sowie durch Defizite in der Forschung.

Da folglich ein Großteil der Lehrkräfte während ihrer Ausbildungszeit noch nicht mit Fragen von Umweltbildung/Umwelterziehung konfrontiert wurde, sollte eine diesbezügliche Fortbildung einen besonderen Stellenwert besitzen. Unzureichende Angebote und die Situation, dass Lehrerinnen und Lehrer nicht zur Qualifizierung für dieses Aufgabenfeld verpflichtet werden können, begründen eine Stagnation in diesem Bereich.

Demzufolge überrascht es nicht, dass ökologische Fragen in der Institution „Schule“ zumeist mit den traditionellen Methoden und im üblichen Organisationsrahmen (Klassenunterricht im 45-Minuten-Takt) behandelt werden. In Einzelfällen konnten mit dem Projektunterricht gute Erfahrungen bei der Gestaltung der Umweltbildung/Umwelterziehung gesammelt werden.

Als durch einzelne empirische Untersuchungen in den 80er und in den 90er Jahren nachgewiesen wurde, dass es trotz aller Bemühungen in der Regel nicht gelungen war, die Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln in Umweltfragen abzubauen, glaubte man durch handlungsorientierte Konzeptionen zu einer Effektverbesserung zu gelangen. Fehlende Studien zu langfristigen Wirkungen von umwelterzieherischen Einwirkungen lassen jedoch keine gesicherten Aussagen zu und weisen auf einen enormen Forschungsbedarf hin.

Zugleich mehrten sich die Stimmen, die grundsätzliche Kritik an der etablierten Umwelterziehung übten.

Aus der Verwirklichung des Konzeptes der nachhaltigen Entwicklung wird abgeleitet, dass ein Lern- und Wandlungsprozess zu initiieren ist, der alle Bereiche der Gesellschaft umfassen muss. Dabei kommen dem Bildungswesen insgesamt und besonders der Schule bedeutende Aufgaben zu:

- Umweltbildung/Umwelterziehung muss in allen Bereichen des Bildungswesens eine Selbstverständlichkeit sein.
- Möglichst frühzeitig sollten die Kinder einen schonenden Umgang mit der Natur lernen.
- Schülerinnen und Schüler müssen umfassend mit den wichtigsten ökologischen Zusammenhängen vertraut gemacht werden und Einblicke in ökonomische, soziologische und politische Dimensionen dieser Sachverhalte erhalten.

Eine an der nachhaltigen Entwicklung orientierte Umweltbildung/Umwelterziehung stellt damit das übliche Bild von Schule in Frage: Die pädagogischen Paradigmen, insbesondere die hinter den die Naturwissenschaften repräsentierenden Schulfächern und dem fächerübergreifenden Konzept der Umweltbildung/Umwelterziehung stehenden, sind nicht problemlos vereinbar. Dennoch gibt es zur Institution „Schule“ in der Industriegesellschaft keine überzeugende Alternative. Grundlegende Reformen sind jedoch zwingend geboten.

Ein Ansatz kann darin bestehen, den traditionellen Fachunterricht phasenweise durch fächerübergreifendes bzw. fächerverbindendes Arbeiten zu ergänzen. Beispiele für dieses Konzept sollen in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt werden.

3. Der Beitrag des Fachunterrichts Physik zur Ausprägung eines bewussten Umweltverhaltens in Vergangenheit und Zukunft - Genese und Praxis der Umweltbildung/Umwelterziehung in ausgewählten europäischen Ländern

3.1. Zur Behandlung von Umweltfragen an den Schulen der alten BRD

3.1.1. Didaktische Konzeptionen, Themen und schulische Rahmenbedingungen der Umwelterziehung

In den 70er Jahren wurde in Westdeutschland offenkundig, mit welchen Gefahren die fortschreitende globale Industrialisierung für die Umwelt und damit auch für die Existenz der Menschheit verbunden war.

Im Schulunterricht jener Zeit wurden verschiedene Umweltbelastungen (insbesondere die Müllproblematik und die Luftverschmutzung) vor allem in den Fächern Biologie und Geographie beschrieben. Dabei dominierte eine fachbezogene Betrachtungsweise.

Die Ursachen und Hintergründe der Umweltprobleme sowie politische Konsequenzen traten demgegenüber zurück. Es wurden didaktische Einzelvorlagen und pragmatische Anknüpfungspunkte für die Hand des Lehrers veröffentlicht.

BOLSCHO, EULEFELD und SEYBOLD (1992) bezeichnen die didaktische Konzeption dieser ersten Phase als „*Aufklärung über Umweltprobleme*“. Dabei lag weder ein theoretisches Fundament noch ein didaktisches Grundkonzept vor.

Diese Phase kann auch als Reaktion der Schule auf Studien gewertet werden, die „*die prinzipielle Un-Informiertheit (zu spät, zu wenig, zu ungenau) des Durchschnittsbürgers*“ kritisieren. Die stetig gewachsene „*Kluft zwischen Anspruch und Fähigkeit der Bürger zur Teilnahme an demokratischen Entscheidungsprozessen*“ hemmte offenkundig die Einbeziehung der Bürger in Aktivitäten öffentlicher Institutionen und beeinflusste das Verständnis für gesetzgeberische Maßnahmen.

In der sich anschließenden Phase bildeten sich vor allem zwei Strömungen heraus, die kontrovers zueinander standen: Die „Umwelterziehung“ und das „ökologische Lernen“ bzw. die „Ökopädagogik“ (vgl. 2.2.4.)

Die „Umwelterziehung“ wurde vor allem von Fachdidaktikern und Fachlehrern vertreten, die bestrebt waren, ökologische Themen in die traditionellen Unterrichtsfächer zu integrieren. Vorschläge zur Gestaltung von fächerübergreifendem Unterricht und von Unterrichtsprojekten wurden entwickelt.

SEYBOLD unterscheidet ausgehend von Analysen vorliegender Unterrichtsmaterialien drei fächerübergreifende Konzeptionen :

- fachspezifisch-koordinativer Ansatz
Die Themen werden relativ umfassend in einem Fach bearbeitet. An bestimmten „Koordinationspunkten“ werden Erklärungsweisen anderer Disziplinen herangezogen.
- thematisch-strukturierter Ansatz
Die Unterrichtsmaterialien weisen einen hohen Grad an Interdisziplinarität auf.
Die Themen werden systematisch erschlossen. Dabei werden die Aussagesysteme verschiedener Wissenschaftsdisziplinen genutzt.
- problemorientierter Ansatz
Die Lernprozesse zielen nicht auf Vollständigkeit, sondern auf die Erfordernisse der Problemlösungen.

In diesen fächerübergreifenden Konzeptionen wurde Umwelterziehung als problem- und handlungsorientiertes Lernen aufgefasst. Im Gegensatz zur ersten Phase wurde hierbei an den

Ursachen der Umweltprobleme - dem Vorherrschen ökonomisch orientierter Wertvorstellungen - angesetzt: Die Schüler sollten befähigt werden, ihr Handeln zunehmend an ökologisch begründeten Werten zu messen. Dadurch glaubte man die allgemeine Haltung zur Natur zu verändern und vor allem die Bedeutung natürlicher Ressourcen bewusst zu machen.

Das Umsetzen derartiger Konzeptionen hätte eine Veränderung des traditionellen Lernens in den einzelnen Fächern zur Folge gehabt.

BOLSCHO konnte bereits 1979 durch Lehrplananalysen nachweisen, dass der Anteil von umweltrelevanten Inhalten zugenommen hat.

Untersuchungen des IPN Kiel (EULEFELD, BOLSCHO, RODE, ROST u. SEYBOLD 1993), die in den 80er Jahre durchgeführt worden sind, konzentrierten sich auf zwei Fragekomplexe:

- 1) Umwelterziehung - unterrichtlicher Rahmen, Methoden, Themen und Kontext
- 2) Umwelterziehung - fördernde bzw. behindernde Faktoren und Zusammenhänge

Diese Untersuchungen hatten einen repräsentativen Charakter:

In die Datenerhebung waren 60 Schulen aus 9 Bundesländern und aus Westberlin einbezogen worden (je eine Grund-, Haupt-, Real- und Gesamtschule und jeweils ein Gymnasium für die 9. Klasse und für die 12. Klasse).

Beteiligte Fächer waren Biologie, Chemie, Physik, Erdkunde, Wirtschaft/Politik, Hauswirtschaft, Arbeitslehre/Technik/Werken, Religion und Sachunterricht.

Der Zeitraum der Datenerhebung erfasste ein Schulhalbjahr.

Es wurden vier verschiedene Fragebögen eingesetzt:

Schulleiterfragebogen, Fachleiterfragebogen, Lehrerfragebögen (Teil I und Teil II).

Befragt wurden Lehrer, die im zweiten Schulhalbjahr 1984/85 eines der aufgeführten Fächer in einer 4., 9. oder 12. Klasse unterrichtet hatten.

Von diesen 714 Lehrern antworteten 431, davon hatten 238 kein umweltrelevantes Thema unterrichtet.

In diesen Erkundungen wurde deutlich, dass allein in der Fächergruppe Biologie, Chemie, Erdkunde, Religion und Physik 78,9% der Umweltthemen behandelt worden sind. Die Inhalte konzentrierten sich dabei auf fünf Bereiche:

- „Ökosysteme“ in Biologie
- „Luft“ in Chemie
- „Umweltprobleme in anderen Ländern“ in Erdkunde
- „Globale Umweltprobleme“ in Religion
- „Energie“ in Physik

Über 50% der Themen wurden in Einzelstunden behandelt, etwa 33% in Doppelstunden, etwa 10% auch halbtags, aber nur etwa 3% ganztägig oder an Projekttagen.

In den Untersuchungen wurde auch erfasst, mit welchen Methoden die Umweltthemen behandelt wurden (nach ROST: „*Behandlungstypen*“). ROST unterscheidet dabei drei Typen:

„TYP 1: dem didaktischen Konzept von Umwelterziehung entsprechend, also hohe Ausprägungen im Hinblick auf die zentralen Merkmale Situations-, Problem-, Handlungs-, Systemorientierung.

TYP 2: verbal-problemorientiert; hier findet der Unterricht nicht so sehr entlang der handlungsorientierten Merkmale von Umwelterziehung statt, sondern mehr entlang einer verbalen Darstellung, was sich u.a. in einem hohen Grad der Verwendung von Papiermaterialien für die Schüler zeigt. Das Thematisieren von Umweltproblemen spielt bei diesem Behandlungstyp allerdings eine deutliche Rolle.

TYP 3: nicht dem didaktischen Konzept von Umwelterziehung entsprechend; weder die im Typ 1 noch die im Typ 2 genannten Merkmale treten hier dominant hervor.“
(EULEFELD, BOLSCO, ROST u. SEYBOLD 1988, S. 159)

Nur 15% der Umweltthemen wurden nach „Typ 1“ - und damit entsprechend der KMK-Empfehlungen von 1980 - behandelt. Ausnahmen bildeten Biologie mit 36% der Themen und Sachunterricht mit 28% der Themen. (In Biologie war der Stellenwert von Experimenten und Untersuchungsberichten relativ hoch. Es wurden aber auch natur- und sozialwissenschaftliche Perspektiven einbezogen und lokale Bezüge hergestellt.)

46,5% der Themen wurden verbal-problemorientiert („Typ 2“) behandelt. Dabei schwanken die Werte zwischen 36% in Chemie und 58% in Arbeitslehre/Technik.

„Diese Ergebnisse lassen die Interpretation zu, daß es in den für Umwelterziehung relevanten Fächern durchaus als wichtig betrachtet wird, Konflikt- und Problemaspekte aus natur- und sozialwissenschaftlicher Sicht einzubeziehen, daß aber offenbar die Übertragung solcher Aspekte auf die Handlungsebene (Schüler in der Umwelt konkret handeln lassen) große Schwierigkeiten bereitet. Die 46,5% Umweltunterricht, die insgesamt auf diesen Behandlungstyp entfallen, wird man als einen zwar ‘aufklärerisch-kritisch’ gemeinten, aber insgesamt abstrakten Unterricht bezeichnen können.“
(EULEFELD, BOLSCO, ROST u. SEYBOLD 1988, S. 160)

38,5% des Umweltunterrichts umfasste weder Problem- noch Handlungsaspekte („Typ 3“).

Ausgehend von dieser Methodenverteilung bestätigte sich die Frage nach fördernden bzw. behindernden Einflussfaktoren auf die Umwelterziehung an den Schulen.

Die Erkundungen wurden auf drei Feldern vorgenommen:

1) Schulische Ressourcen zur Umwelterziehung

Auf diesem Feld wurde u.a. die Ausstattung der Schulen mit Materialien und Medien auf der Basis der Aussagen der zuständigen Fachleiter erfasst. Dabei erfolgte eine Zuordnung zu den vier Kategorien „Unterrichtseinheiten“, „Textmaterialien (Lehrerhandbücher, Sachbücher, Zeitschriften u.ä.)“, „audiovisuelle Medien“ und „Experimentiermaterial“.

Die Ausstattung wird „eher als durchschnittlich denn als gut“ eingeschätzt.

Diese pauschale Einschätzung verdient es, detaillierter dargestellt zu werden, da brisante Daten nivelliert wurden. Von den 58 beteiligten Schulen

- waren an 37 keine Unterrichtseinheiten (weder von den 15 vorgegebenen noch von evt. sonst noch existierende didaktische Anleitungen) vorhanden
- verfügten 35 über keine Lehrerhandbücher zur Umwelterziehung und 33 über keine Sachbücher
- besaßen 33 Schulen keine Diaserie und 32 keine Folienserie
- hatten 19 Schulen keinerlei materielle Ausstattung (Experimentierkästen)

Wenn also an etwa zwei Drittel der Schulen keine modernen didaktischen Materialien („Unterrichtseinheiten“ mit Anregungen zu fächerübergreifendem Unterricht oder Projektbeispielen) bzw. gedruckte oder audio-visuelle Medien vorhanden sind und ein Drittel der Schulen über keinerlei experimentelle Voraussetzungen verfügen, so bleibt das auf die konkrete Unterrichtsgestaltung nicht folgenlos und bedingt letztlich die geringe Verbreitung von Behandlungstyp 1.

Auch die Ausstattung der Schulen mit Biotopen im Schulgelände (Schulgarten, Schulwald, Gewässer) war nicht zufriedenstellend: 48% der Schulen verfügten über kein schulnahes Arbeitsbiotop. Bundesweit existierten neben traditionellen Lernorten (Zoo, Botanischer Garten) nur 170 „innovative Lernorte“ (ökologische Station, Naturschutzzentrum, Freilandlabor u.ä.).

2) Personenbezogene Merkmale der Lehrenden

Auf diesem Feld wurden die Einstellungen der Lehrer zur Umweltproblematik und ihre Sicht auf die institutionellen Normierungen (Lehrpläne, Leistungserfassung und -bewertung, Aufsichtspflicht, Elternmitbestimmung) erkundet.

Es wurde dabei das in anderen Untersuchungen festgestellte hohe Umweltbewusstsein der Lehrer insgesamt bestätigt.

Auch bei den Lehrkräften kann zwischen „internem“ und „externem“ Umweltbewusstsein unterschieden werden: „Intern“ eingestellte Menschen schreiben die Verantwortung zur Lösung von Umweltproblemen stärker dem Handeln des Einzelnen zu. „Intern“ eingestellte Lehrer sind in der Regel bemüht, diese Einstellung durch entsprechende Anregungen auf die Schülerinnen und Schüler zu übertragen. Sie unterrichten folglich situationsorientierter, fördern sozial- und naturwissenschaftliche Schüleraktivitäten und führen vermehrt außerschulische Erkundungen durch.

Einschränkungen in der pädagogischen Freiheit resultieren aus der Sicht der Lehrer vor allem aus der Stofffülle der Lehrpläne und aus dem schulorganisatorischen System (Stundenplan).

3) Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte

In der Untersuchung wurde festgestellt, dass in den vorangegangenen drei Jahren nur 18,1% der Lehrer an mindestens einer auf die Umwelterziehung bezogenen Fortbildungsveranstaltung teilgenommen hatten. Darunter war der Anteil der in Biologie ausgebildeten Lehrkräfte mit 29,9% überproportional hoch. Deutlich wurde bei den Biologielehrern, dass eine hohe Ausprägung des Verantwortungsbewusstseins mit der Beteiligung an allen Formen der Lehrerfortbildung korreliert (vgl. auch 2.3.!).

EULEFELD, BOLSCO, ROST und SEYBOLD ziehen aus ihrer Untersuchung die Schlussfolgerung, dass die Umwelterziehung noch keinen zufriedenstellenden Stand erreicht hat und fordern für die schulische Praxis mehr Zeit, eine bessere Ausstattung und eine verstärkte Fortbildung.

Im Oktober 1989 führten das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und das Kultusministerium Niedersachsen die zweite Fachtagung in der Reihe „Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland“ durch. Dabei wurde festgestellt, dass zwar ökologische Inhalte in die Lehrpläne der allgemeinbildenden Schulen integriert werden konnten, jedoch die Umsetzung in den einzelnen Unterrichtsstunden und an den verschiedenen Schulen sehr unterschiedlich ist.

„Eine Analyse der Kenntnisse und Verhaltensweise der Lehrenden im Umgang mit Umwelterziehung zeigt, daß Lehrer und Lehrerinnen zwar auf der einen Seite sehr motiviert und bereit sind, sich auch schulform- und fächerübergreifend über gemeinsame didaktische und methodische Prinzipien der Umwelterziehung zu verständigen, dennoch auf der anderen Seite immer wieder den Möglichkeiten, die ihnen heute ihre Institutionen und Curricula geben, hilflos gegenüberstehen...

Viele Lehrer und Lehrerinnen wissen nicht, wie sie fächerübergreifenden Unterricht, ökologisch fundierte Projektwochen oder die Zusammenarbeit mit anderen Lernorten organisieren sollen. Dies liegt nicht nur ... an mangelndem Willen: Lehreraus- und -fortbildung selbst sind oft so strukturiert, daß ökologische Inhalte, die wegen ihrer Komplexität eben fächerübergreifende Ansätze erfordern, mit traditionellen Methoden nur schwer unterrichtet werden können.“ (Modelle zur Umwelterziehung in der BRD. 2.Bd., 1990, S. 12)

3.1.2. Physikunterricht und Umwelterziehung an westdeutschen Schulen

In den allgemeinen Zielsetzungen des Physikunterrichts tauchte das Bezugsfeld „Umwelt“ erstmals Mitte der 70er Jahre auf (HÄUSSLER und LAUTERBACH 1976). - In dem von ihnen entwickelten „Zielekatalog für den Physikunterricht“ wurden die Zielstellungen in vier Bereiche eingeordnet: das Fach, die Gesellschaft, die Umwelt und der Schüler.

Im Vergleich zu früheren Zusammenstellungen traten bei HÄUSSLER/LAUTERBACH die fachspezifischen Ziele stark in den Hintergrund. Ihre Zielstellungen waren relativ allgemein formuliert. Es dominierten - vor allem auch im Handlungsbereich „Umwelt“ - politische Legitimationsargumente.

„Der Schüler

- *erkennt, daß die Menschen mit Hilfe von Naturwissenschaft und Technik die Umwelt tiefgreifend verändert haben, und er setzt sich mit diesen Veränderungen kritisch auseinander;*
- *ist bereit, aktiv an einer verantwortungsbewußten Umweltgestaltung teilzunehmen.“* (HÄUSSLER/LAUTERBACH. In: Empfehlungen zur Entwicklung von Lehrplänen für den Physikunterricht der Sekundarstufe I. 1976, S. 28)

Zwischen 1974 und 1976 trafen sich auf Einladung des IPN Kiel Vorsitzende bzw. Mitglieder von Lehrplankommissionen aus 8 Bundesländern zu fünf Gesprächsrunden, um Empfehlungen zur Entwicklung von Lehrplänen für den Physikunterricht der Sekundarstufe I zu erarbeiten.

In den 1976 veröffentlichten Empfehlungen sind eine Zusammenstellung von allgemeinen Zielen („16 Gesichtspunkte für die Inhaltsauswahl“) und ein „Minimalkatalog von Unterrichtsgegenständen, der für alle Schularten als gemeinsames Fundamentum gedacht ist“ enthalten.

Diese 16 Gesichtspunkte sollten bei der Lehrplanarbeit helfen, solche Themen begründet auszuwählen, die für zeitgemäßen Unterricht als unverzichtbar angesehen werden. Dadurch sollten die Lehrer angeregt werden, ihren Unterricht unter Einbeziehung teilweise neuer Aspekte zu gestalten.

„Ist der Inhalt geeignet, ...

- VIII *durch Naturwissenschaft und Technik ermöglichte Fehlentwicklungen aufzuweisen, d.h., ist er ein kontroverses Thema unserer Zeit? (Beispiele: Rohstoff- und Energieverknappung; Ökologie-Krise; Kriegstechnologie)*
- IX *zu demonstrieren, wie Naturwissenschaft und Technik unsere Umwelt verändert haben und wie man zur verantwortungsbewußten Mitgestaltung beitragen kann? (Beispiele: Veränderung der Landschaft durch technische Großbauten; Energieversorgung und Umweltbelastung; Elektrische Geräte im Haushalt)...*
- XIII *die natürliche und technische Umwelt begreifen zu helfen? (Beispiele: Erklärung von Phänomenen wie Gewitter, Niederschlag, Ebbe und Flut; Funktionsweise technischer Geräte (Haushalt, Kernkraftwerk); Alarm- und Kontrollleinrichtungen).“* (Empfehlungen zur Entwicklung von Lehrplänen für den Physikunterricht der Sekundarstufe I. 1976, S. 10)

In der Untersuchung des IPN Kiel (EULEFELD, BOLSCO, ROST und SEYBOLD, 1988) wurde auch die Situation der Umwelterziehung im Physikunterricht exemplarisch erfasst:

- Inhaltsaspekte der Umwelterziehung

Die 37 im Unterricht behandelten Umweltthemen verteilen sich auf drei Themenfelder:
„Energie“ (29 Nennungen)

„Luft“ (4 Nennungen)

„Lärm“ (4 Nennungen)

- Zuordnung zu einem „Behandlungstyp“

Nur 11% der Themen wurden in einem Unterricht bearbeitet, der die „wünschenswerten“ Merkmale der Umwelterziehung - handlungsorientiert, situationsorientiert, problemorientiert, systemorientiert - aufweist („Behandlungstyp 1“). Die Behandlung von 43% der Themen erfolgte verbal-problemorientiert („Behandlungstyp 2“). Die Unterrichtsgestaltung bei 46% der Themen wurde dem Behandlungstyp 3 zugeordnet.

Hinsichtlich der geringen Handlungsorientierung im Physikunterricht trotz des Nutzens von Experimentiermaterialien liefern die Autoren eine Interpretationshilfe:

„Überraschend ist, daß in Physik und Chemie naturwissenschaftliche Aktivitäten und Produkte entweder gar nicht vorkommen oder niedrige Werte aufweisen, sozialwissenschaftliche Aktivitäten und Produkte dagegen relativ hohe Anteile einnehmen. Daraus auf eine alleinige sozialwissenschaftliche Ausrichtung der Umwelterziehung in diesen Fächern zu schließen, verbieten die Werte für die Verwendung von Experimentiermaterialien... Es spricht einiges für die Annahme, daß in diesen Fächern über den Einsatz von Experimentiermaterialien (naturwissenschaftlich) fachlich ausgerichtete Inhalte vermittelt werden, die dann in ihren gesellschaftlichen Bezügen durch sozialwissenschaftliche Aktivitäten und Produkte ergänzt werden...“

Die Daten für Physik, Chemie und Technik weisen aber darauf hin, daß über die Kombination der Verwendung von Experimentiermaterialien und sozialwissenschaftliche Aktivitäten und Produkte fächerüberschreitende Perspektiven im Rahmen der Umwelterziehung vorkommen.“ (EULEFELD, BOLSCO, ROST u. SEYBOLD 1988, S. 93)

- Fachprofil

Das Fach Physik wird als deutlichstes Beispiel für eine vom fachlichen Inhalt ausgehende Umwelterziehung gekennzeichnet:

„Das Bearbeitungsmuster ... ist der Struktur des Umweltunterrichts in Chemie sehr ähnlich: Hoher Grad der Verwendung von Experimentiermaterialien durch Schüler; geringe Ausprägungen bei den Schüleraktivitäten und Lernprodukten; natur- und sozialwissenschaftliche Analyseaspekte liegen im Durchschnitt.“

Dies ergibt eine geringe handlungsorientierte Ausrichtung..., hingegen eine hohe 'verbal-problemorientierte' Behandlung... Für die Art der Behandlung des Hauptthemas in der Physik spricht allerdings, daß in 76% der Fälle ein lokaler Bezug hergestellt wird und daß die 'sozialwissenschaftlichen Aktivitäten' (also z.B. Befragungen oder Zusammenarbeit mit außerschulischen Personen und Institutionen erwähnenswert sind...“ (EULEFELD, BOLSCO, ROST u. SEYBOLD 1988, S. 109)

3.2. Zur Behandlung von Umweltfragen an den Schulen der DDR

3.2.1. Zum Verhältnis von Natur und Mensch in der DDR

In der sowjetischen Besatzungszone waren die Natur- und Heimatfreunde im „Kulturbund zur demokratischen Erneuerung Deutschlands“ organisiert. 1950 konstituierte sich unter diesem Dach eine zentrale Leitung und Fachausschüsse bzw. Arbeitskreise nahmen ihre Tätigkeit auf. Mit der 1952 erfolgten Neugliederung der DDR in Bezirke fungierte das Landwirtschaftsministerium als oberste Naturschutzbehörde. In diesem Jahr wurde an der Akademie für Landwirtschaftswissenschaften eine Sektion Naturschutz und Landeskultur gegründet und eine Arbeitsgruppe zur Erarbeitung eines neuen Naturschutzgesetzes gebildet.

1953 erfolgte die Gründung des Institutes für Landschaftsforschung und Naturschutz (ILN) in Halle.

1954 wurde das „Gesetz zur Erhaltung und Pflege der heimatlichen Natur“ (Naturschutzgesetz) in Kraft gesetzt. Es löste das seit 1935 gültige Reichsnaturschutzgesetz ab. Bei Waren entstand die weltweit erste Lehrstätte für Naturschutz „Müritzhof“.

Ab 1957 fand alljährlich eine „Naturschutzwoche“ (ab 1970: „Woche der Landeskultur“) statt.

Ab 1968 war der Naturschutz als Verfassungsziel in der Verfassung der DDR verankert.

1970 wurde das „Gesetz über die planmäßige Gestaltung der sozialistischen Landeskultur in der DDR“ erlassen. Mit seinen Durchführungsbestimmungen erhob es einen umfassenden Normierungs- und Regelungsanspruch (Naturschutz; Schutz des Bodens, der Gewässer und der Wälder; Reinhaltung der Luft; Abfallbeseitigung). Dieses Gesetz ging mit seinen Zielsetzungen weit über das „Bundesnaturschutzgesetz“ von 1976 hinaus.

Dennoch blieben die staatlichen Regelungen weitgehend erfolglos. Die Umweltbedingungen verschlechterten sich zunehmend:

- Die einseitige Orientierung auf den Primärenergieträger Braunkohle hatte eine sehr hohe Emission von Schwefeldioxid zur Folge. So erhöhten sich die Emissionen zwischen 1976 und 1987 um 1,35 Millionen Tonnen auf 5,56 Millionen Tonnen SO₂.
- Die Abgasreinigung bei Energiebetrieben befand sich überwiegend in der Phase der Staubreduktion.
- Der Wasserhaushalt war außerordentlich angespannt, da zu den knappen natürlichen Ressourcen hohe spezifische Verbrauchsmengen in der Produktion und ein kontinuierlich steigender Pro-Kopf-Verbrauch der Bevölkerung kamen. Obwohl die Wasserversorgung in einem sehr großen Umfang auf der Nutzung von Oberflächenwasser basierte, gab es Rückstände in der Abwassertechnologie.
- Ein flächendeckendes Aufkaufssystem für Altstoffe, Abfälle und Abfallprodukte (SERO) sowie die organisierte Müllabfuhr in allen Gemeinden konnten die Entstehung tausender wilder Müllkippen nicht verhindern.

Offenkundig gelang es nicht, die im folgenden aufgeführten Vorteile einer sozialistischen Gesellschaft zu nutzen:

- Da Betriebe und Natur gesellschaftliches Eigentum sind, fehlt das Konfliktpotential zwischen individuellen Unternehmerinteressen und der Natur. Die Nutzung der Natur dürfte folglich nur in dem Maße erfolgen, wie gesellschaftliche Interessen nicht berührt werden.
- Alle Informationen zur Umweltsituation liegen zentral vor und können administrativ einfach genutzt werden.
- Es sollten ausschließlich Produkte, die einen hohen Gebrauchswert besitzen, hergestellt werden. Dinge, für die in marktwirtschaftlichen Systemen erst durch Werbung eine Nachfrage manipuliert wird, müssen nicht produziert werden.
- Ressourcenschonende Produktionskonzepte sind möglich, da der Staat selbst die Entscheidungen für den Produktionsverbrauch trifft.

In den zentralen Dokumenten der DDR (z.B. Volkswirtschaftspläne, Parteitagebeschlüsse) wurde stets auf ein stabiles Wachstum der wirtschaftlichen Leistungen orientiert. Darin manifestierte sich der Glaube an die Unbegrenztheit des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und das Streben nach einem quantitativen Mehrergebnis.

Vor allem in den 80er Jahren wurde die für notwendige Investitionen im Umweltbereich erforderliche Steigerung der Arbeitsproduktivität real nicht mehr erreicht. Zur Sicherung des

Konsumtionsniveaus sank die Akkumulationsrate beständig. Diese gravierende Fehlentwicklung war u.a. darin begründet, dass es in der DDR nicht gelungen war, eigenständige Wertvorstellungen zu entwickeln. Vielmehr wurden die Maßstäbe für die Wohlfahrt von den westlichen Industrieländern, vor allem aber von der BRD, übernommen und kopiert.

Dieses Dilemma verschärfte sich, als in den 80er Jahren die Umweltbedürfnisse zunehmend an Gewicht gewannen. In den soziologischen Befragungen wurde deutlich, dass die Kluft zwischen dem tatsächlichen und dem gewünschten Maß der Befriedigung bei den Umweltbedürfnissen am größten war (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Einschätzungen über Veränderungen des Umweltzustandes (in Prozent der befragten DDR-Bürger, nach PAUCKE 1989)

Objekt	verbessert	unverändert	verschlechtert	Unschlüssig
Luft	2	42	49	7
Lärm	1	49	48	2
Gewässer	3	18	50	29
Grünanlagen	28	44	24	4

Bei den Erklärungsversuchen für diese Diskrepanz zwischen den theoretisch vorhandenen Möglichkeiten und der Realität lassen sich zwei Strömungen unterscheiden:

- Auf eine kritische Analyse verzichteten jene Gesellschaftswissenschaftler, die die Umweltschäden als „zeitbedingtes Übel“ abtaten und die Ursachen in der überwundenen kapitalistischen Epoche sahen:

„Für den Sozialismus bedeuten die derzeitigen Umweltprobleme eine Hinterlassenschaft aus seiner Vorgeschichte. Sie resultieren aus dem von ihm vorgefundenen Charakter und Stand der materiell-technischen Produktivkraftentwicklung, auf dem der sozialistische Aufbau fußen muß, und den komplizierten konkret-historischen Bedingungen seiner bisherigen Entwicklung. Diese Hinterlassenschaft ist insgesamt nur langfristig und mit Hilfe des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zu bewältigen, der auf die Schaffung der grundlegenden Voraussetzungen für den allmählichen Übergang zum Kommunismus gerichtet ist. Darin besteht eine wesentliche Aufgabe bei der Verbindung der wissenschaftlich-technischen Revolution mit den Vorzügen der sozialistischen Gesellschaftsordnung.“ (LÖTHER 1977, S. 54)

- Die Vertreter der anderen Strömung erkannten sehr wohl die Gefahren der Marxschen Arbeitswertlehre (Wertlosigkeit der Naturreserven, „Gratisdienste“ der Natur). Diese äußerten sich im Raubbau von Bodenschätzen und in ihrer Verschwendung. Eine starre Preis- und Subventionspolitik förderten ein nicht umweltgerechtes Verhalten der Bevölkerung. Appelle an ein verantwortungsbewusstes Handeln zeigten keinerlei Wirkung.

Es wurde die Notwendigkeit gesehen, auf der Basis der von MARX und ENGELS in Ansätzen bereits erkannten Umweltgefährdung in interdisziplinärer Arbeit ein „Weltmodell“ auf der Basis der marxistisch-leninistischen Theorie zu entwickeln und damit einen Gegenpol zu den Modellen des Club of Rome und verschiedener US-amerikanischer Institutionen zu schaffen:

„Neue Produktionsverhältnisse, neues Wissen und vor allem breit popularisiertes Wissen um die Regelung ökologischer Vorgänge - und in der Perspektive eine neue technologische Qualität der materiellen Produktivkräfte - das sind die

gesellschaftlichen Faktoren der Lösung des Umweltproblems in historisch-materialistischer Sicht.

Die Aufzählung dieser drei Faktoren könnte zu der Vermutung Anlaß geben, als würde hier einer Art allmählichem Selbstlauf das Wort geredet. Nichts wäre verkehrter als das! Die genannten drei Faktoren bilden die Grundlage einer realistischen ökologischen Politik, d.h. der aktiven Durchsetzung des bereits Möglichen...

Manch eine der traditionellen Kategorien aus der Geschichte und natürlich auch Gegenwart der sozialistischen Bewegung erhält neue Aspekte auch durch die Umweltproblematik.“ (MOCEK 1981, S.12)

In keinem der realsozialistischen Länder gelang es aber, theoretische Einsichten und praktische Einzelanstrengungen zu Veränderungen im Leitungsmechanismus des Wirtschaftssystems umzusetzen.

Ein marxistisches Weltmodell konnte nicht entwickelt werden.

1989 trat in der DDR eine neue Naturschutzverordnung in Kraft.

Im Januar und Februar 1990 wurde am „Grünen Runden Tisch“ des Umweltministeriums der Vorschlag eines Nationalparkprogramms diskutiert und die Urfassung dieses Programms ausgearbeitet.

Nach der Währungsunion wurde ein Umweltrahmengesetz zwischen der BRD und der DDR vereinbart. Es beinhaltete die weitgehende Übernahme des Bundesnaturschutzgesetzes.

Mit einer Zusatzvereinbarung wurden die Verordnungen zum Nationalparkprogramm in den Einigungsvertrag aufgenommen.

3.2.2. Die Rolle der Umwelterziehung im Bildungssystem der DDR

Nach dem In-Kraft-Treten des Landeskulturgesetzes im Jahre 1970 wurde auch dem Bildungswesen die Aufgabe gestellt, die ökologische Bildung und Erziehung zu intensivieren. So heißt es im §6 des Gesetzes:

„Die zuständigen Staatsorgane haben die Erziehungs- und Bildungsarbeit auf dem Gebiet der sozialistischen Landeskultur, insbesondere an den allgemeinbildenden Schulen sowie den Fach-, Hoch- und Berufsschulen zu gewährleisten.“

Eine Maßnahme bestand in der Gründung einer zentralen Forschungsgruppe „Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“. Im Auftrag der Akademie der pädagogischen Wissenschaften (APW) konstituierte sich diese 1975 an der Martin-Luther-Universität, Sektion Biowissenschaften, unter Leitung von Prof. HUNDT.

Diese Gründung basierte auf der Einsicht, dass ein wirksamer Umweltschutz neben der Forschung in den unterschiedlichsten Wissenschaftsdisziplinen und darauf aufbauenden Technologien auch einer verantwortungsbewussten Einstellung der Menschen zur Natur sowie deren Ressourcen bedarf. HUNDT sah für die „umfassende landeskulturelle Bildungs- und Erziehungsarbeit“ vier Aufgabenkomplexe:

„1. Die Vermittlung wissenschaftlich und gesellschaftlich relevanter Kenntnisse über den Umweltschutz, wobei Kenntnisse über die Planung, Leitung und Organisation des Umweltschutzes, über den Schutz von Tieren, Pflanzen, Ökosystemen und Landschaften sowie solche über die rationelle Nutzung und den Schutz natürlicher Ressourcen im Vordergrund stehen.

2. Die Ausführung praktischer und geistig-praktischer Tätigkeiten zur Lösung von Umweltschutzproblemen. Es lassen sich hier Tätigkeiten zur Untersuchung von

Umweltbelastungen und Schadwirkungen neben praktischen Arbeiten im unmittelbaren Dienste des Umweltschutzes unterscheiden.

3. Die Anbahnung von Einsichten u.a. über die dialektischen Zusammenhänge zwischen dem Umweltschutz einerseits und den verschiedensten Wissenschaftsgebieten und Bereichen der gesellschaftlichen Praxis andererseits...

4. Die Entwicklung von Überzeugungen und verantwortungsbewußten Haltungen gegenüber der Umwelt und dem Umweltschutz.“ (HUNDT 1976, S. 193)

Für die neugegründete Forschungsgruppe erfolgte eine Konzentration auf drei Schwerpunkte in den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten:

- Untersuchungen zu Bildungsinhalten und zum System der Umweltschutzbehandlung
- Entwicklung und Erprobung von Methoden und Verfahren für eine effektive Behandlung des Umweltschutzes
- Entwicklung und Erprobung von audiovisuellen Unterrichtsmitteln

In diese Untersuchungen wurden Praxisaspiranten, Forschungsstudenten und Diplomanden integriert.

Zunächst wurde an zwei Komplexen des ersten Schwerpunktes gearbeitet:

1) Analyse der aktuellen Lehrpläne auf Möglichkeiten der Umweltschutzerziehung

Untersucht wurden die Lehrpläne in den Fächern Biologie, Geographie, Chemie, Physik, Polytechnik, Geschichte, Staatsbürgerkunde, Heimatkunde und Schulgartenunterricht. Das umfangreiche Material wurde nach den in der DDR üblichen 9 Teilgebieten des Umweltschutzes und der Landeskultur (Aufgaben - Planung - Leitung - Organisation, Schutz der Natur, Nutzung und Schutz des Bodens, Nutzung und Schutz des Waldes, Nutzung und Schutz des Wassers und der Gewässer, Reinhaltung der Luft, Nebenwirkungen der Chemisierung, Lärmschutz sowie Beseitigung von Abprodukten und Gewinnung von Sekundärrohstoffen) zusammengefasst.

In modellhaften Darstellungen wurden die Möglichkeiten einer systematischen Behandlung über Klassenstufen und Unterrichtsfächer hinweg aufgezeigt.

„Diese Untersuchungen leisten einen Beitrag zur Herausarbeitung eines Systems der Umwelterziehung und liefern zugleich einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Theorie der fachlichen Linienführung, der Koordination der Fächer, der interdisziplinären Arbeit im Bildungs- und Erziehungsprozess und der einheitlichen, nicht nur naturwissenschaftlichen Bildung als wesentliches Strukturelement sozialistischer Persönlichkeiten.

Auf der Grundlage des Erreichten wird diese Arbeit kollektiv und interdisziplinär weitergeführt, um die Erziehungspotenzen der Umweltschutzbehandlung in allen Fächern herauszuarbeiten und die Absicherung der interdisziplinären Linienführung mit Unterrichtsmitteln zu untersuchen.“ (HUNDT 1976, S. 196)

2) Herausarbeitung der für eine hohe Allgemeinbildung notwendigen Bildungsinhalte

Auf der Basis einer Expertenbefragung (befragt wurden mehr als 40 Wissenschaftler, Lehrer sowie Vertreter des Umweltschutzes und der Landeskultur, der Landwirtschaft, der Industrie, des Bergbaus, der Forstwirtschaft und der Wasserwirtschaft) entstand ein über 800 Begriffe umfassender Katalog von notwendigen Kenntnissen zum Umweltschutz und zur Landeskultur.

Diese Begriffe wurden in interdisziplinärer Zusammenarbeit unter den Aspekten

- gesellschaftliche und wissenschaftliche Relevanz der Begriffe,
- psychologisch-didaktische Erwägungen der Fasslichkeit für bestimmte Alterstufen,
- Potenzen der Stoffe für die Fähigkeitsentwicklung sowie
- Potenzen der Stoffe für die Ausbildung von Überzeugungen

gewertet und den verschiedenen Fächern und innerhalb dieser den jeweiligen Stoffgebieten zugeordnet. Dabei reichte die prozentuale Verteilung der Sachverhalte und Begriffe nach sachlogischen Beziehungen von 68% auf das Unterrichtsfach Biologie bis zu 3% auf das Fach Physik.

In detaillierten Zusammenstellungen wurden die Grundlagen für eine optimale Gestaltung zukünftiger Lehrpläne geschaffen.

Im Rahmen der Bearbeitung des zweiten Schwerpunktes wurde an der Entwicklung und Aufbereitung von Arbeitsaufträgen zur Durchführung von Beobachtungen, Untersuchungen und Experimenten zum Umweltschutz gearbeitet.

Diese Materialien wurden von Studierenden in den zu absolvierenden Praktika sowie in Schülerarbeitsgemeinschaften getestet (MÜHLIG, LIEBENOW, LERCHNER u.a.) und gingen in den Entwurf eines Rahmenprogramms für Arbeitsgemeinschaften „Sozialistische Landeskultur“ ein.

So leitete LERCHNER im Schuljahr 1975/76 eine Arbeitsgemeinschaft an der Station Junger Techniker und Naturforscher „K. E. Ziolkowski“ in Halle-Neustadt. Die Mitglieder dieser AG

- befragten Bürger über Ursachen und Ausmaß des Lärms
- ermittelten messtechnisch die Lärmbelastung in einem Wohngebiet
- werteten die Daten aus und machten Vorschläge für lärmreduzierende Maßnahmen.

LERCHNER (1977) unterstrich, dass sich die weitgehend selbständige Arbeit der Schüler bewährt hat. Zugleich betonte er aber auch die Notwendigkeit, zunächst die Schüler mit den erforderlichen Arbeitsverfahren und -methoden vertraut zu machen, um dann darauf aufbauend den Anteil der Schüler selbsttätigkeit zu erhöhen.

Mit dem Schuljahr 1977/78 konnten in den Klassen 9 und 10 der polytechnischen Oberschule Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm (AG-R) „Sozialistische Landeskultur“ eingerichtet werden. Als Zeitumfang waren wöchentlich zwei Stunden vorgesehen (30 Doppelstunden in Klasse 9, 20 bis 25 Doppelstunden in Klasse 10).

„Für die Arbeitsgemeinschaftstätigkeit werden folgende Gebiete vorgeschlagen:

- 1. Die aktive Mitwirkung bei der planmäßigen Gestaltung der sozialistischen Landeskultur - wichtige Aufgabe für jeden Bürger*
- 2. Reinhaltung der Luft und Schutz vor Lärm*
- 3. Rationelle Nutzung sowie Reinhaltung des Wassers und Schutz des Bodens*
- 4. Schutz und Pflege der Pflanzen- und Tierwelt und der landschaftlichen Schönheiten sowie Gestaltung und Pflege von Erholungsgebieten*

Der Inhalt des Gebietes 1 ist für alle Arbeitsgemeinschaften verbindlich und sollte den Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft in engem Zusammenhang mit den durchzuführenden Arbeiten vermittelt werden. Eine geschlossene Behandlung des Gebietes 1 zu Beginn der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit ist nicht vorzunehmen. Aus den Gebieten 2 bis 4 nimmt der Leiter der Arbeitsgemeinschaft entsprechend den territorialen Hauptaufgaben und den jeweiligen Bedingungen eine Auswahl vor.“ (AG-R 1977, S. 8)

Die Freiräume - und damit zugleich die Anforderungen an die Kompetenz - des AG-Leiters waren folglich relativ groß. Es wurde angeregt, Fachleute aus Hygieneinspektionen, Mitarbeiter der Wasserwirtschaft oder Naturschutzbeauftragte als Leiter bzw. zur Unterstützung des leitenden Fachlehrers zu gewinnen.

Anspruchsvolle Tätigkeiten und umfassende Kenntnisse wurden in allen Teilgebieten angestrebt:

„2. Reinhaltung der Luft und Schutz vor Lärm

Die Schüler sollen in diesem Arbeitsgebiet die Notwendigkeit zur Reinhaltung der Luft und des Schutzes vor Lärm kennenlernen und werden mit einigen wesentlichen Maßnahmen dazu bekannt gemacht. Sie werden befähigt, an Messungen des Verschmutzungsgrades der Luft und des Lärmpegels mitzuwirken und dabei entsprechende Verfahren zu nutzen. Aus den Untersuchungsergebnissen sollen sie durchzuführende Maßnahmen ableiten...

Entsprechend den jeweiligen Bedingungen werden folgende Tätigkeiten zur Auswahl vorgeschlagen: ...

- Mitwirken der Schüler bei Maßnahmen zum Schutz vor Lärm:

Ermitteln des Lärms durch Zählen der Verkehrsdichte; Bedienen von Geräten zur Lärmmessung unter Anleitung; Mitwirken bei Lärmmessungen in Diskotheken und deren unmittelbarer Umgebung; Befragen von Bürgern über Lärmstörungen; Auswerten der Untersuchungsergebnisse; Anfertigen von Lärmkarten; Ableiten von Maßnahmen zum Schutz vor Lärm...

Zur Ausführung und zum Verständnis der Arbeiten sind folgende Kenntnisse zu vermitteln: ...

- Notwendigkeit des Schutzes vor Lärm:

Beeinträchtigung der Gesundheit und des Wohlbefindens durch Lärm; Grenzwerte für die höchstzulässige Lärmeinwirkung auf den Menschen; Hauptquellen der Lärmbelästigung; Maßnahmen zur Lärmbekämpfung bzw. Lärmeindämmung in Siedlungsgebieten (Lärmschutzgebiete, Bau von Umgehungsstraßen, bautechnische Maßnahmen, Gestaltung neuer Wohnviertel); Mitwirkung jedes einzelnen bei der Lärmbekämpfung durch persönliche Rücksichtnahme.“ (AG-R 1977, S. 10)

Nachdem vor allem in der Fachzeitschrift „Biologie in der Schule“ bereits ab 1977 Anregungen für das Beobachten und Experimentieren veröffentlicht wurden, erschien 1980 speziell für diese Arbeitsgemeinschaft das Lehrmaterial „Nutzung und Schutz der Umwelt“.

1977 fand in Halle das von der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften (APW) der DDR und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg getragene Symposium „Zur Aktivierung der Schüler bei der Behandlung des Umweltschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Tätigkeit in Arbeitsgemeinschaften“ statt.

Dieses Symposium stand im engen Zusammenhang mit der Jahrestagung der RGW-Expertenkommission zum Thema „Pädagogische Aspekte des Umweltschutzes“ und wurde als eine Nachfolgeveranstaltung der UNESCO-Konferenz von Tiflis angesehen.

HUNDT betonte auf der halleischen Veranstaltung, dass die Umwelterziehung in alle Stufen des DDR-Bildungssystems zu integrieren ist:

„Hierbei kommt es auf ein organisches Zusammenwirken der Bildungsträger der Allgemeinbildung von der Vorschulerziehung bis zur erweiterten Oberschule, Volkshochschule, zu den gesellschaftlichen Organisationen und Massenmedien, mit denen der Berufsbildung von den Berufsschulen über die Fachschulen, Hochschulen und Universitäten bis zum Postgradualstudium an. Umwelterziehung besitzt interdisziplinären Charakter und ist als lebenslanger Prozeß anzusehen, der alle Bürger der sozialistischen Gesellschaft umfaßt.

Eine effektive Umwelterziehung setzt eine optimale Aktivierung der Schüler im Bildungs- und Erziehungsprozeß und im engen Zusammenhang damit den methodisch effektiven Einsatz ziel- und inhaltsadäquater Unterrichtsmittel sowie die Gestaltung eines anschaulichen lebensverbundenen Unterrichts durch die Einbeziehung von

Umweltproblemen des Heimatgebietes, des Territoriums voraus.“ (HUNDT 1981, S. 25)

Wissenschaftler aus mehreren RGW-Ländern (UdSSR, Polen, Ungarn, CSSR) berichteten über Aktivitäten zur Etablierung der Umwelterziehung. Aus der DDR stellten Fachdidaktiker der Fächer Biologie (HUNDT, LERCHNER, ZABEL), Geographie (KISSNER, KUGLER) und Polytechnik (WUTHENOW) Möglichkeiten und Erfahrungen bei der Umwelterziehung in ihren Fächern bzw. in Arbeitsgemeinschaften vor.

Dabei wurde deutlich, dass aus der Gestaltung des Fachunterrichts in Biologie sowie in besonderem Maße aus der Durchführung von Arbeitsgemeinschaften (AG) bzw. AG nach Rahmenprogramm (AG-R) verallgemeinerungswürdige Erfahrungen für die Aktivierung von Schülern gesammelt werden konnten:

„Analysen der Erwartungen der Schüler der Klassen 9 und 10 an die Gestaltung der AG-R bzw. die Antworten auf die Frage, was ihnen an der Durchführung der AG-R besonders gefallen habe, zeigen durchweg das Bedürfnis der Schüler, den im Verlauf der Persönlichkeitsentwicklung herausgebildeten individuellen Interessen und Neigungen nachzugehen, durch eigene Beobachtungen, Experimente, Befragungen, durch die Auswertung von Literatur zu neuen Erkenntnissen zu gelangen und die erkennende Tätigkeit möglichst in Einheit mit gesellschaftlich-nützlicher Tätigkeit zu vollziehen. Der Wunsch nach eigenständiger Auseinandersetzung mit den verschiedensten Problemen und Aufgaben der sozialistischen Landeskultur nimmt dabei einen vorderen Rangplatz ein.

Dieses interessenbetonte, geistig-praktische Aktivitätsbedürfnis ist offenbar für Schüler von Klasse 8 an typisch.“ (HUNDT 1981, S. 107)

Auf die Möglichkeiten der Lehrpläne und die Verantwortung der Lehrkräfte für die konkrete Unterrichtsgestaltung wurde seitens der Vertreter des Faches Geographie hingewiesen:

„Die gegenwärtigen Lehrplaninhalte bieten - obwohl der Lehrplan vor der Verabschiedung des Landeskulturgesetzes der DDR abgeschlossen wurde - sehr gute inhaltliche Möglichkeiten und unterrichtsmethodische Ansätze für den geographischen Beitrag für Umwelterziehung. Dabei ist der als Rahmenleitlinie zu sehende Lehrplan sinngemäß und unter Beachtung der aktuellen und prognostischen Entwicklung der Umweltverhältnisse und ihrer wissenschaftlichen Bewältigung anzuwenden und in diesem Sinne zu nutzen. Es hieße ihn falsch verstehen, wenn man von ihm jedes Detail - vor allem jede wichtige neue Entwicklung - expressiv verbis ausgedrückt erwartet.“

(HUNDT 1981, S. 86)

In den 80er Jahren wurde das Lehrplanwerk der allgemeinbildenden Schule in der DDR überarbeitet. Für den Physikunterricht fand dieser mehrjährige Prozess mit der Einführung des Lehrplanes für die Klasse 10 zum Schuljahr 1988/89 seinen Abschluss (vgl. 3.2.3).

Auf dem RGW-Symposium „Zur fachübergreifenden, interdisziplinären Gestaltung der Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“ (Halle, Juni 1987) wurde bilanziert, wie es gelungen war, die Umwelterziehung als „ein wesentliches Element einer hohen wissenschaftlichen Allgemeinbildung“ (HUNDT 1988) in das Konzept einer modernen sozialistischen Bildung und Erziehung zu integrieren.

Ziele und Aufgaben der Umwelterziehung auf allen Bildungsstufen waren nach HUNDT:

- Vermittlung von Umweltkenntnissen
- Entwicklung der Fähigkeit, Umweltprobleme zu erkennen und zu lösen
- Vermittlung von Einsichten in das Wechselverhältnis von Natur und Gesellschaft
- Ausprägung einer verantwortungsbewussten Einstellung zur Natur und den Naturressourcen

Den zu jener Zeit noch laufenden Prozess der Weiterentwicklung von Lehrplänen verstand HUNDT als Chance, sinnvoll und fachbezogen Elemente der Umwelterziehung in die neuen Pläne zu integrieren und auch in die Schullehrbücher aufzunehmen. Seiner Meinung nach kann Umwelterziehung nicht einem oder zwei Unterrichtsfächern der allgemeinbildenden Schule zugeordnet werden, sondern sollte interdisziplinär, fächerübergreifend geplant und realisiert werden.

Während die Vertreter aus den anwesenden RGW-Ländern in ihren Beiträgen den Schwerpunkt auf den interdisziplinären Charakter von Umwelterziehung setzten, gingen die Vertreter der Fachdidaktiken des Gastgeberlandes vor allem auf die Möglichkeiten für die Umwelterziehung in den jeweiligen Fächern ein.

Auf dem Symposium wies der Soziologe PAUCKE darauf hin, dass die Bedürfnisse der Menschen nach einer gesundheits- und persönlichkeitsfördernden Umweltnutzung und Umweltgestaltung zunehmen, die sich zugleich auch auf andere Grundbedürfnisse auswirken.

„Ob die einzelnen Bedürfnisse und die Formen ihrer Befriedigung, die sich mit der Entwicklung der Lebensweise herausbilden, umweltgerecht sind oder nicht, wird deshalb für die Vervollkommnung der Bedürfnisstrategie zu einem wichtigen Kriterium. Schon heute manifestiert sich das in der Forderung und Realisierung der Entwicklung und Anwendung naturressourcensparender und abproduktarmer Technologien, um die technologischen und ökonomischen Bedürfnisse der Gesellschaft auch umweltfreundlich zu befriedigen... Hier kreuzen sich ökonomische und ökologische Bedürfnisse und Interessen und verschmelzen tendenziell sogar miteinander.“ (HUNDT 1988, S. 29)

In diesem Kontext sah er die Aufgabe von Bildung und Erziehung in verstärktem Maße darin, *„bei der Herausbildung eines Umweltbewußtseins und Umweltverhaltens mitzuwirken, das den sozialistischen Verhältnissen entspricht, und die Entwicklung der sozialistischen Lebensweise so zu beeinflussen, daß die Bedürfnisse nach einem kultivierten Umgang mit der Natur wachsen und gedeihen“* (HUNDT 1988, S.26).

PAUCKE ging auf die Widersprüche zwischen dem theoretischem Anspruch und der Realität sowie auf die begrenzten Möglichkeiten des einzelnen nicht ein (vgl. Tab.4).

Ebenso fanden auf dem Symposium die gerade im halleschen Raum unübersehbaren Umweltprobleme keine Erwähnung.

Der Stand bei der Weiterentwicklung von Allgemeinbildung und Lehrplanwerk in der DDR wurde im Jahre 1988 durch die APW analysiert (NEUNER 1988).

Grundtenor dieser Einschätzung war, dass sich die in den 60er und 70er Jahren realisierte Konzeption der sozialistischen Allgemeinbildung (*„polytechnisch orientierte Allgemeinbildung“*) prinzipiell bewährt habe. Man sah sich im Selbstverständnis *„als Erbe und Fortsetzer der großen Traditionen humanistischen Denkens“* und berief sich dabei insbesondere auf die Gedanken von COMENIUS, PESTALOZZI, DIESTERWEG und Wilhelm von HUMBOLDT zu Bildung und Allgemeinbildung.

Zugleich wurde das zentrale Ziel der ideologischen Erziehung betont:

„Indem die Heranwachsenden sich die wissenschaftliche Ideologie der Arbeiterklasse auf wissenschaftliche Weise zu eigen machen, lernen sie die grundlegenden Entwicklungsgesetze der Natur, der Gesellschaft und des menschlichen Denkens durchschauen, sich in der Welt richtig zu orientieren und bewußt zu handeln.“ (NEUNER 1988, S. 15)

Damit betrifft eine polytechnische Allgemeinbildung nicht nur die Art und Weise der Wissensvermittlung, sondern auch die der Indoktrination, also die Herausbildung von ideologischen Positionen und Haltungen.

In der Ausarbeitung der APW spielt folglich die Umwelterziehung eine untergeordnete Rolle. Auf sie wird nur im Abschnitt „Aufbau des Fachlehrgangs - grundlegende Linienführung der Gestaltung des Unterrichtsprozesses“ kurz eingegangen:

„Tatsachen und Erkenntnisse über die Beziehungen zwischen Mensch, Gesellschaft und Natur und die Möglichkeiten des Schutzes und der bewußten Gestaltung der Umwelt werden in mehreren Fachlehrgängen vermittelt, in Biologie bei der Behandlung konkreter Organismen, in Geographie bei der Behandlung konkreter Landschaften und Regionen, in Physik und Chemie bei der Behandlung von Problemen der Energie, der Veredlung primärer und sekundärer Rohstoffe, der Gestaltung geschlossener Stoffkreisläufe, im ESP-Unterricht bei der Behandlung der umfassenden Intensivierung als Voraussetzung für den Umweltschutz und von Fragen des effektiven Umgangs mit Roh- und Brennstoffen, mit Wasser und Energie. Im Biologie- sowie im Geographieunterricht werden diese Erkenntnisse zusammengefaßt und aus einer theoretischen Gesamtsicht systematisiert und vertieft...

Die einzelnen Fachlehrgänge arbeiten gewissermaßen auf diese Konzentrations- und Höhepunkte systematischer Erkenntnis und erzieherischer Vertiefung und Wertung hin. Das hat Konsequenzen für die Unterrichtsgestaltung, für langfristige problemhafte Auseinandersetzungen, für die Anwendung und Vertiefung erworbener Erkenntnisse, für erzieherische Wertungen.“ (NEUNER 1988, S. 73)

3.2.3. Der Beitrag des Physikunterrichts zur Umwelterziehung

Mit der administrativen Einbeziehung von produktiver Arbeit in die allgemeinbildenden Schulen der DDR am 1.9.1959 begann eine neue Entwicklungsetappe des Bildungswesens. Diese konsequente Verbindung von Schule und materieller Produktion bedingte folgerichtig Veränderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht:

„Die Schüler sind vor allem zu tieferen theoretischen Einsichten in die gesetzmäßigen Ursachen der Erscheinungen und Prozesse in der Natur zu führen. Das Beobachten von Naturvorgängen, das Vorbereiten, Durchführen und Auswerten naturwissenschaftlicher Experimente erfolgt im engen Zusammenhang mit theoretischen Überlegungen und Verallgemeinerungen. Die Schüler müssen in diesen Fächern ein wissenschaftliches Bild von der belebten und der unbelebten Natur erhalten.“ (Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungssystem. In: Monumenta Paedagogica, Bd. VII/1)

Den Schülern sollte bewusstgemacht werden, dass sich die Welt nach objektiven Gesetzen entwickelt, erkennbar ist und dass die Naturwissenschaften für die Veränderung der Natur zum Wohle der Menschen genutzt werden müssen. Fragen der Umwelt bzw. des Landschaftsschutzes spielten dabei noch keine Rolle.

„Der naturwissenschaftliche Unterricht bietet eine Fülle überzeugender Fakten und Daten über die revolutionäre Veränderung der Praxis durch Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Schüler sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht die Auswirkungen wissenschaftlicher Entdeckungen auf die gesellschaftlichen Produktivkräfte erkennen, beispielsweise die Bedeutung der Entdeckung des chemischen Gleichgewichts für die ökonomisch günstige großindustrielle Erzeugung von Schwefelsäure, Ammoniak und Salpetersäure...

Auf diese Weise wird den Schülern bewußt, daß wissenschaftliche, die Wirklichkeit richtig widerspiegelnde Theorien außerordentlich große Auswirkungen auf die Volkswirtschaft und das Leben der Menschen haben.“ (NEUNER 1972, S. 180)

Diese ausgeprägte Praxisorientierung hatte zur Folge, dass im Physikunterricht praktische Schülertätigkeiten wie Schülerdemonstrationsexperimente, Schülerübungen und Praktika einen hohen Stellenwert bekamen. Mit beträchtlichem Aufwand wurden dafür auch die materiell-technischen Rahmenbedingungen geschaffen: Fachkabinette entstanden, Demonstrations- und Schülerübungsgeräte wurden an alle Schulen geliefert.

HASPAS sah in der polytechnischen Bildung und Erziehung eine wichtige „fachübergreifende Linie der Persönlichkeitsentwicklung“. Nachdrücklich hob er die Voraussetzungen, die der Physikunterricht für die Entwicklung technischer Fähigkeiten und Fertigkeiten schafft, hervor:

- Vorbereiten (Planen, Organisieren, Aufbauen), Durchführen und Auswerten von Experimenten
- Messen einschließlich der Handhabung von Messgeräten und des Gebrauchs der technisch-physikalischen Einheiten
- Verwenden wissenschaftlicher Literatur

Als Folge dieser grundsätzlichen Orientierung stieg die Anzahl der verbindlichen Experimente über die Jahre hinweg stetig an. So waren im Lehrplanwerk für die polytechnische Oberschule von 1987 für den Physikunterricht in den Klassen 6 -10 verbindlich festgeschrieben:

- 69 Schülerexperimente
- 228 Demonstrationsexperimente
- 6 Praktikumsexperimente

Tab. 5: Anzahl der verbindlichen Experimente im Physikunterricht der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule, Klassen 6 - 10 (LP 1987)

Art des Experiments	Klasse 6 / 3 Std.	Klasse 7 / 2 Std.	Klasse 8 / 2 Std.	Klasse 9 / 3 Std.	Klasse 10 / 3 Std.
Schülerexperimente	20	15	19	7	8
Demonstrationsexperimente	31	44	35	60	58
Praktikumsexperimente	0	0	0	3	3

Diese starke Orientierung auf die polytechnische Bildung lag im Aufgreifen russischer Arbeitsschulkonzepte begründet (BLONSKIJ, MAKARENKO). Demgegenüber waren die Einflüsse der deutschen Reformpädagogik (PETERSEN, REICHWEIN) auf die Schulentwicklung in der DDR der 60er Jahre gering (vgl. 2.4.1.).

Die Versuche des amerikanischen Pragmatismus (DEWEY, KILPATRICK), die Kluft zwischen der Schule und dem Alltag der Schüler zu überwinden, spielten im Schulsystem der DDR keine Rolle.

Die Veränderungen in den Interessen und Neigungen der Schüler in den späten 60er und in den 70er Jahren wurden auch im Bildungswesen der DDR registriert. Ein Versuch, größere Freiheiten sowohl für Schüler als auch für Lehrer zu schaffen, bestand im Schaffen von „Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm“.

Diese waren mit Beginn des Schuljahres 1968/69 in den Klassen 9 und 10 eingeführt worden. Inhaltlich war beabsichtigt, auf die Entwicklungen in Wissenschaft und Technik schnell und schulgemäß zu reagieren. So konnten die Schüler zwischen den Kursen „Elektronik“, „Über

den atomaren Aufbau der Stoffe“, „BMSR-Technik“ und „Technische Anwendungen der Physik“ wählen.

WENDT bilanzierte, dass Erfolge immer dann eintraten, wenn der Unterricht so gestaltet wurde, dass die Schüler genügend Möglichkeiten zur eigenen geistigen und geistig-praktischen Betätigung fanden. Hinsichtlich der methodischen Gestaltung derartiger Arbeitsgemeinschaften empfahl er auf der Basis von Erhebungen bzw. von Erfahrungsberichten (Pädagogische Lesungen, Artikel):

„Es sollte zuerst einmal den Schülern die Möglichkeit gegeben werden, zu versuchen, die Arbeit mit der Literatur oder die Durchführung von Experimenten selbst durchzuführen. Dann können sie über Anforderung von Hilfsinformationen eine Überwindung auftretender Schwierigkeiten anstreben. Besonders bei der Bewältigung experimenteller Aufgaben wird eine Hilfe durch die Lehrer bei einzelnen Schülergruppen erforderlich sein. Dabei muß bedacht werden, daß ein zu frühzeitiges Eingreifen in die selbständige Arbeit des Schülers die Entwicklung schöpferischer Fähigkeiten beim Schüler hemmen kann.“ (WENDT 1981, S. 362)

Die Verabschiedung des Landeskulturgesetzes im Jahre 1970 hatte keine unmittelbare Auswirkung auf den Physikunterricht der 70er Jahre. Die vom VIII. Parteitag der SED verkündete politische Linie in der DDR orientierte auf ein hohes Entwicklungstempo in der Produktion.

Im Physikunterricht sollte u.a. die Gewissheit vermittelt werden, *„daß in der sozialistischen Gesellschaftsordnung die Physik ausschließlich zum Wohle der Menschheit nutzbar gemacht wird“* (NEUNER 1972, S.186).

Nach der Gründung der halleschen Forschungsgruppe „Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“ im Jahre 1975 wurden im Rahmen von Diplomarbeiten auch die zu jener Zeit gültigen Physiklehrpläne auf Möglichkeiten der Umwelterziehung analysiert.

SCHEFFLER (1977) untersuchte, ob Verbindungsmöglichkeiten zwischen dem im Lehrplanwerk für die Klassen 6 - 12 geforderten Grundlagenwissen und den Teilgebieten des Umweltschutzes existieren. Darauf aufbauend wollte sie u.a. Entscheidungshilfen formulieren, ob

- es überhaupt möglich oder sinnvoll ist, landeskulturelle Probleme im Physikunterricht zu behandeln,
- durch die Behandlung von landeskulturellen Problemen der Unterricht wissenschaftlicher, interessanter und lebensverbundener gestaltet werden kann.

Auch wenn die Arbeit unverkennbare methodologische Schwächen aufweist, so sind doch einige der Schlussfolgerungen bemerkenswert:

- Die Behandlungsmöglichkeiten landeskultureller Probleme im Physikunterricht sind bei weitem nicht erschöpft.
- Viele der landeskulturellen Probleme sind erst durch die Anwendung physikalischer Erkenntnisse lösbar.

RUDISCH (1981) erkundete, welche Möglichkeiten einer umfassenden Umwelterziehung aller Schüler im Rahmen der fachlichen Linienführung unter Berücksichtigung fachübergreifender Aspekte gegeben sind.

Auf der Basis einer umfangreichen Lehrplananalyse (Fächer Biologie, Chemie, Geographie, Physik, Werken/Polytechnik und Staatsbürgerkunde) und einer Expertenbefragung sollte ein Überblick darüber geschaffen werden, welche Kenntnisse über landeskulturelle Probleme aus anderen Schuljahren bzw. anderen

Unterrichtsfächern für die Bildungs- und Erziehungsarbeit genutzt werden können und an welcher Stelle im Lehrplan geeignete Möglichkeiten dafür bereits existieren.

Bezüglich der Quantität des zu vermittelnden Wissens über landeskulturelle Probleme rangierte das Fach Physik hinter Biologie, Geographie und Chemie auf dem vierten Platz. Die meisten Bezüge wurden bei den Themen

- Energieumwandlungen; Elektrische Energie, Arbeit und Leistung (Klasse 8)
 - Entwicklung und Bedeutung der Atomphysik (Klasse 10)
 - Energieerhaltungssatz (Klasse 12)
- gesehen.

Ab dem Schuljahr 1983/84 wurden - beginnend in der Klassenstufe 6 - neue Lehrpläne für den Physikunterricht eingeführt. Eine markante Veränderung war das für die Klassenstufe 7 neukonzipierte Thema „Energie in Natur und Technik“.

Auf dem halleschen RGW-Symposium von 1987 „Zur fachübergreifenden, interdisziplinären Gestaltung der Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“ wurden sowohl die Potenzen der naturwissenschaftlich-technischen Fächer als auch die des Unterrichts in Heimatkunde, Geschichte und Kunsterziehung analysiert (vgl. 3.2.2.).

Aus dem Vergleich der neuen Physiklehrpläne mit den vorher an den allgemeinbildenden Schulen der DDR gültigen konnte SCHOLLMEYER (1988) die Schlussfolgerung ziehen, dass Aspekte des Umweltschutzes einen größeren Raum einnehmen:

- In Klasse 6 sollte bei der Behandlung des Abschnittes „Wärmeübertragung“ von dabei auftretenden erwünschten bzw. unerwünschten Wirkungen und damit verbundenen Problemen ausgegangen werden. Das Eingehen auf die ökonomische Bedeutung guter Wärmedämmung zur rationellen Nutzung der Wärme und zur Vermeidung von Wärmeverlusten wurde gefordert.
- In Klasse 7 war mit dem neukonzipierten Stoffgebiet „Energie in Natur und Technik“ eine relativ umfassende Behandlung des Energiebegriffes, der Energieformen sowie ihrer Umwandlung und Übertragung, der Energieträger und des Energieerhaltungssatzes vorgesehen. Beabsichtigt war, eine solide Basis für Energiebetrachtungen in den anderen Fächern zu schaffen. Zugleich sollten die Schüler wichtige Energieträger in Natur und Technik kennen lernen und die Bedeutung der Energie erfassen:

„Die Betrachtungen zu Kraftwerken, zum Wirkungsgrad von Anlagen für die Energieumwandlung sowie die Diskussion von Beispielen zur rationellen Nutzung der Energie bieten gute Möglichkeiten, den Schülern ein erstes Verständnis für die Energiepolitik der DDR zu vermitteln.“ (LP 1987, S. 30)

Im Zusammenhang mit der rationellen Nutzung der Energie sollten Fragen zur Verbesserung des Wirkungsgrades diskutiert und Beispiele aus dem örtlichen Territorium beschrieben werden.

- In Klasse 8 taucht im Zusammenhang mit der Behandlung des ersten und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik erstmals in einem Physiklehrplan explizit die Umweltschutzproblematik auf:

„Im Zusammenhang mit Betrachtungen zur Gültigkeit des ersten und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik für den Energiehaushalt der Erde und für den Energiehaushalt in der lebenden Natur gewinnen die Schüler erste Einsichten über die materielle Einheit der Welt. Aus den Betrachtungen zum Energiehaushalt der Erde eignen sie sich auch wissenschaftliche Grundlagen für ein Verständnis des weltweiten Energieproblems und der Energiepolitik der DDR an. Durch die Herstellung des Zusammenhanges zwischen der rationellen Nutzung der Abwärme von Abwässern und der Erhaltung des biologischen Gleichgewichts in Flüssen und Seen erwerben die

Schüler wissenschaftliche Grundlagen, die für ein Verständnis einiger Aufgaben des Umweltschutzes erforderlich sind.“ (LP 1987, S. 41)

Für die methodische Gestaltung des Abschnittes „Rationelle Nutzung von Energie“ wird im Lehrplan empfohlen, langfristig Aufträge zur Gestaltung von Schülervorträgen und zur Anfertigung von Anschauungstafeln zu vergeben.

- In den Klassen 9 und 10 bildeten energetische Betrachtungen in der Elektrizitätslehre und in der Mechanik nur punktuelle Ansatzmöglichkeiten zur Umwelterziehung.

Mit der Behandlung des Themas „Kernphysik“ in Klasse 10 wurde in der polytechnischen Oberschule die systematische Vermittlung der Allgemeinbildung auf dem Gebiet der Physik abgeschlossen. Dabei sollten in mindestens 12 Stunden fachlich anspruchsvolle Inhalte vermittelt werden (vgl. LP 1987, S. 109-112!).

Nicht vorgesehen war jedoch, im Zusammenhang mit der Behandlung von Kernspaltung und Kernfusion auf Umweltgefährdungen einzugehen.

Mehr als ein Jahr nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl wurden in der Schule - wie in der gesamten Medienlandschaft der DDR - brisante Fragen offiziell nicht thematisiert, wohl aber diskutiert. So formulierte SCHOLLMEYER in Halle:

„Schwerpunkt für die Klasse 10 ist die Nutzung der Kernenergie, deren Einsatz zu kriegerischen Zwecken in verbrecherischer Weise der Umwelt irreparablen Schaden zufügen würde, deren Einsatz zur friedlichen Nutzung jedoch auch strengster Vorsichtsmaßnahmen bedarf, um die Umwelt nicht zu belasten.“ (SCHOLLMEYER 1988, S. 183)

- In den Klassen 11 und 12, deren Lehrpläne noch nicht überarbeitet worden waren, war nur im Stoffgebiet „Thermodynamik“ die Behandlung von Umweltproblemen vorgesehen:

„Abschließend werden die Schüler mit einzelnen Stufen der Energieumwandlung beim Kraftwerksprozeß bekannt gemacht. Sie erfahren auch, wie die durch Abwärme hervorgerufene Umweltbelastung in zulässigen Grenzen gehalten werden kann.“ (LP Abiturstufe 1983, S. 15)

„Thermodynamisches Verhalten der Stoffe

... Zustandsänderungen des Wassers und thermischer Wirkungsgrad beim Kraftwerksprozeß; Umweltbelastung durch Wärme- und Kernkraftwerke, Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastung.“ (LP Abiturstufe 1983, S. 20)

Auf die Ziele, die mit der Überarbeitung des gesamten Lehrplanwerkes für den Physikunterricht in den Klassen 6 - 10 verfolgt worden waren, ging LIEBERS im Jahre 1988 ein. - So sollten die Schüler u.a. den Stellenwert der Physik bei der zunehmenden Vereinigung von Wissenschaft und Produktion erkennen. Ein elementares Verständnis und ein dauerhaftes Interesse für einige eng mit der Physik verbundenen modernen Entwicklungsrichtungen (z.B. energiesparende Technologien, Kerntechnik, Lasertechnik) sollten herausgebildet werden. LIEBERS hob ausdrücklich hervor, dass mit der neuen Stoffeinheit „Rationelle Nutzung der Energie“ zum ersten Male Fragen des Umweltschutzes im Physikunterricht diskutiert werden.

Diese Reformversuche waren jedoch inkonsequent, weil sie die Umweltprobleme sehr einseitig auf die subjektive Ebene verlagerten („Energie sparen“), gesellschaftspolitische Aspekte aber weitgehend vermieden.

Die zum Lehrplan entwickelten Lehrbücher wurden dem Anspruch des Lehrplanes und den Notwendigkeiten der Umweltbildung/Umwelterziehung nur unzureichend gerecht. So fehlte aussagekräftiges Datenmaterial fast vollständig und umweltrelevante Probleme wurden nur angedeutet, teilweise auch verharmlost:

- *„Die Nutzung der Kernenergie in Kernkraftwerken wirft aber auch Probleme auf; denn jede revolutionäre Entwicklung von Wissenschaft und Technik ist Vorstoß in Neuland. Sie birgt immer auch die Möglichkeit in sich, daß noch nicht erkannte Momente ihre Meisterung schwierig gestalten...“* (Physiklehrbuch für die Klasse 10, 1988, S. 145)
- *„Großkraftwerke mit Leistungen über 100 MW, die Bezirke und Großstädte mit Heiz- und Elektroenergie versorgen, belasten infolge der großen Mengenumsätze, vor allem durch die Rauchgase sowie die Abwärme, ihre Umwelt. Die abzuführenden Rauchgase werden deshalb in Filtern von Ascheteilchen gereinigt und in möglichst hohen Schornsteinen abgeführt, um eine breite Verteilung der Abgase und der restlichen Ascheteilchen zu erreichen... In der DDR werden alle notwendigen Maßnahmen ergriffen, um die Belastung der Umwelt in Grenzen zu halten, so daß Mensch und Natur nur unwesentlich beeinträchtigt werden.“* (Physiklehrbuch für die Klasse 11, 1980, S. 104)

In Ergänzung zu den Lehrbüchern erschienen für die Hand des Lehrers „Unterrichtshilfen“. Auf der Grundlage der gültigen Lehrpläne wurden darin Anregungen und Hilfen für die Planungsphase sowie für die Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts gegeben. Für die Behandlung von Umweltfragen wurde in den jeweiligen Klassenstufen nur ein relativ geringer Zeitumfang vorgeschlagen. Die Anregungen erschöpften sich in methodischen Empfehlungen, Datenmaterial wurde nicht zur Verfügung gestellt.

Nachdem 1989 die Widersprüche in allen Bereichen der Gesellschaft aufgebrochen waren, meldeten sich auch Schulpolitiker, Lehrer, Schüler und Eltern zu Wort:

In den Diskussionen über Ziele und Inhalte der Allgemeinbildung an den Schulen der DDR und einer notwendigen Bildungsreform spielten auch Fragen der Gestaltung von wahlweise-obligatorischen bzw. fakultativen Kursen eine Rolle. Eine der Zielstellungen bestand darin, ein Lernen zu praktizieren, das den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler stärker entgegenkommt und das größere Freiräume für Selbständigkeit, Suchen, Knobeln und Probieren ermöglicht.

So war beabsichtigt, bereits in den Klassen 7 und 8 entsprechende Programme einzuführen, um auf die unterschiedlichen Neigungen und Interessen besser zu reagieren („Physik in Natur und Technik“).

Für die Klassen 9 und 10 sollte das Kursangebot wesentlich erweitert werden.

Merkmal dieser neuen „integrativen Kurse“ war die Orientierung auf eine komplexe Anwendung fachspezifisch erworbenen Wissens und Könnens bei der Lösung lebenspraktischer Probleme und Aufgaben. Als Themen für diese Kurse wurden u.a. vorgeschlagen:

- „Umwelt und Umweltgestaltung im heimatlichen Territorium“
- „Stoff- und Energieumwandlungen in Natur und Technik“

Für diese Kurse wurden bislang nicht übliche Zielstellungen formuliert. Beispielsweise sollten die Schülerinnen und Schüler nach Absolvierung des Kurses „Stoff- und Energieumwandlungen in Natur und Technik“ in der Lage sein,

„- Maßnahmen der Naturerkenntnis und der gezielten Einwirkung auf die Natur zum Zweck des Nutzens für den Menschen zu bewerten und deren Ergebnisse in das vorhandene Wissenssystem einzuordnen;

- sachgerechte Entscheidungen in bezug auf die eigene Tätigkeit vor allem in Hinblick auf Ökologie treffen.“ (KAISER u. KERSTEN 1990, S. 179)

Die weitere gesellschaftliche Entwicklung ließ jedoch diese Reformen nicht mehr für die Schulpraxis zum Tragen kommen.

3.3 Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen des vereinigten Deutschland

3.3.1. Zur Situation der Umwelterziehung in den alten Bundesländern 1990/91

Die IPN-Studie zur Situation der Umwelterziehung von 1985 (EULEFELD, BOLSCO, ROST u. SEYBOLD 1988) hatte auch zur Folge, dass der Umfang an empirischen Untersuchungen deutlich zunahm (u.a. HELLBERG-RODE 1991, GEBAUER 1992).

Auf Anregung des Bundesministers für Bildung und Wissenschaft wurde diese Studie 1991 wiederholt. Damit sollte erfasst werden, wie sich die Situation der Umwelterziehung zwischen 1985 und 1991 verändert hatte.

In diese Untersuchung wurden in den alten Bundesländern 131 zufällig ausgewählte Schulen, also mehr als doppelt so viele wie 1985, einbezogen. Das Erkundungsdesign wurde hingegen nur unwesentlich verändert.

Es wurden wiederum zwei Lehrerfragebögen eingesetzt, die allerdings an mehreren Stellen erweitert worden waren. So wurden Fragen zur individuellen Betroffenheit durch Umweltprobleme formuliert und „selbstberichtete Handlungen und Handlungsabsichten“ abgefordert. Auch wurde um die Angabe von Gründen bei einer Nichteinbeziehung von Aspekten der Umwelterziehung in den Unterricht gebeten.

Im zweiten Teil wurden u.a. Fragen zum fächerübergreifenden Unterricht sowie zur Zusammenarbeit mit außerschulischen Einrichtungen detaillierter formuliert.

Die Schulleiter wurden in die Befragung nicht wieder einbezogen, da 1985 keine signifikanten Beziehungen zwischen deren Einstellungen zur schulischen Umwelterziehung und den übrigen Unterrichtsvariablen registriert worden waren.

Im Gegensatz zu 1985 war die Einschränkung auf bestimmte Fächer und Klassenstufen aufgehoben worden. Es sollten möglichst vollständige Kollegien der in die Untersuchung einbezogenen Schulen erfasst werden.

Der Zeitraum der Datenerhebung wurde auf ein ganzes Schuljahr ausgedehnt.

Für die neuen Bundesländer konnte auf Grund der sich wandelnden Zuständigkeiten und Schulstrukturen eine Stichprobenauswahl nicht vorgenommen werden. Es wurden dort 300 Lehrer in die Befragung einbezogen, von denen bekannt war, dass sie bereits vor 1989 Umweltprobleme thematisiert hatten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind folglich nur bedingt verallgemeinerungsfähig.

Die Realisierung der Studie II war mit beträchtlichem organisatorischen Aufwand verbunden. Dennoch muss die Bereitschaft der Lehrer, derartige Datenerhebungen, die für empirische Forschungen auf erziehungswissenschaftlichem Gebiet unabdingbar sind, zu unterstützen, als gering ausgeprägt eingeschätzt werden.

Von den 3753 Fragebögen, die an die ausgewählten Schulen versandt worden waren, wurden nur 935 ausgefüllt zurückgeschickt. Trotz dieser geringen Rücklaufquote von ca. 25% stellen jedoch 935 befragte Lehrer eine hohe Probandenzahl dar.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Wiederholungsstudie beschreiben sehr gut die Situation der Umwelterziehung in den alten Bundesländern Anfang der 90er Jahre:

- Umweltthemen lassen sich im gesamten Fächerkanon nachweisen; Umwelterziehung ist folglich keine Domäne der naturwissenschaftlichen Fächer mehr
Die Themenhäufigkeit in den Fächern Biologie, Chemie und Physik änderte sich bezogen auf die 1985 erfassten neun Fächer nur unwesentlich (52,8% zu 49,1%, davon Physik 9,8% zu 10,2%). Werden alle Fächer mit einbezogen, so beträgt der Anteil dieser drei Fächer nur noch 33,6%!
- Bei der Umwelterziehung werden stärker globale Probleme berücksichtigt

Damit hat die Schule offensichtlich auf öffentliche Umweltdiskussionen reagiert, die stärker grundlegende Aspekte des Umweltschutzes beinhalten.

Die 1985 noch sehr stark ausgeprägte Konzentration auf wenige Themenbereiche in den jeweiligen Fächern wurde abgeschwächt. - Zwar dominierte z.B. im Physikunterricht nach wie vor die Energieproblematik (66,7% zu 78,4% im Jahre 1984), aber die Anteile zur Wasserproblematik (11,1%), zu Wohnen/Verkehr/Lärm (7,1%) und zu globalen Problemen (7,1%) stiegen deutlich.

- Der Umfang an Umwelterziehung hat sich zwischen 1985 und 1991 nicht wesentlich verändert

Offenbar ist weder eine "Umweltmüdigkeit" eingetreten, noch nahm das Zeitbudget für Unterrichtsbereiche zu, die sich nicht vollständig in Fachstrukturen einfügen lassen.

Bemerkenswert ist aber die Tatsache, dass die Anzahl der in Einzel- bzw. Doppelstunden behandelten Themen gesunken, hingegen die der in Projektwochen bearbeiteten gestiegen war. Die Themenanzahl pro Klasse und Schuljahr fiel geringfügig.

- Die Umwelterziehung wird stärker handlungsorientiert betrieben

Damit haben Maßnahmen wie die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien, Modellversuche und deren öffentliche Auswertung sowie Fortbildungsangebote positive Ergebnisse erbracht.

In der Typisierung nach ROST machte der bei der Umwelterziehung anzustrebende Behandlungstyp 1 (hohe Ausprägungen bei der Situations-, Problem-, Handlungs- und Systemorientierung) 40,4% im Vergleich zu 15,0% im Jahre 1985 aus. Folglich sanken die Anteile des Behandlungstyps 2 von 46,5% auf 30,8% und des Behandlungstyps 3 von 38,5% auf 28,8%.

Beachtung verdient die Tatsache, dass innerhalb des Typs 1 der Anteil der „naturwissenschaftlich ausgerichteten Handlungsorientierung“ (d.h. die experimentelle Themenbearbeitung) zurückgegangen, der Anteil der sozialwissenschaftlichen Handlungsorientierung (u.a. Durchführung von Befragungen) gestiegen war.

- Die fächerübergreifende Umwelterziehung bleibt weiterhin die Ausnahme

Die Gründe dafür werden im starren Fachunterricht der Schule gesehen. Aber auch bei Weiterbildungs- bzw. Fortbildungsmaßnahmen stehen alternative Modelle nur selten im Mittelpunkt.

- Die Lehrerfortbildung wird der Bedeutung von Umwelterziehung unverändert nicht gerecht

Ein großer Teil Lehrer hat während des Studiums weder umweltrelevante Inhalte noch Methoden einer handlungs- und problemorientierten Vermittlung kennen gelernt. Damit wird der Zusammenhang zwischen interner Verantwortungsattribution sowie situations- und handlungsorientierter Umwelterziehung offensichtlich unterschätzt.

Während bei der ersten Befragung 18% der Lehrer zwischen 1982 und 1985 an Fortbildungsveranstaltungen zur Umwelterziehung teilgenommen hatten, betrug 1991 der Anteil der Lehrkräfte, die in den der Erhebung vorangegangenen drei Schuljahren sich fortgebildet hatten, nur noch 16%. Zwar stieg in den „traditionellen Umweltfächern“ die Teilnahme an den Fortbildungsmaßnahmen (auf nach wie vor niedrigem Niveau) an, jedoch sind in den „neuen“ Fächern kaum Fortbildungsaktivitäten zu verzeichnen.

„Da die Teilnahme an Fortbildungsmaßnahmen sich allgemein nicht erhöht hat, die Art und Weise der Durchführung der Umwelterziehung aber deutliche Veränderung zeigt, ist die Vermutung naheliegend, daß mit der umweltorientierten Fortbildung nur ein kleiner Kreis von interessierten Lehrkräften erreicht wird, das Gros aber abstinert bleibt. Diese würde auch dafür sprechen, daß eine qualitative Verbesserung des

Unterrichts seit 1985 erreicht wurde, da die interessierten Lehrkräfte Gelegenheit gefunden haben, ihre Qualifikation im Bereich Umwelterziehung in den vergangenen Jahren kontinuierlich zu verbessern.

Diese Vermutungen werden bestätigt, wenn man die Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen mit der Zahl der unterrichteten Themen und der Art der Themenbehandlung korreliert.“ (EULEFELD, BOLSCO, RODE, ROST u. SEYBOLD 1993, S. 84)

In ihren Schlussbemerkungen müssen die Autoren der Studie einräumen, dass 20 Jahre nicht ausgereicht haben, „um mit internationalen und nationalen Empfehlungen und Anregungen, mit ministeriellen und behördlichen Erlassen, mit Informationen und Überzeugungsbemühungen von Massenmedien, Verlagen, Vereinen, Verbänden, Natur- und Umweltschützern und Pädagogen eine Neuorientierung des Schulsystems zu bewirken, in dem generell eine Umwelterziehung stattfindet...“ (EULEFELD, BOLSCO, RODE, ROST u. SEYBOLD 1993, S.89).

3.3.2. Zum Stand der Umwelterziehung in den neuen Bundesländern 1990/92

Mit dem Beitritt der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zur Bundesrepublik Deutschland begann im Schulwesen dieser neuen Bundesländer eine Phase grundlegender Umstrukturierung und Neuorientierung.

Für die Umwelterziehung benannte ZABEL die Hindernisse, die an den Schulen der DDR umfassendere Aktivitäten behindert hatten:

- Geheimhaltung wichtiger Umweltdaten, „wodurch es praktisch unmöglich war, Schülern und Erwachsenen ein reales Bild von der tatsächlichen Umweltsituation zu vermitteln, was die erforderliche Sensibilisierung der Menschen für akute Gefahren behinderte“ (ZABEL 1991, S. 247).
- Priorität ökonomischer Überlegungen vor ökologischen Prämissen; Interpretation nicht zu übersehender Umweltbelastungen als „Erblast“
- „Überbetonung des Erkennens auf Kosten des Erlebens“ (ZABEL 1991, S. 247)

Die wenigen in jener Zeit durchgeführte Erhebungen zum Stand der Umwelterziehung (LOB, GESING u. WESSEL (1992), EULEFELD, BOLSCO, RODE, ROST u. SEYBOLD (1993), KASEK u. LEHWALD (1994)) sind nicht repräsentativ, da die entwickelten Fragebögen an Lehrkräfte, deren Aktivitäten in der Umwelterziehung bekannt waren, gesandt wurden bzw. nur ein Schulamtsbezirks in die Befragung einbezogen worden war.

Dennoch liefern die Ergebnisse dieser Umfrage bemerkenswerte Hinweise auf die Situation in der Umwelterziehung. Generell wird festgestellt, dass die Ängste bezüglich der persönlichen Situation - mögliche Versetzung, eventuell reduzierte Weiterbeschäftigung oder Entlassung - jedwede Bildungsdiskussion überschatteten.

„Die Aufbruchstimmung nach der Wende ist schnell verflogen. Zumindest in Sachsen wurden auch von Schulkonferenzen getroffene demokratische Entscheidungen von den Oberschulämtern oft ohne Begründung aufgehoben. Insbesondere die massive Angst der Lehrer vor Arbeitslosigkeit, 75% der von uns befragten ostdeutschen Lehrer fürchteten Anfang 91, daß auch sie betroffen werden könnten, hat alte autoritäre

Denkstrukturen schnell wiederbelebt und eine enge Orientierung an Wünschen und Weisungen der Schulämter gefördert. Viele interessante Versuche, neue Formen des Unterrichtes und der Lehrer-Schüler-Beziehungen sind in dieser Atmosphäre aus Angst und unsensiblen Dirigismus der Schulämter ... wieder aufgegeben worden.“ (KASEK u. LEHWALD 1994, S. 75)

Zudem stand die Zukunft verschiedener Einrichtungen, die vor allem der Umwelterziehung dienten (Schulgärten, Zentralschulgärten, Zoo- und Botanikschulen, „Stationen junger Naturforscher und Techniker“) nicht fest.

Damit hatte sich die Aufbruchstimmung und Reformfreude des Jahres 1989/90 in eine Phase der Unsicherheit und der teilweisen Resignation gewandelt.

Grundsätzliche Ergebnisse dieser Erhebungen waren:

- Der umweltbezogene Unterricht an DDR-Schulen war geprägt von naturwissenschaftlichen Themen. Jedoch unterlagen Konfliktbereiche einem Tabu. Das betraf vor allem Themen zur Energieproblematik (Sicherheit von Kernkraftwerken, Uranerzförderung, Raubbau an Bodenschätzen) und zur Luft- und Gewässersituation in Industriegebieten.
- Es wurde ein großer Umfang an naturwissenschaftlich-technischen Kenntnissen vermittelt. Die Arbeitsweisen des „entdeckenden und forschenden Lernens“ wurden aber zu wenig mit übergreifenden Erziehungszielen wie Selbständigkeit und Kritikfähigkeit verknüpft.
- Der starre 45-Minuten-Schulrhythmus wurde nicht durch freiere Formen wie Projektstage oder Projektwochen aufgelockert. Vor allem die Einbeziehung der nicht-naturwissenschaftlichen Fächer und ein ganzheitliches Herangehen an offensichtliche Problembereiche fehlte. Aspekte des „Fühlens“, „Erlebens“ und des „Achtens“ spielten keine Rolle.
- Unterrichtsrelevante Hilfsmittel, insbesondere Folien, Dias und Filme, waren kaum vorhanden. Der Anteil von Umweltthemen in den Lehrbüchern war sehr gering.
- Schulgärten als Ort für konkrete und angewandte Umwelterziehung existierten an allen Schulen. Ihre Orientierung lag jedoch in der Regel auf dem Aspekt „Nutzgarten“.
- „Stationen junger Naturforscher und Techniker“ sowie Zoo- und Botanikschulen gab es flächendeckend. Ihre materielle Ausstattung prädestinierte sie für die Durchführung von Projekttagen bzw. -wochen.

EULEFELD und Mitarbeiter kamen bei der Analyse der institutionellen Rahmenbedingungen zu der Feststellung, dass es im Schulunterricht der DDR durchaus Freiräume gegeben hatte:

„Aus diesen Daten geht deutlich hervor, daß die von uns befragten Lehrkräfte aus der früheren DDR nicht nur einem rigiden Lehrplan zu folgen, sondern in fakultativen Kursen und Arbeitsgemeinschaften auch gute Möglichkeiten für die Gestaltung eines fächerübergreifenden und projektorientierten Unterrichts hatten. Sie wurden daran auch nicht durch die Stofffülle in den Lehrplänen gehindert (nur 19,8% Zustimmung zur Behinderung). Die fakultativen Kurse boten ausreichenden zeitlichen Spielraum in den Lehrplänen (84,9%) und im Stundenplan (69,0%).“ (EULEFELD 1991 in: Modelle zur Umwelterziehung in der BRD, Bd. 5, S. 47)

Bemerkenswert sind die Unterschiede hinsichtlich der Beurteilung der Aktivitäten in der DDR-Vergangenheit durch die Behörden (nach LOB, GESING und WESSEL):

Während von den Befragten des einbezogenen Schulamtes nur 6,4% eine Behinderung angaben, hingegen 57,6% eine Duldung und 23,2% eine Förderung, fühlten sich von den „umweltengagierten Lehrern“ 31,7% behindert, 49,6% geduldet und nur 16,3% gefördert.

Als Behinderung wurde vor allem die Geheimhaltung bzw. Fälschung von Daten sowie die Nichtverfügbarkeit von Literatur genannt. Von einigen der Befragten wurde auch angegeben, dass ihnen die Teilnahme an Tagungen im Ausland verwehrt worden sei bzw. dass sie Sanktionen für ihr Umweltengagement hätten hinnehmen müssen.

Hingewiesen werden soll noch auf eine widersprüchliche Position, die in jener Zeit bei verschiedenen westdeutschen Erziehungswissenschaftlern verbreitet war: Diese verneinten pauschal jegliche Umwelterziehung an DDR-Schulen, mussten aber zugleich ein existierendes Umweltbewusstsein bei Kindern und Jugendlichen anerkennen.

„Man kann davon ausgehen, daß es in den neuen Bundesländern keine größeren umwelterzieherischen Aktivitäten gegeben hat. Die Lehrpläne sahen dies nicht vor, und Umweltprobleme wurden vom SED-Staat als Probleme der sogenannten kapitalistischen Welt gehandelt...

Einer Umfrage in Mecklenburg-Vorpommern zufolge gibt es aber bei Kindern zwischen 10 und 12 Jahren ein erhebliches Umweltbewußtsein. Alle wissen um die Naturzerstörung, und 95% der Kinder sind nach dieser Umfrage von der Naturzerstörung sehr betroffen...

Die Ergebnisse mögen auf den ersten Blick verwundern, sind aber durchaus mit denen kompatibel, die für die Altländer vorliegen...

In diesen Zahlen drückt sich ein Umweltbewußtsein aus, das sein Zustandekommen gerade nicht schulischem Unterricht und schulischer Erziehung verdankt, und ebenfalls nicht jener Erfahrung, auf die derzeit in der Didaktik so viel Wert gelegt wird: der unmittelbaren. Umweltbewußtsein wird mittelbar erzeugt: durch die täglichen Katastrophenmeldungen in der Tagespresse, durch Rundfunk- und Fernsehnachrichten, Bücher, Symposien, Filmbeiträge, Features und vieles mehr.“ (de HAAN in: HELLBERG-RODE 1991, S. 81)

Die Dateninterpretation lässt in ihrer Absolutheit außer Acht, dass gerade in den Medien der DDR eine Scheinwirklichkeit auch auf dem Umweltsektor dargestellt wurde. Zudem berücksichtigt sie nicht, dass vor allem die Möglichkeiten eines unmittelbaren Erfahrens der Umwelt verbreitet waren (u.a. Schulgärten, Zoo- und Botanikschulen).

In seiner Situationsbeschreibung des Physikunterrichts in den neuen Bundesländern schätzte WILKE (1993) ein, dass das jahrzehntelange Bemühen der Physikdidaktiker zur ständigen Verbesserung des Unterrichts beigetragen hat. Als bewahrenswerte Traditionen erwähnt er u.a. den starken Praxisbezug (vor allem zum Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler) und die praktischen Schülertätigkeiten insbesondere im Zusammenhang mit Schüler- und Praktikumsexperimenten. Für das „projektorientierte Lernen“ sieht er einen reichen Erfahrungsschatz aus dem fakultativen Unterricht nach Rahmenprogramm.

WILKE regte an, zukünftig die Phänomene der Natur und des Alltags stärker didaktisch für den Physikunterricht aufzubereiten. Dabei betont er die Notwendigkeit, Natur und Technik ganzheitlich zu betrachten, indem die fachspezifischen Kenntnisse in fachübergreifende Betrachtungen einbezogen werden. Als Beispiele führt er den Umweltschutz, die rationelle Gewinnung und Nutzung bestimmter Energieformen sowie den Lärmschutz an.

3.3.3. Aktuelle Probleme und Tendenzen der Umweltbildung/Umwelterziehung

Die erste gesamtdeutsche Bestandsaufnahme zur Umweltbildung/Umwelterziehung fand im Rahmen der Fach- und Fortbildungstagung „Praxis der Umweltbildung“ (Bielefeld 1993) statt. In Plenarvorträgen und in verschiedenen Arbeitsgruppen wurden Antworten auf Fragen wie

- Was ist Umweltbildung?
- Wie sollte Umweltbildung aussehen?
- Was kann Schule ökologisch ausrichten?
- Kann Umweltbildung Schule verändern?

gesucht (vgl. FRIEDRICH, ISENSEE und STROBL 1994).

Ausgangspunkt war eine Bestandsaufnahme der schulischen Umweltbildung und -erziehung in Deutschland bei besonderer Berücksichtigung der Sekundarstufe II. In der zweiten Phase der Tagung stritten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer über die Ziele, Richtungen und Wege für eine bessere ökologische Bildung und Erziehung. Dabei wurden bestehende Hemmnisse deutlich angesprochen:

- Es fehlt für die Schule generell, aber besonders auch für die gymnasiale Oberstufe ein klares Konzept für die Umweltbildung/Umwelterziehung.
- Die fachorientierten Lehrpläne bzw. Rahmenrichtlinien der Sekundarstufe II bieten zu wenige Möglichkeiten für eine Auseinandersetzung mit komplexen, fachübergreifenden Zusammenhängen.
- Der Bildungswert von ökologischen Problemen wird durch die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen“ (EPA) - trotz der Erklärung der Kultusministerkonferenz von 1980 – negiert.
- Das Festhalten der Schule am 45-Minuten-Rhythmus behindert ein handlungsorientiertes Lernen vor allem in offenen Formen.

Insgesamt machte die Bielefelder Tagung deutlich, dass eine inhaltliche und organisatorische Reform der gymnasialen Oberstufe dringend geboten ist und die Diskussionen sich nicht in einer Auseinandersetzung über die Länge der Schulzeit erschöpfen dürfen.

Ebenfalls im Jahre 1993 forderten führende wissenschaftliche Gesellschaften (u.a. die Deutsche Physikalische Gesellschaft, der Verband Deutscher Biologen und die Gesellschaft Deutscher Chemiker) eine verstärkte Umweltbildung/Umwelterziehung. In dem Positionspapier „Der notwendige Beitrag des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zur Umweltbildung“, das auf Initiative des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) verfasst worden war, wurden verstärkte Aktivitäten seitens der Kultusbehörden und von den Schulen selbst angemahnt:

„Schule muss aufzeigen, daß jeder einzelne von Umweltveränderungen selbst betroffen ist und als Staatsbürger und Konsument Mitverantwortung trägt und Einfluß nehmen kann. Ziel ist es dabei, nicht nur ökologisches Wissen zu vermitteln, sondern auch Einstellungen und Verhaltensnormen zu entwickeln.

Um die Zusammenhänge naturwissenschaftlicher, technischer, ökonomischer und demographischer Entwicklungen zu verstehen und ihre Konsequenzen zu beurteilen, ist es notwendig, sich intensiver als bisher mit vernetzten Systemen zu befassen. Dafür sind gleichermaßen Basiswissen und Methoden aus den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern erforderlich sowie der Dialog mit anderen Fächern.“
(MNU 1993a, S. V)

Für die Realisierung dieser anspruchsvollen Aufgaben wurden „angemessene Rahmenbedingungen“ gefordert. So wurde vorgeschlagen, dass in den Lehrplänen die notwendigen mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen und die fachübergreifenden

Inhalte festzulegen sind. Dabei sollen auch praktische Arbeiten der Schülerinnen und Schüler vorgesehen werden.

Auf die Konsequenzen für die Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte wurde deutlich hingewiesen:

„Die Lehrerausbildung muß dafür Sorge tragen, dass die Lehrerinnen und Lehrer auf die Vermittlung der Umweltbildung vorbereitet werden. Dazu müssen Studien- und Prüfungsordnungen ergänzt werden. Die Lehrerfortbildung ist auszubauen, um die bereits im Dienst befindlichen Lehrkräfte entsprechend zu qualifizieren.“ (MNU 1993, S. VI)

Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) griff 1993 mit dem Papier „Positionen zum Unterricht in Mathematik, in den Naturwissenschaften und in Informatik“ noch einmal in die bildungspolitische Diskussion ein.

Unter der Überschrift „Mathematik und Naturwissenschaften – Grundlage zeitgemäßer Bildung“ wurde die Bedeutung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen für die Zivilisation gewürdigt und zugleich auf neue Anforderungen hingewiesen:

„In den letzten Jahren ist die globale Bedrohung unseres Ökosystems in das Blickfeld der Öffentlichkeit gerückt und hat dazu beigetragen, die Probleme in den wechselseitigen Bedingungen sowie die Vernetzung naturwissenschaftlicher, technischer, ökonomischer und demographischer Zusammenhänge zu erkennen. Dieses neue Bewußtsein beinhaltet aber auch die Erkenntnis, daß die Menschheit eine sehr große Verantwortung für die weitere Entwicklung trägt. Hier hat der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht eine außerordentlich wichtige Rolle zu übernehmen, indem er ausreichendes Fachwissen und seine spezifische Erkenntnismethode beiträgt.

Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht schafft eine unabdingbare Voraussetzung dafür, daß die heutige Gesellschaft eine verantwortliche und verpflichtende Antwort auf die Frage nach den Grenzen der technischen Entwicklung und der natürlichen Ressourcen der Erde finden kann.

Eine weitere wichtige Voraussetzung ist die Entwicklung eines kohärenten und konsensfähigen Systems von Werten, an dem alle Fächer teilzunehmen haben.“ (MNU 1993b, S. VII)

Zu den unverzichtbaren Prinzipien eines jeden lebensnahen Unterrichts wurde die angemessene Berücksichtigung von Technik, Ressourcenschonung und Umwelterhaltung erhoben. Dabei sollen sowohl Möglichkeiten und Nutzen als auch Gefahren und ökologische Folgen technischer Entwicklungen aufgezeigt werden. Speziell für den Physikunterricht wurden in diesem Zusammenhang als unverzichtbare Bildungsinhalte benannt:

- Energie und Energieerhaltungssatz
- Energieumwandlungen (Entwertung von Energie, Nutzung von Energie aus regenerativen Quellen)
- Kernphysik

Zugleich wurde darauf hingewiesen, dass exemplarisch spezielle Themen der Physik behandelt werden, die für Anwendungen in „Nachbarbereichen“ (z.B. Biologie, Chemie, Meteorologie) relevant sind.

1994 fand in Hamburg eine überregionale Tagung unter der Thema „Evaluation und Zukunft der Umwelterziehung in Deutschland“ statt. Sie war zugleich Abschluss einer Reihe von Veranstaltungen, die seit 1987 von der Deutschen Gesellschaft für Umwelterziehung (DGU), und dem Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN) im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft durchgeführt worden waren. Auf diesen Tagungen wurde insbesondere über die Ergebnisse von Modellversuchen

berichtet. Mit diesen Schulversuchen konnte erreicht werden, dass die Notwendigkeit von Umweltbildung/Umwelterziehung im Bildungswesen auf eine größere Resonanz stieß. Als Resümee der Hamburger Tagung wurde u.a. festgehalten,

„daß es nach wie vor erforderlich ist, Ziele, Inhalte und Methoden schulischer Umwelterziehung zu diskutieren und dabei zum einen die Aspekte der Umweltbedrohung durch menschliches Verhalten wie auch Modelle der Problemlösung realistisch und ohne interessengeleitete Verschleierung aufzudecken und zum anderen nach Möglichkeiten zu suchen, wie Schülerinnen und Schüler mit Natur und Umweltproblemen so in Kontakt gebracht werden können, daß dauerhaft umweltgerechte Einstellungen aufgebaut werden.“ (EULEFELD in DGU/IPN 1995, S. 15)

Auf der Tagung wurde anerkannt, dass mittlerweile vom Bund und von den einzelnen Ländern in verschiedenen Dokumenten die für eine umfassende Umweltbildung/Umwelterziehung notwendigen Rahmenaussagen getroffen worden sind. Nach Einschätzung mehrerer Tagungsteilnehmer können positive Auswirkungen jedoch erst dann erwartet werden, wenn gleichzeitig ausreichende administrative und strukturelle Bedingungen vorliegen, um beispielsweise ein handlungsorientiertes und fächerübergreifendes Lernen organisieren zu können.

Kritisch wurde zudem vermerkt, dass bei den Schulleitungen und auch bei vielen Lehrkräften noch Vorbehalte bestehen, um von den gewohnten Lehr- und Lernformen abzugehen.

„Nachhaltige Entwicklung – neue Perspektiven für die Umweltbildung“ überschrieb die Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung (DGU) ihre Jahresversammlung 1996. Es bestand bei den Tagungsteilnehmern Konsens darüber, dass mit dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung neue Anforderungen auf das Bildungswesen zukommen, die neue Wege erfordern:

„Diese neuen Wege müssen interdisziplinär angelegt und an ‚Schlüsselqualifikationen‘ ausgerichtet sein, wie die Fähigkeit zum vernetzten Denken, Kreativität etc. Wesentlich erscheint ..., daß theoretische Überlegungen an praktische, lebensweltliche Erfahrungen, subjektive Empfindungen anknüpfen müssen und handlungs- bzw. anwendungsorientiert sein müssen.“ (BEYER 1998, S 23)

REISSMANN stellte auf dieser Tagung einen Entwurf zu einem „Rahmenkonzept“ vor, das auf ein neues, zeitgemäßes Allgemeinbildungskonzept zielt. - Aus den Leitzielen einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung leitet er zunächst didaktische Prinzipien für die „Ausrichtung der Bildungs- und Lernprozesse“ ab:

- Problemlösungsorientierung
- Verständigungsorientierung
- Kooperationsorientierung
- Anwendungsorientierung
- Selbstorganisation
- Ganzheitlichkeit

REISSMANN untersetzt diese mit Beispielen für angestrebte Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen („Schlüsselqualifikationen“ bzw. „Kompetenzen“). Zusätzlich schlägt er inhaltlich-thematische Schwerpunkte vor. Dabei legt er „objektive Relevanzen“ zu Grunde, so die „Agenda 21“ und die Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“.

In Auswertung der im Frühjahr 1997 veröffentlichten Ergebnisse der 3. Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS) unterzeichneten auf Initiative des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) namhafte wissenschaftliche Gesellschaften Deutschlands (u.a. die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, die Deutsche Mathematiker-Vereinigung,

der Verband Deutscher Biologen, die Gesellschaft Deutscher Chemiker, die Deutsche Physikalische Gesellschaft und der Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultätentag) 1998 das Positionspapier „Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung an der Schwelle zu einem neuen Jahrhundert“.

Darin wird die Bedeutung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung für die Allgemeinbildung, für Beruf und Studium sowie für die Weiterentwicklung der Gesellschaft hervorgehoben:

„Die mathematische und naturwissenschaftliche Bildung ist ein essentieller Bestandteil der Allgemeinbildung; sie dient der Persönlichkeitsentwicklung durch Vermittlung von Methodenkompetenz, Sachwissen und Haltungen, und sie ermöglicht ein grundlegendes fachliches Verständnis für Fragen der Technik und bietet somit die Basis für eine verantwortungsvolle Teilnahme an der gesellschaftlichen Diskussion um Möglichkeiten und Grenzen der technischen Entwicklung. Jedes der Fächer Mathematik, Physik, Chemie und Biologie liefert dazu einen spezifischen Beitrag an disziplinärem Fachwissen. Nur auf der verlässlichen Basis von Fachunterricht trägt fachübergreifendes Lernen dazu bei, Problemstellungen aus Natur und Technik in ihrer Komplexität und Verflechtung begreifbar zu machen.“ (MNU 1998, S. III)

Als spezifischer Beitrag des Fachunterrichts Physik wird u.a. herausgestellt, dass aus den Beobachtungen der natürlichen und der technischen Umwelt ein geordnetes Grundlagenwissen entwickelt wird. Neben Bezügen zu technischen Anwendungen sollten auch exemplarisch wichtige technologische Probleme der Gegenwart und der Zukunft sowie mögliche Lösungen angesprochen werden. Explizit werden Probleme der Energieversorgung, der Verkehrs- und Kommunikationstechnik sowie Computeranwendungen genannt.

Im Positionspapier wird betont, dass sich viele Themen der Physik anbieten, in fachübergreifenden Fragestellungen aufgegriffen zu werden. Durch eine nicht allein auf die naturwissenschaftlichen Fächer begrenzte Perspektive soll das gesamte Lebensumfeld der Lernenden einbezogen werden.

In einem gesonderten Abschnitt wird die „Entwicklung einer nachhaltigen Unterrichtskultur“ untersetzt. Dabei wird betont, dass Lernen und Lehren nur dann nachhaltig erfolgen kann,

„wenn es auf den Grundsätzen der Selbsttätigkeit und des aktiven Aneignens sowie auf einer dies fördernden Unterrichtsgestaltung aufbaut. Lernen und Verstehen spielen sich dabei in einem komplexen Feld ab, das mathematische, biologische, chemische und physikalische Gegenstände ebenso umfasst wie reale Kontexte, individuelle kognitive Strategien und darauf bezogene Grundvorstellungen. Daneben gehören zur Unterrichtsgestaltung:

- *selbständige und aktive Beschäftigung mit den Unterrichtsgegenständen,*
- *inhaltliches Argumentieren und Problemlösen,*
- *systematisches Wiederaufgreifen und Vernetzen von Inhalten.“* (MNU 1998, S. VIII)

Die „Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte“ (GDNÄ) verfolgte mit der im Jahre 2000 veröffentlichten „Wittenberger Initiative“ die Absicht, Denkanstöße für die Gestaltung eines „fachübergreifenden Fachunterrichts“ zu geben. - Bereits 1997 hatte BERG, Mitglied der bildungspolitischen Kommission der GDNÄ, eine „Offensive gegen den Zeitgeist“ gefordert. In seinem Aufsatz wies er auf die Gefahren hin, die aus einer defizitären naturwissenschaftlichen Bildung resultieren. Für BERG haben naturwissenschaftliche Bildungsinhalte „Grundlagen zur Bewältigung unserer Lebenswirklichkeit“ zu erbringen. Folglich plädiert er für eine sehr sorgfältige Auswahl der Lehrgegenstände in enger Kooperation von Fachwissenschaftlern, Erziehungswissenschaftlern, Didaktikern und Schulpraktikern. Nach seiner Auffassung sollten sich die Curricula der naturwissenschaftlichen Fächer nicht ausschließlich aus der inneren Logik des jeweiligen

Faches ableiten, sondern sich an „übergeordneten Lehrinhalten“ orientieren. Als Beispiele führte er an:

- Zufallsprozesse (Indeterminismus)
- Vernetzte Systeme, Rückkopplung
- Entwicklung, Evolution, Fortschritt
- Information
- Diskrete Struktur der Welt

In der „Wittenberger Initiative“ wird auf der Grundlage eines interdisziplinär organisierten „Experten-Konsens-Verfahrens“ ein naturwissenschaftlicher „Wissenskern“ und die daran gebundenen Fähigkeiten vorgeschlagen.

Der „Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (MNU) stellte in den Mittelpunkt seiner vierten bundesweiten Lehrplantage (Bad Honnef 2000) Überlegungen für die Gestaltung eines „zeitgemäßen Physikunterrichts“. Als Ergebnis intensiver Diskussionen wurden Empfehlungen zur Gestaltung von Lehrplänen bzw. Richtlinien („Physikunterricht und naturwissenschaftliche Bildung – aktuelle Anforderungen“, Köln 2001) veröffentlicht.

Auf Grund des Fehlens einer allgemein anerkannten Curriculumtheorie wurde vorgeschlagen, sich bei der Lehrplanentwicklung an den Konzepten der physikalischen Bildung und der Handlungsfähigkeit zu orientieren. - Es wurden sechs „Kernelemente“ physikalischer Bildung angegeben, die exemplarisch, d.h. an wesentlichen und transferfähigen Beispielen behandelt werden sollen:

„1) Kenntnis der Grundannahmen des modernen physikalischen Weltbilds und seines wesentlichen Beitrags zur kulturellen Entwicklung unserer Gesellschaft.

2) Wissen über die fachlichen Beiträge der Physik zur Zukunftssicherung und Fähigkeit zu deren Bewertung.

Es gibt Bereiche der Wirklichkeit, die als Gegenstand von Bildungsprozessen nicht ersetzbar sind: z.B. Treibhauseffekt, Energieentwertung, ionisierende Strahlung, quantenphysikalische Denkweisen. Eine fachbezogene und fächerverbindende Ausweisung solcher Bereiche macht deutlich, dass die drei naturwissenschaftlichen Fächer nicht gegenseitig austauschbar sind.

3) Fähigkeit zur Nutzung physikalischen Wissens im Rahmen der Entscheidungsfindung im persönlichen oder gesellschaftlich-politischen Bereich.

4) Wissen darüber, dass zentrale Konzepte der Physik einer ideengeschichtlichen Entwicklung unterliegen und dass die Dynamik der Theoriebildung von Diskussionen in der Forschergemeinschaft getragen wird.

5) Wissen über die charakteristischen naturwissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung, ihre Reichweite und Aussagekraft; Fähigkeit zu ihrer Anwendung...

6) Fähigkeit zum Erfassen und Erleben der natürlichen Umwelt.“ (MNU 2001, S. IV)

Mit dem Hinweis auf aktuelle Ergebnisse der empirischen Lehr-Lern-Forschung wurde die Bedeutung geeigneter Kontexte für den Erwerb neuen Wissens betont. Vor allem auch im Hinblick auf die Motivationslage der Schülerinnen und Schüler sollten Beispiele mit einem Bezug zur Lebenswelt, zu Alltag/Technik oder zur eigenen Person in einem größeren Umfang einbezogen werden.

Ferner wurde die Auffassung unterstützt, Lernen als einen selbständig zu vollziehenden Prozess zu begreifen, bei dem Wissen und Fähigkeiten nicht übernommen, sondern konstruiert werden sollen („Selbstenwicklung des kognitiven Systems“). Die Schülerinnen und Schüler sollten sich folglich mit den Lerngegenständen ihrer Umwelt aktiv

auseinandersetzen und selbst erkunden können, ob sich das angeeignete Wissen in einem neuen Kontext bewährt.

Im MNU-Papier wurden Fähigkeiten aufgelistet, die nach Abschluss des obligatorischen Physikunterrichts erworben sein sollten.

Ausführlich wurde auch auf die Notwendigkeit eines fachübergreifenden und fächerverbindenden Physikunterrichts hingewiesen:

„Eine neue Sicht der Schüler auf den Physikunterricht kann einsetzen, wenn der bisherigen Orientierung an fachsystematischen Kriterien lebensweltliche Kontexte gleichberechtigt an die Seite gestellt werden...“

„Eine stärkere Öffnung des Physikunterrichts bezüglich Fragestellungen, die sich auf die Lebenswelt der Schüler beziehen, leistet einen wesentlichen Beitrag, um die Sinnhaftigkeit der physikalischen Bildung einsichtig zu machen...“ (MNU 2001, S. IX)

3.4. Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen Österreichs und der Schweiz

Mitte der 80 er Jahre wurde auf Initiative Österreichs durch die OECD das Projekt „Umwelt und Schulinitiativen“ („Environment and School Initiatives“ / ENSI) mit der Zielstellung gestartet, Erfahrungen mit schulischen Umweltprojekten zu sammeln sowie den nationalen und internationalen Austausch zu fördern. In der ersten Phase waren Schulen aus Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Italien, den Niederlanden, Norwegen, Portugal, Schweden und der Schweiz am ENSI-Projekt beteiligt. Später schlossen sich Einrichtungen aus weiteren 8 Ländern dem Projekt an. Auf der von Österreich ausgerichteten Konferenz in Linz (1988) wurden Ergebnisse aus der ersten Phase vorgestellt. Die Abschlusskonferenz zum Projekt fand 1994 in Braunschweig statt.

In verschiedenen Einschätzungen (u.a. DIECKHOFF, LOB) wird unterstrichen, dass insbesondere Österreich und die Schweiz verallgemeinerungswürdige Erfahrungen bei der Umweltbildung/Umwelterziehung vorzuweisen haben und dadurch in die europäische „Spitzengruppe“ einzuordnen sind. Deshalb sollen an dieser Stelle Ergebnisse und Erkenntnisse aus diesen beiden Ländern zusammengestellt werden, die für den Umgang mit dem „Schlüsselproblem Umwelt“ im Bildungswesen der Bundesrepublik Deutschland und speziell des Landes Sachsen-Anhalt von besonderem Interesse sein könnten.

3.4.1. Zur Entwicklung und zur Situation in Österreich

1970 war in Österreich das „Jahr des Naturschutzes“. Dieses Ereignis strahlte auch auf die schulische Umwelterziehung aus. - Das Bundesministerium für Unterricht und Kunst (BMUK) wies in den Folgejahren in verschiedenen Rundschreiben auf die Bedeutung des Umweltschutzes hin und regte Initiativen an den Schulen an. Bereits 1972 war das Thema „Umweltkunde und Umweltschutz“ Gegenstand einer Tagung der Landes- und Bezirksschulinspektoren.

1973 wurden auf der in Wien durchgeführten Europäischen Ministerkonferenz für Umweltfragen entsprechende Empfehlungen für Änderungen in den Lehrplänen vereinbart.

1979, also zwei Jahre nach der Konferenz von Tbilissi, fand die „Umwelterziehung“ als „Unterrichtsprinzip“ Eingang in die Lehrpläne.

1982 führten das Unterrichtsministerium und das Umweltministerium gemeinsam eine Erhebung zur Umwelterziehung an den Schulen durch. Ein Jahr später richteten beide Ministerien die „Arbeitsgemeinschaft Umwelterziehung“ (ARGE Umwelterziehung) als Organisationseinheit der Österreichischen Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz (ÖGNU) ein.

Eine umfassende Zwischenbilanz zur Entwicklung und zum Stand von Umweltbildung/ Umwelterziehung Anfang der 90er Jahre in Österreich gibt THONHAUSER (1993):

Nach seiner Auffassung bestand die Strategie des österreichischen Bundesministeriums für Unterricht und Kunst darin, die Umwelterziehung als Unterrichtsprinzip im Lehrplanwerk zu verankern. Umweltfragen sollten in allen Fächern und auf fast allen Schulstufen thematisiert werden.

Die 1984 in Kraft getretenen neuen Lehrpläne für die Pflichtschulen und die Unterstufen der Allgemeinbildenden Höheren Schulen beinhalteten folglich ökologische Themen. In dem ein Jahr später vom BMUK herausgegebenen Erlass „Umwelterziehung in den Schulen“ wird als Hauptziel das Erreichen einer „ökologische Handlungskompetenz“ bei den Schülerinnen und Schülern angegeben. Damit geht er über das Vermitteln von Kenntnissen und Werthaltungen hinaus. Umwelterziehung soll demzufolge zu einem Erfahrungsprozess führen, der ein stabil wirksames Umweltverhalten zur Folge hat.

RAUCH analysiert 1992 in seiner Schrift „Umwelterziehung an österreichischen Oberstufenschulen“ die Lehrpläne der Oberstufenrealgymnasien hinsichtlich umweltrelevanter Themen. Für den Physiklehrplan (Stand 1.8.1989) kann er als „Bildungs- und Lehraufgabe“ zitieren:

„... Befähigung der Schüler zu Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Mitwelt und der Umwelt... Einsicht, in welcher Weise die Auswirkungen der naturwissenschaftlich-technischen Entwicklung unsere Umwelt verändern. ...Erreichen eines energie- und umweltbewußten Verhaltens auf Grund gewonnener Einsichten.“ (RAUCH 1992, S. 40)

Im Erlass „Umwelterziehung in den Schulen“ sind inhaltliche und vor allem didaktische Hinweise für die Realisierung der Umwelterziehung formuliert. Es wird die Überwindung der Fächergrenzen und die Durchführung von Projekten gefordert. Den Schülerinnen und Schülern soll Gelegenheit gegeben werden, Umweltschutzaktionen innerhalb und außerhalb der Schule durchzuführen, ihre Projekte öffentlich darzustellen und gegebenenfalls zu verteidigen.

1992 veröffentlichte das BMUK einen Grundsatzterlass zum Projektunterricht. Darin wird ausdrücklich betont, dass der Projektunterricht im Einklang mit den gesetzlich festgelegten Aufgaben der österreichischen Schule steht. Auf die Notwendigkeit einer vorübergehenden Änderung der üblichen schulischen Organisationsformen (Veränderung des Stundenplans, Auflösung der Klassenverbände, Verlegung des Unterrichts an außerschulische Lernorte und Mitwirkung einrichtungsfremder Personen) wird hingewiesen. Durch einen umfangreichen Anhang zu diesem Erlass (u.a. rechtliche Grundlagen, Projektanlässe, didaktisch-methodische Aspekte und Kurzbeschreibungen von Projektbeispielen) sollte die Integration von Projekten in den Unterricht gefördert werden.

„Dahinter steht die Überzeugung, daß Projektunterricht sehr gut geeignet ist,

- die Erkenntnis und Weiterentwicklung eigener Fähigkeiten durch die Lernenden selbst,*
- die Bereitschaft, Verantwortung zu übernehmen,*
- ein offenes Problembewußtsein,*
- die Fähigkeit, Probleme zu definieren und zu ihrer Lösung selbständig kreative Vorschläge zu entwickeln,*

- *kommunikative Kompetenzen und Konfliktfähigkeit sowie*
 - *organisatorische Kompetenzen als Voraussetzung selbständigen Lernens und Problemlösens*
- zu fördern.“ (THONHAUSER 1993, S. 38)

Im OECD-Bericht zur Umweltbildungspolitik von 1994 wird eingeschätzt, dass an vielen höheren Schulen Projekte durchgeführt werden. Dennoch wird auch auf die Grenzen dieses auf dem Freiwilligkeitsprinzip beruhenden Ansatzes hingewiesen:

„Freiwillige Aktivitäten sind besonders anfällig dafür, unkoordiniert zu sein, nur sporadisch stattzufinden und darüber hinaus keine systematische Entwicklung zu haben. Manche Aktivitäten sind sehr gut, andere weniger gut. Vieles hängt von dem einzelnen Lehrer ab. Es gibt aber auch viele Lehrer, die nichts machen. Trotz weitgehender Unterstützung durch Pädagogen und Öffentlichkeit ist die Stellung von Umwelterziehung im Lehrplan etwas ambivalent und bleibt lokalen, regionalen und individuellen Entscheidungen überlassen.“ (HOUSE, EIDE u. KELLEY-LAINE 1994, S. 54)

Für fächerübergreifende Formen der Unterrichtsgestaltung werden im Bericht große Barrieren darin gesehen, dass die Lehrer für zwei bzw. drei Fächer ausgebildet worden sind und diese disziplinären Strukturen im Unterricht wiederholen.

THONHAUSER analysierte auch die Vorbereitung der Lehrerinnen und Lehrer auf die Ausgestaltung der Umwelterziehung an den Schulen. - In Österreich werden die Lehrkräfte - je nach der Schulart bzw. dem Schultyp, an dem sie unterrichten - an verschiedenen Institutionen ausgebildet:

- für Pflichtschulen (Volksschulen, Hauptschulen, Allgemeine Sonderschulen) an den Pädagogischen Akademien
- für Berufsschulen an den Berufspädagogischen Akademien
- für Allgemeinbildende Höhere Schulen und allgemeinbildende Fächer an Berufsbildenden Mittlern bzw. Berufsbildenden Höheren Schulen an Universitäten.

Die Lehrerfortbildung obliegt den Pädagogischen Instituten mit den Abteilungen für Pflichtschulen, Berufsschulen, Berufsbildende Mittlere/Berufsbildende Höhere Schulen und Allgemeinbildende Höhere Schulen.

Hinsichtlich der Erstausbildung der Lehrerinnen und Lehrer zieht THONHAUSER eine sehr kritische Bilanz:

„Die Lehrerausbildung tut sich auf Grund ihrer überwiegend fachbezogenen Orientierung mit den in den Unterrichtsprinzipien enthaltenen fächerübergreifenden und ganzheitlichen Ansprüchen im allgemeinen sehr schwer. Die Folge ist eine ungenügende Vorbereitung auf eine praktisch effiziente Umsetzung der Prinzipien... Ihre Thematisierung außerhalb der Ausbildung in den Trägerfächern (Biologie, und mit deutlichem Abstand Physik, Chemie und Geographie) und der Allgemeinen Pädagogischen Ausbildung sind rare Ausnahmen.“ (THONHAUSER 1993, S. 89)

Die Lehrerausbildung an den Pädagogischen Akademien wird im Vergleich zu der an den Universitäten als praxisnäher charakterisiert. Durch einen höheren Stellenwert der pädagogischen Ausbildung an den Akademien sind dort die Chancen größer, dass Studierende bereits während der Ausbildung in einer praxisrelevanten Art und Weise mit Themen der Umwelterziehung konfrontiert werden.

„Hingegen hinkt ... die überwiegend fachlich akzentuierte Ausbildung an den Universitäten noch gewaltig hinter den Ansprüchen eines modernen pädagogischen

Konzeptes nach. Nach wie vor ist die Wissenschaftsgeschichte für die Struktur des Studienplanes verantwortlich und nicht die aktuelle gesellschaftliche Bedeutung der Disziplin. Darunter leidet die fachliche Vorbereitung der an den Universitäten ausgebildeten LehrerInnen auf ihre umweltzieherischen Aufgaben. Dieses Defizit wird noch dadurch vergrößert, daß die universitäre Ausbildung inklusive der zumeist von Fachwissenschaftlern oder Lehrern mitbetreuten fachdidaktischen Ausbildung zu einem Großteil nach sehr konventionellen Mustern eines Unterrichts verläuft, der das Schwergewicht auf die Information der Studierenden legt.“ (THONHAUSER 1993, S. 90)

Auch die Evaluationsgruppe der OECD sieht in der Lehrererstausbildung einen kritischen Punkt. Als Ursache wird die traditionelle Struktur nach Fachdisziplinen mit wenig Bezug zu gesellschaftlichen Problemen gesehen. Zu viel Zeit werde dabei für das Studium der klassischen Fachgebiete aufgewandt, zu wenig Zeit hingegen für innovative Unterrichtsstrategien.

Für eine Verbesserung der Situation an den Universitäten orientiert THONHAUSER auf drei Wege:

- die „Ökologisierung“ der Fachstudiengänge
- eine Aufwertung der fachdidaktischen Ausbildung
- die Intensivierung der pädagogischen Ausbildung

Dem Rechnung tragend arbeiteten zwischen 1997 und 2000 Teams aus sechs (ab 1999: sieben) Ausbildungseinrichtungen des Landes, zu deren Mitgliedern Professoren, Dozenten und Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler gehörten, im Rahmen des Forschungsprojektes „Umweltbildung in der LehrerInnenbildung“ (UMILE) an Initiativen für eine umweltbezogene Lehrerausbildung. Gemeinsam wurden innovative Strukturen konzipiert und Projekte durchgeführt.

Die erzielten Ergebnisse konzentrieren sich auf fünf Themenbereiche:

- Kooperation zwischen Schulen und Lehrerbildungseinrichtungen
- Umweltprojekte in der Erstausbildung von Lehrkräften
- interdisziplinäres Lehren, Lernen und Forschen
- Lehrerausbildung als reflektierte Praxis
- Stabilisierung von Innovationen durch Schaffung von strukturellen Rahmenbedingungen (z.B. Studienplänen)

Das Projekt UMILE war personell und inhaltlich eng mit dem OECD-Projekt „Environment and School Initiatives“ (ENSI) verbunden. Auf Workshops und im Anschlussbericht zum Projekt (POSCH, RAUCH u. KREIS 2001) wurden detaillierte Ergebnisse veröffentlicht.

Auf der Basis des Forschungsprojektes wurde im Jahre 2000 das Entwicklungs- und Forschungsnetzwerk „Umwelt - Innovation - LehrerInnenbildung“ (UMILE) aufgebaut. Es soll als „horizontales Netzwerk von Personen in der LehrerInnenbildung“ Möglichkeiten für einen gegenseitigen Austausch schaffen und an das UMILE-Projekt anknüpfen:

- *„Das große Ziel ist die Förderung der Entwicklung einer ökologisch nachhaltigen Gesellschaft.*
- *Konkreter geht es um die Förderung von ‘Bildung für nachhaltige Entwicklung’ im Rahmen der Lehrerbildung...*
- *Berufsfeldbezogene Forschung an Pädagogischen Akademien (im Sinne des neuen Akademiestudiengesetzes) und an Universitäten sollen gefördert werden“ (Forum Umweltbildung 2000, S. 2)*

Auch in Österreich müssen die Defizite in der Lehrererstausbildung durch Fortbildungsmaßnahmen kompensiert werden. Darauf weist RAUCH schon im Jahre 1992 hin:

„Der Lehrerfortbildung kommt bei der Umsetzung der Anliegen einer effizienten Umwelterziehung eine besondere Rolle zu... Bereiche, auf die mehr Augenmerk gelegt werden sollte, wären auf dem didaktisch-methodischen Feld die Gestaltung fächerübergreifenden Unterrichts, Probleme bei der Planung, Durchführung und Evaluierung des Projektunterrichts, sowie verstärkte Berücksichtigung von Unterrichtsmodellen, die Handlungserfahrungen der Schüler ermöglichen und fördern... Darüberhinaus wäre es wünschenswert, wenn verstärkt wirtschaftliche, gesellschaftspolitische und ethische Bezüge innerhalb der Umweltproblematik in die Programme einfließen könnten.“ (RAUCH 1992, S. 178)

THONHAUSER kann auf ein quantitativ durchaus beachtliches Angebot von auf die Lehrerinnen und Lehrer ausgerichteten und für sie zugänglichen Veranstaltungen verweisen. Dabei ergibt sich aber für die einzelnen Bundesländer ein sehr unterschiedliches Bild:

Positiv wird Niederösterreich erwähnt, wo in der Abteilung für Pflichtschulen des Pädagogischen Institutes „Multiplikatoren für Umwelterziehung“ für die einzelnen Schulbezirke qualifiziert wurden. Ferner entwickelt ein Arbeitskreis „Umwelterziehung“, an dem Vertreter aller Schultypen beteiligt sind, „Unterrichtsmodelle“, die den Lehrerinnen und Lehrern als Anregungen und Durchführungshilfen zur Verfügung gestellt werden.

In anderen Bundesländern (Burgenland, Salzburg) wurde das Fortbildungsangebot deutlich erhöht. Einschränkend wird jedoch festgestellt, dass mehr inhaltliche, jedoch zu wenig methodische Anregungen vermittelt werden.

In Oberösterreich wurden Fortbildungswochen an solchen Lernorten durchgeführt, wo die Teilnehmer dann selbst wieder „Umweltwochen“ realisieren können.

Von einigen der Pädagogischen Institute wird berichtet, dass sie mit ihren Angeboten immer wieder neue Teilnehmer erreichen konnten. Andere stellten dagegen einen relativ begrenzten Teilnehmerkreis fest. Hinsichtlich des fächerübergreifenden Charakters der Umwelterziehung konnte kein Durchbruch erzielt werden; häufig blieben im Bereich der naturwissenschaftlichen Fächer die Lehrerinnen und Lehrer des „Trägerfaches“ Biologie unter sich.

Besondere Erwähnung findet bei THONHAUSER das „Ökobüro“ am Pädagogischen Institut der Stadt Wien. Durch dieses Ökobüro soll die Umwelterziehung besonders gefördert werden durch

- Fortbildungsseminare für Lehrerinnen und Lehrer,
- Serviceleistungen für interessierte Lehrerinnen und Lehrer bei der Ausgestaltung von Unterrichtsprojekten,
- Betreuung von ökologischen Initiativen (Einrichtung von Schulgärten, ökologische Wanderungen),
- Entwicklung von didaktischen Materialien und
- Einrichtung eines Kommunikationsnetzes zwischen Lehrerinnen und Lehrern untereinander sowie Vertretern von Verwaltung, Wirtschaft und Umweltschutz.

3.4.2. Zur Entwicklung und zur Situation in der Schweiz

Die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) analysierte 1988 den Stand der Umwelterziehung an den Schulen. Dabei wurde zunächst erfasst, in welchem Umfang und mit welchen Intentionen Umweltbildung/Umwelterziehung in den Lehrplänen thematisiert wird.

Grundsätzlich wird in diesem Zusammenhang festgestellt, dass Lehrplanrevisionen in der Schweiz selten sind und dadurch alle mit mehr oder weniger veralteten Plänen umgehen müssen. Offenkundig wird das aber nicht als Grund für einen möglichen Stillstand in den Schulen angesehen:

„Veraltete Lehrpläne sind kein Hinderungsgrund für Umwelterziehung.... Ohne die individuelle Lehr- und Methodenfreiheit unserer Lehrkräfte und deren positives Erneuerungspotential würden unsere Schulen stillstehen.“ (MEYLAN 1988, S. 9)

Die in den Lehrplänen fehlenden konkreten Verpflichtungen für die Bearbeitung von Umweltthemen werden dennoch als nachteilig herausgestellt, weil dadurch die Umwelterziehung vom persönlichen Engagement oder vom Desinteresse der einzelnen Lehrkräfte abhängt.

Da es in der Schweiz keine „gesamt-deutschschweizerischen Lehrpläne“ gibt, können allgemeine Aussagen nur für das Gymnasium getroffen werden, weil dort die „Maturitätsanerkennungsverordnung“ gesamtschweizerische Regelungen trifft. Die Maturitätsprogramme beschreiben den prüfungsrelevanten Minimalstoff und sind sehr stark fachwissenschaftlich angelegt. Im Physikprogramm aus dem Jahre 1976 gibt es folglich keinen expliziten Hinweis auf umweltrelevante Themen.

In der Schweiz haben sich die klassischen Unterrichtsfächer als Träger der Umwelterziehung herausgebildet. In der Sekundarstufe I (d.h. bis zum 9. Schuljahr) dominiert das Fach Geographie. Daneben werden im Fach Hauswirtschaft viele Bezüge zur Umweltproblematik hergestellt. Dort, wo das Fach „Naturkunde“ als neues Fach konzipiert wurde, wird häufig auf soziale und ökonomische Aspekte der Ökologie verwiesen.

In der Sekundarstufe II ist das Fach Biologie Hauptträger von Umweltbildung/Umwelterziehung.

Dagegen wird das Fach Physik in beiden Stufen - trotz vieler denkbarer Umweltbezüge - als „Stiefkind der Umwelterziehung“ bezeichnet!

Als Haupthindernis für die offensichtlichen Defizite wird der „Fachegoismus“ angegeben:

„Der Kern der Umwelterziehung liegt in der ganzheitlichen Betrachtung, in der Vernetzung oder zumindest in der Mehrperspektivität im Unterricht... Dort wo aber Fachunterricht vorwiegt, gerät es in Konkurrenz zur fachimmanenten Systematik, die in gewissen Fächern prädominiert. Das Postulat der Interdisziplinarität bleibt fundamental ungelöst, solange in einem Fachlehrersystem die Lehrpläne nicht einen Anteil an fächerübergreifender Perspektive verbindlich festlegen. Die wenigen integrierten Lehrpläne unter unseren Beispielen sind Ausnahmen.“ (MEYLAN 1988, S. 33)

Es ist dann folgerichtig, dass die Fachlehrer der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer nur ungenügend zusammenarbeiten. Als Voraussetzung für eine wirksame Umweltbildung/Umwelterziehung wird deshalb die Erneuerung und Integration des Unterrichts angesehen

„Ausländische Betrachter unseres Bildungswesens sind vom soliden naturwissenschaftlichen Fachwissen unserer Schüler beeindruckt. Dafür wird der Naturwissenschaftsunterricht als recht wenig flexibel, integriert oder erfahrungs- und interessegeleitet empfunden. Dass gerade die Fächer Physik, Chemie und Biologie viel zu wenig unter einer übergeordneten didaktischen Konzeption zumindest koordiniert

sind, ist unverständlich und für Umwelterziehung hinderlich. Hier perpetuiert die Schule eine Verfälscherung, die in Forschung, Entwicklung und Beruf schon lange nicht mehr die gleiche Rolle spielt.“ (MEYLAN 1988, S. 33)

Nach Meinung der Konferenzteilnehmer liegt eine der Ursachen aber auch in der geringen Vernetztheit und Integration der einzelnen Fachdidaktiken. Darüber hinaus wird kritisch vermerkt, dass es auf der Ebene der Kantone kaum Stellen oder Kommissionen gibt, die den Auftrag haben, die Umweltbildung/Umwelterziehung zu fördern oder deren Didaktik zu entwickeln.

Sehr kritisch wird auch die Lehrerfortbildung gesehen:

„Obwohl sich die Lehrerfortbildung innerhalb der letzten 15 Jahre stark entwickelt hat, stehen die Bildungsbedürfnisse der Lehrer als Individuum im Vordergrund und nicht die kollektiven Bedürfnisse der Schule oder der Gesellschaft... Sie ist mehr bedürfnis- (individuelle Bedürfnisse) als bedarfsorientiert (Bedarf als überindividuelles Anliegen). Trotz Aufschwung der Erwachsenenbildungs- und Organisationsentwicklungsmethoden hat Fortbildung immer noch mehr mit Hobby und Selbstverwirklichung als mit Beruf zu tun. Das bedürfnisorientierte Angebot an Lehrerfortbildung ist unbestritten, leider geht das zu Lasten der bedarfsorientierten Angebote, unter welche die Umwelt zu zählen ist. Die Angebote gliedern sich nach etablierten Fächern, so dass interdisziplinäre Kurse zu kurz kommen oder zu wenig frequentiert werden... Bedenklich stimmt, dass trotz hoher Aktualität von Umweltfragen das Angebot an umweltrelevanten Kursen, wenn es überhaupt im Kanton vorhanden ist, untergenutzt bleibt.“ (MEYLAN 1988, S. 121)

Über eine Reaktion auf die beschriebene Misere an den Schulen, Umwelterziehung als fächerübergreifendes Prinzip zu postulieren, aber durch die gleichzeitige Unverbindlichkeit dieser Forderung keine Verantwortlichkeit zu erzielen, berichtet KYBURZ-GRABER (1993): An der ETH Zürich wurde 1987 ein Studiengang für Umweltnaturwissenschaften eingerichtet. Absolventen dieses Studienganges, die einen „Didaktischen Ausweis“ erwerben möchten, haben zusätzlich zur Fachdidaktik ihrer gewählten Vertiefungsrichtung (Biologie, Chemie oder Physik) die „Didaktik der Umweltlehre“ zu besuchen.

KYBURZ-GRABER kennzeichnet das Wesen der „Didaktik der Umweltlehre“ als situations- und handlungsorientiert. Die Lernenden sollen befähigt werden, komplexe soziale Systeme zu analysieren, realistisch einzuschätzen und nach adäquaten Lösungen zu suchen.

Aus diesem Konzept der sozial-ökologischen Situationsanalyse leitet sie Konsequenzen bezüglich der Unterrichtsformen und damit des methodischen Repertoires der Lehrkräfte ab.

„Für Lehrkräfte, die einen traditionellen, meist frontalen Unterricht erlebt haben, bedeutet dies eine Irritation in ihrem Rollenverständnis als Lehrende. Sie selbst sind ebenso gefordert wie die Lernenden, sich in sozial-ökologische Situationsanalysen hineinzubegeben, zusammen mit den Lernenden Neues zu lernen über Situationen von Menschen, über Widerstände, Resignation und Hoffnungen und Veränderungsmöglichkeiten. Solche Aktivitäten haben wenig mit einem allein von der Lehrperson gesteuerten Unterricht gemeinsam. Sie sind geprägt durch Beratung für das methodische Vorgehen, Analysieren und Bewerten von Erfahrungen, Gesprächsbereitschaft und Anbieten von Methoden der Konfliktbewältigung.“ (KYBURZ-GRABER 1993, S. 203)

KYBURZ-GRABER sieht in dieser veränderten Position der Lehrkräfte einen wichtigen Grund für die Widerstände bei der Realisierung von umwelterzieherischen Aufgaben vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern.

Aber auch in der Schweiz gibt es kein obligatorisches Unterrichtsfach „Umweltlehre“, so dass der an der ETH Zürich erworbene Abschluss eine zunächst „leere“ Zusatzqualifikation darstellt.

Die Autorin weist jedoch nach, dass es an Gymnasien und an Berufsschulen breite Einsatzfelder für diese Absolventen gibt (u.a. Einzellektionen Ökologie/Umweltschutz, Aktionstage, Wahlkurs „Ökologie“, Ökologiekurse innerhalb eines Faches, Projektwochen und Semesterarbeit).

„Der Unterrichtsbereich Umweltlehre ist damit eine realistische Antwort auf die schwer zu realisierende Forderung nach einer unter verschiedenen Fachlehrkräften abzustimmenden Umweltbildung. Indem qualifizierte Fachleute zur Verfügung stehen, können Schulen den Verantwortungsbereich für interdisziplinäre Umweltaspekte an diese übertragen und somit sicherstellen, daß die Verantwortung auch entsprechend wahrgenommen wird.“ (KYBURZ-GRABER 1993, S. 194)

Die Erziehungsdirektorenkonferenz delegierte zu Beginn der 90er Jahre die Verantwortung für die Umwelterziehung an die Regionen.

Nach BERCHTOLD und STAUFFER (1997) existieren aber erst in einigen Kantonen Personen bzw. Stellen, die Umwelterziehung fördern und koordinieren. Eine befriedigende Ausstattung wird nur für zwei Kantone gesehen.

Generell wird eingeschätzt, dass es keine Lobby von Fachleuten aus Erziehung und Politik gibt, die sich für die Entwicklung und Förderung der Umwelterziehung einsetzt.

Das Fehlen eines koordinierten schweizerischen Bildungswesens erschwert nach Meinung der Autoren die Verwirklichung eines gesamtschweizerischen ökologischen Bildungskonzeptes.

„Ziehen wir ein Fazit zur Entwicklung der Umwelterziehung in der Schweiz, können wir, was die Unterstützung der Umwelterziehung durch Bund und Kantone anbelangt, die Einschätzung ... nicht teilen, dass die Schweiz zusammen mit den Niederlanden, Österreich, Schweden und der BRD 'zur Spitzengruppe im Bereich Umwelterziehung in Europa' gehöre.“ (BERCHTOLD u. STAUFER 1997, S. 51)

KYBURZ-GRABER setzt sich im Jahre 1998 mit der Neuausrichtung der Bildung auf die Nachhaltigkeit („reorienting education“) auseinander. Ausgangspunkt für die von ihr gemachten Forderungen zur Reform der praktizierten Umweltbildung/Umwelterziehung ist die Feststellung, dass die schon 1977 in Tbilissi zur Zielstellung erhobene umfassende Bildung der Bevölkerung in ökologischen Fragen nicht erreicht wurde. Als Ursachen für dieses Defizit gibt sie an:

- Primat des naturwissenschaftlichen Unterrichts über Umwelt

„Die Naturwissenschaften und ökologisch-naturwissenschaftliche Studien bieten wichtige Kenntnisse über die Umwelt, aber sie können nicht zu Fragen von Werten und Einstellungen und demokratischen Entscheidungen beitragen, die für die nachhaltige Entwicklung fundamental sind. Das Primat naturwissenschaftlichen Unterrichts muss weichen und einem Lernen über Interaktionen natürlicher und sozialer Aspekte, also einem interdisziplinären Lernen Platz machen.“ (KYBURZ-GRABER 1998, S. 22)

- Druck auf individuelle Verhaltensweisen

„Die grossen Probleme - Umweltprobleme eingeschlossen - sind verknüpft mit den individuellen und kollektiven Lebensstilen. Diese sind von sozialen Bedingungen abhängig. Der einseitige Druck auf individuelle Verhaltensänderungen, wie er in der früheren Umwelterziehung auf Kinder und Jugendliche ausgeübt wurde, ist deshalb der Komplexität der Probleme nicht angemessen.“ (KYBURZ-GRABER 1998, S. 22)

KYBURZ-GRABER stellt fest, dass neue Lehrpläne und Lehrmittel natürlich allgemeine Themen, Ziele und Quellenmaterialien sowie Kriterien für die Beurteilung von Lernergebnissen vorgeben müssen. Zugleich sollten sie aber auch Anregungen enthalten, wie diese Vorgaben in „bedeutsamen lokalen Lernsituationen“ realisiert werden können.

Kritisch merkt sie dabei an, dass sich viele der Lehrkräfte von derartigen „offenen Aufgaben“ überfordert fühlen, da in ihrer eigenen Ausbildungsphase Lehren weitgehend als Vermittlung von sicherem Wissen verstanden worden war. Sie schlägt deshalb für die Lehrerbildung in der Schweiz vor:

- *„Nachhaltigkeit als Leitprinzip in die Aus- und Weiterbildung der Lehrerinnen und Lehrer integrieren“*
- *„Konkrete Konzepte entwickeln und umsetzen: in Zusammenarbeit mit Ausbilderinnen/Ausbildern, Lehramtsstudierenden und Wissenschaftlern“* (KYBURZ-GRABER 1998, S. 24)

Aus Fallstudien, die im Rahmen des Projektes „Bildung für eine nachhaltige Schweiz“ zwischen 1996 und 2000 an Schulen der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe durchgeführt wurden, leitet KYBURZ-GRABER im Jahre 2000 Konsequenzen für die Unterrichtsgestaltung sowie für die Ausbildung von Lehrkräften ab:

„Gute Ansätze für Umweltbildung gibt es dort, wo

- *Lernende und Lehrende bereit sind, sich auf eine kommunikative Auseinandersetzung mit komplexen, wertbehafteten, gesellschaftlich relevanten und realen Situationen einzulassen und ihre Lernerfahrungen zu reflektieren;*
- *die Umweltproblematik weder auf einfache Lösungen reduziert (z.B. Veränderung individueller Lebensstile) noch als globale Überforderung wahrgenommen, sondern als spannungsvolles, komplexes Lernfeld genutzt wird.“* (KYBURZ-GRABER 2000, S. 73)

Für die Ausbildung der Lehramtskandidaten empfiehlt sie u.a.

- Vermittlung von Kenntnissen zu ökologischen Inhalten,
- Vermittlung von Fähigkeiten zum Analysieren realer Situationen in Bezug auf Wirkungen und Ursachen menschlichen Handelns bzw. auf Motive, Interessen und Werthaltungen von einzelnen Akteuren sowie von sozialen Gruppen,
- Vermittlung von Fähigkeiten zum Praktizieren einer „partizipativen Lehr-/Lernkultur“ (z.B. gemeinsames „Aushandeln“ der Themen und Vorgehensweisen beim Lernen).

Als besonders wichtig wird hervorgehoben, dass die angehenden Lehrerinnen und Lehrer reale Lernsituationen in ihrer Komplexität selbst erfahren können und diese Erfahrungen zugleich systematisch reflektiert haben sollten.

KYBURZ-GRABER erklärt die Umweltbildung/Umwelterziehung deshalb zu einer großen Herausforderung bei der Ausbildung von Lehrkräften, die nur in kooperativer Zusammenarbeit von Erziehungs- und Fachwissenschaftlern sowie Fachdidaktikern gelöst werden kann.

4. Konzepte zur Implementierung der Umweltbildung/Umwelterziehung in den Physikunterricht an den allgemeinbildenden Schulen im Bundesland Sachsen-Anhalt

4.1. Bedingungen für die Implementierung

4.1.1. Zum Stellenwert der Umweltbildung/Umwelterziehung an den Schulen Sachsen-Anhalts

Im Schulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt ist im §1 der vom Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland und der Landesverfassung bestimmte Erziehungs- und Bildungsauftrag der Schule formuliert. Dabei wird betont, dass die Schülerinnen und Schüler auf die Wahrnehmung von Verantwortung sowie von Rechten und Pflichten im Staat und in der Gesellschaft vorzubereiten sind:

„In Erfüllung dieses Auftrages ist die Schule insbesondere gehalten,

- 1. die Schülerinnen und Schüler zur Achtung der Würde des Menschen, zur Selbstbestimmung in Verantwortung gegenüber Andersdenkenden, zur Anerkennung und Bindung an ethische Werte, zur Achtung religiöser Überzeugungen, zu verantwortlichem Gebrauch der Freiheit und zu friedlicher Gesinnung zu erziehen,*
- 2. die Schülerinnen und Schüler auf die Übernahme politischer und sozialer Verantwortung im Sinne der freiheitlich-demokratischen Grundordnung vorzubereiten,*
- 3. den Schülerinnen und Schülern Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten mit dem Ziel zu vermitteln, die freie Entfaltung der Persönlichkeit und Begabung, eigenverantwortliches Handeln und Leistungsbereitschaft zu fördern,*
- 4. die Schülerinnen und Schüler zu individueller Wahrnehmungs-, Urteils- und Entscheidungsfähigkeit in einer von neuen Medien und Kommunikationstechniken geprägten Informationsgesellschaft zu befähigen,*
- 5. die Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der Berufs- und Arbeitswelt, des öffentlichen Lebens, der Familie und Freizeit vorzubereiten,...,*
- 7. die Schülerinnen und Schüler zu verantwortlichem Handeln in einer von zunehmender gegenseitiger Abhängigkeit und globalen Problemen geprägten Welt für die Bewahrung von Natur, Leben und Gesundheit zu befähigen.“* (Schulgesetz LSA, Neufassung von 1996, S. 9)

In den Punkten 1-5 spiegeln sich die klassischen sozialetischen Kategorien - Gemeinwohl, Gerechtigkeit und Solidarität - wider. Mit dem letzten Punkt erfolgt im Schulgesetz eine erste Reaktion auf die ökologische Krise.

Damit wird deutlich gemacht, dass bei der Ausgestaltung von Schule an der Wende zum neuen Jahrtausend den Herausforderungen und Problemkonstellationen der sozialen Frage neue hinzugefügt werden müssen. Bei der ökologischen Frage geht es um eine sehr komplexe Problematik, die über die alten Spannungen, Gegensätze und Kämpfe in der „klassischen“ Industriegesellschaft hinausgeht. Auch die Schule muss die Gesamtvernetzung aller Strukturen und Prozesse in der sozialen Lebenswelt der Menschen und ihrer natürlichen Umwelt berücksichtigen.

Im §10 des Schulgesetzes werden die unter diesem Aspekt besonders wichtigen Aufgaben der obersten Schulbehörde festgelegt:

- Erlass der Stundentafeln mit Festlegung der Unterrichtsfächer und Lernbereiche, deren Umfang und Verbindlichkeit
- Erlass der Rahmenrichtlinien für Ziele, Inhalte, Verfahren und Organisation des Unterrichts

In Erkenntnis der besonders dringlichen Aufgabe, bei den Schülerinnen und Schülern ein Verständnis für ökologische Fragen zu erzeugen sowie die Bereitschaft und die Fähigkeit zu umweltbewusstem Verhalten zu fördern, wurden vom Kultusministerium „Richtlinien zur ökologischen Bildung an den Schulen in Sachsen-Anhalt“ erarbeitet und im Jahre 1996 erlassen.

Die ökologische Bildung an den Schulen des Landes soll die Schülerinnen und Schüler

- „a) zu einem Naturverständnis führen, das von der Liebe zur Natur geprägt ist;*
- b) befähigen, ökologische Zusammenhänge, die Wirkung von Störungen und die Verflechtung ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Einflüsse zu erkennen;*
- c) die Verantwortung jeder oder jedes einzelnen und der Gemeinschaft für die Umwelt erkennen lassen und sie befähigen, auch über persönliche Belange hinaus ökologisch bewusst zu handeln,*
- d) zu der Einsicht führen, daß Sorge für die Umwelt die Auseinandersetzung mit Interessengegensätzen einschließt und sie befähigen, ihre durch Verfassung und Gesetze definierten Rechte und Pflichten auch im Zusammenhang mit der Umweltproblematik wahrzunehmen.“* (Runderlass. In: Schulverwaltungsblatt. 14/1996, S. 395)

Die Schulen werden aufgefordert, in einem fächerübergreifenden Unterricht, der auf breiten natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Grundlagen beruht, Sachkenntnisse zu vermitteln. Zugleich sollen die emotionalen Bindungen der Schülerinnen und Schüler an die Umwelt gefördert werden. Ihnen soll auch durch die Einbeziehung von außerunterrichtlichen Aktivitäten sowie von lokalen und aktuellen Bezügen Gelegenheit gegeben werden, Erlebnisfähigkeit, Wertebewusstsein sowie Urteils- und vor allem Handlungsfähigkeit zu entwickeln:

- „Nur eine ganzheitlich angelegte Persönlichkeitsbildung, die ‚Kopf, Herz und Hand‘ gleichermaßen erreicht und die während der gesamten Schulzeit anhält, kann es gelingen, in den jungen Menschen ein auch über die Schulzeit hinaus wirksames Verantwortungsbewußtsein für Natur, Umwelt und Gesellschaft entstehen zu lassen und zu festigen. Die Gestaltung des Schulalltags, das persönliche Verhalten der Lehrkräfte und der Umgang miteinander in der Schule sollen anschauliche Zeugnisse sein für Verantwortungsbewußtsein und Rücksicht gegenüber der Umwelt.“* (Runderlass. In: Schulverwaltungsblatt. 14/1996, S. 395)

Die Umweltbildung/Umwelterziehung wird zu einer Aufgabe für alle Fächer, alle Schulstufen und -formen erklärt. In diesem Zusammenhang erfolgt auch ein Hinweis auf die große Bedeutung der Abstimmung zwischen den einzelnen Fächern.

Der Sekundarstufe I wird im Erlass die Aufgabe zugewiesen, einzelne Aspekte der Umweltthematik im Fachunterricht vertieft zu behandeln und zugleich durch fächerübergreifende Betrachtungen die Gesamtzusammenhänge deutlich werden zu lassen. Da die meisten Schülerinnen und Schüler mit dem Abschluss der Sekundarstufe I die allgemeinbildende Schule verlassen, sollen sie einen Überblick über das Themenfeld „Ökologie“ erhalten haben. Sie sollen wichtige Zusammenhänge kennen und in der Lage sein, diese zu verstehen. Als bedeutsam wird herausgestellt, dass die Jugendlichen grundlegende Orientierungen für ihr eigenes Verhalten gewonnen haben

Da die Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I vor allem von dem Suchen nach persönlicher und sozialer Identität geprägt sind, soll sich die Umweltbildung und -erziehung auch an den individuellen Interessen, Bedürfnissen und Problemen orientieren.

Den Fächern Biologie, Chemie, Physik, Geographie und Sozialkunde wird im Erlass eine besondere Bedeutung bei der Erfüllung dieser Bildungs- und Erziehungsaufgabe zuerkannt.

In der Sekundarstufe II sollen in allen Fächern und Themenbereichen ökologische Fragen behandelt werden. Dabei wird auch auf das Einbeziehen von wissenschaftlichen Erkundungsformen orientiert:

„Keinesfalls darf sich die ökologische Bildung in der Kursstufe darauf beschränken, Wissen zu vermitteln. Auch in dieser Altersstufe sind das Erleben und das eigene Handeln unerläßliche Voraussetzungen für effektives und nachhaltiges Lernen. Diesem Anspruch werden Projekte mit fächerübergreifendem Ansatz in besonderem Maße gerecht.... Insbesondere wichtig für die Schülerinnen und Schüler der Kursstufe ist die Erkenntnis, daß wissenschaftliche Befunde unterschiedlich bewertet werden können, sowie die Einsicht, daß Entscheidungen wertend und prioritätssetzend getroffen werden.“ (Runderlass. In: Schulverwaltungsblatt. 14/1996, S. 396)

In den „Richtlinien zur ökologischen Bildung“ wird auch auf didaktische und methodische Grundsätze eingegangen.

Zu den Aufgaben der Umweltbildung/Umwelterziehung wird sowohl die Vermittlung von ökologischen Grundkenntnissen als auch die Hilfestellung bei der Entwicklung zukunftsfähiger Werthaltungen gezählt. Dabei wird betont, dass Realsituationen, in denen die Lehrkräfte die Alltagserfahrungen und -einstellungen ihrer Schülerinnen und Schüler aufgreifen, um die zugrundeliegenden Handlungskonzepte und Wertvorstellungen zu klären und nach ethischen Aspekten einzuschätzen, besonders relevant sind.

Merkmale der „ökologischen Bildung“ sollen insbesondere sein:

- Situationsbezug und Lebensnähe
- Handlungsorientierung
- fächerübergreifendes Unterrichten

Der Runderlass beinhaltet neben einer Reflexion über mögliche Formen des fächerübergreifenden Unterrichtens auch weitreichende schulorganisatorische Festlegungen:

„Organisatorisch gesehen kann sich das fächerübergreifende Prinzip nicht nur am 45-Minuten-Takt orientieren. Entsprechende Vorhaben - zum Beispiel fächer-, klassen- und unter Umständen schulformübergreifende Projekte innerhalb oder außerhalb des Schulgeländes - erfordern eine alternative Stundentafel in Form einer flexiblen und zum Teil für längere Zeit geltenden Unterrichtsorganisation in Blöcken. In Projekttagen oder -wochen werden der Fachunterricht, die Struktur der Klassenverbände oder sogar die Organisation der Schulstufen und -formen für einen bestimmten Zeitraum teilweise oder vollständig aufgelöst....

Um die Verwirklichung solcher Arbeitsformen zu unterstützen, gilt, daß alle Schulen des Landes in jeder Klassenstufe drei Wochen des Schuljahres in eigener Verantwortung abweichend von der Stundentafel gestalten und für besondere Arbeitsvorhaben und pädagogische sowie fachliche Schwerpunkte verwenden können. In jeder Schulstufe sollen die Schülerinnen und Schüler mindestens einmal an einem mindestens einwöchigen Projekt zu ökologischen Themen teilnehmen können.“ (Runderlass. In: Schulverwaltungsblatt. 14/1996, S. 397)

Von der Schulkonferenz ist eine Schulbeauftragte oder ein Schulbeauftragter für ökologische Bildung zu wählen. In den Schulaufsichtsämtern bzw. bei den Regierungspräsidien sind für diesen Bereich Fachmoderatoren bzw. Fachbetreuer eingesetzt worden.

In Umweltzentren des Landes Sachsen-Anhalt wurden bisher sechs Öko-Schulen eingerichtet. An diesen Schulen können solche Themenfelder bearbeitet werden, deren Inhalte die Möglichkeiten der Schulen üblicherweise übersteigen. Lehrkräfte können dort einen Teil ihrer Lehrverpflichtungen wahrnehmen.

Das Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung (LISA) ist gehalten, Kurse zur Förderung einer fächerübergreifenden und handlungsorientierten Umweltbildung und -erziehung anzubieten. Auch die regionale und schulinterne Fortbildung soll diesen Inhaltsbereich thematisieren.

In weiteren Runderlassen wurden insbesondere Fragen des fächerübergreifenden Unterrichts (Einrichtung flexibler Lernbereiche, Forderungen - Möglichkeiten - Finanzierung) behandelt.

4.1.2. Rahmenbedingungen für den Physikunterricht an den Schulen Sachsen-Anhalts

Wenn Umweltbildung/Umwelterziehung integrale Bestandteile des Physikunterrichts sein bzw. werden sollen, so ergibt sich die Notwendigkeit, die Bedingungen für den Fachunterricht in Physik zu analysieren.

Als Kriterien dienen dabei die von wissenschaftlichen Gesellschaften und Verbänden formulierten Erwartungen (vgl. 3.3.3.). Zugleich wurden die Stundentafeln für den Physikunterricht in anderen Bundesländern erfasst und denen von Sachsen-Anhalt gegenübergestellt.

Nach dem Schulgesetz erlässt die oberste Schulbehörde die Stundentafel und legt die Unterrichtsfächer, ihren Umfang und ihre Verbindlichkeit fest (vgl. Tab. 6 - 8).

Tab. 6: Stundentafel für die Sekundarstufe I an Gymnasien
(Quelle: Schulverwaltungsblatt LSA 9/1999)

	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9	Klasse 10
Deutsch	4	4	3	3
1. Fremdsprache	4	4	3	3
2. Fremdsprache	4	4	3	3
Musik / Kunsterziehung	2	2	2	2
Geschichte	2	1	2	2
Geographie	2	1	1	1
Sozialkunde	-	1	1	1
Ethik / Religion	2	2	2	2
Mathematik	4	4	4	3
Biologie	1	1	1	2
Chemie	-	2	2	2
Physik	2	2	2	2
Astronomie	-	-	-	1
Sport	2	2	2	2
Pflichtstunden	29	30	28	29
Wahlpflichtstunden	2	2	3	3

Tab. 7: Stundentafel für die Einführungsphase an Gymnasien
(Quelle: Schulverwaltungsblatt LSA 9/1999)

<i>Pflichtbereich</i>	Wochenstunden
Deutsch	3
Geschichte	2
Mathematik	3
Biologie, Chemie, Physik	je 2
Sport	2
Berufsberatung, Studienberatung, Betriebspraktikum	1
<i>Wahlpflichtbereich</i>	
Zwei Fremdsprachen	je 3
Musik oder Kunsterziehung	2
Geographie oder Sozialkunde	2
Ethik /Religionsunterricht	2
<i>Pflichtbereich</i>	
ein weiteres für die Kursstufe zugelassenes Fach	2(3)
<i>Wahlbereich</i>	
ein weiteres für die Kursstufe zugelassenes Fach	2
Projekt-/Ausgleichskurse	1 - 2

Tab. 8: Stundentafel für die Förderstufe und den Sekundarschulbildungsgang
(Quelle: Schulverwaltungsblatt LSA 9/1999)

	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9	Klasse 10
Deutsch	5	5	4	4	4	3
Englisch	4	4	4	3	3	3
Mathematik	5	4	4	4	4	4
Physik	-	2 + P	2	2	2	2
Biologie	2	1+ P	1	1	2	2
Chemie	-	-	1	2	2	1
Geographie	2+P	3	1	1	2	1
Geschichte	#)	#)	2	1	2	1
Ethik/Religion	2	2	2	2	2	2
Sozialkunde	-	-	-	1	1	2
Astronomie	-	-	-	-	-	1
Musik/Kunsterz./ Werken	3+P	3+P	2	3	2	2
Sport	3	3	2	2	2	2
Wirtschaft/Technik/ Hauswirtschaft	-	-	3	3	2	2
wahlobligat. Unt./ Wahlpflichtkurse	2	2	2/4	2/4	1/3	1/3
Pflichtstunden	29	30	30/32	31/33	31/33	29/31

#) Epochalunterricht in Geographie/Geschichte; Stunden 2+P bzw. 3 verteilt auf beide Fächer!

In einem internen Arbeitspapier hat der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) im Jahre 1997 die Wochenstundenzahlen für das Fach Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien der einzelnen Bundesländer zusammengestellt.

Tab. 9: Vergleich der Wochenstundenzahlen für das Fach Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien (Quelle: MNU-Datenerhebung 1997)

	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9	Klasse 10	Bemerkungen
Baden-Württemberg	-	-	-	2	2	2 - 1	naturwissenschaftliches bzw. sprachliches Profil in Klasse 10
Bayern	-	-	-	2 - 0 - 2	2 - 2 - 1	3 - 2 - 2	math.-naturwiss. Gymn.; musisches Gymnasium; hum., neusprachliches, wirtschafts- bzw. sozialwissensch. Gymnasium
Berlin	-	-	-	2	2	2	
Brandenburg	-	-	(3)	2	1	2	In Klasse 7 Lernbereich „Naturwissenschaften“ mit insgesamt 7 Std.
Bremen	(3)	(3)	2	2	-	2	In den Klassen 5 und 6 wird der Lernbereich „Naturwissenschaften“ bei halber Klasse mit je 3 Std. unterrichtet
Hamburg	(3)	(3)	-	2	2	2	In den Klassen 5 und 6 Std. für Gesamtbereich „Naturwissenschaften“
Hessen	-	-	(2)	(2)	2	2	In den Klassen 7 und 8 wird Physik nur halbjährig erteilt
Mecklenburg-Vorpommern	-	-	1	2	2	2	
Niedersachsen	-	-	-	2	2	2	Stundenanzahl durch Wahlpflichtunterricht evt. erhöht
Nordrhein-Westfalen	-	(4 - 5)	-	(4 - 5)	(4 - 5)	(4 - 5)	Stundenzahlen für Biologie, Chemie und Physik zusammen
Rheinland-Pfalz	(1)	(1)	-	2	2	2	In den Klassen 5 und 6 Std. für Chemie und Physik
Saarland	-	-	2 - 2	2 - 2	3 - 1	4 - 2	math.-naturwiss. Gymn. bzw. alt- und neusprachliches Gymn.
Sachsen	-	2	2	2	3 - 1	2 - 1	math.-naturwiss. bzw. anderes Profil
Sachsen-Anhalt	-	2	2	2	2	2	
Schleswig-Holstein	-	-	2	2	2	2	
Thüringen	-	-	2	2	1	1	

Aus den Übersichten wird deutlich, dass in Sachsen-Anhalt speziell für den Physikunterricht gute Rahmenbedingungen existieren:

- Die Forderungen der Kultusministerkonferenz (KMK) hinsichtlich der Stundenzahlen in den Klassen 5 - 10 werden deutlich überboten (vgl. Tab. 10).
- Der Fachunterricht in Physik beginnt bereits in der Klassenstufe 6 (Förderstufe). Mit der Umsetzung der RRL 1999 wird durchgängig mit zwei Wochenstunden bis zur Schuljahrgangsstufe 11 unterrichtet.

Tab. 10: Vergleich der Wochenstundenzahlen in Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern – Forderungen der KMK/Ist-Zustand im Bundesland Sachsen-Anhalt (Schuljahr 1999/2000)

	Mathematik	Biologie / Chemie / Physik
KMK-Vorgabe	22	16
Sachsen-Anhalt		
• Sekundarschule	25	25
• Gymnasium	15 + 9 (Förderstufe)	19 + 5 (Förderstufe)

4.1.3. Der Prozess der Fortschreibung von Rahmenrichtlinien für Physik in Sachsen-Anhalt und die Einbeziehung von Umweltproblemen in curriculare Materialien

Mit den durch das Kultusministerium als oberste Schulbehörde erlassenen Rahmenrichtlinien werden Ziele, Inhalte, Verfahren und Organisationsformen des Unterrichts festgelegt.

Die Wiedergründung des Landes Sachsen-Anhalt im Jahre 1990 und der Beitritt zur Bundesrepublik Deutschland hatte die Einführung der Länderhoheit im Bildungswesen zur Folge. Damit mussten auch neue curriculare Materialien erarbeitet werden.

Zwischen September 1990 und Februar 1991 wurden durch 48 Projektgruppen 75 vorläufige Rahmenrichtlinien erarbeitet und durch das Kultusministerium am 1.8.1991 in Kraft gesetzt.

Für das Fach Physik dienten dabei die DDR-Lehrpläne als Grundlage. - Vor allem die in die Gruppen berufenen Lehrerinnen und Lehrer sowie die Vertreter der Fachdidaktik brachten dabei ihre oft jahrelangen Erfahrungen ein und übernahmen folglich Bewährtes in einem beträchtlichen Umfang. Nach WILKE waren das u.a.

- „ - der starke Bezug zur Praxis, insbesondere zum Erfahrungsbereich der Schüler;
- das sorgfältige Entwickeln von Begriffen;
- das schrittweise Erarbeiten von Gesetzen und
- das Bewußtmachen wichtiger Erkenntnismethoden“ (WILKE 1993, S. 322)

Auf Aspekte der Umweltbildung/Umwelterziehung wurde bereits in der Einleitung zu den neuen Rahmenrichtlinien („Stellung und Aufgaben des Faches Physik“) explizit hingewiesen:

„Die Physik als moderne Wissenschaft bietet heute zahlreiche Möglichkeiten, technische Prozesse und Verfahren so zu gestalten, daß keine Gefahren für Mensch und Umwelt entstehen. Der Physikunterricht kann auch an geeigneten Stellen auf Gefahren, deren Auswirkung, aber auch deren mögliche Beherrschung durch die moderne Technik hinweisen und so den Schülern die Notwendigkeit des verantwortungsbewußten Umgangs mit physikalischen Erkenntnissen verdeutlichen.“ (RRL Gym 1991, S. 7)

Die Rahmenrichtlinien sollten einer zweijährigen Erprobungszeit unterliegen und durch Gremien des Kultusministeriums und das Landesinstituts evaluiert werden. Als Evaluationsformen waren u.a. Befragungen und Gesprächsrunden vorgesehen. Ergebnisse dieser Erkundungen wurden jedoch nicht veröffentlicht.

Bereits nach einem Jahr - einer für Erprobungsphasen ungewöhnlich kurzen Zeit - wurden Schlussfolgerungen für die Überarbeitung gezogen und Kommissionen neu berufen.

Die wesentlichen Aufgaben dieser neuen Gremien für die Sekundarschule bzw. für das Gymnasium bestanden vor allem in einer

- „- einheitlichen und übersichtlichen Strukturierung der Rahmenrichtlinien,
- eindeutigen Ausrichtung auf die Schulformen und Bildungsgänge...,
- inhaltlichen Abstimmung zwischen den Fächern und der Aufnahme von Hinweisen zum fächerverbindenden Unterricht,
- stofflichen Entlastung zugunsten von Sozial- und Methodenkompetenz.“ (COLDITZ 1997, S. 98)

Da Sozialkompetenz Umweltbewusstsein im Sinne der Erhaltung der Lebensgrundlagen sowie Technikfolgenbewusstsein subsumiert, sollten als logische Konsequenz Aspekte der Umweltbildung/Umwelterziehung bei der Fortschreibung eine stärkere Betonung erfahren.

Zum Schuljahr 1994/95 wurden diese überarbeiteten Rahmenrichtlinien in Kraft gesetzt. Die Erprobungszeit war auf vier Jahre festgesetzt und sollte mit einer Evaluierung gekoppelt sein:

- „Das Ziel der Evaluation besteht darin, die durch die Rahmenrichtlinien bewirkten Entwicklungen in der Unterrichtspraxis zu erfassen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen werden direkt in die nachfolgende Fortschreibung der Rahmenrichtlinien für die verschiedenen Schulformen einfließen.“ (COLDITZ 1997, S. 99)

Im „Zentrum für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg“ (ZSL) konstituierte sich im Dezember 1994 ein „Arbeitskreis Curriculum und Didaktik“, dem etwa zwanzig Didaktiker, Erziehungswissenschaftler und Fachwissenschaftler der Universität, Mitarbeiter von Landesbehörden (Kultusministerium, Regierungspräsidium, LISA) sowie Lehrerinnen und Lehrer angehörten.

Thematische Schwerpunkte des Arbeitskreises sollten u.a. sein:

- aktuelle Curriculumforschung
- Bedeutung allgemeiner Lehr-/Lernziele für Rahmenrichtlinien
- exemplarische Analyse von Rahmenrichtlinien einzelner Unterrichtsfächer
- Rahmenrichtlinien und fachübergreifender Unterricht
- Auswahl von Unterrichtsthemen

1995 standen in dem Arbeitskreis allgemeine Fragen der Curriculumentwicklung und der Auswahl von Inhalten im Mittelpunkt der Diskussion. Im darauffolgendem Jahr konzentrierte sich die Arbeit auf vergleichende Betrachtungen zu den Rahmenrichtlinien bzw. Lehrplänen in den unterschiedlichen Bundesländern.

Die im Arbeitskreis entwickelten und diskutierten Beiträge wurden publiziert (KEUFFER 1997). Seit dem Jahre 1998 liegen aus der Tätigkeit dieses Arbeitskreises keine Ergebnisse mehr vor.

Eine weitere Phase der Fortschreibung von Rahmenrichtlinien in Sachsen-Anhalt wurde mit der Einführung der Förderstufe in den Schuljahrgängen 5/6 zum Schuljahr 1997/98 notwendig (Änderung des Schulgesetzes des Landes Sachsen-Anhalt vom 7.12.1995).

Im Dezember 1995 wurden dafür die einzelnen Kommissionen berufen. Zusätzlich nahmen im Januar 1996 Kommissionen zur Erarbeitung von Pflicht- und Wahlpflichtprojekten ihre Arbeit auf.

Die „Rahmenrichtlinien Sekundarschule: Förderstufe Physik“ traten am 1.8.1997 in Kraft. Damit besuchen seit Schuljahresbeginn 1998/99 in Sachsen-Anhalt alle Schülerinnen und Schüler eines Schuljahrganges wieder gemeinsam den Anfangsunterricht in Physik (Ausnahmen stellen einige Spezialschulen dar).

Die Anpassung der Rahmenpläne der Klassen 7-10 an die veränderten Inhalte sowie didaktischen Konzepte der Förderstufe sowie die Einführung des 13. Schuljahres bedingten eine erneute Fortschreibung der Rahmenrichtlinien. Die Einführung der überarbeiteten Rahmenrichtlinien erfolgte zum Schuljahr 1999/2000.

Den Intentionen der „Richtlinien zur ökologischen Bildung an den Schulen in Sachsen-Anhalt“ Rechnung tragend wurden in den Jahren 1996 und 1997 die in jener Zeit gültigen Rahmenrichtlinien für Physik sowie die vorher verbindlichen Richtlinien bzw. Lehrpläne unter dem Aspekt der Einbeziehung von Umweltfragen analysiert:

In Anlage A - 1 sind die Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den curricularen Materialien

- der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule/POS und der Abiturstufe der DDR/EOS (bis Schuljahr 1990/91)
- an Gymnasien des Landes Sachsen-Anhalt (bis Schuljahr 1993/94)
- an Gymnasien/Fachgymnasien des Landes Sachsen-Anhalt (bis 1998/99 bzw. 1999/2000)
- an Sekundarschulen des Landes Sachsen-Anhalt (bis Schuljahr 1993/94)
- an Sekundarschulen des Landes Sachsen-Anhalt, Differenzierende Förderstufe und Realschulbildungsgang (bis Schuljahr 1998/99)

zusammengestellt.

Tabelle 11 gibt in komprimierter Form Inhalte des Fachunterrichts in Physik an, auf die in den jeweiligen Lehrplänen bzw. Rahmenrichtlinien unter Bezugnahme auf Aspekte der Umweltbildung/Umwelterziehung verwiesen wurde.

Die Tabelle beweist die Kontinuität, mit der aus den bis 1991 gültigen Lehrplänen die Rahmenrichtlinien entwickelt worden waren. Diejenigen umweltrelevanten Themen, die bereits zu den Unterrichtsgegenständen zählten, wurden in die Richtlinien übernommen. Detaillierte Analysen lassen dabei jedoch auch Neuakzentuierungen erkennen: So wurde das traditionelle Thema „Kernenergie“ um umweltrelevante Fragen (Sicherheit von KKW, Strahlenbelastung/Strahlenschäden) erweitert und die Lärmproblematik neu aufgenommen.

Bemerkenswert sind auch die Veränderungen bei den formulierten Zielstellungen: Es soll den Schülerinnen und Schülern nicht mehr deutlich gemacht werden, „*daß der Mensch immer genauer seine Umwelt erkennt und sie immer besser beherrschen lernt*“ (LP POS Physik Klassen 6 – 10 / 1987, S. 6). Vielmehr ist beabsichtigt, dass sie durch den Physikunterricht in die Lage versetzt werden, „*aus Naturgesetzen richtige Schlussfolgerungen abzuleiten*“ und „*auf diesem Wege auf menschengerechtes und naturverträgliches Denken und Handeln im Leben*“ vorbereitet werden (RRL Sekundarschule – Physik / 1991, S. 7).

Tab. 11 Themenbereiche mit Bezügen zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den jeweiligen Schuljahrgängen laut curricularer Materialien zum Fachunterricht Physik im Land Sachsen-Anhalt

Inhalte	POS/EO S bis 1991	Gymnasium bis 1994	Gymnasium bis 1999	Sekundar- schule bis 1994	Sekundar- Schule bis 1999
Wärmeübertragung / Bedeutung der Wärmedämmung	6 8	6	6	6	6
Wirkungsgrad / rationelle Nutzung von Energie / Nutzung der Abwärme	7 8 11	7 11/12	7/8 11/12	7	7/8
Lärm / Lärmbekämpfung		6	6	6 10	6 9/10
regenerative Energien / Energiequellen der Zukunft	7	7 8	7/8	7 8	7/8
Energiehaushalt der Erde / Störung durch den Menschen	8	7	7/8	8	7/8
Kernenergie / Sicherheit KKW / Strahlenbelastung		8 9 11/12	7/8 9 11/12	8 9	9/10

4.2. Physikunterricht in der Förderstufe Sachsen-Anhalts und Gestaltungsmöglichkeiten für Umweltbildung/Umwelterziehung

4.2.1. Zu den Intentionen der Förderstufe

Mit der Einführung der Förderstufe in Sachsen-Anhalt wird unter den Bedingungen des gegliederten Schulsystems der gemeinsame Bildungsgang der Primarstufe fortgeführt. Nach KLAFKI liegen die zentralen Ziele der Förderstufe in drei Schwerpunkten:

- mehrperspektivische Förderung aller durch längeres Lernen miteinander und voneinander
- individuelle Fähigkeitsentwicklung und -erprobung als Basis begründeter Entscheidungen über den weiteren Schulweg nach der Förderstufe
- soziales Lernen um der Entwicklung der sozialen Handlungs- und Mitverantwortungsfähigkeit willen

KLAFKI unterstreicht, dass für das Erreichen dieser Hauptzielsetzungen eine „innere Schulreformerarbeit“ noch zu leisten ist. Als Aufgabenfelder führt er u.a. an:

- Stundenplangestaltung (Entwicklung eines Systems von unterschiedlichen Zeiteinheiten – Einzelstunden, Blockstunden, Epochalunterricht)
- Binnengliederung (Schaffung variabler Organisationsformen – Klassen, Kleingruppen)
- Konturierung des Unterrichts (Akzentuierung von Unterrichtsformen – Lehrgänge, Projektunterricht, Trainingsunterricht)
- Erweiterung des Repertoires von Aneignungs-, Auseinandersetzungs- und Ausdrucksformen über das MEDIUM Sprache hinaus

- („- Das Probieren und Experimentieren mit Materialien und gegenständlichen Prozessen;
- das Montieren und Demontieren; ...
- das Zeichnen, Skizzieren, Anlegen von Tabellen;
- das Modellieren, Basteln, gegenständliche Herstellen;
- die Bildcollage, das Fotografieren und ggf. die Videoaufnahme;...
- das Experimentieren mit akustischen Phänomenen - von Geräuschen bis zur Musik;
- das Erkunden innerhalb und außerhalb der Schule.“ (KLAFKI 1996c, S. 5))

Mit der in Sachsen-Anhalt erfolgten schulpolitischen Entscheidung für die Förderstufe brachen die Diskussionen wieder auf, die in verschiedenen alten Bundesländern bereits in den 70er Jahren um die Orientierungsstufe geführt worden waren. Die Auseinandersetzungen erlangten jedoch eine neue Qualität, weil die von den Lehrkräften und den Eltern zwischen 1991 und 1997 gesammelten Erfahrungen aus einer frühzeitigen Selektion auf die aus einer vorher erlebten Einheitsschule trafen.

Die Randbedingungen der Schulreform (z.B. vorgegebener Zeitrahmen, Einrichtung der Förderstufe an den Sekundarschulen, notwendige Abordnungen von Gymnasiallehrern) waren wenig geeignet, die angestrebten Ziele zu propagieren und zu diskutieren. Es gelang zudem nicht, in den Vergleichen zwischen den Schulsystemen der einzelnen Länder - und der Betonung ihrer vermeintlichen Vor- und Nachteile - eine europäische Dimension zu erreichen.

Die Studententafel für die Förderstufe weist für den naturwissenschaftlichen Bereich Fachunterricht in Biologie und Physik aus. In Anlehnung an die allgemeinbildende Schule in der DDR beginnt der Biologieunterricht in Klasse 5 mit zwei Wochenstunden. Im sechsten Schuljahrgang werden zwei Stunden Physik und eine Stunde Biologie erteilt. Zusätzlich sind in beiden Fächern Unterrichtsstunden für Projektphasen vorgesehen (vgl. Tab. 8).

Die verbindlich festgelegte Projektarbeit in der Klassenstufe 6 dokumentiert einen ersten Schritt bei der beabsichtigten inneren Schulreform. In den Projekten sollen fächerübergreifende Themen auf der Basis der Rahmenrichtlinien der einbezogenen Fächer und unter zeitweiliger Aufhebung des 45-Minuten-Taktes behandelt werden.

Gemäß Erlass des Kultusministeriums haben die Schulen je Schuljahrgang vier Projektwochen verpflichtend zu gestalten (zwei Wochen mit Pflichtthemen, eine Woche mit einem Wahlpflichtthema und eine Woche mit einem frei zu wählenden Thema). Zusätzlich können über zwei weitere Wochen freie Themen umgesetzt werden. Eines der Pflichtprojekte steht unter der Thematik „Gesundes Leben in einer gesunden Umgebung“.

An diesem Thema wird auch deutlich, dass in den Rahmenrichtlinien für die Förderstufe der Umweltbildung und -erziehung ein weitaus höherer Stellenwert beigemessen wird:

„Der Physikunterricht wird auch in enger Verknüpfung mit den im Biologieunterricht und in anderen Fächern verfolgten lebensverbundenen Zielen gestaltet. Diese enge Verknüpfung vollzieht sich u.a. in dem von den Fächern Biologie und Physik gemeinsam gestalteten Pflichtprojekt ‚Gesundes Leben in einer gesunden Umwelt‘.

Die Auswahl der Inhalte und die Wahl der Themen sind so vorgenommen worden, daß günstige Voraussetzungen für die genannten fachübergreifenden Ziele bestehen. Bereits im Anfangsunterricht können diese Ziele folgendermaßen erreicht werden:

- Es werden in geeigneten Themenbereichen und Themen Erfahrungen vorrangig über die Wahrnehmung der Umwelt und über Reaktionen des Menschen auf Einflüsse der Umwelt behandelt.

- Es wird gezeigt, wie das im Fach Physik erworbene Wissen und Können für das Verständnis und für die Erforschung von Vorgängen in der belebten und unbelebten Natur eingesetzt wird.“ (RRL Förderstufe, S. 8)

Als organisatorische Formen sind Projektstage bzw. Projektwochen und flexible Lernbereiche vorgesehen:

„Durch das Lernen und Arbeiten in Projekten sind verstärkt fächerübergreifende Fragestellungen anzustreben und solche Methoden anzuwenden, die bei den Schülerinnen und Schülern Kontakt-, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit ausbilden. Gleichzeitig sind Projekte besonders geeignet, individuelle Fähigkeiten und Neigungen der Schülerinnen und Schüler zu entdecken und zu fördern. Das setzt die altersangemessene Beteiligung der Schülerinnen und Schüler an der Projektplanung und Gestaltung voraus.“ (Schulverwaltungsblatt LSA 17/1996, S. 445)

Mit diesen Ausführungen wird zugleich der Terminus „Pflichtprojekt“ relativiert: In der Förderstufe werden die Schülerinnen und Schüler nur bedingt Projektideen einbringen und einen sehr begrenzten Beitrag zur Entwicklung einer Projektskizze zu einem Projektplan leisten können.

Der Schwerpunkt wird in diesem Schulalter folglich in der Phase der Projektdurchführung liegen. In Partner- oder Gruppenarbeit sollen sich die Schülerinnen und Schüler möglichst handlungsorientiert mit einem Thema auseinandersetzen und Projektstage als unkonventionelle Art des Lernens erleben.

Zugleich können sie bei dieser Bearbeitung von fächerübergreifenden, oft aus dem Umweltbereich stammenden komplexen Problemen Verfahrenskennnisse erwerben, die es im Verlaufe der Schulzeit auszubauen gilt.

4.2.2. Zum Stellenwert von Umweltbildung/Umwelterziehung in den Rahmenrichtlinien der Förderstufe

Die Umweltbildung/Umwelterziehung in der Klassenstufe 6 aller Schulformen in Sachsen-Anhalt war in der Vergangenheit im wesentlichen auf das fachspezifische Lernziel „Einsicht in die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung“ reduziert (vgl. Anlage A - 1).

In den Rahmenrichtlinien für die Förderstufe wurde dieses Lernziel aufgenommen und insbesondere hinsichtlich der Maßnahmen für einen wirkungsvollen Lärmschutz präzisiert (vgl. Tab. 12). Zugleich wurde die Notwendigkeit hervorgehoben, dass die Schülerinnen und Schüler eigene Erfahrungen und Vorstellungen unmittelbar in den Unterricht einbringen sollen:

„An Beispielen der Musikübertragung ist auf schädliche Wirkungen zu großer Lautstärken einzugehen. Die Schülerinnen und Schüler sind zu der Erkenntnis zu führen, daß Lärm zu Gehörschädigungen führt und ein Streßfaktor ist, der lebenswichtige Körperfunktionen negativ beeinflussen kann. Sie sollen praktische Beispiele des Lärmschutzes an Gebäuden und im Straßenverkehr kennenlernen und eigene Vorschläge zur Unterbindung des Lärms erarbeiten.“ (RRL Förderstufe, S. 30)

Mit der Einführung der Förderstufe wurde zusätzlich die Umsetzung des Pflichtprojektes „Gesundes Leben in einer gesunden Umwelt“ in Kooperation mit dem Fach Biologie als verpflichtend erklärt und dafür ein erweitertes Stundenvolumen eingeräumt.

Damit bestehen im Zusammenhang mit der Behandlung von Aspekten des Raumklimas gute Voraussetzungen, Möglichkeiten der Wärmedämmung praxisnah zu thematisieren. Den Schülerinnen und Schülern soll in einem handlungsorientierten Unterricht vermittelt werden,

dass durch die Reduzierung des Wärmestromes in die Umgebung ein wichtiger Beitrag zum Schutz unserer Umwelt geleistet werden kann:

„Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen Überblick über die drei Formen des Wärmetransports, von denen die Wärmeleitung zuerst zu beschreiben ist. Die Wärmeströmung und die Wärmestrahlung werden dann als wesentliche Bestandteile eines gesunden Raumklimas im Zusammenhang mit der Wärmedämmung im Pflichtprojekt ‚Gesundes Leben in einer gesunden Umwelt‘ ausführlich behandelt.“
(RRL Förderstufe, S. 24)

Tab. 12: Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den RRL Physik für die Förderstufe (Klasse 6) des Landes Sachsen-Anhalt

Themenbezogene Lernziele	Inhalte
Die Schülerinnen und Schüler sollen - Ursachen für die Abgabe der Körperwärme nennen, das Frieren und Schwitzen erklären sowie praktische Maßnahmen der Anpassung an Temperaturänderungen begründen können	Lebewesen geben Körperwärme ab Wärmeleitung - gute und schlechte Wärmeleiter Untersuchung des Raumklimas - Wärmeströmung - Wärmestrahlung - Wärmedämmung - Luftfeuchtigkeit - Lüftung

Themenbezogene Lernziele	Inhalte
Die Schülerinnen und Schüler sollen - die Gefahren, die durch Lärm entstehen, beschreiben und Schutzmaßnahmen nennen können	Wir schützen uns vor Lärm - Schallpegel und Lärm - Schutzmaßnahmen

4.2.3. Umweltbildung/Umwelterziehung in der Förderstufe und die Notwendigkeit handlungsunterstützender Lehr- und Lernmittel

Das Umsetzen der mit der Einführung der Förderstufe verfolgten Zielstellungen bedeutete für die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer vor allem bei der Gestaltung des fächerübergreifenden Lernens, pädagogisches Neuland zu betreten. Auf dabei zu erwartende Probleme wurde vom Kultusministerium bereits im Vorfeld hingewiesen:

„Die Schwierigkeiten bei der Realisierung des fächerübergreifenden, ganzheitlichen Lernens in Lernbereichen liegen ... nicht in der Organisation: sie sind vielmehr inhaltlicher bzw. materieller Natur...

Das Arbeiten in derartigen fächerübergreifenden Lernbereichen / Projekten verlangt vor allem von den Lehrkräften große Umstellungen. Sie können sich nur noch begrenzt auf Schulbücher stützen, brauchen selbst oft Arbeitshilfen.“ (Schulverwaltungsblatt Nr. 6/1995, S. 161)

Unter diesem Aspekt ist auch die im Vorwort der Rahmenrichtlinien vom Kultusminister an die Hersteller von Lehr- und Lernmitteln gegebene Aufforderung zu werten, fachlich zweckmäßige Unterrichtsmaterialien zu entwickeln.

In dieser Situation bestand folglich ein Defizit in zwei Richtungen:

- Ein speziell für Schülerinnen und Schüler der 5. bzw. 6. Klassen entwickeltes Lehr- und Arbeitsmaterial zur Gestaltung eines fächerübergreifenden und handlungsaktivierenden Unterrichts war nicht vorhanden.
- Fachdidaktisch aufbereitete Materialien für Lehrerinnen und Lehrer mit den Inhaltsbereichen wie
 - Sachinformationen zu umweltrelevanten, fächerübergreifenden Themen,
 - Zusammenstellung entsprechender fachwissenschaftlicher Grundlagen,
 - Empfehlungen zur didaktisch-methodischen Unterrichtsgestaltung (einschließlich Versuchsaufbauten, Protokollvordrucke, Arbeitsblätter, Rätsel u.a.) fehlten.

Im Auftrag des Kultusministeriums des Landes Sachsen-Anhalt wurde folglich in Vorbereitung der Einführung der Förderstufe am Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung eine Broschürenreihe „Grundsätze und Anregungen für den Unterricht in der Förderstufe“ entwickelt und den Sekundarschulen zur Verfügung gestellt.

In den Heften zu den jeweiligen Pflichtprojekten sind in einem gleichlautenden Basisartikel zunächst grundlegende schulpolitische und allgemeindidaktische Positionen aufgeführt (u.a. Ausführungen zum fächerübergreifenden Lernen in flexiblen Lernbereichen und an außerschulischen Lernorten, Bedeutung und Merkmale der Projektarbeit, Organisation und Finanzierung von Projekten). Die Sachanalysen zum Thema und die gegebenen „Didaktisch-methodische Hinweise“ wurden sehr knapp und allgemein gehalten. Den Hauptteil der Broschüren bildet eine Materialsammlung. In ihr wurden Anregungen aus verschiedenen Quellen (z.B. Schulbuchverlage, Verbraucherdienste, Zeitschriften) und in unterschiedlicher didaktischer Aufbereitung zusammengestellt.

In dieser Situation bestand die Möglichkeit und Notwendigkeit, Lehrmaterialien zu entwickeln, die auf den beschriebenen Forschungsergebnissen basierten.

In Zusammenarbeit mit TITZMANN wurde für Schülerinnen und Schüler das Projektheft „Gesund leben in einer gesunden Umwelt“(1998) und für Lehrkräfte die Handreichung „Gesund leben in einer gesunden Umwelt – Lehrerheft“(1998) geschaffen.

Die Anlage 2 beinhaltet Auszüge aus beiden Broschüren.

Das Schülerheft wurde in erster Linie als Arbeitsmittel für die Realisierung des Pflichtprojektes konzipiert. Gleichzeitig kann es aber auch als Ergänzung zu den Lehrbüchern Biologie Klasse 5/6 und Physik Klasse 6 des herausgebenden Verlages im Lehrgangunterricht eingesetzt werden (Biologie-Thema „Wir Menschen nutzen Samenpflanzen für unsere Ernährung“; Physik-Thema „Warum wir frieren oder schwitzen - wir erforschen die Wärme“).

Mit einer kindgemäßen Heftgestaltung (alterstypische Bilder, Dialoge zwischen „Maria“ und „Markus“ zur Kapiteleinführung) wurde versucht, typische Situationen in dieser Altersgruppe nachzuzeichnen. Dadurch soll es besser gelingen, Interesse am Erkunden der aufgeworfenen Probleme zu wecken (vgl. Anlagen A - 2.1. und A - 2.2.).

Im Projektheft werden auch gezielt Sachinformationen gegeben. - Bei der Aufbereitung dieser Inhalte und der Gestaltung von Aufträgen bzw. Formulierung von Fragen wurde beachtet, dass

eine enge Verbindung zwischen dem vermittelten Lehrstoff und der selbständigen, handlungsorientierten Projektarbeit möglich ist.

Durch ausführlich beschriebene Versuche sollen die Schülerinnen und Schüler angeregt werden, diese nachzuvollziehen und Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten im Umgang mit experimentellen Hilfsmitteln zu erwerben. Diese können sie dann in auch komplexeren Untersuchungen, die nicht an den Schulraum gebunden sind, anwenden.

Durch eine Vielzahl von Aufgabenstellungen werden Anregungen im Sinne von „Projektideen“ gegeben. Diese entstammen der Thematik entsprechend aus den Problemfeldern „Zweckmäßige Bekleidung“ und „Wohlfühlen in Räumen / Raumklima“ (vgl. Anlage A - 2.3.).

In die Gestaltung des Lehrerheftes flossen neben Schlussfolgerungen aus literaturvergleichenden Untersuchungen auch unterrichtspraktische Erfahrungen sowie Anregungen aus der Lehreraus- und Lehrerweiterbildung ein. Die Broschüre sollte zudem die unterschiedlichen Erwartungen der in der Förderstufe Sachsen-Anhalts eingesetzten Lehrkräfte (ausgebildete Physiklehrer, Nichtfachlehrer aus dem Sekundarschulbereich und dienstversetzte Grundschullehrer) erfüllen.

Folglich wurde nachfolgende Gliederung umgesetzt (vgl. Anlagen A - 2.4. und A – 2.5.):

- Im einleitenden Teil werden den in der Projektarbeit unerfahrenen Lehrerinnen und Lehrern Anregungen zur Gestaltung einer Projektwoche gegeben:
 - Zusammenfassung und Konkretisierung der Merkmale und der typischen Vorgehensweise
 - Beispiele für Projektpläne („Was sind Diäten, welchen Sinn haben sie?“, „Zweckmäßige Bekleidung“, „Gut gedämmt - viel gespart“)
- Sachinformationen, die deutlich über die im Projektheft für Schüler abgedruckten hinausgehen, bilden im Hauptteil der Broschüre den Schwerpunkt. Dadurch können die Nutzer des Heftes in optimaler Zeit Informationen zur gewählten Thematik gewinnen. Zusätzlich wurden physikalische Grundlagen (Begriffe, Gesetze, Einheiten) insbesondere für die Nichtfachlehrer zusammengestellt.
- Die didaktisch-methodischen Empfehlungen konzentrieren sich - der Projektarbeit angemessen - auf Tipps zur Motivation der Schülerinnen und Schüler sowie auf Vorschläge zu Versuchsanordnungen und Bauplänen.
- Kopiervorlagen beinhalten Messprotokolle und ein Rätsel.
- Der Schlussteil umfasst die Lösungen zu Aufgaben und Aufträgen

4.2.4. Didaktisch-methodische Konzeption zum Thema „Wärme - woher sie kommt und wer sie braucht“ und Bilanz ihrer schulpraktischen Erprobung

In einem Schulversuch wurden die Anwendungsmöglichkeiten des Projektheftes durch die Schülerinnen und Schüler im regulären Unterricht sowie bei der Durchführung von Projekttagen untersucht. Teile der im Lehrerheft enthaltenen Anregungen flossen zudem in die Vorbereitung des Unterrichts bzw. der Projekttage ein.

Der Schulversuch fand unter folgenden Rahmenbedingungen statt:

- Eine 6. Klasse mit 23 Schülerinnen und Schülern
(Da die Förderstufe an den Sekundarschulen des Landes Sachsen-Anhalt erst zum Schuljahr 1998/99 eingerichtet wurde, fand der Schulversuch noch an einem Gymnasium statt. Zu dieser Schule bestand auf Grund einer langjährigen

Zusammenarbeit bei der schulpraktischen Ausbildung von Lehramtskandidaten ein enger Kontakt).

- Fachunterricht zum Stoffgebiet „Wärmelehre“ im ersten Schulhalbjahr 1997/98; zwei Projektstage mit einer Gruppe von 15 Schülern aus verschiedenen 6. Klassen gegen Ende des zweiten Schulhalbjahres 1997/98 (Projekt: „Wir bauen ein Thermohaus“)
- Ein Tag zur Projektpräsentation (dann als 7.Klasse) im Schuljahr 1998/99

Der Unterricht wurde vom Fachlehrer gemäß Stoffverteilungsplan erteilt (vgl. Tab. 13). Alle Schülerinnen und Schüler waren im Besitz eines Lehrbuches und erhielten zusätzlich das Projektheft „Gesund leben in einer gesunden Umgebung“.

Für die ersten drei Stunden soll die Umsetzung des Konzeptes kurz beschrieben werden:

- In der ersten Unterrichtsstunde („2.2.1. Wärmeverluste bei einem Haus“) wurde die ausführliche Motivation der Thematik (Heizkostenabrechnung im Haushalt, Möglichkeiten für eine Heizkosteneinsparung) mit der Ausgabe des Arbeitsblattes Nr. 1 abgeschlossen (vgl. Anlage A - 3.1.).

Dieses Arbeitsblatt „Wärmeverluste bei einem Haus“ sollte im Verlaufe der ersten drei Unterrichtsstunden aus diesem Komplex komplettiert werden.

Die Formen der Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung) wurden im Demonstrationsexperiment (DE) erarbeitet, im Tafelbild und auch in den Schüleraufzeichnungen festgehalten.

Als Hausaufgabe wurde der Auftrag erteilt zu erkunden, welche Heizstoffe in Heizungsanlagen verbrannt und aus welchen Rohstoffen sie gewonnen werden (Projektheft, Aufgabe 47.a und b).

- In der zweiten Stunde („2.2.2. Wärmedämmung“) wurde in einem Schülerdemonstrationsexperiment (SDE) das Wärmedämmvermögen verschiedener Stoffe (Styropor, Mineralwolle, trockener Sand, nasser Sand) untersucht. - Einzelne Schüler experimentierten am Lehrerarbeitstisch und konnten dadurch vom Fachlehrer gezielt (und auch für die Mitschüler nachvollziehbar) zum gewissenhaften Arbeiten angehalten werden: z.B. Umrühren der Flüssigkeit vor dem Ablesen, senkrechtes Schauen auf die Skale des Flüssigkeitsthermometers beim Ablesen.

Parallel zum Messprozess erfolgte die grafische Auswertung des Versuches auf dem Arbeitsblatt Nr. 2 (vgl. Anlage A - 3.2.). Daraus wurde dann das Stundenergebnis abgeleitet: „Für die Wärmedämmung müssen Stoffe eingesetzt werden, die die Wärme sehr schlecht leiten, z.B. Styropor, Mineralwolle, trockener Sand.“

- Die dritte Unterrichtsstunde begann mit der Auswertung der Hausaufgabe (Projektheft, Nr. 47a, b). Einzelne Schüler trugen ihre Ergebnisse vor. Der Fachlehrer fasste anschließend die Schüleraussagen zusammen und ergänzte diese gezielt durch weitere Informationen. Die Schüler vervollständigten ihre Aufzeichnungen.

Im Anschluss an die mündliche Wiederholung und Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem Schülerdemonstrationsexperiment in der vorangegangenen Stunde wurden verschiedene Möglichkeiten zur Verringerung der Wärmeleitung in das Arbeitsblatt Nr. 1 eingetragen.

Der Fachlehrer arbeitete anschließend in einem Unterrichtsgespräch zur Problematik „Gibt es wärmedämmende Fenster?“ die Möglichkeiten „doppelte Verglasung“ und „dreifache Verglasung“ heraus.

In einem Demonstrationsexperiment (DE) wurde unter Einbeziehung des Projektheftes modellhaft die Wärmedämmung eines Fensters mit einfacher Verglasung und eines mit doppelter Verglasung bestimmt (vgl. Anlage A - 2.2.). - Die Schüler tabellierten die

Messwerte, stellten diese in einem Temperatur-Zeit-Diagramm grafisch dar und übertrugen die Ergebnisse schließlich in das Arbeitsblatt Nr. 1.

Tab. 13: Stoffverteilungsplan zum Schulversuch in Klasse 6, Thema: „Wärme - woher sie kommt und wer sie braucht“
(Die Nutzung des Projektheftes „Gesund leben in einer gesunden Umwelt“ ist in der Spalte „Arbeitsmaterialien“ grau unterlegt gekennzeichnet!)

Std.	inhaltliche Schwerpunkte	Experimente	Arbeitsmaterialien
1	Wärmeverluste bei einem Haus - Begriff „Wärme“ - Arten der Wärmeübertragung - prinzipielle Möglichkeiten der Wärmedämmung	DE „Beispiele für Wärmeübertragung“ 1) Wärmeleitfähigkeitsgerät 2) Zirkulationsröhre 3) Bestrahlung von Thermometern	FO 1 (LH S. 48) HA: Projektheft - S. 30, Nr. 47 - 49 - Vorbereiten Experiment „Gut gedämmt - viel gespart!“ (S. 30/31)
2	Wärmedämmung am Haus I - Aufbau der Wände / Reduzierung der Wärmeleitung - Aufbau der Fenster / Reduzierung der Wärmeleitung	SDE „Wärmedämmvermögen von Dämmstoffen und Baumaterialien“	FO 2 (LH S. 49) AB (FO 2 / LH S. 49) oder Projektheft - Anleitung zum Experiment (S. 30/31) - HA: S. 31, Nr. 50.a
3	Wärmedämmung II - Aufbau der Fenster / Reduzierung der Wärmeströmung	DE „Untersuchung der Wärmeströmung bei Fenstern“	Projektheft - Anleitung zum Experiment „Fenster - früher und heute“ (S. 31/32)
4	Nutzung der Wärmeübertragung - Wärmeleitung - Wärmeströmung - Wärmestrahlung	DE „Topf mit Krampen“ - Bsp. Zentralheizung - Bsp. Sonnenkollektor	HA: Mitbringen von Stoffresten
5	Wärmedämmung bei Menschen und Tieren (Winter: Wärmeabgabe verhindern! Sommer: Wärmeabgabe fördern!)	sSchA SDE „Untersuchung der Wärmedämmung von Textilien“	Projektheft S. 17/18 Projektheft - Anleitung zum Exp. „Welches Material hält am besten warm?“ (S.18) HA: - S. 19, Nr. 33 – 36.a
6	Kontrolle		

In der zweiten Hälfte des Schuljahres, also etwa ein halbes Jahr nach der Behandlung des Themas „Wärme - woher sie kommt und wer sie braucht“, wurden am Gymnasium Projekttag durchgeführt. Dabei konnten sich die Schülerinnen und Schüler der 6. Klassen u.a. für das Projekt „Wir bauen ein Thermohaus“ entscheiden. Von den 23 Schülerinnen und Schülern der in den Schulversuch einbezogenen Klasse 6c wählten 12 diesen Projektvorschlag (Die Teilnehmerzahl in der Projektgruppe war auf 15 begrenzt worden).

Am ersten der beiden zur Verfügung stehenden Projekttag wurde zunächst ein Projektplan aufgestellt und anschließend sofort mit seiner Realisierung begonnen. Anlage A - 3.3 zeigt Messergebnisse, die bei der Projektdurchführung gewonnen wurden und für die Projektpräsentation aufbereitet worden sind.

Der Abschluss des Projektes erfolgte aus schulorganisatorischen Gründen im darauffolgenden Schuljahr zum „Tag der offenen Tür“.

Das gesamte Projekt wurde mittels Videoaufzeichnungen dokumentiert und im Medienzentrum der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zu einem Lehrfilm für den Einsatz in der Aus- und Fortbildung aufbereitet.

In der letzten Woche des Schuljahres wurde in der Klasse 6c eine Befragung zum Schulversuch durchgeführt (vgl. Anlage A - 3.4.).

Dabei sollte u.a. erkundet werden, ob das Konzept einer auf Umweltprobleme gerichteten, stark handlungsorientierten Unterrichtsgestaltung (einschließlich Projektarbeit)

- Auswirkungen auf den Umfang der physikalischen Kenntnisse hat (Frage 1) und
- Grundlagen für ein dauerhaftes ökologisches Wissen legen kann (Fragen 2 und 3).

Schließlich war beabsichtigt, den

- Einfluss der Organisationsform von Experimenten (DE, SDE, SE) auf die Dauerhaftigkeit von Wissenskomponenten (Fragen 3 und 5)

zu untersuchen.

Als Schlussfolgerungen aus dieser Befragung, die den Charakter eines Posttests hatte, können auf Grund der gewählten Untersuchungsmethodik und des geringen Stichprobenumfanges nur bedingt zu verallgemeinernde Aussagen formuliert werden (vgl. Tab. 14):

- Die Antworten zur Frage 1 zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten der Wärmedämmung kennen, die verwendeten Begriffe jedoch nur unzureichend durch eine Aufzählung von Beispielen definieren können. - Die ständige Wiederholung und Festigung erarbeiteter Begriffe gehört also zu den Grundregeln einer erfolgreichen Unterrichtsgestaltung!
- Aus den Angaben zur Frage 2 folgt, dass die Probanden in beiden Gruppen Elemente eines dauerhaften ökologischen Grundwissens erworben haben: Durchschnittlich konnten drei Beispiele benannt werden!
- Die Ergebnisse aus Frage 3 legen nahe, dass Maßnahmen zur Wärmedämmung in erster Linie mit einer verbesserten Isolation der Wände von Wohnbauten verbunden werden. Experimentell wurde das mit allen Schülerinnen und Schülern im SDE erarbeitet. - Der Einbau von doppelt verglasten Fenstern wird von Probanden, die am Thermohaus gearbeitet haben, wesentlich häufiger genannt. Offenkundig ist die Wirkung des DE zur Wärmedämmung von Fenstern in beiden Gruppen unterschiedlich: Die selbständige Arbeit am Thermohaus führte bei den Mitgliedern dieser Gruppe (unterstützt durch die relativ geringe Zeit zwischen Projektarbeit und Befragung) zum Benennen weiterer Möglichkeiten!

Tab. 14: Auswertung der Befragung zum Schulversuch in Klasse 6
 (Probandenzahl $n_{B03} = 23$; bei der Auswertung wurde unterschieden in
 Teilgruppe 1: Teilnehmer am Thermohausprojekt
 Teilgruppe 2: Teilnehmer an anderen Projekten;
 Angabe der Nennungen bzw. der richtigen Nennungen)

		gesamte Klasse (n= 23)	Teil- gruppe 1 (n = 12)	Teil- gruppe 2 (n = 11)
Frage 1: Welche Möglichkeiten der Wärmeübertragung kennst du? Gib jeweils ein Beispiel an!	Wärmeleitung	22	11	11
	Wärmeströmung	22	11	11
	Wärmestrahlung	22	11	11
	Bsp. Wärmeleitung	12	8	4
	Bsp. Wärmeströmung	15	9	6
	Bsp. Wärmestrahlung	12	7	5
Frage 2: In Deutschland wird etwa die Hälfte der Energie, die von privaten Haushalten verbraucht wird, für das Heizen von Wohnungen verwendet. Dabei treten jedoch „Wärmeverluste“ auf. Gib Beispiele dafür an, an welchen Stellen bei Wohnungen bzw. Wohnhäusern solche Wärmeverluste auftreten!	- Wände	18	8	10
	- Dach	15	9	6
	- undichte Fenster und Türen	13	8	5
	- Fußboden, Keller	12	5	7
	- offene Fenster und Türen bzw. Lüften	11	6	5
	- Decken	3	2	1
Frage 3: Durch welche Maßnahmen an Wohnungen bzw. Wohnhäusern können Wärmeverluste verringert werden?	- Wärmedämmung der Wände	20	10	10
	- doppelt verglaste Fenster	13	9	4
	- optimales Lüften	6	4	2
	- dreifach verglaste Fenster	5	5	0
	- Wärmedämmung Dach	4	3	1
	- Wärmedämmung Boden	3	3	0
Frage 5: Fragen der Wärmedämmung spielten im Physikunterricht des vergangenen Schuljahres bzw. an den Projekttagen eine Rolle. Welche Experimente hast du selbst durchgeführt bzw. im Demonstrationsversuch beobachten können?	- DE zur Wärmeleitung	1	0	1
	- DE zur Einfach- bzw. Doppelverglasung	0	0	0
	- SDE zum Wärmedämmvermögen	6	1	5
	- SE am Thermohaus	13	11	2

- Frage 5 beweist einen engen Zusammenhang zwischen dem Umfang der selbständigen Arbeit und Behaltenseffekten: DE werden nur einmal erwähnt, das SDE 6-mal und die selbständige experimentelle Arbeit (SE) am Thermohaus 13-mal. - Bemerkenswert ist, dass die selbständige experimentelle Arbeit das SDE zur selben Problematik offenkundig verdrängt: Nur einmal wird von den Probanden, die am Thermohaus arbeiteten, das SDE erwähnt!

4.3. Physikunterricht in der Sekundarstufe I und umweltzieherische Möglichkeiten

4.3.1. Didaktische Grundsätze und die Fortschreibung der Rahmenrichtlinien

Das in den Jahren 1997/98 erfolgte Fortschreiben der Rahmenrichtlinien für die Sekundarstufe I an allen Schulformen bot gute Chancen dafür, curriculare Grundlagen für eine zeitgemäße Allgemeinbildung zu schaffen.

Da der Autor Mitglied sowohl in der Kommission für die Sekundarschule als auch in der Kommission für das Gymnasium/Fachgymnasium war, konnten bereits vorliegende Forschungsergebnisse zur Theorie, Struktur und Praxis von Lehr- und Lernprozessen im Bereich Umwelt sowie zur Genese und Praxis von Umweltbildung/Umwelterziehung in ausgewählten Ländern in die Arbeitsberatungen eingebracht werden.

Ausgehend von dem im Schulgesetz des Landes formulierten Erziehungs- und Bildungsauftrag waren durch die oberste Schulbehörde fächerübergreifende Themenschwerpunkte abgeleitet und den einzelnen Kommissionen zur inhaltlichen Untersetzung vorgegeben worden:

- „Die Erde bewahren und friedlich zusammenleben“
- „Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen“
- „Eine Welt von Ungleichheiten“
- „Leben mit Medien“
- „Gesundes Leben“
- „Aktiv das Leben gestalten“

Darüber hinaus bestand in den Physikgruppen frühzeitig Konsens hinsichtlich der generellen Bedeutung des von KLAFKI entwickelten Bildungskonzepts und der vorgeschlagenen Konzentration auf „epochaltypische Schlüsselprobleme“ (vgl. 2.2.2.).

Beide Kommissionen haben versucht, im Rahmenrichtlinienabschnitt „Grundsätze der Unterrichtsgestaltung“ Hinweise zur Umsetzung dieser höheren curricularen Ansprüche zu geben:

In den „Didaktischen Grundsätzen“ wird eine Orientierung an den Phänomenen der Umwelt und an der Lebenserfahrung sowie eine ausgeprägte Handlungsorientierung empfohlen. Intendiert ist das Ausgehen von Erfahrungen und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler. Dabei sollen Naturphänomene und in der Technik ablaufende Vorgänge, aber auch Körpererfahrungen der Menschen einbezogen werden.

Durch die Handlungsorientierung soll ein ganzheitliches Lernkonzept umgesetzt werden. Gemeint ist die Verbindung von praktischem Tun und Handeln mit der reflexiven Verarbeitung und ersten Schritten einer Verallgemeinerung des Erfahrenen.

Dazu gehört u.a.

- die Sensibilisierung gegenüber den aufgeworfenen Fragen und Problemen,
- die Schärfung der Wahrnehmung von Phänomenen und Vorgängen und
- eine aktive und zunehmend selbständige Haltung und Tätigkeit.

Durch einen handlungsorientierten Unterricht sollen ferner die Grundlagen für entdeckendes und forschendes Lernen gelegt werden.

Ein Unterricht, der in einem weitaus stärkeren Umfang die Lebenswelterfahrungen der Schülerinnen und Schüler einbezieht, muss die Komplexität dieser Sachverhalte berücksichtigen:

„Das Erkennen komplexer Probleme und in diesem Zusammenhang das Entwickeln von Lösungsstrategien gehören zu den Verfahren, die nur durch ein fächerübergreifendes Arbeiten vermittelt werden können. Dabei wird das Ziel verfolgt, Querverbindungen zwischen Gebieten der Physik untereinander und zu den Fächern Biologie, Chemie und anderen Fächern zu nutzen, damit aus der umfassenden Sicht der Naturwissenschaften insgesamt Lösungsmöglichkeiten vernetzter Probleme diskutiert werden können. Die in der Förderstufe eingeleitete Verzahnung von Fach- und Projektunterricht wird in den Schuljahrgängen 7 bis 10 durch die Behandlung fächerübergreifender Themen fortgesetzt.“ (RRL Gym 1999, S. 21)

In einem gesonderten Abschnitt enthalten die Rahmenrichtlinien deshalb fächerübergreifende Themen für die Schuljahrgänge 7/8 und 9/10. Diese sind den oben benannten Themenschwerpunkten zugeordnet.

In der Anlage A - 4 wird eine Übersicht über die fächerübergreifenden Themen in den Schuljahrgängen 7/8 und 9/10 gegeben.

In den Rahmenrichtlinien ist vorgeschlagen, die in die vorgegebenen Problemkreise einzuordnenden Inhalte entweder im traditionellen Fachunterricht oder im Rahmen von Projektwochen zu thematisieren:

In den fachspezifischen Thementabellen wurden deshalb solche Inhalte grau hinterlegt abgedruckt, die auch innerhalb eines fächerübergreifenden Themas behandelt werden können. Durch gesonderte integrative Darstellungen dieser Themen werden den Lehrerinnen und Lehrern Anregungen zur Gestaltung von Projekten gegeben. Einer Verbesserung der Koordinierung zwischen den Fächern dienen die fächerverbindenden Paralleldarstellungen im Rahmenplan.

Bei der Fortschreibung der Rahmenrichtlinien für die Sekundarstufe I wurden diejenigen Inhalte, die gut geeignet sind, einen Beitrag zur Umweltbildung/Umwelterziehung zu leisten, deutlich ausgeweitet.

In der Anlage A - 5 sind für die Schuljahrgänge 7/8 und 9/10 an Gymnasien bzw. an Sekundarschulen die umweltrelevanten Inhalte sowie Lernziele und Qualifikationen detailliert zusammengestellt.

Vergleicht man die Rahmenrichtlinien von 1999 mit den vorher in Sachsen-Anhalt gültigen Plänen (vgl. Anlage A - 1 bzw. Tab. 11), so kann bilanziert werden:

- Es wurden die traditionell umweltrelevanten Themen bewahrt und durch neue Inhalte punktuell ergänzt (z.B. Sonnenkollektoranlage - Aufbau und Wärmeübertragung, Elektroenergieverbrauch – Kostenberechnungen und Sparmaßnahmen, Solarzellen [nur Gymnasium], biologische Wirkungen von Wellen)
- Es wurden Themen neu aufgenommen, die vielfältige Bezüge zur Umweltproblematik ermöglichen:
„Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ (im Schuljahrgang 7/8)
„Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“ (im Schuljahrgang 9/10)

Themen und Inhalte können jedoch nur Mittel zum Zweck sein. Deshalb wird in der Einleitung zu den Rahmenrichtlinien deutlich auf die gewachsenen Anforderungen an den Physikunterricht hingewiesen, die sich aus der Verwirklichung des Konzeptes der nachhaltigen Entwicklung ergeben:

„Das Fach Physik leistet durch die Auseinandersetzung mit Phänomenen und Vorgängen in der Technik einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftliche Erkenntnisse und deren technische Anwendungen. Damit werden wichtige Voraussetzungen für die künftige Bewältigung der technisch geprägten Lebenswelt geleistet sowie Grundlagen für die sachkundige Einflussnahme und die Gestaltung wirtschaftlicher, technischer und sozialer Rahmenbedingungen geschaffen. Ihr Wissen soll die Lernenden befähigen, Möglichkeiten und Grenzen des technischen Fortschritts sowie auch potentielle Gefahren sachkundig beurteilen zu können.“ (RRL Gym 1999, S. 6)

4.3.2. Erweiterte Möglichkeiten für Umweltbildung/Umwelterziehung in der Sekundarstufe I

4.3.2.1. Veränderte Sichtweisen bei der Behandlung der Thermodynamik im Schuljahrgang 7/8 - das Thema „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“

Dieses Thema baut auf dem Themenbereich „Warum wir frieren oder schwitzen - wir erforschen die Wärme“ der Förderstufe auf. Auch im Schuljahrgang 7/8 soll bei der Unterrichtsgestaltung bewusst von den Lebenserfahrungen der Schülerinnen und Schüler ausgegangen werden. Diese erstrecken sich jedoch nicht einseitig auf den Bereich der Technik, sondern umfassen auch Erlebnisse in der Natur und die Reaktionen des eigenen Körpers. Um dies zu verdeutlichen, erfolgte eine Differenzierung der traditionell in dieser Klassenstufe angeordneten Thermodynamik in die beiden Themen „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ und „Wärme in der Technik“ (vgl. Anlage A - 6.1.).

Anknüpfend an das Thema „Energie in Natur und Technik“ soll zunächst auf den wichtigen Energiestrom zwischen Sonne und Erde eingegangen werden. Dabei kann am Beispiel der Lufttemperatur der Einfluss der Sonneneinstrahlung („Motor Sonne“) deutlich gemacht und gleichzeitig vermittelt werden, dass aber auch verschiedene andere Faktoren die Erwärmung der Luft beeinflussen:

- Die Erde mit ihren speziellen geometrischen und astronomischen Verhältnissen
- Die Atmosphäre in ihrer Ausdehnung und chemischen Zusammensetzung
- Die Erdoberfläche in ihrem Relief und ihrer Land-Wasser-Verteilung

Unter dem Aspekt des Energiestromes soll auch auf die Wahl einer zweckmäßigen Bekleidung eingegangen werden. Dabei besteht die Möglichkeit, Bezüge zum Pflichtprojekt aus der Förderstufe „Gesund leben in einer gesunden Umwelt“ herzustellen.

Die bei der Energieaufnahme bzw. Energieabgabe in Form von Wärme möglichen Änderungen von Zustandsgrößen bzw. Aggregatzuständen sind mit in der Natur beobachtbaren Phänomenen in Verbindung zu bringen. Folglich müssen die von der Temperatur abhängigen Eigenschaften des Wassers und der Luft im Mittelpunkt stehen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass sie einige Phänomene des Wetters mit den erworbenen Kenntnissen erklären können (z.B. Entstehung von regionalen Windsystemen: Land- und Seewind; Entstehen einfacher Wolkenformen: Haufenwolken). Die für viele Phänomene des Wetters wichtige Größe „Luftfeuchtigkeit“ ist einzuführen und vor allem in ihrer Bedeutung für viele Wettererscheinungen (u.a. Nebel, Tau, Reif) zu

verdeutlichen. Im Zusammenhang mit der Smogbildung soll auf die Quellen der Luftverschmutzung eingegangen werden. Diskussionen über Ursachen und Reduzierungsmöglichkeiten sollten die Schülerinnen und Schüler für Umweltprobleme sensibilisieren helfen.

Grundlagen der Wetterbeobachtung und ein Einblick in die Problematik der Wettervorhersagen schließen diese Thematik ab.

Im Sinne einer ökologischen Pädagogik dient das Thema „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ in besonderer Weise dem „*Verstehenlernen des Lebenssystems unseres Planeten*“ (KLEBER 1993, S. 67). Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen ersten Einblick in die Komplexität dieses Systems. Sie sollen aber auch erfahren, dass Störungen den Grad der Stabilität verändern können:

- externe Störungen (z.B. durch Veränderung der Sonnenstrahlung)
- Störungen innerhalb des Erdsystems (z.B. durch Industrialisierung)

4.3.2.2. Ein Ausblick auf die Energieproblematik im Schuljahrgang 9/10 - das Thema „Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“

Dieser Thematik kommt bei der Umweltbildung/Umwelterziehung eine besondere Bedeutung zu: Die Schülerinnen und Schüler aller Schulformen erhalten am Ende der Sekundarstufe I einen Überblick über die gegenwärtige Situation bei der Energieversorgung, über aktuelle Probleme und über Perspektiven. Es sollen die in den vorangegangenen Schuljahren erworbenen Kenntnisse wiederholt und auf komplexere Situationen angewendet werden.

Eine zukunftsorientierte Bildungs- und Erziehungsarbeit zu leisten bedeutet in diesem Zusammenhang vor allem:

- Weiterentwicklung des Problembewusstseins für Umweltfragen
Im Sinne des „epochaltypischen Schlüsselproblems“ bedeutet das, die Konsequenzen aus dem bislang vertretenen industriell-technischen Fortschrittsmodell zu thematisieren. Dabei sollten die heute erkennbaren Hauptfolgen, Schädigung bzw. Zerstörung der Umwelt sowie die tendenzielle Erschöpfung der Naturressourcen, herausgearbeitet werden.
- Entwicklung der Einsicht in die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung
Ausgehend von den in konventionellen Kraftwerken ablaufenden Energieumsetzungen sollten daraus resultierende Umweltprobleme diskutiert und mögliche Alternativen aufgezeigt werden.
Eine Beschränkung der Diskussion auf die Entwicklung von ressourcen- und energiesparenden Techniken ist jedoch zu vermeiden. Vielmehr sollte stets ein Bezug auf die eigene Person als Konsument gesucht werden.

In beiden Rahmenrichtlinienkommissionen wurde der Ausarbeitung dieses Themas eine hohe Bedeutung beigemessen. Die beschlossene Fassung ist das Ergebnis von ausführlichen Beratungen über die eingereichten Entwürfe (vgl. Anlage A - 6.2.). In Tabelle 15 ist eine Arbeitsfassung des Autors wiedergegeben.

Tab. 15: Arbeitsfassung zum Thema „Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“ (RIEDL, Autorenentwurf vom 08.09.1997)

Thema: „Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“ ZRW: 10 Stunden

Ziele / Qualifikationen

Am Ende der Sekundarstufe I erhalten die SchülerInnen einen Überblick über die gegenwärtige Situation bei der Energieversorgung. Zugleich lernen sie aktuelle Probleme kennen und erfahren, wie diese in der Zukunft gelöst werden können.

Für die Ausprägung ihres Weltbildes soll herausgearbeitet werden, welche Bedeutung in diesem Zusammenhang der Wissenschaft Physik zukommt. Die grundlegenden Begriffe und Gesetze werden an praktisch relevanten Beispielen der Energieumwandlung angewendet. Zugleich muss aber deutlich gemacht werden, dass die Menschheit nur durch einen bewussten Umgang mit der Natur existieren kann. Dabei ist auch die Verantwortung des Einzelnen aufzuzeigen.

Die SchülerInnen sollen

- ihre Kenntnisse zu den Energieformen und einfachen Umwandlungen anwenden können,
- Energieflussdiagramme interpretieren und Wirkungsgrade bestimmen können,
- Kenntnis vom Gesetz von der Erhaltung der Energie, des Energieerhaltungssatzes der Mechanik sowie des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik haben,
- Merkmale von reversiblen und irreversiblen Vorgängen kennen sowie Beispiele nennen können,
- einen Einblick in die Problematik der Energiereserven erhalten,
- die wichtigsten Bestandteile (Baugruppen) von Wärmekraftwerken kennen,
- einen Einblick über in derartigen Kraftwerken ablaufende wesentliche physikalische Vorgänge und ihre Auswirkungen auf die Umwelt erhalten,
- einen Überblick über regenerative Energiequellen gewinnen und Möglichkeiten der direkten Nutzung der Sonnenenergie kennen,
- am Beispiel der Solarzellen einen Einblick in die physikalischen Grundlagen der Halbleitertechnik erhalten,
- auf die Gefahren, die aus der gegenwärtig üblichen Energieumwandlung resultieren, hingewiesen werden und über mögliche Alternativen bzw. notwendige Konsequenzen diskutieren

Inhalte	Hinweise
1) Energieumwandlungen und ihre physikalischen Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> • Primärenergie, Sekundärenergie • Beispiele für Energieumwandlungen (Verbrennungsmotoren) • Energieflussdiagramme / Wirkungsgrad • Gesetz von der Erhaltung der Energie / 1. Hauptsatz der Thermodynamik 	Systematisierung der Kenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> - Energiebegriff - Energieformen - Energieerhaltungssätze (Gesetz von der Erhaltung der Energie, Energieerhaltungssatz der Mechanik) Beispiele für Wirkungsgrade und Diskussion von Energieflussdiagrammen
2) Das Problem der Energieentwertung <ul style="list-style-type: none"> • reversible und irreversible Vorgänge • 2. Hauptsatz der Thermodynamik • Wärmepumpe 	Beispiele für derartige Prozesse; Problematik von Ordnung und Unordnung bei mikrophysikalischen Betrachtungen; Vergleich von Wärmepumpe und Kühlschrank hinsichtlich Aufbau und Wirkungsprinzip
3) Energieumwandlungen in Wärmekraftwerken <ul style="list-style-type: none"> • Energievorräte (fossile Brennstoffe, Kernbrennstoffe) und Folgerungen • Wirkungsprinzip • Umweltprobleme 	Übersicht über Vorräte (Mengen, geopolitische Verteilung, Verbrauch - differenziert nach Staatengruppen, Pro-Kopf-Verbrauch, mögliche Abbaueiten); Bedeutung der Wärmekraftwerke für die Versorgung mit Elektroenergie; Klimabeeinflussung durch Verbrennen fossiler Energieträger - Treibhauseffekt

<p>4) Regenerative Energiequellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick • Möglichkeiten zur direkten Nutzung der Sonnenenergie • Photovoltaik (phys. Grundlagen, Anwendungen) (Exp.) 	<p>Beispiele für regenerative Energieträger; Problematik der schwankenden Verfügbarkeit und einer geringen Leistungsdichte; Bedeutung der passiven und aktiven Nutzung der Sonnenenergie; Solarzellen als großflächige Halbleiterdioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - p- und n-leitendes Material - Dotieren - Durchlass- und Sperrichtung - Verhalten bei Lichteinwirkung
<p>5) Energieversorgung und Menschheitsentwicklung</p>	<p>Einblick in die Geschichte der Energieversorgung der Menschheit; anthropogene Veränderungen im Klima und Konsequenzen; Möglichkeiten zur Senkung des Energieverbrauchs; Verantwortung des Einzelnen und einer Gesellschaft</p>

Die offenkundigen Unterschiede zwischen der beschlossenen Fassung und der Arbeitsfassung betreffen vor allem den Punkt „5) Energieversorgung und Menschheitsentwicklung“.

In Abstimmung mit den fächerübergreifenden Themen in den Schuljahrgängen 9/10 wurde die Behandlung dieser Aspekte in das Thema „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“ verlagert:

„Die Schülerinnen und Schüler ... sind mit dem Grundsatz vertraut, dass die von den Menschen einer Generation übernommene Natur so hinterlassen werden muss, dass sie auch künftigen Generationen für ein Leben mit hoher Lebensqualität zur Verfügung steht. Sie leiten hieraus ab, dass die Umwelt als natürliche Lebensgrundlage des Menschen nicht Gefährdungen ausgesetzt werden darf...“

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Verfahren und Beispiele für den sparsamen Einsatz von Stoffen und Energie zu nennen, und sie können für das eigene Verhalten Grundsätze ableiten, die der nachhaltigen Entwicklung dienen.“ (RRL Gym 1999, S. 86)

Als Unterrichtsinhalte wurden dort u.a. empfohlen: *„Energiebedarf und nachhaltige Entwicklung (Energieträger und ihre gegenwärtige Nutzung, soziale Erfahrungen, Energiebedarf und Energieeinsparung...), nachhaltiges Wirtschaften in einem ausgewählten Problemfeld (Diskussionen: Verhältnis Mensch-Natur, Lebensqualität, Umweltgefährdungen, Klimaentwicklung...“*

Der Schwerpunkt „Energiebedarf in der Industrie und im Verkehrswesen“ ist in der beschlossenen Fassung stärker betont als im Autorenentwurf. Die Kommission wollte damit - ganz im Sinne der Leitbilder der Studie „Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung“ (BUND/MISEREOR 1997) - Themenbereiche konkretisieren, an denen die Schülerinnen und Schüler die erforderlichen Sachkompetenzen erwerben sollen und die zugleich gute Möglichkeiten für eine kritische Auseinandersetzung mit Umweltdaten, mit der Verfasstheit der menschlichen Gesellschaft und dem persönlichen Lebensstil bieten, weil eigene Erfahrungen eingebracht werden können.

4.3.3. Projektarbeit zu umweltrelevanten Themen in der Sekundarstufe I

4.3.3.1. Themenfindung und Interessenausprägung von Schülerinnen und Schülern

Ein Ziel der Projektarbeit besteht darin, durch das Aufgreifen von Erfahrungen bzw. Problemen aus der unmittelbaren Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler ihre Interessen und Neigungen stärker anzusprechen (vgl. 2.4.2.).

Folglich ist es notwendig, die Interessenlage der Kinder und Jugendlichen besser kennen zu lernen. Ergebnisse aus soziologischen Erhebungen können dabei nur bedingt auf die konkrete Situation übertragen werden. Auch erfahrene Lehrkräfte sind nicht in der Lage, die unterschiedlichen subjektiven Gegebenheiten, die zudem durch die Wechselwirkungen mit dem gesellschaftlichen Umfeld ständigen Veränderungen unterworfen sind, detailliert zu beschreiben.

Damit sind für das Gewinnen von Detailkenntnissen eigene Befragungen unerlässlich. Zur Vorbereitung eines umfangreichen Schulversuches wurden Meinungen und Interessen von 13- und 14-jährigen Stadtschülerinnen und -schülern erfasst (RIEDL 1996):

Die Population bestand aus 96 Schülerinnen und Schüler von vier Klassen eines halleschen Gymnasiums. Am Ende ihres 7. Schuljahres wurde ihnen ein vorbereiteter Fragebogen vorgelegt (vgl. Anlage A – 7.1).

Ein großer Teil der Befragten machte rege davon Gebrauch, Beispiele dafür anzugeben, was sie als positive bzw. was sie als negative Seiten des „Lebens in der Stadt“ ansehen. 191 Nennungen betrafen die Vorzüge des Lebens in einer großen Stadt, 278 Beispiele hatten die kritischen Seiten zum Inhalt.

Die Anzahl der Beispiele variierten je Proband zwischen null und sieben. Für mögliche Erkundungen im Rahmen von Projekttagen wurden 93 Vorschläge unterbreitet.

Tab. 16. Ergebnisse der Befragung zur Vorbereitung des Projektes „Leben in der Stadt“ (7. Klassen im Schuljahr 1994/95, n = 96)

„...was dir gefällt“	Anzahl der Nennungen
Einkaufsmöglichkeiten	58
Nahverkehrsverbindungen durch Straßenbahnen und Busse	39
Freizeit- und Kultureinrichtungen (Kino, Theater, Disco)	30
Sportmöglichkeiten	18
Grünanlagen in der Stadt	13
„...was dich nervt“	
Müll, Schmutz, Beschmierung von Gebäuden	43
Staus, hohe Verkehrsdichte	34
Lärmbelastung durch Straßenverkehr und Baumaßnahmen	31
Zunehmende Bebauung von Grünflächen	30
Verunreinigungen in der Luft	29

Die aus den offenen Fragestellungen („positive Seiten des ‚Lebens in der Stadt‘“, „negative Seiten des ‚Lebens in der Stadt‘“, „Erkundungswünsche“) gewonnenen Daten wurden erfasst und in verschiedene Problemfelder gruppiert:

- Bei den positiven Seiten des Großstadtlebens wurden neben den erwarteten Vorzügen (gute Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitangebote, Sportmöglichkeiten) sehr häufig die vorhandenen Verkehrsanbindungen genannt:
„Ich finde es gut, daß es so viele öffentliche Verkehrsmittel in Halle gibt.“
„Es fahren genug Busse und Bahnen, man kommt überall hin (aber man wird arm).“
- Als negative Erscheinungen des Lebens in einer großen Stadt wurden vor allem der dichte Straßenverkehr und die daraus resultierenden Belästigungen angegeben:
„Mich nervt das Verkehrsproblem, die Staus und die Abgase.“
„An Hauptverkehrsstraßen zu leben ist nicht schön, denn der Lärm und der Gestank ist nicht auszuhalten.“

Als besondere Problemfelder kristallisierten sich die Bereiche „Mobilität“ sowie „Wohnen und Leben“ heraus (vgl. Abb. 2 und Abb. 3).

Von besonderer Bedeutung für den geplanten Schulversuch waren die Themen der Erkundungswünsche.

Nicht unerwartet dominierten Wünsche, die den Problemfeldern „Mobilität“ (vgl. Abb. 4) sowie „Wohnen und Leben“ zugeordnet werden konnten:

- *„Ich würde an einer bestimmten Stelle in einem bestimmten Zeitraum die vorbeifahrenden Autos zählen und etwas über die Luftverschmutzung erfahren.“*
- *„Wie viele Abgase gehen pro Jahr in die Luft und welche Abgase sind die schädlichsten.“*
- *„... die Auswirkungen von Lärm auf den Schlaf.“*

Eine größere Anzahl von Schülerinnen und Schülern wollte Einwohner zum Thema „Leben in der Stadt“ befragen.

Abb.2: Auswertung der Befragung „Leben in der Stadt“ / Nennungen zu „...was dich an deiner Stadt nervt“: Problemfeld „Mobilität“

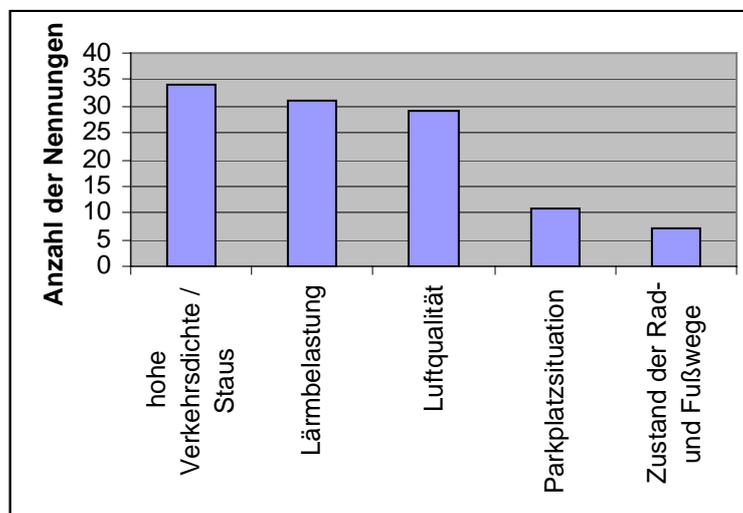


Abb. 3: Auswertung der Befragung „Leben in der Stadt“ / Nennungen zu „...was dich an deiner Stadt nervt“: Problemfeld „Wohnen und Leben“

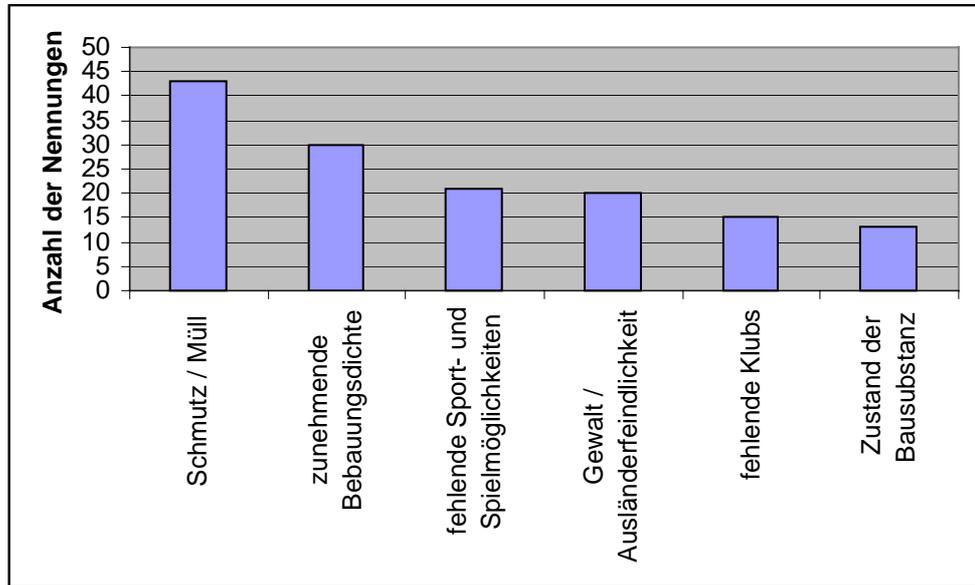
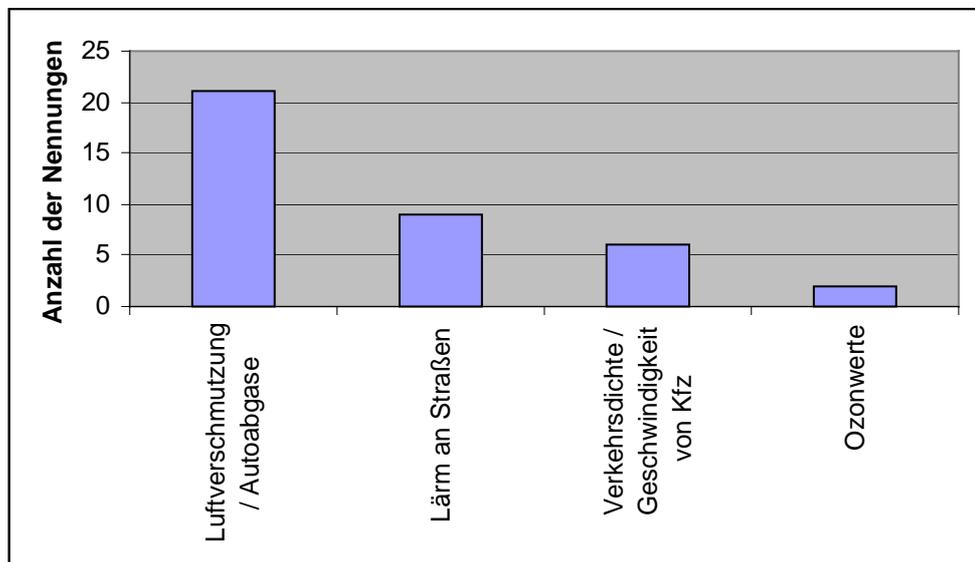


Abb. 4: Auswertung der Befragung „Leben in der Stadt“ / Erkundungsvorschläge im Rahmen des Problemfeldes „Mobilität“



4.3.3.2. Projekte zur Lärmproblematik

Die in der Förderstufe mit dem Pflichtprojekt „Gesundes Leben in einer gesunden Umwelt“ festgeschriebene Zusammenarbeit zwischen den Fächern Biologie und Physik soll in der Sekundarstufe I fortgesetzt werden. Dabei bieten Projekte zur Lärmproblematik, die auch in Kooperation mit weiteren Fächern (z.B. Geographie, Deutsch, Kunsterziehung) durchgeführt werden können, gute Voraussetzungen.

Die Ergebnisse der beschriebenen Schülerbefragung bildeten u.a. die Basis für einen von der „Interdisziplinären Projektgruppe Umwelterziehung“ der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg betreuten Schulversuch an diesem Gymnasium (vgl. 5.3.1.). Dabei wurden Teile der von dieser Gruppe entwickelten Lehrerhandreichung zum Thema „Stadtökologie“ erprobt. Die Anlage A – 7.2 beinhaltet die Ankündigung zum Projektvorschlag „Lärm in der Stadt - ein notwendiges Übel?“.

An dem von der Projektgruppe unterstützten Schulversuch nahmen alle in die Befragung einbezogenen Schülerinnen und Schüler teil. Es standen fünf Projekttage zu Beginn des achten Schuljahres zur Verfügung.

Die vier Klassen wurden etwa vier Wochen vor dem Beginn der Projektwoche über das Rahmenthema „Leben in der Stadt unter ökologischer Sicht“ und mögliche Erkundungsfelder informiert.

Bis zum Beginn der Projekttage konnten sich somit die Schülerinnen und Schüler mit den verschiedenen Problembereichen auseinandersetzen. Sie hatten die Möglichkeit, Eltern, Bekannte und Freunde in eine Diskussion einzubeziehen.

Teilnehmerlisten lagen ständig in der Bibliothek des Gymnasiums aus. In diese konnte sich eingetragen werden, nachdem eine Entscheidung getroffen worden war.

Der Gruppe „Lärm in unserer Stadt - ein notwendiges Übel?“ gehörten schließlich 15 Mitglieder an. Nach einer gemeinsamen Phase, die eine Auseinandersetzung mit der Projektidee, das Aufstellen des Projektplanes, das Wiederholen bzw. Neuerarbeiten von fachlichen Grundlagen und das Handhaben der Messtechnik zum Inhalt hatte, wurden von vier verschiedenen Teams unterschiedliche Teilprojekte bearbeitet:

- 1) Erkunden von Auswirkungen des Lärms (vgl. Anlage A – 7.3)
 - Möglichkeiten der Erfassung des Hörvermögens des Menschen / Grundlagen der Audiometrie
 - Untersuchungen zum Hautwiderstand, zum Blutdruck und zur Reaktionszeit
 - Untersuchungen zur Konzentrationsfähigkeit
- 2) Lautstärkemessungen in der Schule und in ihrer Umgebung sowie in den Wohngebieten (vgl. Anlage A - 7.4)
 - Erfassen und Darstellen von Verkehrsströmen
 - Erfassen und Darstellen von Lärmbelastungen
- 3) Erkunden von Möglichkeiten des Schallschutzes (vgl. Anlage A – 7.5)
 - Untersuchungen an einem Modellhaus
 - Experimente an Lärmschutzwänden
- 4) Meinungsforschung zur Lärmproblematik (vgl. Anlage A – 7.6)

Die Arbeitsergebnisse aller Projektgruppen wurden am Schlußtag durch einzelne Gruppenmitglieder vorgestellt. Angefertigte Dokumentationen (Experimentieranordnungen, Poster u.a.) fanden danach Aufnahme in den Ausstellungsraum des Gymnasiums.

Zur Lärmproblematik wurden in den vergangenen Jahren weitere Projekte betreut bzw. die durch Fachlehrer oder durch Referendare (ROSENHAGEN, GÜNTHER) erfolgte Projektleitung unterstützt.

4.3.3.3. Projekte zur Energieproblematik

In den zum Schuljahr 1999/2000 eingeführten Rahmenrichtlinien wurde versucht, mit einer Ausweitung der Betrachtungen zur Energie bzw. zu Energieumwandlungen einige Aspekte der Neuausrichtung der Bildung hin auf eine nachhaltige Entwicklung umzusetzen:

- Mit dem neukonzipierten Thema „Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven“ sollen alle Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I einen Überblick über die aktuelle Lage bekommen und zu verantwortungsbewusstem Handeln angeregt werden.
- In der beschriebenen fachdidaktischen Konzeption wird deutlich herausgestellt, dass die Energieproblematik zu den „Kernproblemen“ gehört, die fächerverbindend zu behandeln sind.
„Zu den nach einheitlichen Vorgaben und Grundsätzen in mehreren Fächern zu behandelnden Kernproblemen gehört der ökologisch verantwortliche Umgang mit vorhandenen Energien, der voraussetzt, dass über den Energiebegriff der Physik und seine Anwendungen umfassende und auf das Wesentliche reduzierte Kenntnisse vermittelt werden.“ (RRL Gym 1999, S. 10)
- Es werden für den Themenkomplex „Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen“ Anregungen für die Gestaltung von fächerübergreifenden Projekten unterbreitet (vgl. Anlagen A - 8.1 und A – 8.2).
- Im fächerübergreifenden Thema „Informations- und Kommunikationstechnik anwenden“ sollen die Schülerinnen und Schüler des Schuljahrganges 9/10 „Untersuchungen zur effektiven Nutzung von Solarzellen“ an einem Computerarbeitsplatz in der Einheit von Messwerterfassung, Messwertdarstellung und technischer Dokumentation durchführen (vgl. Anlage A – 8.3).

Projekte zur Energieproblematik lassen sich zu verschiedenen Zeitpunkten in den Unterrichtsprozess einfügen. Mit der Aufnahme des Themas „Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven“ in die Rahmenrichtlinien bietet es sich jedoch an, eine inhaltlich-zeitliche Verbindung zwischen der Behandlung im Fachunterricht und einem fächerübergreifendem Projekt anzustreben.

In Schulversuchen bzw. in Unterstützung von Gruppen aus verschiedenen Schulen standen insbesondere experimentelle Arbeiten im Mittelpunkt der Projektarbeit:

- 1) Untersuchungen an Sonnenkollektoren
 - Aufbau und Wirkungsweise eines Kollektors
 - Wirkungsgrad eines Kollektors
- 2) Experimente mit Solarzellen
 - Einfluss der Bestrahlungsintensität auf Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom
 - Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen
 - Ausgangs- und Leistungskennlinien von Solarbatterien
- 3) Untersuchungen zur Wärmeisolation von Häusern
 - Messungen an einem Modellhaus
 - Erkunden der Wärmedämmung an praktischen Objekten (Wände, Fenster)

- 4) Nutzung der Windenergie
 - Untersuchungen an einer Modellanlage
 - Erkunden von Standorten (historische Windmühlen, Windkraftwerke)

In die Betreuung von Projektgruppen wurden Lehramtskandidaten im Rahmen ihrer fachdidaktischen Ausbildung einbezogen. Einige von ihnen wurden angeregt, sich auch in der zweiten Ausbildungsphase intensiv mit dieser Problematik zu beschäftigen und Aspekte der Projektarbeit zum Gegenstand ihrer schriftlichen Hausarbeit zu machen (vgl. 5.2.3.).

4.4. Umweltbildung/Umwelterziehung im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe

4.4.1. Rahmenrichtlinien und Aspekte der Umweltbildung/Umwelterziehung

Die Kommission, die in den Jahren 1997/98 den Auftrag erteilt bekommen hatte, die Rahmenrichtlinien für die Sekundarstufe I am Gymnasium fortzuschreiben, war zugleich für die Überarbeitung der Pläne für die Sekundarstufe II zuständig. Damit bestand Kontinuität hinsichtlich der vertretenen Positionen zu den Aufgaben des Faches Physik und zur fachdidaktischen Konzeption.

Mit dem Übergang in die Sekundarstufe II sollen auf der Grundlage bereits vorhandener Kenntnisse und Fertigkeiten Erweiterungen und Vertiefungen vorgenommen werden. Dabei gewinnen sowohl komplexe und übergreifende Problemstellungen als auch das Aufgreifen von aktuellen Entwicklungen an Bedeutung:

„Der Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe hat im Sinne wissenschaftspropädeutischen Arbeitens nicht nur die Aufgabe, vertiefte fachliche Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln, sondern auch aktuelle Entwicklungen physikalischer Forschungen und Forschungsmethoden sowie deren Anwendung zum Gegenstand des Unterrichts zu machen...

In Verbindung mit historischen und philosophischen Betrachtungen werden vertiefte Einsichten in naturwissenschaftliche Betrachtungsweisen vermittelt.“ (RRL Gym 1999, S. 7)

Hinsichtlich der Themenauswahl war folglich auch zu entscheiden, welche Inhalte gerade in der gymnasialen Oberstufe diesen Zielstellungen entsprechen können.

Schon in der Erklärung der Kultusministerkonferenz von 1980 wurde festgestellt, dass die Schule einen Beitrag zur Lösung der Umweltproblematik leisten muss und kann. Das Aktionsprogramm „Agenda 21“ (1992) beinhaltet als einen Schwerpunkt die „Neuausrichtung der Bildung“.

Dennoch kommt die Umweltbildung/Umwelterziehung in den „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) für das Fach Physik nur indirekt vor.

Damit dominieren im Unterricht der gymnasialen Oberstufe nach wie vor die abgegrenzten Inhalte und Sichtweisen der einzelnen Fachwissenschaften, obwohl gerade in der jüngeren Vergangenheit die Diskussionen über zeitgemäße Lehrinhalte neu entfacht worden sind.

Nicht zu übersehen ist dabei, dass der Schule immer mehr und neue Aufgaben zugeordnet werden. Aus der mancherorts artikulierten Forderung nach Kompensation von Versäumnissen in der elterlichen Erziehung und von Defiziten im gesellschaftlichen Umfeld durch die Schule resultiert eine Dominanz von sozialwissenschaftlichen Themenbereichen.

Aber auch Inhalte, die aus der zunehmenden Globalisierung bzw. aus der Entwicklung der Informationstechnik resultieren, werden schnell neuen Schulfächern zugeordnet (verbindliche dritte bzw. vierte Fremdsprache, Medienkunde usw.). Dadurch entsteht oftmals der Eindruck, dass die Bedeutung der Mathematik und der Naturwissenschaften eher marginal ist.

Die Diskussionen um die Reform der gymnasialen Oberstufe beschränken sich derzeit - auch im Bundesland Sachsen-Anhalt - in erster Linie auf deren Zeitdauer. Forderungen nach inhaltlichen und organisatorischen Veränderungen oder nach neuen didaktisch-methodischen Konzepten wird hingegen weniger Bedeutung beigemessen.

Die Einführung des 13. Schuljahres in Sachsen-Anhalt bot unter den bestehenden Rahmenbedingungen (Zentralabitur, einheitliche Prüfungsanforderungen) die Chance, auf den Anspruch der Nachhaltigkeit in der Umweltbildung/Umwelterziehung besser zu reagieren und damit einen Beitrag zur Entwicklung eines bundesweit tragfähigen Konzeptes zu leisten.

Die von der Richtlinienkommission realisierten Veränderungen konzentrierten sich insbesondere auf die neuzugestaltende Einführungsphase in die Kursstufe. Dabei waren sich die Kommissionsmitglieder bewusst, dass mit den auszuweisenden Themen auch die in den Schuljahrgängen 6 -10 festgelegten umweltrelevanten Inhalte für alle Schülerinnen und Schüler abgerundet werden sollen. Zudem sollte der kognitive Bereich eine deutliche Erweiterung erfahren.

Mit dieser Option war aber auch der Anspruch verbunden, den Lehrerinnen und Lehrern solche Inhalte vorzugeben, die leicht aktuelle Bezüge ermöglichen und vielfältige Schülertätigkeiten gestatten. Darüber hinaus war beabsichtigt, bei den Schülerinnen und Schülern das Interesse an physikalischen Problemen zu wecken bzw. zu stabilisieren.

Als verbindliche Themen wurden festgelegt:

- Temperaturstrahlung
- Erhaltungssätze und ihre Anwendungen
- Energie und Entropie
- Ausblick auf neue Gebiete der Physik und ihre Anwendungen
- Praktikum

Mit der Behandlung des Themas „Erhaltungssätze und ihre Anwendungen“ wird die Betrachtung von Vorgängen in Natur und Technik aus der Sicht von Energiebilanzen fortgesetzt. Diesem Thema kommt eine Schlüsselfunktion im Hinblick auf notwendige Erweiterungen und Vertiefungen zu.

Vor allem das Thema „Temperaturstrahlung“ weist mannigfaltige Beziehungen zu umweltrelevanten Problemen auf. In den Rahmenrichtlinien wird das in den Vorbemerkungen unterstrichen:

„Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Kenntnisse über die Wechselwirkung zwischen der Sonnenstrahlung und der Atmosphäre. Sie erfahren, dass die Sonnenenergie Triebkraft all jener Vorgänge ist, die wir mit dem Begriff Klima zusammenfassen. Dieser Komplexität Rechnung tragend sollten Inhalte, die in den Schuljahrgängen 9/10 bereits thematisiert worden sind (Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven; Entstehung des Lichtes, Licht als Teil des elektromagnetischen Spektrums) präzisiert und durch die Strahlungsgesetze erweitert werden. Enge Bezüge sind zu den Fächern Geographie, Chemie und Biologie herzustellen. Durch Experimente und lebensnahe Beispiele (Aufbau von Sonnenkollektoren, Anwendungen der Thermographie) soll die Bedeutung der Temperaturstrahlung hervorgehoben werden.“ (RRL Gym 1999, S. 96)

Auch die Themen „Energie und Entropie“, „Ausblick auf neue Gebiete und Anwendungen der Physik“ sowie „Praktikum“ bieten gute Möglichkeiten, Aspekte des Schlüsselproblems „Umwelt“ zu behandeln. Darauf soll jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden.

Neben den Themen der neugestalteten Einführungsphase wurden auch die weitgehend unveränderten Grund- bzw. Leistungskurse in der Qualifikationsphase („Thermodynamik“, „Mechanik“, „Elektrodynamik“ sowie „Quanten- und Kernphysik“) durch einige umweltrelevante Inhalte ergänzt (vgl. Tab. 17).

Tab. 17: Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den Rahmenrichtlinien für Physik an Gymnasien/Fachgymnasien des Landes Sachsen-Anhalt
- Schuljahrgänge 12 und 13
(verbindlich ab Schuljahr 1999/2000; neu aufgenommene Inhalte sind grau unterlegt dargestellt)

1) Grundkurse

Lernziele / Qualifikationen	Inhalte
<p>Kurs „Thermodynamik“ Die Schülerinnen und Schüler sollen ... - den idealen Wirkungsgrad im Falle des Einsatzes einer Maschine zwischen zwei Energiereservoirien konstanter Temperatur ($T_1 > T_2$) kennen und hieraus Schlussfolgerungen über den Einsatz von Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen ableiten können, - einen Einblick in die historische Entwicklung der Wärmelehre und der Wärmekraftmaschinen besitzen und Probleme der Nutzung der Wärme in unserer Zeit anhand vorliegender Informationen beurteilen können</p>	<p>Kreisprozesse - idealer / realer Kreisprozess</p> <p>Wärmekraftmaschinen Wärmepumpen - Kältemaschinen</p> <p>Entwicklung und Bedeutung der Thermodynamik - historische Entwicklung der Wärmetechnik - Wärmenutzung in der Zukunft</p>
<p>Kurs „Elektrodynamik“ Die Schülerinnen und Schüler sollen... - die Ausbreitung der Hertz'schen Wellen erklären und ihre Eigenschaften benennen können</p>	<p>elektromagnetische Wellen in verschiedenen Lebensbereichen des Menschen (Hinweise zum Unterricht: Diskussion von Nutzen und Problemen: z.B. Handy... Elektromog)</p>
<p>Kurs „Quanten- und Kernphysik“ Die Schülerinnen und Schüler sollen ... - wichtige dosimetrische Größen, Beispiele für die Strahlungsbelastung und Grundregeln für den Strahlungsschutz kennen, - Kenntnisse über den Anteil der Kernkraftwerke an der Versorgung mit Elektroenergie haben und mögliche Risiken kennen</p>	<p>dosimetrische Größen: - Aktivität - Äquivalentdosis Grundregeln des Strahlenschutzes</p> <p>Kernenergie: - gesteuerte und ungesteuerte Kettenreaktion - Energieversorgung und Kernenergie / Situation global und national; Probleme und Risiken</p>

2) Leistungskurse

Lernziele / Qualifikationen	Inhalte
<p>Kurs „Thermodynamik“ Die Schülerinnen und Schüler sollen...</p> <ul style="list-style-type: none"> - den idealen Wirkungsgrad und die ideale Leistungszahl im Falle des Einsatzes einer Maschine zwischen zwei Energiereservoirien konstanter Temperatur ($T_1 > T_2$) kennen und hieraus Schlussfolgerungen über den Einsatz von Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen ableiten können, - den Umlauf des Kühlmittels in einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine beschreiben, die verschiedenen Definitionen der Leistungszahlen und die verschiedenen Einsatzgebiete dieser Maschinen nennen und begründen können. 	<p>Kreisprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> - idealer / realer Kreisprozess <p>Wärmekraftmaschinen</p> <p>Entwicklung und Bedeutung der Thermodynamik und der Wärmetechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - historische Entwicklung der Theorie der Wärme - Wärmenutzung in der Zukunft
<p>Kurs „Elektrodynamik“ Die Schülerinnen und Schüler sollen...</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Ausbreitung der Hertz'schen Wellen erklären und ihre Eigenschaften benennen können 	<p>elektromagnetische Wellen in verschiedenen Lebensbereichen des Menschen</p> <ul style="list-style-type: none"> - mögliche biologische Wirkungen/Grenzwerte für elektrische Feldstärken und magnetische Flussdichten
<p>Kurs „Quanten- und Kernphysik“ Die Schülerinnen und Schüler sollen...</p> <ul style="list-style-type: none"> - wichtige dosimetrische Größen, Beispiele für die Strahlenbelastung und Grundregeln für den Strahlenschutz kennen, <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - energetische Betrachtungen zur Kernspaltung und Kernfusion durchführen können, - einen Einblick in aktuelle Themenfelder der Teilchenphysik besitzen. 	<p>dosimetrische Größen und ihre Einheiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aktivität - Energiedosis - Äquivalentdosis <p>Grundregeln des Strahlenschutzes</p> <p>Kernenergie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gesteuerte und ungesteuerte Kettenreaktion - künstliche Fusionsprozesse und ihre Probleme - kernphysikalische Forschungsgebiete

4.4.2. Konzeption zum Thema „Temperaturstrahlung“

Diesem Thema kommt bei der angestrebten „Neuorientierung der Bildung“ eine Schlüsselstellung zu: Am Anfang der gymnasialen Oberstufe sind mit dieser Thematik gute Möglichkeiten gegeben, allen Schülerinnen und Schülern die Komplexität und Vernetztheit unseres ökologischen Systems zu verdeutlichen. Zugleich kann die Einsicht vermittelt werden, dass die Arbeits- und Erkenntnismethoden der Physik und der anderen Naturwissenschaften es in zunehmendem Maße erlauben, die dabei ablaufenden Prozesse zu verstehen (vgl. Tab. 18). Dieses wachsende Verständnis liefert selbst unter Berücksichtigung der nach wie vor bestehenden großen Wissenslücken hinsichtlich des Systems Erde/Atmosphäre starke Argumente für einen vorsichtigen Umgang mit diesem System.

Mit dem Einblick in den globalen Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre wird an Themenbereiche aus dem Fachunterricht in Physik (Schuljahrgang 7/8: „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ und Schuljahrgang 9/10: „Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“) und Geographie (Schuljahrgang 9/10: „Ausgewählte globale Menschheitsprobleme“) angeknüpft:

„Themenbereich 6: Tragfähigkeit und Zukunftsfähigkeit der Erde

Thema 6.1. Ausgewählte globale Menschheitsprobleme

Ziele und Qualifikationen:

Die Schülerinnen und Schüler kennen geographisch relevante globale Probleme in ihrer Vielschichtigkeit und gewinnen die Einsicht, dass Ursachen und Wirkungen der Schlüsselprobleme der Menschheit komplexer Natur sind. Sie sind in der Lage, sich mit Sachinformationen und Zukunftsszenarien kritisch auseinander zu setzen und Wirkungsgefüge aufzuzeigen. Ihnen ist bewusst, dass es einen grundlegenden Zusammenhang zwischen den Kategorien des globalen Denkens und des lokalen Handelns gibt und dass eine nachhaltige, zukunftsfähige Entwicklung der Erde auch ein Überdenken und Verändern des eigenen Lebensstils einschließt.

Inhalte: ...

Globaler Klimawandel, globale Boden- und Wasserprobleme

- Klimaveränderungen, ihre Ursachen sowie Auswirkungen auf Mensch und Raum...

Möglichkeiten und Grenzen der Ressourcennutzung

- Vielfalt an Ressourcen, ... , Gefährdungen und Schutz, Bedeutungswandel

Begriffe: ...

- Treibhauseffekt“ (RRL Gym Geographie 1999, S. 64)

Tab. 18: Rahmenrichtlinien für Physik am Gymnasium/Fachgymnasium.

Thema: „Temperaturstrahlung“ (Schuljahrgang 11)

(entspricht weitgehend dem Autorenentwurf RIEDL vom Oktober 1998; gültig ab Schuljahr 1999/2000)

Thema: Temperaturstrahlung (Wärmestrahlung)

ZRW: 10 Stunden

Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- einen Einblick in den globalen Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre erhalten,
- grundlegende Strahlungsgesetze (Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz, Stefan-Boltzmann'sches Gesetz, Wien'sches Verschiebungsgesetz) kennen, interpretieren und anwenden können,
- einen Einblick in die Erklärung der Schwarzkörperstrahlung durch Planck gewinnen,
- einen Überblick über die Übertragung und Umwandlung von Strahlung in der Atmosphäre und an der Erdoberfläche erhalten,
- den Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse auf ihn kennen und werten.

I n h a l t e	H i n w e i s e
<p>— Der globale Energiehaushalt des Systems Erde / Atmosphäre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schichtung der Atmosphäre, Zusammensetzung der Luft • Energiebilanz der Erde, Solarkonstante (Exp.) <p>— Strahlungsgesetze und ihre Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturstrahlung und thermisches Gleichgewicht (Exp.) • Emissions- und Absorptionsvermögen von Strahlung, Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz (Exp.) Begriff „Schwarzer Körper“ • Stefan-Boltzmann'sches Gesetz $P = \sigma * A * T^4$ • übertragene Strahlungsleistung $P = \sigma * A * (T_K^4 - T_U^4)$ • Energieverteilung der Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge • Wien'sches Verschiebungsgesetz <p>— Die quantenhafte Emission von Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundaussagen der Planck'schen Strahlungsformel - das Planck'sche Wirkungsquantum h • Dimension und Bedeutung des Wirkungsquantums • $E = h * f$ <p>— Absorption und Emission von Strahlung durch die Erde</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Absorption von Strahlung in der Atmosphäre • Emission von Strahlung durch die Erde: Wärmerückstrahlung und thermographische Anwendungen; Spurengase in der Atmosphäre; Eigenschaften klimarelevanter Spurengase <p>— Der Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse</p> <ul style="list-style-type: none"> • natürlicher Treibhauseffekt • anthropogener Treibhauseffekt und mögliche Auswirkungen • Emittenten von Spurengasen und Möglichkeiten für eine Reduktion im gesellschaftlichen Kontext 	<p>fächerübergreifende Diskussionen zum Temperaturprofil der Atmosphäre, zu den Bestandteilen der Luft und zu anthropogenen Einflüssen</p> <p>Bestimmung der Solarkonstanten (Ortswert)</p> <p>Nachweis der Temperaturstrahlung mit einer Thermosäule, Vertiefung der Kenntnisse zum Aufbau und Wirkungsprinzip von Sonnenkollektoren (Farbgestaltung des Kollektors), Radiometer</p> <p>mögliche Anwendungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlungsleistung des Menschen und Energieabgabe • Kochplatte • Temperatur der Sonnenoberfläche • 2,7-K-Strahlung <p>Diskussion der Energieverteilung im Spektrum eines Schwarzen Körpers</p> <p>Aufnahme und Abgabe von Strahlungsenergie diskontinuierlich in Strahlungsquanten</p> <p>historische Betrachtung: Übertragen der Planck'schen Quantenhypothese auf das Licht durch Einstein</p> <p>ergänzende Inhalte: Absorptionsspektrum der Atmosphäre; fotochemische Prozesse (Absorption kurzwelliger Strahlung durch O_2 und O_3)</p> <p>Diskussion der Temperaturbilanz der Erde: $288\text{ K} = 255\text{ K} + 33\text{ K}$; Aufbau und Wirkungsweise von Sonnenkollektoren (Bedeutung der Glasabdeckung); Klimamodelle und Klimaszenarien; Rolle der Mess- und Rechentechnik; Überblick über regionale und globale Emissionsquellen und -mengen; Diskussion von Reduktionsmöglichkeiten und ihrer technischen sowie politischen Umsetzung / Klimakonventionen der UNO; die Verantwortung des Einzelnen</p>

Im Sinne eines „fachspezifisch-koo­rdinierten Ansatzes“ sollen damit bereits in Geographie thematisierte Inhalte aufgegriffen werden und eine Vertiefung durch physikalische Erklärungsmöglichkeiten erfahren. Für die Lehrkräfte bedeutet dieser Ansatz, Kompetenzen auch in „fachfremden“ Disziplinen zu besitzen. Die Analysen in 2.3. belegen jedoch deutlich, dass dafür in der Lehrerausbildung in der Regel keine Grundlagen gelegt worden sind.

Als eine Reaktion auf diese Situation wurden im Bundesland Sachsen-Anhalt in Verantwortung des LISA Begleitmaterialien zur Einführung der überarbeiteten Rahmenrichtlinien entwickelt. Für den Physikunterricht liegen die thematischen Schwerpunkte bei den Inhalten des Schuljahrganges 11. - Ein Auszug aus dem Themenheft „Temperaturstrahlung und ein Ausblick auf neue Gebiete und Anwendungen der Physik“ (RIEDL u.a. 2001) ist in Anlage A - 9.1 abgedruckt.

Vorleistungen aus anderen Fächern nutzen zu können heißt aber nicht, dass ein umfassendes ökologisches Wissen vorausgesetzt werden kann (vgl. Befragungsergebnisse in 4.5.2.).

Folgerichtig wird in den Rahmenrichtlinien in der Rubrik „Hinweise zum Unterricht“ empfohlen, durch eine fächerübergreifende Diskussion den Problemaufriss unter bewusster Nutzung von Lebenswelterfahrungen der Schülerinnen und Schüler zu gestalten. Diese sind bei den Begriffen „Wetter“ und „Klima“ gegeben: Das Erfassen und Darstellen von Messgrößen gehört zu den grundlegenden naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. An manchen Schulen werden sogar kleine Wetterstationen unterhalten. Der tägliche Wetterbericht ist ein Teil des Standardangebots in vielen Medien und sorgt bei Fehlprognosen für Diskussionsstoff.

Aus den Schwierigkeiten beim Aufstellen von langfristigen Wettervorhersagen kann auf die Komplexität der Prozesse im System Erde/Atmosphäre eingegangen werden.

Die durch den skizzierten Einstieg angestrebte positive Interessenlage bei den Schülerinnen und Schülern soll durch eine handlungsorientierte Unterrichtsgestaltung in den nachfolgenden Stunden stabilisiert werden. In den Rahmenrichtlinien sind deshalb drei Experimente als verbindlich festgeschrieben :

- Bestimmung der Solarkonstanten (Ortswert)
- Nachweismöglichkeiten von Temperaturstrahlung
- Untersuchungen zum Emissions- und Absorptionsvermögen von Strahlung
(Experimentieranordnungen und Beispiele für Messreihen vgl. Anlagen A - 9.2 und A - 9.3)

Die entwickelte Konzeption folgt grundsätzlich einer auch in der Fachliteratur üblichen Vorgehensweise (vgl. u.a. ROEDEL 1992):

Es soll zunächst ein Überblick über die Zusammensetzung der Erdatmosphäre gegeben werden. Dem schließt sich die Behandlung der solaren Einstrahlung an.

Die Strahlungsenergie der Sonne ist die Triebkraft all jener Vorgänge, die man in dem Begriff „Klima“ zusammenfasst. Im Vergleich dazu haben die durch natürlichen radioaktiven Zerfall entstehende Wärmeproduktion im Erdinnern, die Gezeitenenergie und die durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen freigesetzte Energie mit einem Anteil von ca. 0,03% fast keine Bedeutung.

Die Schülerinnen und Schülern erfahren, dass die Energieflussdichte der von der Sonne kommenden Strahlung an der Obergrenze der Erdatmosphäre $1,36 \text{ kW/m}^2$ beträgt (Solarkonstante S). Die Absorptionswirkung der Atmosphäre sollte diskutiert werden und in einer experimentellen Bestimmung der solaren Einstrahlung („Ortswert der Solarkonstanten“) münden. Versuchsapparaturen sind im Themenheft des LISA bzw. in einigen Lehrbüchern beschrieben.

Für weiterführende Betrachtungen sind die mittlere solare Einstrahlung ($S_0 = 342 \text{ W/m}^2$) und die Überlegungen, die zu diesem zeitlich und räumlich gemittelten Wert führen, hilfreich.

Die Fakten zur starken Schwankung der solaren Einstrahlung in Mitteleuropa (zwischen 800 W/m^2 an einem schönen Sommertag, 50 bis 150 W/m^2 bei stark bewölktem Himmel und nachts 0 W/m^2) können auch hinsichtlich der Konsequenzen für die direkte Nutzung der Sonnenenergie mittels Kollektoren bzw. Solarzellen thematisiert werden.

Im Ergebnis dieses ersten Schwerpunktes sollten die Schülerinnen und Schüler wissen, dass von der insgesamt am System Erde/Atmosphäre ankommenden Sonnenstrahlung rund

- 30% in den Weltraum zurückreflektiert werden,
- 20% in der Atmosphäre absorbiert werden (Absorption durch stratosphärisches Ozon, Wolken und Wasserdampf),
- 50% von der Erdoberfläche aufgenommen werden und diese erwärmen.

(Im Zusammenhang mit der planetaren Albedo kann auf das von der Bodenbeschaffenheit abhängige Rückstreuvermögen der Erdoberfläche eingegangen werden. Die Behandlung der Lichtstreuung – RAYLEIGH-Streuung an Luftmolekülen und kleinen Aerosolteilchen bzw. MIE-Streuung an größeren Aerosolpartikeln sowie an Wolken- und Nebeltröpfchen – ist im gegebenen Zeitrahmen nicht möglich und für die angestrebten Zielstellungen zudem ohne Bedeutung.),

Damit die Schülerinnen und Schüler den globalen Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre in den Grundzügen verstehen können, ist es erforderlich, die wichtigsten Gesetze der thermischen Strahlung zu vermitteln. In den Rahmenrichtlinien wurde empfohlen, die Aussagen des Gesetzes von KIRCHHOFF experimentell zu erarbeiten. Für die angestrebten Ziele ist das Gesetz von STEFAN und BOLTZMANN besonders wichtig.

Eingangs sollten ausgehend von Phänomenen, die im Thema „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ des Schuljahrganges 7/8 behandelt worden sind, die beiden Begriffe „Temperaturstrahlung“ und „thermisches (thermodynamisches) Gleichgewicht“ erarbeitet werden.

„Jeder sich selbst überlassene Körper, dessen Temperatur sich von der seiner Umgebung unterscheidet, tauscht solange Energie aus, bis sich ein thermisches Gleichgewicht eingestellt hat. Mögliche Erscheinungsformen dieses Energiestromes sind Wärmeleitung, Wärmeströmung (Konvektion) und Wärmestrahlung. Während Wärmeleitung und –strömung an Materie gebunden sind, kann Wärmestrahlung auch im Vakuum erfolgen.

Historisch wurde zunächst nur ein großer Bereich der IR-Strahlung als Wärmestrahlung bezeichnet. Später wurde der Begriffsumfang erweitert...

Heute wird die gesamte elektromagnetische Strahlung, deren Emission auf der thermischen Anregung der Strahlungsquelle beruht und demnach von der Temperatur abhängig ist, als Temperaturstrahlung bezeichnet.“ (RIEDL u.a. 2001, S. 17)

Indem der Bezug zur Energiebilanz der Erde hergestellt wird, lässt sich die Folgerung ableiten, dass Ein- und Ausstrahlung im Strahlungsgleichgewicht stehen.

Es sollte außerdem mitgeteilt werden, dass der Begriff „Wärmestrahlung“ zumeist synonym verwendet wird (Bei späteren Diskussionen von Kurven, die die Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der Wellenlänge und der Temperatur darstellen, kann deutlich gemacht werden, dass bis etwa $3\,000 \text{ K}$ der überwiegende Teil der Temperaturstrahlung im IR-Bereich liegt!).

Im Zusammenhang mit Untersuchungen zum Absorptions- und Emissionsvermögen von Strahlung sollte der Begriff „Schwarzer Körper“ für einen Vergleichskörper eingeführt

werden, der in der Lage ist, Strahlung vollständig zu emittieren bzw. zu absorbieren. Für viele Schülerinnen und Schüler ist dieser Begriff zunächst jedoch schwer verständlich.

„Die Bezeichnungen ‚schwarze Strahlung‘ bzw. ‚schwarzer Körper‘ beziehen sich stets auf die angenommene maximale Emission von Temperaturstrahlung und nicht auf den Farbeindruck ‚schwarz‘: Fast schwarze Strahlung sendet z.B. das Innere eines Kachelofens aus, dessen Eiseneinsatz glüht. Der Farbeindruck beim Blick in diesen Ofen ist jedoch rot. Auch die weiß strahlende Sonne kann unter bestimmten Voraussetzungen als schwarzer Körper aufgefasst werden.“ (RIEDL u.a. 2001, S. 18)

Das Strahlungsgesetz von STEFAN und BOLTZMANN sollte mitgeteilt werden, da eine empirische Erarbeitung mit schulischen Mitteln schwer realisierbar ist.

In Verbindung mit einer möglichen Diskussion des Versuchsprinzips kann darauf eingegangen werden, dass ein strahlender Körper sich immer in einer Umgebung befindet, deren Temperatur größer als der absolute Nullpunkt ist. Damit gibt ein „Schwarzer Körper“ (Temperatur T_K) Strahlung bestimmter Intensität (I_K) ab, nimmt aber zugleich aus der Umgebung (Temperatur T_U) Strahlung (I_U) auf. Die übertragene Strahlungsintensität beträgt dann

$$I = I_K - I_U = \sigma * (T_K^4 - T_U^4).$$

Messtechnisch liefert der Term $-\sigma * T_U^4$ den Bezugspunkt. In diesem Zusammenhang kann auch eine Abschätzung für den Fall $T_K \gg T_U$ vorgenommen werden. Daraus folgt für viele Fälle das Gesetz in der Form

$$I = P / A = \sigma * T^4 \text{ (mit P: Strahlungsleistung; A: Fläche, von der die Strahlung ausgeht).}$$

Neben formalen Anwendungen sollte umfassend die Intensitätsverteilung der Strahlung über die Wellenlängen und in Abhängigkeit von der Temperatur $I = f(\lambda, T)$ diskutiert werden:

- Die Sonnenstrahlung umfasst UV-Strahlung, sichtbares Licht und IR-Strahlung.
- Die insgesamt, d.h. über alle Wellenlängen, abgestrahlte Leistung entspricht der Fläche unter der Kurve, die mit Hilfe des Strahlungsgesetzes von STEFAN und BOLTZMANN berechnet werden kann.
- Mit abnehmender Temperatur sinkt die abgestrahlte Leistung und das Intensitätsmaximum ist zu größeren Wellenlängen hin verschoben (WIEN'sches Verschiebungsgesetz).

Das PLANCK'sche Strahlungsgesetz kann auf Grund der mathematischen Kompliziertheit im 11. Schuljahrgang nicht explizit behandelt werden. Dennoch sollen die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die Erklärung der Schwarzkörperstrahlung gewinnen.

„Die Konfrontation aller Schülerinnen und Schüler mit Aspekten der Quantenphysik ... ist nicht ganz unproblematisch. Mit Blick auf den Gesamtlehrgang kann das jedoch relativiert werden: Nachdem bereits in den Schuljahrgängen 9/10 im Zusammenhang mit der Behandlung des Laser-Prinzips deutlich gemacht werden sollte, dass zur Erklärung der Entstehung des Lichtes neue Modellvorstellungen zu entwickeln sind, wird in Klasse 11 ein weiterer ‚Einblick‘ in diese Problematik gegeben. Es ist beabsichtigt zu verdeutlichen, dass mit klassischen Vorstellungen (WIEN, RAYLEIGH/JEANS) die Strahlung eines schwarzen Körpers nicht erklärt werden konnte und von PLANCK neue Auffassungen geprägt wurden.

Letztendlich geht es aber auch darum, all den Schülerinnen und Schülern, die Physik abwählen, klar zu machen, das Erkenntnisgewinn in der modernen Physik wohl den Bruch mit klassischen Vorstellungen einschließt, zugleich aber außerordentlich praxisrelevant ist (z.B. Laser).“ (RIEDL u.a. 2001, S. 13)

Das Strahlungsgesetz von STEFAN und BOLTZMANN ermöglicht es, quantitative Aussagen zur Übertragung und Umwandlung von Strahlung im System Erde/Atmosphäre zu erhalten.

Die durch Berechnungen an stark vereinfachten Modellen gefundenen Durchschnittstemperaturen (z.B. Erde ohne Atmosphäre: + 5 °C, Erde mit Atmosphäre und 30% planetarer Albedo: - 18 °C, Erde mit Atmosphäre und Berücksichtigung der Rückstrahlung: - 28 °C) werden mit der tatsächlichen mittleren Temperatur an der Erdoberfläche von ca. 15 °C verglichen. Aus diesen offenkundigen Diskrepanzen lässt sich auf eine zusätzliche Rückstrahlung der Atmosphäre schließen, die insbesondere durch ihre Bestandteile Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Ozon (O₃) und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) hervorgerufen wird.

Da es für die Schülerinnen und Schüler nicht einfach ist, sich vorzustellen, dass diese Spurengase der Atmosphäre in großem Umfang Strahlung zur Erdoberfläche senden, sollte die Analogie zum Gärtner-Treibhaus genutzt und der Begriff „natürlicher Treibhauseffekt“ anschaulich eingeführt werden.

Abschließend soll auf die beträchtlichen anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen seit Mitte des 19. Jahrhunderts und auf mögliche Konsequenzen eingegangen werden. Dabei gilt es, sowohl die Fakten, die als Indikatoren für einen zusätzlichen Treibhauseffekt gelten können, zu nennen, als auch auf die von der Wissenschaft noch nicht geklärten Fragen hinzuweisen.

Im Autorentwurf zu den Rahmenrichtlinien ist für den Schwerpunkt „Emittenten von Spurengasen und Möglichkeiten für eine Reduktion im gesellschaftlichen Kontext“ die Diskussionsform als methodisches Vorgehen empfohlen worden.

Wesentliche Voraussetzungen für eine ergebnisbringende Diskussion zur Thematik sollten erfüllt sein:

- Die Schülerinnen und Schüler haben im Verlaufe der Themenbehandlung im Unterricht umfassende fachliche Grundlagen erworben.
- Die Relevanz der Klimaproblematik wird von der überwiegenden Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler anerkannt (vgl. 4.5.2.).
- Unterschiedliche Positionen hinsichtlich der Entwicklung unserer Umweltsituation in den vergangenen Jahren und Unterschiede in der Ausprägung der individuellen Betroffenheit können eine diskussionsanregende Pro- und Contra-Situation bewirken.

In Vorbereitung auf diese Phase des Unterrichts bzw. auch in ihrem Ergebnis können Materialien entstehen, die öffentlich zugänglich gemacht werden sollten (Poster, Dokumentationsmappen u.ä.).

Die in kurzer Form beschriebene Konzeption kann dazu beitragen, dass die Schülerinnen und Schüler ein vertieftes Wissen um die ökologischen Zusammenhänge erwerben und diesbezüglich bestehende Defizite abgebaut werden.

Zugleich gilt es, im Sinne der Agenda 21 einen Beitrag zur Herausbildung eines ökologischen und ethischen Bewusstseins zu leisten. Bezugnehmend auf das integrierte Modell nach ROST et al. zielt die entwickelte Konzeption in erster Linie auf die „Motivierungsphase“. Zugleich aber ist das Vermitteln von ökologischem Wissen im engen Bezug zu möglichen Anwendungen eine Voraussetzung dafür, Handlungsalternativen zu einer möglichen Bedrohung zu sehen.

4.4.3. Fächerübergreifende Kurse in der gymnasialen Oberstufe – Ziele und erste Ansätze

In den 90er Jahren beschäftigte sich die Ständige Konferenz der Kultusminister (KMK) mehrfach mit der Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe. Im Dezember 1995 wurden „Richtungsentscheidungen zur Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und der Abiturs“ veröffentlicht, in denen auch Empfehlungen zur Intensivierung des fächerübergreifenden Lernens gegeben wurden:

„Zur weiteren Stärkung fachübergreifenden und fächerverbindenden Lernens können Länder die Belegung entsprechender Kursangebote verbindlich festlegen. Lernleistungen, die im Rahmen derartiger Kursangebote erbracht werden, sind je nach qualitativem und quantitativem Anteil der Fächer und die Art ihrer Kopplung entweder nach Fächern getrennt oder mit einer Gesamtnote, die für jedes der beteiligten Fächer gilt, oder für eines der beteiligten Fächer auf die Beleg- und Einbringungsverpflichtungen anzurechnen.“ (KMK-Pressemitteilung zur 274. Plenarsitzung, Bonn 1995)

In Sachsen-Anhalt fand auf Einladung des Landesinstitutes für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung (LISA) ein Jahr später eine erste Zusammenkunft zu Fragen des fächerübergreifenden Unterrichts statt. Teilnehmer waren Fachseminarleiter, Fachbetreuer, Lehrkräfte von Gymnasien, Fachdidaktiker der Universitäten, Vertreter von Verbänden und des LISA

Es wurde beschlossen, Arbeitsgruppen zu den Schwerpunkten

- inhaltliche Konzipierung von Grundkursen mit fächerverbindenden oder fächerübergreifenden Themen,
- didaktisch-methodische Aufbereitung dieser Kurse,
- Entwicklung von Hilfen bzw. Handreichungen für die Lehrerinnen und Lehrer

zu bilden.

Der Beschluss der KMK vom 28.02.1997 „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“ unterstützte diese Aktivitäten nachdrücklich:

„2.4. Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ist fachbezogen, fachübergreifend und fächerverbindend angelegt.“

2.5. Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten stützt den für die Allgemeine Hochschulreife erforderlichen Aufbau strukturierten Wissens. Es sichert den Blick für Zusammenhänge und fördert die hierfür notwendigen Arbeitsformen. Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen das fachliche Lernen und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe...

6.2. Im Wahlbereich können auch Teilgebiete von Fächern oder übergreifende Fächer oder Gebiete von den zuständigen Schulaufsichtsbehörden als Kursgegenstände zugelassen werden.“

Als Vorbereitung auf die erste Zusammenkunft fanden unter Fachdidaktikern der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Gespräche zur Themenfindung statt. Die Vertreter der Fächer Geographie und Physik (PROTZE, RIEDL) schlugen vor, einen fächerverbindenden Kurs mit geophysikalischen Inhalten zu konzipieren:

Eine Fächerverbindung unter diesem Schwerpunkt ist sehr naheliegend, weil die Geophysik als Lehre von den natürlichen physikalischen Erscheinungen auf, über und in der Erde und von Einflüssen anderer Gestirne auf die Erde ihre Grundlagen in beiden Fachdisziplinen findet.

Vor allem methodisch besteht ein sehr enger Bezug zur Physik (Nutzung analytisch-quantitativer Verfahren). Einzelne Zweige – insbesondere die Physik der Atmosphäre

und der Hydrosphäre sowie die Physik der solar-terrestrischen Beziehungen - weisen enge Bezugsmöglichkeiten zur Umweltproblematik auf.

Themen aus der Physik der Erde – also aus unserer natürlichen Umwelt - spielten in den im Jahre 1997 gültigen Rahmenrichtlinien für Physik eine nur geringe Rolle. Zugleich waren in den RRL für Geographie die naturwissenschaftlichen Anteile im Vergleich zu den sozialwissenschaftlich geprägten unterrepräsentiert.

Mit dem hohen Lebensweltbezug des geplanten Kurses war die Erwartung verbunden, das Interesse der Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftliche Themen positiv zu beeinflussen.

In Anlage 10 ist der Entwurf des Autors für den Kurs „Unsere Erde. Ihren Geheimnissen auf der Spur“ beigefügt (Arbeitsfassung, Stand 11/1996). Die Anlage A - 10.1 gibt einen Überblick über die vorgesehenen geographischen, physikalischen und astronomischen Inhalte. Die den Fächern Physik und Astronomie zuzuordnenden Inhalte sind in der Anlage A - 10.2 noch weiter präzisiert worden.

Die Entwicklungsarbeiten an diesen fächerübergreifenden/fächerverbindenden Kursen wurden in Sachsen-Anhalt Anfang des Jahres 1997 vorläufig eingestellt, weil die Fortschreibung der Rahmenrichtlinien das Primat hatte und die personellen Möglichkeiten begrenzt waren.

Die ursprünglich bestehende Zielstellung, beide Aufgaben miteinander zu verbinden, konnte schon auf Grund des knappen Zeitrahmens nicht realisiert werden.

Mit den Veränderungen in der gymnasialen Oberstufe und der neu konzipierten Einführungsphase wurden durch die Rahmenrichtlinienkommission „Physik/Gymnasium“ einige Themenbereiche (insbesondere aus „Wechselwirkung zwischen Sonnenstrahlung und Atmosphäre“) als verbindliche Inhalte in den obligatorischen Physikunterricht im Schuljahrgang 11 aufgenommen (vgl. 4.4.2.).

Die Aktualität der Entwicklung von fächerübergreifenden/fächerverbindenden Kursen ist dennoch nach wie vor gegeben. Die 1999 für das Bundesland Sachsen-Anhalt veröffentlichte neue Oberstufenverordnung („Verordnung über die gymnasiale Oberstufe“) weist ausdrücklich darauf hin:

„§12(4) Entsprechend den personellen Möglichkeiten können auch fächerverbindende Grundkurse angeboten werden. Diese können ein Kurshalbjahr oder mehrere Kurshalbjahre umfassen.“ (GVBl. LSA S. 76)

Damit können die in der Anlage 10 erbrachten Vorleistungen Basis für weitere fachdidaktische Entwicklungsarbeiten und notwendige Modellversuche sein.

4.5. Zur Ausprägung des Umweltbewusstseins von Schülerinnen und Schülern in Sachsen-Anhalt

4.5.1. Aktuelle Tendenzen und Methoden der Umweltbildungsforschung

Für eine zielgerichtetere Implementierung von Umweltbildung/Umwelterziehung in den Unterricht ist es erforderlich, Haltungen der Schülerinnen und Schüler zur Umweltproblematik sowie den Umfang an ökologischem Wissen zu erkunden.

In diesem Bereich der Umweltbildungsforschung wird national und international vor allem seit den 90er Jahren die Position vertreten, dass Wissen keine hinreichende Voraussetzung für ein ökologisch bewusstes Handeln darstellt. Durch verschiedene empirische Studien wurde die vorher dominierende optimistische Einschätzung, wonach durch das Vermitteln von Wissen Umwelteinstellungen ausgeprägt werden, die das Umwelthandeln steuern, widerlegt. Zugleich wuchs die Einsicht, dass lineare Handlungsschemata der Komplexität des konkret vorliegenden Bedingungs- und Wirkungsgefüges nicht gerecht werden können (vgl. 2.4.).

Demzufolge werden in aktuellen Forschungsarbeiten solche Ansätze favorisiert, in denen Wissen vordergründig keine Rolle mehr spielt, sondern Kosten-Nutzen-Theorien oder Lebensstilen ein hoher Stellenwert zukommt (de HAAN u.a.).

Die vom Autor durchgeführten Untersuchungen basieren im Gegensatz dazu auf der These, dass ohne Grundlagenwissen zu ökologisch bedeutsamen Problemfeldern und zur Komplexität von Prozessen („umweltrelevantes Sachwissen“) und ohne Ausbilden von handlungsermöglichenden Fähigkeiten und Fertigkeiten eine Auseinandersetzung z.B. mit den Lebensstilen von Schülerinnen und Schülern nur abstrakt, d.h. unverbindlich-theoretisch erfolgen kann. Diese Auffassung wird gestützt durch Ergebnisse der Kognitionsforschung bzw. der kognitiven Instruktionsforschung: In beiden Forschungszweigen wird der Besitz von zugänglichem und von anwendbarem Wissen als Basis für das menschliche Handeln angesehen. Darauf aufbauend wurden detaillierte Theorien zu Fragen der Repräsentation, des Erwerbs, der Veränderung und des Transfers von Wissen entwickelt (MANDL und SPADA 1988).

In diesen Theorien ist es das individuell repräsentierte Wissen einer Person, das sich auf das Umwelthandeln (im Modell nach ROST: Phasen der Motivierung, der Handlungsauswahl und der Volition) auswirkt. Dabei ist die individuelle Repräsentation eines Gegenstandsbereiches unabhängig davon, ob es mit einer wissenschaftlich korrekten Sichtweise übereinstimmt oder nicht.

So bemängelt GRÄSEL, dass vor allem denjenigen Studien, die im Bereich der Umweltbildung/Umwelterziehung den Zusammenhang zwischen Wissen und Handeln untersuchen, sehr häufig ein objektiver Wissensbegriff zu Grunde liegt. Da derartige Tests methodisch eine „Lernzielüberprüfung“ darstellen, werden abweichende Wissensinhalte pauschal als falsch deklariert und die aus diesen individuellen kognitiven Strukturen resultierenden Handlungen oder Handlungsabsichten nicht erfasst.

Weiterhin kritisiert GRÄSEL die teilweise unrealistischen Transfererwartungen von Wissen auf Handeln. Nach ihrer Auffassung werden vor allem die Spezialkenntnisse („Domänenspezifität von Wissen“) sowie die Situiertheit von Wissen zu wenig berücksichtigt.

„Für ökologisches Handeln dürfte es allerdings schwierig sein, die ‚Domäne‘ zu bestimmen: Für konzeptuelles Wissen, z.B. subjektive Theorien, spielen hier Aspekte naturwissenschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Wissens hinein. Für prozedurales Handlungswissen sind neben der Repräsentation der Handlungen noch Wissen über deren Wirksamkeit sowie soziales Wissen ... erforderlich. Allerdings stehen

bisher sowohl theoretische Arbeiten als auch empirische Untersuchungen aus, welche Art des Wissens mit spezifischen ökologischen Handlungsweisen in Beziehung steht – und zwar hinsichtlich des konzeptuellen wie des prozeduralen Wissens.“ (GRÄSEL 1999, S. 190)

Teile des Datenmaterials, das in den vom Autor durchgeführten Befragungen erhoben worden ist, stellt in diesem Sinne „domänenspezifisches Wissen“ dar. Dabei ist nur partiell versucht worden, subjektive Theorien zu erfassen:

Es sollte erkundet werden, in welchen der Schulfächer umweltrelevante Themen (für Schülerinnen und Schüler ersichtlich) Unterrichtsgegenstand waren und welche Umweltprobleme für die Gegenwart charakteristisch sind. Individuelle Wissensstrukturen wurden lediglich für die Begriffe „Treibhauseffekt“, „klimarelevante Spurengase“ und „alternative Energiequellen“ erhoben.

Hinsichtlich möglicher Handlungsabsichten erfolgte eine Konzentration auf die Motivierungsphase und auf die Handlungsauswahlphase:

Mehrere Fragen zielten hier auf die Wahrnehmung einer möglichen Bedrohung und auf das „Umgehen mit einer Bedrohung (Coping-Strategie)“.

Aspekte der „Handlungs-Ergebnis-Erwartung“ waren Gegenstand einer weiteren Frage. Nicht beabsichtigt war, detailliert „prozedurales Handlungswissen“ zu überprüfen.

4.5.2. Forschungsdesign und Befragungsergebnisse (Fallstudien)

In den Schuljahren 1997/1998, 1998/1999, 2000/2001 und 2001/2002 wurden vom Autor umfangreiche Befragungen von Gymnasiasten durchgeführt (vgl. Tab. 19).

Tab. 19 Übersicht über Erhebungsmittel, Stichprobenumfang und organisatorische Randbedingungen

	Befragung 1/1	Befragung 1/2	Befragung 2/1	Befragung 2/2	Befragung 3/1	Befragung 3/2	Befragung 3/3
Fragebogen	10/97/ B01	10/97/ B01	B02	B02	03/01/ B01	F01/2001	F02/2002
Stichprobe	Leistungskurse 11 ($n_{1/1} = 26$)	10. Klassen ($n_{1/2} = 63$)	6. Klasse ($n_{2/1} = 25$)	10. Klassen ($n_{2/2} = 50$)	11. Klassen ($n_{3/1} = 69$)	11. Klassen ($n_{3/2} = 87$)	11. Klassen ($n_{3/3} = 76$)
Datenerfassung	06/1998 07/1999	07/1999	06/1998	06/1998	06/2001	08/2001	06/2002
erteilter Physik-Unterricht ^{*)}	15 6	11 5	2 1	11 5	12 6	10 5	12 6
In-Kraft-Treten der RRL	1994	1994	1994	1994	1999	1999	1999

^{*)} erste Zahl: Summe der Wochenstunden bis zur Befragung

zweite Zahl: Schuljahre Fachunterricht

Für diese Untersuchungen wurden mehrere Fragebögen entwickelt, die u.a. auf Materialien von LANGEHEINE und LEHMANN sowie auf Entwicklungen der Arbeitsgruppe

„Empirische Studie zur Wirkung schulischer Umwelterziehung“ am IPN Kiel basierten (vgl. Anlage A – 11). Diese Fragebögen wurden nach Erteilen der laut Rahmenrichtlinien verbindlichen Themenbereiche im regulären Physikunterricht von insgesamt 396 Schülerinnen und Schülern bearbeitet.

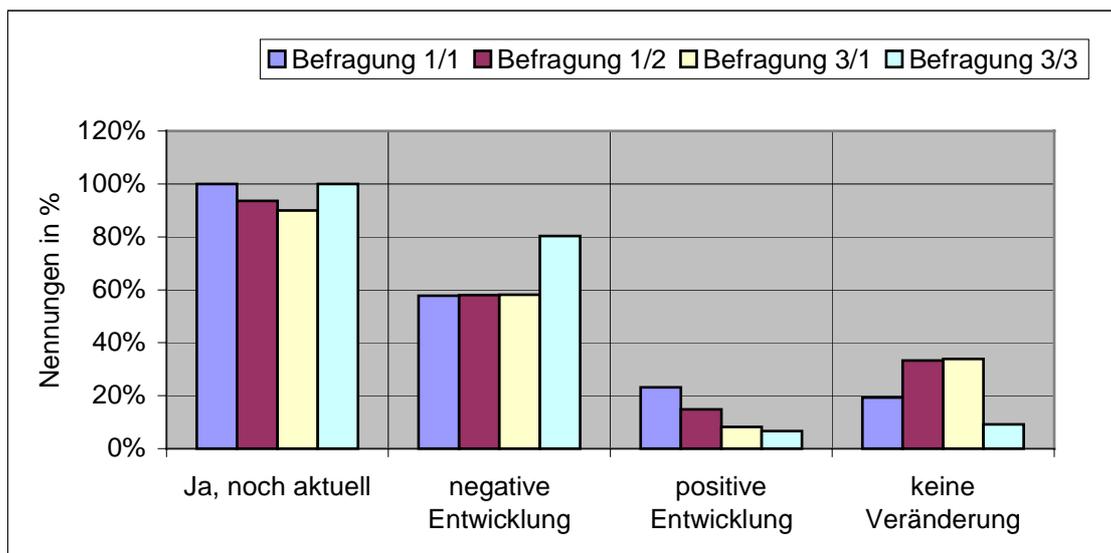
Variable Faktoren bei diesen Datenerhebungen waren die einbezogenen Klassenstufen (Umfang des erteilten Physikunterrichts, d.h. unterschiedliche Länge der „Einwirkungsphasen“) und die Inhaltsfestlegungen in den Rahmenrichtlinien (In-Kraft-Treten der RRL). Als Konstanten wurden das Gymnasium (und damit das schulische Umfeld) und die den Unterricht erteilenden Lehrkräfte (mit dem vertretenen didaktisch-methodischem Grundkonzept) gewählt.

Mit den Befragungen 1/1 bis 3/1 sollten Ergebnisse bzw. Wirkungen des Fachunterrichts erfasst werden, der auf den jeweils gültigen RRL sowie auf den didaktischen Konzeptionen der beteiligten Lehrkräfte basierte. Die Befragungen 3/2 bzw. 3/3 hingegen entsprechen dem Prä- bzw. Post-Test-Fragen eines Schulversuches, in dem die beteiligten Lehrkräfte die vom Autor für das Thema „Temperaturstrahlung“ entwickelte didaktisch-methodische Konzeption umsetzten (vgl. 4.4.2.).

Vermittels der Frage Nr. 1 aus den Fragebögen B01 bzw. F01/02 sollte die subjektive Sicht von 15- bis 17jährigen Schülerinnen und Schüler auf die aktuelle Umweltsituation erkundet werden:

„In den Medien nahmen vor allem zwischen 1960 und 1980 Berichte über Umweltprobleme einen breiten Raum ein... Glauben sie, dass die damals angesprochenen Umweltprobleme noch aktuell sind? Hat sich in den vergangenen Jahrzehnten eine Entwicklung (in positiver oder negativer Hinsicht) vollzogen?“
(Befragungsbogen 03/01/B01)

Abb. 5 Zur subjektiven Sicht von 15- bis 17jährigen Schülerinnen und Schüler auf die aktuelle Umweltsituation



Die überwiegende Mehrheit der Befragten (zwischen 89,9% und 100%) glaubt, dass die schon früher angesprochenen schwerwiegenden Umweltprobleme nach wie vor aktuell sind. Ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler, die diese Meinung vertreten (zwischen 57,7% und 80,3%), sind der Auffassung, dass sich eine Entwicklung in eher negativer Hinsicht vollzogen hat. Eine zunehmend geringere Anzahl der Befragten sieht eine positive Entwicklung.

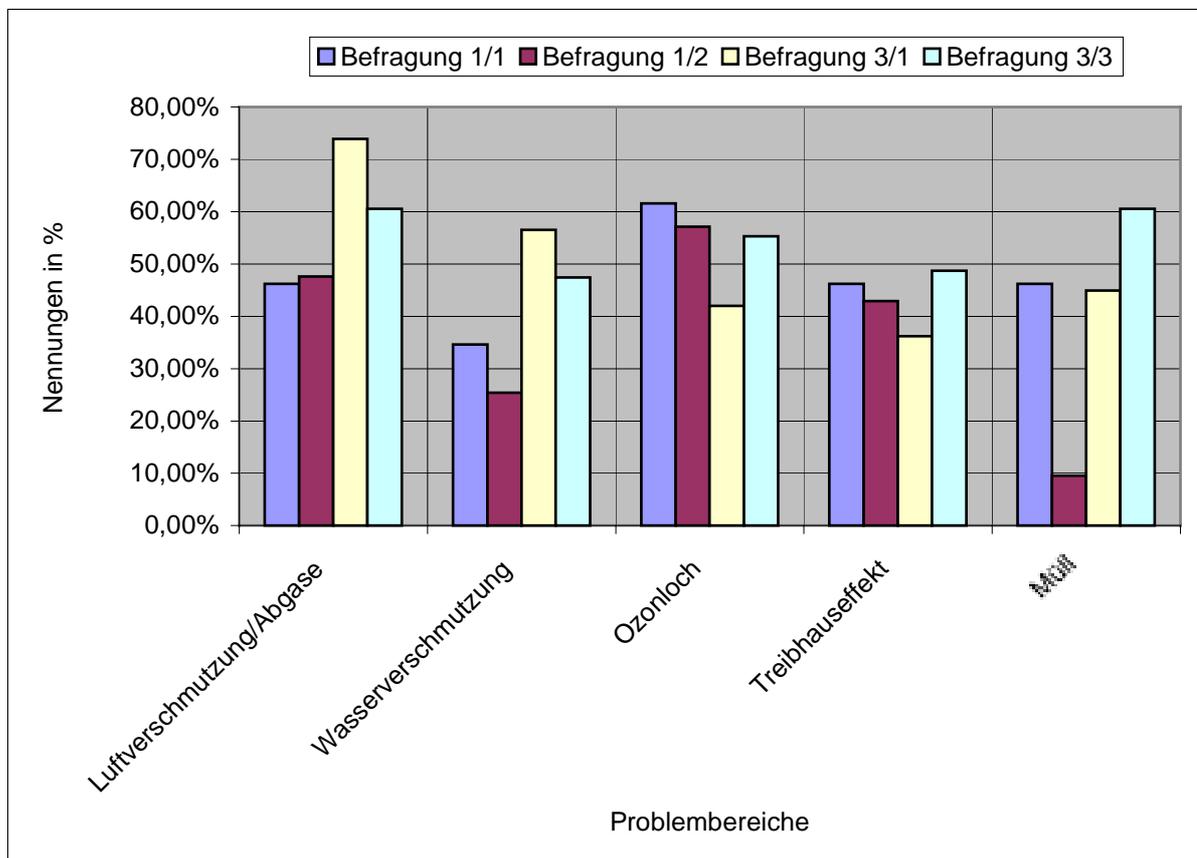
Durch die Antworten auf die Frage Nr. 2 aus den Fragebögen B01 bzw. F01/02 sollten die „schwerwiegenden Umweltprobleme“ konkretisiert werden:

„Geben Sie Umweltprobleme an, die für die Gegenwart charakteristisch sind! Unterscheiden sie – falls möglich – globale Umweltprobleme von denen in Ihrer Umgebung (Wohnort, Region) bestehenden!“ (Befragungsbogen 03/01/B01)

Bei den Nennungen dominieren in allen Stichproben die Problembereiche „Luftverschmutzung/Abgase“, „Wasserverschmutzung“, „Ozonloch“, „Treibhauseffekt“ und „Müll“ (vgl. Abb. 6).

Auffällig ist, dass deutlich weniger als die Hälfte der Probanden eine Unterscheidung zwischen globalen Umweltproblemen und denen der Umgebung vollzogen hat. Auf die Ursachen für dieses defizitäre Differenzierungsvermögen kann im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht detailliert eingegangen werden. (Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen zum Einfluss der von den Medien aufbereiteten Informationen auf die Wahrnehmung von Umweltgefährdungen und auf die Herausbildung von individuellen kognitiven Strukturen – vgl. u.a. BOLSCHO u. MICHELSEN 1999)

Abb. 6 Umweltprobleme der Gegenwart – meistgenannte Problembereiche (in Prozent der Probanden aus der Stichprobe)



Mit der Frage

„Sind in diesem oder im vergangenen Schuljahr Umweltthemen Gegenstand des Schulunterrichts gewesen? Wenn ‚Ja‘, dann notieren Sie bitte das Schulfach und die behandelte Thematik!“ (Befragungsbogen 03/01/B01)

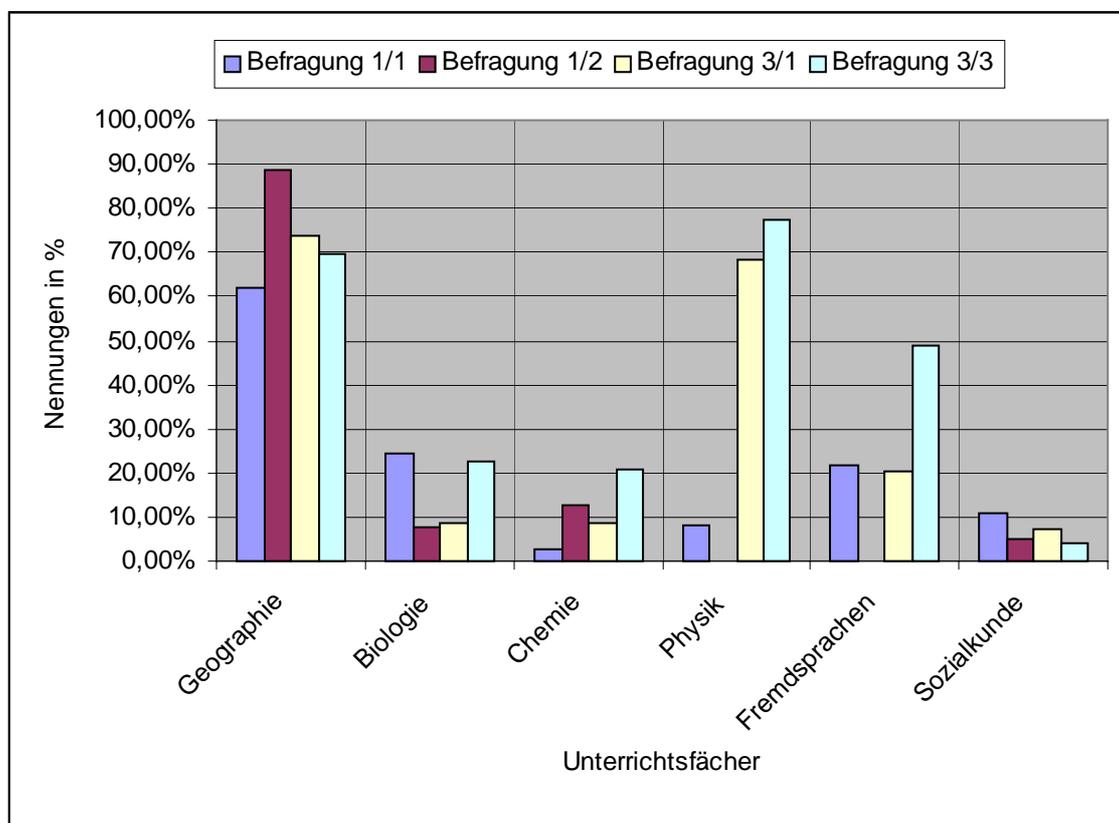
sollte erfasst werden, in welchen der Unterrichtsfächer für Schülerinnen und Schüler deutlich wahrnehmbar umweltrelevante Themen aufgegriffen worden sind. Mit der Zusatzfrage zur behandelten Thematik wurde beabsichtigt, den Einfluss des Unterrichts auf die in der Frage Nr. 2 angegebenen „Umweltprobleme“ zu erkunden und möglicherweise die Wirkung anderer Informationsquellen zu erkennen.

Die überwiegende Mehrzahl der Probanden (84,7% in Befragung 1/1, 88,9% in Befragung 1/2, 92,8% in Befragung 3/1 und 93,4% in Befragung 3/3) bejahte diese Frage.

Bei den Schulfächern dominiert Geographie. Bemerkenswert ist, dass nach Einführung der Rahmenrichtlinien von 1999 die Zahl der Nennungen des Faches Physik deutlich gestiegen ist (vgl. Ergebnisse aus den Befragungen 3/1 und 3/3). Dies legt die Interpretation nahe, dass mit dem im Schuljahrgang 11 neu eingeführten Thema „Temperaturstrahlung“ die Umweltrelevanz physikalischer Inhalte aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler wesentlich zugenommen hat (vgl. Abb. 7).

Mithin kann dieses Ergebnis auch als Beleg für ein erfolgreiches Umsetzen des in den RRL von 1999 formulierten didaktischen Grundsatzes „Orientierung an Phänomenen der Umwelt und der Lebenserfahrung“ durch die beteiligten Lehrkräfte gewertet werden.

Abb. 7 Behandlung von umweltrelevanten Themen im jeweiligen Fachunterricht (aus Schülerperspektive)

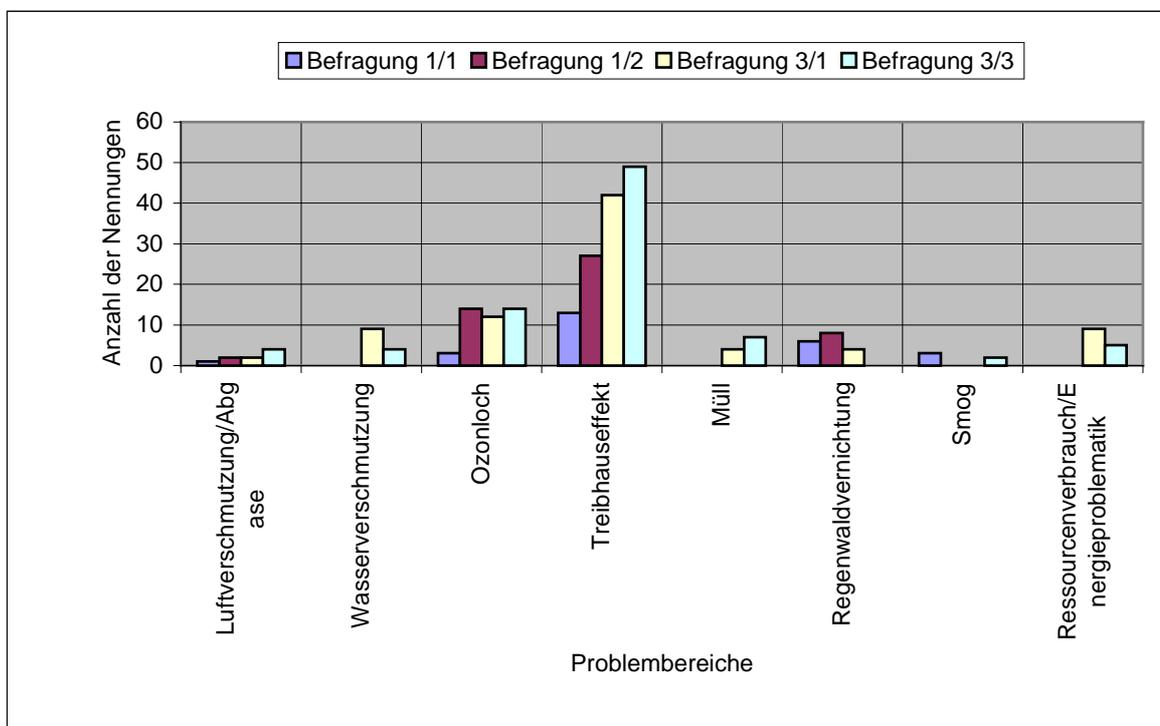


Auf eine größere Breite von im Unterricht behandelten Umweltfragen lassen die Angaben zu den Themen schließen:

- Befragung 1/1: 26,9% - ein Thema, 26,9% - zwei und mehr Themen
- Befragung 1/2: 27,0% - ein Thema, 23,8% - zwei und mehr Themen
- Befragung 3/1: 26,1% - ein Thema, 52,2% - zwei und mehr Themen
- Befragung 3/3: 17,1% - ein Thema, 76,3% - zwei und mehr Themen

Während in den Befragungen 1/1 und 1/2 jeweils gut die Hälfte der Probanden mindestens eine Thematik konkret benennen konnte, die in einem der benannten Unterrichtsfächer behandelt worden war, stieg diese Zahl im Rahmen der Fallstudien 3/1 und 3/3 deutlich an. Hinsichtlich der Themeninhalte dominierte in allen Datenerfassungen der Problembereich „Treibhauseffekt“ (vgl. Abb. 8).

Abb. 8 Im Fachunterricht behandelte Themen (aus Schülerperspektive)



Bemerkenswert ist, dass in der Befragung 3/1 30,4% der Schülerinnen und Schüler diese Problematik als sowohl im Fach Geographie als auch im Fach Physik thematisiert angaben. In der Befragung 3/3 benannten sogar 39,5% der Befragten beide Fächer! - Aus diesem Ergebnis lässt sich zwingend die Notwendigkeit einer Fächerkoordinierung ableiten.

Damit erfahren auch die in den RRL unter „Grundsätze der Unterrichtsgestaltung“ formulierten Ansprüche an einen zeitgemäßen Unterricht Unterstützung:

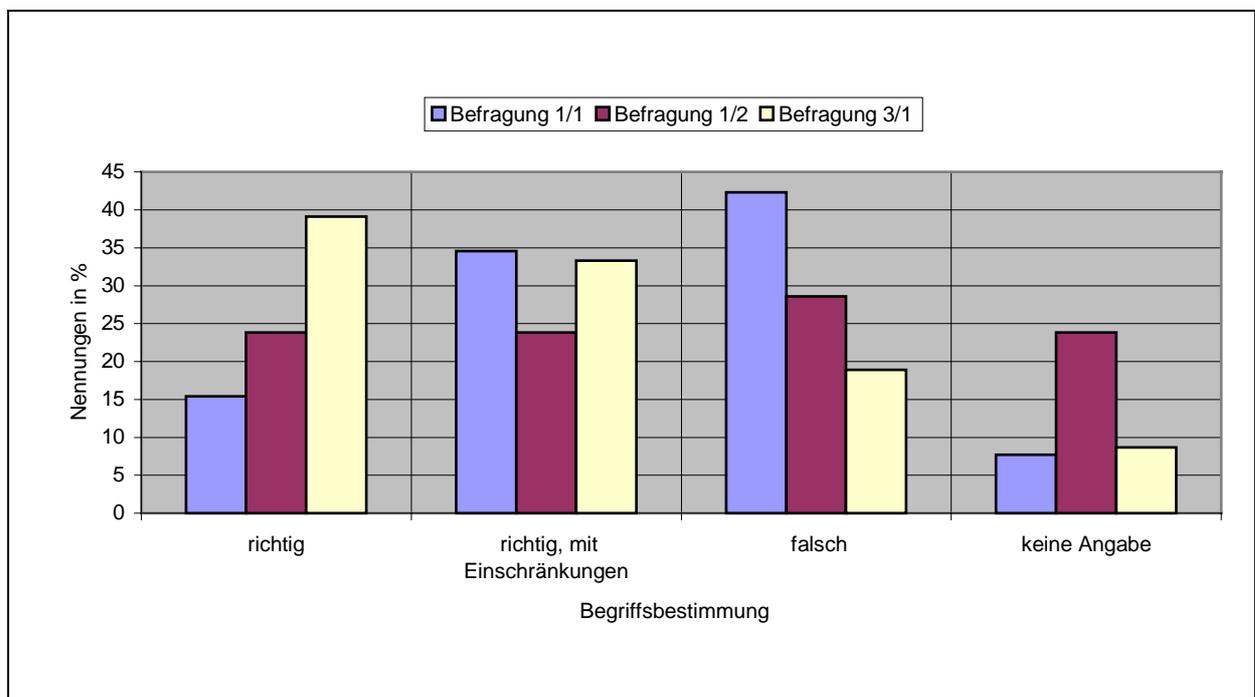
„Ein Physikunterricht, der aktuelle Fragen der Lebenswirklichkeit berücksichtigt, muss der Komplexität der Sachverhalte gerecht werden. Das Erkennen komplexer Probleme und in diesem Zusammenhang das Entwickeln von Lösungsstrategien gehören zu den Verfahren, die nur durch ein fächerübergreifendes Arbeiten vermittelt werden können. Dabei wird das Ziel verfolgt, Querverbindungen zwischen Gebieten der Physik untereinander und zu den Fächern Biologie, Chemie und zu anderen

Fächern zu nutzen, damit aus der umfassenden Sicht der Naturwissenschaften insgesamt Lösungsmöglichkeiten vernetzter Probleme diskutiert werden können.“ (RRL Gym 1999, S. 21)

Die in dieser Frage angeführten Themen stimmten in einem hohen Maße mit denen in Frage Nr. 2 benannten Umweltproblemen überein. Diese Ergebnisse können als eine positive Wirkung der im Fachunterricht realisierten Umweltbildung/Umwelterziehung in der Weise interpretiert werden, dass die Sensibilisierung von Schülerinnen und Schülern für „schwerwiegende Umweltprobleme“ unterstützt wurde.

Durch die Frage 5 in den Befragungen 1/1 und 1/2 bzw. die Frage 4 in der Befragung 3/1 („Was verstehen Sie unter dem Treibhauseffekt?“) sollte erkundet werden, ob der in den Fragen 2 und 3 häufig genannte Begriff „Treibhauseffekt“ mit einem korrekten Inhalt verbunden werden kann.

Abb. 9 Ergebnisse bei der Begriffserklärung / Beispiel „Treibhauseffekt“



Die Ergebnisse zeigen, dass nach der Einführung der überarbeiteten Rahmenrichtlinien von 1999 die Schülerinnen und Schüler vor Eintritt in die Kursstufe ein sichereres Wissen über den zentralen Begriff „Treibhauseffekt“ besitzen. Diese Bilanz aus dem am Ende des Schuljahrganges 11 durchgeführten Test kann als eine positive Wirkung der Auseinandersetzung mit dem Thema „Temperaturstrahlung“ interpretiert werden.

Im 2001/2002 durchgeführten Schulversuch sollte u.a. der Ausprägung von Wissenskomponenten zum Sachverhalt „Treibhauseffekt“ noch detaillierter nachgegangen werden.

Die Befragung 3/2 wurde zu Beginn des Schuljahres durchgeführt (Prä-Test mit 87 Probanden). Dem schloss sich die Einwirkungsphase (regulärer Fachunterricht gemäß RRL)

über 16 Unterrichtsstunden an. Diese wurde mit einer Leistungskontrolle abgeschlossen (vgl. Anlage A - 11).

Die Befragung 3/3 fand in der letzten Unterrichtswoche des Schuljahres statt (Post-Test mit 76 Probanden).

Mit der Frage

„Was verstehen Sie unter dem Treibhauseffekt?“

sollte erkundet werden, welche Wissensaspekte die Schülerinnen und Schüler vor bzw. in großer zeitlicher Entfernung von der Einwirkungsphase besitzen.

Tab. 20 Auswertung der Befragungen 3/2 und 3/3: Wissensaspekte zum Treibhauseffekt

	Prä-Test	Post-Test
keine Aussage bzw. falsche Aussage	64,4%	32,9%
Begriffserläuterung „Treibhaus“ („Glashaus“); Erwärmung der Erde, Behinderung der Wärmeabstrahlung	31,0%	67,1%
Ursachenbenennung:		
- Rolle der Treibhausgase bei der Wärmeabstrahlung	11,5%	9,2%
- Wellenlängenabhängigkeit von Strahlungseigenschaften	0%	14,5%

Die Ergebnisse des Post-Testes bestätigen den in Abb. 9 erkennbaren Trend, dass es mit der Einführung des Themas „Temperaturstrahlung“ in den Schuljahrgang 11 gelungen ist, solche Wissenskomponenten auszuprägen bzw. zu vertiefen, die ein umweltverträgliches Handeln begründen können.

Zusätzlich wurde im Post-Test ermittelt, welche Vorstellungen die Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff „anthropogener Treibhauseffekt“ verbinden:

67,1% gaben die Begriffsumschreibung „vom Menschen verursachter Treibhauseffekt“ bzw. „künstlicher Treibhauseffekt“ an. Davon benannten 68,6% mögliche Quellen (insbesondere CO₂ und FCKW) und 15,7% beschrieben sogar denkbare Konsequenzen.

In der im Anschluss an die Einwirkungsphase durchgeführten Leistungskontrolle wurde überprüft, in welchem Umfang die in den RRL geforderten Qualifikationen zum Treibhauseffekt („Die Schülerinnen und Schüler sollen ... den Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse auf ihn kennen und werten.“ RRL Gym, S. 96) ausgeprägt sind.

Als diesbezügliche Fragen waren in der Kontrolle formuliert worden:

- „Klären Sie, was man unter ...
 - a) natürlichen Treibhausgasen (Frage 1, Gruppe A)
 - b) anthropogenen Treibhausgasen (Frage 1, Gruppe B)
- verstehen! Erläutern sie die Bedeutung von b) an einem Beispiel!“

- „Die Abbildung stellt vereinfacht den Treibhauseffekt in der Atmosphäre dar. Erläutern Sie ausführlich den dargestellten Sachverhalt und stellen Sie Bezüge zum Gärtner-Treibhaus her! Gehen Sie dabei auch auf die Treibhausgase ein!“

(Frage 4, Gruppe A;
Gruppe B analog)

Der Erwartungskatalog umfasste folgende Aussagen sowie die festgelegte Punktzusordnung:

- Frage 1, Gruppe A:
 - „- Bestandteile der Atmosphäre (1 Punkt)
- verantwortlich für Absorption und Rückstrahlung von Temperaturstrahlung, entstehen durch natürliche Prozesse“ (1 Punkt)
- Frage 1, Gruppe B:
 - „- vom Menschen produzierte Treibhausgase (1 Punkt)
- entstehen durch Verbrennen von fossilen Energieträgern, ständiger Anstieg in der Atmosphäre (1 Punkt)
- verstärken den natürlichen Treibhauseffekt“ (1 Punkt)
- Frage 4, Gruppe A/B:
 - „- Sonnenstrahlung durchdringt (zu 70%) die Atmosphäre, ein Teil (30%) wird sofort reflektiert – Albedo (2 Punkte)
- Erde absorbiert Strahlung und emittiert zugleich Strahlung mit anderer Wellenlänge in Richtung Atmosphäre (1 Punkt)
- Atmosphäre absorbiert langwelligen Strahlungsanteil und reemittiert ihn zur Erde (1 Punkt)
- Erwärmung der Erde um ca. 33 K (1 Punkt)
- Hauptverursacher: H₂O, CO₂; Vergleich mit Glashaus (1 Punkt)

Bezogen auf die maximal möglichen Punktwerte wurden durch die Schülerinnen und Schüler zwischen 69,9% (Frage 4) und 73,2% (Frage 1, Gruppe B) erreicht.

Diese Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass das zu diesem Themenkreis latent vorhandene Wissen deutlich größer ist als das in der Befragung 3/3 erhobene. Damit kann von einer gesicherten Basis für ein mögliches umweltgerechtes Handeln ausgegangen werden.

Nach dem Modell von ROST et al. kommt eine Handlungsmotivation aber erst dann zustande, wenn die Umweltprobleme als Bedrohung der eigenen Person oder schützenswerter Dinge empfunden werden. Folglich wurde durch verschiedene Fragestellungen die subjektive Wahrnehmung von Umweltproblemen erfasst und die Ausprägung der persönlichen Betroffenheit erkundet:

Mit der ersten Frage aus dem Fragebogen B02 sollte ermittelt werden, welche Auffassungen die Schülerinnen und Schüler zum Verhältnis Mensch/Natur haben:

„In den vorangegangenen Jahren habt Ihr Euch mit der Vielfalt und der Schönheit der Natur beschäftigt. In diesem Zusammenhang habt Ihr auch über den Einfluß der Lebensgestaltung der Menschen auf die Umwelt diskutiert. Bitte kreuze an, welchen Aussagen Du zustimmen kannst!“

Tab. 21: Auswertung der Befragungen 2/1 und 2/2: Einfluss der Lebensgestaltung der Menschen auf die Umwelt
(Zustimmung in %; Zeile 1: 10. Klassen, Zeile 2: 6. Klasse; durch nicht bearbeitete Fragestellungen seitens der Probanden kann die Summe der Prozentwerte <100 sein!)

	Aus- sage	trifft zu	trifft weitgehend zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
Die Natur hat die Macht, der Mensch ist dagegen fast machtlos.	1	14% 16%	26% 20%	50% 60%	10% 4%
Die Menschen gehören auch zur Natur und haben so gut wie keinen Einfluss auf sie ausgeübt.	2	0% 8%	6% 20%	24% 48%	70% 24%
Im Verlaufe der Entwicklung konnten die Menschen ihre Abhängigkeiten von der Natur durch viele technische Erfindungen (z.B. Dampfmaschine, Otto- und Dieselmotor) verringern.	3	48% 32%	28% 56%	20% 28%	2% 4%
Die Menschen haben die Natur in immer stärkerem Maße verändert, ihre Einwirkungen sind nicht zu übersehen.	4	74% 60%	20% 28%	0% 8%	6% 4%
Die Menschen haben die Natur besiegt und beherrschen sie heutzutage vollständig.	5	2% 0%	14% 20%	40% 36%	44% 44%

Die Antwortverteilung zur Aussage 1 belegt die Erwartung, dass die Schülerinnen und Schüler die Stellung des Menschen zur Natur aus ihrer subjektiven Sicht unterschiedlich sehen.

Dennoch wird der große Einfluss der Menschen auf die Natur (Aussage 4: „... ihre Einwirkungen sind nicht zu übersehen“) von 94% bzw. 88% als zutreffend bzw. als weitgehend zutreffend angesehen. Die Meinungsunterschiede zwischen der Probandengruppe aus der 6. Klasse (also zu Beginn der Sekundarstufe I) und der Probandengruppe aus den 10. Klassen (also am Ende der Sekundarstufe I) sind gering. Eine Übereinstimmung erbringen auch die Antworten zur Aussage 5 („Die Menschen haben die Natur besiegt ...“).

Offensichtlich haben die Schülerinnen und Schüler der 6. Klasse Kenntnisse zur Umweltproblematik bereits durch den Unterricht in der Grundschule und in der Förderstufe bzw. durch die Einwirkung der Medien erworben (vgl. auch Tab.22). Diese sollten in gesonderten Untersuchungen gezielt erkundet und in den Unterricht der Sekundarstufe I einbezogen werden.

Durch eine weitere Fragestellung sollte erkundet werden, in welchen Tatbeständen Schülerinnen und Schüler Quellen für Umweltbelastungen sehen und welchen Schweregrad sie ihnen zuordnen:

„Die folgenden Aussagen schildern einige der Probleme, die durch die Einwirkung der Menschen entstanden sind.

Bitte kreuze an, welchen Aussagen Du zustimmen kannst!“

Tab. 22 : Auswertung der Befragungen 2/1 und 2/2: Quellen für Umweltbelastungen und die Ausprägung der Betroffenheit
(Zustimmung in %; Zeile 1: 10. Klasse, Zeile 2: 6. Klasse; durch nicht bearbeitete Fragestellungen seitens der Probanden kann die Summe der Prozentwerte <100 sein!)

	Aus- sage	trifft zu	trifft weitgehend zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
Die technischen Entwicklungen sind oft mit unangenehmen Nebenwirkungen wie Luft- und Wasserverschmutzung oder Lärmentwicklung verbunden.	1	80% 72%	10% 24%	10% 4%	0% 0%
Kraftwerke stoßen einen wesentlichen Teil der Luftschadstoffe aus.	2	46% 48%	26% 48%	26% 4%	0% 0%
Die Luftverschmutzung wird zum großen Teil durch Auto- und Motorradabgase verursacht.	3	56% 36%	26% 56%	14% 4%	4% 4%
Die Abgase der privaten Heizungen tragen erheblich zur Luftverschmutzung bei.	4	14% 12%	12% 20%	54% 60%	20% 8%
Die Luftverschmutzung gefährdet Pflanzen und Tiere.	5	80% 60%	18% 32%	2% 8%	0% 0%
Ich habe Angst, dass ich durch die Luftverschmutzung erkranke.	6	14% 12%	22% 20%	40% 60%	24% 8%
Industrie- und Handwerksbetriebe verschmutzen das Wasser in den Flüssen und Seen.	7	30% 32%	38% 36%	32% 32%	0% 0%
Tierzucht und Düngung in der Landwirtschaft gefährden das Oberflächen- und das Grundwasser.	8	34% 8%	42% 28%	28% 48%	6% 16%
Der Beitrag der Haushaltsabwässer an der Wasserverschmutzung ist groß.	9	24% 8%	24% 28%	40% 64%	12% 0%
Tiere und Pflanzen sind aufgrund der Wasserverschmutzung bedroht.	10	78% 60%	14% 24%	8% 16%	0% 0%
Ich fühle mich in meiner Gesundheit durch eine zunehmende Belastung des Trinkwassers bedroht.	11	6% 4%	20% 24%	46% 44%	28% 28%

Über 90% der gesamten Schülerpopulation finden es als zutreffend bzw. weitgehend zureffend, dass die technischen Entwicklungen oft mit unangenehmen Nebenwirkungen wie Luft- und Wasserverschmutzung oder Lärmentwicklung verbunden sind (Aussage 1). Hinsichtlich der Anteile der unterschiedlichen Verursacher von Luftverschmutzung besteht zwischen den Probanden aus den 6. und aus den 10. Klassen wiederum eine überraschende Übereinstimmung (Aussagen 2, 3, 4).

Bei den Wasserverschmutzung differieren die Wertungen zwischen den Probandengruppen stark: Die Vermutung liegt nahe, dass dies auf die Thematisierung der Wasserproblematik im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zurückzuführen ist.

Bemerkenswert sind die Unterschiede im Bedrohungsempfinden (Aussagen 5 und 6 bzw. 10 und 11): Während über 90% der gesamten Schülerpopulation eine Gefährdung von Tieren und Pflanzen durch Luft- oder Wasserverschmutzung als zutreffend bzw. weitgehend zutreffend bezeichnen, wird die individuelle Bedrohung weitaus geringer eingeschätzt. Jeweils weniger als ein Drittel in den Probandengruppen finden eine Gefährdung ihrer Gesundheit durch Luft- oder Wasserverschmutzung als zutreffend bzw. weitgehend zutreffend (Aussagen 6 und 11). Das Wissen um Umweltprobleme und die ausgeprägten Empfindungen, dass vor allem Tiere und Pflanzen bedroht sind, lässt bei den Probanden eine hohe Handlungsnotwendigkeit erwarten.

Mit der Frage 4 aus B02 sollte ermittelt werden, welche umweltbewussten Handlungen Schülerinnen und Schüler bereits verrichten bzw. bei geeigneten Bedingungen vollziehen würden:

„Es gibt viele Dinge, die Schülerinnen und Schüler für die Umwelt tun können – auch außerhalb der Schule.

Kreuze bitte an, was Du tust oder tun könntest!“

Tab.23: Auswertung der Befragung 2/1 und 2/2: Handlungsalternativen zu den Bedrohungen und Handlungsvorsätze
(Zustimmung in %; Zeile 1: 10. Klassen, Zeile 2: 6. Klasse; durch nicht bearbeitete Fragestellungen seitens der Probanden kann die Summe der Prozentwerte <100 sein!)

	Aus- sage	trifft zu	trifft weitgehend zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
Einen Leinenbeutel/Rucksack mit zum Einkaufen nehmen	1	84% 52%	8% 20%	8% 8%	0% 20%
Hefte aus Recycling-Papier benutzen	2	42% 64%	40% 20%	16% 8%	2% 8%
Nur Recycling-Papier verwenden	3	8% 16%	46% 36%	40% 24%	4% 16%
Nur Pfandflaschen statt Dosen kaufen	4	56% 44%	16% 20%	22% 8%	2% 24%
Produkte ablehnen, die unnötig verpackt sind	5	4% 16%	36% 32%	44% 20%	16% 32%
Meine Familie zum sparsamen Umgang mit Wasser und Energie (Heizung, Strom, Licht) überzeugen	6	48% 68%	26% 24%	10% 0%	16% 8%
Auf Autofahrten verzichten, die nur meinetwegen gemacht werden, obwohl ich Bus bzw. Bahn benutzen könnte	7	32% 28%	14% 24%	32% 20%	22% 28%
Die Inhaltsstoffe vor dem Kauf eines Produktes durchlesen	8	6% 16%	12% 16%	22% 24%	60% 40%

Erfreulich sind die Ergebnisse zu den Aussagen 1 bis 5. Relativiert wird diese Bilanz jedoch, wenn man bedenkt, dass diese Handlungen bzw. Handlungsvorsätze dem vor allem von den Medien geprägten Bild eines „umweltbewussten“ Bürgers entsprechen und sehr oft auch vom sozialen Umfeld erwartet werden, zudem unproblematisch realisierbar und fast kostenneutral sind.

Die Antworten zur Aussage 6 („... *sparsamer Umgang mit Wasser und Energie*“) belegen wiederum, dass ökologisches Wissen nicht erst in der Sekundarstufe I vermittelt wird, sondern Informationen aus den Medien und dem Umfeld sowie Kenntnisse aus dem Sachunterricht der Grundschule bzw. dem Unterricht in der Förderstufe meinungsprägend sein können.

Die Ergebnisse zur Aussage 7 („*Auf Autofahrten verzichten...*“) machen deutlich, dass vorhandene Kenntnisse über die Quellen möglicher Bedrohungen (vgl. Tab. 22, Aussage 3) wohl zu einem ernsthaften Handlungsvorsatz führen können, daneben aber auch noch bestimmte Willensqualitäten vorhanden sein müssen, um tatsächlich zu handeln. Es wäre folglich interessant zu überprüfen, wie sich die Bereitschaft, auf Autofahrten zu verzichten, entwickelt, wenn die befragten Probanden aus den 10. Klassen zwei Jahre später selbst im Besitz eines Führerscheins sind!

Am Beispiel der Lärmproblematik wurde mit den Fragestellungen 5.1. bis 5.3. aus B02 erkundet, ob derartige Diskrepanzen zwischen subjektiver Betroffenheit und persönlichem Handeln bzw. dem Erkennen einer Handlungsnotwendigkeit bestehen:

„Schall, der aus der Umgebung an unsere Ohren gelangt, kann angenehme Empfindungen hervorrufen, aber auch störend wirken. Solchen Schall nennt man dann Lärm.

5.1. Bitte gib drei Lärmquellen an, die Dich im täglichen Leben am meisten stören!...“

Bereits bestehende Widersprüche werden durch die Antworten auf die gestellten Fragen deutlich:

- 68% der Probanden aus den 6. Klassen und 86% der aus den 10. Klassen benannten den PKW-Verkehr als Lärmquelle, die im Alltag als am meisten störend empfunden wird. - Zugleich gaben aus den 6. Klassen 92% der Schülerinnen und Schüler an, dass ihre Familie einen PKW besitzt. Die „*mit dem Gebrauch verbundenen Geräusche*“ stören jedoch 13% nicht und 78% nur wenig. In den 10. Klassen besaßen alle Familien einen PKW; 50% der Befragten finden die von ihrem PKW verursachten Geräusche als nicht störend, 42% als wenig störend!
- Von den Schülerinnen und Schülern der 6. Klassen wurden 36 Lärmquellen benannt, die auf das Verhalten von Nachbarn oder Hausmitbewohnern zurückzuführen sind. 37 Mal wurden solche Lärmquellen von den Probanden aus den 10. Klassen angegeben. In diesen 6. Klassen hören aber gleichzeitig 60% der Befragten in ihrer Freizeit Musik „laut“ bzw. „sehr laut“, in den 10. Klassen waren es 68%!

Im Schulversuch von 2001/2002 wurde auch überprüft, ob ein möglicher Zuwachs an ökologischem Wissen Auswirkungen auf Handlungen bzw. auf Handlungsabsichten von Schülerinnen und Schülern hat:

„Es gibt viele Dinge, die Schülerinnen und Schüler für die Umwelt tun können – auch außerhalb der Schule!

Geben Sie – falls möglich – Beispiele an und vermerken Sie

mit (1): wenn Sie das bereits selbst machen

mit (2): wenn Sie das noch nicht tun, aber es sich gut vorstellen können

mit (3): wenn Sie das nicht tun, aber bei guten Rahmenbedingungen (z.B. vertretbaren Kosten) machen würden!“

Die Daten aus Prä- und Post-Test sind in Tab. 24 zusammengestellt.

Tab. 24 Handlungen bzw. Handlungsabsichten von Schülerinnen und Schülern
(1. Zeile: Prä-Test, 2. Zeile: Post-Test)

	Aktives Handeln	Handlungsabsicht	Handlungsabsicht bei optimalen Bedingungen
Müll: Aufsammeln/ Trennen/ Zuführung Recycling	80% 87%	5% 1%	8% 0%
Umweltschonende Mobilität: Nutzen ÖPNV bzw. Fahrrad/ Reduzieren PKW-Fahrten	18% 45%	9% 11%	7% 15%
Energie sparen/ Nutzen alternativer Energien	23% 14%	5% 12%	14% 11%
Wasser sparen	30% 24%	6% 7%	0% 0%
Verwenden von Mehrwegverpackungen	24% 9%	1% 3%	0% 1%
Verzicht auf umweltschädigende Produkte (Stoffe mit FCKW u.a.)	7% 13%	1% 9%	0% 0%
Unterstützung der Umwelt- bewegung	1% 1%	10% 11%	10% 13%

Bemerkenswert sind als Ergebnis dieses Fragenteils die deutlichen Veränderungen bei den Handlungsfeldern „umweltschonende Mobilität“ und „Verzicht auf umweltschädigende Produkte“. – Das Wissen um die Quellen der Luftverschmutzung (vgl. Tab. 22) führt offenkundig erst dann zu einer konkreten Handlung bzw. Handlungsabsicht, wenn im Unterricht auf der Basis naturwissenschaftlicher Kenntnisse mögliche globale bzw. regionale Konsequenzen herausgearbeitet werden.

Bezogen auf das von ROST et al. entwickelte „integrierte Modell für Umwelthandeln“ lässt sich die Bedeutung der „Handlungs-Ergebnis-Erwartung“ ableiten:

Es ist gerade für einen umweltbezogenen Unterricht unverzichtbar, den Lernenden Kenntnisse über Handlungsmöglichkeiten zu vermitteln, die einen Beitrag zur Lösung von wahrgenommenen Bedrohungen leisten können. Auf naturwissenschaftlichen Sachwissen aufbauend kann die Erkenntnis leichter abgeleitet werden, dass eigenes Handeln mit positiven Folgen verbunden ist.

Aus der Perspektive des integrierten Handlungsmodells sollte aber auch auf die Grenzen der schulischen Umweltbildung/Umwelterziehung hingewiesen werden: Erfolgreicher umweltbezogener Unterricht muss möglichst viele Komponenten dieses Modells enthalten und in optimale Rahmenbedingungen eingebettet sein. Schwerpunkte im Fachunterricht Physik können in der Vermittlung von Kenntnissen über Umweltprobleme und über ökologische Zusammenhänge liegen. Anzustreben sind darüber hinaus das Wissen um Handlungsmöglichkeiten und das Ausprägen von Handlungsfähigkeiten.

5. Zur Einbeziehung von Umweltaspekten in die Aus- und Fortbildung von Physik Lehrern an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

5.1. Die Vorgaben für die Studiengänge „Lehramt an Gymnasien im Unterrichtsfach Physik“ und „Lehramt Haupt- und Realschule an Sekundarschulen im Unterrichtsfach Physik“

In den gültigen Studien- und Prüfungsordnungen (SPO) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Halle 1993) taucht die Umweltbildung explizit nicht auf.

Die Studienziele sind für die beiden angebotenen Studiengänge gleichlautend formuliert:

„Die Studierenden erwerben physikalische, fachdidaktische und wissenschaftstheoretische Grundkenntnisse und entwickeln Fähigkeiten im Anwenden naturwissenschaftlicher und fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen, die Voraussetzungen sind für die Planung, Gestaltung und Nachbereitung eines Physikunterrichts gemäß den in Rahmenrichtlinien formulierten Anforderungen... In einem auf den Lehrerberuf bezogenen Studium werden die Lehramtskandidaten auf einen Physikunterricht orientiert, der umfassend die Funktionen des Unterrichtsfaches Physik in der allgemeinbildenden Schule erfüllt.“ (SPO LA Gym/LA HRS, S. 1)

Auch bei den Studieninhalten sind die Aussagen fast identisch. So heißt es in der Studien- und Prüfungsordnung für das Lehramt Physik an Gymnasien:

„Die fachdidaktische Grundlagenausbildung wird in Einheit von theoretischer, laborpraktischer (Demonstrationspraktikum, Physikalische Schulexperimente) und schulpraktischer Ausbildung an Gymnasien fortgesetzt. Darauf aufbauend werden Kurse zu speziellen fachdidaktischen Problemen und Themen angeboten, in denen die didaktische Gestaltung konkreter Stoffgebiete der Schulphysik in der Sekundarstufe 2 an Gymnasien behandelt und die Umsetzung des theoretischen Wissens und Könnens exemplarisch diskutiert werden“ (SPO LA Gym, S. 2).

Für die zukünftigen Lehrkräfte an Sekundarschulen ist ausgeführt:

„Die fachdidaktische Grundlagenausbildung wird in Einheit von theoretischer, laborpraktischer (schulorientierte Experimente) und schulpraktischer Ausbildung an Sekundarschulen fortgesetzt. Darauf aufbauend werden Kurse zu speziellen fachdidaktischen Problemen und Themen angeboten, in denen die didaktische Gestaltung konkreter Stoffgebiete der Schulphysik an Haupt- und Realschule behandelt und die Umsetzung des theoretischen Wissens und Könnens exemplarisch diskutiert werden.“ (SPO LA HRS, S. 2)

Damit werden die von BECKER (1993), SCHLEICHER (1994) sowie ENTRICH, EULEFELD und JARITZ (1995) durchgeführten Analysen zur Einbeziehung von Umweltbildung und -erziehung in die Lehrerausbildung bestätigt (vgl. 2.3.2.): Auch an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg existiert kein verbindliches umweltrelevantes Studienangebot für alle Studierenden der Lehramtsstudiengänge! Mit dem Verweis in der Studien- und Prüfungsordnung auf die „Gestaltung ... eines Physikunterrichts gemäß den in Rahmenrichtlinien formulierten Anforderungen“ wird deutlich, dass das Einbeziehen von Aspekten der Umweltbildung und -erziehung im Ermessensspielraum von Lehrenden und Studierenden liegt. Damit ist selbst im Falle von umweltengagierten Lehrkräften keine Garantie gegeben, dass sich die Mehrzahl der Lehramtskandidaten mit der Thematik auseinandersetzt.

Außerdem ist eine Abstimmung zwischen Lehrinhalten der Fachausbildung und den Themen der fachdidaktischen bzw. erziehungswissenschaftlichen Studien nicht gegeben.

5.2. Die wahlobligatorische Spezialveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ im Rahmen der Fachdidaktikausbildung

5.2.1. Entstehungsgeschichte und konzeptionelle Grundlagen

Bereits 1975 hatte sich an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg die zentrale Forschungsgruppe „Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“ konstituiert (vgl. 3.2.2.).

Auf dem Symposium „Zur fachübergreifenden, interdisziplinären Gestaltung der Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“ (Halle, 1987) wurde nach mehr als 10 Jahren Forschungsarbeit Bilanz gezogen. Im Mittelpunkt dieser Tagung standen Analysen zu den Potenzen in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern und zum Unterricht in Heimatkunde, Geschichte und Kunsterziehung.

Die Physiklehrerausbildung selbst wurde nicht thematisiert, obwohl die Bedeutung der Lehrererstausbildung auf dem UNESCO-Kongress über Umwelterziehung (Moskau, 1987) unterstrichen worden war: In der stark fachorientierten Ausbildung der Lehrkräfte wurden Umweltthemen nur punktuell berücksichtigt. Trotz eines relativ hohen Anteils an Fachdidaktik waren Inhalte von Umweltbildung und -erziehung explizit kein Gegenstand (vgl. „Lehrprogramm für die Ausbildung von Diplomlehrern der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen in Methodik des Physikunterrichts an Universitäten und Hochschulen der DDR“)

Auf dem halleschen Symposium stellte STAWINSKI (Universität Krakow) jedoch ein Modell für die Biologielehrerausbildung zur Diskussion. Darin wurde beschrieben, wie durch abgestimmte Lehrveranstaltungen im Fach und in der Fachdidaktik eine Qualifizierung für die komplexen Aspekte der Umwelterziehung erfolgen kann.

Die Erfahrungen des Autors, der in jener Zeit im Ballungsraum Leuna-Merseburg als Fachlehrer tätig war, hatten auf die Entwicklung der Spezialveranstaltung zur Problematik „Umwelterziehung im Physikunterricht“ wesentlichen Einfluss:

In den 80er Jahren nahm das Interesse der Schüler - insbesondere der Abiturienten - an Umweltfragen spürbar zu. Fragen vor allem aus den Bereichen

- Luft/Luftverunreinigung
- Wasser/Wasserverunreinigung
- Energiewirtschaft/Bodenschätze

konnten vom Fachlehrer selten überzeugend beantwortet werden, da konkrete Daten zur Umweltproblematik nicht oder nur sehr schwer verfügbar waren.

Die verbindlichen Lehrbücher wurden dem Anspruch, Informations- und Arbeitsmaterial für die Schülerinnen und Schüler zu sein, nur unvollkommen gerecht. Zwar wurden einige Umweltprobleme erwähnt, eine Untersetzung durch Datenmaterial erfolgte jedoch nicht (vgl. 3.2.3.).

Auch in den parallel zu den Lehrbüchern erschienenen „Unterrichtshilfen“ reduzierte sich die Unterstützung auf methodische Hinweise.

Zentrale Fortbildungsangebote zur Umweltproblematik waren im Rahmen der festgeschriebenen zyklischen Qualifizierung die Ausnahme. So blieb es den Initiativen von Lehrergruppen an den Schulen (Schulfachzirkel) bzw. in einzelnen Kreisen (Kreisfachzirkel) vorbehalten, einen Erfahrungsaustausch zu organisieren und Arbeitsmittel zu entwickeln (RIEDL, E. und RIEDL, G. 1982).

Mit der Auflösung der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften im Jahre 1990 stellte auch die zentrale Forschungsgruppe „Umwelterziehung an allgemeinbildenden Schulen“ ihre Tätigkeit ein.

Am 6.11.1990 konstituierte sich an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eine „Interdisziplinäre Projektgruppe Umwelterziehung“. In dieser Gruppe (Leitung Prof. HARTMANN) hatten sich Fachdidaktiker der Fächer Biologie, Chemie, Geographie, Physik und Polytechnik zusammengefunden.

Unmittelbarer Anlass war die Realisierung eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanzierten Projektes zur Umwelterziehung. Die thematischen Schwerpunkte der ersten Beratungen, wie z.B.

- Erarbeitung einer Analyse des Standes der Umwelterziehung in den Schulen der ehemaligen DDR und der Lehrerausbildung aus der Sicht der umweltrelevanten Fächer,
- Erarbeitung einer Konzeption zur Umwelterziehung in den relevanten Fächern der Lehrerausbildung,
- Erarbeitung von Lehrmaterialien zur Umwelterziehung für die allgemeinbildenden Schulen

und die dafür erforderlichen analytischen Arbeiten erbrachten die dringende Notwendigkeit, ein Lehrangebot für die Lehramtskandidaten zu entwickeln.

In dieser Phase des Umbruches und der Neukonzeption der einzelnen Studiengänge waren gerade in Sachsen-Anhalt mit seinen offenkundigen Umweltproblemen die Chancen groß, das Thema Umwelterziehung in der universitären Lehre fest zu verankern:

So gab es bereits im Herbst 1989 erste Bestrebungen, ein interdisziplinäres Zentrum für Umweltschutz an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zu errichten. Im April 1991 beschloss der Senat der Universität die Gründung eines „Universitätszentrums für Umweltwissenschaften“ (UZU). In der ersten Konzeption war geplant, dort sowohl Fachwissenschaftler mit der Spezialisierung Umweltschutz auszubilden als auch koordinierende und integrierende Funktionen im Bereich der universitären Forschung zu erbringen. Empfehlungen der Landeshochschulstrukturkommission und die Gründung des Umweltforschungszentrums (UFZ) Leipzig-Halle GmbH veränderten das ursprüngliche Konzept wesentlich.

Das UZU wurde zu einer Kommunikations- und Koordinationseinrichtung mit begrenzten personellen und sächlichen Mitteln und nicht zu einem eigenständigen Forschungs- und Lehrinstitut.

Zwischen 1993 und 1997 konzentrierten sich die Aktivitäten des UZU auf nachfolgende Aufgaben:

- Informationsvermittlung und Kommunikation über Umweltforschung und Umweltlehre
- Durchführung interdisziplinärer, fachbereichsübergreifender Veranstaltungen
- Mitwirkung bei der Initiierung von Umweltforschungsprojekten
- Mitwirkung bei der Erarbeitung von Studiengängen, Vertiefungsrichtungen u.ä. in der Umweltlehre

Mit der 1997 vom Akademischen Senat der Universität beschlossenen Satzung wurde das Ziel verfolgt, den Schwerpunkt der Aktivitäten des Zentrums auf die Beantragung eigenständiger Forschungsprojekte zu verlagern. Seitdem steht eine themenzentrierte Verbundforschung zur nachhaltigen Entwicklung (u.a. ressourcenoptimierte Boden- und Landnutzung, Umweltmanagement und Technologieinnovationen) im Mittelpunkt.

Die Lehrveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ wurde in den Jahren 1991/92 im Umfeld der allgemeinen „Aufbruchsstimmung“ durch den Autor konzipiert und seither kontinuierlich weiterentwickelt.

Sie ist im Rahmen der fachdidaktischen Ausbildung Bestandteil des Wahlbereiches für die Studierenden im Studiengang „Lehramt an Gymnasien“. Im Studiengang „Lehramt an Sekundarschulen“ gehört der Kurs zum fakultativen Angebot. Seit dem Wintersemester 1997/98 wird die Lehrveranstaltung durch einen Teil ergänzt, der auch von den zukünftigen Gymnasiallehrern fakultativ belegt werden kann. Das Lehrangebot stieß in der Vergangenheit bei den Studierenden auf eine große Resonanz.

Konzeptionell ist diese Lehrveranstaltung so aufgebaut, dass die Studierenden des Lehramtes umweltpädagogische Schlüsselqualifikationen erwerben können.

Die Entwicklung von umweltpädagogischen Kompetenzen bedeutet, fachliche Ziele mit Erziehungszielen und Fähigkeiten in der Realisierung zu verbinden. Der Zielekatalog muss deshalb u.a. folgende Inhalte umfassen:

- Informationen über die Umweltsituation (einschließlich Umweltschäden)
- Vermitteln von Kenntnissen über Ökosysteme
- Bewusstmachen der Beziehungen zwischen ökologischen, ökonomischen, sozialen und politischen Aspekten
- Aufzeigen der Konsequenzen des eigenen Verhaltens
- Anregen von Reflexionen über Zielkonflikte und Wertentscheidungen
- Verdeutlichen von Zusammenhängen zwischen Ursache und Wirkung im lokalen Bereich
- Diskussion der Problematik „Umweltwissen - Umweltbewusstsein - Umweltverhalten“ und der Möglichkeiten des Schulunterrichts

Die angegebene Vielfalt macht die Komplexität der Aufgabe deutlich. Als Lösung bietet sich eine Vernetzung von fachlichen, pädagogisch-psychologischen und didaktischen Dimensionen an. Diese sollte auch die an der Ausbildung beteiligten Hochschulinstitutionen umfassen.

Da derartige organisatorische Veränderungen administrativ eher schwerfällig umgesetzt werden, sollte die Vernetzung in einem Teilbereich der Ausbildung und damit in einer Wissenschaftsdisziplin beginnen, die ohnehin integrativen Charakter trägt.

Damit kommt der fachdidaktischen Ausbildung von Studierenden eine entscheidende Bedeutung zu, versteht sich doch die Fachdidaktik als eine anwendungsorientierte Wissenschaft, in deren Zentrum die Vermittlungsprozesse zwischen dem Fach und den Lernenden stehen.

Zu den fachdidaktischen Kompetenzen zählen folglich u.a. die Fähigkeiten im

- Erfassen von Vorkenntnissen und Lernergebnissen,
- Entscheiden über Inhalt und Anordnung der Lerninhalte sowie über die Organisation der Lernereignisse,
- Konstruieren von Unterrichtsstrukturen, Versuchsanordnungen, Aufgaben usw.

Diese Kompetenzen beeinflussen bei den zukünftigen Lehrerinnen und Lehrern ganz entscheidend, welche Wirkungen Qualifikationen in anderen Bereichen bei den Lernenden generieren.

Zu den weiteren Kompetenzfeldern gehören:

- Fachwissenschaft (Fachkenntnisse, fachwissenschaftliche Erklärungen von Umweltphänomenen; Überblick über historische Entwicklungen und aktuelle Tendenzen; Paradigmaverständnis u.a.)

- Pädagogik/Psychologie (psychologische Kenntnisse; Fähigkeiten zu erziehungswissenschaftlichen Reflexionen u.a.)
- Soziologie/Politik (Reflexion von Umwelt- und Sozialvernetzungen; Erschließen und Klären von sinnhaften Perspektiven und Werteeinstellungen; Erkennen und Werten von umweltpolitischen Rahmenbedingungen und Zielvorstellungen u.a.)

Da sowohl die wissenschaftliche als auch die gesellschaftliche Sicht auf die Umwelt ständigen Veränderungen unterworfen ist, gilt es für die Lehrerbildung, die Studienangebote gerade in diesem Bereich zügig und kontinuierlich weiterzuentwickeln.

5.2.2. Zum Inhalt der Lehrveranstaltung und zu Aspekten ihrer Weiterentwicklung

Das Lehrangebot wurde erstmals zum Sommersemester 1993 unterbreitet und sogleich von 14 Studierenden genutzt.

In der Ankündigung zur Lehrveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ wurden der Adressatenkreis, die hochschuldidaktischen Formen und die Themen benannt (vgl. Anlage A - 12.1):

„Insbesondere Lehramtskandidaten Mathematik/Physik (ab 6. Sem.) sollen in Vorlesungen, Seminaren und experimentellen Übungen Anregungen erhalten, wie man Umwelterziehung im Physikunterricht gestalten kann.

Themen:

- *Umwelterziehung an deutschen Schulen in Vergangenheit und Gegenwart*
- *Energieversorgung kontra Klima und Umwelt - eine fachliche Grundlegung*
- *Alternative Energiequellen - physikalische Prinzipien und didaktische Umsetzungsmöglichkeiten*
- *Fächerübergreifende Umwelterziehung/Projektbeispiele“*

Der oben dargelegten Konzeption entsprechend wurden die einzelnen Themen durch nachfolgende Inhalte untersetzt:

I Umwelterziehung im Physikunterricht

- Ziele und wesentliche Merkmale von Umwelterziehung
- Die Rolle der Hochschulen bei der Ausbildung von Fachkräften
- Umwelterziehung im Physikunterricht der ehemaligen DDR
- Umwelterziehung im Physikunterricht der alten BRD

II Energieversorgung kontra Klima und Umwelt

- „Treibhaus Erde“ - natürliche und künstliche Erwärmung
- Energiesituation - global und national

III Die Behandlung der „klassischen“ Energieumwandlung im Unterricht

- Erfolge und Probleme der Physik des 19. Jahrhunderts
- Varianten zur Strukturierung des physikalischen Lehrstoffes
- Zur Behandlung von technischen Anwendungen zu Energiewandlungen in der S I
- Zur Behandlung von technischen Anwendungen zu Energiewandlungen in der S II

IV Alternative Energiequellen

- Erneuerbare Energiequellen - eine Übersicht
- Geothermische Energie
- Gezeitenenergie
- Sonnenenergie
- Wasserkraft
- Windkraft

V Zur Gestaltung einer fächerübergreifenden Umwelterziehung

- Die Abfallproblematik aus der Sicht der verschiedenen Unterrichtsfächer
- Unterrichtsprojekte zur Thematik „Abfall“

VI Praktikum

- Experimente mit Sonnenkollektoren und Solarzellen

Dem Selbstverständnis von Fachdidaktik entsprechend wurde dem Kompetenzfeld „Fachwissenschaft“ eine große Bedeutung geschenkt (Schwerpunkte II und IV). Tragend für die Lehrveranstaltung war jedoch das Vermitteln von fachdidaktischen Kompetenzen (Schwerpunkte I, III, V und VI):

Im Zusammenhang mit der Behandlung von „klassischen“ Energieumwandlungen unter stärkerer Einbeziehung von Umweltaspekten wurden Inhalte und Unterrichtsstrukturen für die Sekundarstufen I und II diskutiert. Vor allem im Experimentierpraktikum konnten die Studierenden Versuchsanordnungen und Aufgabenstellungen erproben.

Die Projektarbeit war in jener Zeit ein (für die neuen Bundesländer) relativ neues Unterrichtskonzept. Folglich wurden in einem gesonderten Schwerpunkt Anregungen zur Gestaltung von Projekttagen gegeben (Schwerpunkt V). Dabei konnten die von der „Interdisziplinären Projektgruppe Umwelterziehung“ entwickelten Materialien sowie erste Erprobungsergebnisse genutzt werden (vgl. 5.3.).

Erziehungswissenschaftliche Reflexionen gehörten zum Inhalt des ersten Schwerpunktes.

Vertiefende Studien waren Gegenstand einer abschließenden Belegarbeit. Die Studierenden konnten sich dabei Themen aus drei Komplexen zuwenden:

I. Fachdidaktische Probleme bei der Umwelterziehung

- Koordinierung der Umwelterziehung als didaktische Notwendigkeit
- Bedeutung von audiovisuellen Medien bei der Umwelterziehung
- Lehrbücher als Mittel bei der Umwelterziehung

II. Reformansatz „Projektunterricht“ und Umwelterziehung

- Analysen zu Merkmalen und zur methodischen Struktur des Projektunterrichts
- Entwicklung von Projektmaterialien

III. Fachwissenschaftlich umweltrelevante Themen - didaktisch aufbereitet

- Entwerfen von Unterrichtssequenzen zur Umwelterziehung
- Entwicklung von Lehrerhandreichungen

(Eine Themenübersicht zu den eingereichten Belegarbeiten ist als Anlage A - 12.2 beigelegt.)

Die kritische Begleitung der in den Jahren 1993 und 1994 (Sommersemester 1993, Wintersemester 1993/94 und Sommersemester 1994) durchgeführten Kurse bewies die Praktikabilität des Konzeptes. Zugleich wurden aber auch Defizite deutlich, die sich vor allem auf das Kompetenzfeld „Soziologie/Politik“ konzentrierten:

- Die umweltpolitischen Rahmenbedingungen und Zielvorstellungen spielten nur eine marginale Rolle.
- Die Komplexität der Vernetzungen im Umweltbereich und auch die Probleme bei Risikoabschätzungen blieben motivational unbefriedigend.
- Die veränderten Umweltbedingungen und -erkenntnisse fanden zu wenig Eingang in das Kursangebot.

Bereits zum Wintersemester 1993/94 wurde eine Exkursion in das Programm aufgenommen. Damit sollten an einem umweltrelevanten Lernort (Großdeponie Halle-Lochau bzw. Heizkraftwerk Halle-Trotha) Fallstudien vor allem mit den Zielrichtungen durchgeführt werden, Theorie und Praxis zu vergleichen und Umwelt- und Sozialnetzwerke kritisch zu

hinterfragen. In Absprache mit den jeweiligen Einrichtungen informierten die Referenten der Firmen ausführlich über die politischen Rahmenbedingungen und über die Strategien ihrer Gesellschaften. In Diskussionen konnten die Studierenden am Beispiel konkreter Umweltprobleme das Spannungsfeld von individuellen, betrieblichen und gesellschaftlichen Kontroversen erleben.

Mit dem Wintersemester 1994/95 wurde der Schwerpunkt „Diskussion aktueller fachphysikalischer bzw. fachdidaktischer Probleme“ in das Kursangebot aufgenommen. Themen wie „Nutzung der Kernenergie - PRO und CONTRA“ stießen dabei auf reges Interesse bei den Studierenden.

Auf die sich ständig ändernden Voraussetzungen der Studierenden bzw. ihre wechselnde Interessenlage wurde reagiert, indem der Schwerpunkt „Zur Gestaltung einer fächerübergreifenden Umwelterziehung“ mit variablen Inhalten ausgefüllt wurde. Beispielsweise wurde Unterrichtsprojekte auch zu den Problemfeldern „Lärm“ und „Mobilität“ vorgestellt und diskutiert.

5.2.3. Wirkungen der Lehrveranstaltung und Schlussfolgerungen

„Umweltbildung von LehrerInnen ist eine überaus komplexe Aufgabe, die nur in einem längeren Prozeß hinreichend analysiert, konkretisiert und verifiziert werden kann. Denn jedwede Umweltbildung erfolgt zunächst einmal aus Voreinstellungen der am Lehr-/Lernprozeß Beteiligten, unter institutionellen Rahmenbedingungen und im Kontext der öffentlichen Meinung. Zudem muß sie konkurrierende Natur- und Umweltbezüge, und zwar Realerfahrungen wie paradigmatische Zugriffsweisen berücksichtigen, ferner beschreibende, analytische und integrierend-synthetische Arbeitsmethoden vermitteln und schließlich noch ihre umweltpädagogischen Ziele, curricularen Ansätze und didaktischen Strategien auf Schul- und Schülersituationen bzw. deren Interessen abstimmen.“ (SCHLEICHER 1994, S. 16)

Auf Grund dieser außerordentlichen Komplexität wurde bewusst darauf verzichtet, mögliche Wirkungen des absolvierten Kurses „Umwelterziehung im Physikunterricht“ durch übliche Verfahren (Fragebogen, Interview) zu erkunden. Erfasst wurde vielmehr, ob und in welcher Weise sich die Studierenden in späteren Abschnitten ihrer Lehramtsausbildung mit Fragen der Umwelterziehung beschäftigt haben. Dazu wurden schriftliche Arbeiten im Rahmen der ersten und der zweiten Staatsprüfung ausgewertet (Durch die institutionelle Trennung von erster und zweiter Phase der Lehrerausbildung besteht bei den Arbeiten zum Staatsexamen II kein Anspruch auf Vollständigkeit!).

In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass im Studiengang „Lehramt an Gymnasien“ bis zum Studienjahr 2001/2002 die Hausarbeit ausschließlich zu einem fachwissenschaftlichen Thema anzufertigen war, in das fachdidaktische Probleme einbezogen werden konnten. Hingegen durften Lehramtskandidaten für Haupt- und Realschulen ihre Hausarbeit auch zu einem fachdidaktischen Thema anfertigen.

In den 90er Jahren hatte sich im Fachbereich Physik der halleischen Universität der weitaus größere Teil der Lehramtskandidaten für die Gymnasiallehrausbildung eingeschrieben. Nur neun Studierende legten zwischen 1994 und 2000 die erste Staatsprüfung für das Lehramt Haupt- und Realschule an Sekundarschulen ab.

Von diesen Studierenden entschieden sich zwei für eine Arbeit aus dem Themenbereich der Umwelterziehung:

- „Umwelterziehung im Physikunterricht - Regenerative Energiequellen und Möglichkeiten für eine exemplarische Behandlung in der Sekundarstufe I“ (LUDWIG 1994)
- „Lärm - ein unvermeidbares Übel? Didaktische Umsetzung einer Projektidee an einer Sekundarschule“ (GÜNTHER 1996)

Über ihre Motive, für die erste Staatsexamensarbeit ein Thema aus dem Bereich der Umwelterziehung zu wählen, geben die beiden Lehramtskandidaten in der Einleitung Auskunft:

„In der Öffentlichkeit werden Umweltprobleme immer stärker wahrgenommen und dargestellt, deshalb ist die Umwelterziehung eine entsprechend dringliche und anspruchsvolle Aufgabe für die Schule. Umwelterziehung soll ökologische Handlungskompetenz des Lernenden anstreben. Es sollen Zusammenhänge begriffen, bewertet und daraus Schlußfolgerungen gezogen werden, die in die Tat umgesetzt werden können. Dazu ist es notwendig, daß Wissen vermittelt und Einstellungen erzeugt oder gar verändert werden.

Kinder und Jugendliche sind jedoch vielfältigen Einflüssen ausgesetzt, die den schulischen Bemühungen, für Umweltbelange zu sensibilisieren, entgegenwirken. Deshalb muß sich Umwelterziehung an Fragen, Problemen und vor allem an den Interessen der Schüler orientieren...

Für meine Hausarbeit wählte ich die Umwelterziehung. Ihr gilt mein Interesse. Zu diesem Thema besuchte ich Lehrveranstaltungen. Diese waren z.B. die Vorlesung ‘Physik und Umwelt’ und das Seminar ‘Umwelterziehung im Physikunterricht’. In den Vorlesungen wurden allgemeine Grundlagen zur Bedeutung der Umwelt vermittelt. Im Seminar wurde die reale Umwelterziehung in der Schule aufgezeigt, dazu zählte auch die didaktische Vereinfachung der schon bekannten Grundlagen. Das weckte mein Interesse für Arbeitsmaterialien, Medien und mögliche Unterrichtsmethoden.“ (LUDWIG 1994, S. 4)

„Gemäß §1 des Schulgesetzes des Landes Sachsen-Anhalt sind die Schülerinnen und Schüler ‘... zu verantwortlichem Handeln gegenüber Gesundheit, Natur und Umwelt zu befähigen.’ Im Seminar ‘Umwelterziehung im Physikunterricht’ wurden mir eine Vielzahl von Anregungen zur Verwirklichung dieser Aufgabe vermittelt, die ich mit großem Interesse verfolgte. Umfang und Vielschichtigkeit der ökologischen Bildung lassen es sinnvoll erscheinen, Probleme der Umwelt fächerübergreifend im Unterricht oder im Rahmen der Projekttag zu erörtern.

Da sich die meisten Schüler einer Haupt- und Realschule in der Pubertät befinden und ihre Interessen vor allem auf das eigene ‘Ich’ beschränkt sind, ist es wichtig, bei der Behandlung von Umweltfragen die individuellen Neigungen, Bedürfnisse und Probleme dieser Jugendlichen zu berücksichtigen. Dazu gehört auch die Lärmproblematik...

Der offensichtlich vorhandene Informationsbedarf der Schüler hinsichtlich der angeschnittenen Themen war für mich Anlaß, gemeinsam mit einer Biologielehrerin, welche einen Wahlpflichtkurs ‘Ökologie’ leitet, ein Projekt unter dem Motto ‘Lärm - ein unvermeidbares Übel?’ anzubieten.“ (GÜNTHER 1996, S. 6)

Auch einige der Referendare haben Aspekte der Umwelterziehung als Hausarbeitsthema zur zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien gewählt:

- „Regenerative Energiequellen - Ein Unterrichtsprojekt in der 10. Jahrgangsstufe“ (SCHUMANN 1996)

- „Lärm und Lärmschutz. Projektorientierter Unterricht zur Vertiefung und Festigung der Kenntnisse aus der Schwingungs- und Wellenlehre in der Jahrgangsstufe 10 des Gymnasiums“ (ROSENHAGEN 1996)
- „Zur Einbeziehung außerschulischer Lernorte in den Physikunterricht (Gymnasium Klasse 7) am Beispiel eines Kraftwerkes der Region im Stoffgebiet ‘Energie - Umwandlungsketten - Wirkungsgrad’“ (KROSSNER 1997)
- „Bau einer Biogasanlage - ein fächerübergreifendes Projekt, realisiert mit Schülern der Klassen 8 - 11 eines Gymnasiums“ (TEWES 1998)

Bemerkenswert ist die offenkundig enge Verbindung von Projektarbeit und Umweltbildung/Umwelterziehung sowie eine zunehmend kritische Sicht auf die diesbezüglich reale Situation an den Schulen:

„Zweifellos hängen das Ansehen eines Lehrers und seine pädagogische Kompetenz nicht davon ab, ob er im Verlaufe seiner Lehrtätigkeit schon einmal projektorientiert unterrichtet hat. Man könnte es aber als ‘kleine Schwäche’ bezeichnen, den Unterricht ausschließlich als Lehrgang durchzuführen, in dessen Verlauf die Schüler (wenn überhaupt) eine Vielzahl von Fakten und Zusammenhängen aufnehmen, jedoch wenig ‘für das Leben’ lernen. Die Ursache liegt u.a. in der Tatsache begründet, daß sich unsere komplexe Lebensumwelt nur unzureichend in die Fachsystematik einer Naturwissenschaft einordnen läßt. Offene Lernformen scheinen für die Entwicklung von Problemlösungsstrategien und Handlungskompetenz besser geeignet zu sein, was in dieser Arbeit zumindest für deren vielleicht populärsten Vertreter, den Projektunterricht, nachzuweisen wäre.“ (ROSENHAGEN 1996, S. 4)

„Auch wenn in der momentanen öffentlichen Diskussion Probleme der Wirtschaft einen größeren Stellenwert einnehmen und der ökologische Umbau unserer Gesellschaft von der Tagesordnung der Politiker verschwunden zu sein scheint, muß die Schule doch durch intensive und zielgerichtete ökologische Bildung ihrer Schülerinnen und Schüler dazu beitragen, daß künftige Generationen verantwortungsbewußter mit ihrer Umwelt umgehen...“

Als besonders geeignet, die angestrebten Ziele zu erreichen, erscheint die Projektmethode. Mehrere Säulen der Projektidee sind auch gleichzeitig wichtige Ansatzmöglichkeiten, ökologische Bildung erfolgversprechend durchzuführen...

Die Auseinandersetzung mit ökologischen Problemen wird aber nur dann zu einem Erkennen der Zusammenhänge und zu einer Handlungsfähigkeit führen, wenn die Schülerinnen und Schüler sich an konkreten praktischen Beispielen selbst bestätigen, diese Tätigkeiten weitgehend selbständig planen, durchführen und auswerten. Diese Handlungsorientierung der ökologischen Bildung ist die zweite Parallele zum Projektgedanken...

Der fächerübergreifende Aspekt bringt ein Nachdenken über die klassische 45-min-Unterrichtsstunde, die mögliche Auflösung des Klassenverbandes (altersübergreifender Aspekt) und das Teamteaching mit sich. Situationsbezug und Handlungsorientierung führen zu Überlegungen, nicht unbedingt die Schule als Lernort zu wählen.“ (TEWES 1998, S. 2)

Die Ausführungen in den Hausarbeiten und Gespräche mit Absolventen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg lassen erste Schlussfolgerungen hinsichtlich der weiteren Ausgestaltung der Spezialveranstaltung zu.

Als bewährte Komponenten wurden benannt:

- Vermittlung von fachwissenschaftlichen Grundlagen, die eine ökologische Dimension haben
Erforderlich ist jedoch eine Abstimmung mit dem fachwissenschaftlichen Grundstudium bzw. dem wahlobligatorischen Angebot im Fach. So wurde an der halleschen Universität über einige Jahre hinweg die Spezialveranstaltung „Physik und Umwelt“ angeboten.
- Ergänzung der obligatorischen fachdidaktischen Ausbildung durch Einbeziehung von umweltdidaktischen Komponenten
Das methodische Spektrum wird vor allem durch Anregungen für ein fächerübergreifendes und projektorientiertes Unterrichten erweitert. Es wird zugleich zielgerichtet auf eine fächerübergreifende Kooperation vorbereitet.
- Einbeziehung von außeruniversitären Lernorten

Bei der Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung sollte die Ausprägung von umwelt-didaktischen Komponenten im Mittelpunkt stehen. Dabei kommt den Fragen des Mensch-Gesellschaft-Natur-Verhältnisses aus der Sicht verschiedener Denkansätze und Fachgebiete eine besondere Bedeutung zu. Eine vom Fach ausgehende Thematisierung der sozialen, politischen und ökonomischen Verflechtungen der Umweltproblematik sollte dabei aber den Schwerpunkt bilden.

5.3. Der fächerübergreifende wahlobligatorische bzw. fakultative Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“

5.3.1. Zielstellung und Inhalt des Kurses

Die „Interdisziplinäre Projektgruppe Umwelterziehung“ (IPU) entwickelte bis Mitte der 90er Jahre Lehrmaterialien für die Umwelterziehung an allgemeinbildenden Schulen und begleitete zugleich ihre Erprobung wissenschaftlich:

- Lehrerhandreichung „Abfall - ein Umweltproblem unserer Wegwerfgesellschaft“ (HARTMANN 1993)
- Erprobung im Rahmen einer Projektwoche an einem halleschen Gymnasium (Oktober 1993)
- Lehrerhandreichung „Stadtökologie“ (1994 Konzeption, 1995 erste Teilabschnitte)
- Erprobung im Rahmen einer Projektwoche zum Thema „Leben in unserer Stadt“ (Oktober 1995)

Parallel zu diesen Vorhaben wurde der Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“ konzipiert.

Ausgangspunkt war die Erkenntnis, dass eine zeitgemäße universitäre Ausbildung in einer angemessenen Weise Umweltprobleme reflektieren sollte. In vielen Fächern, in denen umweltbezogene Themen behandelt werden, kommt es auf Grund ihrer hohen Komplexität häufig zu einem Überschreiten der Grenzen des jeweiligen Faches.

Mit dem Kurs sollte ein Beitrag dazu geleistet werden, bei den Studierenden ein Denken in offenen komplexen Systemen als Voraussetzung für ein tieferes Verständnis für Umweltprobleme zu entwickeln:

„Zur Entwicklung des ökologischen Denkens und Handelns sind nachfolgend genannte Fähigkeiten herauszubilden bzw. weiterzuentwickeln:

- *Sachkundiges Analysieren des Umweltzustandes auf der Grundlage von Umwelterkenntnissen,*

- Erkennen von zeitlich und räumlich auftretenden Fern- und Nebenwirkungen,
- Denken in komplexen kausalen Zusammenhängen,
- Erfassen und Anwenden physikalisch-chemischer, biologischer, gesellschaftlicher und anderer Gesetzmäßigkeiten,
- Erkennen von Umweltproblemen und Entwickeln von Lösungsvorschlägen,
- Herausbilden von ökologischer Handlungsbereitschaft.“ (HARTMANN in: ENTRICH, EULEFELD u. JARITZ 1995)

Im Ergebnis dieser Fallstudie wurde auch deutlich, dass in den geisteswissenschaftlichen Fächern umweltbezogene Studienanteile die Ausnahme darstellen. Dies hat vor allem in den Lehramtsstudiengängen gravierende Defizite zur Folge.

Bei der Konzipierung des Kurses gingen die Mitgliedern der Projektgruppe von drei grundlegenden Positionen aus:

1. Berücksichtigung möglichst aller relevanten Aspekte des Umweltschutzes
2. Ausgewogenheit von lokalen, regionalen und globalen Aspekten
3. Bedeutung des Praxisbezuges

Der Kurs wurde erstmals zum Sommersemester 1995 angeboten. Die grundlegenden Zielstellungen und die geplanten Methoden waren in der Ankündigung benannt worden:

„Ein fächerübergreifender fakultativer Kurs als Grundlage für den Einsatz als Umweltberatungslehrer. In Vorlesungen, Diskussionen und Exkursionen wird ein Überblick über wichtige ökologische Probleme unserer Zeit gegeben. Möglichkeiten des Umweltschutzes werden aufgezeigt und Informationen über umweltpolitische Rahmenbedingungen vermittelt.“ (vgl. Anlage A - 13.1.)

Seitdem fanden diese Kurse regelmäßig statt (Wintersemester 1995/96; Sommersemester 1996; Wintersemester 1996/97, 1997/98, 1998/99, 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002).

Inhaltlich erfolgte eine ständige Weiterentwicklung:

- Seit dem Sommersemester 1996 ist ein „Blockseminar im Schulumweltzentrum Franzigmark (Halle)“ Bestandteil des Kurses (vgl. Anlage A - 13.2.).

In vielen Bildungskonzeptionen für Umweltbildung wird dem Lernort eine große Bedeutung beigemessen. Bei den unterschiedlichen Auffassungen über einen „optimalen Lernort“ ist es unstrittig, dass Bezüge zu den Lerngegenständen und Zielsetzungen der Bildungsveranstaltung möglich sein müssen.

Das Schulumweltzentrum Franzigmark, am Stadtrand von Halle gelegen und dort an ein großes Naturschutzgebiet grenzend, bietet beste Bedingungen unter verschiedenen Aspekten:

- Die Umweltprobleme des Ballungsgebietes sind in diesem Raum beobachtbar und erfahrbar (räumlicher Aspekt)
- Umweltrelevante Sachverhalte sind erkennbar bzw. aufdeckbar (sachlicher Aspekt)
- Der Lernort ist für die Lernenden relevant, d.h. die Lernerfahrungen können in inhaltlicher und methodischer Hinsicht auf die Lebenspraxis übertragen werden (personaler Aspekt)

Diese Grenzlage des Umweltzentrums Franzigmark zwischen Stadt und Land bietet die Möglichkeit, sowohl einen städtisch geprägten Lebensraum mit seinen Belastungen zu erfahren (z.B. Luft- und Wasserverschmutzung), als auch intakte Landschaftsräume zu erleben. Ein derartiger Lernort hilft beim Schaffen einer Betrachtungsperspektive, die über den lokalen und regionalen Horizont hinaus schließlich zum Gesamtökosystem Erde führt.

In diesem Wochenendseminar sollen die Studierenden in ihrer Ganzheit angesprochen werden, d.h. sie sollen bei dem Erwerb von kognitiven, sozial-emotionalen und aktionalen Fähigkeiten unterstützt werden. Zugleich erhalten die Lehramtskandidaten Anregungen, wie Umweltbildung und -erziehung an Schulen realisiert werden kann.

MIKELSKIS (1993) u.a. beklagen zurecht, dass Lernprozesse das Erwerben von kognitiven Fähigkeiten in den Mittelpunkt stellen und die Ausbildung sozial-emotionaler und aktionaler Kompetenzen vernachlässigen.

Nach BREIDENBACH (1996) sollen Lernprozesse gerade in der Umweltbildung drei ergänzende Komponenten aufweisen, wobei in den einzelnen Phasen die eine oder die andere Komponente dominieren kann, ohne dass aber die Beziehungen zu den anderen Komponenten verloren gehen darf:

„1. Die kognitive Komponente, die ... auf die Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken, komplexe Problemlagen zu identifizieren und differenziert zu betrachten sowie auf die Aneignung von Wissen zielt.

2. Die sozial-emotionale Komponente, die nach Hoffnungen und Ängsten, Zuversicht, Empathie, Konfliktfähigkeit und sozialem Miteinander fragt. Sie verweist außerdem auf die Tatsache, daß Lernprozesse stets soziale Prozesse der Interaktion zwischen den Beteiligten darstellen, die gemeinsam etwas hervorbringen.

3. Die aktionale Komponente, d.h. konkretes Handeln, das im Rahmen individueller bzw. gemeinsamer Möglichkeiten verändernd und gestaltend auf die unmittelbare Lebenspraxis bzw. Lebensumstände und deren soziale, politische, ökonomische und ökologische Bedingungen Einfluß nehmen will.“ (BREIDENBACH 1996, S.252)

Die Inhalte des Wochenendseminars wurden so gewählt, dass alle drei Komponenten thematisiert werden.

- Das Spektrum der angebotenen Themen wurde erweitert. Dabei sollten der globale Charakter von Umweltproblemen noch stärker herausgearbeitet werden („Umweltpolitik und Umweltschutz in Japan“) sowie die sozialwissenschaftlichen Aspekte des Umweltverhaltens („Umweltbewusstsein und Umweltverhalten“) eine Aufwertung erfahren (vgl. Anlage A - 13.3.).

5.3.2. Bilanzen

Das erstmalige Angebot des Kurses im Sommersemester 1995 stieß zunächst nicht auf die erhoffte Resonanz: Unter den Teilnehmern bildeten die interessierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Universität die Mehrheit. Gleichwohl erbrachten die Diskussionen im Rahmen der einzelnen Veranstaltungen viele neue Erkenntnisse und Einsichten, zugleich aber auch Anregungen zur weiteren Ausgestaltung des Kurses.

Mit der Anerkennung als Leistungskurs im Rahmen des erziehungswissenschaftlichen Begleitstudiums ab dem Wintersemester 1995/96 stieg die Relevanz des Kurses für die Studierenden. Gleichzeitig wirkte sich aber der Anfang der 90er Jahre eingetretene drastische Rückgang in den Einschreibungszahlen für ein Lehramtsstudium negativ auf die Teilnehmerzahlen aus.

Zum Wintersemester 1998/99 wurde das Kursangebot auch einer berufsbildenden Schule (Ausbildungsrichtung Umwelttechniker / Umweltschutzassistenten) unterbreitet und von den Auszubildenden rege angenommen (vgl. Tab. 23).

Tab. 25: Teilnehmer am Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“ (Erfasst wurden nur diejenigen Studierenden bzw. Auszubildenden, die an mehr als 50% der Veranstaltungen teilnahmen!)

Semester	Teilnehmer Studierende / Auszubildende
Wintersemester 1995/96	6
Sommersemester 1996	6
Wintersemester 1996/97	12
Wintersemester 1997/98	10
Wintersemester 1998/99	7 / 10
Wintersemester 1999/2000	7 / -
Wintersemester 2000/2001	1 / 6
Wintersemester 2001/2002	11 / -

Seit dem Wintersemester 1997/98 wurde seitens der IPU eine Selbstevaluierung des Kurses vorgenommen (HARTMANN). Die Kursteilnehmer erhielten dazu in der vorletzten Veranstaltung Fragebögen ausgehändigt, die zur letzten Zusammenkunft ausgefüllt abgegeben werden konnten. Als Fragestellungen wurden u.a. gewählt:

„Frage 1:

Was hat Sie zur Teilnahme an dieser Lehrveranstaltung bewogen? (Mehrfachnennung möglich)

a) *Ich interessiere mich für Umweltfragen!*

b) *Sie wurde mir vom Studienberater/Hochschullehrer empfohlen!*

c) *Sie wurde mir von Kommilitonen empfohlen.*

d) *Umweltfragen halte ich in meinem späteren Berufsfeld für wichtig.*

e) *Studienangebot ist prüfungsrelevant (Leistungsschein).*

Frage 2:

Wie schätzen sie das Verständnis der Vorträge ein? Ist Ihnen die Sichtweise/Schwerpunkt der einzelnen umweltwissenschaftlichen Disziplinen deutlich geworden?

a) *sehr gut*

b) *gut*

c) *ausreichend*

d) *kaum zu verstehen, da zu fachwissenschaftlich“*

Frage 7:

Halten sie das Lehrangebot hinsichtlich Ihres persönlichen Handelns und Ihres künftigen Berufsfeldes für förderlich?“

(HARTMANN: Fragebogen zum Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“. Internes Arbeitsmaterial der IPU)

Wesentliche Ergebnisse der erstmals durchgeführten Evaluierung waren u.a.:

- Die Kursteilnahme wird vor allem mit dem persönlichen Interesse an Umweltfragen begründet (90% der Befragten). Zusätzlich gibt ein großer Teil der Studierenden an, dass diese Problematik als wichtig für die spätere Tätigkeit angesehen wird (70%).
- 70% der Befragten erklärten, dass ihnen die Sichtweise bzw. die Schwerpunkte der einzelnen Bereiche sehr gut bzw. gut deutlich geworden sind.
- Die Hälfte der Kursteilnehmer fand das Lehrangebot als förderlich für das künftige Berufsfeld. Insbesondere die Lehramtskandidaten wünschten sich eine noch größere Praxisorientiertheit.

5.4. Fortbildung von Physiklehrerinnen und Physik Lehrern zu Themen mit umweltbezogener Aspekten

5.4.1. Zielstellungen, Inhalte und Formen der Lehrerfortbildung am Fachbereich Physik / Fachgruppe Didaktik der Physik

Im Sinne des UNESCO/UNEP-Kongresses von Moskau wurde Anfang der 90er Jahre begonnen, ein Fortbildungsangebot mit umweltrelevanten Inhalten aufzubauen.

Die Entwicklung vollzog sich dabei auf zwei Ebenen:

1. Aufbereitung fachimmanenter Bezüge und Entwicklung von fachdidaktischen Materialien
Auf der Grundlage der bestehenden Rahmenrichtlinien wurden Möglichkeiten für ein stärkeres Herausarbeiten von Umweltbezügen untersucht und fachdidaktisch aufgearbeitet.

Auf dieser Ebene dominierte das Vermitteln von erweiterten Sachinformationen. Gleichzeitig wurden Unterrichtskonzepte entwickelt und erprobt. Im Mittelpunkt stand dabei die Projektarbeit. Die Abstimmung mit anderen Schulfächern war bei diesen Projekten intendiert (fächerkoordinierendes Vorgehen).

Beispiele für Fortbildungsthemen (vgl. Anlage A - 14):

- „Energieversorgung kontra Klima und Umwelt“
- „Direkte Nutzung der Sonnenenergie“
- „Lärm und Lärmschutz“
- „Projekte im Physikunterricht“

Beispiele für Dokumentationen von Projekten (Video-Filme):

- „Abfall - ein Umweltproblem unserer Wegwerfgesellschaft“ (IPU)
- „Das Blockheizkraftwerk im Klassenzimmer“ (LICHTFELDT/RIEDL)
- „Lärm - Messungen und Wirkungen“ (RIEDL)

2. Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten und Lehrmaterialien

Mit den Reformen im Bildungswesen Sachsen-Anhalts (Einführung der Förderstufe, Fortschreibung der Rahmenrichtlinien) wurden für die Schulen administrative Bedingungen geschaffen, fächerübergreifendes Lernen zu gestalten (vgl. 4.3.1.). Unübersehbar sind jedoch die bestehenden Schwierigkeiten - die Fächerstruktur an den Schulen, die disziplinäre Ausbildung der Lehrerinnen und Lehrer in ihren beiden Phasen und die Organisation des Stundenbudgets.

Groß sind auch gegenwärtig noch die Defizite an entsprechenden Konzepten, aber auch an geeigneten Lehrmitteln.

Folglich rückte Ende der 90er Jahre diese Ebene stärker in den Mittelpunkt.

Beispiele für Fortbildungsthemen (vgl. Anlage A - 14):

- „Das Thema ‘Bewegung’ im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften“
- „Naturerfahrungen und Naturwissenschaften im Unterricht der Grund- und Sekundarschulen. Naturphänomene I“
- „Möglichkeiten der Umwelt- und Gesundheitserziehung in der Förderstufe“

Beispiele für entwickelte Lehrmaterialien (vgl. Literaturverzeichnis!):

- Gesund leben in einer gesunden Umwelt. Projektheft für Schüler. Berlin 1998
- Gesund leben in einer gesunden Umwelt. Lehrerheft. Berlin 1998
- Bewegung. Lehrbuch für den Lernbereich Naturwissenschaften. Berlin 1999

Zielgruppen waren bei den Veranstaltungen im Rahmen der landesweiten staatlichen Fortbildung (als Träger fungiert das Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt LISA) insbesondere Fachmoderatoren und Fachseminarleiter. Alle anderen Fortbildungsangebote (Mehrertages- und Tagesveranstaltungen, Zusammenkünfte an Nachmittagen) wurden den Lehrerinnen und Lehrern an Sekundarschulen, Gesamtschulen und Gymnasien angeboten.

Bei den Themen, die der zweiten Ebene zuzurechnen sind, wurden ausdrücklich „fachfremde“ Lehrerinnen und Lehrer eingeladen.

Hinsichtlich der Organisationsformen dominierte bei der Vermittlung von Sachwissen die Vorlesung. Je nach Möglichkeit wurde diese durch Demonstrationen von Experimentieranordnungen bzw. durch praktische Übungen ergänzt. In der Regel seminaristisch wurden die fachdidaktischen Inhalte (Merkmale und didaktische Struktur von Projektarbeit, Gestaltung der Fächerkoordination u.a.) erarbeitet. Dabei spielte der Erfahrungsaustausch stets eine zentrale Rolle.

Neben diesen konventionellen Formen der Fortbildung wurde dem FB Physik zum Wintersemester 1998/99 erstmals die Ausrichtung eines „Kurses für langjährig tätige Lehrkräfte“ übertragen.

„Lehrkräfte, die bereits mehrere Jahre an Schulen im Land Sachsen-Anhalt tätig sind, sollen im Rahmen eines einsemestrigen Fortbildungskurses die Möglichkeit erhalten, das für ihre Berufsausübung erforderliche Wissen und Können auf den Gebieten eines Faches (bzw. einer beruflichen Fachrichtung), einer Fachdidaktik und der Erziehungswissenschaften (einschließlich Medienpädagogik) zu vertiefen, zu aktualisieren und zu erneuern ...

Die Kurse werden in der Regel für ein Unterrichtsfach ausgeschrieben. Etwa 50 v.H. der Kurszeit sollte der Fortbildung im Fach bzw. in der beruflichen Fachrichtung (einschließlich fachübergreifender Aspekte bzw. Fachpraktika) zur Verfügung stehen. 30 v.H. des Stundenvolumens sollten fachdidaktische und 20 v.H. erziehungswissenschaftliche Lehrveranstaltungen sein.“ (SVBl. LSA Nr. 15/1997, S. 532)

Die Adressaten des ersten Fortbildungskurses waren Sekundarschullehrer. Die konzeptionelle Vorbereitung des Kurses unter dem Thema „Physikalische Phänomene in der Natur und moderne Entwicklungsrichtungen in der Technik“ erfolgte in enger Abstimmung zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik.

In der Ausschreibung dieses Fortbildungskurses („Zertifikatskurs“) durch das Kultusministerium wurden als Schwerpunkte angekündigt:

- physikalische Grundlagen des Erdklimas und Fragen der Energieversorgung
- natürliche und künstliche Radioaktivität - Anwendungen und mögliche Gefahren
- Licht - von den Farben in der Natur bis zum Laser
- Mikrostrukturphänomene und Anwendungen
- Experimentierpraktika und Exkursionen
- Einsatz moderner Medien im Schulunterricht
- Diskussion von methodischen Konzepten und modernen Unterrichtsmethoden

Mit diesem Kurs wurde auch die Absicht verfolgt, die Umweltkenntnisse der Teilnehmer dem aktuellen Entwicklungsstand anzupassen und bestehende Zusammenhänge aufzuzeigen. Damit sollten zugleich Anregungen für die Umsetzung der überarbeiteten Rahmenrichtlinien für Physik an Sekundarschulen gegeben werden:

„Der Physikunterricht als naturwissenschaftliches Unterrichtsfach kann nicht isoliert seinen Beitrag im Fächerkanon leisten, sondern hat die übergreifende Aufgabe,

Gemeinsamkeiten und Verflechtungen der naturwissenschaftlichen Fächer den Schülerinnen und Schülern sichtbar und verständlich zu machen. Interdisziplinäres Arbeiten sowie die Gestaltung fachübergreifender und fächerverbindender Unterrichtsformen müssen damit neben dem fachspezifischen Arbeiten verstärkt Berücksichtigung finden. Dem Fach Physik ist auch die Aufgabe gestellt, zur ganzheitlichen Betrachtung gesellschaftlicher Kernprobleme beizutragen.“ (RRL Sekundarschule 1999, S. 6)

Aus fachdidaktischer Sicht wurden im Kurs u.a. Fragen der Organisation des fächerübergreifenden Unterrichts, der Einbeziehung außerschulischer Lernorte und der Ausgestaltung des Tätigkeitskonzeptes diskutiert.

Tab. 26: Übersicht über umweltrelevante Themen im Kurs „Physikalische Phänomene in der Natur und moderne Entwicklungsrichtungen in der Technik“
(Quelle: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik: Einsemestriger Fortbildungskurs für Lehrkräfte / Physik an Sekundarschulen. Halle 1998)

Nummer des Themas	Stunden-zahl	Thema	Dozent
F 1	4	Erdklima I (Temperatur, Strahlung, Energiebilanz)	Schmidt
F 2	4	Erdklima II (Dynamik der Atmosphäre, atmosphärische Zirkulation, Wasserkreislauf)	Schmidt
F 3	4	Alternative Energien	Riedl
F 6	4	Farberscheinungen der Atmosphäre	Grau
F 8	4	Kernphysik I (Atomkernaufbau, natürliche Radioaktivität)	Schmidt
F 9	4	Kernphysik II (künstliche Radioaktivität, radioaktive Strahlung)	Schmidt
F 10	4	Kernenergie	Grätz
FD 4	2	Zur Behandlung des Themas „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“	Riedl
FD 3/5	1/3	Physiklernen in einer Lernwerkstatt	Godau
FD 7/8	2/1	Projektarbeit	Godau / Riedl
FD 14	2	Elektrosmog - ein Thema für die Schule?	Godau
Prak 1	4	Experimente zur Wärmestrahlung und zu regenerativen Energien	Riedl
Prak 3	4	Experimente zur Kernphysik	Riedl
Exk 1	4	Besuch der Abfallwirtschaft Halle-Lochau	Riedl

Zum Wintersemester 1999/2000 wurde für Gymnasiallehrer ein Kurs mit dem Thema „Von der Erklärung ausgewählter Naturphänomene zur Erforschung der Mikrophysik“ konzipiert und realisiert. Schwerpunkte dieses Fachkurses waren u.a.

- physikalische Erscheinungen der Atmosphäre (Strahlungsgesetze, Erdklima)
- neuere Aspekte in der Entwicklung der Quantenphysik

- Nutzung neuerer Ergebnisse in der experimentellen Technik (Tunnelmikroskopie, nichtlineare Optik, Synchrotronstrahlung)
- Einsatz moderner Medien im Schulunterricht
- Diskussion von methodischen Konzepten
- Experimentalpraktika
- Exkursion in das Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik

Mit den Inhalten aus dem ersten Schwerpunkt wurde auf die fachliche Grundlegung des Themas „Temperaturstrahlung“ aus dem Schuljahrgang 11 und auf eine fächerübergreifende Betrachtung der Klimaproblematik gezielt. Auf diesen theoretischen Grundlagen aufbauend wurde eine didaktisch-methodische Konzeption entwickelt und zur Diskussion gestellt, die insbesondere auch Anregungen für eine handlungsorientierte Unterrichtsgestaltung sowie für vielfältige experimentelle Untersuchungen enthielt (vgl. 4.4.2. und RIEDL 2001).

Damit sollten den Kursteilnehmern Anregungen gegeben werden, die für das Umsetzen der in den Rahmenrichtlinien ausgewiesenen neuen Akzente in der Schulpraxis hilfreich sein können:

„Das Fach Physik leistet durch die Auseinandersetzung mit Phänomenen und Vorgängen in der Technik einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftliche Erkenntnisse und deren technische Anwendungen. Damit werden wichtige Voraussetzungen für die künftige Bewältigung der technisch geprägten Lebenswelt geleistet sowie Grundlagen für die sachkundige Einflussnahme und die Gestaltung wirtschaftlicher, technischer und sozialer Rahmenbedingungen geschaffen. Ihr Wissen soll die Lernenden befähigen, Möglichkeiten und Grenzen des technischen Fortschritts sowie auch potentielle Gefahren sachkundig beurteilen zu können.“ (RRL Gym 1999, S. 6)

Einen breiten Raum nahmen im Kurs auch Diskussionsrunden zu aktuellen Schwerpunkten der Unterrichtsgestaltung ein (z.B. „Zur Gestaltung eines fächerübergreifenden Unterrichts“, „Erfahrungsaustausch zum Unterricht in der Einführungsphase“).

Tab. 27: Übersicht über umweltrelevante Themen im Kurs „Von der Erklärung ausgewählter Naturphänomene zur Erforschung der Mikrophysik“
(Quelle: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik: Einsemestriger Fortbildungskurs für Lehrkräfte / Physik an Gymnasien. Halle 1999)

Nummer des Themas	Stunden-zahl	Thema	Dozent
F 1	4	Farberscheinungen der Atmosphäre	Grau
F3	5	Erdklima	Schmidt
FD 2	3	Methodisches Konzept „Temperaturstrahlung“	Riedl
FD 6	3	Zur Gestaltung eines fächerübergreifenden Unterrichts	Godau/ Kolwig/ Riedl
FD 11	2	Erfahrungsaustausch zum Unterricht in der Einführungsphase	Riedl
Prak 2	6	Experimente zur Schulphysik	Riedl

5.4.2. Erfahrungen und Schlussfolgerungen

In den 90er Jahren haben sich bundesweit Veränderungen bezüglich der Wahrnehmung von Umweltproblemen vollzogen, die auch an den Reaktionen durch einzelne Teile der Gesellschaft nachzuvollziehen sind. Gerade in den neuen Bundesländern wurde Forderungen nach einer intakten Umwelt rasch von den Ängsten um den Arbeitsplatz abgelöst.

Aber auch unter den Heranwachsenden kam es zur unübersehbaren Veränderungen.

„Längst vorbei sind die Zeiten, da die als globale erkannte Umweltkrise die Unterrichtsinhalte und -methoden bestimmte. Diese Krisenpädagogik war für das Schülerbewusstsein nicht verkraftbar. Sie langweilte in ihrer dramaturgischen Vielschichtigkeit und ließ vor allem jede Hoffnung auf Lösungsmöglichkeiten vergeblich erscheinen. Frust total! Nicht, dass die durch den Ersten Bericht des Club of Rome Anfang der 70er Jahre bekannt gemachte Gefahr erledigt wäre. Im Gegenteil...

Und die inzwischen auch von der Wirtschaft bemühte Parole von der Nachhaltigkeit als Grundorientierung für Fortschritt wird eher als ökologisches Alibi denn als Pflicht zur Neuorientierung verstanden. So gesehen befinden wir uns in einer äußerst problematischen Verschleierungssituation.“ (ALTNER 1999, S. 2)

Diese Verschiebung im öffentlichen Interesse wirkte sich auch auf die Resonanz zu Fortbildungsmaßnahmen mit ökologischem Inhalt aus: Während die universitären Angebote zu Inhalten aus der ersten Ebene – Aufbereitung fachimmanenter Bezüge und Entwicklung von fachdidaktischen Materialien - zunächst eine hohe Beteiligung erfuhren, fielen in den letzten Jahren die Teilnehmerzahlen an derartigen Veranstaltungen.

Dieser Trend wurde sicherlich auch durch andere Einflüsse (u.a. durch die Zunahme des Fortbildungsangebotes durch weitere Träger, Irritationen hinsichtlich der beruflichen Laufbahn bei den Lehrkräften und Informationsdefizite an den Schulen) verstärkt.

Demgegenüber stießen die angebotenen Veranstaltungen zu Themen aus der zweiten Ebene – Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten und Lehrmaterialien – auf ein größeres Interesse. Neben einem generellen Informationsbedürfnis wurde dieses Verhalten sicherlich durch das im Zusammenhang mit der Fortschreibung der Rahmenrichtlinien angekündigte Einführen von fächerübergreifenden Themen in den Schuljahrgängen 7 bis 10 bedingt.

Da seitens des Kultusministeriums die Absicht besteht, die oben beschriebenen Zertifikatskurse auch in den Folgejahren durchzuführen, wurde bereits nach Abschluss des ersten Kurses diese Fortbildungsmaßnahme durch die zuständige Behörde evaluiert. Die verwendeten Fragebögen wurden dem Kursleiter später zur internen Auswertung übergeben (vgl. Anlage A - 15).

Bei der Dateninterpretation ist zu beachten, dass durch die begrenzte Teilnehmerzahl am Zertifikatskurs für Sekundarschullehrer (n = 12) die Befragungsergebnisse nur beschränkt verallgemeinerungsfähig sind.

Zur besseren Interpretation der von den Teilnehmern gemachten Aussagen und auf Grund des fehlenden Einflusses auf die Anlage der Fragebögen wurden die einzelnen Fragen nachträglich numerisch skaliert:

- Bei den sechsstufigen Skalen der Fragen 1 - 5 und 7 wurde der höchste positive Ausprägungsgrad („zufrieden“, „hoch“, „verständlich“, „angemessen“, „sehr empfehlen“) mit „1“ beziffert, der geringste Ausprägungsgrad („unzufrieden“, „gering“, „unverständlich“, „unangemessen“, „nicht empfehlen“) mit „6“.
- Bei der ebenfalls sechsstufigen Skala der Frage 6 wurde der Polarität „zu viel“ der Wert „+ 3“, der Polarität „zu wenig“ der Wert „- 3“ zugeordnet.

Die Teilnehmer waren mit dem „Kurs ganz allgemein“ zufrieden (Frage 1: 1,3) und würden diesen den Fachkolleginnen und Fachkollegen empfehlen (Frage 7: 1,9).

Dabei war der „Gewinn für mich persönlich“ höher (Frage 2: 1,6) als der „Gewinn für meine berufliche Tätigkeit“ (Frage 3: 2,2). Die Wertung von 2,2 gestattet aber die Einschätzung, dass viele schulrelevante Inhalte anwendungsnah thematisiert worden sind.

Aus hochschuldidaktischer Sicht sind vor allem die Antworten auf die Fragen 4, 5 und 6 wichtig: „Die Vermittlung der Inhalte“ wurde als „überwiegend verständlich“ bezeichnet (Frage 4: 2,1).

Generell stießen die gewählten Arbeitsformen auf Akzeptanz (Frage 5: 1,3). Als genau richtig wurde der Anteil der praktischen Übungen bzw. Praktika eingeschätzt (Frage 6.d: ± 0). Der Umfang an Gruppenarbeit und die Anzahl bzw. der Inhalt der Exkursionen wurden als angemessen gewertet (Frage 6.c: + 0,6 bzw. Frage 6.e: + 0,7).

Bei den nachfolgenden Kursen sollte beachtet werden, dass der Anteil der Vorträge/Referate (Frage 6.a: + 1,1) etwas zugunsten von Gesprächen/Diskussionen (Frage 6.b: - 0,9) reduziert wird.

5.5. Möglichkeiten für eine Intensivierung der Umweltbildung/Umwelterziehung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

ENTRICH, EULEFELD und JARITZ konnten bereits 1995 in den „Fallstudien zu Umwelterziehung. Umweltbildung in Forschung, Lehre und Studium“ konstatieren, dass es an einer Reihe von Universitäten und Hochschulen Zentren gibt, die sich aus disziplinübergreifender Sicht mit Umweltfragen beschäftigen. Ferner existierten an verschiedenen Institutionen Arbeitsgruppen, die bestehende Ansätze zur Gestaltung von Umweltbildung/Umwelterziehung sowie aktuelle Aufgaben koordinieren.

Dennoch bestand nach Auffassung der Autoren bundesweit ein dringender Handlungsbedarf:

„Alle Hochschulen und Universitäten sollten sich angesichts der Tragweite der globalen, existenzbedrohenden Umweltprobleme, die technischer Fortschritt mit sich bringt, verpflichtet fühlen, ihre aus den verschiedenen Formen der Umweltforschung resultierenden Erkenntnisse auch in ein entsprechendes, fest institutionalisiertes und prüfungsrelevantes, d.h. verpflichtendes Lehrangebot zu übertragen. Dies dürfte nur über die Bildung entsprechender Institute und entsprechend einzurichtender Professuren, sowie über eine intensive Form der Zusammenarbeit und des Gedankenaustausches möglich sein, setzt zuvor aber immer das Bewußtsein von der Notwendigkeit solcher Einrichtungen voraus.“ (ENTRICH, EULEFELD u. JARITZ 1995, S. 343)

An der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurden Anfang der 90er Jahre Strukturen geschaffen, die prinzipiell gute Möglichkeiten zur Etablierung der Umweltbildung/Umwelterziehung bieten:

- Neugründung des Fachbereiches Erziehungswissenschaften (1991)
- Gründung des Universitätszentrums für Umweltwissenschaften (1991)
- Gründung des Zentrums für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung (1994)

Jedoch gibt es auch gegenwärtig noch keine für alle Lehramtskandidaten verbindlichen Studienangebote zu den Grundlagen der Umweltbildung/Umwelterziehung. Dieses Defizit ist vor allem deshalb problematisch, weil heutige Konzeptionen eine Wirkung weit in die Zukunft entfalten:

„Noch immer wird durch die Ausbildung - gerade auch bei den pädagogischen Berufen - die ungenügende Reflexion der Umweltproblematik in den nicht-

naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern der Schule vorprogrammiert. Wenn in den erziehungswissenschaftlichen Disziplinen, einschließlich der Psychologie, Umwelterziehung/Umweltbildung gar nicht oder nur tangential vorkommt, dann bleiben wesentliche Möglichkeiten der Hochschulen und Universitäten ungenutzt. Gerade in diesen Bereichen besteht Nachholebedarf, soll sich umweltrelevantes Sachwissen bei den Adressaten auch in entsprechende Handlungsbereitschaft und -kompetenz umsetzen.“ (ENTRICH, EULEFELD u. JARITZ 1995, S. 342)

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass von den Forschungsprojekten des Institutes für Pädagogik am FB Erziehungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg keines Umweltfragestellungen beinhaltet (Stand Mai 2001), obwohl gerade in diesem Bereich der Mensch mit den von ihm geschaffenen Strukturen immer mehr in den Mittelpunkt rückt. Diese Defizite müssten besonders für die Arbeitsbereiche „Allgemeine Erziehungswissenschaft“ und „Schulpädagogik/Allgemeine Didaktik“ Anlass für kritische Reflexionen sein.

Die Gründung des Zentrums für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung (ZSL) an der Martin-Luther-Universität sollte Schulforschung und Lehrerbildung institutionell verbinden.

„Mit der Gründung des ZSL und der Verknüpfung von Schulforschung und Lehrerbildung wird dem Sachverhalt Rechnung getragen, daß die universitäre Lehrerausbildung erst aus dem Zusammenspiel verschiedenster Disziplinen entsteht und daher in Forschung und Lehre einer Koordination bedarf...“

Schwerpunkte der Forschungsarbeit des ZSL sind Schul-, Unterrichts- und Bildungsforschung. Auf der Basis von Grundlagen- und Verwendungsforschung werden Beiträge zur konzeptionellen Weiterentwicklung von Schulsystem, Unterricht und Lehrerbildung erbracht und damit Anregungen und wissenschaftliche Beratung für Schulentwicklung und Bildungsplanung bereitgestellt.“ (ZSL 1999, S. 6)

Eine Analyse der Inhalte laufender bzw. bereits abgeschlossener Forschungsprojekte des ZSL macht deutlich, dass jedoch nicht eines der bearbeiteten Themen eine Affinität zu Fragen der Umweltbildung/Umwelterziehung aufweist. Auch die perspektivischen Projekte sehen die Umweltproblematik nicht vor (vgl. www.zsl.uni-halle.de).

Einige Ursachen für diese Situation werden bereits in der aufgeführten Fallstudie benannt:

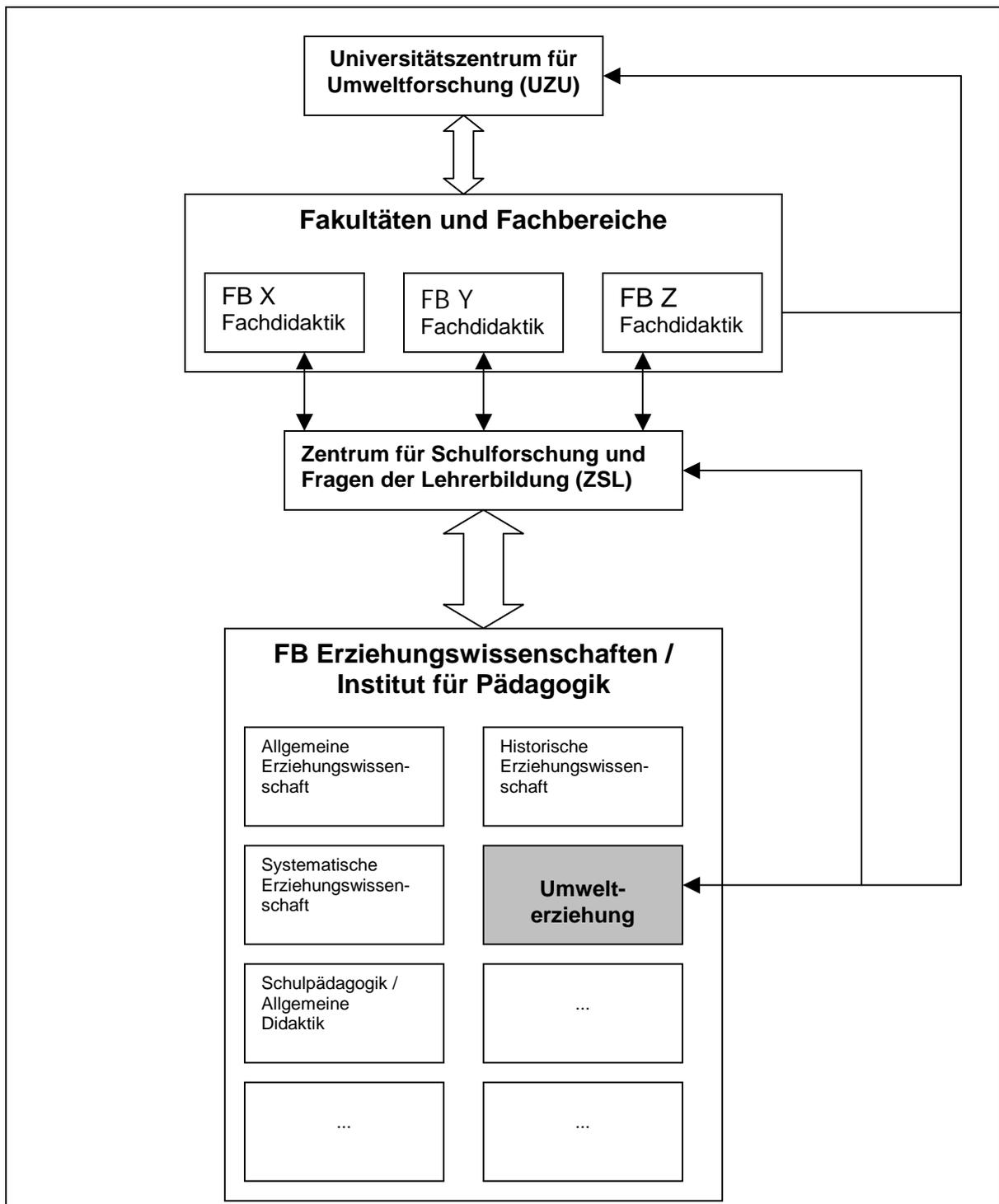
„Die Schwierigkeit liegt zum Teil darin, daß weder Umwelterziehung noch Umweltbildung den Charakter eines Wissenschaftsgegenstandes oder gar einer Wissenschaft selbst haben. Es gibt weder die Wissenschaft Umwelterziehung noch die Wissenschaft Umweltbildung; daher gibt es auch nicht den Umwelterziehungswissenschaftler oder den Umwelterzieher oder den Umweltbildungswissenschaftler.“ (ENTRICH, EULEFELD und JARITZ, S. 344)

Es bedarf folglich engagierter Wissenschaftler (gerade auch aus den Geisteswissenschaften!), die sich in Forschung und Lehre mit umweltrelevanten Fragestellungen befassen. Offenkundig sind die personellen Voraussetzungen dafür an der halleschen Universität aber nicht gegeben. Dennoch gibt es gute Möglichkeiten, diese Situation schrittweise zu verändern:

- Ausgehend von einem intensiven Gedankenaustausch sollten in einer ersten Stufe Fragen der Kooperation zwischen den einzelnen Fachdisziplinen geklärt werden. Zugleich könnten dabei bestehende Ängste um den Erhalt der Inhalte des eigenen Faches abgebaut werden. Als Foren für diese Form der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Fächern wären an der Martin-Luther-Universität sowohl das Zentrum für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung (ZSL) als auch das Universitätszentrum für Umweltwissenschaften (UZU) denkbar. In dieses Forum sollten Kommissionen oder Gruppen, die schon seit Jahren eine derartige Zusammenarbeit pflegen, einbezogen werden.

- In einer zweiten Stufe wäre denkbar, eine organisatorische Einrichtung zu schaffen, die speziell den Auftrag besitzt, Forschung und Lehre zu umweltrelevanten Fragen im Rahmen der Lehrerbildung zusammenzuführen. Da erziehungswissenschaftliche Studien ein integrativer Bestandteil eines jeden Lehrerstudiums ist, sollte folglich ein derartiger Arbeitsbereich „Umwelterziehung“ am Institut für Pädagogik im FB Erziehungswissenschaften eingerichtet werden (vgl. Abb. 10).

Abb. 10: Strukturentwurf für die organisatorisch-institutionelle Ebene der Umweltbildung/Umwelterziehung für Lehramtskandidaten an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Hinsichtlich der Lehre müsste als ein Ziel angestrebt werden, einen verpflichtenden Studienanteil an Umweltbildung/Umwelterziehung in alle Lehramtsstudiengänge aufzunehmen. Dabei kann zu gegebenem Zeitpunkt entschieden werden, in welchem der in der Studien- und Prüfungsordnung ausgewiesenen Ausbildungsteile - fachwissenschaftlich, fachdidaktisch oder erziehungswissenschaftlich - die Anrechnung der erbrachten Studienleistungen erfolgt.

6. Zusammenfassung zur Arbeit und weiterführende Fragestellungen

Im Schulgesetz Sachsen-Anhalts aus den Jahre 1996 wird die Thematisierung des Komplexes „soziale Lebenswelt der Menschen – natürliche Umwelt“ festgeschrieben. In den „Richtlinien zur ökologischen Bildung“ werden die Zielstellungen präzisiert:

Die Umweltbildung/Umwelterziehung wird zu einer Aufgabe für alle Fächer, für alle Schulstufen und für alle Schulformen erklärt. Bei der didaktischen und methodischen Umsetzung wird auf

- Vermittlung von ökologischen Grundkenntnissen
- Entwicklung zukünftiger Wertehaltungen
- Situationsbezug und Lebensnähe
- Handlungsorientierung
- fächerübergreifendes Arbeiten

orientiert.

Damit sind wichtige didaktische Prinzipien, die laut BLK-Orientierungsrahmen von 1998 die „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ charakterisieren sollen („innovative Lernformen“, „Kompetenzerwerb in realen Lebenssituationen“), bereits aufgeführt. Von entscheidender Bedeutung wird es folglich sein, solche Rahmenbedingungen zu entwickeln, die die Ausprägung der entscheidenden ökologischen Schlüsselqualifikationen - Verstehen des umwelt-ethischen Prinzips der Redität und Fähigkeiten zur eigenverantwortlichen Mitwirkung - fördern.

Untersuchungen zum aktuellen Stand von Umweltbildung/Umwelterziehung im Bundesland Sachsen-Anhalt und zu künftigen Entwicklungen erfordern folglich Analysen zur Genese genauso wie Vergleiche mit der Situation in anderen Ländern. Dabei kommt dem Rückblick auf den Physikunterricht unter dem Aspekt einer Auseinandersetzung mit Umweltfragen eine besondere Bedeutung zu.

Die Praxis der Umweltbildung/Umwelterziehung im Deutschland der Gegenwart zeigt eine geringe Korrelation zwischen Umweltwissen und umweltverträglichem Handeln. Kritiker an den seit dem KMK-Beschluss von 1980 in den alten Bundesländern entwickelten Konzeptionen sehen die Ursachen dafür im Ausblenden des Wesens des Menschen und des historisch gewachsenen gesellschaftlichen Rahmens:

- Die abendlich-christliche Tradition begründete eine Ethik, die den Menschen in den Mittelpunkt stellt. Außerdem führten in der fernerer Vergangenheit menschliche Eingriffe in die Umwelt nur zu lokalen oder regionalen Auswirkungen. - Die neue Qualität der Umweltgefährdung liegt jedoch im globalen Charakter. Zu den Betroffenen gehören nun alle Gesellschaften, gleich ob sie zu den Schadensverursachern zählen oder nicht.
- Die Vertretung der Weltgemeinschaft, die UNO, beschäftigte sich erstmals 1972 mit der Umweltproblematik („Conference of the Human Environment“, Stockholm). Während zunächst die Endlichkeit der Ressourcen im Mittelpunkt der Diskussionen stand, verschob sich der Schwerpunkt in den Folgejahren – allen Problemen bei der wissenschaftlichen

Erklärung zum Trotz – auf die Klimaproblematik. Bei der Umsetzung der im Ergebnis von langjährigen Verhandlungen zwischen den verschiedenen Staaten bzw. Staatengruppen getroffenen Vereinbarungen, z.B. der Klimakonvention von Rio de Janeiro (1992), stoßen die notwendigen Maßnahmen vor allem in den Hauptverursacherländern von Umweltschäden auf eine geringe gesellschaftliche Akzeptanz.

In dem Aktionsprogramm von 1992 („Agenda 21“) wird die Neuausrichtung der Bildung auf eine nachhaltige Entwicklung gefordert. Der Schule wird in diesem Zusammenhang ein Aufgabenpaket zugewiesen, das vom Vermitteln umweltrelevanten Sachwissens bis zur kritischen Auseinandersetzung mit dem praktizierten Fortschrittsmodell reicht. Für das Erfüllen dieses Anspruches ist es lohnenswert, allgemeine reformpädagogische Grundsätze und Konzepte aufzugreifen sowie Erfahrungen zu berücksichtigen, die seit den 70er Jahren im Bereich Umweltbildung/Umwelterziehung gesammelt wurden. Letztendlich wird aber das übliche Bild von Schule in Frage gestellt.

Das Aktionsprogramm fordert für den Einzelnen im Ergebnis von Bildung und Erziehung mehr („Herbeiführen eines Bewusstseinswandels“), als dass sich die Gesellschaft in ihrer Verfasstheit in Form von Gesetzen zu geben bereit ist. Dieser Widerspruch zwischen Anspruch an Bildung und Erziehung und den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in den Demokratien des Westens beeinflusst das Umweltverhalten der Menschen entscheidend.

Unter Beachtung dieses Dilemmas ist es für eine differenzierte Beschreibung von Maßnahmen der Umweltbildung/Umwelterziehung sinnvoll, den in der empirischen Soziologie üblichen Begriff „Umweltbewusstsein“ zu gebrauchen, der die drei Komponenten „Umweltwissen“, „Umwelteinrichtungen“ und „Umweltverhalten“ beinhaltet.

Aus den umfassenden Literaturstudien kann abgeleitet werden, dass die Thematisierung der Umweltproblematik in den alten Bundesländern, in Österreich und in der Schweiz von „außen“, d.h. von den politischen Bewegungen der 60er Jahre in die Schulen getragen wurde. Ein theoretisches Konzept existierte nicht, die Begriffswahl war „unbekümmert“.

In dieser Traditionslinie sahen sich die Anhänger des „ökologischen Lernens“ und der „Ökopädagogik“: Die Ursachen der offenkundigen Umweltkrise wurden im gesellschaftlichen System gesehen. Mit einer radikalen Abkehr von diesem System wurde deshalb auch das Systemelement „Schule“ abgelehnt. Lernen in selbstorganisierten Gruppen und selbstbestimmtes Lernen waren die vertretenen Alternativen.

Parallel dazu gab es Reaktionen im etablierten politischen System: Verordnete Reformen für die Schule mit festgeschriebenen Inhalten und Methoden, entwickelt und umgesetzt durch staatliche Institutionen. Die „Umwelterziehung“ an den Schulen war eine Konsequenz aus der UNESCO-Weltkonferenz von 1977. Das in den alten Bundesländern seit 1982 für alle Rahmenrichtlinien und Lehrpläne als verbindlich ausgewiesene fächerübergreifende Unterrichtsprinzip wurde mit konzeptionell unterschiedlichen Ansätzen realisiert: fachspezifisch-konzeptionell, thematisch-strukturiert bzw. problemorientiert.

Die wissenschaftliche Begleitforschung legte in den vergangenen 20 Jahren umfangreiche Studien vor. Dabei dominierten in den 80er Jahren Untersuchungen zur Implementierung von Umweltaspekten in den Schulunterricht (EULEFELD u.a.).

Als dem „didaktischen Konzept von Umwelterziehung“ entsprechend wurde ein Unterricht deklariert, der als Merkmale Situations-, Problem-, Handlungs- und Systemorientierung aufweisen konnte. Nach anfänglichen Berichten über die Zunahme von umweltrelevanten Themen in den RRL bzw. LP stagnierte diese Entwicklung bald. Es wurde vor allem Kritik an den zur Verfügung stehenden schulischen Ressourcen und an den didaktisch-methodischen

Fähigkeiten der Lehrkräfte laut. Die Ursachen dafür wurden sowohl im Bereich der Erstausbildung als auch auf dem Gebiet der Fortbildung gesehen:

- Primat der Fachausbildung; kaum Thematisierung der Umweltproblematik im jeweiligen Fach
- Einseitige Ausrichtung der Fachdidaktik auf das Fach bzw. zu vernachlässigender Anteil der Fachdidaktik an der Erstausbildung von Lehrkräften
- Ungenügende Reflexion der Umweltproblematik in den erziehungswissenschaftlichen Disziplinen
- Unzureichendes Kursangebot zu Umweltthemen in der Lehrerfortbildung

Erst in der jüngeren Vergangenheit wurden Untersuchungsergebnisse zu den Wirkungen der Umweltbildung/Umwelterziehung vorgelegt. Dabei dominieren eindeutig Daten zum Umweltwissen:

- Positive Korrelation zwischen Wissensumfang und Dauer der Schulzeit
- Wissen über globale Probleme ist ausgeprägter als das über lokale bzw. regionale

Hingegen existieren kaum Studien (zumal längerfristig angelegte), die den Einfluss dieses Wissens auf Umwelteinstellungen und Umwelthandeln zum Inhalt haben.

Im Bildungswesen der DDR spielte die Umweltbildung/Umwelterziehung eine nur untergeordnete Rolle. Zwar wurde an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg bereits 1975 die zentrale Forschungsgruppe „Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen“ gegründet, deren damals formulierten Aufgabenfelder auch aus heutiger Sicht aktuell sind, jedoch blieb die Praxisrelevanz gering.

Die in jenen Jahren umgesetzte Allgemeinbildungskonzeption („polytechnisch orientierte Allgemeinbildung“) wurde auch bei den Lehrplanentwicklungen der 80er Jahre prinzipiell nicht angetastet. So waren typische Merkmale des Physikunterrichts, der ein hohes Stundenvolumen umfasste, u.a.

- vielfältige praktische Schülertätigkeiten (Schülerexperimente, Praktika) und
- enge Bezüge zum Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht, vor allem in Biologie und Chemie, wurden auch umweltrelevante Themen behandelt. Konfliktbereiche unterlagen aber einem Tabu und das verantwortungsbewusste Handeln wurde auf die subjektive Ebene reduziert. Diskussionen über gesellschaftliche Ursachen der sich ständig verschlechternden Umweltbedingungen in der DDR und über mögliche Lösungen waren in der Schule unerwünscht.

Folglich blieben Umweltthemen in der Lehrerausbildung genauso wie in der Fortbildung der Lehrkräfte die Ausnahme.

Dieser Situation Rechnung tragend und aus den Analysen zur Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in den alten Bundesländern, in Österreich und in der Schweiz abgeleitet wurde Anfang der 90er an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg begonnen, Konzeptionen und Maßnahmen für eine zeitgemäße Qualifizierung von Lehrerinnen und Lehrern zu entwickeln:

- Spezialveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ im Rahmen der Fachdidaktikausbildung von Lehramtskandidaten
- Fächerübergreifender Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“ im Rahmen des erziehungswissenschaftlichen Begleitstudiums
- Fortbildungsangebote mit den Schwerpunkten „Aufbereitung fachimmanenter Bezüge und Entwicklung von fachdidaktischen Maßnahmen“ sowie „Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten und Lehrmaterialien“

Nicht übersehen werden darf jedoch in diesem Zusammenhang, dass auch an der halleischen Universität ein für alle Lehramtsstudiengänge verpflichtendes Studienangebot (vgl. 5.3.1.) (vgl. 5.3.1.) zu den Grundlagen der Umweltbildung/Umwelterziehung nicht existiert. Es ist an der Zeit, die Forderungen nach einer umweltbezogenen Lehrerbildung aus dem Jahre 1977 (UNESCO-Weltkonferenz zur Umwelterziehung in Tiflis) umfassend zu erfüllen und die Studien- und Prüfungsordnungen entsprechend zu ergänzen.

Von wissenschaftlichem Interesse ist dabei, die zu dieser Thematik in anderen Fachbereichen bereits bestehenden Lehrangebote zu erfassen und so zu vernetzen, dass den Studierenden mehrperspektivische Sichtweisen besser ermöglicht werden. Unter diesem Aspekt sollten die Aufgaben der an der Universität bereits bestehenden zentralen Einrichtungen „Zentrum für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung“ (ZSL) und „Universitätszentrum für Umweltforschung“ (UZU) erweitert werden.

Da aber den Erziehungswissenschaften bei der Problematisierung des „epochaltypischen Schlüsselproblems“ Umwelt eine integrative Bedeutung zukommt, wäre die Konzentration von Forschung und Lehre in einem Arbeitsbereich „Umwelterziehung“ naheliegend.

In den Prozess des Fortschreibens der Rahmenrichtlinien von Sachsen-Anhalt wurden Mitarbeiter der Universitäten unmittelbar einbezogen. Damit waren die subjektiven Voraussetzungen gegeben, um aktuelle Forschungsergebnisse in die Arbeit der Kommissionen einfließen zu lassen.

Die durchgeführten Analysen belegen, dass die in den „Richtlinien zur ökologischen Bildung“ formulierten Grundsätze zur didaktisch-methodischen Gestaltung des Unterrichts geeignet sind, die deutlich gewordene Diskrepanz zwischen ökologischem Wissen einerseits und umweltgerechtem Handeln andererseits abzubauen zu helfen:

- Das Wissen um ökologische Zusammenhänge ist Voraussetzung, um Gefährdungen der Umwelt erkennen zu können und Handlungsnotwendigkeiten abzuleiten.

In die Rahmenrichtlinien für Physik konnten mit den Themen

- „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ (Schuljahrgang 7/8)
- „Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven“ (Schuljahrgang 9/10)
- „Temperaturstrahlung“ (Schuljahrgang 11)

Inhalte aufgenommen werden, die dieser Kompetenzausprägung im besonderen Maße Rechnung tragen.

Dieses Themenspektrum befreit die Umweltbildung/Umwelterziehung im Physikunterricht vom Vorwurf der Beliebigkeit, bietet aber zugleich genügend Möglichkeiten dafür, dass sich der Einzelne in seiner Lebenswirklichkeit wiederfinden kann.

- Mit der Forderung nach Entwicklung von zukunftsfähigen Werthaltungen wird der Erkenntnis Rechnung getragen, dass ein Handeln aus ökologischer oder auch aus sozialer Absicht heraus erfolgen kann.

In den Rahmenrichtlinien sind folgerichtig Hinweise – vor allem bei den aufgeführten Themen – enthalten, wie Bezüge zur sozial-gesellschaftlichen Ebene hergestellt werden können.

- Ökologisch sinnvolles Handeln setzt subjektive Kompetenzen voraus und begründet die Forderung nach einem handlungsorientierten Unterricht.

Mit den Rahmenrichtlinien soll durch eine ausgeprägte Handlungsorientierung ein ganzheitliches Lehrkonzept umgesetzt werden. Als Formen sind neben dem praktischen Tun und Handeln im traditionellen Unterricht auch fächerübergreifende Phasen bzw. Projekte vorgesehen.

In der nahen Zukunft wird es von entscheidender Bedeutung sein, die Umsetzung der beschriebenen theoretischen Ansätze in der Schulpraxis wissenschaftlich zu begleiten. Damit können auch Beiträge zu den unübersehbaren Defiziten in der Wirkungsforschung geleistet werden.

Zugleich gilt es, vorliegende Untersuchungsergebnisse über die Ausprägung von ökologischem Wissen und bestehenden Handlungsmotiven bei Schülerinnen und Schülern durch Erkundungen zum tatsächlichen Verhalten zu erweitern.

Auf der Basis der beschriebenen Entwicklungen von Rahmenrichtlinien und von Lehrkonzepten in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften sowie der bei ihrer Umsetzung in unserem Bundesland gesammelten Erfahrungen kann zur Entwicklung eines zukunftsfähigen Allgemeinbildungskonzeptes beigetragen werden.

Verzeichnis von Abkürzungen

AG	Arbeitsgemeinschaft
AG-R	Arbeitsgemeinschaft nach Rahmenprogramm (DDR)
APW	Akademie der Pädagogischen Wissenschaften in der DDR
BLK	Bund-Länder-Kommission
BMUK	Bundesministerium für Unterricht und Kunst (Österreich)
DGU	Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung
EDK	Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (Schweiz)
EOS	Erweiterte Oberschule (DDR)
EPA	Einheitliche Prüfungsanforderungen
ESP	Einführung in die Grundlagen der sozialistische Produktion (Unterrichtsfach, DDR)
FB	Fachbereich
GDNÄ	Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte
IPN	Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel
IPU	Interdisziplinäre Projektgruppe Umwelterziehung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
KMK	Kultusministerkonferenz
LA Gym	Lehramt an Gymnasien
LA HRS	Lehramt Haupt- und Realschule an Sekundarschulen
LISA	Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung des Landes Sachsen-Anhalt
LP	Lehrplan
LSA	Land Sachsen-Anhalt
MNU	Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts
POS	allgemeinbildende polytechnische Oberschule (DDR)
RRL	Rahmenrichtlinien
RRL Gym	Rahmenrichtlinien für Gymnasien/Fachgymnasien
SVBl	Schulverwaltungsblatt
SPO	Studien- und Prüfungsordnung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study
UFZ	Umweltforschungszentrum
UTP	Unterrichtstag in der sozialistischen Produktion (DDR)
UZU	Universitätszentrum für Umweltwissenschaften an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
ZSL	Zentrum für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
AB	Arbeitsblatt
DE	Demonstrationsexperiment
Exp	Experiment (DE oder SDE oder SE)
FO	Folie
HA	Hausaufgabe
LH	Lehrerhandbuch (Ergänzung zu den Lehrbüchern des jeweiligen Verlages)
SDE	Schülerdemonstrationsexperiment
SE	Schülerexperiment
sSchA	selbständige Schülerarbeit
ZRW	Zeitrichtwert

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1 Integriertes Modell für Umwelthandeln (nach ROST et al., 1995)
- Abb. 2 Auswertung der Befragung „Leben in der Stadt“ / Nennungen zu „...was dich an deiner Stadt nervt“: Problemfeld „Mobilität“
- Abb. 3 Auswertung der Befragung „Leben in der Stadt“ / Nennungen zu „...was dich an deiner Stadt nervt“: Problemfeld „Wohnen und Leben“
- Abb. 4 Auswertung der Befragung „Leben in der Stadt“ / Erkundungsvorschläge im Rahmen des Problemfeldes „Mobilität“
- Abb. 5 Zur subjektiven Sicht von 15- bis 17jährigen Schülerinnen und Schülern auf die aktuelle Umweltsituation
- Abb. 6 Umweltprobleme in der Gegenwart – meistgenannte Problembereiche (in Prozent der Probanden aus der Stichprobe)
- Abb. 7 Behandlung von umweltrelevanten Themen im jeweiligen Fachunterricht (aus Schülerperspektive)
- Abb. 8 Im Fachunterricht behandelte Themen (aus Schülerperspektive)
- Abb. 9 Ergebnisse bei der Begriffserklärung / Beispiel „Treibhauseffekt“
- Abb. 10 Strukturentwurf für die organisatorisch-institutionelle Ebene der Umweltbildung/Umwelterziehung für Lehramtskandidaten an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 1 Anteil der Fortbildungskurse mit umweltrelevanten Themen an dem Gesamtprogramm der Lehrerfortbildung (nach LIPPKE 1989)
- Tab. 2 Zentrale Angebote zur Lehrerfortbildung in ausgewählten Bundesländern und der Anteil an umweltrelevanten Themen zum Schuljahr 2000/2001 bzw. 2001/2002
- Tab. 3 Bekanntheit des Begriffs der nachhaltigen Entwicklung (aus KUCKARTZ 2000)
- Tab. 4 Einschätzungen über Veränderungen des Umweltzustandes (in Prozent der befragten DDR-Bürger, nach PAUCKE 1989)
- Tab. 5 Anzahl der verbindlichen Experiment im Physikunterricht der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule, Klasse 6 - 10 (LP 1987)
- Tab. 6 Stundentafel für die Sekundarstufe I an Gymnasien
- Tab. 7 Stundentafel für die Einführungsphase an Gymnasien
- Tab. 8 Stundentafel für die Förderstufe und den Sekundarschulbildungsgang
- Tab. 9 Vergleich der Wochenstundenzahlen für das Fach Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien
- Tab. 10 Vergleich der Wochenstundenzahlen in Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern – Forderungen der KMK/Ist-Zustand im Bundesland Sachsen-Anhalt (Schuljahr 1999/2000)
- Tab. 11 Themenbereiche mit Bezügen zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den jeweiligen Schuljahrgängen laut curricularer Materialien zum Fachunterricht Physik im Land Sachsen-Anhalt
- Tab. 12 Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den RRL Physik für die Förderstufe (Klasse 6) des Landes Sachsen-Anhalt
- Tab. 13 Stoffverteilungsplan zum Schulversuch in Klasse 6, Thema: „Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht“
- Tab. 14 Auswertung der Befragung zum Schulversuch in Klasse 6
- Tab. 15 Arbeitsfassung zum Thema „Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven“
- Tab. 16 Ergebnisse der Befragung zur Vorbereitung des Projektes „Leben in der Stadt“

- Tab. 17 Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den Rahmenrichtlinien für Physik an Gymnasien/Fachgymnasien des Landes Sachsen-Anhalt - Schuljahrgang 12/13
- Tab. 18 Rahmenrichtlinien für Physik am Gymnasien/Fachgymnasien. Thema: „Temperaturstrahlung“ (Schuljahrgang 11)
- Tab. 19 Übersicht über Erhebungsmittel, Stichprobenumfang und organisatorische Randbedingungen
- Tab. 20 Auswertungen der Befragungen 3/2 und 3/3: Wissensaspekte zum Treibhauseffekt
- Tab. 21 Auswertung der Befragungen 2/1 und 2/2: Einfluss der Lebensgestaltung der Menschen auf die Umwelt
- Tab. 22 Auswertung der Befragungen 2/1 und 2/2: Quellen für Umweltbelastungen und die Ausprägung der Betroffenheit
- Tab. 23 Auswertung der Befragungen 2/1 und 2/2: Handlungsalternativen zu den Bedrohungen und Handlungsvorsätze
- Tab. 24 Handlungen bzw. Handlungsabsichten von Schülerinnen und Schülern
- Tab. 25 Teilnehmer am Kurs „Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung“
- Tab. 26 Übersicht über umweltrelevante Themen im Kurs „Physikalische Phänomene in der Natur und moderne Entwicklungsrichtungen in der Technik“
- Tab. 27 Übersicht über umweltrelevante Themen im Kurs „Von der Erklärung ausgewählter Naturphänomene zur Erforschung der Mikrophysik“

Literaturverzeichnis

Altner, G.: Es fehlt an fächerübergreifenden Konzepten. In: Erziehung und Wissenschaft 3/1999

Becker, G.: Fächerübergreifende Lehreraus- und Fortbildung als Voraussetzung schulischer Umweltbildung. In: Friedrich, G., Isensee, W. u. Strobl, G. (Hrsg.): Praxis der Umweltbildung. Neue Ansätze für die Sekundarstufe II. Band I: Ergebnisse einer Tagung. Bielefeld 1994

Beer, W. u. de Haan, G. (Hrsg.): Ökopädagogik. Aufstehen gegen den Untergang der Natur. Weinheim 1984

Berchtold, Ch. u. Stauffer, M.: Schule und Umwelterziehung. Bern 1997

Berg, G.: Offensive gegen den Zeitgeist. In: Profil 10/1997

Beyer, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeit und Umweltbildung. Hamburg 1998

Beyer, A. u. Wass von Czege, A. (Hrsg.): Fähig für die Zukunft. Schlüsselqualifikationen für eine nachhaltige Entwicklung. Hamburg 1998

Beyersdorf, M. u. Siebert, H. (Hrsg.): Umweltbildung. Theoretische Konzepte - empirische Erkenntnisse - praktische Erfahrungen. Neuwied 1998

Bleichroth, W. et al. (Hrsg.): Fachdidaktik Physik. Köln 1991

Blonskij, P.P.: Die Arbeitsschule. Paderborn 1973

Bölts, H.: Umwelterziehung. Grundlagen, Kritik und Modelle für die Praxis. Darmstadt 1995

Bolscho, D.: Umwelterziehung in den Lehrplänen der allgemeinbildenden Schule. In: Die Deutsche Schule 71(1979)11

Bolscho, D.: Umwelterziehung in der Schule. Kiel 1986

Bolscho, D., Eulefeld, G. u. Seybold, H.: Umwelterziehung. In: Riquarts, K. et al. (Hrsg.): Naturwissenschaftliche Bildung in der Bundesrepublik Deutschland. Band III. Kiel 1992

Bolscho, D. u. Michelsen, G.: Methoden in der Umweltbildungsforschung. Opladen 1999

Bolscho, D. u. Seybold, H.: Umweltbildung und ökologisches Lernen. Berlin 1996

Bortz, J. u. Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin, Heidelberg, New York 1995

Bowler, P.J.: Viewegs Geschichte der Umweltwissenschaften. Braunschweig/Wiesbaden 1997

Breidenbach, R.: Herausforderung Umweltbildung. Bad Heilbrunn 1996

Buchwald, K. u. Engelhardt, W. (Hrsg.): Umweltschutz – Grundlagen und Praxis. Bd. 3: Umweltpolitik und ihre Instrumente. Bonn 1994

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro. Dokumente. Bonn 1994

Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Orientierungsrahmen. Bonn 1998

Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Gutachten zum Programm von Gerhard de Haan und Dorothee Harenberg. Bonn 1999

BUND / MISEREOR (Hrsg.): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Basel, Boston, Berlin 1997

Busch-Lüty, C.: Zum Verhältnis von Gesellschaft und Umwelt im realen Sozialismus. Berlin 1986

Capelle, W.: Die Vorsokratiker. Berlin 1958

Colditz, M.: Die Entwicklung der Rahmenrichtlinien in Sachsen-Anhalt. In: Keuffer, J.(Hrsg.): Modernisierung von Rahmenrichtlinien. Weinheim 1997

Comenius, J.A.: Grosse Unterrichtslehre. Berlin/Leipzig 1947

de Haan, G.: Aspekte der Ökopädagogik. In: Hellberg-Rode, G. (Hrsg.): Umwelterziehung. Theorie & Praxis. Münster u. New York 1991

de Haan, G. u. Kuckartz, U.: Umweltbewusstsein. Opladen 1996

Deutsche Bibelgesellschaft: Die Bibel. Luthertext. Stuttgart 1999

Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung / Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (Hrsg.): Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland. 2. Band: Die Einrichtung fächerübergreifender, lokaler und regionaler Netze zur Umwelterziehung. Kiel 1990

Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung / Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (Hrsg.): Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland. Bd. 3 und 5. Kiel 1991 u. 1994

Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung / Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (Hrsg.): Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland. Bd. 6: Evaluation und Zukunft der Umwelterziehung in Deutschland. Kiel 1995

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU): Positionen zum Unterricht in Mathematik, in den Naturwissenschaften und in Informatik. Bonn 1993b

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU): Der notwendige Beitrag des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zur Umweltbildung. Bonn 1993a

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU): Vergleich der Wochenstundenzahl für das Fach Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien. Internes Arbeitspapier. 1997

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU): Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung an der Schwelle zu einem neuen Jahrhundert. Bonn 1998

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU): Physikunterricht und naturwissenschaftliche Bildung – aktuelle Anforderungen. Empfehlungen zur Gestaltung von Lehrplänen bzw. Richtlinien für den Physikunterricht. Köln 2001

Diekhoff, K.-H. u. Roth, J. (Hrsg.): Umweltkrise als Bildungschance. München 1996

Elger, U., Hönigsberger, H. u. Schluchter, W.: Evaluierung von Maßnahmen der Umwelterziehung. Bd. 4: Wirkungen der Umwelterziehung. UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung im Umweltbundesamt. Berlin 1992

Elger, U., Hönigsberger, H. u. Schluchter, W.: Umwelterziehung in der Lehreraus- und -fortbildung. UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung im Umweltbundesamt. Berlin 1994

Engels, F.: Dialektik der Natur. In: Marx / Engels, Werke Bd.20. Berlin 1962

Engels, F.: Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen. In: Marx / Engels, Werke Bd. 20. Berlin 1962

Entrich, H., Eulefeld, G. u. Jaritz, K. (Hrsg.): Fallstudien zur Umwelterziehung/Umweltbildung in Forschung, Lehre und Studium. Kiel 1995

Eulefeld, G. (Hrsg.): Studien zur Umwelterziehung. Kiel 1993

Eulefeld, G., Bolscho, D., Rost, J. u. Seybold, H.: Praxis der Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland. Kiel 1988

Eulefeld, G., Bolscho, D., Rode, H., Rost, J. u. Seybold, H.: Entwicklung der Praxis schulischer Umwelterziehung in Deutschland. Kiel 1993

Eulefeld, G. u. Kapaune, T. (Hrsg.): Empfehlungen und Arbeitsdokumente zur Umwelterziehung. München 1978. IPN-Arbeitsbericht. Kiel 1979

- Fietkau, H.-J.: Bedingungen ökologischen Handelns. Gesellschaftliche Aufgaben der Umweltpsychologie. Weinheim u. Basel 1984
- Fischer, H. u. Michelsen, G.: Umweltbildung: Ein Problem der Lehrerbildung. Frankfurt/M. 1997
- Forum Umweltbildung: Umwelt – Innovation – LehrerInnenbildung. Salzburg 2000
- Frey, K.: Die Projektmethode. Weinheim u. Basel 1982
- Friedrich, G., Isensee, W. u. Strobl, G. (Hrsg.): Praxis der Umweltbildung. Neue Ansätze für die Sekundarstufe II. Bd. I u. II. Bielefeld 1994
- Gebauer, M.: Erste Ergebnisse einer Untersuchung zum Einfluß von Umwelterziehung auf das Umweltbewußtsein von Grundschulern. In: Eulefeld, G. (Hrsg.): Empirische Studien im Bereich Umwelterziehung - Voraussetzungen - Zwischenberichte - Ergebnisse. Kiel 1992
- Glöckner, H.: Umwelterziehung und Kultur. Bad Heilbrunn 1995
- Göpfert, H.: Naturbezogene Pädagogik. Weinheim 1988
- Graedel, T.E. u. Crutzen, P.J.: Atmosphäre im Wandel. Heidelberg, Berlin, Oxford 1996
- Gräsel, C.: Wissen in der Umweltbildungsforschung – Desiderate und Perspektiven. In: Bolscho, D. u. Michelsen, G.: Methoden der Umweltbildungsforschung. Opladen 1999
- Gudjons, H.: Das Projektbuch. Hamburg 1986
- Gudjons, H.: Handlungsorientiert Lehren und Lernen - Projektunterricht und Schüleraktivität. Bad Heilbrunn 1989
- Günther, K.-H. u.a. (Red.kollegium): Geschichte der Erziehung. Berlin 1957
- Haencke-Hoppe, M. u. Merkel, K. (Hrsg.): Umweltschutz in beiden Teilen Deutschlands. Berlin 1986
- Haenisch, H.: Förder- und Orientierungsstufe. Bilanz - bisheriger Untersuchungen. In: Frommelt, B. (Hrsg.): Beispiel Förderstufe. Probleme einer strukturverändernden Reform und ihre wissenschaftliche Begleitung. Frankfurt/M. 1980
- Häußler, P. u. Lauterbach, R.: Ziele naturwissenschaftlichen Unterrichts. Weinheim 1976
- Hartmann, E. (Hrsg.): Abfall - ein Umweltproblem unserer Wegwerfgesellschaft. Fachliche und didaktische Überlegungen zur Umwelterziehung in der Sekundarstufe I für die Hand des Lehrers. Halle 1993
- Hartmann, E.: Universitäre Umweltbildung/Umwelterziehung für pädagogische Berufe: Das Beispiel Halle-Wittenberg. In: Entrich, H., Eulefeld, G. u. Jaritz, K. (Hrsg.): Fallstudien zur Umwelterziehung/Umweltbildung in Forschung, Lehre und Studium. Kiel 1995

- Haspas, K.: Methodik des Physikunterrichts. Berlin 1969
- Hauff, V. (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundlandt-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Ernährung. Greven 1987
- Hedewig, R.: Umwelterziehung in der Lehrerausbildung in Deutschland. In: Seybold, H. u. Bolscho, D. (Hrsg.): Umwelterziehung - Bilanz und Perspektiven. Kiel 1993
- Hellberg-Rode, G. (Hrsg.): Umwelterziehung. Theorie & Praxis. Münster u. New York 1991
- Herrmann, B.(Hrsg.): Umwelt in der Geschichte. Göttingen 1989
- Hinterberger, F., Luks, F. u. Stewen, M.: Ökologische Wirtschaftspolitik. Zwischen Ökodiktatur und Umweltkatastrophe. Berlin, Basel, Boston 1996
- Hirsch, G. u. Kyburz-Graber, R.: Handlungsorientierung in der Umweltbildung ernst nehmen. In: Eulefeld, G. (Hrsg.): Studien zur Umwelterziehung. Kiel 1993
- Hoebel-Mävers, M. u. Gärtner, H.: Kontaktstudiengang Umwelterziehung für Lehrer und Lehrerinnen der Sekundarstufe. In: Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland. Band 3. Kiel 1991
- House, E.R., Eide, K. u. Kelley-Lainè, K.: Umweltbildungspolitik in Österreich. In: Pfligersdorffer, G. u. Unterbruner, U. (Hrsg.): Umwelterziehung auf dem Prüfstand. Innsbruck 1994
- Huber, H., Löw, R., Mitterreiter, W., Serve, H.J. u. Wittmann, H.: Umwelterziehung in der Schule. Donauwörth 1991
- Huber, J.: Nachhaltige Entwicklung. Strategien für eine ökologische und soziale Erdpolitik. Berlin 1995
- Hundt, R.: Allgemeinbildung - interdisziplinäre Umwelterziehung - Persönlichkeitsentwicklung.
In: Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1988/53
- Hundt, R. (Hrsg.): Zur fachübergreifenden, interdisziplinären Gestaltung der Umwelterziehung an den allgemeinbildenden Schulen. In: Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1988/53
- Hundt, R.: Pädagogische Aspekte des Umweltschutzes. In: Hercynia N.F.; Leipzig 13(1976)2
- Hundt, R.: Grundposition, Aufgabenbereiche und Ergebnisse der Umweltschutzforschung unter pädagogischen Aspekten (Teil I). In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle XXVI'77 G, Heft 6
- Hundt, R.: Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente zur Behandlung der Landeskultur und des Umweltschutzes. In: Biologie in der Schule 26(1977)2/3

Hundt, R.: Grundposition, Aufgabenbereiche und Ergebnisse der Umweltschutzforschung unter pädagogischen Aspekten (Teil II). In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle XXVII'78 G, Heft 1

Hundt, R. (Hrsg.): Zur Aktivierung der Schüler bei der Behandlung des Umweltschutzes. In: Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1981/12 (P 14)

Immler, H.: Natur in der ökonomischen Theorie. Opladen 1985

Interuniversitäres Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (Hrsg.): Schulinnovationen. Internationaler Workshop „Innovationen in der Lehrerbildung durch Umweltbildung“. Klagenfurt 2000

Jank, W. u. Meyer, H.: Didaktische Modelle. Frankfurt/M. 1991

Jäkel, U.: Umweltschutz. Stuttgart-Düsseldorf-Berlin-Leipzig 1992

Jänicke, M., Bolle, H.-J. u. Carius, A. (Hrsg.): Umwelt Global. Berlin-Heidelberg-New York 1994

Jüdes, U.: Die Bedeutung von „sustainable development“ (SD) für die Umweltpädagogik. Thesenpapier. Berlin 1994

Kahlert, J.: Alltagstheorien in der Umweltpädagogik. Weinheim 1990

Kaiser, G. u. Kersten, E: Stoff- und Energieumwandlungen in Natur und Technik. In: Physik in der Schule 28(1990)5

Kasek, L. u. Lehwald, G.: Umwelterziehung in den neuen Bundesländern - Ergebnisse einer soziologischen Untersuchung. In: Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 5. Kiel 1994

Keuffer, J.(Hrsg.): Modernisierung von Rahmenrichtlinien. Beiträge zur Rahmenrichtlinienentwicklung. Weinheim 1997

Klafki, W.: Förderstufe/Orientierungsstufe - gemeinsam länger lernen. In: Gesamtschulinformationen 1985, H.1/2

Klafki, W.: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim u. Basel 1996a

Klafki, W.: Kommentar zur Denkschrift „Zukunft der Bildung - Schule der Zukunft“ der Bildungskommission NRW. In: Die Deutsche Schule, 1996b, H.2

Klafki, W.: Pädagogik der Förderstufe: Ziele, Mittel und Realisierungschancen. In: Erziehung und Wissenschaft 11 u. 12/1996c

Klaus, G. u. Buhr, M. (Hrsg.): Philosophisches Wörterbuch. Leipzig 1966

Kleber, E.W.: Grundzüge ökologischer Pädagogik. Weinheim u. München 1993

- Klingberg, L.: Einführung in die allgemeine Didaktik. Berlin 1974
- Kloepfer, M. (Hrsg.): Umweltstaat. Berlin, Heidelberg, New York 1989
- Knirsch, R.R.: Umweltstudienzentren - Antwort auf einen Mangel. In: Informationen der Zentralstelle für Umwelterziehung. Universität Essen - GHS, Fachbereich 9. Essen 1983
- Koenig, W. (Hrsg.): Propyläen Technikgeschichte. Berlin 1997
- Kommission „Zukunft der Bildung - Schule der Zukunft“ beim Ministerpräsidenten des Landes NRW: Denkschrift. Neuwied u. Berlin, 1995
- Krause, A. u. Wilke, H.-J.: Physikunterricht projektorientiert. In: Physik in der Schule 29(1991)10
- Kremer, A. u. Stäudel, L. (Hrsg.): Ökologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Marburg 1989
- Kuckartz, U.: Umweltbewusstsein in Deutschland 2000. Berlin 2000
- Kuckartz, U.: Umweltbewusstsein und Umweltverhalten. Heidelberg 1998
- Kyburz-Graber, R.: Die Ausbildung von Lehrkräften für eine handlungsorientierte Umweltbildung in der Sekundarstufe II. In: Seybold, H. u. Bolscho, D.: Umweltbildung - Bilanz und Perspektiven. Kiel 1993
- Kyburz-Graber, R.: Bildung für eine nachhaltige Zukunft. In: Zeitung für Schweizer Lehrerinnen und Lehrer, Heft 7/1998
- Kyburz-Graber, R., Rigendinger, L., Hirsch Hadorn, G., Werner Zentner, K.: Sozio-ökologische Umweltbildung. Hamburg 1997
- Langeheine, R. u. Lehmann, J.: Die Bedeutung der Erziehung für das Umweltbewußtsein. Kiel 1986
- Lehmann, J.: Befunde empirischer Forschung zu Umweltbildung und Umweltbewusstsein. Opladen 1999
- Lehrke, M. u. Hoffmann, L. (Hrsg.): Schülerinteressen am naturwissenschaftlichen Unterricht. Köln 1987
- Lerchner, W.: Erste Erfahrungen mit dem Entwurf des Rahmenprogramms für Arbeitsgemeinschaften „Sozialistische Landeskultur“ der Klassen 9 und 10. In: Biologie in der Schule 26(1977)2/3
- Lichtfeldt, M. (Hrsg.): Ideen für den Physikunterricht. MNU-Tagungsband. Berlin 1993
- Lippke, W.: Umwelterziehung - Umweltschutz. Siegen 1989

- Lob, R.E., Gesing, H. u. Wessel, J.: Zur Situation der Umwelterziehung in den neuen Bundesländern. Münster u. New York 1992
- Lob, R.E.: 20 Jahre Umweltbildung in Deutschland - eine Bilanz. Köln 1997
- Löffler, G.: Projektorientierter Physikunterricht. Köln 1986
- Löther, R.: Gesellschaftlicher Fortschritt und natürliche Umwelt. In: Biologie in der Schule 26(1977)2/3
- Löther, R.: Das Verhältnis von Natur, Mensch und Gesellschaft als weltanschauliches und moralisches Problem. In: Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle, 53/1988
- Ludwig, K.-H.: Technik im hohen Mittelalter zwischen 1000 und 1350/1400. In: Propyläen Technikgeschichte. Zweiter Band: Metalle und Macht. Berlin 1997
- Mandl, H. u. Spada, H. (Hrsg.): Wissenspsychologie. München u. Weinheim 1988
- Marquardt, E., Heise, W. u. Deiters, H. (Hrsg.): J.A.Comenius - Große Unterrichtslehre. Berlin u. Leipzig 1947
- Marquardt-Mau, B., Mayer, J. u. Mikelskis, H.: Umwelt. Lexikon ökologisches Grundwissen. Reinbek 1993
- Marx, K.: Das Kapital. Dritter Band. In: Marx / Engels. Werke Bd. 25, Berlin 1972
- Marx, K. u. Engels, F.: Über Pädagogik und Bildungspolitik. Bd. II. Berlin 1976
- Mathematisch-naturwissenschaftliche Fachverbände: Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung an der Schwelle zu einem neuen Jahrhundert. Bonn 1998
- Mehlhorn, G. u. Mehlhorn, H.-G.: Begabungsentwicklung im Unterricht. Berlin 1985
- Mertens, G.: Umwelterziehung. Eine Grundlegung ihrer Ziele. Paderborn, München, Wien, Zürich 1997
- Meyer; H.: Unterrichtsmethoden. Bd. I: Theorieband, Bd. II: Praxisband. Berlin 1987
- Meylan, J.-P.: Umwelterziehung in den Schweizer Schulen. Lehrpläne - Lehrmittel - Lehrerfortbildung. Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren. Bern 1988
- Michelsen, G. (Hrsg.): Umweltberatung - Grundlagen und Praxis. Bonn 1997
- Mie, K. u. Frey, K. (Hrsg.): Physik in Projekten. Köln 1994
- Mikelskis, H. F.: Zur Ökologisierung des Lernprozesses. Versuch über einen vernachlässigten Aspekt von Umweltbildung. In: Seybold, H. u. Bolscho, D. (Hrsg.): Umwelterziehung. Bilanz und Perspektiven. Kiel 1993

Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt:
Leitfaden zur Lokalen Agenda 21 in Sachsen-Anhalt. Magdeburg 1998

Mocek, R.: Philosophische Aspekte des Umweltschutzes. In: Hundt, R. (Hrsg.): Zur
Aktivierung der Schüler bei der Behandlung des Umweltschutzes. Halle 1981

Möhmel, J. u. Hamann, G.: Fakultativer Unterricht - ein in der Zukunft bedeutender Teil der
Allgemeinbildung. In: Physik in der Schule 28(1990)5

Möhring, M.: Von der Umwelterziehung zu ganzheitlicher Bildung als Ausdruck integralen
Bewußtseins. Frankfurt/M. 1997

Monumenta Paedagogica, Bd. VII/1. Berlin 1969

Muckenfuss, H.: Mädchen, Macht und Physikunterricht. In: Lichtfeldt, M. (Hrsg.): Ideen für
den Physikunterricht. MNU-Tagungsband. Berlin 1993

Muckenfuß, H.: Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des
Physikunterrichts. Berlin 1995

Neuner, G. (Ltr. Autorenkollektiv): Allgemeinbildung - Lehrplanwerk - Unterricht. Berlin
1972

Neuner, G. (Ltr. Autorenkollektiv): Allgemeinbildung und Lehrplanwerk. Berlin 1988

Otto, G.: Das Projekt - Merkmale und Realisationsschwierigkeiten einer Lehr-Lern-Form.
In: Frey, K. u. Blänsdorf, K. (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der
Sekundarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien. Weinheim u. Basel 1974

Paffrath, F.H. u. Wehnert, D.: Ökologie konkret. Bad Heilbrunn 1982

Paucke, H.: Bedürfnisbefriedigung und Umweltnutzung. In: Wissenschaft und Fortschritt,
39(1989)10

Posch, P., Rauch, F. u. Kreis, I. (Hrsg.): Bildung und Nachhaltigkeit. Studien zur Vernetzung
von Lehrerbildung, Schule und Umwelt. Innsbruck, Wien, München 2001

Rauch, F.: Umwelterziehung an österreichischen Oberstufenschulen. Graz 1992

Riedel, W. u. Trommer, G.: Didaktik der Ökologie. Köln 1981

Riedl, E. u. Riedl, G.: Material zur Behandlung der Energieproblematik im Unterricht. Halle-
Neustadt u. Leuna 1982

Riedl, G.: Wohnumwelt - Projektangebote zum Thema Lärm und Schall“. In: Physik in der
Schule, 33(1995)7/8

Riedl, G.: Wohnumwelt - Untersuchungen an einem Modellhaus. In: Physik in der Schule,
33(1995)9

- Riedl, G.: Schülerinteressen und Umwelterziehung. In: Physik in der Schule, 34(1996)6
- Riedl, G.: Erkundungen zur Lärmproblematik - ein fächerübergreifender Ansatz. In: Physik in der Schule, 34(1996)9
- Riedl, G. u. Titzmann, M.: Gesund leben in einer gesunden Umwelt - Projektheft für Schüler. Berlin 1998
- Riedl, G. u. Titzmann, M.: Gesund leben in einer gesunden Umwelt - Lehrerheft. Berlin 1998
- Riedl, G.: Temperaturstrahlung. In: Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Temperaturstrahlung und ein Ausblick auf neue Gebiete und Anwendungen der Physik. Dialog-Reihe, Heft 6. Halle 2001
- Robert, R.: Umweltschutz und Grundgesetz. Münster u. New York 1993
- Robinson, A.: Erdgewalten. Kiel 1994
- Rode, H. u. Jüdes, U.: Über die Wirkungen von Umweltpädagogik. In: Akademie für Natur und Umwelt (Hrsg.): Umweltbildung in Schleswig-Holstein. Neumünster 1996
- Rode, H., Bolscho, D., Dempsey, R. u. Rost, J.: Umwelterziehung in der Schule. Zwischen Anspruch und Wirksamkeit. Opladen 2001
- Roedel, W.: Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre. Berlin – Heidelberg – New York 1992
- Schaefer, G.: Das Elementare im Komplexen. Neue Wege zu einer fächerübergreifenden Allgemeinbildung um die Jahrtausendwende. Frankfurt/M., Berlin, Bern, New York, Paris u. Wien 1997
- Schallies, M., Wellensiek, A. u. Lembens, A.: Klimafreundliche und energiesparende Schule. Weinheim 1997
- Schleicher, K. (Hrsg.): Umweltbildung von Lehrern. Studien- und Fortbildungsaufgaben. Hamburg 1994
- Schleicher, K. (Hrsg.): Umweltbewusstsein und Umweltbildung in der EU. Hamburg 1996
- Schleicher, K. u. Möller, C. (Hrsg.): Perspektivwechsel in der Umweltbildung. Hamburg 1997
- Schneider, H.: Die Gaben des Prometheus. Technik im antiken Mittelmeerraum zwischen 750 v.Chr. und 500 n.Chr.. In: Propyläen Technikgeschichte. Erster Band: Landbau und Handwerk. Berlin 1997
- Schönwiese, C.-D. u. Diekmann, B.: Der Treibhauseffekt. Der Mensch verändert das Klima. Stuttgart 1988

Schollmeyer, G.: Der Beitrag des Physikunterrichts für die Ausprägung eines aktiven Umweltbewusstseins der Schüler. In: Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1988/53

Sellmann, M. (Hrsg.): Umweltethik und ihre gesellschaftliche Vermittlung. Reflexionen und Umsetzungen. Bad Honnef 1997

Seybold, H. u. Bolscho, D. (Hrsg.): Umwelterziehung. Bilanz und Perspektiven. Kiel 1993

Simonyi, K.: Kulturgeschichte der Physik. Thun u. Frankfurt/M. 1995

Simpson, R.: Einstellungs- und Motivationsprofile gegenüber Naturwissenschaften bei amerikanischen Schülern in den Klassenstufen 6 bis 10. In: Lehrke, M. u. Hoffmann, L. (Hrsg.): Schülerinteressen am naturwissenschaftlichen Unterricht. Köln 1987

Stawinski, W.: Die Vorbereitung der Biologielehrerstudenten und Diplomlehrer zur Integration der Kenntnisse der Schüler auf dem Gebiet des Umweltschutzes. In: Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1988/53

Thonhauser, J.: Umwelterziehung in Österreich. Bestandsaufnahme, praktische Anregungen, Reflexionen. Innsbruck 1993

Thonhauser, J.: Zwischen Sorge und Hoffnung. Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Umwelterziehung in Österreich. In: Dieckhoff, K.-H. u. Roth, J. (Hrsg.): Umweltkrise als Bildungschance. München 1996

Todt, E.: Schülerempfehlungen für einen interessanten Physikunterricht. Vortrag auf der 82. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU). Göttingen 1991

Umweltbundesamt: Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Berlin 1997

UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung im Umweltbundesamt: Internationaler Aktionsplan für Umwelterziehung in den neunziger Jahren. Ergebnisse des Internationalen UNESCO/UNEP-Kongresses über Umwelterziehung (Moskau 1987). Berlin u. Bonn 1988

UNESCO-Weltkonferenz über Umwelterziehung, Tiflis 1977. Schlußbericht. Berlin 1977

Universitätszentrum für Umweltwissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: Umwelt-Handbuch zur Forschung und Lehre. Halle 1995

Universitätszentrum für Umweltwissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: UZU-Jahresbericht 1997 - Dokumentation. Halle 1998

Universitätszentrum für Umweltwissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: UZU 2000 – Sachstand und Perspektive. Halle 2000

Vester, F.: Leitmotiv vernetztes Denken. Für einen besseren Umgang mit der Welt. München 1992

von Weizsäcker, E.U., Lovins, A.B. u. Lovins, L.H.: Faktor vier. Doppelter Wohlstand – halbierter Naturverbrauch. Der neue Bericht des Club of Rome. München 1996

Wagenschein, M.: Die Pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig 1976

Weber, W.: Verkürzung von Zeit und Raum. Techniken ohne Balance zwischen 1840 und 1880. In: Propyläen Technikgeschichte. Vierter Band: Netzwerke, Stahl und Strom. Berlin 1997

Weltner, K.: Methodische Konzepte. In: Bleichroth, W. u.a. (Hrsg.): Fachdidaktik Physik. Köln 1991

Wendt, J.: Zur Weiterentwicklung des Unterrichts in physikalisch-technischen Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm in den nächsten Jahren. In: Physik in der Schule 19(1981)9

Wenzel, H.: Lernziele im Physikunterricht. München 1978

Wilke, H.-J.: Positionen zur Weiterentwicklung des Physikunterrichts in den neuen Bundesländern. In: Physik in der Schule 31(1993)10

Wilke, H.-J. u. Krause, A.: Physikunterricht projektorientiert. In: Physik in der Schule 29(1991)10

Zabel, E.: Zur Situation der Umwelterziehung in der DDR aus der Sicht eines Biologiedidaktikers. In: Modelle zur Umwelterziehung in der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3. Kiel 1991

Zabel, H.-U.: Vorlesung Betriebliches Umweltmanagement. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2000

Zentrum gesellschaftswissenschaftliche Informationen bei der AdW der DDR: Zahlen und Fakten zur Umweltpolitik der DDR. Berlin 9(1988)3

Zentrum für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung (ZSL) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: Arbeitsbericht 1994 - 1999. Halle 1999

Staatsexamensarbeiten / Diplomarbeiten

Günther, S.: Lärm - ein unvermeidbares Übel? Didaktische Umsetzung einer Projektidee an einer Sekundarschule. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Haupt- und Realschule an Sekundarschulen. Weißenfels 1996

Ludwig, J.: Umwelterziehung im Physikunterricht - Regenerative Energiequellen und Möglichkeiten für eine exemplarische Behandlung in der Sekundarstufe. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Haupt- und Realschule an Sekundarschulen. Leipzig 1994

Rosenhagen, L.: Lärm und Lärmschutz. Projektorientierter Unterricht zur Vertiefung und Festigung der Kenntnisse aus der Schwingungs- und Wellenlehre in der Jahrgangsstufe 10 des Gymnasiums. Schriftliche Hausarbeit zur Zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Bernburg 1996

Rudisch, K.: Untersuchungen zur fachlichen Linienführung der Umwelterziehung unter Berücksichtigung fachübergreifender Aspekte. Diplomarbeit. Halle 1981

Scheffler, B.: Analyse des Lehrplanes Physik zur Herausarbeitung fachlicher Linienführungen zur Behandlung des Umweltschutzes und der Landeskultur. Diplomarbeit. Halle 1977

Schumann, S.: Regenerative Energiequellen - Ein Unterrichtsprojekt in der 10. Jahrgangsstufe. Schriftliche Hausarbeit zur Zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Passau 1996

Tewes, M.: Bau einer Biogasanlage - ein fächerübergreifendes Projekt, realisiert mit Schülern der Klassen 8 - 11 eines Gymnasiums. Schriftliche Hausarbeit zur Zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Naumburg 1998

Empfehlungen und Gesetze, Lehrpläne und Rahmenrichtlinien, Lehrprogramme

Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Umwelt und Unterricht. Bonn 1998

Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung. Physik. Neuwied 1991

Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II. Bonn 1997

Empfehlungen zur Entwicklung von Lehrplänen für den Physikunterricht der Sekundarstufe I. Bad Hersfeld 1976

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Gymnasium/Fachgymnasium - Physik. Magdeburg 1994

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Sekundarschule - Physik. Magdeburg 1994

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Schulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt in der Fassung vom 27. August 1996. Magdeburg 1996

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (Oberstufenverordnung) vom 26. Februar 1999. Magdeburg 1999

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Runderlaß „Richtlinien zur ökologischen Bildung an den Schulen in Sachsen-Anhalt“. Magdeburg 1996

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Runderlaß „Fächerübergreifendes Lernen in Lernbereichen: Forderungen - Möglichkeiten - Finanzierung von Lernmitteln“. Magdeburg 1996

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Runderlaß „Einrichtung flexibler Lernbereiche im Sekundarbereich I im Schuljahr 1996/97“. Magdeburg 1996

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Fächerübergreifendes lernen in flexiblen Lernbereichen. Grundsätze und Anregungen für den Unterricht in der Förderstufe. Magdeburg 1997

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Sekundarschule / Förderstufe - Physik. Magdeburg 1997

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Gymnasium/Fachgymnasium - Geographie. Magdeburg 1999

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Gymnasium/Fachgymnasium - Physik. Magdeburg 1999

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Sekundarschule - Physik. Magdeburg 1999

Lehrprogramm für die Ausbildung von Diplomlehrern der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen in Methodik des Physikunterrichts an Universitäten und Hochschulen der DDR. Berlin 1983

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik: Einsemestriger Fortbildungskurs für Lehrkräfte. Physik an Sekundarschulen. Halle 1998

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Physik: Studien- und Prüfungsordnung für den Studiengang Lehramt Haupt- und Realschule an Sekundarschulen im Unterrichtsfach Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle 1993

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Physik: Studien- und Prüfungsordnung für den Studiengang Lehramt an Gymnasien im Unterrichtsfach Physik. Halle 1993

Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Sachsen-Anhalt: Vorläufige Rahmenrichtlinien Gymnasium - Physik. Magdeburg 1991

Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Sachsen-Anhalt: Vorläufige Rahmenrichtlinien Sekundarschule: Förderstufe und Bildungsgang Realschule - Physik. Magdeburg 1991

Ministerrat der DDR / Ministerium für Volksbildung: Lehrplan der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule. Physik - Klassen 6 bis 10. Berlin 1987

Ministerrat der DDR / Ministerium für Volksbildung: Lehrplan Physik Abiturstufe. Berlin 1983

Ministerrat der DDR / Ministerium für Volksbildung: Rahmenprogramm für Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 „Sozialistische Landeskultur“. Berlin 1977

Lehrbücher und Unterrichtsmaterialien

Nutzung und Schutz der Umwelt. Lehrmaterial für den fakultativen Kurs „Sozialistische Landeskultur“ in den Klassen 9 und 10. Volk und Wissen Verlag 1980

Physik. Lehrbücher des Verlages Volk und Wissen, Berlin, für die Klassen 6, 7, 8, 9 und 10 (LP 1987)

Physik. Lehrbücher des Verlages Volk und Wissen, Berlin, für die Klassen 11 und 12 (LP 1983)

Physik. Unterrichtshilfen des Verlages Volk und Wissen, Berlin, für den Unterricht in den Klassen 6, 7, 8, 9 und 10 bzw. 11 und 12 nach dem LP 1987 bzw. 1983

Physik. Lehrbuch für die Klasse 11 / Sachsen-Anhalt. paetec Verlag für Bildungsmedien, Berlin 2000

Physik. Oberstufe Klasse 11 / Sachsen-Anhalt. Cornelsen Verlag, Berlin 2000

Natur - Mensch - Technik. Lehrbuch für den Lernbereich Naturwissenschaften. paetec Verlag für Bildungsmedien, Berlin 2000

Dorn-Bader. Physik. Gymnasium Gesamtband Sek II. Schroedel Verlag, Hannover 2000

Metzler Physik. Schroedel Verlag, Hannover 1998

Anlagenverzeichnis

- A - 1 Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den LP bzw. RRL für den Physikunterricht in der DDR bzw. in Sachsen-Anhalt
 - A - 1.1 LP für Physik der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule, Klassen 6 - 10, und der Abiturstufe, Klassen 11/12 (Stand: Schuljahr 1988/89)
 - A - 1.2 RRL für Physik an Gymnasien des Landes Sachsen-Anhalt (Schuljahre 1991/92 bis 1993/94)
 - A - 1.3 RRL für Physik an Gymnasien / Fachgymnasien des Landes Sachsen-Anhalt (Schuljahre 1994/95 bis 1998/99 bzw. 1999/2000)
 - A - 1.4 RRL für Physik an Sekundarschulen des Landes Sachsen-Anhalt (Schuljahre 1991/92 bis 1993/94)
 - A - 1.5 RRL für Physik an Sekundarschulen des Landes Sachsen-Anhalt / Differenzierende Förderstufe und Realschulbildungsgang (Schuljahre 1994/95 bis 1998/99 bzw. 1999/2000)

- A - 2 Beispiele für die Gestaltung des Projektheftes für Schüler bzw. des Lehrerheftes zum Thema „Gesund leben in einer gesunden Umwelt“
 - A - 2.1 Beispiel aus dem Schülerheft / Thema: „Eine zweckmäßige Bekleidung - wichtig für das Wohlbefinden?“
Dialogbeispiel und Experimentieranleitungen
 - A - 2.2 Beispiel aus dem Schülerheft / Thema: „Wohlfühlen in Räumen - was gehört eigentlich dazu?“
Dialogbeispiel und Experimentieranleitungen
 - A - 2.3 Beispiel aus dem Schülerheft / Thema: „Wohlfühlen in Räumen - was gehört eigentlich dazu?“
Sachinformationen und Aufgabenbeispiele
 - A - 2.4 Beispiel aus dem Lehrerheft / Thema: „Zweckmäßige Bekleidung / Welches Material hält am besten warm?“
Sachinformationen und physikalische Grundlagen
 - A - 2.5 Beispiel aus dem Lehrerheft / Thema: „Raumklima: Gut gedämmt - viel gespart!“
Sachinformationen - physikalische Grundlagen - didaktisch-methodische Empfehlungen

- A - 3 Schulversuch zum Thema „Wärme - woher sie kommt und wer sie braucht“
 - A - 3.1 Arbeitsblatt Nr. 1: „Wärmeverluste bei einem Haus“
 - A - 3.2 Arbeitsblatt Nr. 2: Wärmedämmvermögen von Dämmstoffen und Baumaterialien“
 - A - 3.3 Messbeispiele: „Experimente mit einem Thermohaus“
 - A - 3.4 Schülerfragebogen

- A - 4 Fächerübergreifende Themen in der Sekundarstufe I an Gymnasien und an Sekundarschulen

- A - 5 Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den überarbeiteten RRL für die Sekundarstufe I im Bundesland Sachsen-Anhalt
 - A - 5.1 RRL für Physik an Gymnasien / Fachgymnasien (ab Schuljahr 1999/2000)
 - A - 5.2 RRL für Physik an Sekundarschulen (ab Schuljahr 1999/2000)

- A - 6 Neue Möglichkeiten der Umweltbildung/Umwelterziehung in der Sekundarstufe I. RRL für Physik an Gymnasien/Fachgymnasien (ab Schuljahr 1999/2000)
 - A - 6.1 Thema: „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ (Schuljahrgang 7/8)
 - A - 6.2 Thema: „Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven“ (Schuljahrgang 9/10)

- A - 7 Projekte zur Lärm- und Energieproblematik
 - A - 7.1 Schülerfragebogen (Befragung Schuljahr 94/95, Klasse 7)
 - A - 7.2 Ankündigung zum Projektvorschlag „Lärm in der Stadt – ein notwendiges Übel?“
 - A - 7.3 Teilprojekt „Psychische und physische Folgen des Lärms“ / experimentelle Möglichkeiten und Ergebnisse
 - A - 7.4 Teilprojekt „Mobilität und Lärm“ / experimentelle Möglichkeiten und Ergebnisse
 - A - 7.5 Teilprojekt „Schallschutzmaßnahmen“ / experimentelle Möglichkeiten und Ergebnisse
 - A - 7.6 Teilprojekt „Meinungsforschung“

- A - 8 Themenkomplex „Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen“
 - A - 8.1 Ziele und Inhalte des Themas „Ökologisch verantwortungsvoll mit Ressourcen umgehen“
 - A - 8.2 Tabellarische Paralleldarstellung zum Thema „Ökologisch verantwortungsvoll mit Ressourcen umgehen“
 - A - 8.3 RRL für Physik an Gymnasien/Fachgymnasien. Fächerübergreifendes Thema: „Informations- und Kommunikationstechnik anwenden“ (Schuljahrgang 9/10)

- A - 9 Das Thema „Temperaturstrahlung“ und die Nutzung von Experimentiergeräten
 - A - 9.1 Auszug aus der Handreichung für Lehrkräfte / DIALOG-Reihe des LISA Sachsen-Anhalt, Heft „Temperaturstrahlung und ein Ausblick auf neue Gebiete und Anwendungen der Physik“
 - A - 9.2 Experimente und Ergebnisse: Intensität der Temperaturstrahlung und Temperatur sowie Oberflächenbeschaffenheit (Variante: Strahlungswürfel nach LESLIE)

- A - 9.3 Experimente und Ergebnisse: Intensität der Temperaturstrahlung und Oberflächenbeschaffenheit (Variante: Wärmestrahlungsgerät)

- A - 10 Entwurf zum fächerübergreifenden/fächerverbindenden Kurs „Unsere Erde. Ihren Geheimnissen auf der Spur“
 - A - 10.1 Geographische, physikalische und astronomische Inhalte
 - A - 10.2 Themen, Inhalte, Medien/Experimente sowie fächerübergreifende Bezüge aus der Sicht des Faches Physik

- A - 11 Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt und ihr Umweltbewusstsein
 - A - 11.1 Schülerbefragungen 1/1, 1/2, 3/1, 3/2 und 3/3
 - A - 11.2 Schülerbefragungen 2/1 und 2/2
 - A - 11.3 Kontrollarbeit zum Thema „Temperaturstrahlung“

- A - 12 Die wahlobligatorische Spezialveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ im Rahmen der Fachdidaktikausbildung
 - A - 12.1 Ankündigung zur Lehrveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“
 - A - 12.2 Themenverzeichnis der Belegarbeiten zur Spezialveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“

- A - 13 Interdisziplinäre Vorlesungsreihe für alle Lehrämter sowie Studierende der Erziehungs- und Sozialwissenschaften
 - A - 13.1 Ankündigung des ersten Kurses, Sommersemester 1995
 - A - 13.2 Ablaufplan zum Blockseminar im Schulumweltzentrum Halle-Franzigmark (Juni 1997)
 - A - 13.3 Ankündigung zum Wintersemester 1998/1999

- A - 14 Übersicht über entwickelte und realisierte Fortbildungsangebote zur stärkeren Einbeziehung von Umweltaspekten in den Physikunterricht

- A - 15 Fragebogen des Kultusministeriums an die Teilnehmer des Kurses „Physikalische Phänomene in der Natur und moderne Entwicklungsrichtungen in der Technik“

Anlage A - 1: Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den LP bzw. RRL für den Physikunterricht in der DDR bzw. in Sachsen-Anhalt

A - 1.1.: LP für Physik der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule, Klassen 6 - 10, und der Abiturstufe, Klassen 11/12 (Stand: Schuljahr 1988/89)

Lehrplan Physik Klasse 6

ZIELE UND AUFGABEN

„... dem Schüler den Wert wissenschaftlicher Erkenntnisse für das Verstehen und Beherrschen der Umwelt zeigen. Auch historische Rückblicke über frühere Auffassungen von der Struktur der Stoffe oder über die Ausbreitung des Lichtes sollen dem Schüler deutlich machen, daß der Mensch immer genauer seine Umwelt erkennt und sie immer besser beherrschen lernt.“

INHALT DES UNTERRICHTS

2.2.4. Wärmeübertragung

Bemerkungen: Bei der Behandlung dieses Abschnittes ist von erwünschten und unerwünschten Wirkungen der Wärmeübertragung, z.B. in der Technik, und damit verbundenen Problemen auszugehen. Dabei ist auf die ökonomische Bedeutung guter Wärmedämmung zur rationellen Nutzung der Wärme und zur Vermeidung von Wärmeverlusten einzugehen.

Lehrplan Physik Klasse 7

ZIELE UND AUFGABEN

„Bei der Behandlung der Energieumwandlungen in Kraftwerken und Möglichkeiten zur Verbesserung des Wirkungsgrades von Anlagen für die Energieumwandlung sowie von Beispielen zur rationellen Nutzung der Energie gewinnen die Schüler weitere Einsichten, wie physikalische Erkenntnisse für die Lösung technischer und volkswirtschaftlicher Aufgaben genutzt werden.“

INHALT DES UNTERRICHTS

2. Energie in Natur und Technik

„Die Betrachtungen zu Kraftwerken, zum Wirkungsgrad von Anlagen für die Energieumwandlung sowie die Diskussion von Beispielen zur rationellen Nutzung der Energie bieten gute Möglichkeiten, den Schülern ein erstes Verständnis für die Energiepolitik der DDR zu vermitteln.“

2.1. Energie, Energieformen, Energieträger

...

Sonne als Energiequelle für die Erde

Wichtige Energieträger in Natur und Technik

...

2.3. Wirkungsgrad

...

Verbesserung des Wirkungsgrades

Rationelle Nutzung der Energie

Beschreibung von Beispielen aus dem örtlichen Territorium für eine rationelle Nutzung der Energie

2.4. Gesetz von der Erhaltung der Energie

...

Ausblick auf Energieumwandlungen in der lebenden Natur

Erklären einfacher physikalischer Vorgänge mit dem Gesetz von der Erhaltung der Energie

Lehrplan Physik Klasse 8

ZIELE UND AUFGABEN

„Aus den Betrachtungen zum Energiehaushalt der Erde eignen sie (die Schüler) sich auch wissenschaftliche Grundlagen für ein Verständnis des weltweiten Energieproblems und der Energiepolitik der DDR an. Durch die Herstellung des Zusammenhanges zwischen der rationellen Nutzung der Abwärme von Abwässern und der Erhaltung des biologischen Gleichgewichts in Flüssen und Seen erwerben die Schüler wissenschaftliche Grundlagen, die für ein Verständnis einiger Aufgaben des Umweltschutzes erforderlich sind.“

INHALT DES UNTERRICHTS

1. Thermodynamik

„In der abschließenden Stoffeinheit ‘1.8. Rationelle Nutzung der Energie’ wird das Wissen über den Zusammenhang zwischen Gesellschaft, Produktion und Wissenschaft am Beispiel der Energiepolitik der DDR vertieft und aktualisiert.“

1.8. Rationelle Nutzung der Energie

...

Möglichkeiten zur rationellen Nutzung von Energie

Vergrößerung des Wirkungsgrades von Anlagen für Energieumwandlungen; Nutzung von Abwärme in Industrie und Landwirtschaft; Maßnahmen zur Verhinderung ungewollter Energieübertragungen; rationelle Nutzung von Energie im Haushalt

...

Volkswirtschaftliche Bedeutung einer rationellen Nutzung von thermischer Energie;

Hinweis auf die Bedeutung der rationellen Nutzung der Abwärme von Abwässern für die Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts der Flüsse und Seen

Lehrplan Physik Klasse 10

ZIELE UND AUFGABEN

„Die Schüler erwerben Wissen über Aufbau und Wirkungsweise eines Kernreaktors, über die Geschichte der Entwicklung von Kernwaffen und über den verbrecherischen Einsatz dieser Waffen durch den USA-Imperialismus. Sie sind in der Lage, die Nutzung physikalischer Erkenntnisse weltanschaulich begründet zu werten...“

Am Beispiel ... der Nutzung der Kernenergie ... erkennen die Schüler, daß die Physik zur Entwicklung der Produktivkräfte und zum sozialen und kulturellen Fortschritt beiträgt.“

INHALT DES UNTERRICHTS

5. Kernphysik

„Im Zusammenhang mit der Energiefreisetzung bei Kernumwandlungen werden die Kenntnisse der Schüler über Energie in Natur und Technik erweitert...“

Die Schüler lernen die Bedeutung von Kernkraftwerken und von Forschungsarbeiten mit Fusionsreaktoren für die Energieversorgung der Zukunft kennen.“

5.2. Künstliche Kernumwandlungen

...

Geschichte der friedlichen Nutzung der Kernenergie; Bau des ersten Kernkraftwerkes der Welt in der UdSSR, Kernkraftwerke in der DDR und deren Bedeutung für die Energiewirtschaft

Ausblick auf die Bedeutung der Forschungsarbeiten an Fusionsreaktoren für die Energieversorgung der Zukunft

Lehrplan Physik Abiturstufe

ZIELE UND AUFGABEN

„Der Physikunterricht fördert und entwickelt solche philosophisch-weltanschauliche, politisch und moralische Überzeugungen, die es den Schülern ermöglichen, in die Gesetze der Natur und Gesellschaft besser einzudringen.“

INHALTE DES UNTERRICHTS

2. Thermodynamik

„Das ... erworbene Wissen wenden die Schüler auf den geschlossenen Gasturbinenprozeß an. Die erläutern unter physikalischem und ökonomischen Aspekt den thermischen Wirkungsgrad, seine Begrenzung und Möglichkeiten seiner Erhöhung.“

Abschließend werden die Schüler mit einzelnen Stufen der Energieumwandlung beim Kraftwerksprozeß bekannt gemacht. Sie erfahren auch, wie die durch Abwärme hervorgerufene Umweltbelastung in zulässigen Grenzen gehalten werden kann.“

2.2.3. Thermodynamisches Verhalten der Stoffe

...

Zustandsänderungen des Wassers und thermischer Wirkungsgrad beim Kraftwerksprozeß; Umweltbelastung durch Wärme- und Kernkraftwerke, Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltbelastung

Teil I

Stellung und Aufgaben des Faches Physik in der gymnasialen Grundstufe

„Die Physik als moderne Wissenschaft bietet heute zahlreiche Möglichkeiten, technische Prozesse und Verfahren so zu gestalten, daß keine Gefahren für Mensch und Umwelt entstehen. Der Physikunterricht kann auch an geeigneten Stellen auf Gefahren, deren Auswirkung, aber auch deren mögliche Beherrschung durch die moderne Technik hinweisen und so den Schülern die Notwendigkeit des verantwortungsbewußten Umgangs mit physikalischen Erkenntnissen verdeutlichen.“

Lernziele

Allgemeine fachübergreifende Lernziele zur Entfaltung der Individualität der Schüler

„- sich an der Schönheit der Natur zu erfreuen und sich für deren Schutz einzusetzen“

Fachspezifische Lernziele

„Die Schülerinnen und Schüler sollen Naturgesetze und Anwendungen in fesselnder und die Gefühle ansprechender Weise kennenlernen. Durch eindrucksvolle Experimente, Illustrationen und einprägsame Informationen sind anzuregen und bei sich bietenden Gelegenheiten hervorzurufen und zu fördern:

- das Staunen über den Reichtum, die Schönheit und die Mannigfaltigkeit der Natur, über Naturkräfte und Möglichkeiten ihrer Nutzung
- die Beachtung der Gefahren, die für den Menschen durch Veränderungen seiner natürlichen Umwelt entstehen können...

Die Schülerinnen und Schüler sollen zu der Einsicht geführt werden, daß die Physik wichtige Beiträge für die Erhaltung der Lebensbedingungen des Menschen und für das Gesamtverständnis unserer Welt liefert... Es sind Einblicke, Einsichten und Bewußtsein zu entwickeln:

...

- Einblick in die Belange des Umweltschutzes
- Einblick in die Gefahren des technischen Fortschritts und in Möglichkeiten, Fehlentwicklungen bewußt entgegenzuwirken.“

Lernziele und Inhalte der Stoffkomplexe

Klasse 6

Einsicht in die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung

Lärm, Gefahren durch Lärm;
Lärmbekämpfung, auch durch die Schüler

Klasse 7

Überblick über die Bedeutung von Wasser-, Wind- und Sonnenkraftwerken und der Umweltwärme

Regenerative Energien

Klasse 8

Einblick in einfache solar-terrestrische Beziehungen

Die Sonne als Energiequelle;
Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf die Erde; Solarkonstante; die Energiebilanz der Erde und ihre Störung durch den Menschen

Einblick in die Energieproblematik der Gegenwart und Zukunft

Energiebedarf und -vorrat; sinnvolle Nutzung; Verpflichtung und Möglichkeiten zur Einsparung; Umweltbelastung durch Energiequellen; Problematik der Nutzung von Kernenergie; Energiequellen der Zukunft

Klasse 9

Einsicht in die Notwendigkeit des Strahlenschutzes

Strahlenbelastung und Schäden

Verständnis, daß die Nutzung der Kernenergie mit Problemen behaftet ist

Sicherheit eines Kernkraftwerkes
Wiederaufbereitung und Endlagerung
radioaktiver Substanzen

Teil II

Stellung und Aufgaben des Faches Physik in der gymnasialen Oberstufe

„Physikalische Kenntnisse sind für das Verständnis in nahezu allen Bereichen notwendig. Sie sind hilfreich für den sachgemäßen Umgang mit technischen Geräten, zeigen vielfältige Möglichkeiten zum Schutz von Natur und Umwelt auf und schaffen somit neue Lebensbedingungen....

Die Schülerinnen und Schüler ... sollen lernen, unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten Nutzen und mögliche Gefahren der Anwendung physikalischen Wissens zu bewerten.“

Lernziele

Lernziele zur Persönlichkeitsentwicklung

„Der Physikunterricht fördert ...

- Aufgeschlossenheit gegenüber physikalischen, technischen, ökonomischen und ökologischen Aufgaben und Problemen“

Fachspezifische Lernziele

„Bei der Aneignung physikalischer Denk- und Arbeitsweisen sollen im Mittelpunkt stehen: ...

- Erkennen und Werten physikalischer Erkenntnisse in ihrer Bedeutung für soziale Entwicklungen und den Umweltschutz.“

Grundkurse Klasse 11 und 12

Lernziele

Thermodynamik

Erkennen des Zusammenhanges zwischen thermo-

dynamischen Prozessen und deren Anwendung mit der Umweltproblematik

Unterrichtsinhalt

Energiebetrachtungen beim
Kraftwerks-
prozeß

Thermischer Wirkungsgrad und
rationelle Energieumwandlung

Quanten- und Kernphysik

Erfassen und werten des Zusammenhanges der Gewinnung von Kernenergie und Umweltbelastung

Kernenergie und Umwelt

Leistungskurse Klasse 11 und 12

Lernziele

Thermodynamik

Erwerben von Kenntnissen über Wärmekraftmaschinen

Unterrichtsinhalt

Wärmekraftmaschinen

Quanten- und Kernphysik

Bekanntmachen mit Verhaltensregeln im Umgang mit radioaktivem Material

Erläutern der Gewinnung der Energie aus dem Kern

Strahlenschutz

Technische Probleme der Kernfusion

Aufgaben und Stellung des Faches Physik am Gymnasium

„Die Physik als moderne Wissenschaft bietet zahlreiche Möglichkeiten, technische Prozesse und Verfahren so zu gestalten, daß keine Gefahren für Mensch und Umwelt entstehen. An geeigneten Stellen sollte den Schülerinnen und Schülern die Notwendigkeit eines verantwortungsbewußten Umgehens mit technischen und natürlichen Objekten der Umwelt verdeutlicht werden.“

Lernziel und Lerninhalte

Sekundarbereich I

<i>Lernziele</i>	<i>Inhalte</i>
Schuljahrgang 6 Einsicht in die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung	Lärm, Gefahren durch Lärm; Lärmbekämpfung
Schuljahrgänge 7/8 Überblick über die Bedeutung von Wasser-, Wind- und Solarenergie Einblick in einfache solar-terrestrische Beziehungen	regenerative Energien Sonne als Energiequelle; Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf die Erde; Solarkonstante, Energiebilanz der Erde und ihre Störung durch den Menschen
Einblick in die Energieproblematik der Gegenwart und Zukunft	Energiebedarf und -vorrat, Möglichkeiten zur Energieeinsparung, Problematik der Nutzung von Kernenergie, Energiequellen der Zukunft
Schuljahrgang 9 „Die ionisierende Wirkung der Kernstrahlung und die damit verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt erfordern Kenntnisse von Strahlenschutzmaßnahmen.“ Einsicht in die Notwendigkeit des Strahlenschutzes	Strahlenbelastung und Strahlenschäden
„Die bei der Kernspaltung freiwerdende Energie und die Energieumwandlungen in Kernkraftwerken stehen im Mittelpunkt. Die Nutzung der Kernenergie wird abschließend aus ökologischer Sicht behandelt. Mit Hinweisen auf regenerative Energien wird die Behandlung des Themas abgeschlossen.“ Einblick in Aufbau und Wirkungsweise eines Druckwasserreaktors	Druckwasserreaktor, Energieumwandlung, Entsorgung
Verständnis, daß die Nutzung der Kernenergie mit Problemen verbunden ist	Sicherheit eines Kernkraftwerks, Wiederaufbereitung und Endlagerung radioaktiver Stoffe

Gymnasiale Oberstufe
Schuljahrgänge 11/12 - Grundkurse

Lernziele

Inhalte

Thermodynamik

Kenntnis von Kreisprozessen
Kenntnis des thermischen Wirkungsgrades

Kreisprozesse, Carnot-Prozeß und
Carnotscher Wirkungsgrad
Wärmepumpe, Kälteaggregate
(*Hinweise zum Unterricht:*
Wärme­kraftwerke, Probleme der
Energieversorgung, alternative
Energiequellen, Umweltprobleme)

Quanten- und Kernphysik

Einblick in die gesteuerte und ungesteuerte
Kettenreaktion

gesteuerte und ungesteuerte
Kettenreaktion

Verständnis der Gefahren für Mensch und Umwelt

Strahlenbelastung, Strahlenschutz,
Umweltproblematik

Schuljahrgänge 11/12 - Leistungskurse

Thermodynamik

Kenntnis des Carnotschen Kreisprozesses und des
thermischen Wirkungsgrades

Carnot-Prozeß
Carnotscher Wirkungsgrad

Fähigkeit, Kreisprozesse aus der Technik qualitativ
und quantitativ zu beschreiben

Wärme­kraftmaschinen, Kraftwerkspro-
zeß, Wirkungsgrad
Wärmepumpe, Kälteaggregate

Quanten- und Kernphysik

Verständnis der Gefahren für Mensch und Umwelt

Strahlenbelastung, Strahlenschutz,
Meßgrößen, Äquivalentdosis
(*Hinweise zum Unterricht:*
Diskussion zur Umweltproblematik,
Diskussion zum Problem der Deckung des
Energiebedarfs)

Stellung und Aufgaben des Faches Physik

„Die Physik als moderne Wissenschaft bietet heute zahlreiche Möglichkeiten, wissenschaftliche Grundlagen für das Verstehen des weltweiten Energieproblems zu vermitteln und an der Beseitigung von Umweltschäden, die durch technische Entwicklungen entstehen, mitzuwirken...

Der Physikunterricht soll die Schülerinnen und Schüler anleiten, den Menschen und seine Umwelt unter physikalischen Fragestellungen zu betrachten. Er soll sie befähigen, aus Naturgesetzen richtige Schlußfolgerungen abzuleiten und sie auf diesem Wege auf menschengerechtes und naturverträgliches Denken und Handeln im Leben vorbereiten...

Der Physikunterricht soll das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Physik und ihren Anwendungen wecken, erhalten und so festigen, daß sie auch nach Beendigung der Schulzeit bereit und in der Lage sind, an Diskussionen über den Menschen und die Menschheit bewegende Fragen, zum Beispiel über Umwelt- und Technologieprobleme, sachkundig teilzunehmen.“

Lernziele

Lernziele zur Persönlichkeitsentwicklung

„Die Schülerinnen und Schüler sollen Bereitschaft entwickeln zu Kommunikation und Kooperation. Im einzelnen sind anzustreben:

...

- die Bereitschaft, Gruppeninteressen vor die eigenen zu setzen
- das Bewußtsein des eigenen Anteils der Verantwortung gegenüber den Aufgaben von Gruppen und im Umgang mit Gegenständen der Umwelt.“

Fachspezifische Lernziele

„Die Schülerinnen und Schüler sollen Naturgesetze und Anwendungen in fesselnder und die Gefühle ansprechender Weise kennenlernen. Durch eindrucksvolle Experimente, Illustrationen und einprägsame Informationen sind anzuregen und bei sich bietenden Gelegenheiten hervorzurufen und zu fördern:

- das Staunen über den Reichtum, die Schönheit und die Mannigfaltigkeit der Natur, über Naturkräfte und Möglichkeiten ihrer Nutzung
- die Beachtung der Gefahren, die für den Menschen durch Veränderungen seiner natürlichen Umwelt entstehen können...

Die Schülerinnen und Schüler sollen zu der Einsicht geführt werden, daß die Physik wichtige Beiträge für die Erhaltung der Lebensbedingungen des Menschen und damit für das Gesamtverständnis unserer Welt liefert.“

Lernziele und Inhalte der Stoffkomplexe

Klasse 6

Einsicht in die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung

Lärm, Gefahren durch Lärm;
Lärmbekämpfung, auch durch die Schüler

Klasse 7

Überblick über die Bedeutung von Wasser-, Wind- und Sonnenkraftwerken und der Umweltwärme

Regenerative Energien

Klasse 8

Einblick in einfache solar-terrestrische Beziehungen

Die Sonne als Energiequelle;
Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf die Erde; Solarkonstante; die Energiebilanz der Erde und ihre Störung durch den Menschen

Einblick in die Energieproblematik der Gegenwart und Zukunft

Energiebedarf und -vorrat; sinnvolle Nutzung; Verpflichtung und Möglichkeiten zur Einsparung; Umweltbelastung durch Energiequellen; Problematik der Nutzung von Kernenergie; Energiequellen der Zukunft

Klasse 9

Einsicht in die Notwendigkeit des Strahlenschutzes

Strahlenbelastung und Strahlenschäden

Verständnis, daß die Nutzung der Kernenergie mit Problemen behaftet ist

Sicherheit eines Kernkraftwerkes
Wiederaufbereitung und Endlagerung
radioaktiver Substanzen

Klasse 10

Einsicht in die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung

Lärm als störender, belästigender bzw.
schädigender Schall
Gefahren für die Gesundheit

Übersicht zur Lärmbekämpfung

Unterbindung der Entstehung
Verminderung der Lautstärke
Unterbrechung oder Reduzierung
der Schallausbreitung (Absorption),
individueller Hörschutz

Einblick in die Möglichkeiten der Lärmbekämpfung
(Auswahlthemen);

Betrieb außerhalb der Wohngebiete,
Grünanlagen, breite Straßen,
Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle,
Geschwindigkeitsbegrenzungen,
Schalldämpfer, Verbot des „Frisierens“
von Motoren;

Einsicht in die persönliche Mitverantwortung

Schallschutzfenster, Dämmschichten,
Abkapselung von Lärmquellen,
Schallschutzkabinen, Lärmpausen,
begrenzte Arbeitsdauer, lärmarme
Maschinen;
persönlicher Hörschutz (Ölwanne,
Glaswanne, plastische Pfropfen);
Gesetzliche Vorschriften, vorbeugender
Gesundheitsschutz; Lärmbekämpfung in
der Schule

Aufgaben und Stellung des Faches Physik

„Anliegen des Physikunterrichtes als Bestandteil einer zeitgemäßen Allgemeinbildung ist es, Wissen über grundlegende physikalische Sachverhalte und Vorgänge in Natur, Technik und im unmittelbaren Umfeld der Schülerinnen und Schüler zu vermitteln...

Die Schülerinnen und Schüler sollen Naturgesetze und Anwendungen in fesselnder und die Gefühle ansprechender Weise kennenlernen. Durch eindrucksvolle Experimente, Illustrationen und einprägsame Informationen ist die Bereitschaft zu wecken, physikalisches Wissen zu erwerben, um Vorgänge im eigenen Körper und notwendige Maßnahmen seines Schutzes besser verstehen und beurteilen zu können, zum Beispiel Wissen über Sinneswahrnehmungen, den Energiebedarf, natürliche Abwehrreaktionen, über eigene und technische Schutzvorkehrungen vor Hitze, Kälte, Lärm, Strahlung und Strom.“

Differenzierende Förderstufe

Lernziele und Inhalte für den Schuljahrgang 6

Einsicht in die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung

Lärm, Gefahren durch Lärm,
Lärmbekämpfung

Realschulbildungsgang

Aufgaben und Stellung des Faches Physik

„Der Physikunterricht soll die Schülerinnen und Schüler anleiten, den Menschen und seine Umwelt unter physikalischen Fragestellungen zu betrachten. Es soll sie befähigen, aus Naturgesetzen richtige Schlußfolgerungen abzuleiten, und sie auf diesem Wege auf menschengerechtes und naturverträgliches Denken und Handeln im Leben vorzubereiten.“

Lernziele

Inhalte

Schuljahrgänge 7/8

Überblick über die Bedeutung von Wasser-, Wind- und
Sonnenkraftwerken und der Umweltwärme

regenerative Energien

Einsicht in die persönliche Verantwortung zum Schutz
der Umwelt

Umweltschutz

„Der Einblick in die Energieproblematik der Gegenwart und Zukunft rundet das Stoffgebiet Wärmelehre im Schuljahrgang 8 ab. Eine explizite Behandlung in den Schuljahrgängen 9 und 10 erfolgt nicht mehr.“

Einblick in einfache solar-terrestrische Beziehungen

Sonne als Energiequelle; Auswirkungen
der Sonnenstrahlung auf die Erde;
Energiebilanz der Erde und ihre Störung
durch den Menschen

Einblick in die Energieproblematik der Gegenwart und
Zukunft

Umweltbelastungen durch Energie-
umwandlungen; Energiequellen
der Zukunft; Energiebedarf,
Energievorrat, Energienutzung,
Sparmaßnahmen

Schuljahrgänge 9/10

Einsicht in die Notwendigkeit des Strahlenschutzes

Einsicht über Nutzen und Gefahren der Kernenergie

Verständnis, daß die Nutzung der Kernenergie mit Problemen verbunden ist

Verständnis der Notwendigkeit der Lärmbekämpfung

Übersicht über Möglichkeiten der Lärmbekämpfung

Grundregeln für den Strahlenschutz

Sicherheit eines Kernkraftwerkes; Nutzen und Gefahren der Umwandlung der Kernenergie (*Hinweise zum Unterricht: Sicherheitsmaßnahmen, GAU, Folgen des GAU in Tschernobyl*)

Wiederaufbereitung, Entsorgung und Endlagerung radioaktiver Substanzen

Lärm als störender, belästigender bzw. schädigender Schall; Gefahren für die Gesundheit

Unterbindung der Entstehung des Lärms; Verminderung der Lautstärke, Unterbrechung oder Reduzierung der Schallausbreitung (Absorption)

Anlage A -2: Beispiele für die Gestaltung des Projektheftes für Schüler bzw. des Lehrerheftes zum Thema „Gesund leben in einer gesunden Umwelt“

A - 2.1.: Beispiel aus dem Schülerheft / Thema: „Eine zweckmäßige Bekleidung - wichtig für das Wohlbefinden?“

Dialogbeispiel und Experimentieranleitungen



„Du, Maria, ist dir eigentlich schon einmal aufgefallen, dass im Sommer die meisten Leute helle Sachen anhaben?“

„Hm, ja. Stimmt! Ich habe auch noch nie einen schwarzen Sonnenschirm gesehen!“

„Vielleicht ist noch keiner auf die Idee gekommen, solche zu verkaufen? Was meinst du?“

„Ich weiß nicht. Bestimmt gibt es Gründe dafür.“

Schwarz oder weiß?

Ihr habt bereits kennen gelernt, dass die Luft ein schlechter **Wärmeleiter** ist. Nun wollen wir herausfinden, welche Möglichkeiten es zur **Wärmeübertragung** gibt.

Für die Untersuchungen benötigt ihr:

Material: Heißwasserbereiter oder Kochplatte mit Gefäß, Teekanne aus hitzebeständigem Glas oder großes Becherglas, 2 Thermometer, Wärmestrahler (Infrarotlampe), schwarzes und weißes Papier (oder schwarze Lackfarbe), Stativmaterial, Faden, Schere

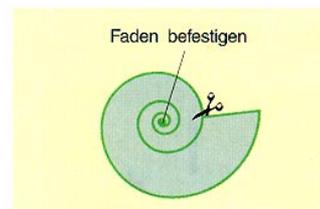
!!! Vorsicht bei Experimenten mit heißem Wasser!!!

1. Warum tanzt eine Papierspirale über einer Wärmequelle?

Durchführung: Schneidet aus Zeichenpapier eine Spirale aus und befestigt sie an einem Faden.

Haltet diesen über eine Wärmequelle (Heizplatte oder Heizkörper).

Beobachtung: Was könnt ihr beobachten?



2. Strahlt die Teekanne Wärme ab?

Durchführung: Erhitzt Wasser und füllt es in die Teekanne.

Haltet ein Thermometer über die Teekanne.

Beobachtung: Was könnt ihr feststellen?

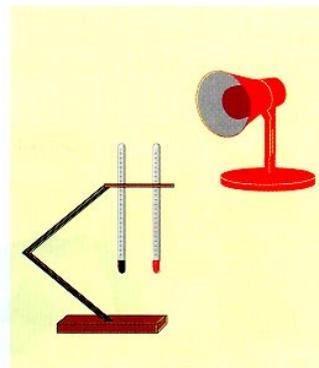


3. Schwarz oder weiß?

Durchführung: Umwickelt die Thermometergefäße zweier Thermometer mit schwarzem bzw. weißem Papier oder streicht das Gefäß des einen Thermometers mit schwarzer Farbe.

- Befestigt die Thermometer dann am Stativ (Vorsicht! – Glasröhrenhalter verwenden!).
- Misst an beiden Thermometern die Anfangstemperatur!
- Richtet dann einen Wärmestrahler auf sie. Misst die Temperaturen alle zwei Minuten und trägt die Werte in eine Tabelle ein!

Beobachtung: Was könnt ihr feststellen?



Ist unser Raumklima o.k.?



„Gibt es nun eigentlich ein richtiges Raumklima?“

„Ich glaube nicht. Das muss schon jeder für sich entscheiden, was o.k. ist.“

„Komm, lass uns einmal unsere Zimmer testen!“

Bestimmung des Raumklimas

Für die Untersuchungen braucht ihr:

Material: 4 Thermometer, Luftfeuchtigkeitsmesser (Hygrometer), Uhr



46. a) Ordnet die Messgeräte wie im ausgewählten Raum bzw. an der Außenwand an den eingezeichneten Stellen an!



- b) Beachtet, dass das auf dem Fußboden befindliche Thermometer nicht beschädigt werden kann!
- c) Bestimmt die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit zu bestimmten Zeiten sowie vor und nach einem gründlichen Lüften!
- d) Ergänzt in der Tabelle jeweils die persönliche Empfindung („zu kühl“, „behaglich“, „zu warm“)!
- e) Untersucht auch den Einfluss der Raumheizung auf die Messgrößen bzw. auf eure Empfindungen!

Raum:

Bestimmung des Raumklimas

Datum und Uhrzeit	vor einer Lüftung	nach einer Lüftung	Lufttemperatur in °C	Innenwandtemperatur in °C	Fußbodentemperatur in °C	Außenwandtemperatur in °C	rel. Luftfeuchtigkeit in %	Empfindung
5.5. 8.00	x	-	17	15	19	16	55	gut

Fenster – früher und heute

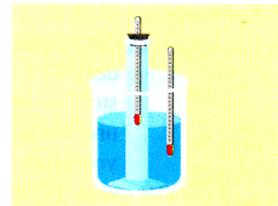


50. a) Untersucht in eurer Wohnung bzw. im Schulgebäude, wie die Fenster aufgebaut sind! Welche Arten von Fenstern hinsichtlich der Verglasung kennt ihr noch? Befragt dazu auch Handwerker bzw. nutzt Prospekte von Fensterbau-firmen.
- b) Stellt eure Ergebnisse und Vorschläge in einem Poster dar!
51. Wie wirkt sich eine „doppelte Verglasung“ auf den Wärmestrom aus?

Für die Experimente braucht ihr:

Material: Reagenzglas oder kleinen Messzylinder (50 ml) mit durchbohrtem Stopfen, 2 Thermometer, größeres Reagenzglas oder größeren Messzylinder (100 ml), zum Reagenzglas bzw. Messzylinder passenden durchbohrten Stopfen oder Fließpapier, Heißwasserbereiter, Gefäß zur Aufnahme des heißen Wassers (z.B. großes Becherglas), Rührer

Durchführung: Bringt das Flüssigkeitsthermometer im Innern des Reagenzglases bzw. des kleinen Messzylinders an. Verwendet dazu einen durchbohrten Stopfen oder eine Isolationsschicht aus Fließpapier („einfache Verglasung“).



Erhitzt dann Wasser auf etwa 60 °C und gießt es in ein geeignetes Aufbewahrungsgefäß. Ermittelt im Abstand von einer Minute die Temperatur im heißen Wasser und in der im Reagenzglas eingeschlossenen Luft. Das heiße Wasser ist gut umzurühren!

Bringt für eine zweite Untersuchung das Reagenzglas (bzw. den kleinen Messzylinder) in einem größeren Reagenzglas bzw. einem größeren Messzylinder an („doppelte Verglasung“). Isoliert gut mit einem durchbohrten Stopfen oder mit Fließpapier. Erhitzt das Wasser im Vorratsgefäß erneut auf die beim ersten Versuch gewählte Ausgangstemperatur und wiederholt dann die einzelnen Schritte.

Auswertung: Vervollständigt das Messprotokoll!
Stellt den Temperatur-Zeit-Verlauf für die beiden Teilversuche in einem Diagramm dar!
Was kann aus dem Experiment gefolgert werden?

Messprotokoll

Zeit in Minuten	Temperatur in °C			
	einfache Verglasung		doppelte Verglasung	
	heißes Wasser	Luft	heißes Wasser	Luft
0				
1				
...				



„Jetzt verstehe ich besser, warum viele ältere Häuser nicht nur neu angestrichen werden. Der Aufwand ist zwar viel größer – Dämmplatten anbringen, neue Fenster einbauen ... –, aber es lohnt sich bestimmt.“

„Ja, denn der Energieverbrauch wird doch sehr gesenkt. Aber sind solche Häuser schon ‚Niedrigenergiehäuser‘?“

„Weiß ich nicht. Das müssen wir auch noch herausfinden – vielleicht im nächsten Schuljahr?“

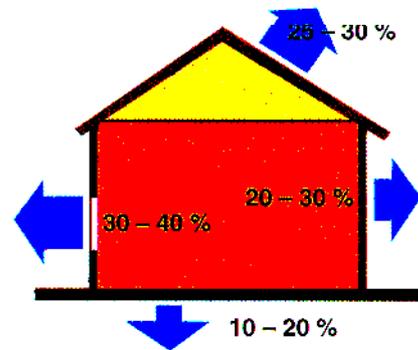
A - 2.3.: Beispiel aus dem Schülerheft / Thema: „Wohlfühlen in Räumen - was gehört eigentlich dazu?“

Sachinformationen und Aufgabenbeispiele

Mit wenig Aufwand angenehme Raumtemperaturen – was ist zu tun?

Viele der Erkenntnisse, die ihr im Zusammenhang mit einer richtigen Bekleidung herausgefunden habt, lassen sich auch auf unsere Wohnungen und Wohnhäuser übertragen. In diesem Fall geht es darum, mit einem möglichst geringen Aufwand an Energie ein angenehmes **Raumklima** zu erzielen.

Das Klima in Mitteleuropa macht es erforderlich, dass die Wohnhäuser in der Regel bis zu neun Monaten im Jahr beheizt werden müssen. Der größere Teil der Wärme wird den Wohnungen über **Heizungsanlagen** zugeführt.



Die Wärme lässt sich nicht in einem Raum einschließen, dessen Temperatur verschieden von der Umgebungstemperatur ist. Sie wird über die Außenflächen des Hauses oder durch Lüftung an die Umgebung abgegeben.



47. a) Welche **Heizstoffe** werden in **Heizungsanlagen** verbrannt?
- b) Aus welchen Rohstoffen werden sie gewonnen?
48. An welchen Stellen des abgebildeten Hauses entweicht die meiste Wärme in die Umgebung?
49. a) Erkundet, wie an neu gebauten Wohnhäusern die Außen- bzw. die Innenwände aufgebaut sind!
- b) Findet heraus, wie solche Wände früher gebaut wurden! – Befragt dazu Handwerker oder nutzt Prospekte von Baufirmen!

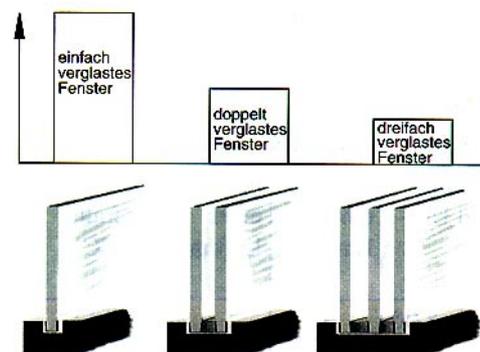
Für Neubauten ist in einer „Wärmeschutzverordnung“ der maximale Heizwärmebedarf vorgeschrieben.

Viel Energie lässt sich durch eine gute Wärmedämmung der Außenhülle der Gebäude einsparen. Dabei müssen Dämmstoffe eingesetzt werden, die Wärme sehr schlecht leiten. Dämmschichten werden bei älteren Gebäuden nachträglich außen, also an der kalten Seite der Wand, angebracht und durch Verputzen winddicht gemacht.

Aber auch durch moderne Fenster lassen sich hohe Einsparungen erzielen.



Verschiedene Dämmstoffe bei gleichem Wärmedurchgang



Fensteraufbau und Wärmestrom

A - 2.4.: Beispiel aus dem Lehrerheft / Thema: „Zweckmäßige Bekleidung / Welches Material hält am besten warm?“

Sachinformationen und physikalische Grundlagen

3.10 Zweckmäßige Bekleidung/ Welches Material hält am besten warm?

Sachinformationen

Der Wärmeschutz war eine wesentliche Voraussetzung für die Eroberung kälterer Regionen durch gleichwarme Tiere und in analoger Weise durch die Menschen.

Während sich die Menschen durch eine entsprechende Kleidung an die klimatischen Besonderheiten ihrer Region angepasst haben, bildeten sich im Tierreich im Verlaufe der Entwicklung folgende Schutzmöglichkeiten heraus:

- **Wärmedämmung** außerhalb des Körpers durch Federn bzw. durch Fell,
- Wärmedämmung innerhalb des Körpers durch eine Fettschicht.

Die isolierende Wirkung der Tierbekleidung resultiert aus der geringen **Wärmeleitfähigkeit** der eingeschlossenen und in der Beweglichkeit eingeschränkten Luftschicht.

Mit der Ausbildung eines längeren, dichteren Winterpelzes bzw. eines mächtigeren Wintergefieders wird eine größere Menge Luft eingeschlossen. Es bildet sich ein „dicker Luftgürtel“, der noch besser vor Kälte schützt, da die Wärmedämmung zunimmt.

Die Tabelle zeigt die Wärmeleitfähigkeit einiger Stoffe und ihr Verhältnis zur Wärmeleitfähigkeit der Luft (**gesetzt:** $\lambda_{\text{Luft}} = 1$).

Physikalische Grundlagen

Die durch einen Körper der Dicke l und der Oberfläche A in der Zeit Δt hindurch tretende Wärme ΔQ wird bestimmt nach

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \cdot A \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{l}$$

mit λ : Wärmeleitfähigkeit

A : von der Wärme durchströmte Fläche

$T_1 - T_2$: Temperaturunterschied
z. B. zwischen Mensch und Umgebung

l : Dicke der Wärmeisolation
(z. B. der Haut)

Material	Wärmeleitfähigkeit λ in $J/(s \cdot cm \cdot K)$	Wärmeleitfähigkeit im Verhältnis zur ruhenden Luft
ruhende Luft	0,00023	1
Holz	0,00023	1
Federn	0,00024	1,04
Fell (Hase)	0,00025	1,09
Watte	0,00035	1,5
Fettgewebe	0,0017	7
Fleisch	0,046	20
Wasser	0,006	26
Eis	0,025	109
Eisen	0,733	3187
Kupfer	4,02	17478

Zur Durchführung der einzelnen Projektthemen

Durch Wasser geht die isolierende Wirkung des Felles verloren, weil dessen spezifische Wärmeleitfähigkeit etwa 26-mal so groß ist wie die der Luft. Ein Einfetten des Haarkleides bewirkt, dass die eingeschlossene Luft schwerer durch Wasser verdrängt werden kann. Auf diese Weise reduzieren die Tiere, die sich vorwiegend im Wasser aufhalten, die Wärmeleitung.

Bei gleichwarmen im Wasser lebenden Tieren hat sich eine isolierende Fettschicht unter der Haut als Selektionsvorteil herausgestellt und schließlich durchgesetzt.

Der Vorteil einer guten Wärmedämmung ist natürlich mit dem Nachteil einer Überhitzungsgefahr in der warmen Jahreszeit verbunden. Neben dem „Fell- und Federwechsel“ wird überschüssige Wärme über weniger behaarte Körperteile (z.B. Beine, Pfoten) bzw. durch Hecheln abgegeben.

Enge Analogien bestehen zu unserer Bekleidung: **Warm hält eine Kleidung, die viel Luft speichert.** Besonders günstig wirkt sich aus, wenn diese Luft nicht strömen kann. Deshalb besteht Thermokleidung aus mehreren Luft einschließenden Schichten. Nachteileilig ist aber, dass Feuchtigkeit schlecht transportiert wird.

Kleidung sollte atmungsaktiv sein, d. h., die **Feuchtigkeit**, vor allem den abgegebenen Schweiß, nach außen weiterleiten. Sie soll sich schnell wieder trocken und wärmend anfühlen, denn nass auf der Haut liegende Kleidung lässt uns frösteln.

Der Feuchtigkeitstransport erfolgt über Textilporen (Luftlöcher) und locker sitzende Kleidung. Dadurch können 20 – 30% des Schweißes nach außen abgegeben werden.

Optimale Bekleidung für die kalte Jahreszeit zeichnet sich also dadurch aus, dass Wärmeleitung sowie Wärmeströmung möglichst gering sind und die Feuchtigkeit gut abgeführt wird.

(Argumentation für die Aufgaben 32a und b, 34 und 35)

Für das menschliche Wohlbefinden ist die **Wärmestrahlung** (auch Temperaturstrahlung genannt) von außerordentlicher Bedeutung.

Die Strahlung ist unabhängig von der Umgebungstemperatur und erfolgt ohne benachbarte Teilchen, d.h. ohne Mitwirkung von Stoffen. Bei einer mittleren Hauttemperatur von 32°C liegt die **Strahlung im Bereich des infraroten Spektrums** und hat ihr Maximum bei einer Wellenlänge von $\lambda = 10\mu\text{m}$. Speziell diese Strahlung im IR-Bereich wird als Wärmestrahlung bezeichnet.

Die Strahlungsleistung eines Menschen bei einer angenommenen Temperaturdifferenz zwischen Hautoberfläche und Zimmer von 12 K sowie einer Körperoberfläche von 1,25 m² beträgt etwa 100 W. Sie ist damit etwa viermal so groß wie die durch Wärmeleitung und Wärmeströmung abgegebene Wärme!

Bei einem als „angenehm“ eingeschätzten Wetter (Lufttemperatur 20 bis 25°C, relative Luftfeuchtigkeit 40 bis 60 %, Windgeschwindigkeit unter 0,3 m/s) setzt sich die abgegebene Wärme eines unbedeckten menschlichen Körpers näherungsweise so zusammen:

15 % durch Wärmeleitung und Wärmeströmung

60 % durch Wärmestrahlung

25 % durch Verdunstung.

Wärmestrahlung, die auf einen Körper fällt, kann vollständig bzw. zum Teil von ihm aufgenommen (absorbiert) werden. Die nicht absorbierte Strahlung wird reflektiert. Daneben wird aber von jedem Körper aufgrund seiner Temperatur Wärmestrahlung ausgesandt (emittiert).

Das Absorptionsvermögen eines Körpers gibt an, welcher Teil der auftretenden Temperaturstrahlung vom Körper aufgenommen wird. Heiße und glänzende Körper reflektieren den größten Teil der Strahlung. Körper mit sehr dunklen, rauen Oberflächen absorbieren hingegen fast die gesamte auftreffende Strahlung.

Didaktisch-methodische Empfehlungen

Die Projektarbeit dieses Teiles lebt von den experimentellen Untersuchungen. Die Schüler werden bereits durch Aufgabenstellungen zur Gestaltung von Bekleidungsstücken aus dem PAETEC Schulbuch Physik, Klasse 6: „Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht“, Aufgabe 12, die Aufgaben 26/27 zum Wärmeschutz der Tiere für weitere Untersuchungen motiviert.

Nun könnten in einem Kreisgespräch die Aufgaben 32 bis 36a erarbeitet und diskutiert werden. Eine Gruppe gestaltet nach dieser Runde ein Poster, andere Schüler versuchen unter weitestgehend zurückgenommener Anleitung und Hilfe durch den Lehrer die vorgeschlagenen Experimente durchzuführen.

A - 2.5.: Beispiel aus dem Lehrerheft / Thema: „Raumklima: Gut gedämmt - viel gespart!“ Sachinformationen - physikalische Grundlagen - didaktisch-methodische Empfehlungen

3.12 Raumklima: Gut gedämmt – viel gespart!

Sachinformation

Wir sind durch das Klima, in dem wir leben, darauf angewiesen, die Häuser und Wohnungen über viele Monate hinweg zu beheizen. Der dafür erforderliche Energieaufwand kann reduziert werden, wenn es gelingt, den **Wärmestrom in die Umgebung zu minimieren**.

Der hohe Energieverbrauch in den Industrieländern ist entscheidend verantwortlich für die Umweltbelastungen, die zu einem immer stärkeren Problem für die Menschheit werden.

Bei der Umwandlung von Primärenergie (vor allem Kohle, Erdöl, Erdgas) in die einsetzbare Endenergie (z. B. Elektroenergie, Heizöl, Benzin) sowie beim Verbraucher selbst treten energetische Verluste auf. Außerdem kommt es zur Abgabe von Stoffen in die Atmosphäre. Besonders kritisch sind die Emissionen, die bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas entstehen:

- Die CO₂-Emissionen tragen zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei, die zu einer globalen Klimaveränderung führen kann („anthropogener Treibhauseffekt“),
- Die SO₂-Emissionen gelten als Ursachen für das Waldsterben und bewirken auch eine Versauerung der Gewässer.

Selbst wenn in unserer Region erneuerbare Energien („regenerative Energien“) aus Wasser, Sonne und Wind für die Erzeugung von Elektrizität und Erwärmung des Brauchwassers maximal genutzt würden, könnten sie gegenwärtig den Gesamtenergiebedarf für die Raumheizung noch nicht decken.

Die Kernenergie kann nicht als Alternative dienen, da sie andere unkalkulierbare Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit in sich birgt.

Folglich muss durch **Energieeinsparung** ein **wichtiger Beitrag zum Schutz unserer Umwelt** geleistet werden.

Der **Wärmedämmung** von Gebäuden kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. In der Praxis werden zwei Arten des Wärmeverlustes unterschieden:

- **Transmissionswärmeverlust:**
Wärme, die durch die Wand nach außen strömt.
- **Lüftungswärmeverlust:**
Wärme, die durch Ritzen und beim Lüften entweicht.

Unbewegte Luft oder Gase hemmen den **Wärmedurchgang**. Bei Wärmedämmstoffen wird diese Eigenschaft genutzt, indem sie eine poröse Struktur aufweisen, also möglichst viele kleine Lufträume umschließen.

Bei der Beurteilung des Nutzens einer Wärmedämmung muss die **Gesamtenergiebilanz** berücksichtigt

werden, d.h. die Differenz aus dem Energieaufwand für Herstellung, Transport sowie Verarbeitung des Dämmstoffes und der durch die Dämmung eingesparten Energie. Moderne Wärmedämmstoffe amortisieren sich energetisch in einer Zeitspanne zwischen drei Monaten und zwei Jahren.

Fenster mit Isolier- oder Wärmeschutzverglasung und unbeheizte Wintergärten tragen zur Energieeinsparung bei, wenn sie richtig dimensioniert, konstruiert und ausgeführt sind. Besonders bei einzeln stehenden Häusern kann eine **Fassadenbegrünung** einen verbesserten Wärmeschutz bewirken, weil durch eine verringerte Luftgeschwindigkeit der Wärmeübergang reduziert wird.

Bei **Wärmedämmmaßnahmen** sind einige grundsätzliche Regeln zu beachten:

- Wärmedämmung (möglichst) an der kalten Seite, also an der Außenseite, anbringen – eine Innendämmung kann zu Feuchteschäden führen!
- Winddichtigkeit der Außenhaut absichern!
- Außenwanddämmung durch Dämmung der Kellerdecken und des Daches ergänzen!
- Vermeiden von Wärmebrücken!

Die Wärmedämmeigenschaften von Baustoffen werden durch die **Wärmeleitfähigkeit** (λ) charakterisiert (vgl. Tab. S. 34). Je niedriger der λ -Wert eines Materials ist, desto größer ist seine Wärmedämmung. Beton hat beispielsweise einen um den Faktor 100 größeren und damit schlechteren Wert als verschiedene Dämmstoffe!

Ein weiterer wichtiger Parameter, der die Dämmeigenschaften eines Materials kennzeichnet, ist der **Wärmedurchgangskoeffizient** k . Dieser ist ein Maß für den Wärmestrom, der bei einer Temperaturdifferenz von 1 K zwischen innen und außen durch ein Bauteil mit 1 m² Fläche fließt. Der k -Wert kann aus den empirisch ermittelten Wärmeübergangskoeffizienten α_a (Übergang Bauteil/Luft) und α_i (Übergang Luft/Bauteil), der Dicke l und der Wärmeleitfähigkeit λ des Bauteiles errechnet werden.

Physikalische Grundlagen
Für den Wärmedurchgang gilt:

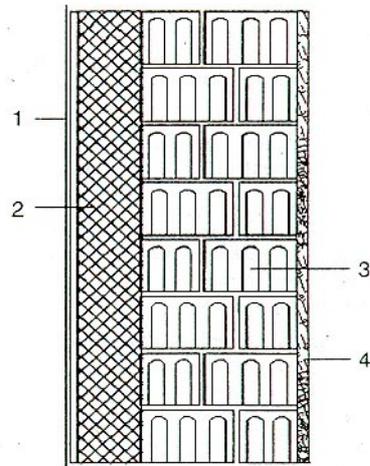
$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \frac{l}{\lambda}}$$

α_i : Wärmeübergangskoeffizient Luft/Bauteil
 α_a : Wärmeübergangskoeffizient Bauteil/Luft
 l : Stärke des Bauteils
 λ : Wärmeleitfähigkeit vom Bauteil

Bei Vernachlässigung der Wärmeübergangskoeffizienten gilt

$$k = \frac{\lambda}{l} \quad \text{mit } [k] = \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

„Thermohaut“ (Wärmedämm-Verbundsystem)



- 1 Außenputz
- 2 Wärmedämmung
- 3 Mauerwerk
- 4 Innenputz

k-Werte für kleine Wohngebäude

Bauteil	max. Wärmedurchgangskoeffizient k_{max} in $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ nach Wärmeschutzverordnung	k-Wert in k_{max} in $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ bei Niedrigenergiehäusern
Außenwände	$\leq 0,50$	$\leq 0,15$
Fenster und Fenstertüren	$\leq 1,7$	$\leq 1,5$
Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Decken, die Räume nach oben und unten gegen Außenluft abgrenzen	$\leq 0,22$	$\leq 0,12$
Kellerdecken, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume bzw. gegen das Erdreich	$\leq 0,35$	$\leq 0,25$

In Deutschland wurde 1984 eine „Wärmeschutzverordnung“ in Kraft gesetzt. In ihr sind Wärmeschutz- und Dichtigkeitsanforderungen an Neubauten und Umbauten bestehender Gebäude festgeschrieben. 1995 wurde eine Novellierung dieser Verordnung beschlossen. In dieser sind die Anforderungen an den Wärmeschutz so erhöht worden, dass eine Verringerung des jährlichen Heizwärmebedarfs um 30% erreicht wird.

Die Forderung von $k \leq 0,50 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ gilt als erfüllt, wenn das Mauerwerk in einer Wandstärke von 36,5 cm mit Baustoffen einer Wärmeleitfähigkeit von $\leq 0,21 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ausgeführt wird (z. B. Poroton- oder Gasbetonsteine).

Niedrigenergiehäuser zeichnen sich durch einen besonders geringen Energiebedarf für die Raum-

wärme und die Warmwasserversorgung aus. Merkmale dieser Energiesparhäuser sind eine kompakte Bauform, hochwertige Dämmung aller Außenwände, des Daches und der Kellerdecke, eine Wärmeschutzverglasung, eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung und die Nutzung von Solarenergie.

Die Anforderungen an den Wärmeschutz bei Fenstern betreffen die Wärmeverluste durch Wärmedurchgang, die Dichtigkeit bei geschlossenem Fenster und den sommerlichen Wärmeschutz.

Moderne Fenster besitzen eine Isolierverglasung. Als Rahmenmaterial kommen traditionell Holz, aber auch Kunststoffe (hochschlagzähes PVC) und Aluminium zum Einsatz.

Didaktisch-methodische Empfehlungen

Im Fachunterricht sollte bereits behandelt worden sein:

- Formen der Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Wärmeströmung und Wärmestrahlung),
- Unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit von Stoffen; gute und schlechte Wärmeleiter.

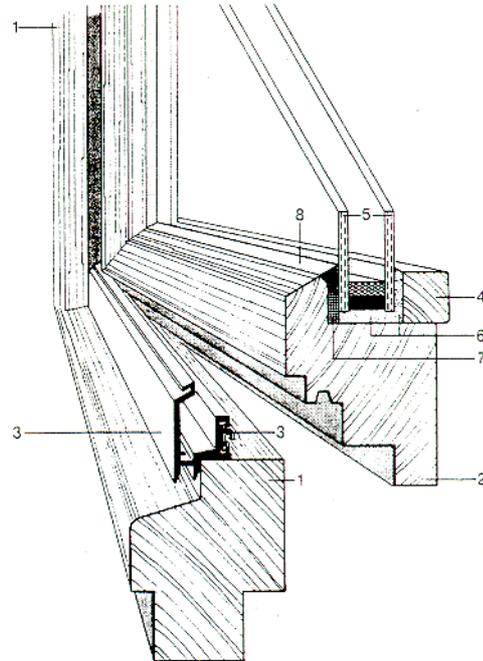
Motivationsmöglichkeiten

Die Schüler können in ihrer Schul- oder Wohnumwelt häufig Rekonstruktionsmaßnahmen an Gebäuden beobachten. Die Aufmerksamkeit sollte hierbei auf die Art der Baumaßnahmen gelenkt werden: Leicht beobachtbar sind das Auswechseln der Fenster, das Anbringen von Dämmstoffen an die Außenwände und das abschließende Verputzen.

Aber auch allgemeiner gehaltene Fragestellungen bieten sich an:

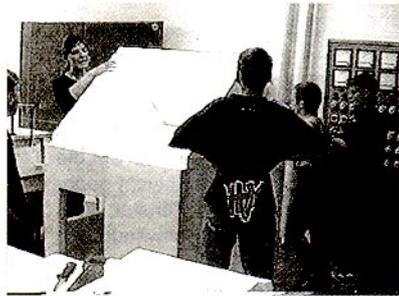
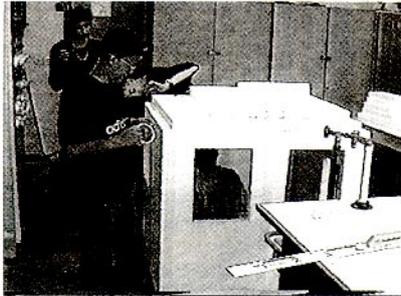
- Aufgabenstellungen zur Wärmedämmung von Bauwerken:
PAETEC Lehrbuch Physik Klasse 6, „Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht“, Aufgaben Nr. 19 und 21;
PAETEC Projektheft: Gesund leben in einer gesunden Umwelt, Aufgabe Nr. 49
- Aufgabenstellungen zum Aufbau von Fenstern:
Aufgaben Nr. 50/51 ebenda.

Holzfenster mit Isolierverglasung (nach DIN 68121)



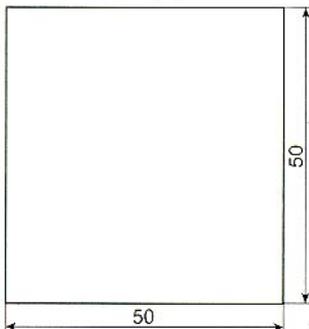
- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1 Blendrahmen | 5 Isolierverglasung |
| 2 Flügelrahmen | 6 Kittbett |
| 3 Regenschutzschiene
mit Dichtung | 7 Vorlageband |
| 4 Glashalteleiste | 8 Abdichtung |

Modellhäuser für geplante Untersuchungen sind aber auch mit relativ wenig Aufwand im Eigenbau herstellbar.

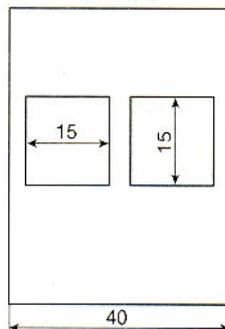


1 Paket Styroporplatten vom Baumarkt
(z. B. in den Abmessungen
100 cm x 50 cm x 50 cm stark)
Paketklebeband (5 cm breit)
Fensterdichtungsband
verschiedene Materialien für Fenster und
Türen (Plexiglas, Sperrholz)
verschiedene Werkzeug

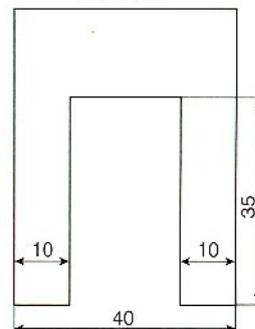
Teil A (4x)



Teil B (1x)



Teil C (1x)



Bauhinweise

Zuerst sollte mit dem Bau eines „Ein-Zimmer-Hauses“ begonnen werden.

Für das Herstellen des Bodens und des Daches wird eine Styroporplatte in der Mitte getrennt.

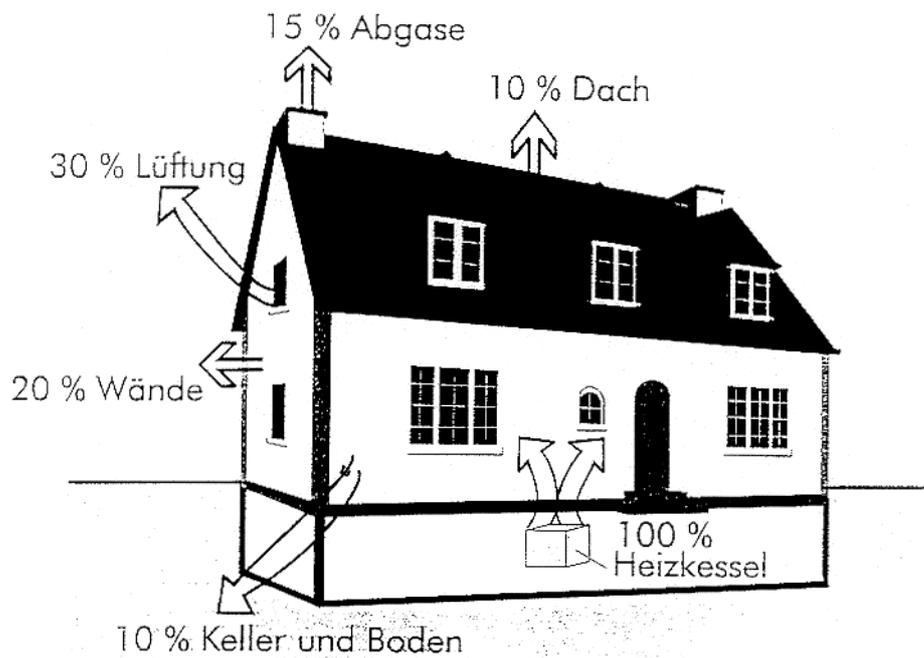
Die Schnittlinie kann mit einem weichen Bleistift leicht aufgezeichnet werden. Für das Trennen ist ein scharfes Messer gut geeignet oder eine Säge („Fuchsschwanz“). *(Achtung: Verletzungsgefahr!)*

Die Grundmaße des Hauses betragen 50 cm x 50 cm.

Aus weiteren Styroporplatten lassen sich die Seitenwände fertigen. Dabei sollte sofort die Lage von Fenster(n) und Tür(en) festgelegt werden. Noch vor dem weiteren Zusammenbau sind die gewünschten Aussparungen vorzunehmen. Mit Paketklebeband werden dann die einzelnen Elemente verbunden.

Fenster und Tür(en) sind aus den unterschiedlichen Materialien bzw. in den verschiedenen Varianten (ein- bis dreifache „Verglasung“) zu fertigen. Mit Dichtungsband können diese Elemente problemlos eingesetzt werden.

Wärmeverluste bei einem Haus



Möglichkeiten der Wärmedämmung

Verringerung der Wärmeleitung:

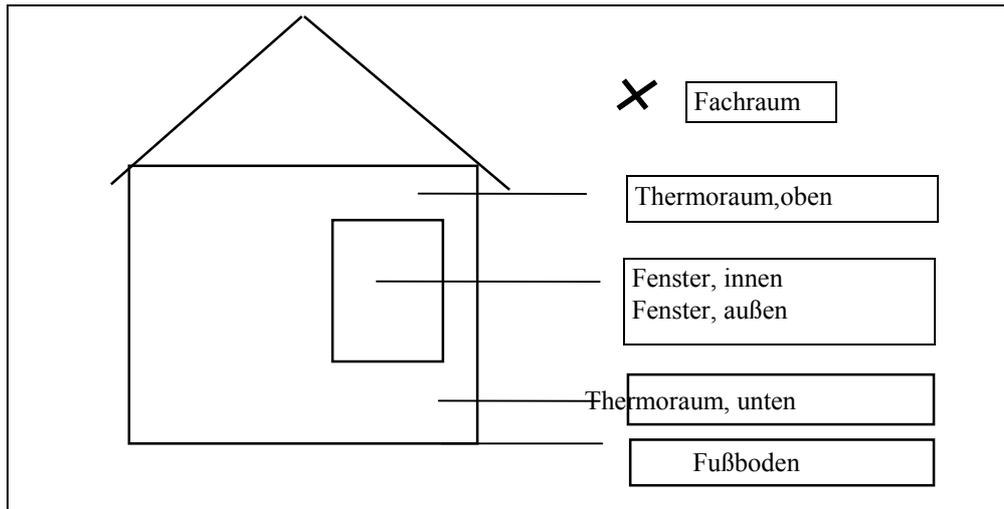
Verringerung der Wärmeströmung:

Verringerung der Wärmestrahlung:

Experimente mit einem Thermohaus

(Projekttag am Gymnasium im Bildungszentrum Halle-Neustadt, 06./07.07.1998)

Thermohaus komplett aufgebaut / Erhitzen mit einem Ölradiator; 6 Messpunkte



1) Messergebnisse (Fenster einfach verglast)

Zeit in min	Fenster, außen Temp. in °C	Fenster, innen Temp. in °C	Thermoraum Fußboden Temp. in °C	Thermoraum unten Temp. in °C	Thermoraum oben Temp. in °C	Fachraum Temp. in °C
0	24,8	24,7	24,0	24,8	26,0	24,2
3	24,9	26,1	25,5	29,5	29,6	24,3
6	25,9	28,3	25,5	30,6	33,6	24,5
9	27,0	30,6	26,5	31,2	37,5	25,6
12	28,2	31,9	27,0	32,4	40,7	25,7
15	29,3	33,0	28,0	34,4	43,6	26,8

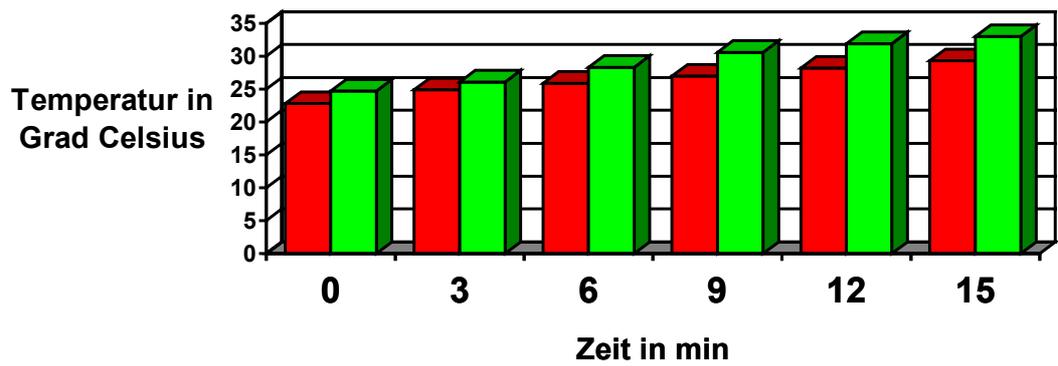
2) Messergebnisse (Fenster doppelt verglast)

Zeit in min	Fenster, außen Temp. in °C	Fenster, innen Temp. in °C	Thermoraum Fußboden Temp. in °C	Thermoraum unten Temp. in °C	Thermoraum oben Temp. in °C	Fachraum Temp. in °C
0	25,0	25,5	23,0	26,0	27,2	24,1
3	25,0	26,5	24,0	28,8	32,0	24,1
6	25,8	28,1	24,0	30,8	36,2	24,2
9	26,5	29,8	24,5	32,5	39,5	24,5
12	27,1	32,7	24,0	34,8	45,5	26,2
15	27,4	35,5	24,0	36,7	52,8	27,4

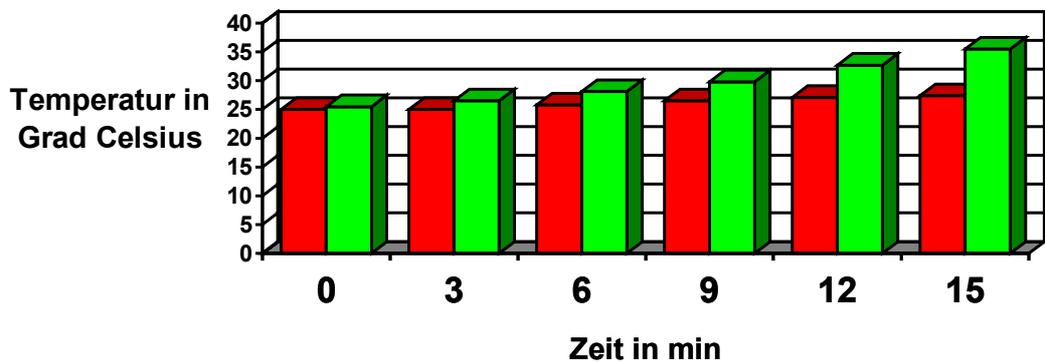
Vergleich: Temperaturen am Fenster

- Temperatur, innen (grün)
- Temperatur, außen (rot)

Temperaturrends / Fenster einfach verglast



Temperaturrends / Fenster doppelt verglast



A - 3.4.: Schülerfragebogen

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Physik, FG Didaktik der Physik
Forschungsprojekt „KonzUm“ - Befragung 07/98/B 03

Alle gemachten Daten bzw. Aussagen werden nur im Rahmen des Forschungsprojektes genutzt.
Bitte bearbeite die einzelnen Fragen nach bestem Wissen und Gewissen!

Name, Vorname:

Klasse:

Schule:

1. Welche Möglichkeiten der Wärmeübertragung kennst Du? Gib jeweils ein Beispiel an!

.....
.....
.....

2. In Deutschland wird etwa die Hälfte der Energie, die von privaten Haushalten verbraucht wird, für das Heizen der Wohnungen verwendet. Dabei treten jedoch „Wärmeverluste“ auf.

Gib Beispiele dafür an, an welchen Stellen bei Wohnungen bzw. Wohnhäusern solche Wärmeverluste auftreten!

.....

.....

.....

3. Durch welche Maßnahmen an Wohnungen bzw. Wohnhäusern können Wärmeverluste verringert werden?

.....

.....

.....

4. Auch bei Menschen und Tieren spielt die Wärmedämmung eine Rolle.

a) Gib an, was dadurch im Winter bzw. im Sommer erreicht werden soll?

Im Winter

.....

Im Sommer

.....

b) Wodurch werden diese Ziele bei Menschen bzw. bei Tieren erreicht? - Nenne und erläutere jeweils ein Beispiel!

Mensch:

.....

.....

.....

Tier (z.B.):

.....

.....

.....

5. Fragen der Wärmedämmung spielten im Physikunterricht des vergangenen Schuljahres bzw. an den Projekttagen eine Rolle.

Welche Experimente hast Du selbst durchgeführt bzw. im Demonstrationsversuch beobachten können?

.....

.....

.....

.....

An den Projekttagen am 6. und 7. Juli habe ich mich in meiner Gruppe mit dem Thema

„ „

beschäftigt. Leiter(in) der Gruppe war Frau/Herr

Anlage A - 4: Fächerübergreifende Themen in der Sekundarstufe I an Gymnasien und an Sekundarschulen

5.1.2 Fächerübergreifende Themen in der Sekundarstufe I

Übergreifende Themenkomplexe	Fächerübergreifende Themen	Schuljahrgänge Fächer
Die Erde bewahren und friedlich zusammenleben	Wir leben mit Menschen anderer Kulturen zusammen	7/8 Geo, Sk, Mu, RU/EU
	Europa – vom Schlachtfeld zur guten Nachbarschaft	9/10 Ge, Sk, Eng
Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen	Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen	7/8 Ch, Bio, Ph, Geo
	Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen	9/10 Ph, Bio, Geo, EU, Astro
Eine Welt von Ungleichheiten	Herrliche Zeiten vorbei? Ist die Gleichberechtigung verwirklicht?	7/8 Sk, RU/EU, Ge
	Arme Welt – reiche Welt – Eine Welt	9/10 Geo, Ge, Sk, kath.RU, Eng
Leben mit Medien	Mit Informations- und Kommunikationstechnik umgehen lernen	7/8 Deu, Ku, Ma
	Kreatives Handeln mit Medien	7/8 Deu, Ku, Mu, Eng
	Medien als wirtschaftliche und politische Faktoren der Gesellschaft	9/10 Deu, Sk, EU/ev.RU
	Informations- und Kommunikationstechnik anwenden	9/10 Ma, Ph, Deu, Ku, Sk
Gesundes Leben	Sicher und gesund durch den Straßenverkehr	7/8 Ph, Bio, Ma, VE*
	Gesund und leistungsfähig ein Leben lang – Lebensgestaltung ohne Sucht und Drogen	9/10 Sp, Ch, Bio, RU/EU
Aktiv das Leben gestalten	Demokratie im Nahraum – nachhaltige Raumentwicklung	9/10 Sk, Geo, Deu, Ku
	Freizeit – sinnvoll gestalten	7/8 Mu, Sk, Sp
	Mit Kultur und Künsten leben	9/10 Mu, Ku, Deu, Eng

* ist in Sachsen-Anhalt kein Unterrichtsfach, sondern eine alle Fächer umfassende Aufgabe der Schule

Abkürzungen:

Astro Astronomie	ev.RU Religionsunterricht, evangelisch	Mu Musik
Bio Biologie	Ge Geschichte	Ph Physik
Ch Chemie	Geo Geographie	RU Religionsunterricht, ev. und kath.
Deu Deutsch	kath.RU Religionsunterricht, katholisch	Sk Sozialkunde
Eng Englisch	Ku Kunst- und Musikunterricht	Sp Sport
EU Ethikunterricht	Ma Mathematik	VE Verkehrserziehung

Anlage A - 5.: Bezüge zur Umweltbildung/Umwelterziehung in den überarbeiteten RRL für die Sekundarstufe I im Bundesland Sachsen-Anhalt

A - 5.1.: RRL für Physik an Gymnasien/Fachgymnasien (ab Schuljahr 1999/2000)

Lernziele / Qualifikationen

Inhalte

(Grau hinterlegte Inhalte können auch in einem fächerübergreifenden Thema behandelt werden!)

Schuljahrgänge 7/8

„Energie in Natur und Technik“

Die Schülerinnen und Schüler sollen...

- die Anteile sinnvoll und sinnlos verbrauchter Energie beim Einsatz von Geräten und Lampen erkennen und den Begriff Wirkungsgrad erläutern können
- Wirkungsgrade bei verschiedenen technischen Geräten angeben, errechnen und vergleichend werten können...

- Energie auf dem Wege zum Verbraucher
- * Sonne
- * Energiespeicher und Energietransport in der Natur
- * Kraftwerke und Umweltbelastung

- Energie für Lebensprozesse...
- * Klima und Kleidung
- Wirkungsgrad

„Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“
(vgl. Anlage A - 6.1.1!)

„Wärme in der Technik“

Vorbemerkungen:

„Unter Einbeziehung des Wirkungsgrades und des Schadstoffausstoßes von Verbrennungsmotoren ist auf die Energie- und Umweltproblematik einzugehen.“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- die Aufgabe und das Zusammenspiel der einzelnen Baugruppen einer modernen Sonnenkollektoranlage erläutern können

- Sonnenkollektoranlage
- * Aufbau
- * Wärmeübertragung

„Helligkeit nach Wunsch - Energieverteilung in Stromkreisen“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- elektrische Leistungen berechnen und Zusammenhänge zwischen elektrischer Leistung, elektrischer Energie und dem aus dem Verbrauch elektrischer Energie entstehenden Kosten erkennen,
- Rückschlüsse auf energiebewusstes Handeln beim Einsatz der Elektroenergie ziehen können.

- Verbrauch elektrischer Energie im Haushalt ...
- * kWh-Zähler
- * Energierechnung
- * Sparmaßnahmen

Schuljahrgänge 9/10

„Atome - Atomkerne - Kernenergie“

Vorbemerkungen

„Die Schülerinnen und Schüler besitzen Kenntnisse über die Arten sowie über Eigenschaften und Anwendungen radioaktiver Strahlen. Sie wissen, dass die Strahlendosis gemessen werden muss, damit verlässliche Angaben über den gefahrlosen Einsatz radioaktiver Strahlen in Medizin und Technik vorliegen. Im Zusammenhang mit Kenntnissen über die Kernspaltung und die Energiefreisetzung in Kraftwerken sind sie in der Lage, auf den Nutzen der Kernenergie, aber auch auf die unvermeidlichen Schäden der Umwelt durch die anwachsende Strahlenbelastung einzugehen.“

„Elektrische Leitungsvorgänge“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- Kenntnisse über die Bedeutung der Eigen- und Störstellenleitung besitzen und diese Kenntnisse bei der Beschreibung von Halbleiterbauelementen anwenden können
- Halbleiter, Halbleiterbauelemente
 - * Eigenleitung, Störstellenleitung
 - * Bauelemente: ... Solarzelle
- Lösung einer praktischen Aufgabe:
Zur Auswahl: ...Einsatz von Solarzellen

„Schwingungen - mehr als nur mechanische Bewegung“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- spezielle Phänomene in Natur und Technik als Schwingungen verstehen und mit Hilfe der Kenngrößen der Schwingung beschreiben können...
- Schwingungen, die wir hören
 - * Ton, Klang, Geräusch, Knall
 - * Ohr des Menschen
 - * Frequenz und Hörbereiche
 - * Resonanz
 - * Amplitude und Lautstärke
 - * Lärm und Lärmschutz

„Wellen - wie sie entstehen, sich ausbreiten und wie die Technik sie nutzt“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- wissen, dass Wellen bestimmter Wellenlängenbereiche den Organismus schädigen können
- Anwendungen mechanischer Wellen
 - * Wellen in Natur und Technik
 - * biologische Wirkungen
- Anwendungen in verschiedenen Wellenlängenbereichen
 - * Informationsübertragung
 - * Medizintechnik
 - * Haushalt

„Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“

(vgl. Anlage A - 6.2.!))

Lernziele / Qualifikationen

Inhalte

Schuljahrgänge 7/8

„Energie in Natur und Technik“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- Kenntnisse über die beim Einsatz von Maschinen und Geräten unterschiedlich großen Anteile sinnvoll und sinnlos verbrauchter Energie besitzen, Wirkungsgrade angeben können...
- wissen, dass der Energiebedarf in der Wirtschaft und im Haushalt auf verschiedene Weisen gedeckt werden kann, von denen jene größere Bedeutung erlangen, die mit geringen Schädigungen der Umwelt verbunden sind,
- Vorschläge im Hinblick auf den sparsamen Umgang mit Energie unterbreiten und begründen können.

- Energie auf dem Wege zum Verbraucher
 - * Sonne
 - * Energiespeicher und Energietransport in der Natur
 - * Kraftwerke und Umweltbelastung
 - * Energiesparen im Haus und Haushalt
- Wirkungsgrad und Wirkungsgrade von ausgewählten Anlagen und Maschinen

„Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“

(analog Anlage A - 6.1.!))

„Wärme in der Technik“

Vorbemerkungen:

„Unter Einbeziehung des Wirkungsgrades und des Schadstoffausstoßes von Verbrennungsmotoren ist auf die Energie- und Umweltproblematik einzugehen.“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- die Aufgabe und das Zusammenspiel der einzelnen Baugruppen einer modernen Sonnenkollektoranlage erläutern können

- Sonnenkollektoranlage
 - * Aufbau
 - * Wärmeübertragung

„Elektrische Leistung, Arbeit und Energie“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- Zusammenhänge zwischen elektrischer Leistung, elektrischer Arbeit und den aus dem Verbrauch elektrischer Energie entstehenden Kosten erkennen,
- Rückschlüsse auf energiebewusstes Handeln beim Einsatz der Elektroenergie ziehen können

- Elektroenergieverbrauch
 - * kWh-Zähler
 - * Energierechnung
 - * Sparmaßnahmen

Schuljahrgänge 9/10

„Atome, Atomkerne, Kernenergie“

Vorbemerkungen

„Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen Überblick über die Bestandteile sowie über Eigenschaften, Anwendungen und Gefahren radioaktiver Strahlen. Die Behandlung des Themas ist soweit zu vertiefen, daß der unmittelbare Nutzen und die Risiken der Energiefreisetzung in Kernkraftwerken erkannt und Schlussfolgerungen im Zusammenhang mit ökologischen Problemen der Energiewirtschaft in der Zukunft gezogen werden können.“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- einen Überblick über Anwendungen radioaktiver Strahlung in der Technik und Medizin und über mögliche Strahlenschäden besitzen,
- den Aufbau eines Kernkraftwerkes beschreiben und die Energiefreisetzung auf die Kernspaltung zurückführen können,
- Sicherheitsvorkehrungen sowie Risiken und nicht vermeidbare Probleme durch die Entsorgung verbrauchter Kernbrennstoffe angeben können.
(B- und A-Kurs)

- Strahlenschutz
 - * Quellen der Strahlung
 - * Biologische Wirkungen
- Kernkraftwerk
 - * Aufbau (Blockeinheiten)
 - * Sicherheitsvorkehrungen
 - * Nutzen und Risiken

„Schwingungen - mehr als nur mechanische Bewegung“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- Kenntnisse über Schwingungen auf Beispiele in Natur und Technik anwenden können
(B- und A-Kurs)

- Schwingungen, die wir hören
 - * Ton, Klang, Geräusch, Knall
 - * Ohr
 - * Frequenzen und Hörbereiche
 - * Amplitude und Lautstärke
 - * Lärm und Lärmschutz

„Wellen - wie sie entstehen, sich ausbreiten und wie die Technik sie nutzt“

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- wissen, dass Wellen den menschlichen Organismus schädigen können
(B- und A-Kurs)

- Anwendungen
 - * Wellen in Natur, Technik und Medizin
 - * biologische Wirkungen
- Anwendungen in verschiedenen Wellenlängenbereichen
 - * Informationsübertragung
 - * Medizintechnik
 - * Haushalt

„Energieversorgung Situation, Probleme, Perspektiven“

(analog Anlage A - 6.2.!)

Anlage A - 6: Neue Möglichkeiten der Umweltbildung/Umwelterziehung in der Sekundarstufe I.
RRL für Physik an Gymnasien/Fachgymnasien (ab Schuljahr 1999/2000)
A - 6.1.: Thema: „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ (Schuljahrgang 7/8)

Thema: Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken

ZRW: 10 Std.

Vorbemerkungen

Bei der Behandlung des Themas werden die in der Förderstufe erworbenen Kenntnisse über die Wärme auf Aggregatzustandsänderungen angewendet. Die bei der Energieaufnahme und Energieabgabe in Form von Wärme möglichen Zustandsänderungen der Stoffe werden zunächst an Vorgängen in der Natur beobachtet. Bevor im sich anschließenden Thema das Verhalten des festen Körpers an Beispielen aus der Technik erörtert wird, stehen bei einem Thema über das Wetter die von der Temperatur abhängigen Eigenschaften des Wassers und der Luft im Vordergrund. In Experimenten werden die Energien bestimmt, die erforderlich sind, um die Temperatur des Wassers zu erhöhen und Aggregatzustandsänderungen herbeizuführen. Diese Änderungen und die Ausdehnung der Luft bei Erwärmung begründen zahlreiche Phänomene des Wetters, die in ihren kausalen Zusammenhängen vermittelt werden. Am Beispiel der Wettervorhersage wird verdeutlicht, wie aus Messdaten und Beobachtungen zuverlässige Angaben über den Ablauf von Vorgängen in der Natur gewonnen werden können sowie die Begrenztheit dieser Aussagen gezeigt.

Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- den Einfluss der Sonne auf Temperaturen und Temperaturunterschiede auf der Erde erklären können,
- die drei Aggregatzustände der Stoffe beschreiben und Aggregatzustandsänderungen des Wassers mit der Zuführung bzw. der Abgabe von Wärme mit Hilfe des Teilchenmodells begründen können,
- die Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität von Stoffen und hierbei die des flüssigen Wassers in der Natur begründen können,
- die Ausdehnung flüssiger und fester Körper anhand von Tabellen der linearen und kubischen Ausdehnungskoeffizienten quantitativ auswerten können,
- Zusammenhänge zwischen dem Verdunsten von Wasser, dem Abkühlen von Körpern und der Luftfeuchtigkeit erkennen,
- Nebel, Tau und Reif, die Wolkenbildung, Regen, Hagel und den Schneefall auf die von wechselnden Temperaturen abhängigen Aggregatzustandsänderungen zurückführen können,
- das Aufsteigen der Luft, das Schweben der Wolken und die Entstehung des Windes erklären können,
- Zusammenhänge zwischen Luftfeuchtigkeit, Luftverschmutzung und Smogbildung erkennen und diskutieren können,
- Möglichkeiten und Probleme der Vorhersage des Wetters nennen können.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<ul style="list-style-type: none"> - Sonne und Erde <ul style="list-style-type: none"> • Licht und Wärmestrahlung • Temperaturen auf der Erde • Wärmestrahlung und Kleidung - Temperaturskale nach Kelvin - Energieaufnahme in Form von Wärme <ul style="list-style-type: none"> • Wärme • Begriffserläuterung • Größensymbol: Q • Einheiten: 1 J, 1 kJ • spezifische Wärmekapazität c Exp. Größengleichung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ 	<p>Gesetz: Körper mit höherer Temperatur als die Umgebung (Sonne, Ofen, Mensch) geben Wärmestrahlung ab</p> <p>jahreszeitliche Abhängigkeit der Temperatur am Tage und in der Nacht an verschiedenen Orten der Erde;</p> <p>Schutz vor Wärmeabstrahlung und Wärmeinstrahlung durch die Kleidung und die Haut</p> <p>Ausdehnung der Luft und des Wassers; Anomalie des Wassers;</p> <p>Stoffe im Vergleich: wie viel kJ kann jeweils 1 kg eines Stoffes bei $\Delta T = 1 \text{ K}$ aufnehmen? Bestimmung und Bedeutung von c_{Wasser}</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<ul style="list-style-type: none"> - Aggregatzustände <ul style="list-style-type: none"> • Form und Volumen der Körper • Verhalten der Teilchen • Temperaturerhöhung und Ausdehnung gasförmiger, flüssiger und fester Körper $\Delta l \sim l; \Delta V \sim V; \Delta l \sim \Delta T; \Delta V \sim \Delta T$ • Tabellenwerte von Ausdehnungskoeffizienten • Anomalie des Wassers - Eis und Schmelzen des Eises <ul style="list-style-type: none"> • Eis und Reif in der Natur • Temperaturverhalten beim Schmelzen • spezifische Schmelzwärme q_s Exp. - Wasser, Wasserdampf, Nebel und Tau <ul style="list-style-type: none"> • Verdunsten, Verdampfen, Kondensieren • spezifische Verdampfungswärme q_v - Luftfeuchtigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Sättigungsmengen von Wasserdampf • Kondensationen • Nebel und Smog - Wetter <ul style="list-style-type: none"> • Wind • Wolken und Niederschläge • Wetterbeobachtung, Wettervorhersage 	<p>Unterscheidung von Stoffumwandlung und Aggregatzustandsänderung eines Stoffes</p> <p>Arbeit mit Tabellen</p> <p>Schlussfolgerungen für die Ausdehnung aus Tabellenwerten</p> <p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen“</p> <p>Volumenvergrößerung bei der Bildung von Eis und die Folgen in der Natur</p> <p>Arbeit mit Diagrammen</p> <p>Wasser auf verschiedenen Wegen</p> <ul style="list-style-type: none"> - vom Meer zum Gebirgsfluss - vom Kochtopf und der nassen Wäsche in die Luft der Umgebung <p>Schwerpunkte: Abhängigkeit der Sättigungsmengen von der Temperatur; relative Luftfeuchtigkeit, Hygrometer, Kondensationskerne, Quellen der Luftverschmutzung</p> <p>Ursachen, Windstärken</p> <p>Landwind und Seewind, Aufwind und Föhn, Wirbelstürme</p> <p>Feder-, Haufen-, Schicht- und Regenwolken; Wassertröpfchen im Aufwind, Gewitter; Hagel, Schneefall</p> <p>Inversionswetterlage, Geräte zur Wetterbeobachtung: Windstärkenmesser, Barometer, Hygrometer</p>

Thema: Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven

ZRW: 10 Std.

Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen Überblick über die gegenwärtige Situation und über künftige Aufgaben der Energieversorgung. Sie wissen, dass die Menschheit die Energieprobleme nur durch einen bewussten Umgang mit Energiequellen der Natur lösen kann, wobei nur die quasi unerschöpflichen Energiequellen eine ausschlaggebende Bedeutung erlangen werden. Sie erkennen, dass der Einzelne eine Mitverantwortung trägt, die er wahrnimmt, wenn er mit Energie sparsam umgeht.

Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Energieträger und Energien nach verschiedenen Gesichtspunkten einteilen und wesentliche Vorkommen im Hinblick auf Nutzungen und Umweltschäden diskutieren können,
- Energieflussdiagramme zeichnen und Wirkungsgrade berechnen können,
- einen Überblick über wesentliche in konventionellen Kraftwerken ablaufende Prozesse besitzen,
- Perspektiven der künftigen Energieversorgung anhand der bereits bestehenden Nutzungen regenerativer Energie und durch Angabe von Zielen der Forschung beschreiben können.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<ul style="list-style-type: none"> - Energieumsetzung und Energieerhaltung <ul style="list-style-type: none"> • Systematisierung: Primär-, Sekundär- und Nutzenergie • Energiefluss Wirkungsgrad η • Erhaltungssatz der Energie Energieverbrauch Energieverlust - Energieumsetzung in Kraftwerken, die erschöpfliche Primärenergien nutzen <ul style="list-style-type: none"> • Energievorräte • Blockeinheiten • Umweltprobleme - Energiebedarf in der Industrie und im Verkehrswesen <ul style="list-style-type: none"> • energieintensive Nahrungsmittelproduktion • Energievergeudung im Verkehrswesen und Umweltbelastung - Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> • erschöpfliche Energien: Kohle, Erdöl, Erdgas, Kernbrennstoff • quasi unerschöpfliche Energien: Sonnenenergie, Wind, Wasserkraft, Umweltwärme (Luft, Wasser, Erdwärme) nachwachsende Rohstoffe organische Reststoffe Energie aus Kernfusion - Aufbau und Wirkungsweise eines Kraftwerkes/einer Anlage mit Nutzung unerschöpflicher Energie <ul style="list-style-type: none"> • Blockeinheiten • Wirkungsgrad • Umweltprobleme 	<p>Speicherformen und Transportformen der Energie</p> <p>Vergleiche von Kraftwerken (Beispiel: Wasserkraftwerk, Wärmekraftwerk) und von Geräten, in denen Energie eingesetzt wird</p> <p>Energieverbrauch und Energieverluste im Sinne der Unmöglichkeit der Wiederverwendung der Energie im betrachteten System</p> <p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“</p> <p>Wirkungsgrade von Motoren, Schadstoffausstoß</p> <p>Elektro- und Solarmobil</p> <p>China-Schilf, Dieselraps Biogasnutzung, Müllvergasung</p>

Anlage A - 7: Projekte zur Lärm- und Energieproblematik

A - 7.1.: Schülerfragebogen (Befragung Schuljahr 94/95, Klasse 7)

Name, Vorname:

Klasse:

Datum:

Leben in der Stadt

Das Leben in einer Stadt bietet viele Annehmlichkeiten: kurze Wege zu Einkaufszentren sowie Sport- und Kultureinrichtungen, ein dichtes Nahverkehrsnetz und Anschlußmöglichkeiten an den Fernverkehr (Bahn, Flug), aber auch Probleme. Diese führen u.a. dazu, daß aus Halle monatlich ca. 500 Einwohner ins Umland verziehen.

Wir möchten von Dir wissen, was Dir am Leben in Halle / Halle-Neustadt gefällt. Gib bitte Beispiele an und begründe kurz!

1)

.....

2)

.....

3)

.....

.....

.....

Nun aber auch zu den weniger schönen Seiten des Großstadtlebens. - Gib bitte auch Beispiele dafür an, was Dich an Deiner Stadt nervt!

1)

.....

2)

.....

3)

.....

.....

.....

Was würdest Du gern erkunden, wenn an Deiner Schule eine Projektwoche zum Thema "Leben in unserer Stadt" organisiert werden würde?

.....

.....

.....

Name, Vorname: Hammer, Friedrich

Klasse: 7c

Datum: 13.06.95

Leben in der Stadt

Das Leben in einer Stadt bietet viele Annehmlichkeiten: kurze Wege zu Einkaufszentren sowie Sport- und Kultureinrichtungen, ein dichtes Nahverkehrsnetz und Anschlussmöglichkeiten an den Fernverkehr (Bahn, Flug), aber auch Probleme. Diese führen u.a. dazu, daß aus Halle monatlich ca. 500 Einwohner ins Umland verziehen.

Wir möchten von Dir wissen, was Dir am Leben in Halle / Halle-Neustadt gefällt. Gib bitte Beispiele an und begründe kurz!

- 1) gute Einkaufsmöglichkeiten
(Supermärkte, Fachgeschäfte, Kaufhäuser)
- 2) gute Nahverkehrsverbindungen
(S-Bahn, Busse, Bahnen)
- 3) viele kulturelle Einrichtungen
aller Art (Kinos, Theater,
Opernhaus, Gaststätten, Veran-
staltungen u.a.)

Nun aber auch zu den weniger schönen Seiten des Großstadtlebens. - Gib bitte auch Beispiele dafür an, was Dich an Deiner Stadt nervt!

- 1) Verkehrslärm in der Innen-
stadt (Staus)
- 2) verfallene Häuser, verwahrlost
(Wohnungsmangel)
- 3) zerstörte Grünanlagen, Parks
zu wenig Papierkörbe (verdeckt
durch Müll)

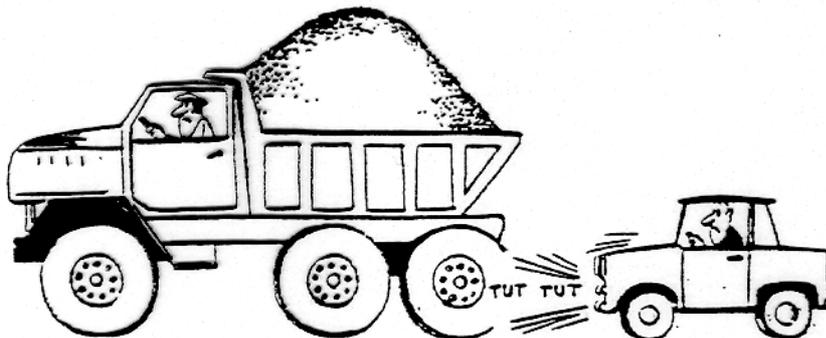
Was würdest Du gern erkunden, wenn an Deiner Schule eine Projektwoche zum Thema "Leben in unserer Stadt" organisiert werden würde?

Lärmbelastung durch Verkehr
Verunreinigung der Luft (Schad-
stoffe)

Projektwoche

„Leben in der Stadt unter ökologischer Sicht“

Der Arzt und Bakteriologe Robert KOCH prophezeite schon um die Jahrhundertwende, daß eines Tages der Lärm von den Menschen ebenso unerbittlich bekämpft werden müsse wie die Pest, um weiter existieren zu können!
Heute fühlen sich etwa 75 % der Einwohner Deutschlands durch den Straßenverkehrslärm belästigt. Dazu kommen noch Störungen durch andere Verkehrsmittel, durch Handwerk und Industrie sowie durch das Zusammenleben.



„L Ä R M in unserer Stadt - ein notwendiges Übel ?“

Wir wollen das

Umweltproblem Lärm - seine Ursachen und einige Auswirkungen

erkunden.

Die Teilnehmer werden u.a.

- die Entstehung von Lärm und Möglichkeiten seiner Messung untersuchen
- Lautstärkemessungen in der Schule und ihrer Umgebung sowie in den Wohngebieten durchführen
- Möglichkeiten für Lärmverminderungen vorschlagen und erproben
- Auswirkungen von Lärm erforschen.

Erkundungen zur Lärmproblematik – ein fächerübergreifender Ansatz

Gerd Riedl

Die Komplexität der Lebensumwelt wird am Beispiel „Lärm“ besonders deutlich. Konsequenter wäre es folglich für die Schule, diesen Problembereich möglichst allseitig, also fächerübergreifend anzugehen.

In der Vergangenheit gab es viele Vorschläge, wie in einzelnen Schulfächern die Lärmproblematik thematisiert werden kann (u.a. /1/, /2/, /3/). Dabei beschränkten sich die beschriebenen Konzeptionen in der Regel auf den jeweiligen Fachunterricht, direkte Verbindungen zu anderen Fächern wurden nur angedeutet. In den Auswertungen aus schulpraktischen Erprobungen werden einige Probleme benannt, die sich auch mit den Unterrichtserfahrungen des Autors decken:

- Themen aus der Lebensumwelt der Schüler stoßen zumeist auf ein größeres Interesse,
- Aus der Interessiertheit der Schüler resultieren häufig Fragen bzw. Wünsche nach zusätzlichen Informationen oder experimentellen Untersuchungen, die die Stoff-Zeit-Planung nicht vorsehen konnte /3/,
- Lerninhalte, die vielleicht schon Jahre zurück in anderen Fächern vermittelt wurden, können nicht ohne eine geeignete Reaktivierung erwartet werden /1/,
- Einsichten (hier über die negativen psychischen und physischen Folgen des Lärms) lassen sich nicht allein durch eine kognitive Auseinandersetzung mit einem Thema erreichen.

Eine didaktische Schlußfolgerung aus dieser Auflistung könnte darin bestehen, eine bewußte Öffnung des Unterrichts zu vollziehen. – Unter einem „Offenem Unterricht“ soll dabei

ein schüler- und handlungsorientierter, auf Problemlösen angelegter Unterricht verstanden werden, der in der Projektarbeit am meisten ausgeprägt ist /4/. Dabei sollten auch außerschulische Lernorte genutzt und nach Möglichkeit Eltern einbezogen werden.

Eine Öffnung in diesem Sinne stellt an die inhaltliche und organisatorische Planung besonders hohe Anforderungen.

In diesem Beitrag sollen Anregungen gegeben werden, Projektthemen in Abstimmung mit dem Biologiefachlehrer vorzubereiten.

Bei der Lärmproblematik erscheint es sinnvoll, die Projektbearbeitung nach der Behandlung der menschlichen Sinnesorgane im Biologieunterricht zu beginnen. Ein Blick in die jeweiligen Lehrpläne bzw. Rahmenrichtlinien ist folglich unumgänglich.

Was die Schüler im Fach Biologie erfahren

Die Lärmproblematik spielt im Biologieunterricht der meisten Bundesländer explizit keine Rolle.

So wird in Sachsen-Anhalt im Rahmen der Reiz-Reaktions-Regelung bei Menschen, Tieren und Pflanzen lediglich der Bau und die prinzipielle Wirkungsweise des Ohres behandelt (Gymnasium/Fachgymnasium, Schuljahrgänge 7/8 vgl. /5/, Sekundarschule vgl. /6/).

Gehör und Hörvorgang

Das Hörorgan der Wirbeltiere – beim Menschen das Ohr – ist ein Schalldruckempfänger. Es erfolgt eine Reaktion auf die Druckwellen des Schalls. Das Ohr ist in die Knochenmasse des Felsenbeins, ein Teil des Schläfenbeins, eingebettet. Dort befindet sich auch das Dreh- und Lagesinnesorgan s. Bild 1. Alle diese

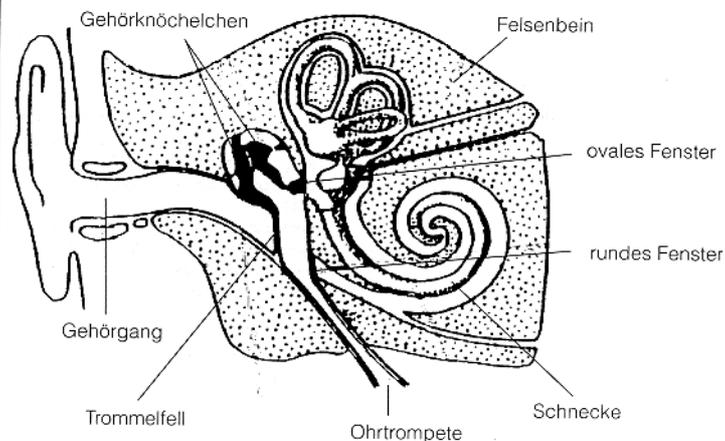


Bild 1 Anatomie des menschlichen Ohres

Sinne reagieren in erster Linie mechanisch. Über die mechanische Reizung von Sinneszellen werden Nervenzellen ins Gehirn geleitet:

Die Schallaufnahme erfolgt über die Ohrmuschel. Durch den äußeren Gehörgang gelangen die Schallwellen weiter zum Trommelfell und über das Trommelfell sowie Gehörknöchelchen zum ovalen Fenster. Dort tritt eine ca. 20fache Schalldruckerhöhung auf, die hauptsächlich aus dem Größenverhältnis zwischen schwingendem Teil des Trommelfells (ca. 64 mm²) und Steigbügel-Fußplatte (ca. 3 mm²) resultiert.

Am ovalen Fenster sitzt die Schnecke des Innenrohrs, die flüssigkeitsgefüllt ist. Ankommende Schallwellen werden über die Flüssigkeit an die Basilarmembran weitergeleitet, die die Schnecke durchzieht. Bei hohen Frequenzen schwingt die Membran gleich am Eingang, bei niederen erst in tieferliegenden Bereichen. Haarzellen wandeln die mechanischen Schwingungen in elektrische Impulse um, die von den Nervenzellen ins Gehirn geleitet werden. Die in das Innenrohr gelangten Schallwellen können an der Membran des runden Fensters ausschlagen und es kommt über die Ohrtrompete zum Druckausgleich.

Aussagen über Gesundheitsschäden sind in den Biologierichtlinien nicht verbindlich vorgeschrieben, könnten aber im Rahmen einer allgemeinen Gesundheitserziehung vermittelt werden [2].

Gesundheitsschäden durch Lärm

Die schwerwiegendste, eindeutig durch Lärm verursachte Erkrankung des Gehörsystems ist die Lärmschwerhörigkeit. Dabei werden Sinneszellen durch Überreizung, d.h. durch Einwirkung bestimmter Geräuschfrequenzen starker Intensität über längere Zeit, geschädigt und schließlich irreversibel funktionsuntüchtig gemacht. Bestimmte Frequenzbereiche können dann nur noch sehr viel schlechter wahrgenommen werden. Bild 2 belegt, daß ein altersbedingter Hörverlust normal ist. Mit zunehmendem Alter nimmt die Hörfähigkeit vor allem im höheren Frequenzbereich ab. Dieser Effekt kann aber auch durch einen hohen Schalldruckpegel und eine genügend lange Expositionszeit bei jüngeren Menschen auftreten. Über zulässige wöchentliche Einwir-

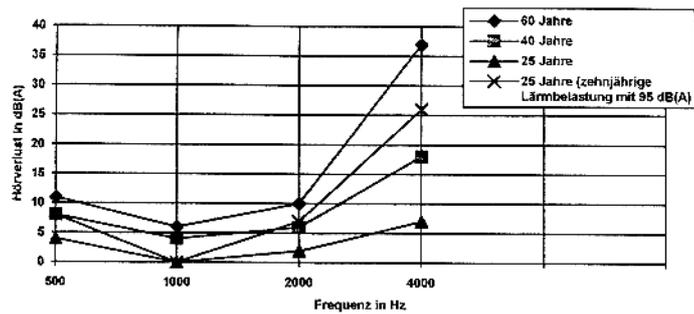


Bild 2 Hörverlustkurven von Menschen verschiedenen Alters bzw. verschiedener Lärmbelastung im Frequenzbereich von 500 Hz bis 6000 Hz (nach SUVA)

kungszeiten hoher Pegelwerte wurde hier bereits kurz berichtet [8]. Als Faustregel gilt dabei: Bei längerer Einwirkung von Schalldrücken mit mehr als 85 dB(A) kann es zu Schädigungen kommen. Dabei gibt es individuelle Unterschiede in der Empfindlichkeit nach oben bzw. unten in einer Schwankungsbreite von etwa 5–10 dB(A).

Das Hörvermögen kann auch durch mechanische Verletzungen, die bei Lautstärken über 120 dB(A) möglich sind, geschädigt werden, das Trommelfell kann platzen oder reißen. Selbst die Gehörknöchelchen können an ihrer Aufhängung bzw. an den jeweiligen Verbindungsgelenken Schaden nehmen.

Durch eine erhöhte Lärmbelastung können auch psychosomatische Schädigungen auftreten:

- verstärkte Ausschüttung von Adrenalin,
- Herz- und Gefäßstörungen (zu schneller, unregelmäßiger Herzschlag; Blutdruckerhöhung; Änderungen der Pulsfrequenz; Durchblutungsstörungen der Haut u.a.),

- nervöse Störungen (Kopfschmerzen; Schlaflosigkeit; Veränderungen des elektrischen Hautwiderstandes u.a.),
- Störungen im Stoffwechsel.

Derartige, hier nur beispielhaft aufgeführte Störungen sind von der Art des Schalls und der individuellen Empfindlichkeit der betreffenden Person abhängig.

Beispiele für Projektthemen

(1) Das Hörvermögen des Menschen und Möglichkeiten seiner Erfassung – Grundlagen der Audiometrie

Die Audiometrie beschäftigt sich mit der quantitativen Erfassung des Hörvermögens.

Für diese Messungen wird ein Tonfrequenzgenerator mit Eigenschaften benötigt (Einstellbarkeit des Schalldruckpegels!), welche die vom Lehrmittelhandel angebotenen Frequenzgeneratoren nicht aufweisen.

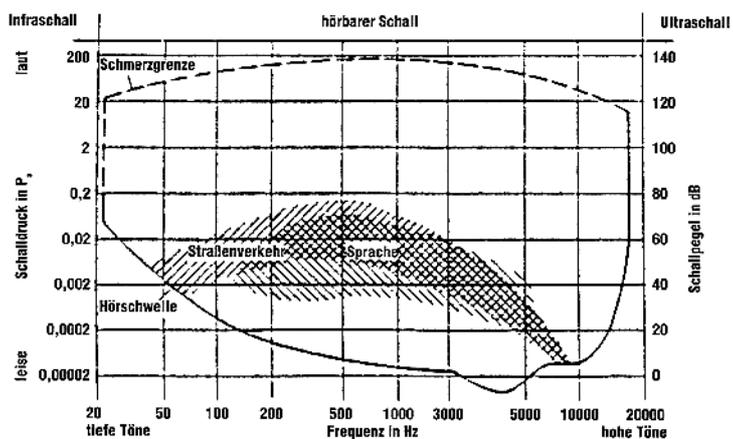


Bild 3 Hörfläche eines menschlichen Ohres [9]

Da der Kauf eines solchen Gerätes im Handel für Medizintechnik aus Kostengründen und der geringen Einsatzhäufigkeit ausscheidet (Mindestpreis ca. 3000 DM), sollte nach Möglichkeiten gesucht werden, ein solches Gerät kurzfristig auszuleihen. HNO-Ärzte, Gesundheitsämter oder einschlägige Fachgeschäfte könnten die Ansprechpartner sein.

Aber auch bei der Nichtverfügbarkeit eines Audiometers sind Teiluntersuchungen zur Hörfläche (vgl. Bild 3) mit dem in der Sammlung vorhandenen Universalgenerator sowie Lautsprecher oder Kopfhörer möglich:

- Kontinuierliche Frequenzerhöhung bei konstanter Ausgangsleistung des Generators,
- Erhöhung der Ausgangsleistung bei konstanter Frequenz und jeweilige Erfassung der Lautstärke (im Sinne einer Empfindung).

(2) Untersuchungen zum Hautwiderstand und zur Reaktionszeit

Für diese Untersuchungen wurde das Gerätesystem „BIOCORD“ mit Hautwiderstandsbaustein sowie CASSY (CASSY-E, Hautwiderstand-Box, Reaktionstest-Box, Handtaster, Fuß-taster) der Fa. Leybold genutzt /10/.

Bestimmung des Hautwiderstands

Der Hautwiderstand liegt in der Größenordnung von 30 k Ω bis zu einigen 100 k Ω . Beim Anlegen einer Spannung bis zu 4 V fließen derart kleine Ströme (<1 mA), daß eine Gefährdung ausgeschlossen ist /11/. Außerdem ist das Meßsystem von außen doppelt abgesichert (galvanische Trennung durch einen Sicherheitsrafo sowie Opto-Kupplung im Adapter).

Am Computerarbeitsplatz ist das BIOCORD-System mit CASSY-E zu verbinden bzw. die Hautwiderstand-Box auf CASSY-E aufzustecken. Die Silberelektroden werden – mit Elektrodengel versehen – straff an den Fingerspitzen von Zeige- und Ringfinger befestigt. Die Hand ist dann auf eine weiche Unterlage zu legen und ruhig zu halten, um den Anpreßdruck nicht zu verändern.

In Meßreihen kann der Hautwiderstand in Abhängigkeit

- von den unterschiedlichen Geräuschpegeln,



Bild 4 Schülergruppen in einem Labor der Martin-Luther-Universität

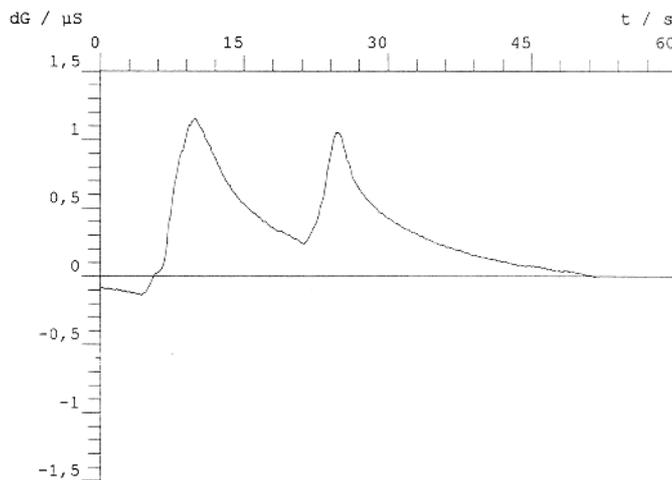


Bild 5 Hautwiderstand (Hautleitwert) bei einer Testperson

– von plötzlichen Reizen erfaßt werden (Bilder 4 und 5).

Das Diagramm zeigt, daß bei plötzlicher Veränderung der äußeren Bedingungen – hier Knall nach ca. 6 s bzw. 20 s – eine Auswirkung auf den Hautwiderstand (Hautleitwert $G = 1/R$) nachgewiesen werden kann.

Die aufgenommenen Daten sollten sehr vorsichtig interpretiert werden. Darauf weist der Hersteller auch hin: „Die ermittelten Werte und Kurven haben keine medizinische Aussagekraft und dienen nicht zur Kontrolle des Gesundheitszustandes des Menschen“ /10/.

Aus didaktischer Sicht wird jedoch erreicht, daß die kognitive Ebene

der Auseinandersetzung mit dieser Thematik verlassen werden kann.

Die Hardware dieses Gerätesystems ist robust und erfüllt so gut die Anforderungen der Schulpraxis. Unter WINDOWS ist die Bedieneroberfläche sehr komfortabel.

Bestimmung der Reaktionszeit

Am Computerarbeitsplatz ist die Reaktionstest-Box mit angeschlossenen Hand- und (oder) Fuß-taster auf CASSY aufzustecken.

In Abhängigkeit vom gewählten Meßmodus kann eine Reaktion durch Drücken einer der Tasten (rot / grün/

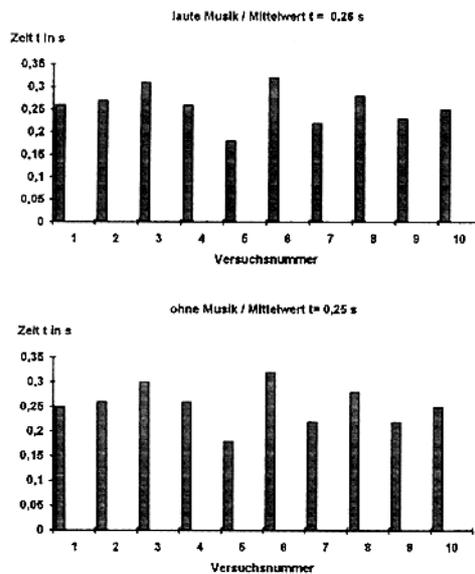


Bild 6 Reaktionszeiten einer Testperson mit bzw. ohne (laute) Musik

gelb) des Handtasters oder der Taste des Fußtasters erfaßt werden.

In Meßreihen kann die Reaktionszeit der Testperson

- bei verschiedenen (konstanten) Geräuschpegeln im Raum,
- bei plötzlicher Veränderung der Versuchsbedingungen (Knall o.ä.) untersucht werden (Bild 6).

Erkennbar ist, daß die mittleren Reaktionszeiten bei einer kurzzeitigen Lärmbelastung von 80–90 dB(A) kaum Unterschiede aufweisen. Dabei muß auch der subjektive Faktor – Art der Lärmquelle – berücksichtigt werden. Die Schüler konnten ihre Lieblings-CD mit maximaler Lautstärke abspielen:

Die vorgestellten Projektthemen wurden im Rahmen einer Projektwoche von Schülern getestet /12/.

Nicht überraschend fanden Themen wie „Lärm in unserer Stadt – ein notwendiges Übel ?“ oder „Lärm – Kehrseite unserer AUTO-Mobilität ?“ eine gute Resonanz.

Die Schüler dokumentierten im Verlaufe der Projektwoche ihre Vorhaben (Poster und Ergebnismappen). Auf einer abschließenden Konferenz konnten Vertreter aus allen Gruppen Teilergebnisse aus den durchgeführten Untersuchungen vorstellen. Von einigen Projektgruppen wurden die gewonnenen Erkenntnisse genutzt, um Vorschläge für eine lärmarme Schule bzw. Schulumwelt zu unterbreiten.

Literatur

- /1/ Lieb, E.: Macht Lärmunstaub? In: Unterricht Biologie. – 6(1982)70
- /2/ Liebherz, S.: Gesundheitserziehung durch soziales Lernen am Beispiel „Lärm“. – In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. – Bonn, 47(1994)7
- /3/ Kutter, C.: Lärm und Lärmschutz im Physikunterricht. – In: Physik in der Schule. – Berlin, 33(1995)7-8
- /4/ Jank, W.; Meyer, H.: Didaktische Modelle. – Cornelsen Verlag. – Frankfurt/Main, 1991
- /5/ Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt. – Rahmenrichtlinien Gymnasium/Fachgymnasium Biologie. – Druckerei und Verlag Gebr. Garloff. – Magdeburg, 1994
- /6/ Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt. – Rahmenrichtlinien Sekundarschule Biologie. – Druckerei und Verlag Gebr. Garloff. – Magdeburg, 1994
- /7/ Berg, M.: Lärmschäden des Ohres. – Georg Thieme Verlag. – Stuttgart, 1980
- /8/ Riedl, G.: Wohnumwelt – Untersuchungen an einem Modellhaus. – In: Physik in der Schule. – Berlin, 33(1995)9
- /9/ Krell, K.: Handbuch für Lärmschutz an Straßen und Schienenwegen. – Otto Elsner Verlagsgesellschaft. – Darmstadt, 1990
- /10/ LEYBOLD DIDACTIC: Software zum CASSY (Reaktion; Hautwiderstand)/Begeleitheit. – Hürth, 1995
- /11/ Schmidt-Wolbrandt, K.: Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht. – In: Physik in der Schule. – Berlin, 29(1991)9
- /12/ Riedl, G.: Schülerinteressen und Umwelt-erziehung. – In: Physik in der Schule. – Berlin, 34(1996)6

Dr. Gerd Riedl
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
FB Physik, FG Didaktik der Physik
Hoher Weg 7, 06120 Halle

Die Komplexität des Umweltproblems Lärm bietet sich geradezu an, in projektartiger Form bearbeitet zu werden. (In Sachsen-Anhalt könnte die Thematik im Realschulbildungsgang auch Gegenstand eines Wahlpflichtkurses/fakultativen Kurses sein). Allein schon die beiden Betrachtungsweisen in der Akustik – physikalische Akustik, physiologische Akustik – verweisen auf eine enge Kooperation mit dem Fach Biologie. Naheliegend sind aber auch Abstimmungen mit den Fächern Musik und Geographie.

In den folgenden Ausführungen soll der Schwerpunkt auf dem Straßenverkehrslärm liegen.

Sachinformation zum Verkehrslärm in Wohngebieten

Die Verkehrssituation in den neuen Bundesländern ist seit 1989 durch einen deutlichen Anstieg der Verkehrsleistungen in einem veralteten Netz und durch einschneidende Veränderungen der Anteile der einzelnen Verkehrsbereiche gekennzeichnet. Das Wachstum vollzog sich dabei hauptsächlich auf dem Gebiet des Straßenverkehrs (Bilder 1 und 2).

Die gewachsene Mobilität hat einen hohen Preis: Das Verkehrswesen – und vor allem der Straßenverkehr – gilt als großer Umweltsünder. Die negativen Rückwirkungen auf Mensch und Umwelt beherrschen in zunehmendem Maße die Diskussion um die zukünftige Gestaltung des Verkehrs vor allem in städtischen Gebieten. Im Mittelpunkt stehen – die Freisetzung des Treibhausgases CO₂, – die Emission von Luftschadstoffen – die Lärmbelastigung, – der Flächenbedarf für die Verkehrsinfrastruktur.

Die Kommunen sind nach dem BImSchG verpflichtet, Lärmminde-rungspläne aufzustellen. Das setzt zunächst voraus, daß die Belastung

Wohnumwelt – Projektangebote zum Thema „Schall und Lärm“

Gerd Riedl

durch die einwirkenden Geräuschquellen erfaßt und die Auswirkungen auf die Umwelt festgestellt werden. Vom Gesetzgeber sind Immissionsgrenzwerte vorgegeben (Bild 3).

Für die Messung der Lärmbelastung an Straßen muß darauf geachtet werden, daß ein ausreichender Abstand des Schallpegelmessers von reflektierenden Flächen (mind. 1m) beachtet wird.

Die Auswertung der aufgenommenen Schallpegelwerte ist nach verschiedenen Mittelungsverfahren möglich:

- Mittelung nach DIN 45642
 - vereinfachtes Mittelungsverfahren – Bildung des arithmetischen Mittels
- Für schulische Zwecke sind die letztgenannten Verfahren ausreichend.

Vereinfachtes Mittelungsverfahren

Aus allen gemessenen Einzelwerten eines Standortes wird der Minimal- und der Maximalwert festgestellt. Dabei ist zu beachten, daß der Maximalwert repräsentativ sein muß, d.h. er sollte nicht einen einmaligen Extremfall darstellen!

$$L_M = L_{max} - 1/3 (L_{max} - L_{min})$$

Ist die Schwankungsbreite größer als 10 dB(A), sind zusätzliche Rechenschritte erforderlich!

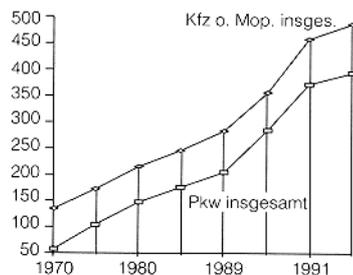


Bild 2 Entwicklung der Motorisierung in Halle /2/

Arithmetisches Mittelungsverfahren

Die Summe der Einzelmesswerte wird durch die Anzahl der Meßwerte dividiert. Die Schwankungsbreite sollte 10 dB(A) nicht übersteigen; bei größeren Schwankungen sind die Abweichungen vom genormten Verfahren dennoch relativ gering.

Projektthemen / experimentelle Möglichkeiten

1. Darstellen von Verkehrsströmen

Zunächst sollte das Untersuchungsgebiet charakterisiert werden (> Geographie: Kartieren des Gebietes, Markieren der wesentlichen ökologischen Raumeinheiten – Anfertigen einer einfachen Flächennutzungskarte).

Danach können für ausgewählte Straßen die Verkehrsströme erfaßt werden (s. Bild 4):

- Festlegen der Zählstellen bei Beachtung von Kreuzungen und Einmündungen sowie unterschiedlicher Richtungen und „kritischer Stellen“ (Fußgängerüberwege)
- Eintragen der Stellen in die Karte
- Festlegen der Zählzeiten (Spitzenzeiten, normale Verkehrssituationen)

	1989		1991	
	alte BL	DDR	alte BL	neue BL
Individualverkehr	82,2	60,8	81,2	78,5
Taxi und Mietwagen	0,3	0,2	0,3	0,2
Luftverkehr	2,4	–	2,4	0,3
öffentlicher Straßenverkehr	9,0	21,8	9,2	13,1
Eisenbahnen	6,1	7,2	6,4	7,9

Bild 1 Anteile der Verkehrsbereiche an den Transportleistungen im Personenverkehr – Vergleich alte Bundesländer – DDR bzw. neue Bundesländer /1/

	Vorsorge (Straße, Schiene) in dB(A)		Sanierung (Straße) in dB(A)	
	tags	nachts	tags	nachts
Krankenhäuser u.a.	57	47	70	60
Wohngebiete	59	49	70	60
Mischgebiet	64	54	72	62
Gewerbegebiete	69	59	75	65

Bild 3 Immissionsgrenzwerte gemäß 16. Bundesimmissionsschutzverordnung von 1990 für Verkehrslärm /3/

- Erarbeiten von Zähllisten
- Entwicklung der Darstellungsformen (Diagramme, Strompläne)

2. Erarbeitung einer Lärmkarte

Umgang mit dem Schallpegelmesser / Auswertungsverfahren

Für das Aufstellen einer Lärmkarte ist ein Schallpegelmesser erforderlich. Einfache Geräte sind ab ca. 170 DM erhältlich.

Die Handhabung des Meßgerätes sowie Fragen der Meßwertaufnahme und -auswertung sollten im Fachraum geübt werden:

Der Schallpegel eines Gebläses aus der Lehrmittelsammlung kann

- in Abhängigkeit von den verschiedenen Leistungsstufen des Gerätes (Abstand Gebläse/Schallpegelmesser bleibt konstant)
- in Abhängigkeit vom Abstand Gebläse/Schallpegelmesser (Leistungsstufe des Gebläses bleibt konstant) ermittelt werden.

Der Schallpegelmesser sollte auf einem Fotostativ befestigt werden (Klettband als Befestigungsmittel).

Erfassen und Darstellen von Lärmbelastungen

Im kartierten Untersuchungsgebiet müssen zuerst die Meßstellen ausgewählt werden. Dabei ist eine Berücksichtigung der Zählstellen sinnvoll.

Für das Durchführen und Auswerten der Messungen sollten einige Hinweise gegeben bzw. Festlegungen getroffen werden:

- Anordnen des Schallpegelmeßgerätes in 1,20 m Höhe etwa 1 m vom Straßenrand entfernt; Ausrichten des Mikrofon senkrecht zur Straßenmitte bzw. zur Mitte der Kreuzung

- Erfassen der Schallpegelwerte in einem vorzugebenden Zeittakt über eine Meßdauer von mind. 10 min; Bestimmen des Mittelwertes

- Wiederholen der Messungen am jeweiligen Standort zu anderen Tageszeiten
- Darstellen der Mittelwerte des Verkehrslärms an den unterschiedlichen Standorten in Abhängigkeit von der Tageszeit

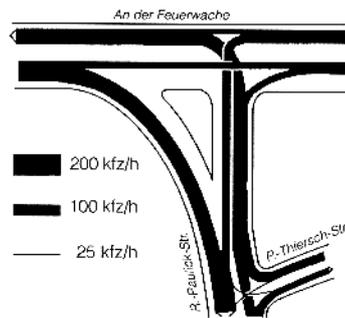


Bild 4 Beispiel eines „Verkehrsstromplanes“

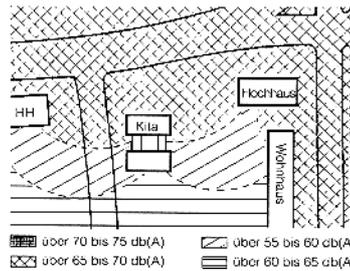


Bild 5 Ausschnitt aus einer Lärmkarte

- Anfertigen einer Lärmkarte (Auf Fragen der Fürsorge- und Aufsichtspflicht soll hier nicht eingegangen werden!)

Literatur

- /1/ Umwelt und Verkehr - Maßnahmen und Lösungswege gegen Abgase und Verkehrslärm in Sachsen-Anhalt. - Ministerium für Umwelt und Naturschutz des Landes Sachsen-Anhalt. - Magdeburg, 1993
- /2/ Verband Umwelt und Verkehr / Magistrat der Stadt Halle: Halle unterm Rad? - 4. Hallische Verkehrstagung. - Halle, 1994
- /3/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz) in der Fassung von 1990

Dr. Gerd Riedl
Martin-Luther-Universität Halle
Fachbereich Physik, Fachgruppe Physikdidaktik
Hoher Weg 7, 06120 Halle

Die Erfahrung, daß lebensnahe Themen Schüler positiv motivieren können, ist nicht neu. In der Gestaltung vieler Lehrbücher für den Anfangsunterricht wurde das berücksichtigt. Nicht so einfach ist es jedoch für den Lehrer, Lehrbücher und andere Unterrichtsmittel so einzusetzen, daß sich beim Schüler die vielleicht geweckte Neugier in einen Drang zum Erkunden des Sachverhalts wandelt. Durch einen problemorientierten, stark handlungsbetonten Unterricht wurde in der Vergangenheit versucht, Interesse für physikalisch-technische Fragen zu entwickeln und wachzuhalten.

Gerade unter den neuen Rahmenbedingungen sollte man noch stärker Phänomene aus dem unmittelbaren Lebensumfeld der Schüler in den Unterricht einbeziehen und sich modernen Lehr- und Lernformen nicht verschließen. So wird in den RRL von Sachsen-Anhalt (Hauptschulbildungsgang) empfohlen, die Themen „Temperatur und Aggregatzustände“ sowie „Wärmeausbreitung“ als Projekt „Wärme für Wohnung und Mensch“ zu bearbeiten. Dabei erfolgt ein Hinweis auf das Nutzen von Modellhäusern /1/.

Lehrmittelhersteller bieten Modellhäuser an (die nicht gerade billig sind) und auch Selbstbauanleitungen wurden bereits veröffentlicht /2, 3/. Üblicherweise werden diese Häuser ausschließlich dazu genutzt, Wärmeeffekte zu demonstrieren:

- Untersuchungen zur Wärmedämmung (Abhängigkeiten von Material und Wanddicke)
- Untersuchungen zur Nutzung der Solarenergie zur Heizung von Wohnräumen
- thermografische Aufnahmen

Der zur Beschaffung dieses Lehrmittels betriebene Aufwand – finanziell bzw. zeitlich-materiell – sollte Anlaß sein, über eine intensivere Nutzung nachzudenken. Es wird vorgeschlagen, an Modellhäusern auch Probleme der Akustik zu untersuchen:

Die Thematik „Schall und Lärm“ ist in Sachsen-Anhalt Gegenstand des Realschulbildungsganges. Als Lernziele sind u.a. ausgewiesen:

- Verständnis der Notwendigkeit der Lärmbekämpfung
- Übersicht über Möglichkeiten der Lärmbekämpfung /1, S. 73/

Wohnumwelt – Untersuchungen an einem Modellhaus

Gerd Riedl

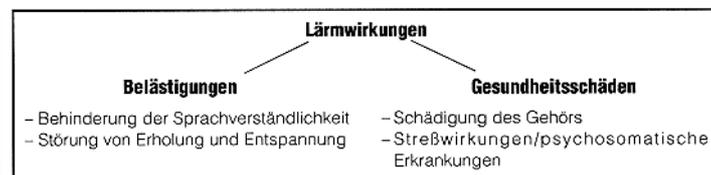


Bild 1 Überblick über Lärmwirkungen

Sachinformationen zum Thema „Schall und Lärm“

Der Bakteriologe *Robert Koch* (1843 – 1910) prophezeite schon um die Jahrhundertwende, daß eines Tages der Lärm ebenso unerbittlich bekämpft werden müsse wie die Pest, um weiter existieren zu können.

Seit 1991 schreibt das Bundesimmissionschutzgesetz für jede Stadt verbindlich vor, die Belastung durch Lärm zu erfassen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt festzustellen /4/.

1992 fühlten sich etwa 70 % der Bundesbürger allein durch den Straßenverkehrslärm belästigt /5/.

Als Lärm bezeichnet man Schalleinwirkungen, die als störend oder belästigend empfunden werden. Hauptquellen dieses Gemisches aus Tönen, Klängen und Geräuschen sind gegenwärtig

der Straßen- und Luftverkehr sowie Handwerk und Industrie.

Lärm ist objektiv nicht meßbar. Er ist keine physikalische Größe, sondern das Ergebnis einer subjektiven Bewertung von Schallereignissen. Mit dem Phänomen „Lärm“ kann sich folglich aus zwei Sichtweisen beschäftigt werden. Beide Betrachtungsweisen – die physikalische Akustik und die physiologische Akustik – kann man jedoch nicht scharf voneinander trennen.

Eine Grenze zwischen Belästigungen und Gesundheitsschäden ist nicht genau zu ziehen. Bleibende Veränderungen treten erst bei häufigen oder dauerhaften Einwirkungen auf (Bild 2).

Im Bundesimmissionschutzgesetz (BImSchG, § 47) ist festgelegt, daß für Wohngebiete und andere schutzwürdige Bereiche Lärminderungspläne aufzustellen sind, wenn bestimmte Grenzwerte überschritten werden.

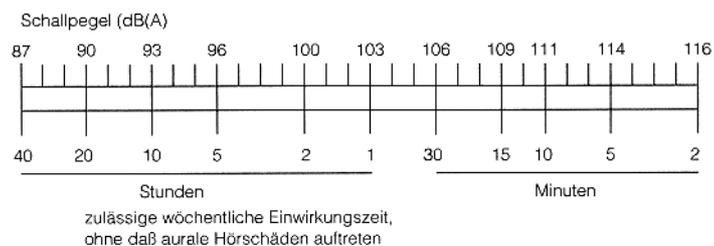


Bild 2 Zusammenhang zwischen Schallpegel und Einwirkungszeit (nach Fellenberg) /6/

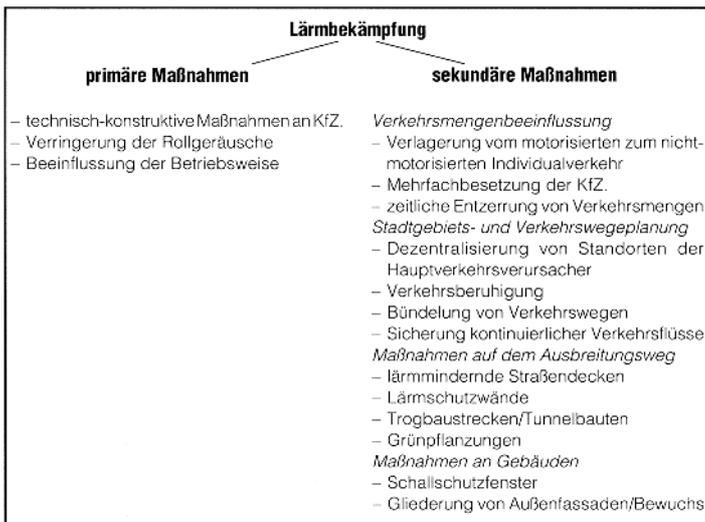


Bild 3 Überblick über lärmindernde Maßnahmen / Straßenverkehr

Experimentelle Möglichkeiten

1. Schallschutzmaßnahmen am Modellhaus

Versuchsaufbau:

Im Innern des Modellhauses wird ein Mikrophon angeordnet und mit einem Oszilloskop verbunden. Gegenüber eines „Fensters“ vom Modellhaus wird ein Lautsprecher postiert, der an einem RC-Generator angeschlossen ist.

(Das System Mikrophon/Oszilloskop kann durch einen Schallpegelmesser ersetzt werden; eine Schallerfassung im Innern des Hauses ist durch eine Verlängerung des Mikrophonhalses mittels Schlauchstück und Glastrichter leicht möglich)

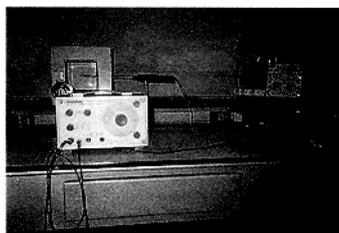
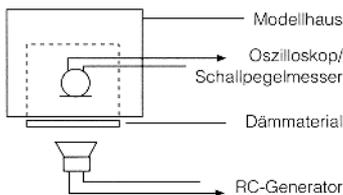


Bild 4 Versuchsanordnung

Durchführung:

- Bei konstantem Abstand zwischen Lautsprecher und Empfänger sowie konstanter Ausgangsleistung des Generators ist die Amplitude am Oszilloskop auf einen möglichst großen Wert einzustellen.

- Verschiedene Materialien (Baustoffproben) sind in das „Fenster“ des Modellhauses einzusetzen; der Einfluß auf die Amplitude kann beobachtet werden.

In analoger Weise kann man den Schallpegelmesser einsetzen. Weiterhin können der Einfluß des Abstandes zwischen Quelle und Empfänger sowie die Wirkung von Frequenzveränderungen untersucht werden.

Meßbeispiele:

Entfernung Lautsprecher – Schallpegelmesser: 50 cm

RC-Generator mit $f = 200 \text{ Hz}$, $U = 4 \text{ V}$

Material	ohne	Plexiglas/ einfach	Plexiglas/ doppelt	Styropor	Keramik
Schallpegel in dB(A)	81	75	71	78	72

RC-Generator mit $f = 2000 \text{ Hz}$, $U = 4 \text{ V}$

Material	ohne	Plexiglas/ einfach	Plexiglas/ doppelt	Styropor	Keramik
Schallpegel in dB(A)	92	78	76	79	76

2. Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg / Lärmschutzwände

Versuchsaufbau:

Zwischen dem Modellhaus und dem Lautsprecher wird eine „Lärmschutzwand“ errichtet. Wandelemente aus verschiedenen Materialien (Holz, Porenbetonsteine, Piacryl u.a.) liegen bereit.

Durch den Einbau des Lautsprechers in ein ferngesteuertes Spielzeugauto können zusätzlich die Auswirkungen der Rollreibung und einer Kapselfelgung untersucht werden.

Durchführung:

- Bei konstantem Abstand zwischen Quelle und Empfänger wird zunächst der Einfluß der Abmessungen der „Lärmschutzwand“ sowie ihrer Anordnung (Beugungseffekte) untersucht.

- Nach Finden des optimalen Standortes und einer ausreichenden Größe kann der Einfluß des Materials und dessen Oberflächenstruktur erkundet werden.

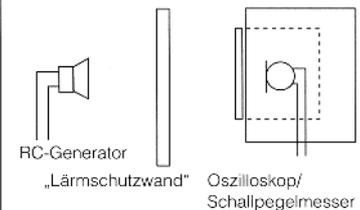


Bild 5 Versuchsanordnung

Meßbeispiele:

Modellhaus mit „geöffnetem“ Fenster
RC-Generator mit $f = 200$ Hz, $U = 4$ V
Schallpegel $L_p = 72$ dB(A) bei Entfernung Lautsprecher - Meßgerät 100 cm
l: Entfernung Lautsprecher – „Lärmschutzwand“

(1) Wand aus Holz; 52 cm Breite, 34 cm Höhe

l in cm	10	20	30	40	50	60	70	80
L_p in dB(A)	69	69	70	71	72	69	68	69

(2) Wand aus Holz; 68 cm Breite, 52 cm Höhe

l in cm	10	20	30	40	50	60	70	80
L_p in dB(A)	65	65	66	68	69	66	66	64

Literatur

- /1/ Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt: Rahmenrichtlinien Sekundarschule Physik. – Druckerei und Verlag Gebr. Garloff. – Magdeburg, 1994
- /2/ Fischler, H., Lichtfeldt, M., Eschner, J. u. Wolff, J.: Wie effektiv ist die Nachtabenkung der Heizung? – In: Physik in der Schule. – Berlin 31(1993)10
- /3/ Schmeer, E.: Modellbau einer Wärmebox für einfache Wärmedurchgangsmessungen im Unterricht. – Arbeitskreis Schulinformation Energie. – Frankfurt/Main
- /4/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)
- /5/ Umweltbundesamt: Daten zur Umwelt 1992/93
- /6/ Fellenberg, G.: Umweltforschung. – Springer Verlag. – Berlin, Heidelberg, New York, 1977

Dr. Gerd Riedl
Martin-Luther-Universität Halle
Fachbereich Physik, Fachgruppe Physikdidaktik
Hoher Weg 7, 06120 Halle

Interviews zur Lärmbelastung

FRAGEBOGEN 1

„Einstellung zum Lärm“

1) Daten zur befragten Person

Alter: 15 Jahre 16 -25 Jahre 26 - 40 Jahre 41 - 60 Jahre über 60 Jahre

Geschlecht: weiblich männlich

2) Erfassen der individuell bedeutsamen Lärmquellen

„Bitte geben Sie (gib) die drei Lärmquellen an, die Sie (Dich) im täglichen Leben am meisten stören!“

1. Stau
2. Straßenbau
3. Geschrei in der Schule

3) Individuelle Wertung von Lärmquellen

Die damit verbundenen Geräusche stören mich	sehr stark	stark	wenig	nicht	Beispiel trifft für mich nicht zu
1) Viele Bewohner meines Wohngebietes bzw. des Stadt fahren einen Pkw.		X			
2) Aufgrund fehlender Parkplätze gelingt das Abstellen der Fahrzeuge abends nicht sofort. Viele Fahrer drehen „Runden“.			X		
3) Ein großer Teil des Fahrzeugverkehrs aus dem Saalkreis nach Halle bzw. zu den Autobahnen fließt durch Halle-Neustadt.			X		
4) Unsere Wohnung bzw. mein Zimmer ist mit Radio, TV, Recorder u.a. ausgestattet.				X	
5) Viele unserer Nachbarn besitzen ebenfalls derartige Geräte.		X			
6) Zum Leben in unserer (meiner) Wohnung gehört auch, Gespräche zu führen oder Gäste zu empfangen.			X		
7) Auch unsere Nachbarn unterhalten sich und haben Besuch.				X	

FRAGEBOGEN 2

„Lärm in der Schule“

1) Individuelle Wertung von Lärmquellen im Schulumfeld

Die damit verbundenen Geräusche stören mich	sehr stark	stark	wenig	nicht
1) Unsere Schule liegt an einer stark befahrenen Straße.			X	
2) In der Nähe unserer Schule befinden sich Parkplätze für PKW.			X	
3) Häufig werden im Schulumfeld Bauarbeiten durchgeführt.			X	

2) Meinungen zu Geräuschen beim Lernen im Unterricht bzw. zu Hause

Was sagst Du dazu???	Ich brauche absolute Ruhe!	Ein gewisser Geräuschpegel stört mich nicht!	Es kann ruhig etwas lauter sein - Hauptsache man versteht sein eigenes Wort!	Lärm ist für mich kein Thema - ich brauche einige Phon!
1) Manche Lehrer meinen, Lernen und Geräusche im Unterricht passen nicht zusammen.			X	
2) Die Pausen sollen der Erholung dienen. In der Schulordnung sind auch dafür Festlegungen getroffen worden.		X		
3) Das Erledigen von Hausaufgaben ist ein notwendiges Übel. Über die Geräuschkulisse im Zimmer will ich selbst entscheiden.		X		

3) Meinungen zum Freizeitlärm

Was sagst Du dazu???	Leise muß es sein! -Ich brauche meine Ruhe!	Einige Phon gehören schon dazu, stören mich nicht!	Lautstärke ist für mich kein Thema, Hauptsache andere stört es nicht!	Je lauter, desto besser!
1) Musikhören (Radio, TV, Video) ist eine beliebte Freizeitbeschäftigung. Für welche Lautstärke bist Du?		X		
2) Freizeitsport wird großgeschrieben. - Spielt dabei der Geräuschpegel eine Rolle?				X

A - 8.: Themenkomplex „Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen“ (Ziele und Inhalte)

A - 8.1.: Ziel und Inhalte des Themas „Ökologisch verantwortungsvoll mit Ressourcen umgehen“

5.2.4 Fächerübergreifende Themen in den Schuljahrgängen 9/10

Themenkomplex: **Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen**

Thema: **Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen**

Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass die für das Leben von nahezu 6 Milliarden Menschen auf der Erde erforderlichen Mittel begrenzt sind und bei wachsender Weltbevölkerung sowie bei gleich bleibendem und sich ausbreitendem üppigen Konsumverhalten nicht ausreichen werden. Sie sind mit dem Grundsatz vertraut, dass die, von den Menschen einer Generation übernommene Natur so hinterlassen werden muss, dass sie auch künftigen Generationen für ein Leben mit hoher Lebensqualität zur Verfügung steht. Sie leiten hieraus ab, dass die Umwelt als natürliche Lebensgrundlage des Menschen nicht Gefährdungen ausgesetzt werden darf und Energie im Prinzip nur in dem Maße genutzt werden kann, wie sie als wertvolle Energie von der Sonne zur Verfügung gestellt wird. Sie können in Diskussionen über die ansteigende Produktion von Gebrauchsgütern und die wachsenden Erträge der Landwirtschaft Zusammenhänge zwischen den Bedürfnissen der Menschen und der zunehmenden Ausbeutung und Belastung von Boden, Luft und Wasser darstellen.

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Verfahren und Beispiele für den sparsamen Einsatz von Stoffen und Energie zu nennen, und sie können für das eigene Verhalten Grundsätze ableiten, die der nachhaltigen Entwicklung dienen.

Inhalte	Hinweise
Agenda 21 (Überblick) <ul style="list-style-type: none">- Weltbevölkerung- Ressourcenvielfalt (regionale Verbreitung, Nutzung und Folgen, Bedeutungswandel)- Entwicklungsprobleme- Prinzip der Nachhaltigkeit	Einzelaufträge für Gruppen und Vorträge: Sammlung von Übersichten und von Material sowie Zusammenstellung von Daten über den aktuellen Stand, den Bedarf, über Prognosen und Probleme der Ressourcennutzung, über Umweltgefährdungen und die Klimaentwicklung Quellen: Umweltkonferenzen Rio de Janeiro 1992 und Kyoto 1997 Landes Agenda 21 – Sachsen-Anhalt

Inhalte	Hinweise
<p>Nachhaltiges Wirtschaften in einem ausgewählten Problemfeld</p> <ul style="list-style-type: none"> - soziale Erfahrungen - Information und Daten über die aktuelle und zukunftsfähige Entwicklung - Diskussionen: Verhältnis Mensch-Natur, Lebensqualität, Umweltgefährdungen, Klimaentwicklung - nachhaltiges Handeln: Aktionen von Verbänden des Landes, von Unternehmen, Teilnahme und eigene Vorschläge <p>Energiebedarf und nachhaltige Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> - soziale Erfahrungen - Energieträger und ihre gegenwärtige Nutzung (Systematisierung) 	<p>Problemfelder und mögliche Schwerpunkte:</p> <p>Boden, Bodennutzung und nachwachsende Rohstoffe (Bedeutung von Anpflanzungen für den Wasserverbrauch und die CO₂-Bindung, für Futter und Nahrungsmittel, Nutzholz, Biomasse)</p> <p>Ressource(n) im Heimatraum (Abbau, Gewinnung von Grundstoffen, Verarbeitung)</p> <p>biologische Vielfalt (Gesetze und Schutzgebiete für die Erhaltung gefährdeter Arten – Biotope)</p> <p>Wasser, Wasserverbrauch und Gewässerschutz (Abwasser, Reinigung, Sparmaßnahmen)</p> <p>Informationen zur mittleren Energieverbrauchsleistung pro Person: USA: 11 kW Europa: 6 kW China: 1 kW Bangladesh: 100 W Vergleich: Sonne stellt pro Person 1,5 kW zur Verfügung</p> <p>a) erschöpfliche Energien: fossile Energieträger und Kernenergie – 82 % b) quasi unerschöpfliche Energien: Sonne direkt, Wasser, Wind, Umweltwärme (Luft-, Wasser- und Erdwärme), nachwachsende Rohstoffe, organische Reststoffe – 18 %</p>

Inhalte	Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> - Energiebedarf und Energieeinsparung an je einem Beispiel aus <ul style="list-style-type: none"> • Industrie • Landwirtschaft • Verkehrswesen 	<p>energieintensive Nahrungsmittelproduktion - Verhältnis von Energieaufwand und Energiegehalt, z. B. Gewächshausgemüse 600 : 1; Rinderzucht 3 : 1 Wirkungsgrade von Motoren und Turbinen Schadstoffausstoß (Umweltbelastung) Einsatz von Elektro- und Solarmobilen Energieumsätze bei Flugzeug und PKW im Vergleich – Sparmaßnahmen</p>
<p>Umgang mit Stoffen und Material-Recycling</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verpackung und Entsorgung 	<p>Sammeln von Textilien, Metallschrott, Glas, Kunststoffen und von organischen Abfallstoffen in Spezialcontainern</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung technischer Produkte als Grundlager der Kaufentscheidung 	<p>Entscheidung nach Umweltzeichen Beispiele: Blauer Engel, Blume, Prädikat der Stiftung Warentest, ökologischer Anbau, recycelbare Kunststoffe</p>
<p>Aktionsplan „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“ zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aktionsplan für die Schule - Aktionsplan für den Haushalt der Familie - Aktionsplan für die Stadt oder Gemeinde 	<p>Anwendungen des Prinzips der Nachhaltigkeit im jeweils gewählten Bereich</p> <p>Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden Vorschläge für die Stadtplanung, Verkehrswege, Grünanlagen etc.</p>

Tabellarische Paralleldarstellung

<p>Themen und Inhalte in den Rahmenrichtlinien der Fächer</p>	<p>Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven Energieumsetzung in Kraftwerken Energievorräte Blockeinheiten Umweltprobleme</p> <p>Regenerative Energien u. a. Sonnenstrahlung Umweltwärme</p>	<p>Möglichkeiten und Grenzen der Ressourcennutzung Vielfalt von Ressourcen, regionale Verbreitung, Besonderheiten der geologischen Lagerung, Gefährdungen und Schutz, Bedeutungswandel</p> <p>Ressource als raumprägender Faktor: Beispiel(e) aus dem Nahraum</p>	<p>Die Sonne als Energiespender Einfluss der Sonne auf die Bedingungen auf der Erde (Licht, Temperatur)</p> <p>Ökologische Wirkungen der Sonnenstrahlung: Erdatmosphäre als Schutzschild (Ozonschicht, Treibhauseffekt, Schutz vor Strahlung)</p>	<p>Struktur eines Ökosystems Mensch und Umwelt, Bedarf des Menschen, Ressourcen der Biosphäre</p> <p>Belastbarkeit und Schutz der Ökosysteme Belastbarkeit Eingriffe des Menschen</p> <p>lokale Umweltprobleme ökologische Weltprobleme Schutz der Arten und Lebensräume</p>	<p>Natur und Menschen Verhältnis der Menschen zur Natur: Herrscher, Partner und Bewunderer</p> <p>Naturzerstörung: Ökonomie vs. Ökologie verantwortlicher Umgang mit der Natur</p>
<p>Fächer</p>	<p>Physik</p>	<p>Geographie</p>	<p>Astronomie</p>	<p>Biologie</p>	<p>Ethikunterricht</p>

Themenkomplex: Leben mit Medien

Thema: Informations- und Kommunikationstechnik anwenden

Ziele:

Mit diesem Thema soll eine vergleichbare Ausgangsbasis für die berufliche und vertiefende informatorische Bildung für alle Schülerinnen und Schüler angestrebt werden. Das heißt, sie sollen ihr in den einzelnen Fächern erworbenes Wissen und Können bzgl. der Informations- und Kommunikationstechnischen Grundbildung zur Bearbeitung fachspezifischer oder fächerübergreifender Aufgaben komplex anwenden können.

Das bedeutet insbesondere, dass sie Geräte des Computerarbeitsplatzes selbstständig und zielgerichtet bedienen sowie Standardsoftware zur Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Bildbearbeitung, Simulation und zur Verwaltung von Datenbanken auch im Zusammenhang anwenden können. Des Weiteren sollen die Schülerinnen und Schüler Messwerte mit dem Computer erfassen, bearbeiten und darstellen sowie technische Prozesse mit dem Computer steuern und regeln können.

Mit der Bearbeitung der Aufgaben erweitern die Schülerinnen und Schüler ihre Einsicht in die Möglichkeiten des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnik und die damit verbundenen Qualifikationen.

Die bei der Aufgabenbearbeitung angestrebte Gruppenarbeit soll auch zur weiteren Ausprägung solcher Sozialkompetenzen wie Kooperations- und Teamfähigkeit, aber auch Zuverlässigkeit, Kompromiss- und Kritikfähigkeit führen.

Bemerkungen:

Im Folgenden werde als Anregung Beispiele für solche Aufgaben dargestellt, bei deren Bearbeitung unterschiedliche Computeranwendungen auf verschiedene Weise miteinander verbunden werden sollen. In einem Block A werden Beispiele aufgeführt, die typisch für schülerbezogene „Verwaltungsprobleme“ sind, während der Block B Beispiele für naturwissenschaftlich-technische Problemstellungen beinhaltet.

Um die Breite der in den Zielen formulierten Computeranwendungen zu sichern, ist von den Schülerinnen und Schülern *jeweils eine Aufgabe aus jedem Block* zu bearbeiten. Dazu können die angegebenen Beispiele *oder Aufgaben auf einem analogen Niveau* ausgewählt werden. Bei der konkreten Festlegung der Aufgabenstellungen sind neben den technischen Voraussetzungen der Schule auch die Vorkenntnisse und das Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen.

Inhalte	Hinweise
<p>Beispiel 1: Untersuchung zur effektiven Nutzung von Solarzellen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau eines Experimentes mit Sensoren zur Messwertaufzeichnung - Messwertbearbeitung und -darstellung - Beschreibung der technischen Anlage (technische Dokumentation) - Beschreibung der Untersuchungsergebnisse 	<p>Kombination der Arbeit mit Software zur Messwertaufzeichnung (Tabellenkalkulation), Textverarbeitung und Bildbearbeitung</p> <p>Wenn an der Schule ein geeignetes Messinterface nicht zur Verfügung steht, sollten die Daten über Tastatur eingegeben und mit der Tabellenkalkulation bearbeitet werden.</p> <p>Anlegen von Messwerttabellen, eventuell notwendige Berechnungen und graphische Darstellung der Ergebnisse</p> <p>Zu den Beschreibungen des Aufbaus und der Wirkungsweise der Anlage, der Durchführung der Messungen und der Ergebnisse sollen auch technische Skizzen und Diagramme eingebunden werden.</p>
<p>Beispiel 2: Steuerung eines Automaten (z. B. Steuerung eines Automaten, Waschvollautomat, Getränkevollautomat)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung und Aufbau eines technischen Systems, das über Interface gesteuert werden kann - Steuern des technischen Systems - Beschreibung des Aufbaus und der Wirkungsweise des technischen Systems 	<p>Kombination der Arbeit mit Anwendersoftware zur Steuerung, Textverarbeitung und Bildbearbeitung</p> <p>Variieren der Software entsprechend der Aufgabenstellung</p> <p>In die Beschreibung sollten Aufbau- und Funktionskennzeichnungen integriert werden.</p>

Anlage A - 9: Das Thema „Temperaturstrahlung“ und die Nutzung von Experimentiergeräten

A - 9.1.: Auszug aus der Handreichung für Lehrkräfte / DIALOG-Reihe des LISA Sachsen-Anhalt, Heft „Temperaturstrahlung und ein Ausblick auf neue Gebiete und Anwendungen der Physik“ (Manuskript 03/1999)

2. Klima und Klimaänderungen

Die Klimatologen sind sich heute darin einig, dass es auf der Erde in den letzten 100 Jahren um 0,5 bis 0,7 K wärmer geworden ist.

Abb. 6 Änderung der globalen Mitteltemperatur (nach SCHÖNWIESE 1996)

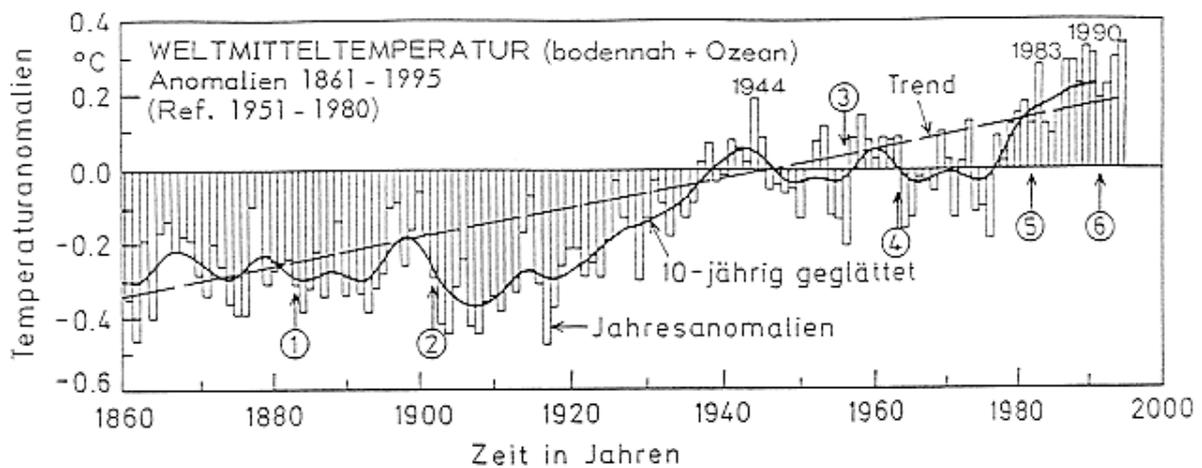
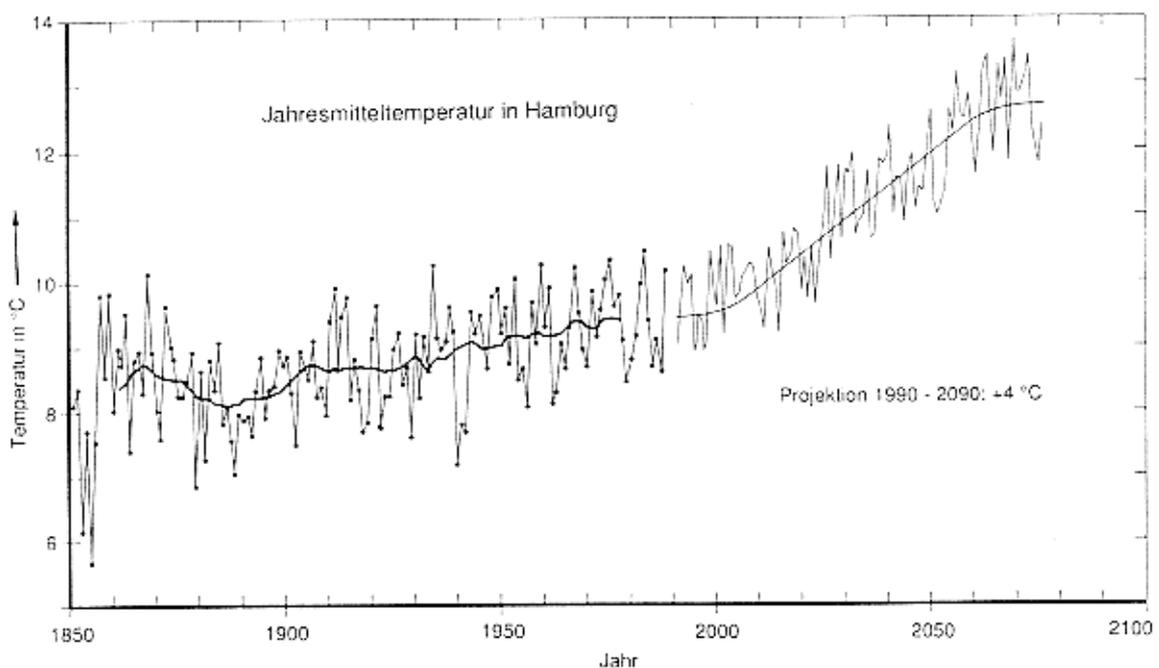


Abb. 7 Jahresmitteltemperatur in Hamburg (Landungsbrücke St. Pauli), ergänzt um eine Projektion einer Erwärmung um 4 K (HOPPENAU 1992)



Stürme, in unseren Breiten genauso wie in den Tropen, scheinen an Intensität gewonnen zu haben, die Niederschläge über der nördlichen Hemisphäre verschieben sich seit vier bis fünf Jahrzehnten nach Norden und der Meeresspiegel ist im vergangenen Jahrhundert um etwa 15 cm gestiegen.

Eine Schlussfolgerung könnte lauten: Das Klima ändert sich, weil es auf Grund der Einflüsse des Menschen wärmer wird!

Es ist unstrittig, dass das Klima im Ergebnis von Prozessen, die auf Zeitskalen von Tagen (Eis- und Schneebedeckung, Zirkulation der Atmosphäre) bis zu vielen Jahrmillionen (Kontinentaldrift, CO₂-Emissionen von Vulkanen) stattfinden, variiert.

Tab. 3 Übersicht der Ursachen von Klimaänderungen (nach SCHÖNWIESE 1994)
Bem.: Vernetzte Einflüsse sind mit „*“ gekennzeichnet und Konkurrenzmechanismen zur anthropogenen Verstärkung des Treibhauseffektes wurden unterstrichen!

EXTRATERRESTRISCH	TERRESTRISCH
Solarkonstante, langfristiger Trend <u>Solarkonstante, Variationen</u> (durch Sonnenaktivität u. Pulsationen) Rotation der Milchstraße und kosmische Materie Meteore und Meteoriten Mond Gezeitenkräfte allg. (Wirkung auf Sonne und Erde)	Kontinentaldrift Orogenese <u>Vulkanismus</u> Waldbrände <u>Zusammensetzung der</u> <u>Atmosphäre*</u> <u>Zirkulation der Atmosphäre*</u> Zirkulation u. Salzgehalt <u>des Ozeans*</u> <u>El Niño-Phänomen</u> Eis- und Schneebedeckung* Bewölkung* Vegetation* anthropogene Einflüsse: "Treibhauseffekt" <u>"Stadtklima"</u> <u>troposphär. Sulfat</u> <u>"Ozonloch"-Effekte</u>
Orbitalparameter Rückkopplungen	

Mittlerweile existieren grundsätzliche Vorstellungen über die Veränderung des Erdklimas auch für sehr frühe geologische Zeitalter (Präkambrium bis zum Känozoikum/vor dem Holozän, d.h. bis vor 10 000 a).

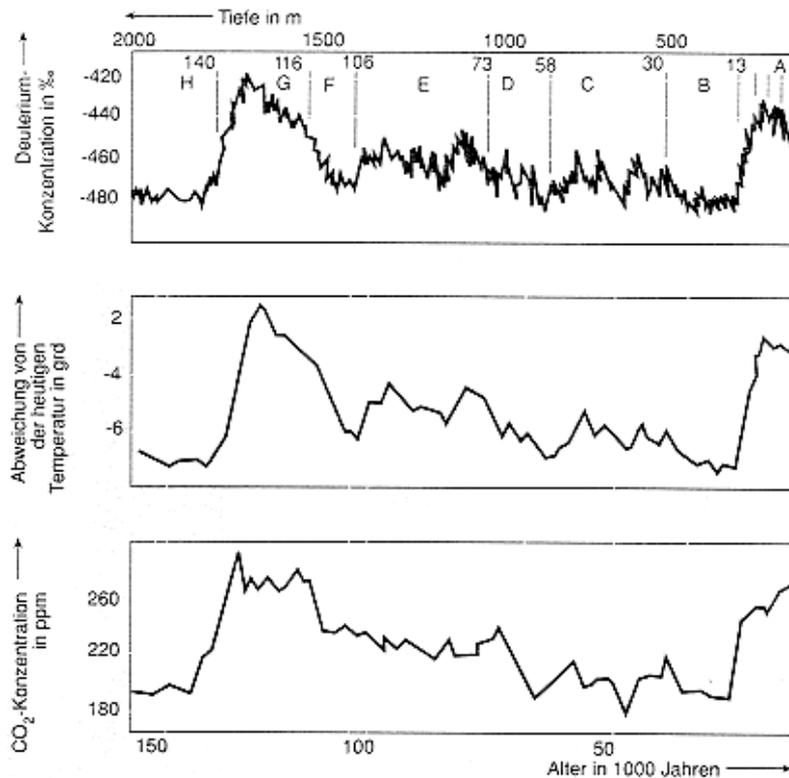
Durch die Auswertung von Eisbohrkernen können Rückschlüsse auf das Klima in der näheren Vergangenheit gezogen werden. Dieses Verfahren wird in Regionen eingesetzt, in denen die Temperatur selten oder nie den Schmelzpunkt von Eis übersteigt (Antarktis, Grönland, einige Gebirgsgletscher).

Beispielsweise wurde von der sowjetischen Antarktisstation „Wostok“ zwischen 1980 und 1985 eine 2 200 m tiefe Bohrung niedergebracht und gründlich analysiert. Die gewonnenen Daten lassen für die letzten 160 000 Jahre eine Korrelation zwischen dem Gehalt der Atmosphäre an Spurengasen und der Temperatur erkennen. - Die im Eiskern in verschiedenen Tiefen eingeschlossenen kleinen Luftbläschen stammen aus unterschiedlichen Zeitepochen. Mehrere unabhängige Methoden haben erbracht, dass die Konzentration von Deuterium im

Eis ein gutes Maß für die Temperatur in der jeweiligen Zeit ist (Abb. 8/oben und Mitte). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die offenkundige Übereinstimmung mit der Kohlendioxidkurve (Abb.8/unten).

Damit spricht vieles dafür, dass die CO₂-Konzentration als „globales Thermometer“ dienen kann.

Abb. 8 Veränderungen von Temperatur und CO₂-Konzentration nach Messungen am Eisbohrkern der antarktischen Station „Wostok“



Auch die letzten dreitausend Jahre waren von deutlichen globalen Klimaveränderungen geprägt. Chroniken lassen Rückschlüsse auf das Klima im antiken Griechenland und im römischen Imperium zu. Teilweise stimmen diese mit Angaben in chinesischen Überlieferungen überein.

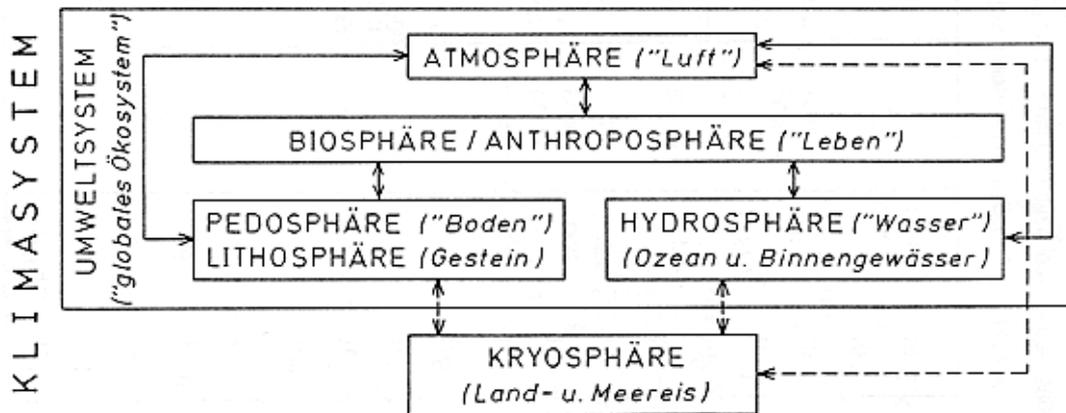
Auffallend ist die sogenannte „Kleine Eiszeit“ zwischen 1400 und 1800. In jener Zeit froren die Ostsee und Flüsse wie Themse und Tajo, die heute das ganze Jahr über eisfrei sind, regelmäßig zu. Es wird anhand verschiedener Indizien vermutet, dass eine verminderte Sonnenaktivität zumindest eine der Ursachen dafür war, denn die Länge des Sonnenfleckenzyklus schwankt zwischen 8 und 14 Jahren. Für die vergangenen 120 Jahre konnte eine deutliche Korrelation zwischen Zykluslänge weltweiter Durchschnittstemperatur gefunden werden (Je kürzer der Zyklus, desto stärker die Sonnenaktivität).

Viele Faktoren begrenzen derzeit noch die Möglichkeiten, die Entwicklung des Klimas in der Zukunft vorherzusagen:

- Unsicherheiten in der Abschätzung zukünftiger Emissionen und bio-geochemischer Kreisläufe von Treibhausgasen und Aerosolen
- Unmöglichkeit einer Vorhersage zukünftiger Strahlungseigenschaften (Sonnenaktivität)

- Schwierigkeiten beim Erfassen von Rückwirkungen zwischen den einzelnen Systemelementen in Klimamodellen

Abb. 9 Klimasystem und Rückwirkungen (nach SCHÖNWIESE 1996)

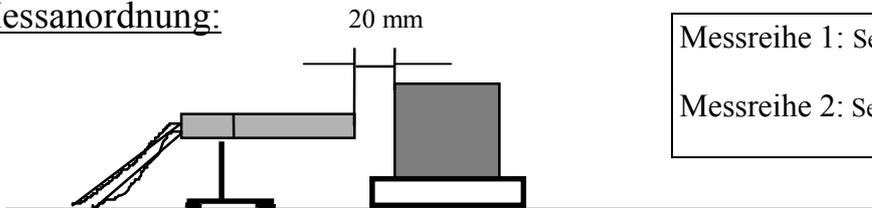


Unerwartete, starke und rasche Veränderungen des Klimas in der Zukunft sind auf Grund ihrer Natur schwer oder gar nicht vorherzusagen. Es können folglich „Überraschungen“ auftreten, die sich insbesondere aus der nichtlinearen Natur des Klimasystems ergeben.

Die Möglichkeiten, den menschlichen Einfluss auf das Klima exakt zu beziffern, sind folglich begrenzt. Dennoch zwingen vorliegende Daten und erkannte Zusammenhänge dazu, sich verantwortungsbewusst der Gesamtproblematik zu stellen.

A - 9.2.: Experimente und Ergebnisse: Intensität der Temperaturstrahlung und Temperatur sowie Oberflächenbeschaffenheit (Variante: Strahlungswürfel nach LESLIE)

Messanordnung:



Messreihe 1: Seitenfläche schwarz lackiert
 Messreihe 2: Seitenfläche Kupfer aufgeraut

Messwerte:

Messreihe 1:

ϑ in $^{\circ}\text{C}$	90,0	87,5	85,0	82,5	80,0	77,5	75,0	72,5	70,0	67,5	65,0	62,5	60,0
U in mV	0,885	0,840	0,800	0,755	0,710	0,670	0,630	0,590	0,550	0,515	0,480	0,440	0,410

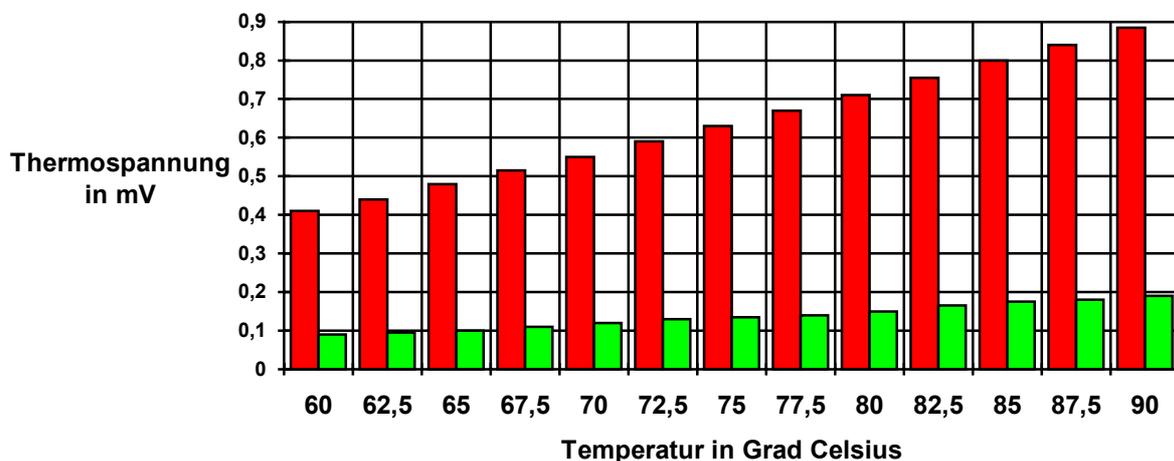
Messreihe 2:

ϑ in $^{\circ}\text{C}$	90,0	87,5	85,0	82,5	80,0	77,5	75,0	72,5	70,0	67,5	65,0	62,5	60,0
U in mV	0,190	0,180	0,175	0,165	0,150	0,140	0,135	0,130	0,120	0,110	0,100	0,095	0,090

grafische Auswertung:

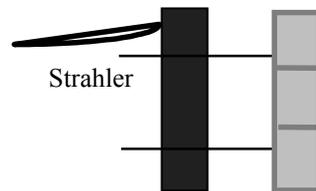
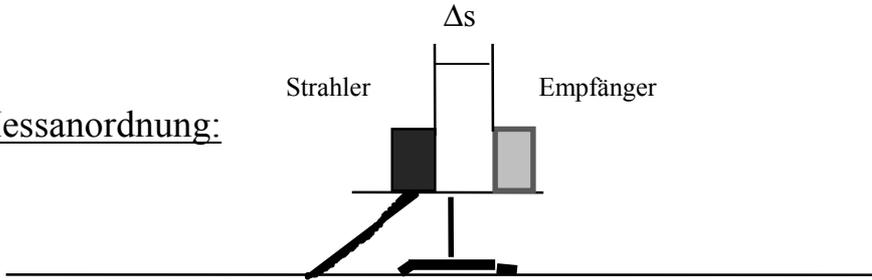
Daten aus Messreihe 1: rote Balken

Daten aus Messreihe 2: grüne Balken



A - 9.3.: Experimente und Ergebnisse: Intensität der Temperaturstrahlung und Oberflächenbeschaffenheit (Variante: Wärmestrahlungsgerät)

Messanordnung:



Empfänger 1: schwarz

Empfänger 2: metallisch matt

Empfänger 3. metallisch glänzend

Messwerte:

Messreihe 1: $\Delta s = 60 \text{ mm}$, Vorwärmzeit des Strahlers 2 min

t in min	metallisch glänzend ϑ in $^{\circ}\text{C}$	metallisch matt ϑ in $^{\circ}\text{C}$	schwarz ϑ in $^{\circ}\text{C}$
0	25,8	25,9	25,9
3	26,5	27,4	28,2
6	28,2	30,6	32,8
9	30,3	34,4	37,7
12	32,3	38,0	42,1
15	34,0	40,9	45,8
18	35,5	43,5	48,4
21	36,8	45,6	50,5
24	37,7	46,9	51,9
27	38,6	48,2	53,0

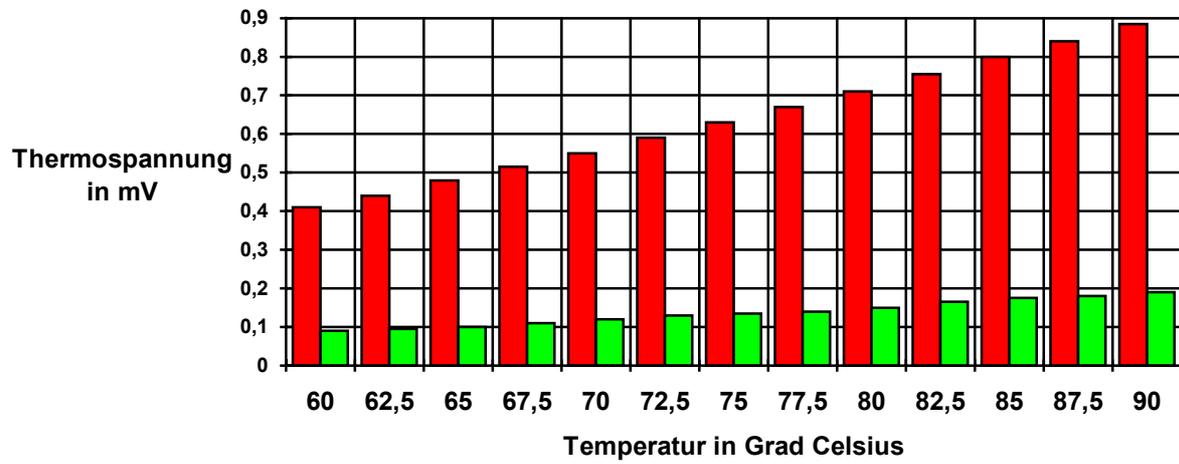
Messreihe 2: $\Delta s = 40 \text{ mm}$, Vorwärmzeit des Strahlers 2 min

t in min	metallisch glänzend ϑ in $^{\circ}\text{C}$	metallisch matt ϑ in $^{\circ}\text{C}$	schwarz ϑ in $^{\circ}\text{C}$
0	25,6	25,7	25,8
3	26,2	26,5	27,3
6	27,9	29,4	31,8
9	30,5	34,1	38,0
12	33,1	38,8	44,0
15	35,5	42,8	49,1
18	37,4	46,0	53,2
21	38,7	48,4	56,0
24	39,9	50,0	58,0
27	40,8	51,0	59,0

grafische Auswertung:

Daten aus Messreihe 1: rote Balken

Daten aus Messreihe 2: grüne Balken



- Anlage 10: Entwurf zum fächerübergreifenden/fächerverbindenden Kurs „Unsere Erde. Ihren Geheimnissen auf der Spur“
A – 10.1.: Geographische, physikalische und astronomische Inhalte
-

„Unsere Erde. Ihren Geheimnissen auf der Spur“	
geographische Inhalte	physikalische / astronomische Inhalte

Unsere Erde im Planetensystem
(Gestalt, Größe, Aufbau, Wechselwirkungen)

- | | |
|---|--|
| - Gradnetz der Erde | - Schwerefeld der Erde |
| - Horizont- und Äquatorsystem | - Erdmagnetismus |
| - Umlauf und Beleuchtung | - Grundlagen der Seismologie |
| - geographische Ortsbestimmung | - geophysikalische Erkundungsmöglichkeiten |
|
 |
 |
| - Entwicklungsgeschichte der Erde /
die Erde wird Lebensraum | - Wechselwirkung zwischen Sonnenstrahlung und Atmosphäre |
| > Ursprung der Erde | > Strahlungsgesetze |
| > Gesteinsbildung | > Strahlungshaushalt |
| > Formationen | > Strahlungsabsorption / Rolle des Ozons |
| > Paläontologie | |
| > geologische Zeitbestimmung | |
|
 |
 |
| - Gliederung des Erdkörpers | - Terrestrische Strahlung und Treibhauseffekt / anthropogene Eingriffe |
|
 | |
| - Sphären der Erde | |

Klimamodelle

- | | |
|------------------------------|---|
| - globale Klimaveränderungen | - Grundlagen der Datenerfassung |
| > historischer Überblick | |
| > aktuelle Tendenzen | - Modellierung von dynamischen Systemen |

1) Physikalische Erscheinungen im Erdinnern und im erdnahen Raum

Themenbereiche	Inhalte	Experimente / Medien	fächerübergreifende Bezüge
<p>1.1. Der Aufbau des Planeten Erde</p> <ul style="list-style-type: none"> - astronomische und physikalische Daten im Vergleich zu anderen Planeten - Geosphären: Überblick über Einteilungen unter verschiedenen Aspekten 	<p>Bahndaten Planetendaten solares Strahlungsangebot</p> <p>fester Erdkörper Hydrosphäre Atmosphäre Magnetosphäre</p>	FOLIEN	<p>Astronomie (9)</p> <p>>>> GEO</p>
<p>1.2. Grundlagen der Gravimetrie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gravitationsgesetz / Bestimmung der Gravitationskonstanten - Schwerefeld der Erde 	<p>Messanordnungen von CAVENDISH, RICHARZ und KRIGAR-MENZEL</p> <p>Feldbegriff Feldstärke Felddarstellungen</p>	DE: Gravitationsdrehwaage FOLIEN	Astronomie (9)
<p>1.3. Grundlagen der Seismologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erdbebenwellen / Arten und Eigenschaften - Aufbau und Wirkungsweise von Seismographen - Seismogramme und ihre Auswertung 	<p>Raumwellen Oberflächenwellen</p> <p>Messprinzipien für horizontale und vertikale Erdbewegungen</p> <p>Intensitätsskalen (MERCALLI, RICHTER)</p>	VIDEO	>>> GEO
<p>1.4. Der Erdmagnetismus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung und Eigenschaften des Magnetfeldes - geomagnetisches Dipolfeld und magnetisches Außenfeld 	<p>Größen und Elemente des Magnetfeldes (Intensitäten, Inklination, Deklination) Darstellung der Felder Veränderungen des Erdfeldes</p>	DE: Bestimmung der Horizontalintensität	
<p>1.5. Geophysikalische Erderkundung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übersicht über Erkundungsmöglichkeiten (Nutzung spontaner bzw. provozierten Felder) 	Aufbau / Wirkungsweise eines Gravimeters		

2) Wechselwirkung zwischen Sonnenstrahlung und Atmosphäre

Themenbereiche	Inhalte	Experimente / Medien	fächerübergreifende Bezüge
2.1. Die Strahlungsgesetze - Energiequelle Sonne - grundlegende Strahlungsgesetze - Anwendung: solarthermische Anlagen	Temperaturen Strahlungsleistung Solarkonstante KIRCHHOFFsches G. STEFAN-BOLTZ- MANNsches Gesetz WIENsches Gesetz PLANCKsche Deutung der Wärmestrahlung (h) Sonnenkollektoren (Aufbau, Wirkungs- prinzipien, techn. Realisierungen) solarthermische Kraftwerke	DE: Bestimmung der Solar- konstanten DE: Untersuchun- gen zur Emis- sion und Absorption DE: Untersuchun- gen an Sonnenkollek- toren VIDEO	Astronomie (9) Biologie
2.2. Die Energiebilanz der Erde – der natürliche Treibhauseffekt - Energiebilanz der Erde - Zusammensetzung der Luft / Spurengase in der Atmosphäre - Treibhauseffekt	direkte Rückstrahlung Absorption in der Atmosphäre bzw. vom Boden Anteile und Relevanz- bedingungen Veränderungen durch anthropogene Einflüs- se Nachweismethoden Rolle des Ozons	DE: Versuche zur Absorption von IR-Strah- lung FOLIEN	Chemie Chemie
2.3. Der künstliche Treibhauseffekt - Spurengasemissionen - Auswirkungen auf das Klima	Quellen anthropoge- ner Emissionen Spurengaskonzen- tration und Klima (Klimaveränderungen und deren Nachweis)	VIDEO	>>> GEO Chemie
2.4. Minderung der Spurengasemissionen - Nutzung regenerativer Energiequellen - Reduktionsmöglichkeiten - regenerative Energiequellen	Übersicht über Gegenmaßnahmen (CO ₂ , Methan und FCKW) Überblick Photovoltaik	DE: Untersuchun- gen an Solar- zellen	

3) Klima und Klimamodelle

Themenbereiche	Inhalte	Experimente / Medien	fächerübergreifende Bezüge
3.1. Globale Klimaveränderungen	aktuelle Daten und Fakten Einflüsse auf das Klima historischer Überblick	FOLIEN VIDEO	>>> GEO Geschichte Sozialkunde
3.2. Grundlagen der Messdatenerfassung und -verarbeitung	Messgrößen und ihre Erfassung Rekapitulation von Klimadaten	DE: Wetterstation FOLIEN	Chemie
3.3. Klimamodelle			Matematik
- Messdatennetze und Grundlagen einer Modellierung			
- Klimamodelle und Interpretationen	Klimaszenarien	VIDEO	Sozialkunde Ethik / Religion

Anlage A - 11: Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt und ihr Umweltbewusstsein

Anlage A - 11.1.: Schülerbefragungen 1/1, 1/2, 3/1, 3/2 und 3/3

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Physik, FG Didaktik der Physik
Forschungsprojekt „KonzUm“ - Befragung 10/97/B02

Alle gemachten Daten bzw. Aussagen werden nur im Rahmen des Forschungsprojektes genutzt.
Bitte bearbeiten Sie die einzelnen Fragen nach bestem Wissen und Gewissen! Geben Sie nach Möglichkeit kurze Begründungen zu Ihren Antworten an!

Schule: Klassenstufe: Kursart:

„Umwelterziehung sollte mithelfen, ein Bewußtsein für die wechselseitigen ökonomischen, politischen und ökologischen Verknüpfungen in der modernen Welt zu schaffen und so dazu beitragen, daß das Verantwortungsgefühl und die Solidarität zwischen den Nationen nachhaltig gestärkt wird. Dies ist eine grundlegende Voraussetzung für die Lösung schwerwiegender Umweltprobleme.“

(Aus dem Schlußbericht der UNESCO-Weltkonferenz über Umwelterziehung, Tbilissi 1977)

Frage 1: Glauben Sie, daß die im Jahre 1977 angesprochenen „schwerwiegenden Umweltprobleme“ auch heute noch aktuell sind? Hat sich nach Ihrer Meinung in den vergangenen 20 Jahren eine Entwicklung (in positiver oder auch negativer Hinsicht) vollzogen?

Frage 2: Können Sie Umweltprobleme der Gegenwart benennen? Unterscheiden Sie - falls möglich - globale Umweltprobleme von denen in Ihrer Umgebung (Wohnort, Land) bestehenden!

Die nachfolgenden Fragen beantworten Sie bitte kurzgefaßt; können Sie aufgrund fehlender Kenntnisse keine Aussagen machen, so vermerken Sie das bitte deutlich („Nein“, „Ich weiß nicht“, „Mir nicht bekannt“ ...).

Frage 3: Was verstehen sie unter dem „Treibhauseffekt“?

Frage 4: Was sind "klimarelevante Spurengase"?

Frage 5: Was verstehen Sie unter „alternativen Energiequellen“? Geben Sie - falls möglich - Beispiele an!

Frage 6: Sehen Sie als Individuum Möglichkeiten, einen Beitrag zur Verbesserung der Umweltsituation zu leisten? - Falls Sie das bejahen können, geben Sie möglichst konkrete Beispiele an!

Frage 7: Werden nach Ihrer Auffassung Umweltthemen im ausreichenden Umfang im Schulunterricht behandelt? Gibt es dabei Unterschiede zwischen einzelnen Unterrichtsfächern?

(Falls der Raum unter den Fragestellungen nicht ausreichend ist, verwenden Sie bitte die Rückseite des Blattes!)

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
FB Physik / FG Didaktik der Physik

Fragebogen für Schülerinnen und Schüler

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

mit diesem Fragebogen möchten wir herausfinden, wie Schülerinnen und Schüler die heutigen Umweltprobleme sehen, was sie über Umweltprobleme wissen und ob sie etwas zu ihrer Lösung beitragen können.

Die Teilnahme an dieser Befragung ist freiwillig; Ihnen entstehen keine Nachteile, wenn Sie den folgenden Fragebogen nicht ausfüllen.

Die meisten der folgenden Fragen lassen sich einfach durch Ankreuzen einer der vorgegeben Antwortmöglichkeiten beantworten. Bitte lesen Sie die Einleitungstexte zu den Fragen sorgfältig durch. Dort erfahren Sie genau, worum es in der betreffenden Frage geht.

Nach einer bestimmten Zeit wollen wir Sie noch einmal befragen, um zu erfahren, ob sich bei Ihnen in bezug auf Umweltfragen etwas verändert hat. Damit wir diesen Fragebogen und den Fragebogen, der dann kommt, vergleichen können, bitten wir Sie um folgende weitere Angaben (bitte Großbuchstaben!):

Den zweiten Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter:

Den dritten Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter:

Den zweiten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters:

Den dritten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters:

Ihr Alter: Jahre

Ihr Geschlecht: weiblich

männlich

Frage 1:

In den vorangegangenen Jahren haben Sie sich mit der Vielfalt und der Schönheit der Natur beschäftigt. In diesem Zusammenhang haben Sie auch über den Einfluß der Lebensgestaltung der Menschen auf die Umwelt diskutiert.

Bitte kreuzen Sie an, welchen Aussagen Sie zustimmen können!

	trifft zu	trifft weit- gehend zu	trifft teil- weise zu	trifft nicht zu
Die Natur hat die Macht, der Mensch ist dagegen fast machtlos.				
Die Menschen gehören auch zur Natur und haben so gut wie keinen Einfluß auf sie ausgeübt.				
Die Menschen haben die Natur in immer stärkerem Maße verändert, ihre Einwirkungen sind nicht zu übersehen.				
Die Menschen haben die Natur besiegt und beherrschen sie heutzutage vollständig.				

Frage 2:

Die Umwelt ist in ständiger Veränderung begriffen. - Der Wechsel in den Jahreszeiten ist dafür ein typisches Beispiel.

Bitte kreuzen Sie an, welchen Aussagen Sie zustimmen können!

	trifft zu	trifft weit- gehend zu	trifft teil- weise zu	trifft nicht zu
Die in der Natur ablaufenden Prozesse (Jahreszeiten, Wechsel von Tag und Nacht) bestimmen hauptsächlich das Leben der Menschen.				
Im Verlaufe der Entwicklung konnten die Menschen ihre Abhängigkeiten von der Natur durch viele technische Erfindungen (z.B. Dampfmaschine, Otto- und Dieselmotor) verringern .				
Die technischen Entwicklungen sind oft mit unangenehmen Nebenwirkungen wie Luft- und Wasserverschmutzung oder Lärmentwicklung verbunden.				
Die Luftverschmutzung gefährdet Pflanzen und Tiere stark				
Ich habe Angst, dass ich durch die Luftverschmutzung erkranke.				
Tiere und Pflanzen sind aufgrund der Wasserverschmutzung bedroht.				
Ich fühle mich in meiner Gesundheit durch eine zunehmende Belastung des Trinkwassers bedroht.				

Frage 3:

Die folgenden Aussagen schildern einige der Probleme, die durch die Einwirkung der Menschen entstanden sind.

Bitte kreuzen Sie an, welchen Aussagen Sie zustimmen können!

	trifft zu	trifft weitgehend zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
Kraftwerke stoßen einen wesentlichen Teil der Luftschadstoffe aus.				
Die Luftverschmutzung wird zum großen Teil durch Auto- und Motorradabgase verursacht.				
Die Abgase der privaten Heizungen tragen erheblich zur Luftverschmutzung bei.				
Industrie- und Handwerksbetriebe verschmutzen das Wasser in den Flüssen und Seen.				
Tierzucht und Düngung in der Landwirtschaft gefährden das Oberflächen- und das Grundwasser.				
Der Beitrag der Haushaltsabwässer an der Wasserverschmutzung ist groß.				

Frage 4:

Es gibt viele Dinge, die Schülerinnen und Schüler für die Umwelt tun können - auch außerhalb der Schule.

Kreuzen Sie bitte an, was Sie tun oder tun könnten!

	ja, mache ich bereits	nein, aber das kann ich mir gut vorstellen	nein, aber das würde ich bei guten Bedingungen tun	nein, damit lassen sich keine Probleme lösen
Hefte aus Recycling-Papier benutzen				
Nur Recycling-Papier verwenden				
Einen Leinenbeutel / Rucksack mit zum Einkaufen nehmen				
Produkte ablehnen, die unnötig verpackt sind				
Nur Pfandflaschen statt Dosen kaufen				
Die Inhaltsstoffe vor dem Kauf eines Produktes durchlesen				
Auf Autofahrten verzichten, die nur meinetwegen gemacht werden, obwohl ich Bus bzw. Bahn benutzen könnte				
Meine Familie zum sparsamen Umgang mit Wasser und Energie (Heizung, Strom, Licht) überzeugen				
Mich über Umweltthemen informieren (z.B. im Fernsehen oder durch Zeitungen, Zeitschriften oder Bücher)				

Frage 5:

Schall, der aus der Umgebung an unsere Ohren gelangt, kann angenehme Empfindungen hervorrufen, aber auch störend wirken. Solchen Schall nennt man dann Lärm.

5.1.

Bitte geben Sie drei Lärmquellen an, die Sie im täglichen Leben am meisten stören!

1.
2.
3.

5.2.

Bitte kreuzen Sie an, welchen Aussagen Sie zustimmen können!

Die mit dem Gebrauch verbundenen Geräusche stören mich ...	sehr stark	stark	wenig	nicht	Beispiel trifft für mich nicht zu
In unserer Familie ...					
- besitzen wir einen (oder mehrere) PKW					
- ist das Wohnzimmer u.a. mit Radio und TV ausgestattet					
- stehen auch in dem (den) Kinder-zimmer(n) Radio und TV					

5.3.

Bitte kreuzen Sie an, welchen Aussagen Sie zustimmen können!

Diese Musik höre ich meiner Meinung nach.....	leise	mit Zimmerlautstärke	laut	sehr laut	Beispiel trifft für mich nicht zu
Ich höre Musik					
beim Erledigen von Hausaufgaben					
beim Erfüllen von Arbeiten im Haushalt					
in meiner Freizeit					
unterwegs (Schulweg, Einkauf)					

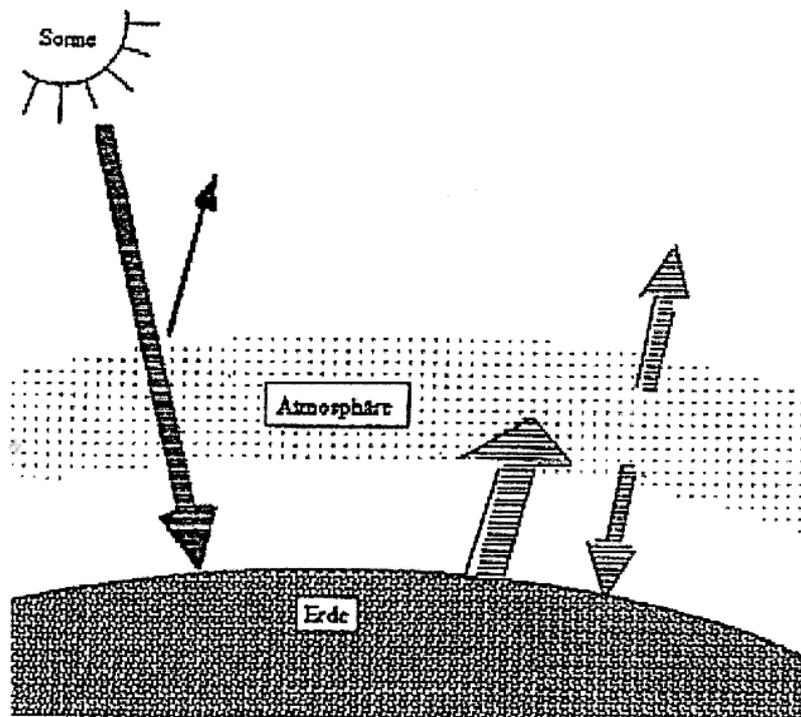
Physik Klasse 11
1. Klassenarbeit
Gruppe A

1. Klären Sie, was man unter
 - a) natürlichen Treibhausgasen
 - b) thermodynamischem Gleichgewichtversteht! Erläutern Sie die Bedeutung von b) an einem Beispiel!
2. Der Körper eines Menschen habe eine Oberfläche von 12500 cm^2 . Wie groß ist die Strahlungsleistung des unbedeckten Körpers, wenn eine Temperatur von $36,5 \text{ }^\circ\text{C}$ angenommen wird?
3. Berechnen Sie λ_{max} für die Temperaturstrahlung des menschlichen Körpers! Welche Annahmen legen Sie Ihren Berechnungen zugrunde?

Beachten Sie für 2. und 3. folgende Konstanten:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}; \quad k = 0,0029 \text{ m} \cdot \text{K}$$

4. Die Abbildung stellt vereinfacht den Treibhauseffekt in der Atmosphäre dar. Erläutern Sie ausführlich den dargestellten Sachverhalt und stellen Sie Bezüge zum Gärtner-Treibhaus her! Gehen Sie dabei auch auf die Treibhausgase ein!



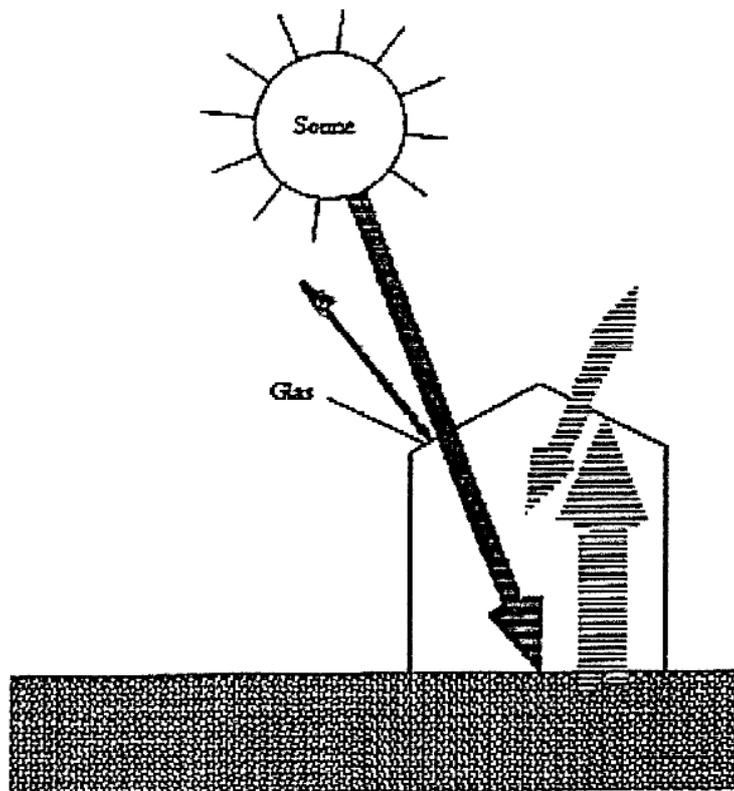
Physik Klasse 11
1. Klassenarbeit
Gruppe B

1. Klären Sie, was man unter
 - a) Solarkonstante
 - b) anthropogene Treibhausgaseversteht! Erläutern Sie die Bedeutung von b) an einem Beispiel!
2. Glas ist für die Temperaturstrahlung bis etwa $4,7 \mu\text{m}$ durchlässig. Geben Sie die Temperatur eines schwarzen Körpers in $^{\circ}\text{C}$ an, dessen maximale Strahlungsleistung bei dieser Wellenlänge liegt! Begründen Sie die Annahme „schwarzer Körper“!
3. Ein unbedeckter Mensch mit einer Körperoberfläche von 13500 cm^2 gibt eine Strahlungsleistung von 660 W ab. Ermitteln Sie seine Körpertemperatur!

Beachten Sie für 2. und 3. folgende Konstanten:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}; \quad k = 0,0029 \text{ m} \cdot \text{K}$$

4. Die Abbildung stellt vereinfacht den Treibhauseffekt bei einem Gärtner- Treibhaus dar.
Erläutern Sie ausführlich den dargestellten Sachverhalt und stellen Sie Bezüge zum Atmosphären-Treibhaus her! Gehen Sie dabei auch auf die Treibhausgase ein!



Anlage 12: Die wahlobligatorische Spezialveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ im Rahmen der Fachdidaktikausbildung

A - 12.1.: Ankündigung zur Lehrveranstaltung „Umwelterziehung im Physikunterricht“ (Erstmalige Ankündigung der Lehrveranstaltung zum Sommersemester 1993)

Fachgruppe "Didaktik der Physik"

Halle, 25.3.1993

Ankündigung einer Lehrveranstaltung

Im Sommersemester 1993 findet jeweils montags von 8 - 10 Uhr - beginnend am 19.4. - im Raum 525 / Gebäude Gimritzer Damm, Haus E, eine Veranstaltungsreihe zur Thematik "Physik und Umwelt" statt.

Insbesondere Lehramtskandidaten Mathematik/Physik (ab 6. Sem.) sollen in Vorlesungen, Seminaren und experimentellen Übungen Anregungen erhalten, wie man

Umwelterziehung im Physikunterricht

gestalten kann.

Themen:

- Umwelterziehung an deutschen Schulen in Vergangenheit und Gegenwart
- Energieversorgung kontra Klima und Umwelt - eine fachliche Grundlegung
- Die Behandlung der "klassischen Energieumwandlung" im Unterricht
- Alternative Energiequellen - physikalische Prinzipien und didaktische Umsetzungsmöglichkeiten
- Fächerübergreifende Umwelterziehung/Projektbeispiele

Dr. Riedl

Themenbereich I: Fachdidaktische Probleme bei der Umwelterziehung

- 1) Bedeutung audiovisueller Medien bei der Umwelterziehung (S. Günther)
- 2) Koordinierung der Umwelterziehung als didaktische Notwendigkeit (I. Sonnenschein)
- 3) Lehrbücher als Mittel zur Gestaltung der Umwelterziehung (S. Schumann)
- 4) Lehrbücher als Mittel zur Gestaltung der Umwelterziehung (J. Dubitzki u. A. Striese)
- 5) Umwelterziehung in Physik und Sozialkunde (T. Weißenborn)
- 6) Vorschläge zur Koordination der Unterrichtsfächer Physik und Chemie hinsichtlich umweltschutzrelevanter Aspekte (F. Oßwald)

Themenbereich II: Reformansatz „Projektunterricht“ und Umwelterziehung

- 1) Das Prinzip der transparenten Wärmedämmung (U. Kurth)
- 2) Die Erschließung neuer Energiequellen - Wasserstofftechnik (M. Märtens)
- 3) Energieversorgung und Umweltschutz am Beispiel von Berlin (K. Schürer)
- 4) Kernenergie (A. Menz)
- 5) Das Projekt „Sonnenkollektor“ (P. Wiehle)
- 6) Pro und Contra der Kernenergienutzung (K. Hohaus)

Themenbereich III: Fachwissenschaftliche physikalisch-technische Themen - didaktisch aufbereitet

- 1) Abwasserreinigung (D. Neubert)
- 2) Ansatzpunkte und Experimente zur Photovoltaik im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe (J. Zilkowski)
- 3) Der Beitrag der regenerativen Energien zur Verhinderung der drohenden Klimakatastrophe (J. Kroßner)
- 4) Die Nutzung der Sonnenenergie durch Solaranlagen (G. Huste)
- 5) Die Wärmepumpe - eine alternative Heizanlage (G. Klaus)

- 6) Einige Auswirkungen der Luftverschmutzung auf unsere Umwelt (M. Wondrousch)
- 7) Energiesparen im eigenen Haushalt - wo und wie (I. Hackl)
- 8) Energiespartips (D. Schwenke)
- 9) Energieträger, Umwelt und gesellschaftliche Entwicklung (R. Pommrich)
- 10) Erarbeitung von Richtlinien zur Umwelterziehung im konventionellen Physikunterricht / Unterrichtsreihe zur Energieproblematik (H. Schilling u. S. Schubert)
- 11) Experimente mit dem „Thermohaus“ (D. Einsiedel)
- 12) FCKW und Ozon (H.-M. Flesch)
- 13) Geschichtliche Entwicklung und Nutzung der regenerativen Energiequelle Wasser (H. Irmer)
- 14) Grundlagen und Nutzung der Photovoltaik (L. Rosenhagen)
- 15) Hydro-Solar-Modell (S. Klaus)
- 16) Kernkraftwerke - Funktion und Umweltprobleme (J. Lutterberg)
- 17) Lehrerhandreichung für die Sekundarstufe II zur unterrichtlichen Verarbeitung der Thematik „Solarzellen“ (S. Tschakert)
- 18) Müllverbrennung und Energiegewinnung (S. Jung)
- 19) Probleme der Energiegewinnung (A. Gutsche)
- 20) Regenerative Energiequellen - Nutzung der Wasserkraft (S. Gust)
- 21) Umweltentlastung durch Energiesparlampen (R. Hasenheyer)
- 22) Umwelterziehung als fachübergreifendes Unterrichtsthema / Darstellung am Problem Radioaktivität und Strahlenschutz (G. Tennstedt)
- 23) Unterrichtssequenzen zur Umwelterziehung am Konflikt zwischen Ökonomie und Ökologie (J. Ziller)
- 24) Wärmeleitung / -dämmung [Computerprogramm] (B. Zimmer)
- 25) Zur Behandlung des zusätzlichen Treibhauseffektes im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe (H. Berenbruch)

Anlage A - 13: Interdisziplinäre Vorlesungsreihe für alle Lehrämter sowie Studierende der
Erziehungs- und Sozialwissenschaften
A - 13.1.: Ankündigung des ersten Kurses, Sommersemester 1995

MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT HALLE-WITTENBERG

Fachbereich Erziehungswissenschaften
- Interdisziplinäre Vorlesungsreihe für Lehramtsstudenten
und Studenten der Erziehungswissenschaften (D, MA) -



Umweltbildung und Umwelterziehung

Ein fächerübergreifender fakultativer Kurs als Grundlage für den Einsatz als Umweltberatungslehrer.
In Vorlesungen, Diskussionen und Exkursionen wird ein Überblick über wichtige ökologische Probleme unserer
Zeit gegeben. Möglichkeiten des Umweltschutzes werden aufgezeigt und Informationen über umweltpolitische
Rahmenbedingungen vermittelt.

WANN ? mittwochs von 16 - 18 Uhr
WO ? Standort Kröllwitz, Hoher Weg 7 -
 Hochhaus Physik / Technik

PODIUMSDISKUSSION

12.4.1995, Chemiehörsaal

"Umweltprobleme - gesellschaftliche Lösungsnotwendigkeiten"

Moderation: Prof.Dr. Wenzel, Prof.Dr. Hartmann

Impulsreferate:

- + Nationale Umweltprobleme - Prof.Dr. Knauer / FB Geowissenschaften
- + Umweltprobleme aus historischer und theologischer Sicht - Prof.Dr. Radler / Theologische Fakultät
- + Landesspezifische Konzepte des Umweltschutzes - Vertreter des Landesumweltamtes

19. und 26.4.1995, R 208:

"Urbanisierung weltweit?"

(Vorlesung und Exkursion)

Doz.Dr. Protze, FB Geowissenschaften

7.6.1995, R 208:

"Natur-, Landschafts- und Artenschutz"

(Vorlesung)

Dr. Schmidt, FB Biologie

3. und 10.5.1995, R 208:

"Energieversorgung kontra Klima und Umwelt?"

(Vorlesung und Seminar)

Dr. Riedl, FB Physik

14. und 21.6.1995, R 208:

"Umweltanalysen mit schulischen Mitteln"

(Vorlesung)

Prof.Dr. Bardl, FB Chemie

Dr. Schmidt, FB Biologie

17. und 24.5.1995, R 208:

"Abfallprobleme, technische und wirtschaftliche
Lösungsansätze"

(Vorlesung und Exkursion)

Prof.Dr. Hartmann, FB Erziehungswiss.

28.6.1995, R 208:

"Umweltpolitik / Umweltrecht"

(Vorlesung)

Prof.Dr. Knauer, FB Geowissenschaften

31.5.1995, R 208:

"Medizinisch-biologische Aspekte des Umweltschutzes"

(Vorlesung)

Prof.Dr. Lerchner, FB Biologie

5.7.1995, R 208:

"Ökologische Wirtschaftsgestaltung"

(Vorlesung)

Prof.Dr. Elschen, Wirtschaftswiss. Fak.

12.7.1995, R 208:

"Ziele, Inhalte und Methoden von Umweltbildung / Umwelterziehung"

(Vorlesung)

Prof.Dr. Wenzel, FB Erziehungswiss.

Grundlagen der Umweltbildung/Umwelterziehung
Blockseminar vom 27. bis 29. Juni 1997
im Schulumweltzentrum Franzigmark

Freitag, den 27.06.1997

08.00 - 12.00 Uhr	Exkursion - Deponie Lochau, Recyclingzentrum Zappendorf
12.30 - 13.00 Uhr	<i>Mittagessen</i>
ab 13.00 Uhr	Umweltanalytische Praktika Im Rotationsprinzip werden 4 Praktika zu folgenden Themen durchlaufen: A: Analyse von Landschaftskomponenten (Prof. Protze) B: Gewässeruntersuchungen (chemisch, biologisch) (Dr. Prokoph, Dr. Titzmann)) C: Bestimmung von Biotopen und Biozönosen (Herr Leimbach) D: Experimente mit regenerativen Energiequellen (Dr. Riedl)
16.00 - 16.30 Uhr	<i>Kaffeepause</i>
16.30 - 19.30 Uhr	Weiterführung Praktika
19.30 - 20.00 Uhr	<i>Abendessen</i>

Sonnabend, den 28.06.1997

08.00 - 08.30 Uhr	<i>Frühstück</i>
08.30 - 13.00 Uhr	Exkursion zum Ökogut Seehausen (Dr. Hülsbergen)
13.00 - 13.30 Uhr	<i>Mittagessen</i>
14.00 - 15.30 Uhr	Aufgaben und pädagogische Arbeit im Schulumwelt- zentrum und Schullandheim Franzigmark (Herr Benning, Herr Leimbach)
15.30 - 16.00 Uhr	<i>Kaffeepause</i>
16.00 - 17.30 Uhr	Umweltpolitik (Prof. Ahrens)
17.30 - 19.00 Uhr	Umweltgeschichte (Prof. Pandel)
19.00 - 19.30 Uhr	<i>Abendessen</i>
19.30 - 20.30 Uhr	Umweltprobleme und Umweltbildung in Rußland (Dr. Frenzel)

Sonntag, den 29.06.1997

08.00 - 08.30 Uhr	<i>Frühstück</i>
08.30 - 14.00 Uhr	Exkursion Geiseltal (Prof. Protze)
ab 14.00 Uhr	<i>Abreise</i>

MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT HALLE-WITTENBERG

Fachbereich Erziehungswissenschaften
Interdisziplinäre Vorlesungsreihe für alle Lehramter sowie
Erziehungs- und sozialwissenschaftliche Fächer (D, Ma)



Grundlagen der Umweltbildung und Umwelterziehung

Ein fächerübergreifender wahlobligatorischer/fakultativer Kurs als Grundlage u.a. für die Arbeit als Umweltberatungslehrer. In Vorlesungen, Diskussionen, Praktika und Exkursionen wird ein Überblick über wichtige ökologische Probleme unserer Zeit gegeben. Möglichkeiten des Umweltschutzes und der umweltpädagogischen Arbeit werden aufgezeigt und Informationen über umweltpolitische Rahmenbedingungen vermittelt.

Wann ? montags von 16 - 18 Uhr
Wo ? Franckesche Stiftungen
Haus 6, kleiner Hörsaal

12. Oktober 1998
Globale Umweltprobleme - Bedrohung von Lebensräumen
Steffen Joseph, FB Geowissenschaften

07. Dezember 1998
Landesspez. Probleme des Umweltschutzes
Dr. Hohl, Landesamt für Umweltschutz Sachsen - Anhalt

19. Oktober 1998
Energieversorgung kontra Klima und Umwelt?
Dr. Riedl, FB Physik

14. Dezember 1998
Umweltrecht
Prof. Dr. Böhm, Juristische Fakultät

26. Oktober 1998
Ökologische Wirtschaftsgestaltung
Prof. Dr. Zabel, Wirtschaftswissenschaftliche Fak.

04. Januar 1999
Umweltpolitik
Prof. Dr. Ahrens, Landwirtsch. Fakultät

2. November 1998
Abfälle - Vermeidung und Verwertung
Prof. Dr. Hartmann, FB Erziehungswissenschaften

11. Januar 1999
Umweltpolitik und Umweltschutz in Japan
Prof. Dr. Foljanty - Jost, FB Geschichte, Philosophie...

9. November 1998
Gefährdung und Erhaltung der biologischen Vielfalt - Naturschutz
Dr. Schmidt, FB Biologie

18. Januar 1999
Haushaltschemie und Umweltanalytik
Dr. Prokoph, FB Chemie

16. November 1998
Humanökologische Fragen des Umweltschutzes - Fakten, Probleme, Argumente
Prof. Dr. Lerchner, FB Biologie

25. Januar 1999
Bildungstheorie und Umwelterziehung
Prof. Dr. Hartmann, FB Ingenieurwissenschaft

23. November 1998
Grundlagenfragen der Umweltethik
Prof. Dr. Barth, Theologische Fakultät

01. Februar 1999
Didaktische Leitlinien der Umwelterziehung
Prof. Dr. Hartmann, FB Ingenieurwissenschaft

30. November 1998
Umweltbewußtsein und Umweltverhalten
Dipl.so.z., Karoline Schubert

08. Februar 1999
Projektarbeit in der Umweltbildung
Prof. Dr. Hartmann, FB Ingenieurwissenschaft

25. bis 27. Juni 1999 **Blockseminar im Schulumweltzentrum Franzigmark (Halle)**, Umweltanalysen mit schulischen Mitteln, Agenda 21, ökologischer Landbau, Exkursionen: Deponie, Abfallrecycling, Geiseltal, Ökogut Seehausen

Anlage A - 14: Übersicht über entwickelte und realisierte Fortbildungsangebote zur stärkeren Einbeziehung von Umweltaspekten in den Physikunterricht (Stand 08/2002)

(Die Systematisierung der Themenbereiche erfolgt analog Tab. 11. Neben dem Titel des Angebotes wurden angegeben:

- Monat/Jahreszahl der erstmaligen Realisierung
- Registriernummer bei einer staatlich anerkannten Fortbildungsmaßnahme bzw. Veranstaltung, in deren Rahmen vorgetragen wurde)

1. Wärmeübertragung / Bedeutung der Wärmedämmung

„Anregungen zur Gestaltung des fächerübergreifenden Themas ‚Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen‘“ (04/2002 MK 01/2002 - 042.02)

2. Wirkungsgrad / rationelle Nutzung der Energie / Nutzung von Abwärme

„Umwelterziehung und Physikunterricht - das Blockheizkraftwerk im Klassenzimmer“
(07/1996 DPG-Physikschule für Lehrer in Bad Honnef
09/1997 DPG-HERAEUS-Ferienkurs für Physik in Halle)

„Möglichkeiten zur Einbeziehung von Umweltaspekten in den Unterricht - Daten und Fakten“
(03/1998 WT 1/98-042-009 MK)

„Neue RRL in der Sekundarstufe I ab September 1999“
- Vorstellung der Gesamtkonzeption
- Konkretisierung am Beispiel des Themas „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ im Schuljahrgang 7/8 (didaktisch-methodische Hinweise, Experimentiervorschläge)
(03/1999 Halle 1999/1-042.04)

„Energieversorgung - Situation, Probleme, Perspektiven“
- Anregungen zur didaktisch-methodischen Gestaltung der Thematik
- Zahlen und Fakten (02/2000 WT 1/00-042-006 MK)

3. Lärm / Lärmbekämpfung

„Schall, Musik und Lärmschutz - physikalische Grundlagen und soziale Bezüge der Akustikbehandlung in der Sekundarschule“ (03/1994 MK 1/94 - 042.01)

„Lärm und Lärmschutz“
- Anregungen zur Gestaltung eines Projektes
- Dokumentation einer Projektwoche (04/1997 WT 1/97-042-011 MK)

„Naturerfahrungen und Naturwissenschaften im Unterricht der Grund- und Sekundarschulen. Naturphänomene I - Das Projekt ‚Macht uns Lärm krank?‘“
(09/1998 WT 2/98-040-001 MK)

4. regenerative Energiequellen / Energiequellen der Zukunft

„Additive Energiequellen - Nutzungsmöglichkeiten und Fragen der Behandlung im Unterricht“ (10/1994 MNU-Landesverbandstag Sachsen-Anhalt in Halle)

„Energieversorgung kontra Klima und Umwelt“
- Solar-terrestrische Beziehungen
- Behandlung von Sonnenkollektoren und Solarzellen im Unterricht (12/1995 WT 2/95-042-006 MK)

„Direkte Nutzung der Sonnenenergie“
- Anregungen zur Gestaltung eines Projektes
- Dokumentation einer Projektwoche (06/1997 WT 1/97-042-018 MK)

„Energieversorgung – Situation, Probleme, Perspektiven“
- Anregungen zur didaktisch-methodischen Gestaltung der Thematik
- Zahlen und Fakten (01/2001 WT 1/01-042-001 MK)

5. Energiehaushalt der Erde / Störung durch den Menschen

„Temperaturstrahlung - ein neuer Themenbereich der RRL Physik Klasse 11“
- Konzeption der RRL
- physikalische Grundlagen der Temperaturstrahlung
- experimentelle und mediale Möglichkeiten (03/1999 Halle 1999/1-042.05)

6. Kernenergie / Sicherheit KKW / Strahlenbelastung

„Kernphysik in der Sekundarstufe II. Neue Aspekte in den RRL/LSA: Von der Erklärung radioaktiver Strahlung bis zu den Grundregeln des Strahlenschutzes“ (02/2002 WT 1/02-042-009 MK)

„Physik im Haushalt: Mikrowellengeräte. Von den physikalisch-technischen Grundlagen bis zur Nutzung als Experimentiergerät“ (09/2002 MNU-Landesverbandstag Sachsen-Anhalt in Halle)

weitere Themenbereiche

„Projekte im Physikunterricht“
- Vorstellung von Arbeitsmaterial (Projekte zu Abfall und Lärm)
- Diskussion von Praxiserfahrungen (04/1996 WT 1/96-042-006 MK)

„Das Thema ‘Bewegung’ im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften“
- Verkehr - Mobilität - Umweltprobleme
- Projekte zu Mobilitätsfolgen (03/1999 ThILLM - Nr. 927000)

„Möglichkeiten der Umwelt- und Gesundheitserziehung in der Förderstufe“
- Anregungen zum Pflichtprojekt „Gesundes Leben in einer gesunden Umgebung“
- Vorstellen eines Projektheftes für Schülerinnen und Schüler sowie eines Lehrerhandbuchs (01/1999 WT 1/99-042-003 MK)

Anlage A - 15: Fragebogen des Kultusministeriums an die Teilnehmer des Kurses
 „Physikalische Phänomene in der Natur und moderne Entwicklungs-
 richtungen in der Technik“

„Liebe Kolleginnen und Kollegen, die einsemestrigen Fortbildungskurse fanden im Schuljahr 1998/99 erstmals in Sachsen-Anhalt statt. Aus diesem Grunde sind wir besonders an Ihrer Einschätzung des Kurses interessiert. Von Ihrem Urteil und Ihren Anregungen sollen Ihre Nachfolger profitieren. Füllen sie deshalb diesen Fragebogen sorgfältig aus . Vielen Dank!

1. Ich bin mit dem Kurs ganz allgemein
 zufrieden (1)

unzufrieden (6)

--	--	--	--	--	--

2. Ich schätze den Gewinn für mich persönlich ein
 hoch (1)

gering (6)

--	--	--	--	--	--

3. Ich schätze den Gewinn für meine berufliche Tätigkeit ein
 hoch (1)

gering (6)

--	--	--	--	--	--

4. Die Vermittlung der Inhalte war
 verständlich (1)

unverständlich (6)

--	--	--	--	--	--

5. Die Arbeitsformen waren insgesamt
 angemessen (1)

unangemessen (6)

--	--	--	--	--	--

6. Im Einzelnen waren

a) Vortrag/Referat
 zu viel (+ 3)

zu wenig (- 3)

--	--	--	--	--	--

b) Gespräch/Diskussion
 zu viel (+ 3)

zu wenig (- 3)

--	--	--	--	--	--

c) Arbeit in Gruppen
 zu viel (+ 3)

zu wenig (- 3)

--	--	--	--	--	--

d) praktische Übungen/Praktika
 zu viel (+ 3)

zu wenig (- 3)

--	--	--	--	--	--

e) Exkursionen
 zu viel (+ 3)

zu wenig (-3)

--	--	--	--	--	--

7. Ich würde den Kurs Fachkolleginnen und Fachkollegen
 sehr empfehlen (1)

nicht empfehlen (6)

--	--	--	--	--	--

Im folgenden haben Sie die Möglichkeit, über obige Antworten hinaus Lob, Anregungen, Hinweise und Kritik zum Kursinhalt, zur Kursgestaltung und zur Kursorganisation detailliert zu äußern.“

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich
die Habilitationsschrift selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst,
andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und
die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche
kenntlich gemacht habe.

Halle, den 30.09.2002

Lebenslauf

- geboren am 30.10 1949 in Frankenau,
Kreis Rochlitz (Sachsen);
Vater Lehrer und Schulleiter, Mutter Angestellte;
verheiratet, zwei Kinder (24 bzw. 20 Jahre)
- 1956 - 1964: Besuch der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule (POS) in
Frankenau
- 1964 - 1968: Besuch der erweiterten Oberschule (EOS) in Mittweida; Abitur und Facharbei-
terabschluss als Maschinenbauer („Mit Auszeichnung bestanden“)
- 1968 - 1972: Studium der Mathematik und Physik an der TU Dresden;
Abschluss mit dem akademischen Grad Diplom-Lehrer („sehr gut“)
- 1972 - 1989: Lehrer an der Betriebsberufsschule (BBS) der Leuna-Werke; Lehrtätigkeit vor-
wiegend im Fach Physik in der Abiturstufe
 - 1981 - 1989: Mitglied der Kreisfachkommission Physik in Merseburg und
Leiter des Kreisfachzirkels Physik in der Abiturstufe
 - 1987: Dissertation zum Thema „Untersuchungen zum Beitrag der
physikalischen Lehrgeräte für die Gestaltung eines lebensverbundenen
Unterrichts“,
Promotion an der Sektion der Physik der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg („Cum laude“)
 - 1985 - 1988: stellvertretender Leiter der Abteilung allgemeinbildender Unterricht an
der Betriebsberufsschule der Leuna-Werke
- ab 1989: wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
FB Physik;
Lehr- und Forschungstätigkeit in der Fachgruppe Didaktik (Methodik) der Physik,
Forschungsschwerpunkt „Umweltbildung/Umwelterziehung“
 - 1991: Gründungsmitglied der „Interdisziplinären Projektgruppe Umwelt-
erziehung“ an der MLU
 - ab 1993: Mitglied des Landesvorstandes des MNU Sachsen-Anhalt und
Fachbeisitzer für Physik
 - ab 1993: Mitglied des „Förderkreises für das Gymnasium im Bildungszentrum
Halle“ (Vorsitzender bis 2001; seitdem Mitglied des Vorstandes)
 - 1997 - 1999: Mitglied der Rahmenrichtlinienkommission Physik / Gymnasium sowie
der Rahmenrichtlinienkommission Physik / Sekundarschule des Landes
Sachsen-Anhalt;
Fortschreibung der Rahmenrichtlinien für das Land Sachsen-Anhalt
 - WS 1998/99: Absolvierung des Kurses „Bildungstheorie und Didaktik der
Universität“ des Institutes für Hochschulforschung Wittenberg
 - 2002: Gründungsmitglied des „Fördervereins physikalische Lehr- und
Lernmittel e.V.“