



Schadstoffgeoökologie als Thema des Erdkundeunterrichts

Reinhard Gaida

Zitieren dieses Artikels:

Gaida, R. (1996). Schadstoffgeoökologie als Thema des Erdkundeunterrichts. *Geographie und ihre Didaktik*, 24(3), S. 129-146. doi 10.60511/zgd.v24i3.331

Quote this article:

Gaida, R. (1996). Schadstoffgeoökologie als Thema des Erdkundeunterrichts. *Geographie und ihre Didaktik*, 24(3), pp. 129-146. doi 10.60511/zgd.v24i3.331

Schadstoffgeökologie als Thema des Erdkundeunterrichts

von REINHARD GAIDA (Erkrath)

1. Einleitung

Die problematische Situation des Erdkundeunterrichts in der Bundesrepublik Deutschland wurde auch in jüngster Zeit vielfach aufgezeigt und zurecht beklagt

(KAMINSKE 1995; LISON 1995; VOGEL 1995). Ein Lösungsansatz könnte in der Revision der Curricula liegen. Das Ziel sollte in der Wahl bzw. in der Stärkung von Unterrichtsthemen liegen, die attraktiv sind, da sie über eine hohe Gesellschafts- und Schülerrelevanz verfügen. Hier ist die Schadstoffgeöökologie einzuordnen.

2. Was ist Schadstoffgeöökologie?

Schadstoffe sind Substanzen, die Pflanzen, Tieren, Menschen, Sachgütern oder Ökosystemen schaden können. Dem Schaden kann unter anderen Umständen ein Nutzen gegenüberstehen. Warum gehört dieses Thema zur Geographie, warum soll von Schadstoffgeöökologie die Rede sein? In der Tat kann die Thematik „Ökologie der Schadstoffe“ auch Gegenstand anderer Fächer sein. Dann stehen Genese und Umwandlung (Chemie) oder der Einfluß auf bestimmte Organismen, Populationen und Ökosysteme (Biologie) im Mittelpunkt. Schadstoffgeöökologie hingegen befaßt sich speziell mit den raumrelevanten (siehe Kap. 4.2) Aspekten der Herkunft, der Vermeidung, der Emission, des Transportes, der Verteilung, der Umwandlung, der Immission, der Fixierung, der Remobilisation und der Auswirkung der Schadstoffe. Sie stellt somit eine Akzentuierung und Weiterführung der klassischen Landschaftsökologie dar, deren Bedeutung unlängst OBERMANN (1995) hervorhob.

3. Schadstoffgeöökologie als Thema des Unterrichts

3.1. Gesellschaftsrelevanz

Die beachtliche Gesellschaftsrelevanz dieses Themas soll an dieser Stelle nur angerissen werden. Themen wie Ozonloch, Ozonbelastung, anthropogen verstärkter Treibhauseffekt, Saurer Regen, Waldsterben, Altlasten, Strahlenschäden, Schwermetallbelastung, Schäden durch organische Schadstoffe, Eutrophierung und Versauerung von Gewässern sowie Meeresverschmutzung zählen ohne Zweifel zu den wichtigen Problemen, vor denen die Gesellschaft steht. Die Aufzählung berücksichtigt nicht die Vernetzungen zwischen den Themen (siehe Kap. 4.3 und Tab. 2). Die Wirkungen der Schadstoffe beeinträchtigen jetzt und in Zukunft die Lebensgrundlagen vieler Menschen. Deshalb sollten sie Themen des Unterrichts sein.

3.2 Schülerrelevanz

Die möglichen Konsequenzen der Schadstoffemission betreffen auch die heutige Schülergeneration. Das Thema „Schadstoffe“ gehört jetzt und in Zukunft zum Alltag. Die Schüler und Schülerinnen werden durch die Medien mit Meldungen über Umweltschäden und -katastrophen überhäuft. Sie suchen in der Schule nach kompetenten Ansprechpartnern, mit deren Hilfe sie Möglichkeiten der Analyse und Bewältigung der angesprochenen Probleme durch umweltgerechtes Handeln finden wollen. Schadstoffgeoökologie soll hierzu einen Beitrag liefern.

3.3. Umweltwissen

Eine Grundlage für Umwelteinstellungen und Umwelthandeln ist ein fundiertes Umweltwissen. Es ist bekannt, daß das Wissen nicht ausreicht, um umweltschonendes Handeln zu veranlassen (LEHMANN 1993, S. 237), „dennoch ist es von Bedeutung, denn das Wissen um richtiges Handeln für den Umweltschutz ist zwar keine hinreichende, aber eine notwendige Bedingung für umweltgerechtes Handeln“ (SCHAHN 1993, S. 33, vgl. auch DIERKES / FIETKAU 1988, S. 163). Der aufgezeigte Zusammenhang wurde von SCHAHN / HOLZER (1990, S. 772-776) auch empirisch belegt. Konkretes Wissen bietet im Gegensatz zu Nichtwissen oder abstraktem Wissen eine Voraussetzung für umweltgerechtes Handeln. Das Umweltwissen vieler Schulabgänger ist jedoch unzureichend (BRAUN 1983, S. 47, S. 50; DEMUTH 1992, S. 38; STACHELSCHIED 1994, S. 38) und muß daher vergrößert werden.

Gerade in der Ökologie ist eine additive Akkumulation von einzelnen Fakten unsinnig, es ist vielmehr nötig, Zusammenhänge zu erarbeiten und die Vernetzung der Umweltprobleme aufzuzeigen (HABRICH 1987, S. 228 f; vgl. VESTER 1983). Dies soll später am Beispiel der Stickoxid-Emissionen und ihrer Folgen verdeutlicht werden (siehe Kap. 4.2 und Tab. 2).

3.4. Umwelthandeln - das Problem der Überforderung

Im Unterricht muß der steinige Weg vom Umweltwissen über Umwelteinstellung zum Umwelthandeln gegangen werden (STEIN 1987, S. 16; vgl. HABRICH 1987, S. 222; HASSE / WROZ 1995, S. 6). Oft werden im Unterricht die beiden letzten Stufen nur unzureichend vorbereitet. Die Gründe für derartige Handlungsdefizite sind vielfältig, hier soll nur auf vier Faktoren hingewiesen werden:

- 1) Es ist zur Zeit gängige Praxis vieler Lehrender, bei den Schülerinnen und Schülern permanent Einstellungsänderungen zu erwarten: Umwelterziehung, Verkehrserziehung, Verbraucherbildung, Friedenserziehung, Partnerschaftserziehung, Gesundheitserziehung, Drogenerziehung, Sexualerziehung usw. stellen hohe Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler. Das Scheitern mancher Konzepte ist auch das Ergebnis von Überforderung und eines alterstypischen Oppositionsverhaltens auf Seiten der Unterrichteten gegen diese als Bevormundung empfundene Form von Erziehung. Auch die fehlende Koordination erschwert die Bemühungen.
- 2) In diesem Zusammenhang muß auf die Warnung von MERTENS (1989, S. 56 f.) hingewiesen werden, im Bereich der Ökologie nicht „nahezu unbegrenzte Lernmöglichkeiten“ aufzuzeigen, sondern sich der „durchaus begrenzten Funktion erzieherischer Maßnahmen bewußt zu sein“.
- 3) Ein weiteres Problem stellt sich auf Seiten der Erziehenden und Lehrenden. Die Schüler und Schülerinnen beobachten das Umweltverhalten ihrer Eltern, Lehrer und Lehrerinnen sorgfältig und ziehen daraus ihre Schlüsse. Ein mit PKW's des Lehrpersonals vollgeparkter Schulhof hat erhebliche Konsequenzen für das Bewußtsein der Schüler. Ein stärkeres persönliches Engagement der Eltern und der Lehrenden ist nötig, allerdings nicht unbedingt zu erwarten (BÖHN 1995a, S. 28; LEHMANN 1993, S. 238; OBDENBUSCH 1993, S. 48; STEIN 1995, S. 216 f.). Fehlendes oder schwach ausgeprägtes Umwelthandeln auf Seiten der Lehrenden kann auf eine geringe Betroffenheit durch Umweltprobleme zurückgeführt werden (BOLSCHO et al. 1993, S. 231).
- 4) Nicht jede Einstellungsänderung wird zu Umwelthandeln führen. LEHMANN (1993, S. 239 ff.) weist darauf hin, daß das Entstehen einer Diskrepanz zwischen neuen Einstellungen und Handlungen auch das Ergebnis erfolgreicher Umweltpädagogik sein kann, vor allem dann, wenn die Diskrepanz bewußt wahrgenommen wird.

3.5. Umwelthandeln - Katastrophenpädagogik versus Handlungsorientierung

Welche Möglichkeiten bestehen, bereits im Unterricht neben der Wissensvermittlung auch Umwelteinstellungen (Werthaltungen, DIERKES / FIETKAU 1988, S. 161) zu schaffen oder zu ändern und eventuell sogar Umwelthandeln vorzubereiten?

Hier muß zunächst gewarnt werden vor „Endzeitgeographie“ und

„Katastrophenpädagogik“. HURRELMANN (1995, S. 16) zeigte, daß 1990 von 2000 befragten Jugendlichen 65 % Angst vor Umweltzerstörung haben, gegenüber 17 %, die die Ausweitung eines Krieges auf Europa befürchten. Eine Verstärkung dieser Ängste kann nur zu Handlungsblockaden oder Zynismus führen. „Werden sehr bedrohliche Informationen ohne Handlungsanweisungen weitergegeben, so wendet sich der Empfänger ab, er vermeidet die Situation“ (GIESINGER / SCHAHN 1993, S. 218; vgl. OBERMANN 1995, S. 5). Ein Schüler formulierte das Dilemma folgendermaßen: „Warum fühle ich mich nach einer Geographiestunde immer schuldig, obwohl ich doch für die Probleme nichts kann?“ (LIDSTONE, zitiert nach BÖHN 1995 b, S. 44). Empirisch konnte belegt werden, daß „vorbehaltlose und differenzierte Informationen, die altersgerecht aufgearbeitet werden“, erfolgreicher als abschreckende Darstellungen sind (HURRELMANN 1995, S. 16). Im Bereich der Umwelterziehung müssen den Schülern und Schülerinnen neben den Gefahren auch Chancen aufgezeigt werden. Hier kann der häufig erhobenen Forderung nach handlungsorientiertem bzw. schülerorientiertem Unterricht entsprochen werden (DER KULTUSMINISTER 1993, S. 19; GUDJONS 1994, S. 36-60; JANK / MEYER 1991, S. 337-384). Mit Hilfestellungen zur Stärkung der eigenen Handlungsfähigkeit können die Umweltängste produktiv abgebaut werden (HURRELMANN 1995, S. 16). Sicher ist auch hier der Erfolg nicht vorprogrammiert, aber ein Unterricht, in dem Handlungsmöglichkeiten vorgestellt, erarbeitet und angewendet werden, hat gute Aussichten, zu Einstellungsänderungen zu führen und Umwelthandeln vorzubereiten (vgl. T. MEYER 1993, S. 85 f.). „Auf der kognitiven Ebene kommt in diesem Zusammenhang der Fähigkeit, mit komplexen, vernetzten Systemen umzugehen und Handlungsrisiken abzuschätzen, eine hohe Bedeutung zu“ (DIERKES/FIETKAU 1988, S. 185). Dieser Unterricht muß in ein Konzept der Gesamterziehung eingebettet werden, wenn er erfolgreich sein soll (OBDENBUSCH 1993). Dann kann er einen Beitrag zur Vermittlung der „Kompetenz zur politischen Intervention“ (HASSE 1993, S. 72) leisten.

4. Schadstoffgeökologie als Thema des Erdkundeunterrichts

4.1. Themenfindung in der Krise

Nach Ansicht vieler Kollegen, Kolleginnen und Eltern sind die Inhalte des Erdkundeunterrichts entbehrlich, der Ausfall einer einzigen Deutschstunde hingegen wird als eine pädagogische Katastrophe gewertet. Das Fach Erdkunde steht in vielen Schulen mit dem Rücken zur Wand und muß deshalb Positionen besetzen und seinen Anspruch explizit äußern und begründen. Gesellschafts- und Schüler-

relevanz der Schadstoffgeökologie wurden bereits aufgezeigt (Kap. 3.1 und 3.2). Es fehlt noch eine ausführliche Begründung der Raumrelevanz. Es kann ja nicht darum gehen, der Erdkunde möglichst viele Themen zu sichern, sondern es ist in jedem Fall zu prüfen „was aufgrund geographischer Kompetenzen zu den jeweiligen Problemfeldern beigetragen werden kann“ (SCHULTZ 1996, S. 47, vgl. auch STEIN 1995, S. 213). Dies soll im folgenden geschehen.

4.2. Die Raumbezogenheit der Schadstoffgeökologie

Erdkunde ist eines der ökologischen Zentrierungsfächer. Sie liegt im Übergangsbereich von Natur- und Geisteswissenschaften und kann die gerade hier nötige räumliche Zentrierung analytischer und gestaltender Ansätze leisten (HABRICH 1987, S. 220, und S. 224 f.; HASSE / WROZ 1995, S. 6). Alle ökologischen Prozesse sind raum- und umweltbezogen. Die Geographie „erforscht Mensch-Umwelt-Interaktionen im Kontext spezieller Orte und Räume (Internationale Charta der Geographischen Erziehung; KOMMISSION GEOGRAPHISCHE ERZIEHUNG, IGU 1992, S. 92; vgl. HASSE / WROZ 1995, S. 6). Der Raum ist keine Theaterbühne, auf der jedes beliebige Stück gespielt werden kann. Die Probleme entstehen in konkreten Räumen und wirken auf verschiedene Art und Weise ein. Den Fragen nach der Herkunft, der Vermeidung, der Fixierung, der Remobilisation und der Auswirkung der Schadstoffe muß unter Berücksichtigung der jeweiligen Räume nachgegangen werden. Die Raumgebundenheit aller Vorgänge und besonders Fixierung und Remobilisation werden in vereinfachten Darstellungen oft vernachlässigt.

Das Ökosystem-Raum-Schema (Tabelle 1) verdeutlicht das Gesagte an einem Beispiel aus dem Bereich der Schwermetallkontamination (ALBRECHT 1993, S. 66 f.; GAIDA / RADTKE 1990 a, 1990 b; GAIDA et al. 1993 a; GRAUL 1993, S. 38 und S. 41; JÄPPELT 1989, S. 51; SCHENK 1994; SCHENK / GAIDA 1994). Schwermetalle, die im Raum Düsseldorf emittiert werden (Emissionsraum 1, E1), gelangen durch die Luft (Transportraum 1, T1) nach Wuppertal (Immissionsraum 1, I1). Hier besteht die Möglichkeit, daß sie erneut freigesetzt werden (E2), indem sie in die Wupper gespült, durch den Fluß (T2) nach Leichlingen (I2) gebracht und dort im Flußsediment fixiert (Fixierungsraum 1) werden. Diese Festlegung kann u. U. Jahrzehnte andauern. Unter bestimmten Bedingungen (Säureeintrag, Schaffung reduzierender Bedingungen durch Eutrophierung, Salzeintrag) kann es zur Remobilisation und damit zur erneuten Emission der Schwermetalle kommen (Remobilisationsraum 1 = E3). Diese können über die Wupper, den Rhein und die Nordsee (T3) in die

Tabelle 1: Ökosystem-Raum-Schema: Schwermetalle auf dem Weg von Düsseldorf nach Borkum						
Ökosystem oder Teil eines Ökosystems	Stadt	Atmosphäre	Süßwasser	Süßwasser-sediment	Salzwasser	Salzwasser-sediment
Räume						
Emissionsraum 1	Düsseldorf					
Transportraum 1		Luft zwischen Düsseldorf und Wuppertal				
Immissionsraum 1 = Emissionsraum 2	Wuppertal. Akkumulation von Schadstoffen im Körper von Menschen					
Transportraum 2			Wupper von Wuppertal bis Leichlingen			
Immissionsraum 2			Leichlingen. Kontamination beweideter Wiesen			
Fixierungsraum 1			Leichlingen (von der Wupper ins Wuppersediment)			
Remobilisationsraum 1 = Emissionsraum 3			Leichlingen (vom Wuppersediment in die Wupper)			
Transportraum 3			Wupper von Leichlingen bis zur Mündung, Rhein von der Wuppermündung bis zur Nordsee		Nordsee von der Rheinmündung mit dem Reststrom bis vor Borkum	
Immissionsraum 3					Nordsee vor Borkum. Kontamination von Miesmuscheln	
Fixierungsraum 2					Nordsee vor Borkum (vom Wasser ins Sediment)	

Umgebung von Borkum gebracht werden. Dort finden erneut eine Immission (I3) und eine Fixierung im Sediment (F2) statt. Es kann gezeigt werden, daß nicht nur unterschiedliche Räume und Ökosysteme bzw. Teile von Ökosystemen von der Problematik betroffen sind, sondern auch, daß die Folgen der Immission in den einzelnen Immissionsräumen zu verschiedenen Zeitpunkten eintreten und unterschiedlich sind: Akkumulation von Schadstoffen im Körper von Menschen im I1, Kontamination beweideter Wiesen im I2 und Kontamination von Miesmuscheln im I3. Es findet somit eine räumliche, zeitliche und inhaltliche Verlagerung der Problematik statt (vgl. NEEF 1979, S. 42 f.). Aussagen zu Wirkungen von Schadstoffen in unterschiedlich strukturierten Räumen mit verschiedenen Beziehungsgefügen sind also nicht absolut zu machen.

Eine detailliertere Betrachtung der Auswirkungen der Schadstoffe auf Organismen kann in Kooperation mit dem Fach Biologie durchgeführt werden.

Auch das vieldiskutierte Problem des anthropogen verstärkten Treibhauseffektes und des dadurch hervorgerufenen möglichen Meeresspiegelanstieges hat regional völlig unterschiedliche Konsequenzen (GAIDA / RADTKE 1996; STRÄSSER 1982).

Eine Fortführung der Beobachtung, daß ein Schadstoff in verschiedenen Räumen unterschiedliche Wirkungen haben kann, führt zu dem Phänomen, daß bestimmte Stoffe in einem Raum Schaden anrichten, während sie in einem anderen Raum positiv gewertet werden. Die Wirkung eines Stoffes auf Räume unterscheidet sich also auch qualitativ: Je nach Fragestellung entsteht eine völlig andere Bewertung ein und desselben Phänomens: So ist zum Beispiel Schwefeldioxid nicht nur für die Entstehung des Sauren Regens, sondern auch für eine gewisse Sulfatdüngung verantwortlich.

Auch die unter anderem durch die Ammonium- und Stickoxid-Emissionen bewirkten Stickstoffeinträge durch die Luft im Umfang von 20-40 kg N/ha werden ganz unterschiedlich beurteilt: In Mooren tragen sie, zusammen mit anderen auf dem Luftweg eingetragenen Mineralstoffen, zum Verschwinden der erhaltenswerten Hochmoorvegetation bei, in landwirtschaftlich genutzten Gebieten können sie die Denitrifikationsverluste ausgleichen und so die Düngermenge reduzieren (HINDRYCKX 1990, S. 69 f.; KÖSTER et al. 1988, S. 19; GAIDA et al. 1993b, S. 123 ff.; siehe auch Tab. 2).

4.3. Vernetzte Wirkungsgefüge haben eine Raumstruktur

Das Beispiel der Stickoxid-Emission und ihrer Folgen eignet sich, die bereits erwähnte Vernetzung verschiedener ökologischer Probleme und die von Raum zu

Tabelle 2: Vernetztes Wirkungsgefüge, ausgehend von der NO _x -Emission				
	NO _x schadet der Vegetation in I1.	Emission von Stickoxid (NO_x) u. a. durch Kraftfahrzeuge und Kraftwerke im Emissionsraum.	NO _x ist beteiligt an der Bildung des troposphärischen Ozons (O ₃).	O ₃ schadet der Vegetation und den Menschen im I2.
		NO _x bildet mit Wasser und Ozon die starke Säure Salpetersäure (HNO ₃).		Das O ₃ richtet in Verbindung mit dem Sauren Nebel im I3 besonders große Pflanzenschäden an: O ₃ schadet den Membranen, der Saure Nebel wäscht dann Mineralstoffe aus.
NO ₃ ⁻ verdrängt die oligotrophe Hochmoorvegetation im I4.	NO ₃ ⁻ ist ein Mineralstoff, mit dem die Pflanzen einen Teil des N-Bedarfes decken.	HNO ₃ zerfällt zu 2 Wasserstoffionen (H ⁺) und Nitrat (NO ₃ ⁻).	H ⁺ tritt als Bestandteil des Sauren Nebels und des Sauren Regens auf.	Der Saure Nebel greift im I5 die Blätter der Pflanzen an.
	NO ₃ ⁻ gelangt auf LNF, kann dort die Düngergabe reduzieren, es besteht aber auch die Gefahr der Förderung der Eutrophierung von Böden und Gewässern im I6, wenn die Düngung nicht entsprechend reduziert wird.		Der Saure Regen wäscht aus dem Boden Mineralstoffe aus, zerstört die Tonminerale und setzt dadurch Al ³⁺ frei. So schadet er Boden und Pflanzen im I7 und fördert die Eutrophierung der Gewässer.	Saurer Regen, Saurer Nebel und Nitrifikation tragen im I8 zur Gewässerversauerung bei. Das Problem tritt besonders in schwach gepufferten Gewässern mit geringer oder fehlender Karbonathärte auf.
	In eutrophen Gewässern wird über den Vorgang der Nitrifikation H ⁺ frei. So wird ein gewisser Beitrag zur Versauerung geleistet.			
I = Immissionsraum, → Richtung, in der das Wirkungsgefüge betrachtet werden kann.				

Raum verschiedenen Auswirkungen vorzustellen. Tabelle 2 zeigt, daß die Emission eines Schadstoffes (NO_x) in acht Immissionsräumen (I1 - I8) verschiedene Folgen haben kann. Nicht dargestellt wurden Vernetzungen mit den Folgen der Emission anderer Schadstoffe (z. B. SO_2 , Schwermetalle). Deutlich wird auch die Kombinationswirkung verschiedener Schadstoffe (Ozon und Saurer Nebel; vgl. GAIDA 1993). Eine synthetische, die Vernetzung berücksichtigende, aber räumlich differenzierte Betrachtungsweise der Schadstoffproblematik ist notwendig.

4.4. Die Veränderbarkeit des Raumes

Der bereits vor zwei Jahrzehnten von HABRICH (1977, S. 188) formulierten Forderung, „Umweltsicherung und Umweltplanung müssen in den Mittelpunkt des Geographieunterrichtes treten“, wird inzwischen in vielen Publikationen weitgehend entsprochen. KROSS (1991, S. 43) formuliert in diesem Sinne als geographiedidaktische Leitvorstellung „Die Erde als Lebensraum (Bewahren)“, ebenso auch LOB (1993, S. 43). In diesem Zusammenhang ist auch die Schadstoffgeoökologie einzuordnen. Das Thema eignet sich, die Veränderbarkeit des Raumes in positiver und negativer Richtung zu zeigen. Die Belastungen durch Schadstoffe sind das Ergebnis bestimmter (zum Teil historischer, zum Teil aktueller) menschlicher Tätigkeiten. Die Suche nach den Gründen dieses Verhaltens, das Aufzeigen von Handlungsalternativen und von genutzten sowie verpaßten Chancen können Teil des Erdkundeunterrichts sein, wenn von konkreten Räumen ausgegangen wird. Hier bieten sich auch interessante Kooperationsmöglichkeiten mit den Fächern Sozialkunde und Geschichte. Naturwissenschaftliche und gesellschaftswissenschaftliche Fragestellungen und Methoden können sinnvoll kombiniert werden, um raumbezogene Fragestellungen zu beantworten. Der Eigenwert der Fächer geht dabei nicht verloren (BÖHN 1995 a, S. 24).

5. Chemie im Erdkundeunterricht?

Viele Kolleginnen und Kollegen sind mit der Behandlung geochemischer Vorgänge restlos überfordert. Hier rächt sich die jahrzehntelange Vernachlässigung naturgeographischer Unterrichtsinhalte in den Universitäten (KAMINSKE 1995, S. 189). Wenn der Beitrag des Erdkundeunterrichtes zur Ökologie ernst genommen werden soll, dann muß die Herausforderung akzeptiert werden, die durch das „Eindringen“ der Chemie in unser Fach entsteht. Viele Aspekte der Schadstoffproblematik, insbesondere die oft vernachlässigten Aspekte der Fixierung und Remobilisation lassen sich ohne chemische Vorkenntnisse nicht darstellen (FRÄNZLE et al. 1995, S. 75-84). Auch eine wünschenswerte Zusammenarbeit

der beiden Fächer ist durchaus möglich und sinnvoll, wie PIOSIK (1992, S. 40) am Beispiel der Umwelterziehung im Raum Gdansk/Danzig aufzeigte. Das Problem ist nicht neu. In den sechziger und siebziger Jahren wurde die Schulbiologie, die bis dato wenig mit Chemie zu tun hatte, von biochemischen Sachverhalten geradezu überflutet. Das Ergebnis dieses Prozesses war eine vorschnelle Adaption von schlecht verstandenen Fakten, insbesondere im Bereich der Sinnes- und Stoffwechselfysiologie. Zahlreiche grob falsche oder mißverständliche Darstellungen (zum Beispiel zur Ionentheorie der neuralen Erregung und zum Energietransfer in biologischen Systemen) prägten und prägen viele Schulbücher (LÜTTGAU 1980, S. 505-508). Außerdem wurde die inhaltliche Überarbeitung des Stoffes in den Lehrplänen nicht konsequent durchgeführt, die Folge war eine Überladung der Biologiekurse (HAFNER 1980, S. 170). Die Schulgeographie kann von den Fehlern lernen. Geochemische Vorgänge können einfach und verständlich unterrichtet werden. Die Lehreraus- und -fortbildung sollte diese Aspekte stärker berücksichtigen.

6. Einige Aspekte der methodischen Umsetzung

Durch eine penible Methodisierung läßt sich jedes Konzept aushöhlen (GUDJONS 1994, S. 59). Dennoch sollen einige Möglichkeiten aufgezeigt werden, handlungsorientiert Schadstoffgeoökologie zu unterrichten.

- 1) Mit Planspielen und Fallstudien kann im Klassenraum handlungsorientiert gearbeitet werden (GAIDA/SPONA 1996; HALLMANN et al. 1995).
- 2) Der Nahbereich der Schule wird zum Objekt des forschenden und entdeckenden Lernens (vgl. FARING 1992, S. 345; KAMINSKE 1993, S. 119), indem das Thema zum Gegenstand von Exkursionen und praktischen Übungen gemacht wird. Besonders eignen sich Fragen aus dem Bereich der Boden- und Gewässerökologie, da hier leicht Ergebnisse erzielt werden können. Themen wie: „Woher stammt der hohe Phosphatgehalt oder der niedrige pH-Wert eines bestimmten Gewässers?“ sind geeignet, Praxis und Theorie sinnvoll zu verbinden. In diesem Zusammenhang ist auch das Konzept von ERNST/ZOCH (1992; 1993) zur Durchführung bodenökologischer Untersuchungen im Stadtbereich zu nennen.
- 3) Im Rahmen der praktischen Übungen werden Untersuchungen und Experimente in der Schule durchgeführt. Beispielsweise können zur Schwermetallproblematik sowohl Bestimmungen der Konzentration (ERNST / ZOCH 1992; 1993) als auch Demonstrationsexperimente zur Wirksamkeit, Fixierung,

Remobilisation und Entsorgung durchgeführt werden (GAIDA / RADTKE 1990 b; 1990 c). Aus der Möglichkeit, im Erdkundeunterricht experimentell zu arbeiten, ergeben sich sachbezogene Argumente für die Verbesserung der Einrichtung der Fachräume; auch Fragen der Sicherheit sind zu beachten (GAIDA 1991).

- 4) Der „weite Weg vom Kopf zur Hand“ fällt leichter, wenn nicht nur die belastete Umwelt erschlossen wird, sondern auch „positive Naturerfahrungen“ geboten werden (SEITZ-WEINZIERL 1994, S. 29). Dem Erleben natürlicher, quasi-natürlicher und zerstörter Naturräume muß in der Schule ein breiter Raum gewidmet werden (WINKEL 1993, S. 72).
- 5) Ausgehend von der Forderung von LANGHEINE / LEHMANN (1986, S. 141), die Schule als Haushalt zu begreifen, eignet sich das Thema „Der Betrieb der eigenen Schule als Schadstoffproduzent“ für eine Projektwoche mit handlungsorientierter Zielsetzung. Der Analyse sollte das Erarbeiten von Handlungsmöglichkeiten und Einüben konkreter Handlungen folgen. Hier wird sich allerdings schnell die bereits aufgeworfene Frage nach der Ernsthaftigkeit des Engagements der Beteiligten stellen.
- 6) In Fortführung des letzten Vorschlages ist eine räumliche Ausdehnung der Fragestellung auf den Stadtteil, die Stadt, die Region usf. denkbar. Damit würde zugleich ein Beitrag zur „Öffnung von Schule zur außerschulischen Wirklichkeit“ geleistet (DER KULTUSMINISTER 1993, S. 26). BRAUN (1983, S. 51) wies den positiven Einfluß lokaler Fallstudien auf das Umweltbewußtsein nach.

7. Schluß

Wird die Forderung ernstgenommen, daß Schule auf ein alltagsbezogenes Leben vorbereiten soll, dann ist Schadstoffgeoökologie ein interessanter, aktueller Unterrichtsgegenstand, dem mehr Platz in Curricula und Unterrichtswerken zustehen sollte. Der Unterricht kann von den Prinzipien der „Handlungsorientierung“, der „Vernetzung“ und der „Raumbezogenheit“ geprägt werden. Kooperation mit anderen Fächern sind möglich und sinnvoll, wenn der Standpunkt der Geographie deutlich bleibt.

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Hinweise danke ich Herrn Prof. Dr. W. Habrich, Herrn Prof. Dr. V. Kaminske, Herrn Dr. H. Obdenbusch und Frau M. Schneider-Gaida.

Literatur:

- ALBRECHT, H. (1993): Kontamination der Sedimente: - In: SDN-Kolloquium „Geht es der Nordsee besser?“ Schriftenreihe der Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste e. V., S. 59-82. - Wilhelmshaven.
- BÖHN, D. (1995 a): Konzeption der schulischen Umwelterziehung in Deutschland. - In: BÖHN, D. / HOOGELAND, M. / VOGEL, H. (Hrsg.): Umwelterziehung international. Symposium Würzburg 5. bis 9 Juli 1994, S. 15-30. - Nürnberg.
- BÖHN, D. (1995 b): Bericht über die IGU-Regionalkonferenz in Prag. - In: Geographie und ihre Didaktik 23, S. 44-45.
- BOLSCHO, D. / RODE, H. / ROST, J. SEYBOLD, H. (1993): Schulische Umwelterziehung in Deutschland. Ergebnisse einer empirischen Erhebung. - In: SEYBOLD, H. / BOLSCHO, D. (Hrsg.): Umwelterziehung - Bilanz und Perspektiven. Günter Eulefeld zum 65. Geburtstag, S. 211-233. - Kiel.
- BRAUN, A. (1983): Umwelterziehung zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Eine vergleichende Betrachtung theoretischer Erkenntnispostulate mit Kenntnissen, Einstellungen und praktizierten Handlungsweisen 15- bis 16-jähriger Schüler. - Frankfurt am Main.
- DEMUTH, R. (1992): Elemente des „Umweltwissens“ bei Schülern der Abgangsklassen der Sekundarstufe I. - In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie 3/13, S. 36-38.
- DER KULTUSMINISTER (1993): Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium - Sekundarstufe I - in Nordrhein-Westfalen. - Frechen.
- DIERKES, M. / FIETKAU, H.-J. (1988): Umweltbewußtsein - Umweltverhalten. - Karlsruhe.
- ERNST, M. / ZOCH, B. (1992/1993): Handlungsorientierter Geographieunterricht in der gymnasialen Oberstufe: Stadtgeographie - ein integrativer Ansatz. - In: Geographie und ihre Didaktik 20, S. 210-227, und 21, S. 5-17.
- FARING, D. (1992): Plädoyer für ökologisch orientierte Verbraucherbildung an Schulen. - In: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht 3, S. 329-352.
- FRÄNZLE, O. / STRASKRABA, M. / JØRGENSEN, S. E. (1995): Ecology and Ecotoxicology. - In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry B7, S. 19-154. - Weinheim.

- GAIDA, R. (1991): Probleme bei der Nitratbestimmung. - In: Praxis Geographie 21 Heft 6, S. 46.
- GAIDA, R. (1993): Ozon - Welche Probleme sind damit verbunden? Eine Unterrichtseinheit zur Ozonproblematik. - In: Zeitschrift für den Erdkundeunterricht 45, S. 442-444.
- GAIDA, R. / RADTKE, U. (1990 a): Schwermetalle in den Auensedimenten der Wupper. - In: Decheniana 143, S. 434-445.
- GAIDA, R. / RADTKE, U. (1990 b): Die Bedeutung eisen- und manganhaltiger Bodenhorizonte für die Fixierung und Remobilisation von Schwermetallen. - In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie 1/4, S. 31-33.
- GAIDA, R. / RADTKE, U. (1990 c): Schwermetalle im Wasser. - In: Unterricht Biologie 14/155, S. 35-40.
- GAIDA, R. / RADTKE, U. / BECK, G. / SAUER, K.-H. / ANDRES, W. (1993 a): Geochemisch-pedologische Detailanalyse eines Wuppersediments bei Leichlingen (Bergisches Land, Rheinland) unter besonderer Berücksichtigung der Bindungsformen der Schwermetalle. - In: Düsseldorfer Geographische Schriften 31, S. 169-201.
- GAIDA, R. / RADTKE, U. (1996): Auswirkungen der Erwärmung der Erdatmosphäre auf den Meeresspiegel. Eine Unterrichtseinheit. - In: Geographie und Schule 101, S. 31 - 34.
- GAIDA, R. / SCHUMACHER, R. / SAUER, K.-H. / RADTKE, U. (1993 b): Elementverteilung in einem Moorprofil aus dem Mittel- und Jungholozän (Atlantikum bis Subatlantikum). - In: Düsseldorfer Geographische Schriften 31, S. 117-140.
- GAIDA, R. / SPONA, K.D. (1996): Zur Schwermetallbelastung städtischer Böden im Raum von Duisburg - In: Zeitschrift für den Erdkundeunterricht 45/6, S. 216 - 221.
- GRAUL, H. (1993): Kontamination des Wassers. In: SDN-Kolloquium „Geht es der Nordsee besser?“ Schriftenreihe der Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste e.V., S. 24-43. - Wilhelmshaven.
- GIESINGER, T. / SCHAHN, J. (1993): Schlußfolgerungen.: Möglichkeiten, Chancen und Grenzen psychologischer Ansätze bei der Lösung von Umweltproblemen. - In: SCHAHN, J. / GIESINGER, T. (Hrsg.): Psychologie für den Umweltschutz, S. 211-219. - Weinheim.
- GUDJONS, H. (1994): Handlungsorientiert lehren und lernen. Schüleraktivierung - Selbsttätigkeit - Projektarbeit. 4. Auflage. - Bad Heilbrunn.

- HABRICH, W. (1977): Probleme der Umweltsicherung und Umweltgestaltung im Curriculum der Geographie. - In: LOB, R. E. / WEHLING, H. W. (Hrsg.): Geographie und Umwelt. Festschrift für P. SCHNEIDER, S. 182-230. - Kronberg/Ts.
- HABRICH, W. (1987): Umwelterziehung im Geographieunterricht. - In: CALLIESS, J. / LOB, R.E. (Hrsg.): Handbuch Praxis der Umwelt- und Friedenserziehung, S. 218-234. - Düsseldorf.
- HAFNER, L. (1980): Anmerkungen zur Kritik am gegenwärtigen Biologieunterricht der Sekundarstufe 2. - In: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht 33/3, S. 169-172.
- HALLMANN, B. / KAMPMEYER, D. / PETER, W. (1995): Schadstoffe im Abgas des PKW. Drei Bausteine zur Umwelterziehung. Ein Beitrag zum fächerübergreifenden Unterrichten. Tenter Hefte. - Wermelskirchen.
- HASSE, J. (1993): Die Sumpfdotterblume ist tot! Umwelterziehung zwischen Naturidealisierung und politischer Intervention. - In: Geographie und ihre Didaktik 21, S. 57-76.
- HASSE, J. / WROZ, W. (1995): Natur und Umwelt. Unterricht Geographie 4/II. - Köln.
- HINDRYCKX, M.-N. (1990): Dans quelques années, pourra-t-on encore parler des tourbières hautes actives du plateau des Hautes-Fagnes? - In: Documents de la scientifique des Hautes-Fagnes 15/ Hautes Fagnes 3, S. 69-77.
- HURRELMANN, K. (1995): Angstbesetzte Risikowahrnehmung schon bei Kindern? Abbau von Umweltängsten durch Partizipation und Gesundheitsförderung. Referat beim Kongreß „Ökologie - Gesundheit - Risiko“ in Dresden am 20.4.1995. Manuskript. - o. O.
- JANK, W. / MEYER, H. (1991): Didaktische Modelle. - Frankfurt/M.
- JÄPPELT, W. (1989): Bericht über Bewertungsversuche von Ergebnissen des gemeinsamen Bund/Länder-Meßprogrammes für die Nordsee (BLMP) und des Joint Monitoring Programms. - In: Der Niedersächsische Umweltminister (Hrsg.): Umweltgespräch Niedersachsen. Gütekriterien für Küstengewässer - Statusseminar, S. 43-54. - Hannover.
- KAMINSKE, V. (1993): Überlegungen und Untersuchungen zur Komplexität von Begriffen im Erdkundeunterricht - eine Aufgabe besonderer Wichtigkeit für die Geographiedidaktik. Münchner Studien zur Didaktik der Geographie 4. - München.

- KAMINSKE, V. (1995): Die Umsetzung geowissenschaftlicher Inhalte und Methoden im Geographieunterricht. - In: Geographie und ihre Didaktik 23, S. 188-190.
- KOMMISSION GEOGRAPHISCHE ERZIEHUNG. IGU (Hrsg., 1992): Internationale Charta der Geographischen Erziehung. - In: Geographie und ihre Didaktik 21, S. 90-103.
- KÖSTER, W. / SEVERIN, K. / MÖHRING, D. / ZIEBELL, H.-D. (1988): Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumbilanzen landwirtschaftlich genutzter Böden der Bundesrepublik Deutschland. Landwirtschaftskammer Hannover. - Hannover.
- KROSS, E. (1991): „Global denken, lokal handeln“ eine zentrale Aufgabe des Geographieunterrichts. - In: geographie heute 93, S. 40-45.
- LANGHEINE, R. / LEHMANN, J. (1986): Die Bedeutung der Erziehung für das Umweltbewußtsein. - Kiel.
- LEHMANN, J. (1993): Forschung zu Umweltbewußtsein und Umwelterziehung. - In: SEYBOLD, H. / BOLSCO, D. (Hrsg.): Umwelterziehung - Bilanz und Perspektiven. Günter Eulefeld zum 65. Geburtstag, S. 234-242. - Kiel.
- LISON, E. (1995): Zur Situation der Schulgeographie. - In: Schulgeographie. Mitteilungen des Landesverbandes Nordrhein-Westfalen im Verband deutscher Schulgeographen e.V., S. 5-8.
- LOB, R. E. (1993): Umwelterziehung - alte und neue Herausforderungen an die Schulerdkunde. - In: Geographie und Schule 85, S. 40-44.
- LÜTTGAU, H.-C. (1980): Die Ionentheorie im Spiegel der Lehrbücher. - In: Naturwissenschaftliche Rundschau 33, S. 505-508.
- MEYER, T. (1993): Wirkungen von Umwelterziehung auf Schüler/innen der 11. Jahrgangsstufe am Gymnasium. Entwicklung und Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. - In: Geographie und ihre Didaktik 21, S. 76-88.
- MERTENS, G. (1989): Umwelterziehung. Eine Grundlegung ihrer Ziele. - Paderborn.
- NEEF, E. (1979). Analyse und Prognose von Nebenwirkungen gesellschaftlicher Aktivitäten im Naturraum. - In: Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 54/1, S. 1-70.
- OBDENBUSCH, H. (1993): Umweltbewußtsein - Spiegelbild der allgemeinen Erziehung. - In: Praxis Geographie 23, Heft 10, S. 48.

- OBERMANN, H. (1995): Landschaftsökologie in der Schulpraxis. - In: Praxis Geographie 25, Heft 2, S. 4-9.
- PIOSIK, R. (1992). Umwelterziehung im Chemieunterricht in der Region Gdansk (Danzig). - In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie 2/12, S. 39-41.
- SCHAHN, J. (1993): Die Kluft zwischen Einstellung und Verhalten beim individuellen Umweltschutz. - In: SCHAHN, J. / GIESINGER, T. (Hrsg.): Psychologie für den Umweltschutz, S. 33-49. - Weinheim.
- SCHAHN, J. / HOLZER, E. (1990): Studies of individual environmental concern. The role of knowledge, gender and background variables. - In: Environment and Behavior 22, S. 767-787.
- SCHENK, R. (1994): Verteilung und Dynamik von Schwermetallen in Sedimenten der Wupper. Dissertation Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Microfiche. - Düsseldorf.
- SCHENK, R. / GAIDA, R. (1994): Die Belastung der Sedimente der unteren Wupper (von Wuppertal-Buchenhofen bis zur Mündung) mit Schwermetallen. - In: Natur am Niederrhein (N.F.) 9/2, S. 57-67.
- SCHULTZ, H.-D. (1996): Didaktische Petitesse zum Mensch-Umwelt-Problem im Kontext des geographischen Selbstverständnisses. Ein Plädoyer für die geographische Bescheidenheit. - In: Zeitschrift für den Erdkundeunterricht 48, S. 42-47.
- SEITZ-WEINZIERS, B. (1994): Der weite Weg vom Kopf zur Hand. Psychologische Barrieren in der Umweltethik. - In: Psychologie heute 21, Heft 5, S. 29-31.
- STACHELSCHIED, K. (1994): „Umweltwissen“ von Schulabgängern. - In: Praxis der Naturwissenschaften. Chemie 4/43, S. 34-38.
- STEIN, C. (1987): Böden im Geographieunterricht heute. - In: Praxis Geographie 17, Heft 11, S. 12-60.
- STEIN, C. (1995): Umweltprobleme des motorisierten Personenverkehrs. (Eine Herausforderung für Geographielehrer und -lehrerinnen). - In: BARSCH, D. / KARRASCH, H. (Hrsg.): 49. Deutscher Geographentag Bochum. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen. Band 2, S. 211-218. - Stuttgart.
- STRÄSSER, M. (1982): Veränderungen des Klimas durch den Menschen. Umweltschutz im Unterricht. Materialien zur Umwelterziehung, Heft 7. - Köln.
- VESTER, F. (1983): Unsere Welt - ein vernetztes System. - Stuttgart.

- VOGEL, W. (1995): Politische Bildung am Gymnasium ohne Zukunft. Ein Beitrag zur Situation der Fächer Erdkunde, Sozialkunde und Wirtschafts und Rechtslehre in der Kursphase der gymnasialen Oberstufe in Bayern. - In: Geographie und ihre Didaktik 23, S. 22-40.
- WINKEL, G. (1993): Umwelterziehung durch Naturerleben. - In: SEYBOLD, H. / BOLSCHO, D. (Hrsg.): Umwelterziehung - -Bilanz und Perspektiven. Günter Eulefeld zum 65. Geburtstag, S. 62-73. - Kiel.