



Martin Gröger
Mareike Janssen
Jutta Wiesemann
(Hrsg.)

Nachhaltig Handeln lernen im Sachunterricht

Beitragsdokumentation zur Tagung
am 5. Oktober 2016 an der Universität Siegen

Martin Gröger
Mareike Janssen
Jutta Wiesemann
(Hrsg.)

Nachhaltig Handeln lernen im Sachunterricht

Martin Gröger
Mareike Janssen
Jutta Wiesemann
(Hrsg.)

Nachhaltig Handeln lernen im Sachunterricht

Beitragsdokumentation zur Tagung
am 5. Oktober 2016 an der Universität Siegen

Mit Unterstützung von:

Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen



Umschlag:
universi – Johannes Herbst

Satz:
universi – Kordula Lindner-Jarchow M.A.

Druck und Bindung:
UniPrint, Universität Siegen

Siegen 2017: universi – Universitätsverlag Siegen
www.uni-siegen.de/universi

ISBN 978-3-936533-94-1

Inhalt

<i>Martin Gröger, Jutta Wiesemann, Mareike Janssen</i> Vorwort	9
<i>Mareike Janssen</i> Einleitung	11
PLENARVORTRÄGE	
<i>Astrid Kaiser</i> Nachhaltigkeit als Unterrichtsprinzip im Sachunterricht	17
<i>Matthias Barth</i> Bildung für nachhaltige Entwicklung – (k)ein Thema für den Sachunterricht?	41
<i>Norbert Jung</i> Nachhaltigkeit ohne Naturverbundenheit? Zur Hierarchie der Ziele in der Umweltbildungsarbeit	59
WORKSHOPS	
<i>Mareike Janssen & Barbara Schäfer</i> Apfelsaft selber machen – lecker und nachhaltig	91
<i>André Dorn</i> Wenn die Bienen sterben... Bienen im Unterricht als lebendiges und nachhaltiges Thema im Sachunterricht	103

<i>Daniela Krischer</i>		
Rein, weiß, unschuldig? Mit Milch als Lerngegenstand Bildung für Nachhaltigkeit in den Sachunterricht integrieren		117
<i>Mareike Janssen</i>		
Boden und Nachhaltigkeit		133
<i>Ina Militschenko & Simon Kraus</i>		
Unser Lebensraum „Planet Erde“ – Aspekte der Nachhaltigkeit aus astronomischer und geophysikalischer Perspektive		147
<i>Volker Heck & Mónica Zuleta</i>		
Modelle im Sachunterricht – Der Sonnenverlauf über die Oberfläche der Erde		161
<i>Jana Mikota</i>		
Klima, Natur und Umwelt in Kinderromanen		171
<i>Christian Prust & Thomas Sukopp</i>		
Philosophieren mit Kindern im Sachunterricht mit dem Schwerpunkt „Nachhaltigkeit“: Möglichkeiten und Grenzen		183
<i>Ulrich Gießelmann & Urs Christian Gießelmann</i>		
Der Hauberg – Traditionelle Nachhaltigkeit im Siegerland		197
<i>Bettina Blanck</i>		
Nachhaltig Handeln lernen und Erwägungskompetenz		207
POSTER		
<i>Marc Thiessenhusen & Martin Gröger</i>		
Ozeanversauerung – Die andere Seite des Klimawandels in der Schule		229

<i>Mareike Göbel & Martin Gröger</i>	
Mit Kautschuk aus Löwenzahn Nachhaltigkeit in der Grundschule thematisieren. Eine Erweiterung des bekannten Werkstattunterrichts zu Löwenzahn	243
<i>Berbeli Wanning & Anke Kramer</i>	
Sachthema Artensterben: Das weiß doch jedes Kind – Ausgestorbene Tiere als Erzählerfiguren in Bilderbüchern	253
<i>Marc Thiessenhusen, Volker Heck, Martin Gröger, Mónica Zuleta</i>	
Kohlenstoffdioxid: Ein Thema für die Grundschule? Ein Vergleich der Kenntnisse von deutschen und kolumbianischen Schülerinnen und Schülern	263
<i>Jan Höper, Mareike Janssen, Philipp Spitzer</i>	
Chemie und Natur – ein Gegensatz für Lehramtsstudierende? Eine vergleichende Betrachtung zur Situation in Deutschland und Norwegen	277
<i>Dirk Schlagentweith, Michael Schuhen, Inga Janson, Susanne Schürkmann</i>	
Nachhaltig denken – umweltbewusst handeln	289
<i>Marianne Langstrof</i>	
Wie entsteht Technikmündigkeit? Zur Bedeutung eines technisch orientierten Vaters als <i>Role Model</i> für die Ausbildung von Technikmündigkeit	303
<i>Barbara Schäfer, Mareike Göbel, Marc Thiessenhusen, Martin Gröger</i>	
Die Große Transformation für die Kleinen – Ein Ansatz für ein Bildungsangebot zu den Planetarischen Leitplanken in Kooperation von Naturparks und Schulen	321

Gesine Haseloff

Nachhaltig handeln in der beruflichen Bildung –
Ein Projekt mit dem Technikmuseum Freudenberg 335

Ingrid Lagemann & Judith Schneider

KlimaWelten Hilchenbach: Ein außerschulischer Lernort für
nachhaltige Bildung mit dem Schwerpunkt Klimaschutz
Eine Initiative der Klimabildungsstätte Südwestfalen e.V. 347

Vorwort

Im vorliegenden Band sind die Vorträge, Poster und Workshops der Tagung „Nachhaltig Handeln lernen im Sachunterricht“ vom 5. Oktober 2016 an der Universität Siegen zusammengefasst. Die Veranstaltung wurde vom Land NRW im Rahmen des Projektes „Den Sachunterricht vernetzen – Perspektiven öffnen“ zum Ausbau der Fachdidaktik an der Universität Siegen gefördert.

Mit der Einladung zur Veranstaltung hatten wir uns an Forschende und Lehrende an Universitäten sowie an interessierte Studierende und Lehrpersonen im Sachunterricht gerichtet. Eine erfreulich große Zahl an Personen aller Gruppen hat sich aktiv an der Tagung beteiligt, obwohl die Problematik im universitären wie im schulischen Bildungsbetrieb von vielen weiteren Anforderungen mit unmittelbarem Handlungsbedarf und politisch höherer Brisanz wie Integration und Inklusion überlagert, wenn nicht gar verdrängt wird. Daher sei an dieser Stelle allen für ihre Beteiligung und ihr Engagement herzlich gedankt.

Im Fokus des Interesses standen Möglichkeiten der Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeit im Sachunterricht. Die Erhaltung von Ökosystemen, der Umgang mit Ressourcen, mit ihrer Regeneration und mit den wachsenden Ansprüchen der Menschen sowie die kulturellen Ungleichheiten bei der Nutzung von Ressourcen in einer globalen Welt stellen dauerhafte Herausforderungen dar, die in der Grundschule angesprochen werden müssen. Der Sachunterricht bietet sich als Ort für dieses *eo ipso* fächerintegrierende Thema an, denn eine Bildung zu Nachhaltiger Entwicklung (BNE) kann ohne interdisziplinäres Wissen und Kompetenz zu vernetztem Denken nicht gelingen.

Die Problematik wurde aus theoretischer Perspektive in Vorträgen und Postern wie in praktischem Erleben in den Workshops breit behandelt und spiegelt sich in den vielfältigen Ansätzen der Beiträge im vorliegenden Band wider.

Mit der Veröffentlichung dieses Tagungsbandes möchten wir einen Beitrag zur weiteren Diskussion über die didaktischen Möglichkeiten der Thematisierung von Nachhaltigkeit im Sachunterricht leisten sowie konkrete Hinweise zur Gestaltung von Unterrichtsprojekten geben. Wir wünschen eine anregende Lektüre.

Martin Gröger, Jutta Wieseemann, Mareike Janssen

Einleitung

Die vielfältigen Beiträge zur Tagung geben sowohl praktische als auch theoretische Einblicke in Hintergründe und Themen unterschiedlicher Aspekte der Nachhaltigkeit aus dem schulischen Kontext. Die Aufteilung der Artikel im vorliegenden Tagungsband folgt dabei dem Programm der Tagung. Sie sind daher unterteilt in die Beiträge zu den Plenarvorträgen von Astrid Kaiser, Matthias Barth und Norbert Jung, gefolgt von den Artikeln zu den Workshops sowie zur Posterausstellung.

Die Plenarvorträge geben eine Einstimmung zum Nachdenken über das Thema, sprechen grundlegende Konzepte an und gehen der Frage nach, wie Sachunterricht gestaltet werden kann, um nachhaltiges Handeln zu fördern. Im ersten Beitrag beleuchtet die Plenarreferentin *Astrid Kaiser* verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit als Unterrichtsprinzip im Sachunterricht und erläutert dabei die Bedeutung einer interdisziplinären Herangehensweise mit einer Integration von sozialwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Perspektiven. Um nachhaltigen Sachunterricht zu gestalten, sieht sie unter anderem die Persönlichkeitsentwicklung, positive Naturerfahrungen, Nachdenken über Veränderungsmöglichkeiten und Erfahren positiver Alternativen als wichtig an. *Matthias Barth* erläutert, dass Kinder heute im Anthropozän spezielle Fähigkeiten und Fertigkeiten benötigen, wobei eine Gestaltung des Sachunterrichts unter der Perspektive von Bildung für nachhaltige Entwicklung als besonders anschlussfähig erscheint. Ein solcher Unterricht sollte durch didaktisch-methodische Vielfalt sowie ein perspektivenübergreifendes, kompetenzorientiertes und grenzüberschreitendes Vorgehen gekennzeichnet sein. *Norbert Jung* beschreibt in seinem Beitrag, wie unsere kapitalistische Wirtschaft und die damit verbundenen Denk- und Handlungsweisen zum Niedergang der Lebensvielfalt führen und mit distanzierten naturwissenschaftlichen Betrachtungen zusammenhängen. Demgegenüber stellt er intensive Naturerfahrungen als Ausgangspunkt einer emotionalen Ein-

stellung zur Natur, aus welcher eine Naturverbundenheit und damit die Grundlage für ein erfolgreiches Lehren und Lernen von Nachhaltigkeit resultiert.

Wie man Themen der Nachhaltigkeit im Sachunterricht praktisch umsetzen kann, wird in vielen der Workshopbeiträge vorgestellt. Mit dem Thema Äpfel im Sachunterricht befassen sich *Barbara Schäfer* und *Mareike Janssen*, indem sie u.a. Plantagen- und Streuobstanbau unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit vergleichen und konkrete Umsetzungsmöglichkeiten für die Grundschule vorstellen. Ebenfalls praktisch ausgerichtet ist der Artikel von *André Dorn*, in dem Anregungen gegeben werden, das Thema anschaulich im Unterricht umzusetzen und dabei die aktuelle Bedrohung der Honigbiene einzubeziehen. Auch das Thema Milch wird praxisnah von *Daniela Krischer* vorgestellt. Neben fachlichen Grundlagen und Aspekten der Nachhaltigkeit beschreibt sie eine Unterrichtsreihe und praktische Versuche für den Sachunterricht. Aufbau, Entstehung, Funktionen und Gefährdung des Bodens als einer der wichtigsten Grundlagen des Lebens auf der Erde sowie Umsetzungsmöglichkeiten für die Schule werden von *Mareike Janssen* erläutert. *Ina Militschenko* und *Simon Kraus* stellen in ihrem Beitrag dar, wie eine Vorstellung des Planeten Erde aus astronomischer und geophysikalischer Perspektive mithilfe von Phänomenen wie der Entstehung der Himmelsfarbe oder der Jahreszeiten im Unterricht angebahnt werden kann. Von geographischen Vorstellungen handelt der Artikel von *Mónica Zuleta* und *Volker Heck*, in welchem ein Modell für die Schule beschrieben wird, mit dem der Tagbogen der Sonne simuliert werden und so beispielsweise ein Vergleich von Beleuchtungsverhältnissen zwischen Deutschland und Kolumbien ermöglicht werden kann. Neben naturwissenschaftlichen Herangehensweisen bietet auch Kinderliteratur einen Zugang zu Themen der Nachhaltigkeit, wie *Jana Mikota* in ihrem Beitrag anhand von ausgewählten Kinderromanen zeigt, in welchen Natur- und Umweltschutz thematisiert werden. Dass Moral bereits im Sachunterricht gelehrt werden kann, erläutern *Christian Prust* und *Thomas Sukopp*, die das Philosophieren mit Kindern zu Fragen der Nachhaltigkeit vorstellen und von positiven Erfahrungen mit Grundschulern berichten. *Ulrich Gießelmann* und *Urs Christian Gießelmann* erläutern die Hintergründe der für das Siegerland typischen Haubergswirtschaft und ihre ökologische Bedeutung als Lebensraum, wobei der historische

Hauberg Fellinghausen als außerschulischer Lernort vorgestellt wird. Im Beitrag von *Bettina Blanck* werden schließlich theoretisch-konzeptionelle Zusammenhänge zwischen nachhaltigem Handeln als einem verantwortbaren, begründbaren Handeln und Entscheidungskompetenzen vorgestellt, welche bereits in der Grundschule angebahnt werden können.

Auch in den Artikeln zu den vorgestellten Postern wird das Thema Nachhaltigkeit im schulischen Kontext aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet. Dabei sind die Artikel so geordnet, dass zunächst praktisch umsetzbare und fachlich orientierte Beiträge vorgestellt werden. *Marc Thiessenhusen* und *Martin Gröger* beschreiben eine Konzeption für den Unterricht zum Thema Ozeanversauerung, in deren Rahmen Grundschülerinnen und Grundschülern die Rolle von Kohlenstoffdioxid in verschiedenen Versuchen demonstriert wird. *Mareike Göbel* und *Martin Gröger* stellen Kautschuk aus Löwenzahn als Alternative zur Gewinnung von Naturkautschuk aus dem Kautschukbaum vor und zeigen auf, wie das Thema, auch mit zwei praktischen Versuchen, im Sachunterricht behandelt werden kann. Aus Sicht der Literaturdidaktik beschäftigen sich *Berbeli Wanning* und *Anke Kramer* mit zwei Bilderbüchern, in denen ausgestorbene Arten als sprechende Tiere das Sachthema Artensterben auf eine den Bedürfnissen und Kompetenzen der Kinder angepasste Weise vermitteln.

In den weiteren Artikeln werden verschiedene Studien zur Thematik beschrieben. Im Beitrag von *Marc Thiessenhusen*, *Volker Heck*, *Martin Gröger* und *Mónica Zuleta* wird eine vergleichende Fragebogenstudie zu Kohlenstoffdioxid in Kolumbien und Deutschland vorgestellt, wobei die Ergebnisse bereits recht breite Kenntnisse der Thematik bei Grundschülerinnen und Grundschülern in beiden Ländern erkennen lassen. In einer weiteren Studie untersuchen *Jan Höper*, *Mareike Janssen* und *Philipp Spitzer* die Einstellungen norwegischer und deutscher Lehramtsstudierender gegenüber Chemie und Biologie und zeigen Möglichkeiten auf, Methodenkompetenz für fächerübergreifenden Unterricht aufzubauen. *Dirk Schlagentweith*, *Michael Schuhen*, *Inga Janson* und *Susanne Schürkmann* untersuchen das Umweltbewusstsein von Schülerinnen und Schülern der Unter- und Oberstufe und stellen fest, dass mit dem Älterwerden die Umwelteinstellungen und das Umweltverhalten schwächer ausgeprägt sind. Zur Ausbildung von Technikmündigkeit befragt *Marianne Langstrof*

angehende Erziehende zu ihrer Grundhaltung zu Technik, ihren Technikkompetenzen und dem Vorbildcharakter ihrer Eltern, wobei sich technisch orientierte Väter als besonders starke Einflussfaktoren herausstellen.

In den verbleibenden Aufsätzen werden zunächst ein allgemeines Konzept und anschließend zwei konkrete Projekte präsentiert. *Barbara Schäfer*, *Mareike Göbel*, *Marc Thiessenhusen* und *Martin Gröger* stellen den Ansatz der großen Transformation und die daraus abgeleiteten Forschungs- und Bildungskonzepte vor und verbinden diese mit einem Vorschlag für ein Projekt zur Kooperation von Universitäten, Naturparks und Schulen. Auf das Technikmuseum Freudenberg mit einem gestaltungskompetenzorientierten Unterrichtsprojekt für Schüler der Sekundarstufe und Auszubildende geht *Gesine Haseloff* in ihrem Beitrag ein, wobei sie den historischen Medien ein Sensibilisierungspotential für nachhaltiges Handeln zuspricht. Zum Schluss stellen *Ingrid Lagemann* und *Judith Schneider* die KlimaWelten Hilchenbach vor, ein regionales Umweltbildungszentrum mit dem Schwerpunkt Klimaschutz und Klimabildung, dessen Angebote besonders auch auf Grundschulen abgestimmt sind.

Mareike Janssen

PLENARVORTRÄGE

Nachhaltigkeit als Unterrichtsprinzip im Sachunterricht

Astrid Kaiser (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)

1. Was ist Nachhaltigkeit im Bildungskontext?

Ähnlich wie bei der Interkulturellen Bildung ein Diskurswechsel von der Ausländerpädagogik zur Interkulturellen Pädagogik bis zur Inklusiven Bildung erfolgt ist, bei dem sich der wissenschaftliche Diskurs nach Paradigmenwechseln stark vom Vorgängermodell abgegrenzt hat, ist auch die Relation Ökologie und Lernen in eine derartige Konzeptabbruchsgeschichte einbezogen worden. Gegenwärtig gilt die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) als Nonplusultra, während die Vorgängermodelle wie Umwelterziehung, Ökopädagogik oder Umweltbildung als vorgestrig betrachtet werden.

Die Umweltbildung und -pädagogik hat in ihrer Entwicklung aus der Umwelterziehung Anfang der 1970er Jahre verschiedene konzeptionelle Wandlungen und Aspektveränderungen bis hin zum heute vorherrschenden Diskurs der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung erfahren. Anfang der 1970er Jahre traten allmählich die Umweltprobleme und -belastungen, die es auch schon in vorigen Jahrhunderten gab und die bereits im 19. Jahrhundert – z. B. als Gefahr des Waldsterbens – diagnostiziert wurden, in das öffentliche Bewusstsein. Damit verbunden waren erste Ansätze, auch durch erzieherisches Einwirken auf die Subjekte Veränderungen zu bewirken.

Die Umwelterziehung als Aufgabe wurde damals zeitgleich mit einzelfachorientierten Ansätzen in der Sachunterrichtsdidaktik in die Diskussion eingebracht und erhielt zu dieser Zeit seine Prägung durch vor allem kognitiv dominierte paradigmatische Ansätze. Faktisch degenerierte die damalige Umwelterziehung, die sich begrifflich noch als *Erziehung* etikettierte, zu einer Unterrichtsform, die in der didaktischen

Modellierung eher als katastrophenorientierte kognitive Umweltaufklärung zu bezeichnen wäre und die sich als Unterrichtskonzept vor allem auf naturwissenschaftliche Wissensvermittlung beschränkte (vgl. Kleber 2008). Unter der programmatischen Formel *environmental learning* wurde dieser Ansatz von der UNEP-Konferenz in Tiflis 1977 weltweit etabliert. Die weiterführenden Diskurse um Umwelterziehung wurden aber weniger durch innerpädagogische Diskussionen angestoßen als durch die reale Zunahme an Brisanz und Bedrohung gesellschaftlicher Entwicklung durch Umweltprobleme. Die kumulierenden ökologischen Probleme wie Klimakatastrophe, Waldsterben, Verseuchung der Meere, Versalzung der Süßwasserreservoirs, Verwüstung von Steppenland, Versteppung von Ackerland, Versiegelung von immer mehr Erdoberfläche, Überschwemmungskatastrophen u.v.a.m. veranlassten ein deutliches Umdenken in der Umweltpädagogik. Nicht ohne Grund ist auf der Umweltkonferenz von Rio durch die Formel *Sustainable Development* in der Agenda 21 auch ein paradigmatischer Wechsel von der Umwelterziehung zur Umweltbildung angestoßen worden. Die Entstehung des Konzeptes BNE wurde durch eine Studie des Wuppertal-Instituts im Auftrag vom BUND und Misereor unter dem Titel *Zukunftsfähiges Deutschland* angeregt. Seitdem wird dieses Nachhaltigkeitsleitbild im Lande verbreitet und zuweilen als Dogma verkündet. Der wichtige Gedanke dabei war ökologische, ökonomische und sozio-kulturelle Dimensionen zu verbinden. Nachhaltigkeit wurde dabei so verstanden, dass alle Menschen – heute und in Zukunft – die Chance bekommen zu überleben und darüber hinaus ihre menschlichen Fähigkeiten zu entfalten. Bildung für nachhaltige Entwicklung sollte auf der Basis „zukunftsfähiger, nachhaltiger Länder- u. Staatsprogramme“ (BUND/Misereor 1995) im Sinne einer umfassenden Allgemeinbildung zur Lösung der Probleme beitragen.

Umweltbildung will nicht ein wenig mehr über die Komplexität der Wechselwirkungen Mensch/Natur aufklären und für Umweltschutz werben. In ihr werden grundlegend neue Menschen- und Weltbilder erarbeitet, sie will umfängliche Lebensbildung, eine ‚neue Allgemeinbildung‘ sein (Kleber 2008, 219).

Das Leitbild Retinität und Globalität wurde im BNE-Konzept als Innovation gegenüber den oft noch stärker situativen und monodisziplinären Konzepten der Umweltbildung hervorgehoben. Bei der BNE gilt es, „Orientierung an gesellschaftlichen Problemstellungen, um globale Interdependenzen in ihrer Vielfalt zum Gegenstand in Unterricht und Schule zu machen“ (Hauenschild/Bolscho 2015, 197).

Da gesellschaftliche Umweltfragen nicht abstrakt auf der Ebene bloßer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse gelöst werden können, ist eine übergreifende inhaltliche Dimensionierung eines nachhaltigen Sachunterrichts unerlässlich. Ein Beharren in Grenzen der klassischen Lernbereiche ist obsolet. Damit ist interdisziplinäres Herangehen an Inhalte zum Erhalt der menschlichen Umwelt erforderlich. Es geht um eine umfassende Allgemeinbildung im Sachunterricht, die nicht bei naturwissenschaftlichen oder sozialen Fragen stehen bleibt, sondern beide Dimensionen integriert. BNE ist umfassend, das Ziel nachhaltigen Handelns geht in die Zukunft und auch in die Breite der Welt. Dabei kommt es auch darauf an, die Menschen in ihren Fähigkeiten umfassend zu fördern, wie es Klafki in seiner Allgemeinbildungsdefinition für den Sachunterricht formuliert hat. Danach geht es um die Entwicklung des Verstehens der Welt und Entfaltung aller Kräfte des Menschen und die Entwicklung von Handlungsfähigkeit jetzt und zukünftig sowie die Verortung des Menschen in seiner Verantwortung für die Welt, also um die *umfassende Orientierung des Menschen in seiner Welt an der Entfaltung seiner Fähigkeiten* (nach Klafki). So verstanden ist BNE Allgemeinbildung mit dem Ziel nachhaltigen Handelns und breiter Entfaltung sozialer, ökonomischer, naturwissenschaftlicher, technischer und weiterer Fähigkeiten.

Als Inhaltsmodell für nachhaltige Bildung schließe ich mich dem von Nel Noddings (1992) entwickelten *Caring-Curriculum* an, das den Kreis schließt von sozialen zu umweltbezogenen Inhalten bis hin zu allgemeinen Ideen und von dort wiederum spiralförmig bei den Subjekten und den weiteren sozialen Bezügen landet. Dort wird betont, wie wichtig es ist, dass Menschen in der Schule nicht nur für sich und andere, sondern auch für die Natur und die von Menschen gemachte Welt schützend und sorgend eintreten. Im Einzelnen unterscheidet Noddings in ihrem *Caring Curriculum* die Stationen:

- Self
- Peers and friends
- Distant others
- Plants and animals
- Human made world
- Ideas

Diese wechselseitigen Bezüge von Subjekten und Welt eröffnen didaktisch eine wechselseitig miteinander verknüpfte Integration von sozialwissenschaftlicher und naturwissenschaftlicher Perspektive.

Allerdings dürfen wir uns keine Illusionen machen, dass sich diese Zielvorstellungen nahtlos und problemlos in die Praxis umsetzen lassen. Umweltbildung und Nachhaltige Entwicklung stoßen immer wieder an gesellschaftliche und subjektive Barrieren und Grenzen.

Besonders gelungen erscheint mir zur Veranschaulichung der kontraproduktiven Tendenzen das Kategorienraster der Umweltbildung von Hartmut Bölts (2002) zu sein, der die widerstrebenden Tendenzen in einem didaktischen Kreuz modellhaft veranschaulicht (siehe Abb. 1).

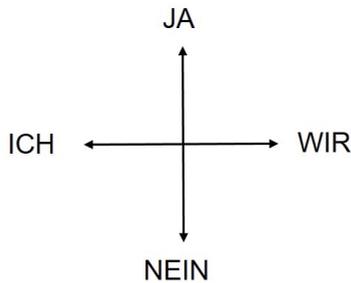


Abb. 1: Didaktisches Kreuz (nach Hartmut Bölts 2016)

Auf der Vertikalen liegt der Spannungsbogen zwischen Utopie und widerständigem Moment, auf der Horizontalen steht das individuelle Moment in Polarität zum universellen Moment. Diese Spannungsfelder sind als dialektische Polaritäten anzusehen. Mit dem universellen Moment sind Gesellschaft, Kultur und Ökonomie mit gemeint. Das heißt Umweltpro-

bleme werden in einem großen Kontext gesehen. Auch das Individuelle wird in einem breiten persönlichkeits-theoretischen Kontext gesehen, Emotionen, Kognitionen und Handlungsweisen sind gleichermaßen mit gemeint.

Dieser Ansatz vereinseitigt nicht die persönliche Seite, aber vergisst auch nicht, die widerständige Seite zu beachten, die als Kraft gegen alle gut gemeinten umweltpädagogischen Aufklärungsabsichten wirkt.

Gleichzeitig reduziert Böltz aber auch nicht den gesellschaftskritisch-politischen Anspruch, indem er einer Pseudo-Beschäftigung mit Umweltinhalten klare Absagen erteilt und sich lieber der Mühe unterzieht, wirklich widerständige und widersprüchliche Seiten zu einem dialektischen pädagogischen Handlungskonzept zusammenzubringen. Genauer betrachtet, ist sein didaktischer Entwurf nicht allein auf Umweltbildung zu beziehen, sondern stellt auch eine produktive Weiterentwicklung von Klafkis Didaktik dar, indem er gerade die Widerstandskategorie, die im alltäglichen Umwelthandeln auch sichtbar wird, als Fundament seines didaktischen Kreuzes aufstellt.

2. Tendenzen in der Risikogesellschaft.

Gesellschaftliche Entwicklungen. Katastrophen in der Welt

Wenn wir die gegenwärtige Entwicklung der Welt als Risikogesellschaft (vgl. Beck 1986) betrachten, dann wäre es eine didaktische Fehlorientierung, wenn wir die Kinder darauf vorbereiten wollten, Herrscher in der Dingwelt zu sein. Gerade dies verbaut ihnen die Möglichkeiten und Chancen, die in den Risiken liegen, aktiv zu ergreifen. Weil das Risiko der Zerstörung des Lebens so groß ist, wenn die Menschheit nicht insgesamt lernt, schonender mit sich und der Welt umzugehen, kann nicht die weitere Beherrschung der Natur durch die Menschen zum Ziel von Sachunterricht erklärt werden. Vielmehr muss nach Wegen gesucht werden, wie sich Kinder als Teil ihrer Umwelt verstehen, ohne sich ihrer bemächtigen zu müssen.

Die Welt entwickelt sich immer dynamischer und nach den systemimmanenten Merkmalen, auf die der Sachunterricht orientierend vorzubereiten hat. Die wesentlichen gesellschaftlichen Entwicklungstrends seien hier nur stichpunktartig zusammengefasst:

- Die Welt wird ein Objekt des Weltmarktes und führt zu Konsumexpansion.
- Ungleichheit und Konflikte nehmen zu.
- Traditionelle Bindungen und Strukturen der Welt brechen zusammen.
- Individualisierung nimmt zu.
- Die Weltprobleme werden global.
- Durch Urbanisierung, Medien und Bürokratisierung wächst die Uniformierung.

Alle diese Tendenzen verlaufen nicht monolinear, sondern in sich widersprüchlich, so dass sich prinzipiell auch Eingriffs- und Handlungsspielräume ergeben. Aber gleichzeitig erfassen sie nahezu alle Menschen. Kinder müssen Lernen, Subjekte ihres Lebens zu werden, diese Trends kritisch zu hinterfragen und sich nicht von ihnen gefangen nehmen zu lassen.

Gerade in dieser Hinsicht liegen die wesentlichen Besonderheiten zukünftigen Sachunterrichts gegenüber vergangenem Sachunterricht: Kinder müssen lernen, ihre eigene Position zu finden, die anderen kritisch zu durchschauen und zur gleichen Zeit mit den anderen auszukommen, auch wenn sie andere Positionen vertreten. Deshalb ist es nötig, einen vielperspektivischen Sachunterricht zu entwickeln.

Die Welt befindet sich in ständigem Wechsel, nicht nur durch Entwicklung und Migration, durch Auseinandersetzung widerstreitender Kräfte. Dies war schon immer in der Geschichte so. Auch Klimawandel ist grundsätzlich kein neues Phänomen. Allerdings ist noch nie in der Geschichte der Erde ein so rapider Wandel durch von Menschen geschaffene Kräfte hervorgerufen worden. Dieser moderne Klimawandel, der durch eine enorme, in diesem Ausmaß noch nie da gewesene Erderwärmung in den letzten Jahrzehnten auch gravierende Störungen des Wettergleichgewichts hervorgerufen hat, führt zu Katastrophen. Diese sind nicht kalkulierbar, nur dass sie überall auf der Erde vorkommen können, ist bekannt. Von daher ist es von größter Bedeutung, die heranwachsenden Menschen auf die Bewältigung dieser schwierigen Lebenssituationen vorzubereiten. Dazu gehört an erster Stelle, dass sich Lehrerinnen und Lehrer dieser Herausforderung bewusst werden und sie in ihr pädagogisches Denken einbeziehen. Zunächst also muss die Tatsache, dass die Menschheit von

Katastrophen bedroht ist, in das Kalkül einbezogen werden. Nicht die Zeichnung einer idealen Wunschwelt, sondern die Wirklichkeit mit ihren Widersprüchen und Problemen muss das Orientierungsmuster für pädagogisches Denken und Handeln sein. Dies heißt allerdings nicht, dass nun eine Dramatisierung von katastrophalen Szenarien oder eine Verängstigung der Heranwachsenden die Tagesaufgabe ist.

Die Klimakatastrophe ist nicht mehr ein Thema von spezialisierten Wissenschaftlern, sondern hat Eingang in unsere Alltagserfahrungen gefunden. Aber viele denken, dies sei eine Frage der Politik und habe nichts mit Pädagogik zu tun. Doch gerade weil sie wie die meisten Katastrophen von Menschen verursacht wird, ist es zentral wichtig, dass Bildung sich mit dieser Frage auseinandersetzt, um die Menschen in die Lage zu versetzen, mit Katastrophen umzugehen und sie zu vermeiden. Wir brauchen Menschen auf der Welt, die sie schützen können und erhalten wollen und die wissen, wie Katastrophen vermieden werden. Dazu ist eine neue Bildung der Menschen nötig. Es sind Persönlichkeiten gefragt, die zum Miteinander-Leben und Überleben fähig sind. Dies ist die eigentliche Allgemeinbildung, nämlich auf die Wirklichkeit in ihrem Wandel vorbereitet zu sein. Denn Allgemeinbildung ist nicht, wenn man bei Sendungen wie „Wer wird Millionär“ Fragen beantworten kann. Vielmehr gilt es, komplexe Fähigkeiten für eine Welt im Umbruch zu erwerben. Allerdings verändert sich diese Welt zunehmend. Es vergeht kein Tag, an dem wir nicht von irgendwo in der Welt Katastrophennachrichten bekommen. Da brennen in Südeuropa die Wälder nach immenser Hitze und in England versinkt eine Grafschaft unter Wasser. Vom Monsunregen in Bangladesch und Indien wird berichtet, dass dieses Jahr der stärkste war, den es jemals gab. Über 1.000 Todesopfer wurden beklagt, 20 Millionen Menschen verloren ihr Zuhause.

Aber auch in Deutschland nehmen katastrophale Wetterlagen zu. Jedes Kind erfährt dies durch die Medien oder gar eigene Anschauung. Wir wissen nicht, welche Katastrophen es sein werden, die uns einmal persönlich betreffen werden. Aus der zunehmenden Häufigkeit derartiger Meldungen vom Ausmaß immenser Naturdramen oder Unglücke schließen viele aber, dass es ernster wird auf diesem Planeten.

Wenn wir diese Katastrophen ohne pädagogische Eingriffe auf Menschen, insbesondere heranwachsende Menschen, einwirken lassen, sind

verschiedene Folgen zu erwarten. Bei massiven Katastrophen gibt es diverse mögliche Auswirkungen auf Menschen. Auf Kinder wirken sie zuerst und besonders intensiv, denn Kinder nehmen Bilder von Katastrophen zuerst in sich auf und können oft nicht mit ihnen umgehen. Sie brauchen aber die Hilfe der Erwachsenen, um die Schrecknisse, die sie über Medien vermittelt wahrnehmen, zu verarbeiten.

In der heutigen Risikogesellschaft kann die Zukunft nicht erahnt werden, kann nicht vorgelebt werden. Erziehung und Bildung müssen notwendigerweise flexibler werden. Prozessunabhängige Fähigkeiten müssen gelehrt und gelernt werden. Zu diesen prozessunabhängigen Fähigkeiten gehört die persönliche Stabilität, in sich zu ruhen, Stärke zu haben, unabhängig davon, wie die gesellschaftlichen und räumlichen Verhältnisse jeweils gestaltet sind. Neben diesen zentralen Zielen der Persönlichkeitsentwicklung, Ich-Identität und Ich-Stabilität, die notwendig auch mit besonderer personaler Flexibilität verbunden sein müssen, gilt es auch Rollenambiguität oder Rollendistanz zu entwickeln.

Es ist nötig, die Fähigkeiten herauszubilden, um in einer Welt der Katastrophen agieren zu können und sich nicht von ihnen einschränken zu lassen oder in Schrecken und Furcht zu verkriechen. Vielmehr gilt es, gestärkt in Auseinandersetzung mit den Problemen der Welt:

- in Sorge um die eigene Umgebung zu leben und diese zu gestalten;
- gemeinsame Entscheidungen zu treffen, denn von Katastrophen sind nicht Individuen isoliert betroffen;
- gemeinsam handeln zu lernen;
- situative Problemlösungsstrategien zu entwickeln;
- Widersprüche, emotionale Ambivalenzen und Konflikte zu akzeptieren und den Umgang damit zu lernen anstelle einer harmonistischen Weltsicht anzuhängen;
- psychisch stärker zu werden, denn der risikohafte Wandel verlangt persönliche Stabilität;
- die Fähigkeit und Bereitschaft, lineare Lösungsmöglichkeiten und individuelle Autonomie zugunsten sozialer Belange zurückzustellen.

Um sich diesen Zielen im schulischen und außerschulischen Bereich anzunähern, gibt es viele praktische Ansätze im Sachunterricht:

- Keine Dramatisierung von Katastrophen, Entwicklung einer realistischen Sicht
- Politische Interventionsmöglichkeiten suchen
- Katastrophen nicht emotional verstärken, sondern nach Handlungsalternativen suchen

Wenn wir Menschen für die gegenwärtige Risikogesellschaft bilden wollen, ist an erster Stelle die Persönlichkeit gefragt. Dazu gehört zuerst Ich-Stärke. Unter Ich-Stärke wird hier verstanden, dass eine Person stark genug ist, um den Unbilden der Zeit gewachsen zu sein und gleichzeitig das eigene Leben positiv weiterzuentwickeln.

3. Nachhaltigkeit als Unterrichtsprinzip im Sachunterricht

Erzähle mir und ich vergesse –

Zeige mir und ich erinnere –

Lass mich es tun – Und ich verstehe! (Laotse)

Pädagogik wird durch Wiederholung von Mustern weitergetragen (vgl. Kaiser 2003). Zwar ist die Pädagogik der Klosterschule historisch schon seit Erfindung des Buchdrucks überholt, aber das historische Muster, dass Wissen zum Rezipieren von einer Lehrperson vorgetragen wird, hat sich bis heute ins Internetzeitalter hindurch erhalten. Derartige hierarchische Lernprinzipien sind längst obsolet. Um sie wirklich zu überwinden, gilt es, bewusst Anstrengungen zu unternehmen, um andere nicht-hierarchische Lernprinzipien in den Erfahrungshorizont zu rücken. Dabei gilt es insbesondere folgende Lernprinzipien in die Tat umzusetzen:

- den Abbau von pädagogischer Hierarchie zu leisten, um Kinder für eine Demokratie vorzubereiten;
- Eigenaktivität statt Rezeption beim Lernen zu ermöglichen;
- Recherchefähigkeit für neues Wissen mit den neuen Informationsmedien zu ermöglichen.

Das dabei zugrunde gelegte pädagogische Denkmodell ist daran ausgerichtet, dass die Kinder eigenaktiv ihr Wissen konstruieren, voneinander

lernen und sich gemeinsam die Welt aneignen. Es wird also nicht Wissen von oben nach unten weiter vermittelt, was zu einer didaktischen Reduktion vorhandenen Wissens führt, sondern es wird ein breites vielfältiges Wissen zugelassen, bei dem durch wechselseitige Anregung Wissen erweitert wird. Es geht darum, von einem vorgegebenen festen Stoffkanon Abschied zu nehmen, der in der Schule vermittelt werden soll.

Im Einzelnen gilt es, zum Abbau hierarchischer Muster folgende didaktische Prinzipien in praktischen Sachunterricht umzuformen:

1. Unterrichtsinhalte mehrperspektivisch betrachten, nicht einzelfachliche Lösungen als allein gültig deklarieren
2. Mehrere Lösungswege zulassen, Inhalte von verschiedenen Seiten betrachten
3. Offene Probleme als Unterrichtsinhalte wählen, keinen Zwang zu eindeutigen Lösungen/Ergebnissen ausüben
4. Naturdinge (z.B. eine Blume) als schön erleben und nicht gleich in Stücke zerlegen und damit zerstören
5. Zeit bei jedem Unterrichtsinhalt für die eigenen Gefühle, Wahrnehmungen und Gedanken der Kinder lassen
6. Generelle Geschwindigkeitsreduktion bei der Unterrichtsplanung und -durchführung einräumen
7. Schonung als Gegenbegriff zur Risikoproduktion setzen
8. Nicht expansiv, sondern intensiv lehren und lernen
9. Kommunikation als Zirkulation und netzwerkartiges Beziehungsstiften, aber nicht als Dominierung kindlichen Denkens setzen
10. Verschiedene Sichtweisen und Pluralität für die Lernenden erfahrbar machen

Es genügt aber nicht nur, die hierarchischen Lernkonzepte abzubauen, es muss auch modellhaft die Eigenaktivität und Sozialkompetenz der Kinder gestärkt werden. Dazu gilt es, handlungsorientierte Konzepte für den Sachunterricht zu entwickeln. Denn Kinder lernen durch Handeln und aus Handeln kommt Erkenntnis.

Beim handelnden Lernen wird aber auch deutlich, wie verschieden die Herangehensweise jedes einzelnen Kindes sein kann. Weil die Kinder sehr verschieden sind, ist gleichzeitig differenziertes Lernen erforderlich.

Nachhaltige Bildung im Sachunterricht heißt auch, dass Kinder ihren Fragen an die Welt gründlich nachgehen und Lösungen suchen. Und zwar nicht allein, sondern in gemeinsamer Auseinandersetzung und Abwägung mit den Problemen.

[Wir] dürfen den Kindern das Ringen um die Sache, die individuelle Sinnproduktion, mit der man sich in ein als sinnvoll empfundenes Verhältnis zur Sache setzt, nicht nehmen. Sie müssen die Arbeit an und in sich selbst sowie die Zusammenarbeit mit anderen selbst tun. Das bedeutet auch, dass sie das Aushandeln intersubjektiver, wissenschaftlicher Sinnkonstruktionen, die der intellektuellen redlichen Kritik standhalten, selbst leisten müssen. Wir sind verpflichtet, ihnen das Forschen als individuelle Anstrengung und als sozial verantworteten Prozess zu ermöglichen, und wir müssen sie dazu nachdrücklich ermutigen (Soostmeyer 2002, 29).

Konzepte für den Sachunterricht sind nur dann sinnvoll, wenn sie geeignet sind, den Kindern bei der Lösung ihrer Gegenwarts- und Zukunftsfragen Orientierungshilfe zu geben.

Wichtig ist, dass wir die Welt der Kinder nicht als statisch fixiert betrachten, sondern akzeptieren, dass jedes Kind jeweils unterschiedliche Wahrnehmungsformen und -möglichkeiten hat. Dieser Verschiedenheit müssen Konzepte für den Sachunterricht gerecht werden. Meines Erachtens gelingt dies am besten im Konzept des kommunikativen Sachunterrichts (vgl. Becher u.a. 2013). Dabei gilt es insbesondere das Lernprinzip, dass Kinder von Kindern lernen, intensiv in die Praxis umzusetzen. Dafür muss das Lernen sozial strukturiert werden.

Wenn wir nachhaltige Bildung im Sachunterricht erreichen wollen, müssen wir das Lernen auch modellhaft als demokratisches Handeln organisieren. Bereits bei kleinen Entscheidungen können Kinder erfahren, wie eine demokratische Gesellschaft, in der die Menschen von unten über wichtige Inhalte und Ziele entscheiden, funktionieren kann. Demokratie muss beim Lernen in der Schule gelebt werden. Dabei gilt es, die folgenden Ziele durch Vermeidung von gängigen Fehlformen anzunähern:

- Mitbestimmung ↔ kein Autoritarismus
- Selbstbestimmung ↔ kein Untertanengeist

- Eigenaktivität ↔ keine Unselbständigkeit
- Solidarität ↔ keine Konkurrenz
- Soziale Verantwortung ↔ kein passives Rezipieren
- Achtung vor der Schöpfung ↔ kein Konkurrenz

Die meisten vorgefertigten Lernmaterialien im Sachunterricht bilden Negativbeispiele ab, so wird z.B. konsumistisch ein Arbeitsblatt an das andere gereicht, es wird passiv vorhandenes Wissen rezipiert. Hierzu sei nur ein Beispiel für ein derartiges präsentatives Lernmedium aus einer Sammlung studentischer Arbeitsmaterialentwürfe angeführt (siehe Abb. 2):

„Der Golden Delicious ist sehr weich, weil die Apfelhaut nicht so fest ist. Er ist saftig süß und überhaupt nicht sauer. Deshalb mögen ihn viele Kinder am liebsten von den ganzen Apfelsorten“.



Abb. 2: Abbildung aus einem Lernmaterial zum Thema Apfel

Anstelle einen Apfel zu erkunden, ihn zu schmecken, zu verarbeiten oder das Innere zu entdecken, werden beschreibende Sätze geliefert, welche die Kinder aus eigener Erfahrung viel spezifischer ausdrücken könnten.

Nachhaltige Prinzipien im Sachunterricht sind nicht auf Konsum vorgegebener Merksätze ausgerichtet, sondern bieten soziale Erfahrungen für Kinder, die einen verantwortlichen und bewussten Umgang mit der umgebenden Welt ermöglichen. Dafür wurden in der ehemaligen Lernwerkstatt RÖSA (regional-ökologische Sachunterrichts-Lernwerkstatt) in Oldenburg in Kisten nach Themen sortiert Lernmaterialien für Schulen angeboten, die gleichzeitig ökologische Erfahrungen des Ressourcenschonens ermöglichten, weil die Materialien aus wiederverwerteten Stoffen zusammengestellt wurden. Diese Handlungsmaterialien sollen verschiedene Funktionen erfüllen:

- Spielerisches Üben, Sinneswahrnehmung differenzieren
- Informationen eigenaktiv aneignen und verarbeiten
- Veranschaulichung
- Kooperativ und kommunikativ handeln und lernen
- Ethische Beurteilungsmaßstäbe formulieren, austauschen, vergleichen und diskutieren
- Selbständiges und konkret-praktisches Lernen
- Entdeckendes Lernen
- Forschendes Lernen
- Subjektive Bedeutungen erschließen und austauschen
- Kreativitätsförderung
- Erschließen ästhetischer Bedeutungsdimensionen, ästhetisch-kreativ handeln
- Mehrperspektivisches Lernen
- Alltägliche Inhalte und Situationen im Kontext verstehen lernen, veränderndes Handeln im Schulleben
- Verschiedene Bedeutungen kennenlernen und akzeptieren, veränderndes Handeln im Schulumfeld
- Individuelle Sinndeutungen finden, veränderndes Handeln im Ort/in der Region

Auch gegenwärtig sind diese Materialien nach der Schließung der Lernwerkstatt noch in den Praxisbüchern für handelnden Sachunterricht (vgl. Kaiser 2014; 2016a) so beschrieben, dass Schulen sie selbst in die Praxis umsetzen können. Die Seite *Lernwerkstatt Sachunterricht* hilft dabei, diese Materialien für problemorientierten Sachunterricht zu konstruieren.

Der Einsatz dieser ressourcenschonend hergestellten Unterrichtsmaterialien soll durch differenziertes Arbeiten der Kinder an verschiedenen Lernanregungen und dem kommunikativen Austausch über verschiedene dabei gefundene Beobachtungen oder Lösungsmöglichkeiten erfolgen. Die Basis dieser differenzierten Arbeitsschritte stellen die themenzentrierten differenzierten Handlungsaufgaben für die Kinder dar. Es geht organisatorisch immer um einen Wechsel differenzierten Arbeitens und gemeinsamer Sitzkreise.

Das Konzept der RÖSA mit Handlungsmaterialien soll nicht nur Erfahrungen des ressourcenschonenden Umgangs beim Lernen ermöglichen, sondern auch modellhaft risikohafte gesellschaftliche Strukturen spiegeln.

Dies sei am Praxisbeispiel Felgenwebrahmen (vgl. Kaiser 2016a, 26) kurz skizziert. Ein defekter Fahrradreifen mit Speichen wird zusammen mit einer großen Kiste voll von verschiedenfarbigen Stoffresten zur Anregung angeboten. Die Kinder fangen an, zwischen den Speichen die verschiedenen Stoffreste zu verflechten und stoßen bald in Diskussionen, welche Farben miteinander kombiniert werden. An diesen konkreten Aufgaben entfalten sich in der Regel Diskussionen, es werden Strategien zur Lösung gesucht, etwa, dass verschiedene Gruppen nacheinander flechten dürfen oder dass es um die Abstimmung der Farben im Vorfeld geht etc. Derartige einfache Aufgaben eignen sich, gesellschaftliche Lösungsstrategien im Kleinen zu entwickeln und zu erproben.

4. Anthropologisch fundierte nachhaltige Praxis im Sachunterricht

Nachhaltigkeit im Sachunterricht erweist sich nicht nur auf der gegenständlichen Ebene und bei den Zielen des Unterrichts, sondern muss vor allem auch bei den Kindern nachhaltig ankommen. Obgleich wir wissen, dass Lernen wie die Gesellschaft selbst ein komplexes Gebilde ist, ist das Denken im Sinne des Nürnberger Trichters, dass Wissen von oben in Kinder eingefüllt wird und unten dann umweltbewusstes Denken und Handeln zur Folge hat, weit verbreitet. Das Wissen über die Umwelt kann aber nicht in Form eines Trichters den Kindern vermittelt werden. Wir brauchen Methoden, die es den Kindern ermöglichen, nach ihren lernpsychologischen Bedingungen Erkenntnisse, Einsichten und Normen umweltgerechten Denkens und Handelns sowie Verhaltensstrategien und Handlungsmaximen zu erwerben. In erster Linie kommt es darauf an, einen Sachunterricht zu konzipieren, der den anthropologischen Merkmalen von Kindern entspricht. In der Geschichte der Pädagogik wurde immer wieder der Versuch unternommen, das anthropologisch Besondere von Kindern zu formulieren.

Bekannt sind die Beschreibungen von Langeveld (1968), der von „dem Prinzip der Hilflosigkeit, dem Prinzip der Geborgenheit, dem Prinzip der

Exploration" (Langeveld 1968, 80) spricht. Er sieht das dritte Prinzip, auch als „Neigung zu Exploration" (Langeveld 1968, 79) bezeichnet, erst für realisierbar an, wenn die ersten beiden genug Entwicklungschancen hatten. Als Folge des Explorationsprinzips sieht er das Emanzipationsprinzip (Langeveld 1968, 81) als viertes anthropologisches Prinzip an. Die Idee von der übergreifenden Neigung der Kinder zu Exploration wird in vielen pädagogischen Schriften aufgegriffen. So führt Meiers aus:

Jedes normale Kind ist von einem ‚ungebrochenen Pioniergeist‘ beseelt, geht an nichts Unbekanntem achtlos vorüber, ist aktiv, sucht die Dinge zu erfassen, auszuprobieren, ‚dahinter‘ zu schauen, Zusammenhänge zu verstehen. Staunen, Fragen, Zugreifen, Ausprobieren, Spielen - in diesen Formen drückt sich Pioniergeist aus. Er ist der Motor eines Lernens, das vom Kinde ausgeht, bei dem das Kind ‚das Heft in die Hand nimmt‘ und nicht abwartet, bis ihm ein Lernangebot gemacht wird. Diesen Pioniergeist bringen Kinder beim Eintritt in die Schule mit (Meiers 2008, 167).

Viele Pädagogen haben jeweils einen mehr oder weniger abweichenden Katalog anthropologischer Merkmale aufgestellt bzw. wie Meiers bestimmte Merkmale als normal für Kinder bezeichnet. Ein empirischer Beleg fehlt bislang.

Das Oldenburger Projekt *Fotoanalytische Vergleichsuntersuchung zur Persistenz anthropologischer Handlungsmuster* soll empirische Belege für die Frage liefern, welche Handlungsmuster weltweit identisch sind und häufig genug vorkommen. Dazu wurden in vier Kontinenten im öffentlichen Raum Fotos von Kindern aufgenommen.

Ziel war es, diejenigen Verhaltensmuster herauszukristallisieren, die unabhängig von der jeweiligen Natur des Kindes kulturübergreifend gemeinsam sind. In die Untersuchung wurden ca. 30.000 Fotos von Kindern zwischen vier und zwölf Jahren einbezogen. Dabei wurden Fotos aus folgenden Ländern ausgewertet: Laos, Kambodscha, Vietnam, Bali, China, Jordanien, Syrien (2009), Chile, Argentinien, Peru, Venezuela, Guatemala, Belize, Honduras, Tansania, Deutschland, Lettland, Zypern und Irland.

An diesem Projekt arbeiten gegenwärtig die beiden Doktorandinnen Judith Schmeertmann und Yani Zheng (2015). Die Daten sind mittlerweile ausgewertet.



Abb. 3: Bewegungsfreudiges Mädchen in Vietnam

Dabei sind die folgenden Oberkategorien als generell in allen Teilstichproben nachweisbar gewesen:

- Bewegung
- Beschäftigung mit (kleinen) Dingen
- Interaktion/Freundschaft
- Fokussierung der Aufmerksamkeit für Besonderes in der Umgebung
- Zuwendung suchen, geben und bekommen, inklusive Biophilie
- Beschäftigung mit dem eigenen Körper und der eigenen Kleidung

Die bisher vorliegenden Auswertungsergebnisse zeigen ganz eindeutig, *das wichtigste Bedürfnis von Kindern weltweit ist die Bewegung* (siehe Abb.3).

An zweiter Stelle steht der *Umgang mit kleinen Dingen und Objekten*. Kinder wollen sich mit ihrer Umgebung und den sie umgebenden Dingen beschäftigen (siehe Abb. 4).



Abb. 4: Junge in Laos zeigt Interesse an kleinen Dingen

Wir müssen also Gelegenheiten bieten, dass Kinder sich mit Sand, Steinen, Matsch, Holzstücken, Pflanzenteilen und vorgefertigten Objekten beschäftigen. Wenn wir ihnen die Beschäftigung mit Dingen ermöglichen, haben wir sie ihrer Natur angemessen angeregt. Als wichtiger Schritt in diese Richtung ist der Aufbau einer kleinen eigenen Lernwerkstatt zu nennen.

Unsere empirischen Daten zeigen, dass die *Interaktion zwischen Kindern*, manchmal als Freundschaft zu identifizieren, manchmal als bloßes Miteinander im Austausch und in Kooperation, ein besonderes Bedürfnis von Kindern darstellt, das welt-

weit belegbar ist. Unsere pädagogischen Anregungen im Sachunterricht sollten also immer wieder soziale Interaktionsmöglichkeiten einschließen. Aufgaben für Gruppen oder Paare von Kindern ermöglichen die Weiterentwicklung sozialer und interaktiver Kompetenzen von Kindern. Kinder sollten oft die Chance haben, in Sitzkreisen, Spielgruppen oder Paaren das Miteinander zu erleben. So werden sie kindgerecht angeregt. Wenn Kinder gemeinsam einen Versuch durchführen und dabei laut denken, beginnen sie, das Ergebnis gedanklich zu antizipieren und erste Vermutungen aufzustellen. So gelangen sie durch die sozialen Lernformen langsam zu basalen wissenschaftlichen Arbeitsweisen.



Abb. 5: Junge in Thailand beim Erproben verschiedener Materialien

Kinder sind von sich aus kleine Entdecker und Entdeckerinnen. Sie wollen die Welt *erkunden und untersuchen*. Die Fotos, die unter die Kategorie „etwas fokussieren“ eingeordnet wurden, belegen dies deutlich (siehe Abb. 5). Wichtig ist dabei, dass nicht von außen aufgesetzte naturwissenschaftliche Versuche angeboten werden, sondern dass alles Erkunden und Versuchen aus den Fragen der Kinder erwächst. Sie müssen selbst konkrete fragwürdige Phänomene entdecken und sich darüber wundern. Denn das Staunen ist die Basis des weiterführenden Lernens.

Weil Kinder *Geborgenheit und Zuwendung brauchen* (siehe Abb. 6), sollte darauf geachtet werden, dass alle pädagogischen Schritte in einer warmherzigen Atmosphäre erfolgen. Nur wenn ein Kind sich emotional angenommen fühlt, kann es sich auch lösen und die Dinge der Welt erkunden.

Kinder können körperlich nicht immer Balance halten, sie haben noch zu lernen, ihren *Körper zu beherrschen*. Es ist wichtig, dass den Kindern Gelegenheit gegeben wird, mit sich und ihrem Körper klar zu kommen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Lernen nur dann kindgerecht ist, wenn es generell in einer positiven emotionalen Atmosphäre



Abb. 6: Mädchen in Vietnam sucht Geborgenheit

stattfindet, die durch Rituale strukturiert ist und Kindern Geborgenheit gibt.

Aus den anthropologischen Merkmalen, die weltweit sicher belegbar sind, kann über die Zuwendung hinausgehend ein 5-Punkte-Katalog für kindgemäßes Lernen aufgestellt werden. Diese Punkte sind:

1. Bewegung
2. Kleine Dinge
3. Ich-Du-Wir-Beziehung
4. Sich-Wundern
5. Körper

Für die Dimension „Sich-Wundern“ sei hier ein Praxisbeispiel mit dem Titel

Wasserrose (vgl. Kaiser 2015, 206) vorgestellt.

Aus Papier wird eine schemenhafte Blume geschnitten, die Blütenblätter eingeknickt. Diese Blüte wird auf eine Wasseroberfläche in einer größeren Schale gelegt. Allmählich entfaltet sich die Blüte ohne weiteres Zutun. Nun kann überlegt und erprobt werden, ob sich dieses Phänomen auch bei anders geformten Blütenblättern, bei verschiedenen Papiersorten, unterschiedlich bemalten Blüten, von innen geschnittenen Blütenblättern etc. auch zeigen lässt. So können verschiedene Varianten versucht werden und gemeinsam an diesem erstaunlichen Phänomen diskutiert werden, wie es wohl zu erklären sei. Wichtig ist es dabei, ruhig zu beobachten und zu überlegen und genau untereinander auszutauschen, um wirklich kommunikativen Sachunterricht zu erreichen.

Die Organisationsformen eines derartigen differenzierten, handlungsorientierten Sachunterrichts können verschieden sein. Hier seien nur drei Formen unterschieden:

- Stationenlernen mit Handlungsmaterial
- Differenzierte Freie Arbeit (Buffetmodell/Arbeitskarten) und Gesprächskreise

- Projekte um gemeinsame Fragen

Wichtig ist es dabei, dass der Unterricht insgesamt den Prinzipien nachhaltigen Sachunterrichts entspricht. Dazu zählen die Kriterien:

- Kommunikativ
- Handelnd
- Problemorientiert
- Inhaltlich breites Spektrum
- Anthropologisch fundiert (also an Kinder-Neugier orientiert, problemfokussiert und mit konkreten alltäglichen Dingen umgehend)

Je mehr diese Punkte miteinander in der pädagogischen Praxis verbunden werden, umso stärker wird die Wirkung auf Kinder sein. Denn nur wenn wir von den kindlichen Wesensmerkmalen ausgehen und sie entsprechend anregen, werden wir produktives Lernen ermöglichen.

5. Didaktische Grundsätze und Wege

Für einen nachhaltigen Sachunterricht sollen im Folgenden verschiedene Wege vorgestellt werden. Dabei geht es vor allem um drei Schwerpunkte, aus denen didaktisch nachhaltiger Sachunterricht für die Kinder entwickelt werden kann, nämlich:

- aus positiven Naturerfahrungen,
- aus dem Nachdenken über Veränderungsmöglichkeiten,
- aus dem Erfahren positiver Alternativen.

5.1 *Weg 1: Naturverbundenheit herstellen*

Naturverbundenheit ist das Gegenparadigma zur Katastrophenpädagogik. Gerade um Kinder zu stärken und eine positive Weltsicht zu fundieren, ist die positive Naturerfahrung eine wichtige Basis, um die Motivation zu entwickeln, diese unsere Welt als erhaltenswert zu erleben. Dabei geht es für die Grundschule konkret um folgende Aspekte:

- Achtung vor der Natur
- Abbau von Allmachtsphantasien und Respekt vor der Natur
- Wertschätzung der Natur
- Natur konkret erfahren: ästhetische Zugänge, Kreativität durch komplexe Naturerfahrung
- Glückliches mit der Natur erleben
- Emotionale Zugänge: Tiere in der Klasse halten

Die konkrete Naturerfahrung und -liebe ist der Garant für das Prinzip Hoffnung und eine positiv besetzte Pädagogik, um in einer Zeit der Katastrophen nicht zu resignieren.

5.2 Weg 2: *Abbau der didaktischen Herrschaftsprinzipien*

Diese bereits oben ausgeführten Prinzipien seien hier nur noch einmal stichpunktartig in Erinnerung gerufen:

- Mehrere Lösungswege zulassen, Inhalte von verschiedenen Seiten betrachten, offene Probleme als Unterrichtsinhalte, kein Zwang zu eindeutigen Lösungen/Ergebnissen
- Zeit bei jedem Unterrichtsinhalt für die eigenen Gefühle, Wahrnehmungen und Gedanken der Kinder lassen
- Schonung als Gegenbegriff zur Risikoproduktion
- Nicht expansiv, sondern intensiv lehren und lernen

Wichtig ist, dass dieser methodische Weg gleichzeitig als Modell erfahren wird, wie nachhaltig und respektvoll mit der Welt umgegangen werden kann.

5.3 Weg 3: *Beobachten lernen*

Das Beobachten ist das A und O guten Sachunterrichts, denn nur aus der Wirklichkeit können Erkenntnisse gewonnen werden. Naturobjekte haben keine klaren Formen wie Dreiecksplättchen und verlangen genauere Aufmerksamkeit. Deshalb ist es besonders produktiv, an Naturobjekten das Beobachten zu lernen. Hier sei nur ein kleines Praxisbeispiel (vgl. Kaiser 2014, 108) vorgestellt: In einen Schuhkarton wird ein kleines Papplabyrinth gelegt. Auf dem Boden liegt eine keimende Kartoffel, im Deckel

gibt es ein kleines Loch für den Lichteinfall. Kinder können am Karton genau hören, wie manchmal die Keimlinge sich durch die Pappklappen und -öffnungen im Inneren des Kartons durchzwängen und schrittweise zum Licht hinaus wachsen.

5.4 Weg 4: Staunen lernen

Das Staunen ist die Basis des Fragens und Lernens. Das Staunen bringt Achtung vor der Umwelt hervor und damit die Grundhaltung nachhaltigen Denkens. Gerade im Kontext erneuerbarer Energien gibt es viel zu staunen. So kann man mit kleinen Fingerhüten aus schwarzem Papier, weißem Papier oder Alufolie beginnen und die eigenen Finger mit den verschiedenen Fingerhüten gleichzeitig an die Sonne halten. Die Kinder spüren, welche Finger sich am schnellsten von der Sonne erwärmen lassen und können über das Staunen zu weiteren Versuchsvarianten kommen.

5.5 Weg 5: Hegen und Pflegen

Zur Qualifikation für nachhaltige Lebenspraxis gehört die Übernahme von Verantwortung in der Welt. Nichts ist dazu hilfreicher als die Erfahrung der Verantwortung für die belebte Natur, für Pflanzen und Tiere. Deshalb empfehle ich für jede Grundschulklasse, ein kleines Beet für den Pflanzenanbau auf dem Schulgelände zu errichten. Es reicht schon ein durch drei übereinander gestapelte alte Autoreifen umgrenztes Beet, auf dem Kartoffeln, Kräuter oder Erdbeeren und andere Früchte angebaut werden können. Auch ein Tier ist ein wesentlicher Motivationsfaktor für Kinder, die Schule als lebenswert zu empfinden. Die Lernprozesse sind enorm, wenn Kinder die Verantwortung für ein in der Klasse lebendes Tier übernehmen, seien es Wüstenrennmäuse (vgl. Kaiser 1994), Regenwürmer oder Wasserschildkröten.

5.6 Bilanz: Nachhaltiger Sachunterricht

Damit Sachunterricht nachhaltig wirkt, ist es wichtig, dass er lernwirksam gestaltet wird. Deshalb gilt es:

- adaptiv an den Lernvoraussetzungen der Kinder anzuknüpfen,
- den Sachunterricht kommunikativ zu gestalten, so dass mehr Zeit für

das Abwägen verschiedener Denkwege, Erklärungsmuster und Vorstellungen zur Verfügung steht,

- differenzierte und verzweigte Lernanregungen anzubieten.

Methodisch sollten bei der Feinplanung die folgenden fünf Prinzipien nachhaltigen Sachunterrichts umgesetzt werden, nämlich:

1. das Ansetzen an kindlicher Motivation und deren Weiterentwicklung,
2. die Priorität auf der Eigenaktivität kindlichen Lernens anstelle auf bloßes Belehren zu legen,
3. von der kindlichen Sprache anstelle der von außen gesetzten Fachbegriffe ausgehen,
4. das Prinzip „Kinder lernen von Kindern“ möglichst umfassend zu entfalten,
5. und das Prinzip des Erfolgs beim Lernen durch einfache, kindgerechte und gut durchschaubare Versuche mit Alltagsmaterialien zu ermöglichen

Ein derartiger Unterricht verlangt spezielle Qualifikationen. Ich unterscheide dabei fünf Kompetenzbereiche von Erwachsenen, also Eltern, Erzieherinnen sowie Erziehern und anderen begleitenden Erwachsenen, die es in der Ausbildung wie in der Fortbildung herzustellen gilt:

1. Die Fähigkeit, den Fragen der Kinder zuzuhören
2. Die Geduld, immer wieder die Kinder auf genaues Hinschauen hinzuweisen
3. Die Ruhe, Kindern Zeit zu lassen beim Nachdenken
4. Das sich selbst Zurücknehmen, um nicht Antworten vorweg zu geben, sondern als Lernbegleitung nur Impulse zum Denken anzubieten
5. Die Fachkompetenz, um die Kinder auf andere Lösungen und Sichtweisen orientieren zu können

Derartig qualifizierte Lehrerinnen und Lehrer können einen solchen Sachunterricht besser umsetzen, wenn er auch in das Umfeld einer nachhaltigen Schule eingebettet ist. Nachhaltiges Lernen muss strukturell durch die Erfahrungen und die Lernumgebungen unterstützt werden. Das heißt

für die Schule, die Nachhaltigkeit fördert, sind folgende Bedingungen sehr produktiv:

- Kinder brauchen Räume für Selbstwirksamkeit und Selbstverwirklichung in der Schule. D. h. die Schule muss von der verordneten Stundenschule Abschied nehmen und ein lebendiges Schulleben mit vielen Möglichkeiten zu sozialer Gestaltung anbieten.
- In der Schule muss Raum für forschendes Lernen und Präsentation von Ergebnissen geöffnet werden. Dazu gehört auch Raum für Rollenspiele und Recherche, wie eine für Kinder zugängliche Bibliothek und Mediathek.
- Die Schule muss Raum für die Persönlichkeit jedes Kindes eröffnen, subjektive Präsentation ermöglichen und für Spiel, Feste und Feiern Raum geben und die Teilnahme an öffentlichen Events, wie z.B. *Carnival der Kulturen*, anbieten.
- Eine nachhaltige Schule muss auch von ihrem Programm den Schutz der Umwelt als Lernprinzip anbieten. Dazu gibt es unendlich viele Möglichkeiten des schulischen und gesellschaftlichen Einsatzes einer Schule, von denen hier nur wenige Beispiele angeregt werden
 - > Kinder als Energiewächter,
 - > Klassen als Baumpaten,
 - > schulisches Schulfrühstückmonitoring, Beobachtung des Restmüllaufkommens nach dem Schulfrühstück.

Wichtig ist, dass das Schulleben, die täglichen Erfahrungen und die Unterrichtsinhalte und -prinzipien immer wieder Anregungen und Herausforderungen bieten, dass Kinder sich mit Fragen der Nachhaltigkeit auseinandersetzen und so allmählich eine komplexe Wissens- und Einstellungsstruktur herausbilden können.

Literatur

Becher, Andrea u.a. (2013) (Hrsg.): Kommunikativer Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider.

Beck, Ulrich (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

- Bölts, Hartmut (2002): Dimensionen einer Bildung zur nachhaltigen Entwicklung. Grundlagen der Schulpädagogik. Band 45, Baltmannsweiler: Schneider.
- BUND/Misereor (Hrsg.) (1995): Zukunftsfähiges Deutschland. Basel.
- Hauenschild, Katrin/Bolscho, Dietmar (²2015): Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Joachim Kahlert u. a. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 194-199.
- Kaiser, Astrid (1994): Statt Sendung mit der Maus – viele Stunden mit Wüstenrennmäusen für Aussiedlerkinder. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, Jahrgang 22, H. 5, 228-231.
- Kaiser, Astrid (²2003): Anders lehren lernen. Ein Übungskurs für emotional fundierte Lehrkompetenz. Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (2014): Praxisbuch handelnder Sachunterricht. Band 4, Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (¹⁴2015): Praxisbuch handelnder Sachunterricht. Band 1, Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (²2016a): Praxisbuch handelnder Sachunterricht. Band 2, Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (⁶2016b): Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid: Lernwerkstatt Sachunterricht: Als Virtuelle Arbeitsumgebung von N-21, <http://nibis.ni.schule.de/~lesa21/> (20.10.2016).
- Kleber, Eduard W. (⁴2008): Umweltbildung. In: Astrid Kaiser (Hrsg.): Lexikon Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider, 218-219.
- Langeveld, Martinus J. (1968). Studien zur Anthropologie des Kindes. Tübingen: Max Niemeyer.
- Meiers, Kurt (²2008): Sachunterricht für den Schulanfang. In: Astrid Kaiser, Detlef Pech (Hrsg.): Lernvoraussetzungen und Lernen im Sachunterricht. Basiswissen Sachunterricht Band 4, Baltmannsweiler: Schneider, 167-172.
- Noddings, Nel (1992): The Challenge to Care in Schools. An Alternative Approach to Education. New York: Teachers College Press.
- Soostmeyer, Michael (2002): Genetischer Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider.
- Zheng, Yani (2015): Are children's behavior patterns consistent across cultures? A comparative photo analysis from a new anthropological perspective. In Klauudia Schultheis u. a. (Hrsg.): Children's perspective on school, teaching and learning. Berlin u. a.: LIT.

Bildung für nachhaltige Entwicklung – (k)ein Thema für den Sachunterricht?

Matthias Barth (Leuphana Universität Lüneburg)

Kindheit im Anthropozän

Kinder sehen sich heute mit einer zunehmend komplexeren Welt konfrontiert, in der sie sich orientieren lernen sollen. Auswirkungen dieses globalen Phänomens sind dabei keineswegs nur abstrakt und unverbunden mit ihrer Lebenswelt, sondern sind vielmehr dort auch direkt erfahrbar oder zumindest kommunikativ vermittelt. So haben es beispielsweise der Klimawandel und dessen Auswirkungen nicht nur in das gesellschaftspolitische Bewusstsein und auf die Frontseite der Medien gebracht, auch für Kinder wird dies als Thema beispielsweise in den Kindernachrichten regelmäßig aufgearbeitet (vgl. Krauß 2013). Globale Konflikte und daraus resultierende Fluchtbewegungen sind im direkten Umfeld erlebbar und schlagen sich in der Integration neuer Mitschülerinnen und Mitschüler nieder.

Die zunehmende Verflechtung globaler und lokaler Einflüsse, der technologische Fortschritt und seine Auswirkungen auf gesellschaftliche Prozesse ebenso wie auf die Umwelt und schließlich die zunehmende Geschwindigkeit und Dynamik mit der Veränderungsprozesse vorstattengehen sind dabei keine momentane Ausnahmesituation, sondern werden stattdessen das Leben heutiger Kinder im 21. Jahrhundert prägen. Mit der vom niederländischen Chemiker und Nobelpreisträger Paul Crutzen eingeführten Bezeichnung „Anthropozän“, dem Zeitalter der Menschenzeit, wurde für diese Entwicklungen ein Begriff gefunden, der zusammenfassen soll, wie der Mensch heute maßgeblich die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse beeinflusst und

damit in nie gekannter Weise Spuren auf dem Planeten hinterlässt (vgl. Crutzen 2002; Steffen u. a. 2015).

Die heutige Kindergeneration ist damit die erste, die nunmehr auch offiziell bestätigt in einem neuen Zeitalter lebt, das unübersehbar geprägt ist vom Einfluss des Menschen und in dem wir vor neuen Herausforderungen im Geflecht der Beziehungen zwischen Natur und Gesellschaft stehen. Diese Herausforderungen dürfen dabei nicht als unausweichliche Prozesse außerhalb des eigenen Handelns angesehen werden, die ein Ohnmachtsgefühl hervorrufen können. Vielmehr gilt es, eigene Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten sichtbar und erlebbar zu machen und konkrete Lösungsansätze partizipativ zu entwickeln. Dazu bedarf es einerseits einer Orientierung, anhand derer ein offensiver Umgang mit diesen Herausforderungen angestoßen werden kann und andererseits eines Bildungskonzeptes, das begründete Hinweise darauf zu geben vermag, wie die hierzu notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten entwickelt werden können. Mit dem normativen Konzept einer nachhaltigen Entwicklung und Bildung für nachhaltige Entwicklung als darauf ausgerichtete Bildungskonzeption soll dies im Folgenden entwickelt werden.

Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung

Im Diskurs um den Umgang mit den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts nimmt das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung spätestens seit dem Brundtland-Bericht aus dem Jahre 1987 einen festen Platz in der politischen Diskussion und zunehmend auch in der Wissenschaft ein (vgl. Schneidewind 2009). Die Genese dieses ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammenden Begriffs ist an anderer Stelle ausführlich beschrieben worden (vgl. Grober 2010). Ansätze zur begrifflichen Schärfung betonen die Bedeutung unterschiedlicher Dimensionen, die zusammengebracht und gedacht werden müssen und grenzen den Begriff von einer umgangssprachlichen, oftmals in die Beliebigkeit führende Begriffsverwendung ab (vgl. Stoltenberg/Michelsen 1999; Grunwald/Kopfmüller 2006; Ott/Döring 2004). Übereinstimmend wird dabei betont, dass dem Konzept einer nachhaltigen Entwicklung im Kern gerechtigkeitstheoretische Überlegungen zugrunde liegen. Im Zentrum steht die Frage, wie ein gutes Leben heute und morgen für alle Menschen zu erreichen ist.

Damit verbunden sind Fragen der Ausgestaltung des Mensch-Umwelt-Verhältnisses und wie wir den Zugang zu und Umgang mit Ressourcen intragenerationell, also in der heutigen Generation, zwischen den Menschen – und damit insbesondere zwischen dem Globalen Süden und Norden – gerechter gestalten und wie wir diesen Zugang auch für zukünftige Generationen ermöglichen wollen.

Mit Blick auf die Verfügbarkeit von Ressourcen und den Einfluss des Menschen auf die Grundlagen menschlichen Lebens hat in den letzten Jahren das Konzept der planetaren Grenzen an Bedeutung gewonnen (vgl. Rockström u.a. 2009; WBGU 2011). Gestützt auf umfangreiche empirische Arbeiten sind wir heute in der Lage nicht nur benennen zu können, welche Prozesse und Eingriffe des Menschen die Tragfähigkeit der Erde überschreiten, sondern auch wo die Grenzen dieser Tragfähigkeit liegen. Das auch in der öffentlichen Diskussion immer wieder diskutierte *2-Grad-Ziel* ist ein Ausdruck dieser Suche nach den Grenzen der Tragfähigkeit (vgl. Luhmann 2010). Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung nimmt jedoch nicht nur diese planetaren Grenzen in den Blick, sondern geht einen Schritt weiter und fragt nach den Grundbedürfnissen, die *ein gutes Leben* ausmachen. Solche Grundbedürfnisse, die beispielsweise den Zugang zu Bildung, zu sauberem Trinkwasser aber auch Geschlechtergerechtigkeit umfassen (vgl. Watene 2013), wurden von Martha Nussbaum und Amartya Sen unter dem Begriff des Ansatzes der Verwirklichungschancen (*Capability Approach*) in die Diskussion eingeführt (vgl. Nussbaum/Sen 1993). Verbinden wir nun diese beiden Ansätze der planetaren Grenzen einerseits mit den menschlichen Grundbedürfnissen oder Mindeststandards heute und in Zukunft andererseits, so lässt sich nachhaltige Entwicklung als ein Entwicklungspfad beschreiben, der von inneren und äußeren Leitplanken bestimmt ist, die nicht überschritten werden dürfen, der aber zugleich offen ist für unterschiedliche Wege und Ausgestaltungen in diesen Grenzen (vgl. Raworth 2012; Leach u.a. 2013). Mit der 2015 beim UNO-Nachhaltigkeitsgipfel verabschiedeten Agenda 2030 sind insgesamt 17 Nachhaltigkeitsziele (*Sustainable Development Goals*) formuliert, die aufzeigen, wie der Versuch, solche Entwicklungsprozesse voranzutreiben, ausgestaltet werden kann.

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Stellen wir uns der Herausforderung, zu bestimmen, was das Wesen einer nachhaltigen Entwicklung tatsächlich ausmacht, so wird die Notwendigkeit von gesamtgesellschaftlichen Such- und Verständigungsprozessen deutlich, in deren Zentrum die Frage steht, welche Normen, Werte und Regeln und ebenso welche Arten von Wissen notwendig sind, um eine Entwicklung hin zu einer nachhaltigeren, zukunftsfähigeren Gesellschaft aktiv mitgestalten zu können. Damit sind individuelle ebenso wie gesellschaftliche Lernprozesse angesprochen und Bildungsprozesse und deren Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung geraten in den Fokus.

Das Aufkommen von Bildung für nachhaltige Entwicklung als Bildungskonzeption, die Lernprozesse für eine nachhaltige Entwicklung in den Mittelpunkt stellt, lässt sich dabei einerseits als Ausdruck (bildungs-) politischer Willensbildungsprozesse und andererseits als Konzept der pädagogischen Praxis verstehen.

Von der Agenda 21, in der die Bedeutung von Bildung für nachhaltige Entwicklung erstmals explizit betont wurde, über den Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 in Johannesburg hin zur UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung lässt sich nachvollziehen, wie die Rolle von *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung* zunehmend in den Mittelpunkt gerückt wurde. Folgerichtig werden die Aktivitäten und Erfolge der 2014 zu Ende gegangenen UN-Dekade aktuell in einem Weltaktionsprogramm aufgegriffen, das international wie bereits die Dekade durch die UNESCO koordiniert wird. Aufbauend auf den Ergebnissen der UN-Dekade zielt das Weltaktionsprogramm auf die Weiterentwicklung und Intensivierung konkreter Maßnahmen, um erstens eine Neuorientierung von Bildung und Lernen zu erreichen und zweitens eine „Stärkung der Rolle von Bildung und Lernen in allen Projekten, Programmen und Aktivitäten, die sich für eine nachhaltige Entwicklung einsetzen“ (UNESCO 2014, 14) zu forcieren.

Betrachtet man daneben die Verbreitung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in der pädagogischen Praxis, so ist diese gekennzeichnet von einer Entwicklung, die von einzelnen Modellprojekten und Initiativen von besonders engagierten Akteuren hin zu einer stärkeren Breitenwirkung und einer intensiveren Auseinandersetzung mit dem Konzept führte.

In Deutschland standen diese Bemühungen insbesondere im schulischen Bereich unter dem Einfluss des BLK-Programms „21“ (1999-2004) und des Folgeprogramms „Transfer-21“ (2004-2008), an denen sich Schulen aus 15 Bundesländern intensiv beteiligten. Bildung für nachhaltige Entwicklung wurde dabei als Modernisierungsprogramm verstanden, das sich

nicht allein auf Veränderungen im Bereich von Umwelt- und entwicklungsbezogener Bildung beschränkt, sondern auch die zukunftsweisenden Gesichtspunkte Unterrichtsqualität und Schulentwicklung in den Blick nimmt (BLK 2005, 7).

Innerhalb dieser beiden Förderprogramme gelang es, durch unterschiedliche Aktivitäten Innovationen im Unterrichtsgeschehen und im Schulalltag zu implementieren, eine Berücksichtigung von Themen einer nachhaltigen Entwicklung über traditionelle Umweltbildungsansätze hinaus anzustoßen und nicht zuletzt Nachhaltigkeit als Profilierungsmerkmal zu nutzen (vgl. Rode 2003). Eine Evaluation der Programme bestätigt dabei den Erfolg sowohl auf Ebene der Schulen und Lehrenden (vgl. Trempler u. a. 2012) als auch auf der Ebene der Wirkung auf ausgewählte kognitive, motivationale und volitionale Schülermerkmale (vgl. Petsch u. a. 2012).

Die pädagogische Ausgestaltung von Bildung für nachhaltige Entwicklung lässt sich anhand des didaktischen Dreiecks von Zielen, Inhalten und Methoden skizzieren. Das Ziel von Bildung für nachhaltige Entwicklung besteht dabei zunächst darin, Lernende zu befähigen, den Prozess einer nachhaltigen Entwicklung mitgestalten zu können und sie dazu in die Lage zu versetzen, auch in komplexen Entscheidungssituationen zu fundierten Positionen zu gelangen (vgl. De Haan 2009). Dieses Ziel wird Gestaltungskompetenz genannt und bezeichnet dabei ein Konglomerat an Fähigkeiten und Fertigkeiten, um „die Zukunft von Sozietäten, in denen man lebt, in aktiver Teilhabe im Sinne nachhaltiger Entwicklung modifizieren und modellieren zu können“ (De Haan/Harenberg 1999, 60).

Für die sinnhafte Auswahl von Inhalten, mit denen der Erwerb von Gestaltungskompetenz unterstützt werden kann, bedarf es begründeter Kriterien, die eine Selektion besonders relevanter Fragestellungen

und Themen erlauben. Dies erscheint aus zwei Gründen wesentlich: denn erstens schreibt Bildung für nachhaltige Entwicklung explizit keine *verbindlichen* Inhalte vor, da einerseits unterschiedlichste Lernanlässe geeignet erscheinen, zu lernen, gesellschaftliche Entwicklungen mitzugestalten und andererseits die Wandelbarkeit heute relevanter Inhalte in der Zukunft sowie in anderen kulturellen Kontexten mit zu berücksichtigen ist (vgl. Künzli David 2007). Zweitens bieten Anknüpfungspunkte wie die Agenda 21 eine solche thematische Fülle, dass eine Einschränkung dringend notwendig erscheint. Für die Selektion geeigneter Inhalte bietet sich eine Orientierung aus wissenschaftlicher wie auch didaktischer Sicht an. Verbindet man Kriterien der Nachhaltigkeitsforschung mit denen der Didaktik nach Klafki so lassen sich Inhalte danach begründet auswählen, die (1) eine hohe Relevanz haben, (2) für die es eine besondere Verantwortung gibt und mit denen sich (3) spezifische Möglichkeiten eröffnen (vgl. ausführlich Barth 2015). So hat beispielsweise die Frage, wie wir unsere Mobilitätsbedürfnisse zukünftig gestalten wollen eine hohe Relevanz sowohl für den Lernenden selbst, da Mobilität eine zentrale Rolle in unserem Alltagsleben spielt und eng verknüpft mit Erfahrungen unserer Lebenswelt ist. Zugleich ergibt sich die Relevanz auch lokal und global für die Gesellschaft und wirft Fragen auf, die weitreichende Folgen auch in die Zukunft haben. Verantwortung ergibt sich aus den direkten und indirekten Folgen der mit Mobilität verbundenen persönlichen Entscheidungen und der Bedeutung für die zukünftigen Entfaltungsmöglichkeiten jedes Einzelnen. Schließlich sind mit diesem Thema weitreichende Gestaltungsmöglichkeiten verbunden, die ein individuelles wie auch gesellschaftliches Handeln ermöglichen und exemplarisch für Mitgestaltungsoptionen gelten können.

Mit dem Fokus auf Gestaltungskompetenz und den den Kompetenzerwerb fördernden relevanten Inhalten werden auch neue Anforderungen an das Lehren und Lernen gestellt. Für den Erwerb von Gestaltungskompetenz bedarf es mehr als der bloßen Vermittlung von Wissensbeständen. Vielmehr sind innovative Methoden vonnöten, die Raum für selbstbestimmte Aneignungsprozesse lassen. Bildung für nachhaltige Entwicklung greift hierbei auf Erfahrungen und erprobte Ansätze aus den Bereichen der Umweltbildung oder des Globalen Lernens zurück und betont insbesondere die Bedeutung von selbstgesteuerten, kollaborativen und

problemorientierten Lernprozessen und entsprechenden methodischen Ausgestaltungen. Die Forderung nach problemorientiertem Lernen folgt der Feststellung, dass in traditionellen Lernprozessen häufig träges Wissen erzeugt wird, das für die Lösung praktischer Probleme oftmals nicht abrufbar ist (vgl. Gräsel 1997). Ein problemorientiertes Vorgehen eignet sich dagegen besonders zum Erwerb handlungsrelevanter Wissensbestände und zum Aufbau strategischen Handlungswissens (vgl. Reinmann-Rothmeier/Mandl 2004). Eigenverantwortliches und selbstgesteuertes Lernen wird schließlich als wesentlicher Motor des Kompetenzerwerbs gesehen. Kollaborative Lernprozesse, also das gemeinschaftliche Lernen und Arbeiten fördern darüber hinaus insbesondere die Auseinandersetzung mit Wertvorstellungen und normativen Setzungen, die mit dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung verbunden sind. Mit einer konsequenten Handlungsorientierung, die den Lernprozess von Beginn an auf die Planung und Durchführung konkreter Projekte ausrichtet, stehen die Lernenden vor der Herausforderung, jenseits von Bedrohungswahrnehmung und Betroffenheit konkrete und praktikable Lösungsvorschläge eigenständig zu entwickeln.

Bildung für nachhaltige Entwicklung als Perspektive für den Sachunterricht

Das Fach Sachunterricht erscheint aus zwei Gründen besonders anschlussfähig für eine Gestaltung unter der Perspektive von Bildung für nachhaltige Entwicklung. Als Ort sozial- und naturwissenschaftlichen Lernens in der Grundschule prägt den Sachunterricht eine genuin Perspektiven und damit Disziplinen übergreifende Herangehensweise. So betonen Hartinger und Tänzer in der Ankündigung zur 25. Jahrestagung der GDSU, dass „wohl kaum ein Begriff [...] so zentral mit der Didaktik des Sachunterrichts verbunden [ist] wie der Begriff der Vielperspektivität“ (Hartinger/Tänzer 2015, 8). Bildung für nachhaltige Entwicklung mit einer explizit interdisziplinären Betrachtung ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Aspekte bietet hierfür ein wissenschaftlich begründetes Profil und lässt Sachunterricht als problemorientiertes und integratives Fach gestalten, das nicht nur innovative Arbeitsweisen ermöglicht, sondern

in dem auch und gerade gesellschaftliche Entwicklungen zum Thema gemacht werden (vgl. Stoltenberg 2013).

Ein zweiter Begründungszusammenhang ergibt sich mit Blick auf die Zielsetzung eines vielperspektivischen Sachunterrichts. Dieser soll Kinder dabei unterstützen,

sich belastbares und geordnetes Wissen über die soziale, natürliche, und technisch gestaltete Umwelt anzueignen, sich in der modernen Gesellschaft zunehmend selbstständig und verantwortlich zu orientieren und in diesem Sinne zu handeln (Götz u. a. 2015, 18).

Schon früh schlug Kaiser in diesem Zusammenhang den Begriff der „sozialen Welterkundung“ (Kaiser 2001) vor, während Faust-Siehl mit dem Begriff der „Welterkundung“ den Aneignungsprozess von Kindern in den Mittelpunkt stellt:

Im Lernbereich ‚Welterkundung‘ sollen die Kinder nicht länger an Themen und Inhalten arbeiten, die in Lehrplänen vorgegeben sind, sondern sie sollen ihren eigenen Fragen nachgehen und dabei die Interpretations- und Darstellungsmuster der Erwachsenen für die von ihnen untersuchten Probleme kennen lernen (Faust-Siehl 1996, 61).

Bildung für nachhaltige Entwicklung bietet hier einen Orientierungsrahmen, mit dem relevante Perspektiven auf sinnhafte Fragestellungen und Herausforderungen der (Lebens-) Welt der Kinder gerichtet werden und damit ein neuer Blick auf *die Sache* im Sachunterricht eröffnet wird:

Mit dem Konzept ‚Bildung für eine nachhaltige Entwicklung‘ wird die Frage nach dem Naturverbrauch durch Dinge ebenso aufgeworfen wie die Frage, warum Dinge kulturell unterschiedlich gesehen werden oder gar unterschiedlich ausgeprägt sind (Stoltenberg 2013, 43).

Nachhaltige Entwicklung, dies machen die bisherigen Ausführungen deutlich, ist dabei weder ein weiteres Thema, das es in den Sachunterricht zu integrieren gilt, noch ist es eine bloße themenverbindende Konzeption oder Strukturierungshilfe. Insofern ist eine Abhandlung als eine von

mehreren „perspektivenvernetzenden Themenbereichen“ (GDSU 2013) oder „fächerübergreifenden Konzepten“ (Niedersächsisches Kultusministerium 2015) problematisch, da hier unberücksichtigt bleibt, dass Sachunterricht unter der Perspektive von Bildung für nachhaltige Entwicklung auch didaktisch und methodisch anders gedacht wird.

Die Konsequenzen aus einer solchen Perspektive und damit verbundene didaktische Grundsätze für einen an Bildung für nachhaltige Entwicklung ausgerichteten Sachunterricht hat Kaiser ausführlich entwickelt und beschrieben (vgl. Kaiser in diesem Band). Im Zuge der zunehmenden Berücksichtigung von Bildung für nachhaltige Entwicklung auch und gerade in der Primarstufe entstanden in den letzten Jahren zudem eine Reihe von Bildungsmaterialien, die anschaulich die vielfältigen Möglichkeiten der Umsetzung in der Grundschule im Allgemeinen und im Sachunterricht im Besonderen dokumentieren (vgl. beispielsweise AG Grundschule 2010; Künzli David 2007). Besonders hervorzuheben sind hierbei die Aktivitäten der Arbeitsgruppe um Künzli David und Bertschy, die mit der Lehrmittelreihe *Querblicke* eine umfangreiche Sammlung erprobter Unterrichtsbeispiele zugänglich machen (www.querblicke.ch).

Die Konsequenzen, die sich aus einer Gestaltung des Sachunterrichts unter der Perspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung ergeben, lassen sich zumindest in dreierlei Hinsicht näher beschreiben:

- *Sachunterricht unter der Perspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung ist perspektivenübergreifender Unterricht*
Perspektivenübergreifende Bildung für nachhaltige Entwicklung ist dabei mehr als ein vielperspektivischer Zugang, in dem oftmals ein Nebeneinander unterschiedlicher Perspektiven gewählt wird, die jeweils unabhängig voneinander behandelt werden. In Bildung für nachhaltige Entwicklung geht es um die Grundeinsicht in Zusammenhänge unterschiedlicher Aspekte, deren vielfältige Abhängigkeiten und Wechselwirkungen. Zentral ist dabei die Frage, wie Wirkungszusammenhänge wie bspw. der Zusammenhang zwischen einem T-Shirt und der Natur erfahrbar und bewusst gemacht werden können. Hierfür gilt es interdisziplinäre Zugänge zu wählen und nutzbar zu machen und Themen systematisch aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten.

- *Sachunterricht unter der Perspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung ist kompetenzorientierter Unterricht*

Mit der Zielsetzung, den Erwerb von Gestaltungskompetenz zu ermöglichen, ist ein Fokus auf Prozesse des Kompetenzerwerbs bereits angelegt. Dies hat vielfältige didaktisch-methodische Konsequenzen. So gilt es die Schülerinnen und Schüler zum eigenständigen Problemlösen zu ermutigen und zu ertüchtigen und die handelnde Auseinandersetzung des Einzelnen in den Mittelpunkt des Lernprozesses zu stellen. Zentral erscheint es hierbei, die Beteiligung der Lernenden im Lernprozess beginnend mit der Auswahl relevanter Fragen zu berücksichtigen, um die Schülerinnen und Schüler einerseits zu ermutigen, sich mit für sie relevanten Fragen in einer reflektierten Art und Weise auseinander zu setzen und ihnen andererseits deutlich zu machen, dass sie selbst Einfluss durch ihre Entscheidungen und ihr Handeln haben.
- *Sachunterricht unter der Perspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung ist grenzüberschreitend*

Mit den bisher formulierten Ansprüchen an den Sachunterricht werden das Innovationspotential aber auch die Herausforderungen deutlich. Ein solcher Unterricht ist in mehrfacher Hinsicht grenzüberschreitend. So bedarf es neuer Formen der Zusammenarbeit, um den kindlichen Erwerb von Gestaltungskompetenz zu ermöglichen. Dies betrifft einerseits die Zusammenarbeit über Fächergrenzen hinweg. Denn auch wenn Sachunterricht vielfältige Anknüpfungspunkte mit sich und sich für eine Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung besonders anbietet, so bedarf es jedoch auch der Berücksichtigung in weiteren Fächern und der fächerübergreifenden Zusammenarbeit. Dies bedeutet andererseits aber auch neue Formen der Kooperation in einem transdisziplinären Sinne anzubahnen. Sachunterricht unter der Perspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung bedarf der Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern und des Einbezugs von Experten in den Unterricht. Auf diese Weise kann die notwendige vielfältige Expertise, die es erlaubt, Fragen der Kinder aus unterschiedlichen Perspektiven nachzugehen, in den Unterricht integriert werden.

Herausforderungen für die pädagogische Praxis

Mit einer solchen Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in der pädagogischen Praxis des Sachunterrichts sind eine Reihe von Herausforderungen verbunden, die einer Ausgestaltung als *Normalfall* schulischer Praxis oftmals noch im Wege stehen. So ist der Prozess des Transfers von vereinzelt Modellschulen hin zum *Schulalltag* zwar bereits in einigen Bereichen erfolgreich vonstattengegangen (vgl. Petsch u. a. 2012). Auch sind die zahlreichen positiven Effekte, die mit einer solchen Beschäftigung verbunden sind mittlerweile gut dokumentiert und bestätigen die Sinnhaftigkeit auch und gerade aus Sicht einer allgemeinen Qualitätsentwicklung in der Schule (vgl. Birney/Reed 2009). Aber auch wenn sich mehr und mehr Schulen auf den Weg in Richtung BNE gemacht haben, so bleibt dennoch festzuhalten, dass zum einen eine Reihe von Schulen und damit von Schülerinnen und Schülern immer noch nicht erreicht werden und dass zum anderen die Art und Weise der Berücksichtigung noch entwicklungsfähig ist (vgl. Michelsen u.a. 2015).

Für die im Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung geforderte Neuorientierung von Bildung und Lernen, „sodass jeder die Möglichkeit hat, sich das Wissen, die Fähigkeiten, Werte und Einstellungen anzueignen, die erforderlich sind, um zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen“ (UNESCO 2014, 14) lassen sich zumindest drei Herausforderungen identifizieren, denen es für eine erfolgreiche Umsetzung zu begegnen gilt.

Didaktische Vielfalt in der pädagogischen Praxis stärken

Die erste Herausforderung ist direkt verbunden mit der Einsicht, dass Bildung für nachhaltige Entwicklung eben mehr ist als nur ein neues oder weiteres Thema für den Sachunterricht. Bildung für nachhaltige Entwicklung muss sich vielmehr auch niederschlagen in einer didaktisch-methodischen Vielfalt, die unterschiedliche Zugänge und Erfahrungsweisen ermöglicht. Mit den von Kaiser in diesem Band beschriebenen didaktischen Grundsätzen und Wegen und der Hinwendung zu einem Beobachten und Staunen lernen wurden dabei wichtige Aspekte bereits angesprochen. Ästhetische Zugänge, partizipative Formen des Unter-

richts und ein Einüben des systemischen Denkens in Zusammenhängen sind hierbei weitere Ansätze, denen eine besondere Bedeutung zukommt. In den bereits angesprochenen Materialien insbesondere zur Umsetzung im Sachunterricht in der Grundschule gibt es hierfür vielfältige Ideen und Umsetzungsbeispiele. Bildung für nachhaltige Entwicklung kann auf diese Weise Innovationsmotor für die unterrichtliche Praxis sein und damit einen echten Mehrwert für aktive Lehrkräfte darstellen.

Einbettung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in die Vision der Schule

Zahlreiche Beispiele aus der schulischen Praxis zeigen, wie sich Bildung für nachhaltige Entwicklung gewinnbringend auch für den Fachunterricht umsetzen lässt. Mit hohem Engagement werden solche Beispiele von einzelnen Lehrkräften entwickelt und vorangetrieben. Gleichzeitig wird deutlich, dass es nur wenigen Schulen gelingt, das Thema einer nachhaltigen Entwicklung dauerhaft und sichtbar an ihrer Einrichtung zu verankern. Offensichtlich existieren hier eine Reihe von Hindernissen und Barrieren – obwohl einer Integration von Nachhaltigkeitsaspekten zahlreiche positive Effekte auf die gesamte Schule nachgesagt werden. Dies führt oftmals dazu, dass der Grad der Integration von Bildung für nachhaltige Entwicklung an einzelnen Personen und deren Engagement hängt, nicht jedoch als dauerhafte Aufgabe der ganzen Schule angesehen wird. Einen möglichen Ausweg aus diesem Dilemma bietet der sogenannte *whole-school*-Ansatz, in dem nachhaltige Entwicklung nicht nur Eingang in das schulische Curriculum findet, sondern sich zugleich in der Schulkultur und der täglichen Schulpraxis auch außerhalb des Unterrichts widerspiegelt. Denn wenn die Beschäftigung mit Fragen einer nachhaltigen Entwicklung nicht nur im formalen Unterrichtsgeschehen geführt wird, sondern sich darüber hinaus auch im täglichen Umgang der Institution beispielsweise mit Ressourcen widerspiegelt, so stärkt dies die Motivation der Beteiligten, steigert die Akzeptanz für das Thema und wirkt damit eher auf das Verhalten und die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler (vgl. Gough 2005; Henderson/Tilbury 2004). Mit der Einbettung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in die Vision der Schule kann hierzu ein Legitimationsrahmen geschaffen werden, der das Commitment der Einrich-

tung auch nach außen hin sichtbar macht. Darüber hinaus kommt dem Prozess einer solchen Leitbildentwicklung bereits eine wichtige Rolle zu, da dies zu gemeinsamen Diskussions- und Reflexionsprozessen führt, die eine breite Akzeptanz einer solchen Ausrichtung erst ermöglichen.

Ausbau von Weiterbildungsangeboten

Nicht erst seit der Verabschiedung des Weltaktionsprogramms, in dem die Kompetenzentwicklung bei Lehrenden und Multiplikatoren als eines von fünf prioritären Handlungsfeldern identifiziert wird, wächst die Einsicht in die Schlüsselrolle von Lehrkräften für eine zukunftsfähige Umgestaltung von Bildungsprozessen und -institutionen. Bildung für nachhaltige Entwicklung als neue Perspektive auf die eigene pädagogische Praxis bringt neue Anforderungen an die Kompetenzen einer erfolgreichen Lehrkraft mit sich, auf die in der Ausbildung oftmals nur unzureichend eingegangen wurde. Hier gilt es Weiterbildungsformate zu entwickeln und anzubieten, die eine aktive Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in der schulischen Praxis ermöglichen. Für eine solche Auseinandersetzung bedarf es lebensnaher, situierter Lernarrangements, die träges Wissen vermeiden und eigene und konkrete Vorhaben zur Umsetzung in den Mittelpunkt stellen und kritisch reflektieren (vgl. Redman 2013). Weiterbildungen, in denen die teilnehmenden Lehrkräfte die Möglichkeit erhalten, Bildung für nachhaltige Entwicklung nicht nur kennen zu lernen, sondern modellhaft für ihre unterrichtliche Praxis zu entwickeln und zu erproben, entfalten ihre Wirkung damit nicht nur auf das pädagogische Können und Handeln der einzelnen Lehrkraft sondern stoßen damit zugleich Reflexions- und Veränderungsprozesse der pädagogischen Praxis in der jeweiligen Schule an.

Literatur

- AG Grundschule (2010): Grundschule gestalten lernen – Ein Kaleidoskop guter Ideen (CD).
- Barth, Matthias (2015): Implementing sustainability in higher education. Learning in an age of transformation. London: Routledge.

- Birney, Anna/Reed, Jane (2009): Sustainability and Renewal: findings from the Leading Sustainable Schools research project, file:///C:/Users/Didaktik%20der%20Chemie/Downloads/sustainability-and-renewal-full-report.pdf (11.01.2017).
- BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) (2005): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung („21“). Abschlussbericht des Programmträgers zum BLK-Programm. Stand: Herbst 2004. Bonn: BLK.
- Crutzen, Paul J. (2002): Geology of mankind. In: Nature, H. 415 (6867), 23.
- Faust-Siehl, Gabriele (1996): Welterkundung statt Sachunterricht. In: Die Grundschulzeitschrift. Plädoyer für einen neuen Lernbereich in der Grundschule, Jahrgang 10, H. 93, 60-67.
- De Haan, Gerhard (2009): Bildung für nachhaltige Entwicklung für die Grundschule. Forschungsvorhaben Bildungsservice des Bundesumweltministeriums. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- De Haan, Gerhard/Harenberg, Dorothee (1999): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Götz, Margarete u.a. (2015): Didaktik des Sachunterrichts als bildungswissenschaftliche Disziplin. In: Joachim Kahlert u.a (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 13-27.
- Gough, Annette (2005): Sustainable Schools: Renovating Educational Processes. In: Applied Environmental Education & Communication, Jahrgang 4, H. 4, 339-351.
- Gräsel, Cornelia (1997): Problemorientiertes Lernen. Strategieranwendung und Gestaltungsmöglichkeiten. Göttingen: Hogrefe.
- Grober, Ulrich (2010): Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs. München: Kunstmann.
- Grunwald, Armin/Kopfmüller, Jürgen (2006): Nachhaltigkeit. Frankfurt am Main: Campus.
- Harteringer, Andreas/Tänzer, Sandra (2015): Einladung zur 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. In: GDSU-Info November 2015, H. 62, 8.

- Henderson, K./Tilbury, Daniella (2004): Whole-School Approaches to Sustainability: An International Review of Sustainable School Programs. Report Prepared by the Australian Research Institute in Education for Sustainability (ARIES) for The Department of the Environment and Heritage, Australian Government.
- Kaiser, Astrid (2001): Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Kaiser, Astrid (in diesem Band): Nachhaltigkeit als Unterrichtsprinzip im Sachunterricht.
- Krauß, Florian (2013): Klimawandel kommunizieren: die richtigen Framings, Formate und Zielgruppen. In: Klaus-Dieter Müller (Hrsg.): Wissenschaft in der digitalen Revolution: Klimakommunikation 21.0. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 105-134.
- Künzli David, Christine (2007): Zukunft mitgestalten. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – didaktisches Konzept und Umsetzung in der Grundschule. Bern: Haupt.
- Leach, Melissa u. a. (2013): Between social and planetary boundaries: Navigating pathways in the safe and just space for humanity. In: Scientific and Cultural Organization (UNESCO) UN Educational und International Social Science Council (Hrsg.): World Social Science Report 2013. Changing Global Environments. Paris: OECD Publishing and UNESCO Publishing, 84-89.
- Luhmann, Hans-Jochen (2010): Auf welche Wissenschaft beruft sich die Politik beim Zwei-Grad-Ziel? In: GAIA, Jahrgang 19, H. 3, 175–177.
- Michelsen, Gerd u.a. (2015) (Hrsg.): Nachhaltigkeit bewegt die jüngere Generation. Greenpeace Nachhaltigkeitsbarometer 2015. Bad Homburg: VAS-Verlag.
- Niedersächsisches Kultusministerium (2015): Kerncurriculum für die Grundschule, Schuljahrgänge 1-4. Sachunterricht. Anhörfassung. Hannover.
- Nussbaum, Martha/Sen, Amartya (1993): The Quality of life. Oxford/New York: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Ott, Konrad/Döring, Ralf (2004): Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit. Marburg: Metropolis.
- Petsch, Cordula u. a. (2012): Effekte des Modellversuchprogramms Transfer-21 – Ein Beitrag zur Transferforschung und zu Effekten von BNE. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Bildung für nachhaltige Entwicklung - Beiträge der Bildungsforschung, Band 39. Bonn/Berlin, 43-70.

- Raworth, Kate (2012): A safe and just space for humanity. Can we live within the doughnut? Oxfam Discussion Papers.
- Redman, Erin (2013): Opportunities and challenges for integrating sustainability education into k-12 schools. Case study Phoenix, AZ. In: Journal of Teacher Education for Sustainability, Jahrgang 15, H. 2, 5-24.
- Reinmann-Rothmeier, Gabi/Mandl, Heinz (2004) (Hrsg.): Psychologie des Wissensmanagements. Göttingen: Hogrefe.
- Rockström, Johan u.a. (2009): A safe operating space for humanity. In: Nature 461 (7263), 472-475.
- Rode, Horst (2003): Implementation der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in Schulen. Bericht zur formativen Evaluation des BLK-Programms „21“. Teil I: Interviewstudie. Berlin: Verein zur Förderung der Ökologie im Bildungsbereich e.V.
- Schneidewind, Uwe (2009): Nachhaltige Wissenschaft. Plädoyer für einen Klimawandel im deutschen Wissenschafts- und Hochschulsystem. Marburg: Metropolis.
- Steffen, Will u.a. (2015): The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. In: The Anthropocene Review, Jahrgang 2, H. 1, 81-98.
- Stoltenberg, Ute (2013): Sachunterricht für das 21. Jahrhundert – Weltorientierung durch Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: Ute Stoltenberg (Hrsg.): Weltorientierung durch Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Theoretische Grundlagen und Praxis des Sachunterrichts in der Grundschule. Bad Homburg/Waldkirchen: VAS, 13-45.
- Stoltenberg, Ute/Michelsen, Gerd (1999): Lernen nach der Agenda 21. Überlegungen zu einem Bildungskonzept für eine nachhaltige Entwicklung. In: Ute Stoltenberg u.a. (Hrsg.): Umweltbildung – den Möglichkeitssinn wecken. NNA-Berichte, Jahrgang 12, H. 1, 45-54.
- Trempler, Kati u.a. (2012): Effekte des Transfermodellversuchsprogramms „Transfer 21“ auf Unterrichts- und Schulebene. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Bildung für nachhaltige Entwicklung – Beiträge der Bildungsforschung. Berlin, 25-42.
- UNESCO (2014): UNESCO-Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Bonn: UNESCO-Kommission.
- Watene, Krushil (2013): Nussbaum's Capability Approach and Future Generations. In: Journal of Human Development and Capabilities, Jahrgang 14, H. 1, 21-39.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin: WBGU.

Nachhaltigkeit ohne Naturverbundenheit?

Zur Hierarchie der Ziele in der Umweltbildungsarbeit

Norbert Jung

(Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde)

Nachhaltigkeit braucht gründliches Umdenken

Wir haben ein Problem mit der nachhaltigen Entwicklung. Sie will nicht so recht zur westlichen Wirtschaftsordnung passen, die mittlerweile das gesamte gesellschaftliche Leben dominiert. Es ist nicht so, dass wir nicht wüssten, dass die Natur es ist, die uns in perfekter Weise die Prinzipien der Nachhaltigkeit vorlebt und uns damit die Grundlagen einer dauerhaften Existenz zeigt. Und es ist auch nicht so, dass wir erst seit Rio '92 oder seit Hans Carl von Carlowitz¹ das Prinzip der Nachhaltigkeit erkannt hätten. Denn es wurde bereits im Mittelalter in Japan und sogar in frühgeschichtlicher Zeit von traditionellen Kulturen auf der ganzen Welt erkannt, dass man nur überleben kann, wenn man der Natur nur so viel nimmt, wie man gerade braucht (Suffizienz-Prinzip) (vgl. Diamond 2006, 346ff.; Jung u. a. 2011). Auch die Reste heutiger wenig beeinflusster traditioneller Völker denken und handeln so. Es liegt also nicht daran, dass wir Menschen nicht geeignet wären, den Sinn nachhaltigen Handelns aus Erfahrung zu begreifen und so zu handeln (was z. B. der Philosoph und Soziobiologe Eckart Voland (2006) bezweifelte). Selbst das Brundtland-Prinzip der Fürsorge für die nachkommenden Generationen war zumindest den nor-

1 Der Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz (1645-1715) „[...] formulierte [...] erstmals, dass immer nur so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch planmäßige Aufforstung [...] nachwachsen konnte [...]“ und „gilt als Begründer der Nachhaltigkeit“ (<https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/>). Diese Aussage wird in der Öffentlichkeit immer wieder benutzt, obwohl sie so nicht stimmt. Carlowitz hat lediglich den forstlichen Begriff „Nachhaltigkeit“ dafür geprägt, der heute von einer Reihe von Fachleuten für unglücklich gehalten wird.

damerikanischen Indianern bekannt, die sieben Generationen voraus dachten und den Mayas, die mit ihrem Kalender viele Generationen der Zukunft vorwegnahmen. Es ist offenbar allein die *westliche Wirtschaftsweise* und damit Zivilisation, der nachhaltiges Denken abhandengekommen ist, indem sie Gott oder das Göttliche, den Geist, aus der Natur entfernt hat und dafür das materielle Sein vergötterte.

Mein Artikel wird vielleicht manchem nicht bequem sein. Aber: Die Ressourcenübernutzung steigt unverändert weiter an. Der Welt-Rohstoffabbau stieg in den letzten 40 Jahren um das Dreifache usw. Das Leben auf unserem Planeten verarmt immer mehr, und der Reichtum und damit die dominierende Entscheidungsmacht von einigen wenigen Prozent der Menschheit steigen immer weiter an. Die Folge ist ein bisher fast ungebremster Niedergang der biologischen und kulturellen Lebensvielfalt auf unserem Planeten in Einheit mit einer weiterhin wachsenden Übernutzung der Ressourcen der Erde (Abb. 1).

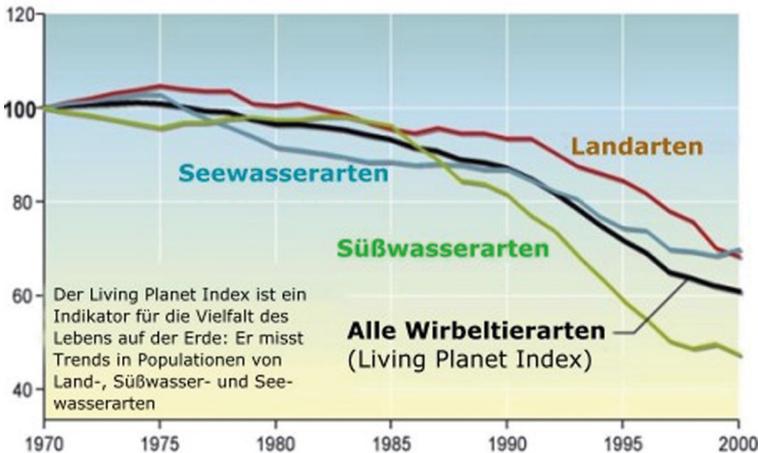


Abb. 1: Niedergang der Lebensvielfalt (mit freundlicher Genehmigung von Jürgen Paeger, http://www.oekosystem-erde.de/html/gefahrdung_der_biodiversitat.html)

Damit dürfte schon *ein* Zusammenhang erwiesen sein: Nichtnachhaltigkeit als Folge der derzeitigen kapitalistischen Wirtschaftsweise und

der damit verbundenen politischen und persönlichen Denk- und Handlungsweisen („Konsumismus“, Welzer 2013), zerstört Lebensvielfalt auf der Erde. Diese Denkweisen, die unsere Kultur lenken und beherrschen, haben bisher die stetig wachsende Naturentfremdung der Menschen nicht aufhalten können.

Dagegen könnte man einwenden, dass doch die repräsentative Umfrage *Naturbewusstsein* 2015 den Deutschen eine überwältigte Naturverbundenheit zu bescheinigen scheint (vgl. BMBU/BfN 2016). Wie jedoch methodenkritisch zu vermuten und auch von einem der Projektleiter, Dr. Fritz Reusswig, auf der Jubiläumstagung des Berlin-Brandenburger *Naturmagazin* am 3.9.2016 in Potsdam sachkundig bestätigt, spiegeln sich bei den Antworten der Befragten eher die Wünsche und vermuteten Normative (soziale Erwünschtheit) wider, als die Realität.

Für die Eingangsfeststellung, dass wir ein *Problem* mit Nachhaltigkeit haben, fällt mir ein kluger Satz von Albert Einstein ein, den er über die Weltwirtschaftskrise 1929 gesagt hat: „Probleme kann man niemals mit der gleichen Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind.“² Unter diesen Satz möchte ich meine Ausführungen stellen.

Zwar wird von der Notwendigkeit eines *Umdenkens* spätestens seit dem ersten Bericht des Club of Rome 1972 immer mal gesprochen, doch scheint das nicht so einfach, denn allzu oft wird immer wieder auf die gleichen gesellschaftlichen und politischen Selbstverständlichkeiten (Wachstum, Liberalität, Wettbewerb, rationales Denken usw.) zurückgegriffen. Wir müssen *unsere* Selbstverständlichkeiten im Denken und Handeln, auch unsere Werte, die wir oft unbemerkt konform mit den Entscheidungsträgern in Wirtschaft und Politik teilen, auf den Prüfstand stellen. Wir argumentieren täglich mit diesen Selbstverständlichkeiten, man denke nur, wie wir allzu oft sorgsam vermeiden, politisch unkorrekt zu reden. Wo haben wir das letzte Mal vor Menschen öffentlich die Überzeugung vertreten, dass das Wachstum gestoppt werden muss? Dürfen wir das in der Schule überhaupt? – Inwieweit sind es nicht bestimmte Denkweisen und Einstellungen auch in uns, die die Triebkraft der Umwelt-

2 Zit. nach dem Wirtschaftswissenschaftler Gerhard Scherhorn 2010, <https://akademiein-tegra.wordpress.com/2010/12/16/probleme-kann-man-nicht-mit-derselben-denkweise-losen-durch-die-sie-entstanden-sind/> (31.01.2017).

zerstörung sind? Ich werde also ein paar Problembereiche anreißen, denn sie haben alle mit meinem Vortragsthema zu tun.

Naturverständnis: Abstraktes Wissen oder Erfahrung und Beziehung?

Das Titelblatt der Einladung zur Tagung *Nachhaltig handeln lernen im Sachunterricht* (Universität Siegen, 5.10.2016) reißt bereits einen zentralen Problemkreis auf, dem ich zu Beginn näher treten werde (Abb. 2).



Abb. 2: Natur emotional-intuitiv erfassen oder rational verstehen? Was erfasst die Wirklichkeit umfassender? (Quelle: © tonefotografia/Fotolia)

Gezeigt wird ein schönes Landschaftsbild, das wir als Stimmung empfinden, ohne irgendwelche Analysen anzustellen: Sommerlich, freundlich, Auge und Gefühl dehnen sich aus (auch wenn es eine eintönige Monokultur zu sein scheint). Diese Landschaft ist nun übermalt mit Symbolen und Icons, die rationale, abstrakte und damit reduzierende Denkstrukturen abbilden, wie Wissenschaftler versuchen, die Wahrheit der Zusammenhänge dieser Landschaft zu erklären. Diese Zeichen regen keine Emotionen an, sondern führen zu kühlem Denken, regen den logischen

Verstand an und beschäftigen ihn. Emotion, von reduzierender und abstrahierender Ratio überdeckt. Würde uns das draußen in der Natur passieren, dass in der schönen Landschaft plötzlich rationale Symbole in der Luft herumschwebten, die unser abstraktes Denken fordern, würde es uns sicher in unserem Befinden stören.

Einer meiner Studenten, mit denen ich an einem urtümlichen Kesselmoor die persönliche emotionale Beziehung zu dieser Landschaft sich entfalten und erkunden lassen wollte, sagte hinterher in der Reflexion:

Ich stand am Rand des Moores und wollte spüren, was sich da an Beziehung entwickelt, aber dauernd schoben sich meine wissenschaftlichen Daten und Schemata zum Moor, die ich in den Vorlesungen gelernt habe, dazwischen und behinderten das Erleben.

Der Umweltethiker und Pädagoge Gernot Strey (1989) hat das schlaglichtartig so formuliert: „Menschen begegnen auf einer Wanderung nicht der Biologie, sondern der Natur“ (Strey 1989, 47). Also: Reduktive Naturwissenschaft oder eine den ganzen Menschen erfassende Naturerfahrung?

Worum geht es uns?

In den täglichen Nachrichten über die Umweltprobleme wird der Eindruck vermittelt, dass Nachhaltigkeit CO₂-Management und Beherrschen des Klimawandels seien. Auch der in jüngerer Zeit immer wieder thematisierte Erhalt der biologischen Vielfalt bleibt dagegen blass. Denken wir nachhaltige Entwicklung einmal zu Ende, dann geht es doch letzten Endes um die Erhaltung des so reichen Lebens, das diese Erde hervorgebracht hat. Und dessen Teil sind wir. So müssen wir Fragen nach unseren Bildungszielen bezüglich dieser Natur stellen: Wollen wir unseren Kindern oder auch Erwachsenen die Natur in ihrem Wesen nahebringen oder wollen wir wissenschaftliche Methodik lehren? Und glauben wir, dass naturwissenschaftliche Erklärungen, chemische Formeln und Zahlenverhältnisse die Naturverbundenheit und Liebe entstehen lassen, die Menschen dazu bringt, überzeugt und emotional für den Schutz von Natur und Umwelt einzutreten und Motivationen dazu zu entwickeln? Wissen-

schaftliches Wissen beschäftigt unser bewusstes Denken, und aktiviert neurobiologisch gesehen nur einen kleinen Teil im präfrontalen Cortex unseres Gehirns. Es ist auf ein (Handlungs-) Ziel, nicht auf die Entfaltung der Persönlichkeit und deren Leben ausgerichtet. Dagegen *empfinden* wir Eindrücke und unmittelbare Erfahrungen in der Natur und erleben sie in inneren Bildern, in Gefühlen. Das ist oft von einer Kraft, dass wir es nicht oder ganz schlecht in Worte fassen können (am ehesten vergleichbar mit einem überwältigen Musik- oder Kunsterlebnis, was mit Worten auch nur sehr unvollständig beschrieben werden kann).

Hinweise der Neurobiologie

Solche unmittelbaren Erfahrungen beim Aufenthalt in der Natur aber beschäftigen, wie es der Neurobiologe Gerald Hüther immer wieder herausgestellt hat, das Gehirn in ganzer Breite. Und das sind gut 2,5 Millionen mal mehr bit/s, als der rationale Verstand verarbeiten kann (vgl. Stengel 1999, 101f.; Nørretranders 1997, 225)! Denn dabei werden infolge der Parallelverarbeitung der aufgenommenen Wahrnehmungen im Gehirn verschiedene Instanzen (insbesondere auch emotionsverarbeitende) zugleich aktiviert und ein integrativer Eindruck erzeugt. Wenn wir uns in der Natur bewegen, nimmt das Gehirn rund zehn Milliarden bit/s auf und ist in der Lage, diese sinnvoll zu verarbeiten – allerdings zum überwiegenden Teil unbewusst (vgl. Gebhard 2009; Roth u. a. 2010; Hüther 2009). Wie soll das der Verstand mit rund 100 bit/s Datenverarbeitungskapazität bewältigen können (s. o.: Stengel 1999)? Er kann es nicht, wohl aber die unterbewussten, emotionalen und intuitionsschaffenden psychischen Instanzen. Komplexe Situationen kann, so der Neurobiologe Gerhard Roth, unser Gehirn am besten und schnellsten durch die intuitiven Systeme erfassen und beantworten, nicht die Ratio (vgl. Roth u. a. 2010, 25). Aus evolutionsbiologischer Erkenntnis ist das nur allzu verständlich. So können wir es vielleicht auch gut verstehen, dass es kein Druide oder Schamane war, der vor rund 1.000 Jahren den Satz prägte: „Du wirst mehr in den Wäldern finden als in den Büchern. Die Bäume und Steine werden dich Dinge lehren, die dir kein Mensch sagen wird.“ Es war der – sonst sehr rationale – Theologe und Kreuzzugsprediger Bernhard de Clairvaux (1090-1153), den es drängte, dies feststellen zu müssen. Wel-

Nachhaltigkeit ohne Naturverbundenheit?

cher Hochmut treibt uns eigentlich, solche Sätze für nette Folklore zu halten? Wieso nehmen wir Literaten und Künstler nicht ernst, die solche Erfahrungen immer und immer wieder gemacht und für notwendig gehalten haben?

Beziehung oder Distanz zur Natur?

Natur ist mehr als wissenschaftliche Beschreibung. Das Phänomen, das uns ergreift, wenn wir beispielsweise urplötzlich heraustreten in ein atemberaubend weites Tal mit einer bizarren Bergkulisse oder eine beeindruckende Naturlandschaft überhaupt betreten, nennen verschiedene Philosophen (vgl. Schmitz 2014, Böhme 2013, Theobald 2003) *Atmosphäre*, da wir in eine bereits vorhandene informationelle Komplexität geraten und unsere Psyche primär wortlos („unsagbar“) in emotionale Resonanz, in Beziehung tritt (siehe Abb. 3 und 4).



Abb. 3: Mount Shasta in Nordkalifornien – für die Ureinwohner der Sitz des „Geistes der oberen Welt“. Den Begriff *göttlich* würde hier jeder Künstler für angemessen halten. (Foto mit freundlicher Genehmigung des Fotografen Bubba Suess)



Abb. 4: Kleiner Mensch in gewaltiger Baumkulisse der Redwoods in Nordkalifornien (Foto: Autor)

Etwas ganz Komplexes, das vorher *in uns* gar nicht da war, nicht erwartet wurde – es war in dieser Landschaft selbst, die Landschaft ‚sprach‘ uns an und unsere Emotion antwortete. Ein *Zwiesgespräch* ohne Worte geschieht, wenn man sich Zeit dafür lässt. Naturpoesie und Malerei geben dafür vielerlei Zeugnisse.

Dabei sprechen unterschiedliche Landschaften, der Meeresstrand, das Wattenmeer oder aber ein mächtiger Gebirgshochwald, in uns etwas jeweils ganz anderes an, lösen andere Gefühle, Assoziationen und Gedanken in uns aus, unwillkürlich, Sehnsüchte oder Ängste, Geborgenheit oder Unsicherheit, Wünsche oder Ehrfurcht. Das weiß jeder von uns, der sich darauf eingelassen hat. Natur macht etwas mit uns, wir sind die Empfänger. Sie verankert es in unserem emotionalen Gedächtnis, und das legt den Grundstein für Naturliebe, Achtung und Wertschätzung.

Ein großer Gelehrter, auf den sich Naturwissenschaftler gerne berufen, ist Alexander von Humboldt. Aber manches, was er sagte, würde vielen Naturwissenschaftlern von heute nicht mehr schmecken. Zum Beispiel:

Um die Natur in ihrer ganzen erhabenen Größe zu schildern, darf man nicht bei den äußeren Erscheinungen allein verweilen; die Natur muß auch dargestellt werden, wie sie sich im Innern der Menschen abspiegelt, wie sie durch diesen Reflex bald das Nebelland physischer Mythen mit anmutigen Gestalten füllt, bald den edlen Keim darstellender Kunstthätigkeit entfaltet (Humboldt 2004 [1845], 189).

Das heißt: Was die Naturwissenschaften durch Beschreibung der „äußeren Erscheinungen“ wahrnehmen, ist nicht die ganze Wirklichkeit, denn der Mensch nimmt auch, wenn er es nicht verdrängt, Emotionales und Intuitives als Wirklichkeit auf.

Die heutigen biologischen und geologisch-geografischen Naturwissenschaften bleiben nur bei den „äußeren Erscheinungen“, also bei nüchternen Daten und Fakten, dürften sich also gar nicht auf Humboldt berufen. Haben die Vertreter dieser Wissenschaften vergessen, welche Faszination und wohl auch Liebe durch Anschauung und Erleben in der Kindheit sie eigentlich zu diesen Wissenschaften hingezogen hat (vgl. Jung 2015b, 11ff.)?

Humboldt macht zudem auf etwas aufmerksam, was unser naturwissenschaftliches Bild von Natur völlig ausblendet: Natur schafft in uns „Mythen mit anmutigen Gestalten“. Es ist sicher nicht zu weit gegriffen, wenn wir die geistigen Gestalten in alten Mythen als Sinnbilder von Kräften und Wirkungen der Natur sehen (vgl. Jung u. a. 2011, darin z. B. den Beitrag von A. Kolossova). Sie sind insofern realistisch, als sie die Beziehung der damaligen Menschen zu diesen Naturprozessen darstellten. Auch hierzu können die Erkenntnisse der Neurobiologie und auch der Psychoanalyse uns Aufschluss geben: Das primäre Denken in uns geschieht in Bildern (siehe: Traum), erst danach wird es in Sprachsymbole für das Bewusstsein umgeformt.

Man kann solche „unsagbaren“, beeindruckenden Naturerfahrungen auch noch näher erläutern, wie es der Kieler Philosoph Werner Theobald (2003) mit einer gründlichen Recherche nahelegt: Die Natur ‚spricht‘ nicht in chemischen Formeln, sondern *in intuitiv* erfassbaren Zeichen zu uns, *numinos*, also nicht stofflich *analysierbar*, und wir reagieren intuitiv darauf mit Emotionen, inneren Bildern, unbewussten Bewegungen: Hingezogen sein, Staunen, Geborgenheit, ja manchmal auch Rührung

und Ehrfurcht, eben unterschiedlichen seelischen Reaktionen (vgl. Theobald 2003). Das geschieht *unmittelbar* ohne Nachdenken, nur durch das Einbezogensein in ein Naturphänomen, eine *Atmosphäre*. Diese unmittelbare Resonanz ist primär emotional, und die Gefühlserregung ist es, die dann erst Gedankenassoziationen und manchmal tiefe Erkenntnisse erzeugt.

Der Philosoph Hermann Schmitz (2008, 122) zitiert zur Veranschaulichung dessen einen Vers von Goethe:

*Ruhig Wasser, grause Höhle,
Bergeshöh' und ernstes Licht,
Seltsam, wie es unsrer Seele
Schauderhafte Laute spricht.*

Goethe hat vielfach gespürt und erfahren, dass das Wasser, die Höhle, die Bergeshöh' ihn angesprochen haben, nicht er sie. Goethe fühlte sich Humboldt in seinen Ansichten sehr nahe. Einbezogen sein in die Natur schafft eine emotionale Haltung von Nähe. Und emotionale Eindrücke lassen sich nicht so leicht vergessen, wohl aber reines Wissen. Wo können wir unseren Kindern solche emotionalen Erfahrungen ermöglichen? Im derzeitigen theoretischen Biologieunterricht in der Schule bei allem didaktischen Geschick mit großer Wahrscheinlichkeit nicht. Das belegen auch die alljährlichen Befragungen von Studenten des Studienganges „Landschaftsnutzung und Naturschutz“ an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung in Eberswalde, die ich seit 1998 regelmäßig durchführe: Schule spielte für die Entstehung ihrer Naturverbundenheit, Naturliebe und der daraus entspringenden Schutzmotivation und ihrem Nachhaltigkeitsengagement so gut wie keine Rolle, wohl aber die gemachten Naturerfahrungen, möglichst in einer naturverbundenen Familie.

Was kann Naturwissenschaft, was nicht?

Jede Wissenschaft kann nur Aussagen machen, die die Fragen ihrer spezifischen Methodik hergeben. Ein Sprachwissenschaftler kann, genau genommen, keine Fragen zur Mechanik der Himmelskörper aus seiner Wissenschaft heraus beantworten. Zu inneren seelischen Vorgängen, z. B.

emotionalen Bewegungen und Bewertungen, Beziehung, Verbundenheit, Sinn und Bedeutung – zu all diesem kann Naturwissenschaft genau genommen mit ihrer Methodik nichts aussagen. Denn sie kann Werthaltungen, Emotionen, Denken, Glauben, also Geistiges eines Menschen, nicht von außen beschreiben, messen und experimentell prüfen (beweisen). Die psychischen Vorgänge aber sind die *subjektive Seite von Wirklichkeit*, die letztendlich jeden Organismus und auch jeden Menschen steuert (auch den Naturwissenschaftler!), von innen heraus, so wissen es spätestens Systemtheorie, Psychologie und Verhaltensbiologie. Das lenkt sein Handeln, das Wissen ist lediglich ein Instrument dafür.

Nach dem oben erwähnten Zitat von Gernot Strey wäre es z. B. falsch zu sagen: H_2O ist Wasser. Genauer müssten wir sagen: Wenn wir Wasser nehmen und uns nicht hineinlegen oder es trinken, sondern nur einer chemischen Analysemethodik unterwerfen, finden wir Strukturen, deren Bedeutung wir nicht direkt verstehen können und die wir daher erst einmal künstlich sprachsymbolisch als H_2O bezeichnen. Oder nehmen wir ein anderes Beispiel: Der Begriff Wärme dürfte eigentlich in der Physik gar nicht verwendet werden, denn dass etwas *warm* ist, können wir nur durch unsere Wahrnehmung, also eine Information, feststellen: Er ist ein wahrnehmungspsychologischer Begriff und gehört damit, rein methodisch, eigentlich in die Geisteswissenschaften (vgl. von Uexküll 1953). Die Naturwissenschaft muss, aus methodischen (und auch aus den genannten neurobiologischen) Gründen unseres bewussten Denkens, die Wirklichkeit durch ihren methodischen Filter reduzieren³. Damit aber bildet sie nur einen Teil der Wirklichkeit ab, den, den ihre Methodik hergibt. ‚Die Speisekarte ist nicht die Speise‘, hat Paul Watzlawick gesagt, und die Landkarte ist nicht das Land. Was über Natur *gesagt* wird, ist nicht, was Natur *ist*. Aber so, wie wir in der Schule etwas über die Natur lernen, wurde und wird häufig so getan, als ob die Natur nichts anderes als ein Uhrwerk aus lauter chemischen Verbindungen ist. Diese Vorstellung entstand aus der sogenannten Aufklärung heraus, als man die mechanische Physik und die Mechanik von Maschinen entdeckte und sich an den eige-

3 Das meinte Humboldt (s. obiges Zitat) mit „nicht bei den äußeren Erscheinungen [...] verweilen“ (Beschreiben, Messen, Wiegen, Experimentieren), denn über den Teil der Wirklichkeit „wie sie [die Natur] sich im Innern der Menschen abspiegelt“ kann Naturwissenschaft durch ihre eingegrenzte Methodik nichts aussagen.

nen Fähigkeiten des Machens entzückte. Aber sie entspricht nicht dem, was Leben ist (vgl. von Uexküll 1953; 1999; Hartmann bei von Uslar 1999 u.a.).

Die naturwissenschaftliche Haltung begibt sich in *Distanz* zur Natur und muss es tun, weil sie von außen betrachtet, misst und beschreibt, Proben entnimmt – ohne eine emotionale Beziehung herzustellen (vgl. Wilber 1999, Theobald 2003). Sie nennt es *Objektivierung*, also für alle Menschen über einen Kamm geschoren. Es ist der *ES-Modus* unserer Psyche (Distanz, Dritte-Person-Perspektive), wie es der Religionsphilosoph Martin Buber im Gegensatz zur *DU-Haltung* (Beziehung, Erste-Person-Perspektive) beschrieb (vgl. Buber 1984; Singer bei Günzl o.J.; Wilber 1999). Im ES-Modus wäre ich z.B., wenn ich mit jemandem in gemütlicher Runde säße und plötzlich *über* einen Anwesenden reden würde, ohne *mit* ihm zu reden. So, als ob die Person gar nicht da ist. Wir finden das dann unpersönlich, aber es wäre der Modus der beschreibenden Wissenschaft, der Distanz. Wenn ich mit dem Menschen aber in der DU-Haltung spreche, mich dem Gespräch einfach hingebe, dann kann das ein wunderbares, lustiges, sympathisches oder auch geistreich vergnügliches Gespräch sein. Es wäre der Modus der *Beziehung*, der Nähe, des Dialogs, des Einbezogenseins, genau genommen: des gelebten Menschseins.

In einer Zeit, in der wir zu Recht von zunehmender Naturentfremdung sprechen, ist es fraglich, ob es noch verantwortbar ist, in der Schule weiterhin die Dominanz einer kalten, distanzierenden Welterklärung durch die Naturwissenschaften aufrecht zu erhalten, die nur abstrakte und symbolische Wissensinhalte erzeugt, nicht aber eine emotionale Zuneigung, Wertschätzung und damit Persönlichkeitsentwicklung. Denn auch gegenüber der Natur können wir die Haltung der Distanz einnehmen, beschreibend, messend und analysierend oder die Haltung von Nähe und Beziehung, erlebend, erfahrend, dialogisch, emotional. Dass man dabei *nebenbei* auch viel lernt und Erfahrungswissen ansammelt, weiß jeder, der als Kind viel in der Natur war. Es geht nicht darum, die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zu ignorieren, sondern eher deutlich zu machen, dass sie nur ein Bild der Wirklichkeit wiedergeben, und dass unsere Emotionen und Intuitionen dieses Bild vervollkommen und damit menschlicher machen.

Bildung, Gesellschaft und nachhaltige Entwicklung

Bis jetzt haben wir unsere eigenen naturhaften Erkenntnisstrukturen und -grenzen, unsere Psyche betrachtet. Das ist aber keine Privatsache, denn als das sozialste Lebewesen der Erde sind wir stets kollektiv ver- und eingebunden. Eine Vernaturwissenschaftlichung unseres Denkens im gesellschaftlichen Diskurs hat Folgen in der Gesellschaft, in der wir leben. Dazu also ein kurzer Zwischenexkurs .

Um auf Albert Einstein zurückzukommen: Das naturwissenschaftlich-technizistische Wissen mit seiner emotionslosen Distanz zur Natur und den Lebewesen (bis hin zur Gentechnik) war und ist das Hauptwerkzeug des andauernden Zerstörungswerks der westlichen profit- und expansionsorientierten Wirtschaft. Ohne Naturwissenschaft ist Technik nicht zu denken. Welches Denken hat dieses Zerstörungswerk geleitet? Wenn wir dieses Menschenwerk mit nachhaltiger Entwicklung stoppen wollen, heißt das im Sinne Einsteins: wir müssen uns um ein anderes Denken, um andere Vorstellungen bemühen.

Umdenken und gegensteuern können wir auch in der Bildung nur mit etwas Neuem (was allerdings nicht selten etwas ziemlich Altes ist, wenn man an Rousseau, Pestalozzi oder Dewey denkt), nämlich, mit einer Bildung, die vorrangig die Persönlichkeit bildet und Erfahrung und Erleben, emotionale Haltungen, Mitmenschlichkeit, Werte, Sinnhaftigkeit ermöglicht, Gefühl, Wahrnehmung, Kreativität und Urteilsfähigkeit sich entfalten lässt. Lebensweltliche und erfahrungsgeborene Bildung rückt damit in den Vordergrund (vgl. Nida-Rümelin 2013, Liessmann 2010, Nussbaum 2012).

Unser gegenwärtig dominierendes Bildungsverständnis ist – ob wir es wahrhaben wollen oder nicht – in den Dienst der Wirtschaft gestellt worden, indem die Bildungsinhalte nach Kriterien von *employability*, der Verwendbarkeit des Menschen und seines austauschbaren Wissens für Zwecke vor allem der Wirtschaft, ausgerichtet wurden (vgl. Nida-Rümelin 2013, Nussbaum 2012, Liessmann 2014). Mit der verführerischen Rede von der *exakten Wissenschaftlichkeit* wurde und wird das dann auch von der Öffentlichkeit quasi ‚alternativlos‘ positiv bewertet. ‚Unwissenschaftlich-Sein‘ wurde zum diskriminierenden Etikett, zum Totschlagargument und ist es in Debatten immer noch! Der Irrtum liegt darin, dass Wissen-

schaftlichkeit mit Wirklichkeit und Wahrheit gleichgesetzt wird, was so, siehe oben, nicht stimmt. (Wer kann schon die Hoffnung oder Liebe, die jemand hat, wissenschaftlich beweisen? Trotzdem sind sie wirklich und wahr.)

Um aus dieser europazentristischen Haltung herauszukommen, über den Tellerrand zu blicken, hilft uns der Blick auf die Geschichte, auf die alten Kulturen, die sich alle ausnahmslos in einem geistigen, mythisch verstandenen Universum aufgehoben sahen. Sie haben mit dieser Weltanschauung großartige technische und, wie wir sagen würden, wissenschaftliche Leistungen vollbracht, wie zum Beispiel die Mayas mit ihrem generationenüberdauernden astronomischen Kalender, die griechische Antike mit dem hochkomplizierten astronomischen Zahnrad-Mechanismus von Antikythera, unsere mittelalterlichen Dombaumeister oder die technische Überlegenheit des mittelalterlichen Chinas und die chinesische Medizin: Sie schufen das ganz ohne eine solche mechanistische *materialistische* Weltanschauung, die unser heutiges westliches Leben zu beherrschen scheint und die wir mit dem Begriff ‚aufgeklärtes Denken‘ euphemisieren! Die Wirtschaft hat heute die Führung übernommen und sogar das westliche Weltbild okkupiert, indem sie sich dazu konsequent die Naturwissenschaft als Handwerkszeug angeeignet und deren Denkweise kräftig gefördert hat. Der Ort dafür war und ist die *Schule*, die ja erst mit dem Aufsteigen des Bürgertums entstand.

Der Philosoph und Bildungskritiker Konrad Liessmann, Universität Wien, beschreibt, indem er den Begriff der *Wissensgesellschaft* hinterfragt, dass es nicht so sei, „daß gegenwärtig die Wissensgesellschaft die Industriegesellschaft ablöst, sondern umgekehrt das Wissen in einem rasanten Tempo industrialisiert wird“ (womit identische Wissens-Massenproduktion gemeint ist; NJ). Und weiter:

Die euphemistisch gemeinten Stichworte der Wissensgesellschaft sprechen selbst eine verräterische Sprache. Es geht, ist etwa von Forschung und Entwicklung die Rede, um Produktionsstätten eines Wissens, das möglichst rasch in Technologien und damit in die Zone der ökonomischen Verwertbarkeit transferiert werden kann. Es finde „eine Industrialisierung der Wissenschaft“ statt. (Liessmann 2010, 38ff.)

Daraus entspringt auch die heute selbstverständliche Vorstellung, dass messbare vergleichbare Leistungen, wie in der industriellen Produktion, auch in der Bildung zu fordern seien. Dazu ein Zitat des großen US-amerikanischen Philosophen und Pädagogen John Dewey (1889-1952), dem wir das Konzept *Lernen durch Tun*, *learning by doing* verdanken; es ist fast genau 100 Jahre alt:

Leistung definiert sich heute immer mehr als etwas, was eigentlich eine gut programmierte Maschine besser kann, als der Mensch. Das Hauptanliegen der Erziehung, nämlich dem Menschen zu einem gelingenden und sinnerfüllten Leben zu verhelfen, bleibt dabei auf der Strecke. (*Demokratie und Erziehung* 1915, zitiert bei Nussbaum 2012, 1)

In diesem Sinne versteht auch Julian Nida-Rümelin seine Forderung nach einer lebensweltlichen statt rein naturwissenschaftlich denkenden Bildung (vgl. Nida-Rümelin 2013). Die industrielle Wirtschaft lebt vom Machen identischer Produkte – der Mensch aber lebt vom individuellen und kollektiven Sein.

Industrialisierte und damit instrumentalisierte Bildung, wie sie bei uns gegenwärtig vorherrscht, zielt auf Benutzbarkeit des Menschen⁴. Eine ungewisse Zukunft braucht aber emanzipierte, urteilsfähige, in einem Lebenssinn verwurzelte Persönlichkeiten mit erfahrungsgeborenen Wertvorstellungen (vgl. Jung 2012). Das scheint nicht das oberste Prinzip in unserer Bildung (oder eher der Bildungspolitik?) zu sein, darin sind sich die Kritiker einig. Die gegenwärtige Bildung gefährdet durch die mangelnde Persönlichkeitsbildung die Demokratie, meint die US-amerikanische Philosophin und Ethikerin Martha Nussbaum (2012), indem, sehr grob gesagt, austauschbare Wissensautomaten erzeugt (extrinsisch motiviert) und eher wenig urteilsfähige Persönlichkeiten (intrinsisch

4 Hier wäre kritisch anzumerken, dass eine solche „milde“ Instrumentalisierung auch in den Anfängen der schulisch orientierten Umweltbildung (1980er Jahre) konzipiert war. Becker (2001, 56): „Als Hauptziel wird definiert, Menschen zu einem verantwortlichen Umgang in ökologischen Situationen zu befähigen und ihnen den Wert und Unwert von Umwelten bewußt zu machen.“ Dies sollte sach- und faktenorientiert in der Schule erfolgen. Die BNE steht in dieser Tradition. Die Forderung mancher Pädagogen, dass die Pädagogik die Aufgabe hätte, die UNESCO-Beschlüsse zu erfüllen, zeugt von einem kurzatmigen und konformitätsgeleiteten Geist der Instrumentalisierung.

motiviert) gebildet werden. Naturbezogene und auch sonstige Persönlichkeitsbildung braucht Erfahrung, Freiraum, Erleben und Anschauung. *Dann* erst ist der Boden des Interesses für wissenschaftliche Analysen bereitet. Die bloße (scheinbare) *Objektivität* distanziert uns immer weiter vom Leben, was Philosophen schon lange als Entfremdungsprozess in der Moderne problematisiert haben, nicht nur für das Soziale, sondern es trifft auch auf die Naturentfremdung voll zu.

Wie wollen wir leben?⁵ Die Frage steht, denn Zukunft bedeutet – hoffentlich – nachhaltige Entwicklung. Und das heißt: Verständnis der Natur, von und mit der wir leben, die wir selber sind.

Ist die Natur unbeseelt?

Zurück also zu den Themen *Natur* und *Umdenken* und damit zu einem nächsten Problem. Die Frage nach der Bedeutung von Naturerfahrung stellen, heißt zugleich zu fragen, welches Verständnis von Natur in der Schule gelehrt wird. Das ist nicht unwichtig, ob wir Lebewesen als biochemische Maschinen verstehen oder als beseelte selbstorganisierende Wesen.

Die gründlichen Untersuchungen Ulrich Gebhards (2009) zur Bedeutung der Natur für die psychische kindliche Entwicklung haben gezeigt, dass emotionale Beziehung und empathisches Verständnis nur entstehen, wenn das Kind Gelegenheit hat, eine DU-Haltung insbesondere zu Tieren aufzubauen, wenn es das Gegenüber als beseelt behandelt. Die Berichte und Belege meiner Studenten bestätigen das jährlich auf dutzendfache Weise. Solche *Beziehung* ist die Basis für das Entstehen von Respekt, Wertschätzung und Schutzmotivation im Kind. Das schafft die Handlungsbereitschaft gegenüber dem Lebendigen, die nachhaltige Entwicklung braucht.

Wir sprachen bereits oben über den Unterschied zwischen einer naturwissenschaftlich-distanzierten ES-Haltung (im Sinne Bubers, s.o.) eines *gegenüber* der Natur Seins und intuitiver, ganzheitlicher DU-Haltung des *in* der Natur Seins. Messen wir den pH-Wert eines Pflanzenstandorts, befinden wir uns im *Gegenüber*-Modus. Schwimmen wir in

5 Titel eines Buches des bildungskritischen Philosophen Peter Bieri (2015).

einem See mit blauem Himmel darüber, wo Vögel auffliegen, Schwalben Insekten jagen, die Gesänge der Rohrsänger zu hören sind und sehen das atemberaubende Jagen oder leise rasselnde Schwirren der Libellen und fühlen uns wohl und aufgenommen, dann sind wir im *In*-Modus, im wortlosen Dialog. In letzterem ist das Gehirn in voller Bandbreite aktiv, wir lernen Erfahrung in Verbundenheit.

Wie kommt das? Die einfachste Antwort wäre: weil wir selbst Natur sind (vgl. Jung 2015a). Und das heißt, weil unserer „Weltbildapparat“ des Gehirns (Lorenz 1975, 16ff.), sozusagen das ‚Betriebssystem‘, derselben Natur und denselben Prinzipien folgt, wie die Lebewesen und Landschaften, die um uns herum sind. Deshalb haben wir innere Sensoren dafür und geraten, wenn wir uns einlassen, in jene ganz unwillkürliche stumme Zwiesprache mit der Natur.

Der große Maler des 20. Jahrhunderts, Paul Klee, schrieb 1956: „Die Zwiesprache mit der Natur“ sei für den Künstler eine „*conditio sine qua non*“ (Theobald 2003, 92). Viele Künstler und Literaten machten die gleiche Erfahrung (s. o.: Humboldt). Auch Tiertherapeuten und -pädagogen sprechen vom *Dialog* zwischen Mensch und Tier (vgl. Olbrich/Otterstedt 2003; Otterstedt/Rosenberger 2009).⁶

Aus Verhaltensbiologie und Systemtheorie wissen wir: Kommunikation kann nur stattfinden wenn beide Seiten mit Zeichen kommunizieren, die in irgendeiner Weise verstanden werden. Wenn wir also a) mit Tieren in Dialog treten können und b) dem Menschen Geist und Seele zubilligen, müssten wir das für Tiere auch annehmen – nur eben artspezifisch⁷. Wir können es aber auch interdisziplinär wissenschaftlich erklären. Sowohl durch die medizinische Psychosomatik als auch durch Verhaltensbiologie, Soziobiologie, evolutionäre Psychologie, Biokommunikation und Bioakustik wissen wir inzwischen, dass Leben Botschaft ist, wie es Thure von Uexküll formulierte, nicht nur Stoff und Energie und also kein *biochemischer Mechanismus*. Leben ist ein informationeller Prozess. Alles

6 Beeindruckende Fotos, die das Zwiegespräch zwischen sehr ungleichen Wesen zeigen, finden sich beispielsweise im Bildband von Tippi Degré (2004): *Tippi aus Afrika. Das Mädchen, das mit den Tieren spricht*. Berlin: Ullstein.

7 Die alten Kulturen erklärten es damit, dass es Mitgeschöpfe, unsere Brüder und Schwestern sind (u.a. Franz von Assisi). In Märchen waren sie z.T. nur verwunschene Menschen. Im Hinduismus können unsere Seelen zu Tierseelen werden.

Leben kommuniziert Informationen, von den Zellen des Immunsystems in unserem Körper oder unseren lebenserhaltenden Darm- und Hautbakterien an bis zu Individuen und Sozietäten. Was nicht Informationen und Botschaften kommuniziert, ist tot. Denn wenn ein Tier- oder Menschenkörper gerade gestorben ist, ist er rein *materiell*, energetisch und stofflich, chemisch und physikalisch immer noch in etwa dasselbe wie vorher – nur ist er eben unwiederbringlich tot. Der interne *Informationsfluss*, der Geist, die Seele (*sensu lato*) ist es, was verschwunden ist. Leben ist Information. Natur sendet und empfängt ständig Informationen, Botschaften oder ‚Geistiges‘, wie es der große Anthropologe, Semiotiker und Linguist Gregory Bateson (1904–1980) 1972 formulierte (vgl. Bateson 1985 [1972], 1987). Man hat ja sogar bei Pflanzen entdeckt, dass sie den Feind einer Raupenart zu Hilfe „rufen“ können, wenn diese Raupen die Pflanze befallen (vgl. Baldwin 2010; Straßmann 2014). Und schließlich hat der Begründer der Bioakustik für den europäischen Raum, der Verhaltensbiologe Günter Tembrock bereits vor 40 Jahren informationstheoretische Grundlagen für die biologischen Kommunikationsprozesse und -weisen geschaffen und in einem Lehrbuch zusammengefasst (vgl. Tembrock 1975). „Alle Lebewesen haben ein Bewußtsein“, fasste er in einem Interview zusammen (Tagesspiegel vom 4.6.08)⁸. Das alles wird im Biologieunterricht (und erst recht in anderen Fächern) m. E. nicht ausreichend gelehrt oder gar ignoriert. Weshalb wird es seitens der Biologie z.T. für eine Einbildung gehalten, dass wir mit anderen Lebewesen kommunizieren könnten, weil die ja unsere Sprache nicht verstünden? Auch von geisteswissenschaftlicher Seite wird das oft ähnlich abgelehnt mit der psychoanalytischen ‚Erkenntnis‘, dass wir eigene unbewusste Inhalte in andere Menschen hineinprojizieren können. So wird dies auch für unsere Gefühle in der Natur behauptet (z. B. der Philologe Fischer 2004): Ein kleiner See erscheine uns nur deshalb friedlich, weil wir unsere friedliche eigene Stimmung nur in den See hinein projizierten. Denn ein See könne nicht von sich aus friedlich sein, das könne quasi nur der Mensch. Das alltägliche Erleben aber ist ein anderes: Das faszinierende Naturerlebnis

8 Um Missverständnisse zu vermeiden: Damit ist natürlich nicht das selbstreflexive Bewusstsein gemeint, dass nur der Mensch hat, sondern das *cognescere*, das Erkennen und Wissen.

trifft uns aber ganz unerwartet, unmittelbar, ohne dass die Seele Zeit gehabt hätte, etwas zu projizieren (vgl. Jung 2015a).

Die o. g. Vertreter des Atmosphärenverständnisses einer Landschaft (vgl. Böhme; Schmitz; Theobald) würden das anders erklären: Wir traten in die friedliche Atmosphäre des Sees hinein, was in unserer Psyche emotionale Resonanz fand, indem wir in diese Atmosphäre mit hineingenommen wurden. Schmitz (2014) setzt so der Behauptung von Projektion entgegen, dass unser Eindringen in eine räumliche Atmosphäre also eher eine Introjektion, eine Einverleibung der Zeichen der Natur, wäre. Das wäre m. E. wirkliches Mitweltverständnis und entspräche auch dem schon erläuterten Verständnis des Informationellen, Geistigen, Beseelten in der Natur. Wir kommen zu keinem anderen Schluss: Wenn wir Darwin wirklich ernst nehmen, dass wir aus anderen Lebensformen hervorgegangen sind, die sich ganz ähnlich verhalten wie wir, auch z. T. ähnliche innere Regungen haben wie wir, dann heißt das im Umkehrschluss, dass das Geistige, die Information, schon immer Bestandteil des Lebendigen war, von der Urzelle an, wie es Hoimar von Ditfurth so logisch schlussfolgerte (vgl. von Ditfurth 1980). Nur durch die von René Descartes vor über 400 Jahren verbreitete Hypothese, dass raumzeitübergreifender Geist und räumliche Materie voneinander zu trennen seien und der Geist nur dem Menschen zukomme (Tiere und Pflanzen: *res extensa*, nicht *res cogitans*), glauben wir seit dieser Zeit, dass Natur nicht beseelt sei. Es wird Zeit, diesen Glauben der Geist-Materie-Spaltung oder Leib-Seele-Spaltung zu überwinden⁹.

Vorschulkinder, so Ulrich Gebhard (2009) „beseelen“ von sich aus die Tiere und Pflanzen, kommunizieren mit ihnen wie mit Ihresgleichen, sprechen mit ihnen. Nur dadurch bauen sie eine ganz persönliche, liebevolle Beziehung zu den Tieren auf. Sie erkennen die Wesensähnlichkeit der Lebewesen in Bezug auf sich selbst ganz sensibel und verteidigen sie. Denn: was man liebt, schützt man. Wenn sie im Garten spielen, sind sie auf diese Weise mit den Schmetterlingen, Schnecken, Vögeln, Igel, Blumen emotional verbunden. Die Kinder erkennen eigentlich, genauer gesagt, dass die Lebewesen beseelt sind, ihnen selbst ähnlich. Auch wir Erwachsenen können unseren dialogischen Draht zur Natur ganz einfach finden,

9 Wie dies übrigens schon Aristoteles tat (vgl. von Uslar 1999, Theobald 2003 u.a.).

wenn wir uns fragen, welche Ähnlichkeiten mit Lebewesen der Natur wir haben. Wir sind gewachsen wie ein Baum, ziehen uns bei Gefahr zurück wie eine Schnecke oder eine Maus, spielen auch mal gerne wie Fuchswelpen, sind gerne gesellig wie Wölfe (oder heulen gar mit ihnen), sind munter wie Schwalben oder Stare, sind neugierig wie eine Kohlmeise, kommunizieren mit Rufen und Antworten wie andere Lebewesen. Das ist nicht als unwissenschaftliche *Vermenschlichung* abzulehnen, sondern das sind Ähnlichkeiten, die aus der Evolution der Natur stammen. Es ist Verwandtschaft – mehr oder weniger.

Erst ein rationalistischer Denkwang im Schulunterricht, so Gebhard (2009), versucht den Kindern ihre oft als ‚magisch‘ diskreditierte Einstellung zu anderen Lebewesen auszutreiben, nach dem Morgenstern’schen Motto: Weil nicht sein kann was nicht sein darf. Es wird dann als ‚aufklärende Erziehung zu rationalem Denken‘ euphemisiert. Da beginnt Naturerfremdung! Diese mitweltliche Gleichheit, die Kinder noch leben, hat Albert Schweitzer vor fast 100 Jahren gemeint, wenn er sagte: „Ich bin Leben, das leben will inmitten von Leben, das leben will.“ Damit ist zugleich verdeutlicht, dass wir tief in unserer eigenen Natur verankert einen heimlichen oder offenen Hang zu freundlicher Hinwendung zu allem Lebenden haben, was der Evolutionsbiologe Edward O. Wilson (1984) und der Psychoanalytiker Erich Fromm (1973) unabhängig voneinander „Biophilie“ nannten, Liebe zum Lebendigen.

Wir sollten im Biologieunterricht liebevoller, empathischer und psychologischer über Lebewesen sprechen, am besten natürlich in der freien Natur. Und: die psychische Natur des Menschen sollte im Biologieunterricht ebenso gelehrt werden und nicht nur Physiologie und Anatomie, seine Verhaltensnatur, die eben auch Triebe (Neugier!), Fühlen, Staunen, und Achtung einschließt.

Emotionale Beziehung zur Natur als Entwicklungsnotwendigkeit

Seit rund 60 Jahren häufen sich die Forschungsergebnisse über die Bedeutung der Natur für den Menschen. Die Entwicklungspsychologie hatte bislang im Wesentlichen ein zweidimensionales Entwicklungsmodell, das Allgemeinwissen geworden ist: Die Entwicklung der Persönlichkeit (kör-

perlich, mental; Selbstbild) und die Entwicklung der Sozialbeziehungen standen allein im Fokus. Der US-amerikanische Psychoanalytiker Harold Searles (1960) fand in Untersuchungen heraus, dass eine gesunde psychische Entwicklung auch Naturerfahrung braucht (vgl. Gebhard 2009). Das hatte allerdings auch schon Jean-Jacques Rousseau (1712–1778) durch Erfahrung erkannt: „Diese Erziehung kommt uns von der Natur oder den Menschen oder den Dingen [...] Jeder von uns wird also durch drei Arten von Lehrmeistern gebildet“ (Rousseau 1963 [1762], 109).

So gehen wir nun heute von einem gut begründeten dreidimensionalen Konzept Objektbeziehungen des Menschen aus (siehe Abb. 5)¹⁰:

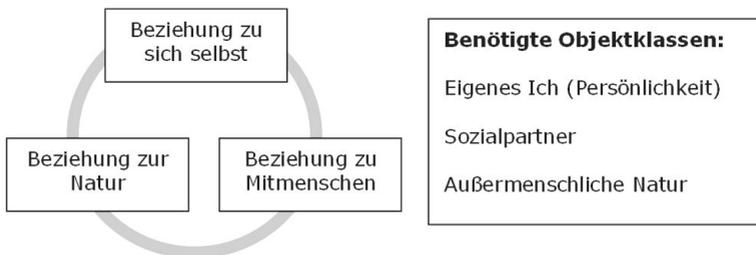


Abb. 5: Die Beziehungstriade der (harmonischen) ontogenetischen Entwicklung (Jung 2009 nach Gebhard 2001 u.a.)

Bei diesem Modell geht es nicht nur darum, dass es diese drei Umwelten gibt, sondern dass mit deren Objekten in *Beziehung* zu treten ist, und dass das Ergebnis entwicklungsrelevant ist für Beziehungsfähigkeit, Empathie, Denkfähigkeit, Sozialität, Kreativität, Sprachfertigkeit, Differenzierungsfähigkeit, Realitätsbewusstsein, Ich-Stabilität u. a. (vgl. die Zusammenschau bei Gebhard 2009, Raith/Lude 2014). Wenn eine Dimension sich schlecht entwickelt, leidet die Entwicklung der ganzen Persönlichkeit darunter – bis hin zu psychischer Labilität und Störung.

10 Aus zoologisch-biokommunikatorischer Sicht fand G. Tembrock unabhängig drei unterschiedliche Einflusswelten für jedes tierliche Individuum: der eigene Körper, die soziale Umwelt (Artgenossen) und die nichtsoziale Umwelt („Natur“), (Tembrock 1975).

Wie fördert Natur die kindliche Entwicklung?

Der Kürze halber fasse ich nun die Wirkungen von Natur auf die Persönlichkeitsentwicklung ohne weitere Kommentare stichwortartig zusammen. Was passiert, wenn man Kinder (in Gruppen) von der Leine, in die Freiheit der Natur lässt? Eine intensive Eroberung und Erkundung des möglichst halboffenen und -wilden Geländes, komplexere¹¹ soziale u. a. Spiele, intensives empathisches Miteinander, sie entfalten eine hohe Kreativität, Konzentration und Ausdauer, intensive Kommunikation (Sprachförderung!), Kameradschaftlichkeit, höhere psychische Ausgeglichenheit und verminderte Aggressivität, verbessern ihre Lernbereitschaft auch in der Schule, ziehen sich weniger ernsthafte Verletzungen zu. Psychische Störungen und *Verhaltensauffälligkeiten* (sogar ADHS) vermindern sich oder verschwinden sogar, Selbstsicherheit, -vertrauen und -verwirklichung werden gestärkt, Angstzustände gemindert. Die Natur bietet ihnen eine unendliche Vielfalt von Anregungen ohne Ermüdung, Freiheit zur Selbstentfaltung, Ich-Stärkung, Befriedigung von Abenteuerbedürfnissen durch Ausprobieren, Förderung von Intelligenz, Ideen, Werten und Zusammenhangsdenken (vgl. Gebhard 2009, Raith/Lude 2014, Louv 2011, Renz-Polster/Hüther 2013¹², Weber 2011 u. a). Kindliche Neugier und Erfindungsreichtum sind das psychische Spiegelbild des Reichtums der Natur. Kinder zeigen uns, was sie von Natur aus sind und können. Sie betreiben *Selbstbildung*. Dazu haben sie einen inneren Drang, und so etwas kann man schlecht anerziehen (und muss es auch gar nicht!). Unterdrücken kann man es wohl, durch Gängelung, ständige Kontrolle, Verbote, Aufpasserei, Angst der Erwachsenen.

In den vielen Waldkindergärten lässt sich Tag für Tag erfahren: Kinder *wollen* sich entwickeln, und zwar am liebsten – wenigstens zeitweise – alleine, mit den Erwachsenen im Hintergrund, wenn man sie braucht. Sie wollen dann auch von alleine mehr wissen, wenn sie Feuer gefangen haben (vgl. Renz-Polster/Hüther 2013, Weber 2011, Gebhard 2009, Warmbold 2012).

Der berühmte Psychoanalytiker Alexander Mitscherlich schrieb 1965:

11 In Bezug auf urbane, gestaltete Spielplätze.

12 Hier mit sehr eindrucksvollen Fotos vom Kinderspiel.

Der junge Mensch [...] ist weitgehend ein triebbestimmtes Spielwesen. Er braucht deshalb seinesgleichen – nämlich Tiere, überhaupt Elementares, Wasser, Dreck, Gebüsche, Spiel-raum. Man kann ihn auch ohne das alles aufwachsen lassen, mit Teppichen, Stofftieren oder auf asphaltierten Straßen und Höfen. Er überlebt es – doch man soll sich dann nicht wundern, wenn er später bestimmte soziale Grundleistungen nie mehr erlernt, zum Beispiel ein Zugehörigkeitsgefühl zu einem Ort und Initiative. Um Schwung zu haben, muß man sich von einem festen Ort abstoßen können, ein Gefühl der Sicherheit erworben haben (Mitscherlich 1965, 24).

Wie entsteht emotionale Naturverbundenheit konkret?

Das kann man am besten herauskriegen, wenn man solche Menschen befragt, die sichtbar engagiert naturverbunden sind. Auf die Studenten des Studienganges Landschaftsnutzung und Naturschutz an der HNE¹³ Eberswalde trifft das voll zu. Man muss also biografisch arbeiten. Daher stelle ich seit 1998 jedem Jahrgang (40–50 Studenten) während einer Vorlesung die Frage: „Was hatte in meinem Leben den größten Einfluss auf meine Beziehung zur Natur?“ und lasse sie dies kurz stichwortartig auf einem Formular beantworten. Das Ergebnis, grob zusammengefasst: Deutlich über 80 % geben an, in Kindheit und/oder Jugend intensive Naturerfahrung gemacht zu haben. Rund 75 % der Spontanantworten betrafen: Naturkontakt in der Kindheit, naturverbundene Familie, grüne Wohnumgebung, Aktivsein in der Natur¹⁴ und Umgang mit ihr¹⁵ (Antwortkategorien). Untersuchungen anderer Autoren bestätigen das (bei Jung 2009 und 2015). Ohne *intrinsische* Motivation aus Naturerfahrung kein Nachhaltigkeitslernen. Im Grund hat jeder von uns Erfahrungen, die das bestätigen. Denn wie sind die Vorkämpfer der Grünen Bewegung, die Persönlichkeiten, die sich vehement und wirksam für den Naturschutz eingesetzt haben, wie z. B. der Träger des Alternativen Nobelpreises, Michael Succow, entstanden, wie das Heer der engagierten Natur- und

13 Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.

14 Wandern, Schwimmen, Bootfahren u.ä.

15 Beeren, Pilze sammeln, Angeln, Gärtnern, Jagd (mit Erwachsenen).

Umweltschutzengagierten (auch der Ursprung der Naturschutzbewegung überhaupt)? Wen man auch fragt – er wird stets gleiche oder ähnliche Erfahrungsgeschichten erzählen: Am Anfang war das Erleben der Naturfaszination. Ohne diese durch Erfahrung entstandene Naturliebe wird es keine tiefe innere Nachhaltigkeitsüberzeugung geben, sie wird bestenfalls normativ gebunden, also extrinsisch entstehen können. Die derzeitige weisungsgenerierte top-down-Indoktrination der BNE zeugt eher von Letzterem, denn wenn wir nur irgendwelche Beschlüsse umsetzen sollen, werden wir lediglich zu außengesteuerten Erfüllungsgehilfen ohne intrinsische Selbstbestimmung. Man muss aber das eine nicht lassen, um das andere zu tun.

Was hieße das für die Didaktik von Zielen in ganzheitlicher Umweltbildung?¹⁶

Mit Bezug auf weitere Quellen ergibt sich das folgende Schema eines didaktisch-psychologischen Aufbaus von Lernzielen (Abb. 6).

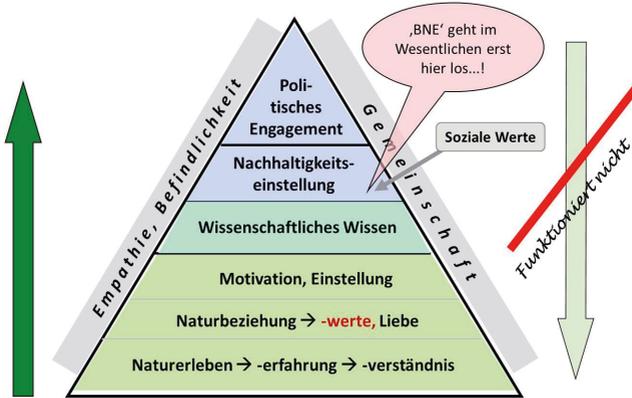


Abb. 6: Der psychologische Weg von der Erfahrung zum Engagement (nach Jung 2009)

¹⁶ Ganzheitlich meint im Sinne von Winkel (1995): der ganze Mensch (individuell, psychisch und körperlich, sozial, gesellschaftlich), die ganze Natur (siehe oben), die ganze Einmaligkeit der Situation. Siehe hierzu auch Jung 2009.

Wenn wir also fragen, wen man Nachhaltigkeit erfolgreich lehren kann, dann müssen wir zuerst erfahren, welche emotionalen und motivationalen Erfahrungen jemand mitbringt, ob er also Lust auf das Thema hat. Wenn nicht, wäre zu überlegen, wie man ihm die Erfahrung der Natur, des Lebendigen ermöglichen kann. Denn Natur zeigt uns Nachhaltigkeit in Perfektion. Für den Bildungsprozess hieße das auch, was der Philosoph Werner Theobald (2013, 115) schrieb: „Keine noch so gut begründete, rational-ethische Argumentation kann die Beziehung ersetzen, die [...] durch das einigende Band der Liebe entsteht.“

Fazit

Zusammenfassend ergibt sich thesenhaft als Zielvorstellung auch für den Sachunterricht:

- *Umdenken* in den eigenen selbstverständlichen Denkweisen und Vorstellungen – dem Leben zuliebe. Ein *weiter* so führt unweigerlich tiefer in die Umwelt- und sozialen Krisen.
- Förderung und Stärkung erfahrungsgeborener, emotionaler und auch mythischer (Humboldt!) Aneignungsweisen und Aufgeben des naturwissenschaftlichen Alleinvertretungsanspruches als alleinige Wahrheit¹⁷.
- Förderung von *Persönlichkeitsbildung* und Zurückdrängung von Bildungskonzepten, die auf Verwertbarkeit (Instrumentalisierung) ausgerichtet sind.
- Mehr Bildung über die psychologische und Verhaltensnatur des *Menschen*.
- Bekräftigung der Erkenntnis von der *Beseeltheit allen Lebens*, um emotionale und auch moralische Handlungsgrundlagen zu fördern. Dadurch Auflösung der jahrhundertealten Geist-Materie-Spaltung im abendländischen Denken.

17 Hier wäre anzumerken: Auf die naturwissenschaftlichen Befunde muss nicht verzichtet werden, das war schon bei den ältesten Kulturen so. Heute ist es aber notwendig, die Schüler darüber aufzuklären, dass es an der naturwissenschaftlichen Methodik liegt, dass man ein entsprechendes tendenziell „mechanistisches“ Bild von der Natur erhält. Zieht man jedoch psychologische oder auch kulturanthropologische Erkenntnisse u. a. heran, wird das Bild vielfältiger, komplexer und damit lebensnäher. Nicht „entweder – oder“ sondern „sowohl – als auch“.

- Regelmäßige *Einbeziehung von Naturerfahrung* (auch als Garten- und Bauernhofpraxis) in die Schul-Bildungsroutine, idealerweise mit einem Tag pro Woche in der Natur, wie dies vereinzelt schon praktiziert wird.

Literatur

- Baldwin, Ian T. (2010): Plant volatiles. In: *Current Biology*, Jahrgang 20, H. 9, R392-R397.
- Bateson, Gregory (1985 [1972]): *Ökologie des Geistes*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bateson, Gregory (1987): *Geist und Natur. Eine notwendige Einheit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Becker, Gerhard (2001): *Urbane Umweltbildung im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bieri, Peter (2015): *Wie wollen wir leben?* München: dtv.
- BMBU/BfN (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit/Bundesamt für Naturschutz) (2016): *Naturbewusstsein 2015. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*. Berlin/Bonn: BMBU und BfN.
- Böhme, Gernot (2013): *Atmosphäre*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Buber, Martin (1984): *Das dialogische Prinzip*. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- Diamond, Jared (2006): *Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen*. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Dörner, Günter u.a. (1999) (Hrsg.): *Menschenbilder in der Medizin – Medizin in den Menschenbildern (Berliner Studien zur Wissenschaftsphilosophie und Humanontogenetik. Bd. 16)*. Bielefeld: Kleine.
- Fischer, Ludwig (2004): Einleitung. In: Ludwig Fischer (Hrsg.): *Projektionsfläche Natur. Zum Zusammenhang von Naturbildern und gesellschaftlichen Verhältnissen*. Hamburg: Hamburg University Press, 11-28.
- Gebhard, Ulrich (2001): *Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Gebhard, Ulrich (2009): *Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Günzl, Werner (o.J.): *Das anthropozentrische Selbstbild des Menschen*. Wolf Singer (Seite 6). <http://guenzl.net/menschen/wsinger.htm> (11.01.2017).

- Hüther, Gerald (2009): Ohne Gefühl geht gar nichts. Worauf es beim Lernen ankommt (Freiburger Theatertage), <https://www.youtube.com/watch?v=INLvkA8RasI> (11.01.2017).
- Jung, Norbert (2009): Ganzheitlichkeit in der Umweltbildung: Interdisziplinäre Konzeptualisierung. In: Michael Brodowski u.a. (Hrsg.): Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Opladen: Barbara Budrich, 129-149.
- Jung, Norbert u.a. (2011) (Hrsg.): Natur im Blick der Kulturen. Naturbeziehung und Umweltbildung in fremden Kulturen als Herausforderung für unsere Bildung. Opladen: Budrich UniPress.
- Jung, Norbert (2012): Natur und Entstehung von Werten. In: Norbert Jung u.a. (Hrsg.): Auf dem Weg zu gutem Leben. Die Bedeutung der Natur für seelische Gesundheit und Werteentwicklung. Opladen: Budrich UniPress, 113-136.
- Jung, Norbert (2015a): Beziehung, Freude am Naturesein. Argumente für ein mitweltliches Menschenbild. In: Matthias Schloßberger (Hrsg.): Die Natur und das gute Leben. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz, 83-88.
- Jung, Norbert (2015b): Naturschutz und Umweltbildung – auseinandergelebt? In: Norbert Jung u.a. (Hrsg.): Natur, Emotion, Bildung – vergessene Leidenschaft? Zum Spannungsfeld von Naturschutz und Umweltbildung. Opladen: Budrich UniPress, 11-21.
- Liessmann, Konrad (2010): Theorie der Unbildung. Die Irrtümer der Wissensgesellschaft. München: Piper.
- Liessmann, Konrad (2014): Geisterstunde. Die Praxis der Unbildung. Wien: Zsolnay.
- Lorenz, Konrad (1975): Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München: Piper.
- Louv, Richard (2011): Das letzte Kind im Wald? Geben wir unseren Kindern die Natur zurück! Weinheim: Beltz.
- Mitscherlich, Alexander (1965): Die Unwirtlichkeit unserer Städte. Anstiftung zum Unfrieden. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Nida-Rümelin, Julian (2013): Philosophie einer humanen Bildung. Hamburg: Körber.
- Nørretranders, Tor (1997): Spüre die Welt. Die Wissenschaft des Bewußtseins. Reinbek: Rowohlt.
- Nussbaum, Martha (2012): Nicht für den Profit! Warum Demokratie Bildung braucht. Überlingen: Tibia.

- Olbrich, Erhard/Otterstedt, Carola (2003) (Hrsg.): Menschen brauchen Tiere. Grundlagen und Praxis der tiergestützten Pädagogik und Therapie. Stuttgart: Franck-Kosmos.
- Otterstedt, Carola/Rosenberger, Michael (2009) (Hrsg.): Gefährten – Konkurrenten – Verwandte. Die Tier-Mensch-Beziehung im wissenschaftlichen Diskurs. Göttingen: Vandenhoeck&Ruprecht.
- Raith, Andreas/Lude, Armin (2014): Startkapital Natur. Wie Naturerfahrung die kindliche Entwicklung fördert. München: oekom.
- Renz-Polster, Herbert/Hüther, Gerald (2013): Wie Kinder heute wachsen. Natur als Entwicklungsraum. Weinheim: Beltz.
- Roth, Gerhard u.a. (2010) (Hrsg.): Kopf oder Bauch? Zur Biologie der Entscheidung. Göttingen: Vandenhoeck&Ruprecht.
- Rousseau, Jean-Jacques (1963 [1762]): Emile oder Über die Erziehung. Stuttgart: Reclam.
- Schmitz, Hermann (2008): Wie kann ein Ort heilig sein? In: Aufgang. Jahrbuch für Denken, Dichten, Musik. Bd. 5 (Ort und Landschaft). Stuttgart: Kohlhammer, 117-129.
- Schmitz, Hermann (2014): Atmosphären. Freiburg: Alber/Herder.
- Schweitzer, Albert (1974): Die Lehre von der Ehrfurcht vor dem Leben. Berlin: Union
- Stengel, Martin (1999): Ökologische Psychologie. München/Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Straßmann, Burkhard (2014): Pflanzenkommunikation – Das Flüstern der Föhren. In: DIE ZEITonline, <http://www.zeit.de/2014/24/pflanzenkommunikation-bioakustik/komplettansicht> (11.01.2016).
- Strey, Gernot (1989): Umweltethik und Evolution. Göttingen: Vandenhoeck&Ruprecht.
- Tembrock, Günter (1975): Biokommunikation. Reinbek: Rowohlt.
- Theobald, Werner (2003): Mythos Natur. Die geistigen Grundlagen der Umweltbewegung. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- Theobald, Werner (2013): Ethik der Nachhaltigkeit? In: Scheidewege. Jahresschrift für skeptisches Denken. Jahrgang 43, 104-120.
- Voland, Eckart (2006): Anthropologische Hürden auf dem Weg zu einer erfolgreichen Umweltbildung. In: Bettina Hiller/Manfred Lange (Hrsg.): Bildung für nachhaltige Entwicklung. Perspektiven für die Umweltbildung. Münster: ZUFO/Uni Münster, 45-54.

- von Ditfurth, Hoimar (1980): Der Geist fiel nicht vom Himmel. München: dtv.
- von Humboldt, Alexander (2004 [1845]): Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Frankfurt am Main: Eichborn (Reprint).
- von Uexküll, Thure (1953): Der Mensch und die Natur. Grundzüge einer Naturphilosophie. Bern: Francke.
- von Uexküll, Thure (1999): Medizin als Wissenschaft. In: Günter Dörner u.a. (Hrsg.): Menschenbilder in der Medizin – Medizin in den Menschenbildern (Berliner Studien zur Wissenschaftsphilosophie und Humanontogenetik. Bd. 16). Bielefeld: Kleine, 22-33.
- von Uslar, Detlev (1999): Leib, Seele, Geist und ihre Beziehungen. In: Günter Dörner u.a. (Hrsg.): Menschenbilder in der Medizin – Medizin in den Menschenbildern (Berliner Studien zur Wissenschaftsphilosophie und Humanontogenetik. Bd. 16). Bielefeld: Kleine, 157-167.
- Warmbold, Wiebke (2012): Kinder brauchen Bildung und Bindung. Waldkindergärten – Ein Plädoyer für Naturerfahrungen, Entschleunigung und mehr Forschung. In: Norbert Jung u.a. (Hrsg.): Auf dem Weg zu gutem Leben. Die Bedeutung der Natur für seelische Gesundheit und Werteentwicklung. Opladen: Budrich UniPress. 187-208.
- Weber, Andreas (2011): Mehr Matsch! Kinder brauchen Natur. Berlin: Ullstein.
- Welzer, Harald (2013): Selbst denken. Eine Anleitung zum Widerstand. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Wilber, Ken (1999): Naturwissenschaft und Religion. Die Versöhnung von Wissen und Weisheit. Frankfurt am Main: Krüger.
- Winkel, Gerhard (1995): Umwelt und Bildung. Denk- und Praxisanregungen für eine ganzheitliche Natur- und Umwelterziehung. Seelze: Kallmeyer.

WORKSHOPS

Apfelsaft selber machen – lecker und nachhaltig

Mareike Janssen & Barbara Schäfer (Universität Siegen)

1. Einleitung

Das Thema Äpfel und Apfelsaftherstellung bietet vielfältige Anknüpfungspunkte für den Sachunterricht in der Grundschule und eignet sich zudem, Aspekte nachhaltiger Entwicklung zu thematisieren. Im Rahmen einer Gegenüberstellung des traditionellen Obstanbaus auf Streuobstwiesen und des Plantagenanbaus kann z. B. auf die Vor- und Nachteile konventioneller sowie ökologischer Landwirtschaft eingegangen werden. Auch Fragen nach Herkunft, Transport, Lagerung, Verarbeitung und der Vermarktung von Äpfeln und Apfelprodukten können in Hinblick auf ökologische, ökonomische und soziale Aspekte im Unterricht untersucht werden. Die eigene Herstellung von Apfelsaft ermöglicht es den Kindern, den Produktionsprozess selber nachzuerleben und ein Bewusstsein für den Wert von Lebensmitteln aufzubauen. Im vorliegenden Artikel werden Hintergrundinformationen und Umsetzungsmöglichkeiten für die Grundschule aufgezeigt.

2. Was ist eine Streuobstwiese?

Streuobstwiesen sind gekennzeichnet durch hochstämmige und großkronige Obstbäume, die *verstreut* in der Landschaft stehen und überwiegend extensiv, also ohne Pestizide und Dünger, bewirtschaftet werden. Die Fläche unter den Bäumen kann als Mähwiese, Weide, Rasen oder auch Ackerfläche verwendet werden (vgl. Zehnder/Weller 2006, 10). Auf Streuobstwiesen sind überwiegend Apfelbäume, teilweise auch Birnen zu finden; alle anderen Obstsorten kommen nur recht selten vor (vgl. Brauner 2000).

Der NABU (Naturschutzbund Deutschland) schätzt, dass in Deutschland aktuell etwa 300.000 Hektar Streuobstbestände existieren, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts ihre größte Ausdehnung hatten. In den 1950er bis 1970er Jahren wurden große Streuobstbestände, teils durch öffentliche Förderungen, gerodet, da sie als unwirtschaftlich erachtet wurden. Seit den 1980er Jahren werden wieder vermehrt Anstrengungen unternommen, Streuobstwiesen zu schützen und zu fördern, da ihre Bedeutung für den Umwelt- und Naturschutz, als Kulturgut und als Erwerbszweig erkannt wurde (vgl. NABU o.J.).

3. Gegenüberstellung von Streuobst- und Plantagenanbau

Obstanbau auf Streuobstwiesen hat im Vergleich mit dem Anbau in Obstplantagen einige Vor-, aber auch bedeutende Nachteile. Da Streuobstwiesen gefährdet sind und einen wichtigen Lebensraum für viele seltene Tier- und Pflanzenarten darstellen, sind sie auf der Roten Liste gefährdeter Biotoptypen zu finden (vgl. Riecken u. a. 2008). Bei extensiver Bewirtschaftung von Streuobstwiesen benötigt man weder Düngemittel noch Pestizide. Dies spart nicht nur Geld und Arbeitszeit, sondern ermöglicht auch eine große Artenvielfalt. Kräftige, hohe Stämme mit Höhlen und rissiger Borke bieten beispielsweise einen Lebensraum und Nahrung für Käuze, Spechte, Fledermäuse und Gartenschläfer. Auf einem einzigen hochstämmigen Baum leben mehr als 1.000 Tierarten, allen voran Insekten, Tausendfüßer und Spinnen, aber auch Vögel und Kleinsäuger (vgl. Brauner/Schopfer 2000). Da die Wiesen meist nur zweimal jährlich gemäht und nicht gedüngt werden, können dort gefährdete Pflanzen wie z.B. Orchideen wachsen.

Auf Streuobstwiesen findet man regionale Obstsorten, die an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst und somit wenig krankheitsanfällig sind. Im Gegensatz zum Obst aus Plantagenanbau sind auf Streuobstwiesen weit mehr als 1.000 verschiedene Sorten zu finden (vgl. Zehnder/Holderied 2009, 15). So gibt es Sorten, die zu verschiedenen Zeiten reifen, sich für unterschiedliche Zwecke (u. a. zum Direktverzehr, zur Safftherstellung oder als Kochobst) eignen oder auch für Allergiker bekömmlich sind. Die durchschnittliche Ertragsdauer der Bäume auf Streuobstwiesen beträgt 50 Jahre und mehr (vgl. Brauner 2000). Aller-

dings ist der Flächenertrag von Streuobstwiesen vergleichsweise gering, es besteht ein erhöhtes Produktionsrisiko (beispielsweise durch Wettereinflüsse oder Schädlinge) und die Ernte ist aufwendig.

Auf Obstplantagen wachsen kleine, sehr dicht gepflanzte Bäume (Niederstämme), zwischen denen befahrbare Grasstreifen eine einfache maschinelle Bewirtschaftung ermöglichen. Der regelmäßige Einsatz von Pestiziden bringt makellose Früchte hervor und durch die enge Bepflanzung und Düngung sind hohe Flächenerträge möglich. Auch die Ernte ist dank der kleinwüchsigen Bäume problemlos. Die Monokulturen sind jedoch anfällig für Krankheiten und die Ertragsdauer der Bäume beträgt nur etwa fünfzehn bis zwanzig Jahre. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und die dünnen glatten Stämme ohne Risse und Höhlen machen Obstplantagen zu ökologisch wenig wertvollen Lebensräumen, in denen kaum Tiere und Pflanzen überleben. Greenpeace konnte zudem bei über 90 % von deutschen Äpfeln aus konventionellem Anbau Pestizide nachweisen, die nicht nur die Umwelt schädigen, sondern in größeren Konzentrationen auch gesundheitsschädlich sein können (vgl. Greenpeace 2015).

4. Apfel- und Apfelsaft: Konsum und Herstellung

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Obst lag im Wirtschaftsjahr 2013/14 in Deutschland bei circa 69 kg. Den größten Anteil daran haben Äpfel mit ca. 24,4 kg.¹ Davon stammen jedoch nur 36,5 % aus inländischer Erzeugung (vgl. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2014). Weltweit ist China mit einer Erntemenge von rund 39 Millionen Tonnen pro Jahr, rund der Hälfte der weltweiten Produktionsmenge, mit großem Abstand führend (vgl. Food and Agriculture Organization of the United Nations 2013).

In Deutschland ist Apfelsaft² der am häufigsten konsumierte Fruchtsaft. So tranken die Deutschen im Jahr 2014 durchschnittlich 7,9 Liter

1 Darin einberechnet sind sowohl frisches Obst als auch Obsterzeugnisse wie z.B. Kompott und Säfte. Nicht berücksichtigt ist z.B. Obst aus Haus- und Kleingärten. Der Verbrauch von letzterem liegt bei zusätzlich rund 25 kg pro Kopf (vgl. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2014, S. 25).

2 Je nach Region wird Apfelsaft auch als Apfelmost oder Süßmost bezeichnet. Gemeint ist damit ein durch Pressen gewonnener unvergorener Fruchtsaft.

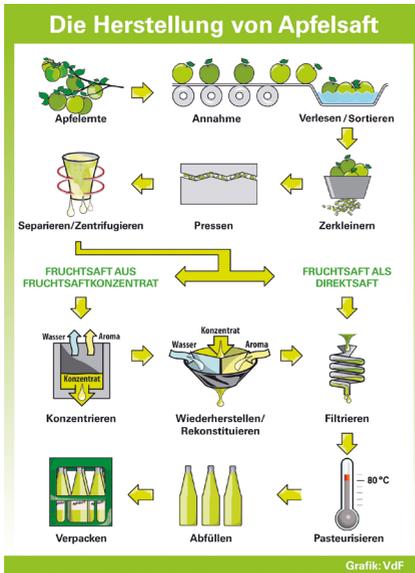


Abb. 1: Darstellung zum Produktionsverfahren von Apfelsaft (Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V. o.J.)

Apfelsaft (vgl. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2015, 272). Orangensaft folgt mit 7,8 Liter knapp danach. Für die industrielle Herstellung von einem Liter Apfelsaft werden circa 1,3 kg Äpfel benötigt. In Abbildung 1 ist der Produktionsablauf dargestellt. Zunächst finden allgemeine Arbeitsschritte wie Zerkleinern und Pressen statt. Die beim Pressen übrig bleibenden Reste – der sogenannte Trester – können als Basis für pflanzliches Geliermittel (Apfelpektin), als Tierfutter oder für die Energiegewinnung genutzt werden (vgl. Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V. o.J.). Der weitere Arbeitsprozess unterscheidet sich darin, ob beispielsweise

Direktsaft oder Apfelsaftkonzentrat produziert werden soll. Zur Herstellung von Apfelsaft aus Konzentrat werden dem Apfelsaft Wasser und Aromastoffe entzogen. Später wird das Konzentrat rückverdünnt und Aromastoffe werden wieder hinzugegeben. Durch dieses Verfahren fallen nur geringe Lager- und Transportkosten an.

Des Weiteren kann zwischen klarem und naturtrübem Apfelsaft differenziert werden. Bei klaren Apfelsäften wird das Enzym Amylase zum Abbau von Stärke eingesetzt. Zur weiteren Klärung von Schwebstoffen können dann Gelatine oder die Ultrafiltration genutzt werden (vgl. Majchrzak/Binder 2009, 409). Der fertige klare Apfelsaft enthält im Gegensatz zum naturtrübem Apfelsaft deutlich weniger sekundäre Pflanzenstoffe wie Polyphenole, welche antioxidativ wirken und u. a. eine krebsvorbeugende und entzündungshemmende Wirkung haben (vgl. Kahle 2008).

5. Nachhaltigkeit in der Grundschule

Im Hinblick auf eine Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) wird im Perspektivrahmen Sachunterricht beispielsweise der Aspekt des Konsums und Konsumverhaltens erwähnt (vgl. GDSU 2013, 77), in dessen Zusammenhang Kinder z.B. auch ihren eigenen Obstkonsum reflektieren können. Dazu gehört, dass sie ihre Abhängigkeit von Nahrungsmitteln erkennen und darüber nachdenken, „welche Auswirkungen das eigene Handeln und das Handeln von Personen im engeren Umfeld [...] auf die natürliche Umwelt“ hat (GDSU 2013, 78). Die Behandlung von regionalem und saisonalem Obst und Obstprodukten sowie von Produkten aus biologischen Anbau lassen sich der ökologischen Perspektive der Nachhaltigkeit zuordnen. Eine Thematisierung von Fair-trade-Produkten wie Obstsäften bezieht auch die soziale Perspektive mit ein. Die ökonomische Perspektive ließe sich beim Anlegen einer Streuobstwiese und durch die Vermarktung von selbst hergestelltem Saft, Apfelmus oder Apfelkuchen bei Schulfeierlichkeiten einbringen. Ganz allgemein können Kinder durch das Nachvollziehen des Produktionsprozesses vom Pflanzen eines Apfelbaumes bis hin zum fertigen Produkt eine Vorstellung des Zeit- und Arbeitsaufwandes erlangen und lernen, Lebensmittel vor diesem Hintergrund mehr wertzuschätzen.

6. Praktische Umsetzung in der Grundschule

Das Themenfeld Äpfel und Apfelsaft bietet vielfältige Anknüpfungspunkte für den Sachunterricht. So können beispielsweise die Themen gesunde Ernährung, Tiere und Pflanzen auf der Obstwiese, Jahreszeiten, Bestäubung/Imkerei oder nachhaltige Lebensmittelproduktion behandelt werden (vgl. Zehnder/Holderied 2009).

Um das Themenfeld für die Kinder möglichst ganzheitlich zu gestalten, bietet sich das Anlegen einer eigenen Streuobstwiese auf dem Schulgelände an. Da die räumlichen Bedingungen dies oftmals nicht zulassen, sind beispielsweise auch einzelne verstreute Obstinseln auf dem Schulgelände oder eine eigene externe Streuobstwiese denkbar. Alternativ könnte auch eine Streuobstwiese anderer Besitzer in der Umgebung besucht werden. Der Vorteil eigener Obstbäume ist jedoch, dass durch

die Mitarbeit der Kinder beim Pflanzen und Pflegen der Bäume ein Verständnis für den Arbeitsaufwand bei der Produktion von Lebensmitteln angebahnt werden kann.

Organisatorisch müssen in der Planungsphase für das Anlegen einer Streuobstwiese Finanzierung (Fördergelder; Spenden z. B. von Gärtnereien und Baumschulen), Genehmigung des Trägers (Gemeinde-Unfallversicherung, Feuerwehrezufahrten etc.), Nachbarschaftsrecht und vieles mehr bedacht werden (vgl. Weusmann 2006). Ebenso wichtig ist zu klären, wer langfristig regelmäßige Pflegearbeiten wie den Baumschnitt ausführt. Daneben müssen auch Apfelsorten ausgewählt werden. Die Auswahl hängt einerseits von Standortfaktoren ab, umfasst aber auch Überlegungen, ob beispielsweise historische Apfelsorten gepflanzt werden sollen und wozu das Obst später verwendet werden soll (Tafel-/Wirtschafts-/Mostobst).

Nach der Ernte der Äpfel im Herbst bietet es sich an, die Äpfel gemeinsam mit den Kindern weiterzuverarbeiten. Neben der Herstellung von Apfelkompott, Apfelringen oder Apfelkuchen bietet sich insbesondere das Pressen von Apfelsaft an. Für den Apfelsaft können auch saure, angeschlagene und wurmstichige Äpfel verwendet werden.

Dazu müssen die Äpfel zunächst gewaschen, klein geschnitten (z. B. mit Hilfe eines Apfelteilers) und von faulen und wurmstichigen Stellen befreit werden. Anschließend folgt das Häckseln, beispielsweise mit einer Obstmühle; die zerkleinerten Äpfel werden nun als Apfelmaische bezeichnet.

Für das Pressen des Saftes im nicht-industriellen Rahmen bieten sich verschiedene Optionen an. Neben dem Besuch von Fruchtsaftkellereien oder vollautomatischen mobilen Apfelpressen auf Herbstmärkten bietet sich die Nutzung einer eigenen handbetriebenen Obstpresse an. So ist die Funktionsweise besonders gut erkennbar und die Kinder können selbstständig die Presse bedienen. Obstpressen bekommt man neu ab etwa 60 Euro, für eine neue Obstmühle muss mit mindestens 100 Euro gerechnet werden. Alternativ kann ein Dampfentsafter verwendet werden, der wesentlich günstiger ist (ab ca. 20 Euro) und der den Saft direkt sterilisiert, wobei der Vorgang des Entsaftens jedoch nicht direkt zu beobachten ist.

Der frische naturtrübe Apfelsaft kann anschließend probiert werden. Auf Grund der abführenden Wirkung des Apfelsaftes sollte nur eine begrenzte Menge auf einmal getrunken werden. Bei gepresstem Apfelsaft beginnt nach zwei bis vier Tagen der Gärprozess; um ihn haltbar zu machen, muss er deshalb abgekocht werden.

Das Themenfeld Äpfel und Apfelsaft bietet auch Potential für einige chemische Versuche, von denen in den unten abgebildeten Arbeitsblättern drei Möglichkeiten vorgestellt werden.

7. Fazit

Eine aktive Auseinandersetzung mit dem Thema Äpfel und Apfelsaft in der Grundschule kann Kindern nicht nur verschiedene fachliche Inhalte näherbringen, sondern auch Aspekte der Nachhaltigkeit anschaulich vermitteln. Eine Behandlung im Sachunterricht bietet sich zudem wegen des direkten Lebensweltbezugs und der einfachen Umsetzungsmöglichkeiten an.

Literatur

- Brauner, Klaus (2000): Streuobstbau oder Obstplantage? In: Unterricht Biologie, Jahrgang 24, H. 257, 19-22.
- Brauner, Klaus/Schopfer, Hans (2000): Nahrungsbeziehungen in einem artenreichen „Paradies“. In: Unterricht Biologie, Jahrgang 24, H. 257, 23-26.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz): Rote Liste gefährdeter Biotoptypen, https://www.bfn.de/0322_biotope.html (26.10.2016).
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2014): Pro-Kopf-Verbrauch von Obst. Wirtschaftsjahr 2013/2014 vorläufig, <http://berichte.bmelv-statistik.de/GBT-0070001-2013.pdf> (12.10.2016).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2014): Der Gartenbau in Deutschland. Daten und Fakten. Bonn: BMEL.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2015): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 59. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013): Apples, production quantity, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (12.10.2016).

- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Greenpeace (2015): Pestizide im Einsatz- von der Blüte bis zum Apfel, <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/zeitreihe-pestizide-afel-greenpeace-20151015.pdf> (26.10.2016).
- Kahle, Kathrin (2008): Polyphenole aus Apfelsaft: Studien zur Verfügbarkeit im Humanstoffwechsel. Würzburg, <https://opus.uni-wuerzburg.de/files/2669/kahlediss.pdf> (12.10.2016).
- Majchrzak, Dorota/Binder, Gabriela (2009): Antioxidative Kapazität von Apfelsaft – klare und naturtrübe Apfelsäfte im Vergleich. In: DIE ERNÄHRUNG - Österreichische Zeitschrift für Wissenschaft, Recht, Technik und Wirtschaft, Jahrgang 33, H. 10, 408–417.
- NABU (Naturschutzbund Deutschland) (o.J.): Was ist Streuobstbau? Die Vielfalt der Streuobstbestände prägt die Kulturlandschaft, <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/streuobst/streuobstwissen/streuobstbau.html> (7.11.2016).
- Riecken, Uwe u.a. (2008): Die Gefährdung der Biotoptypen in Deutschland – Aktueller Stand nach Vorlage der 2. Fassung der Roten Liste 2006. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, H. 60, 189-194.
- Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V. (Hrsg.) (o.J.): Wie wird aus der Frucht eigentlich Saft? <http://www.fruchtsaft.de/saftwissen/herstellung/> (12.10.2016).
- Weusmann, Birgit (2006): Projektbuch Streuobstwiese. Planung – Anlage – Pflege, Flora & Fauna, Ideen für die Grundschule. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Zehnder, Markus/Weller, Friederich (2006): Streuobstbau. Obstwiesen erleben und erhalten. Stuttgart: Ulmer.
- Zehnder, Markus/Holderied, Beate (2009): Das Klassenzimmer im Grünen. Leitfaden für ein Schuljahr mit Obstwiesen. Balingen: Landratsamt Zollernalbkreis, Obst- und Gartenbauberatung Kreisverband für Obstbau, Garten und Landschaft Zollernalb e.V.

Warum wird der Apfel braun?

Material

- Äpfel
- Messer
- Zitronensaft
- Essig
- Salz
- Frischhaltefolie
- Schüssel mit Wasser
- Herdplatte mit Topf



Durchführung

- Ein Apfel wird in mehrere Stücke geschnitten.
- Die Stücke werden unterschiedlich behandelt: mit Zitronensaft beträufelt, mit Salz bedeckt, mit Frischhaltefolie umwickelt, in Wasser gelegt, gekocht etc.
- Ein Apfelstück bleibt zur Kontrolle unbehandelt.
- Nach etwa 15 min können die Apfelstücke hinsichtlich ihrer Bräune verglichen werden.

Beobachtung und Erklärung

Lässt man geschnittene Äpfel an der Luft liegen, werden sie nach kurzer Zeit braun. Diese Verfärbung entsteht durch eine von einem Enzym unterstützte Reaktion von Sauerstoff und dem Pflanzenstoff Diphenol.

Wenn kein bzw. kaum Sauerstoff an die Apfelstücke gelangt, indem sie beispielsweise in Wasser liegen oder eng in Frischhaltefolie eingewickelt werden, ist nur eine geringe Braunfärbung zu beobachten.

Auch Zitronensaft hilft gegen das Braunwerden, da das enthaltene Vitamin C mit dem Sauerstoff der Luft reagiert und ihn an der Oberfläche der Apfelstücke verbraucht. Dass das Vitamin C im Zitronensaft ausschlaggebend ist und nicht eine beliebige Säure erkennt man daran, dass Apfelstücke mit Essig braun werden.

Salz verhindert das Braunwerden, indem es das dafür verantwortliche Enzym hemmt. Auch durch Hitze (Kochen) wird das Enzym zerstört, so dass gekochte Apfelstücke nicht braun werden.

Tipp

Kinder haben die unterschiedlichsten Vorschläge, weshalb Äpfel braun werden oder wie man die Bräunung verhindern könnte. Man sollte daher verschiedene Materialien (Eis, Zucker etc.) bereithalten, um möglichst viele Ideen der Kinder auszuprobieren. Die Apfelstückchen sollten unbedingt beschriftet werden, um eine Verwechslung auszuschließen.

Tagung: Nachhaltig Handeln lernen in der Grundschule
Workshop: Apfelsaft selber machen – lecker und nachhaltig



Nachweis von Säure im Apfelsaft

Material

- Rotkohl
- Messer
- Wasserkocher, Wasser, Topf
- kleine Gläser o.ä.
- saure Stoffe (z.B. Apfel-, Zitronensaft, Essig)
- basische Stoffe (z.B. Natron, Backpulver, Seife)
- eventuell pH-Stäbchen



Durchführung

- Der Rotkohl wird mit dem Messer zerkleinert und mit heißem Wasser übergossen.
- Nach einigen Minuten färbt sich das Wasser violett und wird in mehrere Gefäße aufgeteilt.
- Zu diesen Gefäßen können nun verschiedene saure oder basische Stoffe gegeben und der Farbumschlag beobachtet werden.
- Es kann z.B. auch versucht werden, eine saure oder basische Lösung wieder zu neutralisieren.
- Mit pH-Stäbchen kann man die Farbveränderung mit dem pH-Wert der Lösung vergleichen.

Beobachtung und Erklärung

Rotkohl enthält Anthocyane, wasserlösliche Pflanzenfarbstoffe, die in nahezu allen höheren Pflanzen vorkommen und für rote, violette oder blaue Färbung verantwortlich sind. Mit Säuren sehen Anthocyane rot aus (Rotkraut: mit Essig gekocht), mit Basen blau (Blaukraut: mit Natron gekocht). Der Rotkohlsaft ist somit ein Indikator, der anzeigt, ob etwas sauer oder basisch ist. Ähnlich funktionieren auch pH-Stäbchen. Das Rotkohlwasser färbt sich mit Zitronensaft und Essig pink, ebenso mit Apfelsaft. Dies deutet darauf hin, dass auch im Apfelsaft und somit in Äpfeln Säure enthalten ist.

Durchschnittlich enthält ein Apfel zwischen 5 und 15 g Säure pro Liter Frischmasse. Mit zunehmender Reife sinkt der Säuregehalt der Früchte. Der hohe Säuregehalt in unreifen Früchten dient als Schutz davor, gefressen zu werden, da die Kerne in den unreifen Früchten noch nicht keimfähig sind.

Tipp

Für viele Grundschul Kinder ist das „Gegenteil“ von sauer und Säure süß oder Zucker. Die Begriffe Base und basisch können durch „seifig“ ersetzt werden, wobei auch dies falsche Vorstellungen (z.B. zur Verwendung von Backpulver) erzeugen kann. Es ist daher zu überlegen, nur auf Säuren einzugehen und zu erläutern, dass es etwas Gegenteiliges gibt, ohne dieses zu benennen. Säure im Fruchtsaft greift den Zahnschmelz an, weshalb er nicht zu oft getrunken werden sollte. Legt man eine Eierschale in Essig, kann man diesen Effekt gut beobachten.

Tagung: Nachhaltig Handeln lernen in der Grundschule
Workshop: Apfelsaft selber machen – lecker und nachhaltig



Zucker im Apfel

Material

- Apfelsaft
- Trockenhefe
- kleine PET-Flasche (oder ein anderes Gefäß, über das ein Luftballon gestülpt werden kann)
- Luftballon



Durchführung

- In eine PET-Flasche wird etwas (ca. 2 cm hoch) Apfelsaft gefüllt.
- Ein halbes Päckchen Trockenhefe wird dazu gegeben.
- Der Luftballon wird über die Öffnung der Flasche gestülpt.
- Die Flasche wird warm gestellt, z.B. auf eine Heizung.

Beobachtung und Erklärung

Obst enthält neben Vitaminen und Ballaststoffen auch die beiden Zuckersorten Fructose und Glucose, deren Menge und Verhältnis je nach Obstsorte unterschiedlich ist, wie die Tabelle zeigt.

Obstsorte	Fructosegehalt	Glucosegehalt
Apfel	5,7	2,0
Aprikose	0,9	1,7
Pflaume	2,0	3,4
Birne	6,7	1,7
Erdbeere	2,3	2,2
Traube	7,4	7,2

Die Hefepilze verstoffwechseln die Fructose und Glucose unter der Bildung von gasförmigem Kohlenstoffdioxid. Dieses Gas bläst mit der Zeit den Luftballon auf.

Tipp

Der Prozess kann bis zu einer sichtbaren Erkennung bis zu einer Stunde benötigen. Schneller läuft er ab, wenn die Mischung aus Apfelsaft und Hefe leicht erwärmt wird, z.B. mit einem Fön oder mit einer Heizplatte. Dabei muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Mischung nicht zu heiß wird, da Hefepilze lebende Organismen sind, die genau wie der Mensch keine hohen Temperaturen (oberhalb 40° Celsius) vertragen.

Tagung: Nachhaltig Handeln lernen in der Grundschule
Workshop: Apfelsaft selber machen – lecker und nachhaltig



Wenn die Bienen sterben...

Bienen im Unterricht als lebendiges und nachhaltiges Thema im Sachunterricht

André Dorn (Universität Siegen)

Einleitung

Das oft zitierte und Albert Einstein zugeschriebene Zitat „Stirbt die Biene, stirbt der Mensch“ wird in vielen Veröffentlichungen erwähnt, um die Wichtigkeit der Bienen in unserer Welt zu unterstreichen. Wie inzwischen bekannt, ist dieses Zitat nicht authentisch, beschreibt aber dennoch eine Grundwahrheit über die Bienen als Bestäuber, die nicht in Abrede gestellt werden kann.

Obwohl mittlerweile fast jedes Kind etwas über die Bedeutung der Bienen weiß, werden Bienen und ihre Lebensweise zumeist erst im Biologieunterricht der weiterführenden Schulen thematisiert. Die Behandlung des Themas bleibt dabei häufig nur theoretisch. Eine im doppelten Sinne lebendige und praxistaugliche Umsetzung mit lebenden Bienen im Unterricht scheitert hier an großen Ängsten, besonders in der Grundschule.

Der vorliegende Beitrag soll als Anregung verstanden werden, das Originalobjekt Honigbiene sowohl kurzfristig in Form einer Unterrichtsreihe im Sachunterricht als auch langfristig in Form von schulischen Bienen-AGs aufzugreifen, um es als lebendiges und nachhaltiges Thema im Sachunterricht umzusetzen.

Die Honigbiene als zentrales Bestäuberinsekt

Die Honigbiene (*Apis mellifera*) ist nicht nur für den Naturhaushalt wichtig, sondern auch in unserer modernen Landwirtschaft nicht mehr wegzudenken. Vorrangig geht es nicht nur um Wachs und Honig, die notfalls aus

dem Ausland importiert werden könnten, sondern um die Bestäubungsleistung der Honigbiene, die durch andere bestäubende Insekten nicht zu erbringen wäre. Zwei entscheidende Vorteile machen die Honigbiene zu einem zentralen Bestäuberinsekt. Erstens ist sie blütenstet, d.h., dass sie die gleichen Blüten bei ihren Sammelflügen befliegt und gleichzeitig bestäubt. Zweitens, viel gewichtiger, überwintert die Honigbiene als Bienenstaat und geht somit mit mehreren Tausend Individuen im Frühling an den Start, wenn die Pflanzen anfangen zu blühen und bestäubt werden müssen. Im Einzelvergleich hat zwar die Honigbiene im Gegensatz zu ihren Verwandten wie Hummeln oder solitäre Wildbienen nur mittelmäßige Eigenschaften als Bestäuber, aber die große Anzahl an Individuen im Staat hebt den Nachteil der einzelnen Honigbiene auf. Die Bestäuber-Verwandten wie Hummeln, Wespen, solitäre Bienen, Schmetterlinge und Käfer helfen, dass die Gesamtbestäubungsleistung besser ausfällt.

Eine Welt ohne Honigbienen und andere pflanzenbestäubende Tiere würde weltweit zu Ertragsverlusten in Höhe von 153 Milliarden Euro jährlich führen. Für Deutschland ergibt die Kalkulation einzelner Wissenschaftler noch einen Betrag von 1,6 Milliarden Euro (vgl. Klein 2015). Diese oder ähnliche Zahlen nutzen Wissenschaftler, Naturschützer und Imker oft, um die Bedeutsamkeit der Honigbienen, Hummeln und Wildbienen für den Menschen aufzuzeigen

Die Honigbiene gilt insbesondere wegen ihrer Bestäuberleistung bei Nutzpflanzen als drittwichtigstes Nutztier nach Rind und Schwein. Der Mensch aber hängt nicht nur bei pflanzlichen Grundnahrungsmitteln von Bestäubern ab, sondern braucht noch weitere natürliche Ressourcen, die mit Bienen und deren Bestäubung in Verbindung stehen.

Nicht nur Bienen übernehmen für den Erhalt und das reibungslose Funktionieren von natürlichen und anthropogenen Ökosystemen eine wichtige ökologische Rolle, sondern auch andere bestäubende Tiere wie Fledermäuse und Vögel. Es gibt in Nahrungsketten immer Konsumenten, die sich an bestimmte Organismenarten angepasst haben. Fallen diese Organismen - wie beispielsweise die Honigbienen - weg, hat dies Folgen für andere Nahrungsebenen. Ganze Ökosysteme würden sich verändern, verbunden mit weitreichenden Folgen für die Artenvielfalt (vgl. Klein 2015).

Wir können nicht durch Zahlen bemessen und belegen, welchen Wert die Bienen für die Ökosysteme einnehmen. Der Wert der Bienen ist für uns Menschen wesentlich komplexer, um allein vom finanziellen Standpunkt her betrachtet zu werden.

Die Honigbiene als Wegbereiter für BNE

Pasch und Möller (2016) haben festgestellt, dass die Honigbiene aufgrund ihrer ökologischen Bedeutung als Bestäuberinsekt für die biologische Artenvielfalt und ökonomisch für die globale Grundversorgung zunehmend Einzug in Themengebiete der Aufklärung und Sensibilisierung nachhaltiger Umweltbildung findet. Sie wird als bedeutende Sympathieträgerin (z. B. kleine, freche, schlaue Biene Maja und fleißige Arbeiterin) gesehen und bietet als Nutztier mit enger Bindung an struktur- und artenreiche Landschaften zahlreiche Ansatzpunkte zur nachhaltigen Wissensvermittlung. Nach Pasch und Möller eignet sich die Honigbiene für die Vermittlung ökologischer und systematischer Zusammenhänge und kann durch ihre globale Bedeutung als Bestäuberinsekt von Nutzpflanzen sowie ihrer aktuellen weltweiten Bedrohung fächerübergreifend auch für die Vermittlung aktueller Umwelt- und Artenschutzproblematiken im Kontext von BNE eingesetzt werden.

Vor diesem Hintergrund werden Honigbienen vermehrt in schulischen (von Kindergärten bis zu weiterführenden Schulen) und außerschulischen Bildungsinstitutionen (Biologischen Stationen, Freilandlaboren) thematisiert. Bundesweit finden bereits verschiedene Projekte zur Bienenhaltung in Schulen statt (vgl. Projekt „Nachhaltige Schülerfirma“ der DBU, Projekt „Bienen machen Schule“ des Mellifera e. V. u. a.), die den Schülerinnen und Schülern eine originale Begegnung mit der Honigbiene ermöglichen.

Trotz des steigenden Interesses an der Honigbiene und der Etablierung verschiedener Projekte mit Bienen in den Bildungsinstitutionen gibt es noch keine wissenschaftlichen Untersuchungen zur Wirksamkeit solcher Angebote (vgl. Pasch/Möller 2016).

Mit Honigbienen Unterricht vielfältig gestalten

Das Thema Bienen eignet sich in hervorragender Weise, bei Kindern Interesse an Vorgängen in der Natur und Verständnis für die Bedeutung einer



Abb. 1: Rechercharbeit mit dem Computer bzw. Abspielen von Videoaufnahmen

intakten Natur für die wirtschaftliche und soziale Zukunft der Menschen zu wecken. Dies gelingt am besten, wenn Schülerinnen und Schüler vielfältig an das Thema herangeführt werden (Abb.1) und am Bienenstock spielerisch den Phänomenen auf den Grund gehen, um Neues entdecken zu können. Das Interesse wächst und bleibt dann am ehesten bestehen, wenn es gelingt, die Kinder aus ihrer Alltagssituation und von ihren praktischen Bedürfnissen her an das Thema heranzuführen.



Abb. 2: Untersuchung einer Honigbiene unter dem Stereomikroskop

Das Thema bietet vielfältige Möglichkeiten für den Unterricht in der Grundschule (Abb. 2). Sicherlich liegt der Schwerpunkt im Fach Sachunterricht, aber auch andere Fächer wie Deutsch, Mathematik, Kunst und Religion bieten zahlreiche Anknüpfungspunkte, um das Thema als Langzeitprojekt in den Unterricht zu integrieren. So können Kinderfragen wie: Warum sind Bienen schwarz gelb gestreift? Was machen Bienen? Wo kommt der Honig her? Warum sind die Bienen so wichtig? als Ausgangspunkt dienen, viele unterschiedliche Zugänge aufzugreifen.

An den Bienen lassen sich exemplarisch viele Mechanismen der Tier- und Pflanzenwelt zeigen und verstehen (vgl. Westphal 2015). Die Organisation im Bienenvolk, die klare Rollenverteilung und das ausgefeilte Kommunikationsverhalten der Bienen machen sie zu einem anschaulichen Beispiel für das Sozialverhalten im Tierreich. Aber auch die vielfältigen Bedrohungen, denen Bienen heute u.a. durch Schädlinge wie der Varroamilbe, durch den Pestizideinsatz in der Landwirtschaft und durch Monokulturen mit geringem Futterangebot ausgesetzt sind, zeigen eindrucksvoll, wie anthropogene Eingriffe die Ökosysteme verändern und gefährden können. Hierdurch wird die Bedeutung, welche die Bienen als wichtige Bestäuber für die Landwirtschaft und gleichzeitig für unsere Nahrungsmittel haben, anschaulich. In der Auseinandersetzung mit dem Nutzen und den Gefährdungen vertiefen die Kinder somit ihr Verständnis für den Umweltschutz.

Aber nicht nur Honig und die Bestäubung sind wichtige Themen, sondern auch die Imkerei und der Bienenwachs bieten weitere vielfältige Möglichkeiten, den Unterricht anschaulich zu gestalten. Neben einer Bienenwerkstatt könnte ebenso eine Wachswerkstatt das Thema abrunden (vgl. Kutsch/Obermann 2015). Kinder können erfahren, dass Wachs ein Ausscheidungsprodukt der Bienen und ein Naturprodukt ist, welches in vielen Produkten wie Gummibärchen, Wachsmalstiften und Kerzen enthalten ist. Die Kosmetikindustrie verwendet Bienenwachs in Cremes und Salben. Solche Produkte lassen sich leicht mit Kinder in der Klasse selbst herstellen.

Die Erfahrung zeigt, dass sich Kinder für Bienen interessieren und häufig schon positive oder negative Erfahrungen gesammelt haben. Wenn ein lebendiger Unterricht mit Bienen angeboten wird, stellt sich schnell eine Nachfrage nach mehr Ideen, Angeboten und Projekten ein. Die meisten Angebote finden sich überwiegend ab dem Jahrgang der fünften Klasse. Jedoch können diese Angebote relativ einfach an die pädagogischen Anforderungen der Grundschule angepasst werden.

Besuch einer Imkerei als außerschulischer Lernort

Den Kontakt zu Bienen und Imkerinnen und Imkern in der Nähe der Schule zu finden, ist nicht immer einfach, aber Hilfe bieten hier Imkerver-



Abb. 3: Unterrichtsbesuch einer Klasse beim Imker

eine oder Naturschutzvereine. Der Besuch bei einer Imkerin oder einem Imker bietet eine positive Begegnung mit Honigbienen. Meist nähern sich Schülerinnen und Schüler während dem Besuch eines Bienenstandes mit Angst, weil Bienen stechen könnten. Zudem kennen sie Bienen zumeist nur einzeln und für viele Kinder kommt der Honig aus dem Supermarkt. Nach einer vorsichtigen Kontaktaufnahme, ggf. mit imkerlicher Schutzausrüstung, ermöglicht der Blick in die Bienenstöcke eine ganz neue Erfahrungs- und Sichtweise in den Bienenstaat. Durch das Beobachten, Erkennen und Erleben der Zusammenhänge (z. B. lange Regenphasen verursachen Hungerphasen im Bienenvolk) wird hier das Interesse auf die nähere Umgebung außerhalb des Bienenstockes (z. B. Blütenpflanzen) gelenkt, weil ohne die Natur ein Bienenstaat nicht überleben könnte. Die Schülerinnen und Schüler erfahren außerdem, dass Bienen nur in Ausnahmefällen angreifen und meist dann stechen, wenn sie sich bedroht fühlen. Die Honigbienen sind heute sanftmütig und stechen in den seltensten Fällen, weil sie seit langem durch gezielte Selektionsmaßnahmen gezüchtet wurden. Dennoch sollte im Vorhinein bei der realen Begegnung mit Honigbienen abgeklärt werden, ob es Schülerinnen und Schüler gibt, die allergisch auf Bienengift reagieren. In diesen Fällen sollte der

Wenn die Bienen sterben ...

Hausarzt befragt werden, ob es gegen den Besuch eines Bienenstandes Einwände gibt oder ggf. Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten sind.

Je nach den jahreszeitlichen Verhältnissen und den imkerlichen Gegebenheiten können reife Honigwaben geschleudert und der frische Honig in Probiergläschen abgefüllt werden, der anschließend als erster eigener Honig mit nach Hause genommen werden darf. Die Imkerin oder der Imker könnte als zusätzliche Arbeitsaufgabe zudem interviewt werden.

Der Bienenschaukasten als Fenster ins Bienenvolk

Die Forderung, Bienen als reale Objekte in den Biologieunterricht zu holen, ist nicht neu und erfährt in jüngster Zeit eine Renaissance. So bietet ein Bienenschaukasten die Möglichkeit, diese Forderung auch im Sachunterricht umzusetzen (Abb. 4).



Abb. 4: Bienenschaukasten im Klassenraum

Frank Nieser (2011) beschreibt den Bienenschaukasten treffend als Fenster ins Bienenvolk. Dabei handelt es sich um eine kleine schmale Bienenkiste, in der ein Bienenvolk auf ein oder zwei Waben sitzt. Seitlich ist diese

Holzboxe jeweils mit einer Tür zu öffnen, hinter der sich eine Glasscheibe befindet, durch die der Beobachter auf die Wabenfläche des kleinen Bienenvolks schauen kann (Abb. 4). Zusätzlich gibt es Lüftungsschlitze durch die Luft aus dem Bienenvolk nach außen ventiliert werden kann und eine Vorrichtung, um die Bienen im Notfall zu füttern. Eindrucksvoll lässt sich hier das Leben und Arbeiten der Bienen verfolgen: die Anlage des Brutnestes, die Entwicklung der Brut, die Kommunikation der Bienen untereinander. So werden angstfreie Einblicke in einen praktischen Unterricht eröffnet, ohne mit den Bienen direkt in Berührung zu kommen und Angst haben zu müssen.

Pohl plädiert schon 1994, einen Bienenschaukasten an der Schule zu installieren, um einen wirkungsvollen Beitrag zur Umwelterziehung zu leisten. Bienen an die Schule zu holen und im Klassenraum zu halten, bietet hier eine neue weitere besonders faszinierende Möglichkeit sich mit dem Thema zu beschäftigen. Zunächst erscheint es unrealistisch, dass Lehrerinnen und Lehrer, ohne Imkerin und Imker zu sein, Bienen in der Schule halten könnten, aber durch eine enge Zusammenarbeit zwischen dem örtlichen Imkerverein und der Schule kann dieser Ansatz für beide Seiten zu einer Win-Win-Situation werden. Der Imkerverein stellt ein interessantes Hobby oder einen Beruf vor und kann jüngere für die Bienenhaltung und die Natur interessieren. Die Schule bekommt einen Experten an die Seite gestellt, der sich über den Sommer hinweg um das Bienenvolk an der Schule kümmert. Kinder erhalten über diesen Weg Einblicke in ein Bienenvolk, welche sonst nur der Imkerin und dem Imker vorbehalten bleiben. Die Bienen an der Schule bieten weiter den Vorteil, dass Lehrerinnen und Lehrer und die Kinder das Thema flexibel im Schulalltag einplanen können bzw. während der Unterrichtsstunde die Bienen im Klassenraum beobachtet werden können, ohne erst einen weit entfernten außerschulischen Lernort aufsuchen zu müssen.

Einen solchen Schaukasten in der Schule oder im Klassenraum zu integrieren kann auf verschiedene Arten geschehen. Die erste Möglichkeit wäre, diesen Schaukasten auf einer sonnigen abgeschiedenen Ecke auf dem Schulgelände zu installieren. Da Bienen keine Haustiere im engen Sinne sind und ausfliegen möchten, um z. B. abkoten zu können, gäbe es hierzu die Möglichkeit durch einen festen Standort. Kurzfristig wäre eine weitere Möglichkeit, den Bienenschaukasten verschlossen im

Klassenraum aufzustellen, um das Bienenvolk zu beobachten. Leider leidet hierdurch das Volk, weil Bienen an ihren Ausflügen gehindert werden und alle wichtigen Prozesse, die ein Bienenvolk am Leben hält, unterbunden werden und die Bienen so auf lange Sicht gefährdet sind. Aus diesem Grund kann ein solcher Schaukasten verschlossen nur einen Vormittag im Klassenraum verbleiben. Dettli und Krumenacher (2013) entwickelten ein verbessertes Konzept und einen entsprechenden einfachen Bienenschaukasten. Der große Vorteil im Gegensatz zu den anderen beschriebenen Schaukastenvarianten ist eine Verbindung des Schaukastens mit der Außenwelt durch einen Schlauch (Abb. 5). Im Sinne des Ansatzes von Martin Wagenschein (2008) und des entdeckenden Lernens kann dieser besondere Beobachtungskasten zwanglos in der Klasse eingesetzt werden.



Abb. 5: Bienenschaukasten mit Schlauchverbindung nach außen (Foto: Heike Lobpreis)

Durch den Schlauch wird es möglich, den Beobachtungskasten den Sommer über im Klassenraum stehen zu lassen. Die Kinder erhalten hierdurch die Chance, ohne jeden Lernzwang den Bienen näher zu kommen und sich für deren Lebensweise zu interessieren. Hier wird Lernen mit allen Sinnen möglich. Die Kinder hören, wie Bienen die Stockluft ventilieren, wie die Stockluft riecht, wenn Nektar eingetragen wird. An der Fensterscheibe spürt man die Brutnestwärme, die nötig ist, um die Brut aufzuziehen. Kinder können erleben, wie Bienen schlüpfen oder wie eine Königin tutet, wenn sie schlüpft.

Bienenvölker an der Schule als Langzeitprojekt

Eine weitere Möglichkeit ist, Bienenvölker in ihren herkömmlichen Behausungen an der Schule anzusiedeln. Dadurch erübrigt sich die organisatorische Planung des Besuches eines Imkerstandes und die Lehrkraft kann kurzfristig und wetterangepasst die Arbeit mit den Bienen einleiten. Die Schülerinnen und Schüler hätten die Gelegenheit, Bienenvölker aus der Nähe zu beobachten und viele Dinge über die Bienen und ihre Produkte vor Ort zu erfahren. Ein solches Projekt wäre wiederum gegebenenfalls in Kooperation mit einer Imkerin oder einem Imker möglich, der zur Unterrichtszeit gemeinsam mit den Schülern die imkerlichen Arbeiten durchführt.

Kinder werden durch das Mitwirken bei allen Arbeitsschritten zu Bienenexperten und können ihren Eltern vermitteln, dass sie keine Angst vor den kleinen Insekten zu haben brauchen. Zudem sind die Kinder stolz, ein eigenes Bienenvolk zu betreuen und lernen nebenbei einen wichtigen landwirtschaftlichen Beruf kennen (vgl. Berghane 2013).

Bienen-AG

Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit stellt das gemeinsame Imkern mit Kindern oder die Gründung einer Schulimkerei bzw. einer Bienen-AG während eines Bienenjahres dar. Stehen erst einmal Bienenvölker durch ein Langzeitprojekt (wie eben erläutert) an der Schule, wäre eine solche Arbeitsgemeinschaft mit einer unverzichtbaren betreuenden Person und nötiger finanzieller Startunterstützung auch an einer Grundschule gut umsetzbar. Die Bienen können somit ihren reichen Lern- und Erfahrungsraum für die Schülerinnen und Schüler eröffnen (vgl. Westphal 2015). Über das ganze Jahr fallen Arbeiten an den Bienenvölkern und bei der Verarbeitung von Waben, Wachs, Propolis¹ und Honig an, die schon von Grundschülerinnen und -schülern übernommen werden können (Abb. 6). Radetzki (2015) schreibt dazu, dass diese Tätigkeiten durch starke

1 Propolis ist eine harzähnliche braune Masse, welche über eine antibiotische, antivirale und antimykotische Wirkung verfügt. Die Bienen produzieren die Propolis, um sich gegen Schädlinge und Krankheitserreger zu schützen.

Wenn die Bienen sterben ...

sinnliche Erlebnisse geprägt sind und die Bienen den nötigen Respekt geschenkt bekommen, dass die Kinder besonders aufmerksam sind und mitarbeiten. Schließlich müssen sich die Kinder auch über den Ein- und Verkauf in einer Imkerei Gedanken machen.



Abb. 6: Kinder bei der Honigernte
(Foto: Juliane Berger)

Die nachhaltige Beschäftigung mit Bienen und ihrer Lebenswelt bietet dabei nicht nur einen praktischen, sondern einen all-bezogenen Zugang zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Am Beispiel der Honigbiene ist in idealer Weise darstellbar, welchen ökologischen, ökonomischen und sozialen Nutzen die Natur für uns Menschen hat. Durch die selbsttätige Arbeit an den Bienenvölkern können Grundeinsichten in ökologische Systeme und der Erlernen von achtsamen Umgang mit der Natur, Erleben der Vernetzung, der Veränderbarkeit und der Störanfälligkeit in der Natur lokal vor Ort erfahrbar werden. Die Bestäubung der Blütenpflanzen, das Zusammenleben der Bienen, die Honig- und Wachsproduktion sind beispielsweise Schwerpunktthemen der Bienen-AG. Es wird Teamarbeit gefördert und gemeinsames Planen und Handeln wird für die Schülerinnen und Schüler zu einem unverzichtbaren Bestandteil. Dieses Langzeitprojekt erfordert Respekt im Umgang mit den Tieren, eröffnet einen weitreichenden Kontakt zur Natur und fördert das Verantwortungsbewusstsein.

Zusammenfassung

Es lässt sich festhalten, dass es zahlreiche und vielfältige Angebote gibt, das Thema Honigbienen im Sachunterricht einzubinden, auch ohne einen realen Kontakt zur Biene zu ermöglichen. Gleichwohl würde bei einem solchen Unterricht etwas Faszinierendes und Wichtiges fehlen. Forderungen, im Sachunterricht die originale Begegnung zu ermöglichen und

Bienen an die Schule zu holen, sind nicht neu und erfahren in neuester Zeit einen Aufschwung. Mit einer offenen Haltung oder durch eine Kooperation mit einem Imkerverein lassen sich solche Projekte umsetzen und bereichern nicht nur den Sachunterricht, sondern den ganzen Schulalltag. Um die drei Dimensionen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung möglichst gewinnbringend umzusetzen, wäre eine durch einen Experten geleitete Schülerfirma eine besondere Chance.

Literatur

- Berghane, Ralf (2011): Mit Bienen im Kindergarten. In: Mellifera e.V. (2011): Handbuch Bienen machen Schule - Mit Kindern & Jugendlichen die Welt der Bienen entdecken. Rosenfeld: Mellifera e.V. Eigenverlag, 27-29.
- Dettli, Martin/Krummenacher, Viktor (2011): Der Bienenbeobachtungskasten. In: Mellifera e.V. (2011): Handbuch Bienen machen Schule – Mit Kindern & Jugendlichen die Welt der Bienen entdecken. Rosenfeld: Mellifera e.V. Eigenverlag, 35-40.
- Klein, Alexandra-Maria (2015): Was wäre wenn? – Die Bedeutung von Bienen und anderen Bestäubern für unsere Ernährung. In: ADIZ/die Biene/Imkerfreund, H. 12, 14-17.
- Kutsch, Irmgard/Obermann, Gudrun (2015): Mit Kindern im Bienengarten. Stuttgart: Geistesleben.
- Nieser, Frank (2011): Der Schaukasten – Fenster ins Bienenvolk. In: Mellifera e.V. (2011): Handbuch Bienen machen Schule - Mit Kindern & Jugendlichen die Welt der Bienen entdecken. Rosenfeld: Mellifera e.V. Eigenverlag, 30-34.
- Radetzki, Thomas (2005): Die Biene und der Bien. In: Erziehungskunst – Waldorfpädagogik heute, Jahrgang 2015, H. 12, 1327-1331.
- Pasch Nadine/Möller Andrea. (2015): Be(e) educated: Der Einfluss einer Unterrichtsintervention zur Honigbiene auf Facetten einer naturschützender Bereitschaft, Umweltkompetenz und Umwelteinstellung von Schülerinnen und Schülern. In: Dirk Krüger u. a. (Hrsg.) (2015): Erkenntnisweg Biologiedidaktik 14. Kassel: Universitätsdruckerei, 109-124.
- Pohl, Eckhard (1994): Der Bienenschaukasten in der Schule – Ein wirkungsvoller Beitrag zur Umwelterziehung. In: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie, Jahrgang 43, H. 4, 42-44.

Wenn die Bienen sterben ...

Wagenschein, Martin (2008): Verstehen lehren – Genetisch-Sokratisch-Exemplarisch. Mit einer Einführung von Hartmut von Hentig. Weinheim/Basel: Beltz.

Westphal, Undine (2015): Imkern mit Kindern. Hamburg: Druckerei Pockrandt.

Rein, weiß, unschuldig?

Mit Milch als Lerngegenstand Bildung für Nachhaltigkeit in den Sachunterricht integrieren

Daniela Krischer (Universität Siegen)

1. Einleitung

Milch ist nicht nur sprichwörtlich in aller Munde. Nach Auskunft des Milchindustrieverbandes betrug der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von Milch und Milchprodukten im Jahre 2015 in Deutschland 121,6 kg (vgl. Milchindustrie-Verband e.V. 2016). Milch ist also für Schülerinnen und Schüler aller Altersstufen sehr präsent und alltagsnah. Zugleich handelt es sich um einen Unterrichtsgegenstand, mit dem wichtige Bereiche und Schwerpunkte des Sachunterrichts wie Stoffe und ihre Umwandlung; Ernährung und Gesundheit; Umweltschutz und Nachhaltigkeit; Tiere, Pflanzen, Lebensräume; Interessen und Bedürfnisse usw. (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW 2008) erarbeitet werden können. Im vorliegenden Artikel soll ein Unterrichtsgang präsentiert werden, mit dem anschaulich und lebensnah Aspekte von Nachhaltigkeit und einfache chemische Experimente in den Sachunterricht der Grundschule integriert werden können.

2. Fachliche Grundlagen

2.1 Milch und Milchverarbeitung

Wiewohl auch andere Säugetiere Milch geben, wird mit dem Begriff Milch meist das beim Melken von Kühen gewonnene Erzeugnis bezeichnet. Im Rahmen der üblichen Schwankungen von Naturprodukten enthält ein Liter Kuhmilch 87,0 % Wasser, 3,4 % Eiweiß, 4,1 % Fett, 4,8 % Milchzucker und 0,7 % Vitamine und Mineralstoffe.

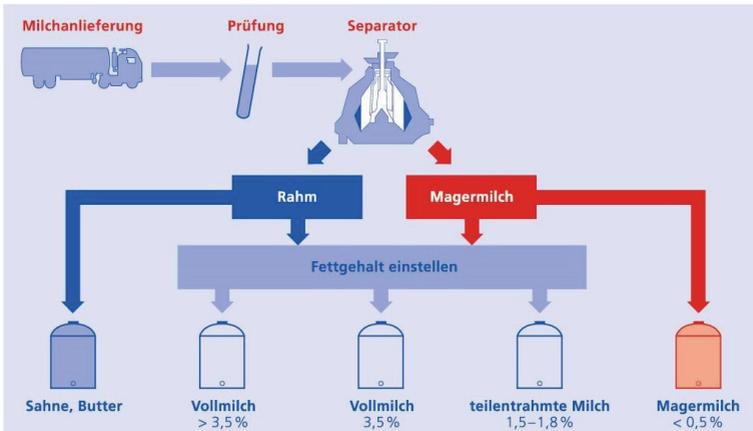


Abb.1: Einstellung des Fettgehalts (mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. 2015a, Kap. 5, 16).

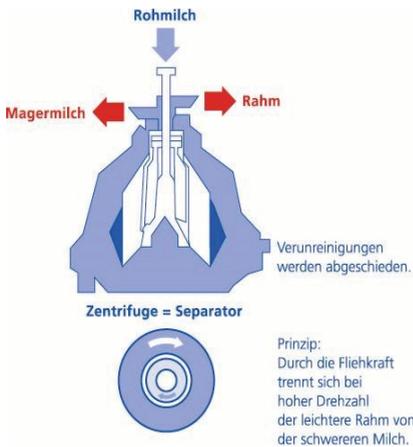


Abb. 2: Funktionsweise eines Separators (mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. 2015a, Kap. 5, 15).

Nach dem Melken wird die gewonnene Rohmilch in mehreren Schritten bearbeitet, bevor sie dem Verbraucher in den verschiedensten Formen zum Kauf zur Verfügung steht. Zunächst wird die Milch noch auf dem Hof gekühlt und anschließend im Kühlwagen zur Molkerei transportiert (vgl. Abb. 1). Nach einer ersten Prüfung werden im Separator Magermilch und Rahm getrennt sowie Verunreinigungen abgeschieden (vgl. Abb. 2).

Nun kann je nach gewünschtem Endprodukt (z. B. Vollmilch, Magermilch oder Sahne) der Fettgehalt des Produktes durch das Mischen entsprechender Anteile

Rein, weiß, unschuldig?

von Rahm und Magermilch eingestellt werden (vgl. Abb. 1). Vollmilch oder teilentrahmte Milch wird im Folgenden homogenisiert (vgl. Abb. 3). Dazu wird die Milch durch enge Düsen gepresst, um die Fetttropfchen zu zerkleinern. Dadurch wird die Milch einerseits bekömmlicher und vollmundiger, andererseits wird ein Aufrahmen der Milch, also ein Absetzen des Rahms an der Oberfläche, verhindert.

Im letzten Schritt wird die Milch wärmebehandelt, um die Haltbarkeit des Produkts zu verlängern (vgl. Abb. 4). Frischmilch wird nur pasteurisiert, also für eine kurze Zeit auf 72-75 °C

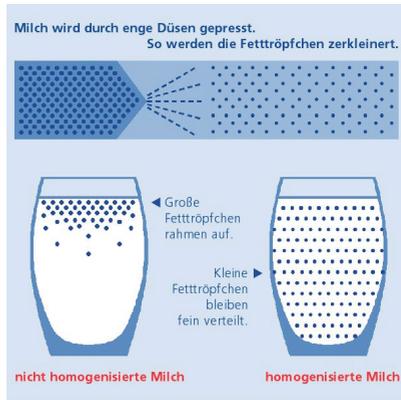


Abb. 3: Homogenisierung von Milch (mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. 2015a, Kap. 5, 17).

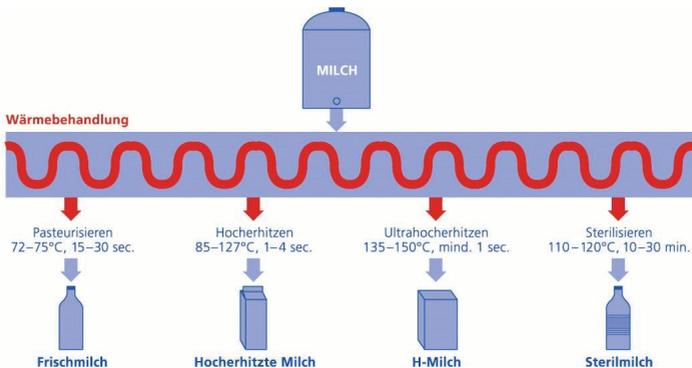


Abb. 4: Wärmebehandlung von Milch (mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. 2015a, Kap. 5, 18).

Erhitzungsverfahren	Thiamin △ Vitamin B ₁	Pyridoxin △ Vitamin B ₆	Cobalamin △ Vitamin B ₁₂	Folsäure
Pasteurisierung	< 10 %	0–8 %	< 10 %	< 10 %
Ultraheerhitzung	0–20 %	< 10 %	5–10 %	5–10 %
Sterilisierung	20–50 %	20–50 %	20–100 %	30–50 %
Kochen (Im privaten Haushalt)	10–20 %	10 %	20 %	15 %

Abb. 5: Vitaminverlust der Milch bei verschiedenen Erhitzungsverfahren (mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. 2015a, Kap. 3, 8).

erhitzt, wodurch die meisten Bakterien und Pilze getötet werden, Vitamine und Mineralstoffe jedoch größtenteils erhalten bleiben (vgl. Abb. 5). Die deutlich länger haltbare H-Milch wird ultraheerhitzt, also für eine sehr kurze Zeit auf 135–150 °C erwärmt.

2.2 Anknüpfungspunkte für Themen nachhaltiger Entwicklung

Der Produktionsprozess von Milch bietet vielfältige Möglichkeiten, Aspekte nachhaltiger Entwicklung zu thematisieren. Flint u.a. beschreiben beispielsweise 72 Faktoren aus den Bereichen Ökonomie (z. B. Lebensstageleistung der Kühe, Zufriedenheit der Landwirte mit der wirtschaftlichen Situation, Risikomanagement), Ökologie (z. B. Bewirtschaftung von Dauergrünland, Nährstoffmanagement, Güllemanagement), Soziales (z. B. Arbeitszeit, Entlohnung, Fort- und Weiterbildung) und Tierwohl (z. B. Haltungsverfahren, Tiergesundheit, Kälberaufzucht), mit denen ein milchviehhaltender Betrieb hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit beurteilt werden kann (vgl. Flint u. a. 2016). Auch die Treibhausgaslast der Milch spielt eine Rolle bei der Bewertung (vgl. Warnecke/Paulsen 2015).

Den Gesamtprozess der Milchproduktion hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit zu beurteilen, ist also an sich bereits ein hochkomplexes Problem. Die Verknüpfungen der einzelnen Bereiche untereinander sind vielschichtig und nicht immer unmittelbar ersichtlich. So hat die Bewirtschaftung von Dauergrünland neben ihren positiven Effekten hinsichtlich des Oberflächenabflusses von Regenwasser oder der Artenvielfalt einer Landschaft auch eine wichtige Funktion als CO₂-Senke.

Zugleich ist der Nährstoffgehalt extensiv bewirtschafteten Dauergrünlandes aus tierernährungsphysiologischer Sicht eher nachteilig. Muss das Leistungsniveau der Milchproduktion durch Zufütterung gewährleistet werden, kann dies negativen Einfluss auf die Treibhausgaslast (THG) der Milch haben, ebenso wie eine hohe oder niedrige Milchleistung als solches Einfluss auf die potentiellen THG-Emissionen hat (vgl. Flint u.a. 2016, Warnecke/Paulsen 2015). Neben der Beurteilung des Produktionsprozesses kommen noch Fragen nach der Verpackung und dem Transport der Milch zum Endkonsumenten, das Kaufverhalten des Konsumenten und Ähnliches hinzu.

In der Grundschule können daher nur ausgewählte Aspekte dieses Bedingungsgefüges ausdrücklich thematisiert und darüber hinaus lediglich eine Sensibilisierung hinsichtlich des Gesamtkomplexes angebahnt werden.

Naheliegend und für Kinder nachvollziehbar sind beispielsweise die Haltungsbedingungen der Milchkühe (Weidehaltung, Fütterung, Enthornung, Ohrmarken...) oder soziale Aspekte von Nachhaltigkeit (Urlaubsmöglichkeiten, Entlohnung etc.) (vgl. Flint u. a. 2016). Zur Verhinderung eines schwarz-weiß-Denkens sollten hier nicht einfach die Bestimmungen für Biohöfe den Bestimmungen konventioneller Betriebe gegenübergestellt werden. Viele konventionelle Betriebe, gerade kleinere Familienbetriebe, legen großen Wert auf das Wohlbefinden ihrer Kühe und eine nachhaltige Bewirtschaftung ihrer Betriebsflächen. Ein schönes Material bietet die Arbeitsblatt- und Lehrfilmsammlung „Die Wege der Milch“ (vgl. Landesvereinigung der Milchwirtschaft Nordrhein-Westfalen e.V. 2015a), die bei der Landesvereinigung der Milchwirtschaft im Internet kostenlos bestellt werden kann. Dort werden in drei Kurzfilmen verschiedene Höfe portraitiert und den Schülerinnen und Schülern Leitfragen zur Filmbeobachtung und verschiedene Arbeitsblätter zur Auseinandersetzung mit dem Film mitgegeben. Dabei wird neben ökologischen Aspekten und Aspekten des Tierwohls auch auf soziale Aspekte wie den Milcherzeugerpreis eingegangen. Dieser schwankte in den letzten Jahren stark. Während er in den Jahren 2003–2006 zwischen 28–30 Cent/Liter lag, bewegte er sich in den Jahren 2007–2015 zwischen 25 und 38 Cent, im Jahresdurchschnitt lag er 2015 bei 29 Cent (vgl. ZMB Zentrale Milch-

markt Berichterstattung GmbH 2015, 4). Berechnungen zufolge braucht ein Bauer zur Herstellung eines Liters Milch jedoch etwa 50 Cent.

Zur Erzeugung von Biomilch gelten zwar höhere Standards, sodass die Herstellungskosten steigen, die Bauern bekommen aber auch einen höheren Milcherzeugerpreis. Außerdem gibt es mittlerweile Molkerei-Genossenschaften oder Ähnliches (z. B. „Die faire Milch“, „Molkerei-Genossenschaft Berchtesgadener Land“), die eine faire Bezahlung der liefernden Betriebe versprechen. Diese Produkte sind für den Verbraucher dann aber auch teurer. Schülerinnen und Schüler können hier also sehr alltagsnah soziale und ökonomische Aspekte von Nachhaltigkeit unter dem Aspekt „Was kann und was will ich mir leisten?“ aus verschiedenen Blickwinkeln nachvollziehen.

Unbedingt empfehlenswert bei der Thematisierung nachhaltiger Milchproduktion, auch zur Herstellung von Naturerfahrungen, ist der Besuch eines Bauernhofs mit den Kindern, um die Bedingungen vor Ort zu erkunden. Neben ausgewiesenen Schulbauernhöfen sind viele kleinere Betriebe gerne bereit, Schulklassen auf ihrem Hof willkommen zu heißen. Besucht man mit der Schulklasse einen Bauernhof, kann dort auch der Bauer zu sozialen und ökonomischen Aspekten der Thematik interviewt werden, sodass diese Aspekte von Nachhaltigkeit für die Kinder unmittelbar erfahren werden können.

Einen weiteren spannenden Anknüpfungspunkt bietet das Hamburger Start-Up- Unternehmen QMILK (Qmilch Deutschland GmbH). Aus nicht-verkehrsfähiger Milch (Milch, die nach den gesetzlichen Regelungen nicht als Lebensmittel verwendet werden darf) stellt QMILK Fasern zur Textilherstellung und Kunststoffgranulat her. Fasern und Granulat bestehen aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen und sind unter bestimmten Bedingungen vollständig kompostierbar. Wiewohl eine detaillierte Betrachtung der Prozesse für den Sachunterricht zu komplex wäre, können diese neuen technischen Entwicklungen thematisiert und die Kinder für die entsprechenden Probleme sensibilisiert werden.

3. Unterrichtsgang

Für die Unterrichtsreihe wird ein Unterrichtsgang entlang des Wegs der Milch von der Erzeugung auf dem Hof bis zum Verzehr am Frühstückstisch

Rein, weiß, unschuldig?

vorgeschlagen. An ausgewählten Stationen können so einerseits fachlich-chemische Grundlagen im Sinne einer Anbahnung eines ersten Verständnisses von Stoffen und Stoffumwandlungen theoretisch und experimentell erarbeitet und andererseits Aspekte nachhaltiger Entwicklung thematisiert werden. Zur Herstellung von Lebensnähe und Motivation wird vorgeschlagen, am Frühstückstisch zu beginnen und den Weg „rückwärts“ zu gehen. Der umgekehrte Weg ist aber ebenso denkbar.

3.1 Einstieg in die Unterrichtsreihe

Zu Beginn der Sequenz wird den Schülerinnen und Schülern eine Folie mit sechs Bildern im Zusammenhang mit der Herstellung von Milch präsentiert (vgl. Abb. 6).

Die Schülerinnen und Schüler werden gebeten, diese in die korrekte Reihenfolge zu bringen. Im folgenden Unterrichtsgang wird die Bildfolge als roter Faden immer wieder aufgelegt bzw. das zum Stundeninhalt passende Bild deutlich sichtbar im Klassenraum angebracht.

3.2 Am Frühstückstisch

In der ersten Stunde werden zunächst allgemeinere Lernziele wie Lebensweltbezug und gesunde Ernährung verfolgt. Passend zum Bild werden Frühstücksgewohnheiten (Frühstücken wir überhaupt? Was frühstücken wir? etc.) thematisiert. Eine weitere Anregung bietet der Beitrag „Warum eigentlich Schulmilch?“ der bereits benannten Materialsammlung (vgl. Landesvereinigung der Milchwirtschaft Nordrhein-Westfalen e.V. 2015a). Der Kurzfilm zeigt, warum Milch und Milchprodukte wichtig für die Entwicklung von Kindern sind. Ergänzend zur Filmanalyse werden die Kinder auf dem zugehörigen Arbeitsblatt aufgefordert, ein *Milchtagebuch* über ihren Tagesverzehr zu führen.

3.3 Im Supermarkt

In der zweiten Stunde folgen erste Experimente zu den unterschiedlichen Milchsorten und den Inhaltsstoffen der Milch (vgl. Arbeitsblätter¹ 1–3 am Ende des Artikels). So erfahren Kinder etwas über den Stoff bzw. das

1 Die Arbeitsblätter sind als Anregung für die Lehrkraft gedacht. Arbeitsanweisungen für die Schülerinnen und Schüler müssen je nach Zielgruppe noch deutlich didaktisch reduziert bzw. bearbeitet werden.

Bring die Bilder in die richtige Reihenfolge!

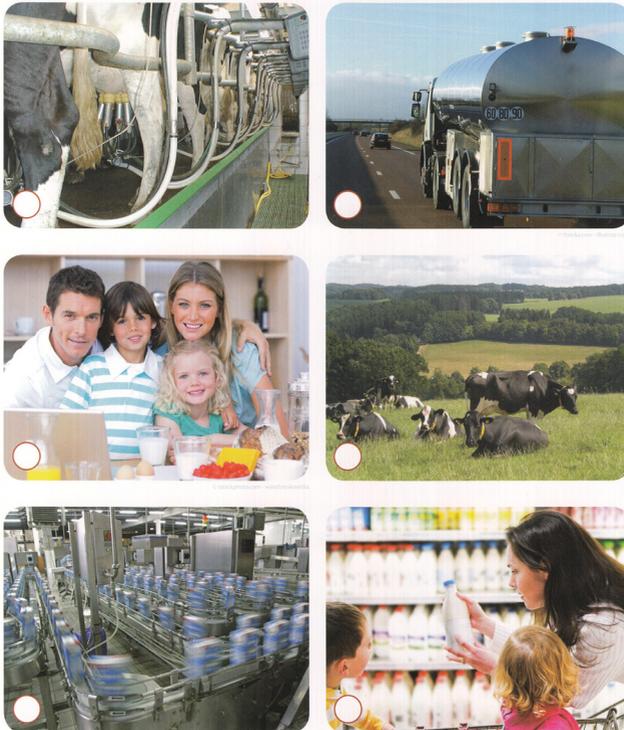


Abb. 6: Der Weg der Milch (mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. 2015b, Kap. 6, AB 9)

Stoffgemisch Milch und bekommen einen (ersten) Zugang zu einfachen chemischen Experimenten. In dieser Stunde bietet es sich an, hinsichtlich Nachhaltigkeit über die verschiedenen Verpackungen von Milch (z.B. Einweg/Mehrweg) und ggf. über das Unternehmen QMILK zu sprechen.

3.4 Milchverarbeitung

In der dritten und vierten Stunde beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Verarbeitung von Milch, Schwerpunkte sind das Pasteurisieren und Homogenisieren. Zum Homogenisieren gibt es ein einfaches Experiment, in dem eine Milch-Öl-Emulsion durch einfaches Schütteln bzw. mittels eines Zerstäubers hergestellt wird (vgl. Arbeitsblatt 4). Als Alternative zu einem erklärenden Lehrervortrag zu den beiden Fachbegriffen kann auf einen kurzen Film der *Sendung mit der Maus* (vgl. Westdeutscher Rundfunk Köln 2016) zurückgegriffen werden. In diesem werden auch das Melken und der Transport der Milch beschrieben. Ein Aspekt von Nachhaltigkeit kann in dieser Stunde die Milchpreisproblematik sein.

3.5 Auf dem Bauernhof

Im letzten Teil der Unterrichtsreihe wird die eigentliche Milcherzeugung thematisiert. Empfehlenswert hierfür ist der Besuch eines Milchhofs mit einem Interview des Bauern. Daneben bietet die Materialsammlung „Die Wege der Milch“ (vgl. Landesvereinigung der Milchwirtschaft Nordrhein-Westfalen e.V. 2015a) verschiedene Filme und Arbeitsblätter zur Erschließung des Lerngegenstandes. Auch eine Integration biologischer Aspekte (die Kuh, Verdauung der Kuh etc.) ist naheliegend. Nachhaltigkeitsorientiert kann hier das Leben der Kuh auf dem Bauernhof thematisiert werden.

3.6 Abschluss der Unterrichtsreihe

Die Unterrichtsreihe kann bereits auf dem Bauernhof (oder beim alternativen Unterrichtsgang „Am Frühstückstisch“) enden. Alternativ bietet es sich jedoch an, mit den Kindern ein eigenes Produkt aus Milch herzustellen. Idealerweise wird dazu die frische Milch vom Bauernhof verwendet (als nicht-homogenisierte Milch ist die Verarbeitung deutlich einfacher). Viele Schulbauernhöfe bieten in ihrem Programm beispielsweise das sehr einfache Herstellen von Butter (vgl. z.B. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz o.J.) an. Ebenfalls einfach ist die Herstellung von Joghurt oder Mozzarella (vgl. Arbeitsblatt „Leckereien selbst gemacht“ am Ende des Artikels). So haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, den erschlossenen Lerngegen-

stand noch einmal haptisch-sinnlich zu erfahren und können einen Bezug zum Beginn der Unterrichtsreihe herstellen.

4. Fazit

Milch als Unterrichtsgegenstand im Sachunterricht der Grundschule bietet also gute Gelegenheiten, mit den Kindern nicht allein Grundlagenwissen zur Ernährung zu besprechen, sondern darüber hinaus auch vielfältige Aspekte einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung einfließen zu lassen. Zudem können die Schülerinnen und Schüler über den Einbezug von Experimenten inhaltlich über Stoffe und Stoffumwandlungen erste chemische Kenntnisse erlangen sowie methodisch einen Einblick in naturwissenschaftliche Vorgehensweisen erhalten.

Literatur

- Flint, Lavinia u.a. (2016): Prozess nachhaltige Milcherzeugung – Entwicklung eines Nachhaltigkeitsmoduls zur Erfassung und Bewertung von Nachhaltigkeitskriterien auf milchviehhaltenden Betrieben. Braunschweig: Thünen Working Paper 54, <http://hdl.handle.net/10419/144754> (28.11.2016).
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Werkstatt Ernährung. 4. Arbeitsblatt Milch, <http://www.schuleundgesundheit.hessen.de/fileadmin/content/Medien/Schulverpflegung/Butterschuetteln.pdf> (28.11.2016).
- Landesvereinigung der Milchwirtschaft Nordrhein-Westfalen e.V. (2015a): Die Wege der Milch. Lehrfilme und Arbeitsblätter für die Grundschule und weiterführende Schulen. Düsseldorf.
- Landesvereinigung der Milchwirtschaft Nordrhein-Westfalen e.V. (2015b): Häppchen für Bildungshungrige. Lehrmaterialien für Kindergärten, Grundschulen und weiterführende Schulen (5.–8. Klasse). Korschenbroich.
- Milchindustrie-Verband e.V. (2016): Pro-Kopf-Verbrauch von Milch und Milchprodukten, <http://www.milchindustrie.de/marktdaten/verbrauch-nachfrage/> (28.11.2016).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (2008): Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Frechen: Ritterbach Verlag.

Rein, weiß, unschuldig?

Qmilch Deutschland GmbH: <http://de.qmilk.eu/> (28.11.2016).

Warnecke, Sylvia/Paulsen, Hans Marten (2015): Unterschiedliche Fütterung: Treibhausgaslast der Milch von vier Milchviehbetrieben, <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-wita-2015.html> (28.11.2016).

Westdeutscher Rundfunk Köln (2016): Milch, <http://www.ardmediathek.de/tv/Die-Sendung-mit-der-Maus/Milch/Das-Erste/Video?bcastId=1458&documentId=34570626> (28.11.2016).

ZMB (Zentrale Milchmarkt Berichterstattung GmbH) (2015): Jahresrückblick 2015: Milchmarkt 2015 deutlich schwächer, <http://www.milchindustrie.de/fileadmin/Dokumente/Marktdaten/Jahresrueckblick2015.pdf> (28.11.2016).

Der Geschmackstest -Blindverkostung

Im Supermarkt gibt es heute viele verschiedene Milchsorten. Dein Lehrer/deine Lehrerin hat einige mitgebracht und in Karaffen gefüllt. Doch schmeckt die Milch tatsächlich unterschiedlich?

1. Probieren alle Milchsorten. Trage deine Beobachtungen in die folgende Tabelle ein:

Probe	Schmeckt super	Geht so	Schmeckt nicht	Beschreibung des Geschmacks
1				
2				
3				
4				
5				

2. Dein Lehrer hat an die Tafel geschrieben, welche Milchsorten er gekauft hat. Kannst du erraten, welche Probe welche Sorte ist?

Probe	Sorte
1	
2	
3	
4	
5	

3. Bei einer der Proben handelt es sich um laktosefreie Milch. Schmeckt sie anders als „normale“ Vollmilch?



Milch als Gegenstand nachhaltigen Sachunterrichts



Inhaltsstoffe der Milch

Experiment 1: Ist Wasser ein Bestandteil von Milch?

Ihr braucht:

Milch, Glasgefäß oder Topf, kleines Glas, Heizplatte

So geht's:

Füllt etwas Milch in ein Gefäß.

Erhitzt die Milch auf der Heizplatte. Dabei immer gut umrühren – Milch brennt leicht an.

Halte nun das Glas verkehrt herum über den Topf – dabei weiter rühren!

Achtung: Am Dampf kann man sich leicht verbrennen!

Stell das Glas nach etwa zwei Minuten richtig herum hin. Was passiert?

Beobachtung/Erklärung:

Das in der Milch enthaltene Wasser verdampft und steigt als Dampf sichtbar auf. An dem kühlen Glas kondensiert es und wird als Tröpfchen sichtbar. Stellt man den das Glas richtig herum hin, bildet sich eine Pfütze der klaren, farblosen und geruchsneutralen Flüssigkeit, die über diese Eigenschaften als Wasser identifiziert werden kann.

Experiment 2: Ist Zucker ein Bestandteil von Milch?

Ihr braucht:

Vollmilch, laktosefreie Milch, Lactase-Tablette, Mörser

So geht's:

Gebe einen Schluck Vollmilch und einen Schluck laktosefreie Milch in ein Glas. Probiert beide Milchsorten.

Zerkleinere eine Lactase-Tablette im Mörser. Gebe diese zu einem Schluck warmer Vollmilch, lasse sie einige Minuten stehen und probiere.

Was schmeckt ihr nun?

Beobachtung/Erklärung:

Vollmilch enthält knapp fünf Gramm Zucker, im Wesentlichen Lactose (Milchzucker). Da die Süßkraft von Lactose geringer ist als die von Haushaltszucker, schmeckt Vollmilch dennoch nur leicht süßlich. Im Körper wird Lactose vom Enzym Lactase in seine Bausteine, Galactose (Schleimzucker) und Glucose (Traubenzucker) zerlegt. Bei Laktoseintoleranz funktioniert dieser Prozess wegen eines Lactasemangels nicht. Dann kann Lactase in Form von Tabletten eingenommen werden. Versetzt man handelsübliche Vollmilch mit einer solchen Tablette, werden Galactose und Glucose frei. Aufgrund der höheren Süßkraft dieser Stoffe im Verhältnis zur Lactose schmeckt die Milch nun süßer.



Milch als Gegenstand
nachhaltigen Sachunterrichts



Inhaltsstoffe der Milch

Experiment 3: Ist Fett ein Bestandteil von Milch?

Ihr braucht:

Papier (Löschpapier oder Kaffeefilter), 3 Pipetten, Bleistift, Milch, Sahne, Wasser

So geht's:

Nehmt euch ein Blatt Löschpapier bzw. einen Kaffeefilter und zeichnet mit einem Bleistift drei große Kreise. Kennzeichnet den ersten Kreis mit einem M für Milch, den zweiten mit einem S für Sahne und den dritten mit einem W für Wasser.

Nun tropft mit je einer Pipette etwas Wasser, Milch und Sahne in den jeweiligen Kreis. (Man kann auch einen sauberen Finger nehmen).

Lasst die drei Flecken trocknen. Wenn die Flecken getrocknet sind, haltet das Papier gegen das Licht. Von welchem Fleck ist noch etwas zu sehen?

Beobachtung/Erklärung:

Fette verdunsten im Gegensatz zum Wasser kaum. Je nach Fettgehalt des verwendeten Stoffes bleibt nach dem Verdunsten des Wassers ein mehr oder weniger sichtbarer Fettfleck zurück.

Experiment 4: Ist Eiweiß ein Bestandteil von Milch?

Ihr braucht:

Kleines Glas, Glasstab oder Löffel, Essig oder Zitronensaft, Milch

So geht's:

Füllt ein kleines Glas zur Hälfte mit Milch.

Gießt so lange Essig oder Zitronensaft hinein, bis sich die Milch verändert. Rührt ab und zu mit dem Glasstab oder dem Löffel um.

Beobachtung:

Das in der Milch enthaltene Eiweiß flockt aus, da die Säure die Primärstruktur des Eiweißes zerstört (Eiweiß wird denaturiert). Eiweiß ist ein wichtiger Nährstoff, der nicht nur in Eiern vorkommt. Es lässt sich also durch Zugabe von Essig oder Zitronensaft nachweisen.

Plastik aus Milch?

Das Eiweiß, das aus der Milch ausflockt, nennt der Chemiker Kasein. Kasein ist ein spannender Stoff.

Es wird beispielsweise bei der Herstellung von Farben eingesetzt. Diese Farben sind besonders leuchtend und lange haltbar.

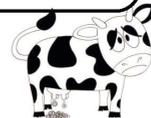
Es gibt sogar Füllhalter, Dosen, Radiogehäuse, Spielzeug oder Knöpfe aus Kasein. Kasein kann nämlich zu einem einfachen Kunststoff weiterverarbeitet werden.

Du kannst die Verarbeitung von Kasein selbst ausprobieren:

Wenn du die entstehenden Klumpen aus der Milch abschöpfst, kannst du aus der Masse kleine Figuren formen. Diese kannst du dann im Backofen trocknen – aber Vorsicht: Die Figuren dürfen nicht wärmer als 80°C werden, sonst zerfallen sie.



Milch als Gegenstand
nachhaltigen Sachunterrichts

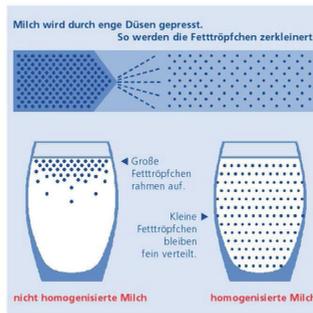


Warum muss Milch *homogenisiert* werden?

mit freundlicher Genehmigung der Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V.

Bei frischer Milch vom Bauernhof setzt sich nach einiger Zeit das Fett aus der Milch an der Oberfläche ab (der Rahm). Das sieht komisch aus und die Milch schmeckt auch besser, wenn das Fett überall verteilt ist.

Um das Absetzen des Fetts zu verhindern, wird die Milch *homogenisiert*.



Experiment: Wasser-Fett-Mischung

Ihr braucht: Sprühflasche mit Zerstäuber, 2 Schnappdeckelgläser, Speiseöl, Wasser

So geht's:

1. Gebt jeweils einen daumenbreit Wasser und einen daumenbreit Öl in die beiden Schnappdeckelgläser und verschließt diese.
2. Schüttelt eines der Gläser für zehn Sekunden kräftig
3. Füllt das geschüttelte Gemisch in die Sprühflasche und sprüht die Mischung zügig in das Schnappdeckelglas zurück.
4. Schüttelt das andere Schnappdeckelglas ebenfalls für zehn Sekunden kräftig.
5. Stellt beide Gläser auf den Tisch und beobachtet für etwa fünf Minuten.

Beobachtung/Erklärung:

Beim Schütteln vermischen sich Wasser und Öl, die Suspension erscheint durch die Lichtbrechung der feinverteilten Fetttropfchen weißlich. Nach einiger Zeit bilden sich jedoch wieder zwei Phasen: Wasser als polarer und Öl als unpolare Stoff bleiben nicht dauerhaft vermischt. Durch die Düsen der Sprühflasche werden die Fetttropfchen zerkleinert und die Mischung ist deutlich länger stabil. Lässt man die Probe lange genug stehen (je nach Durchführung mehrere Stunden), können sich aber auch hier wieder zwei Phasen bilden.



Milch als Gegenstand
nachhaltigen Sachunterrichts



Leckereien selbst gemacht

Rezept 1: Joghurt

Du brauchst: 500 ml Milch, 1 EL Naturjoghurt, Topf, 2 saubere Gläser mit Schraubdeckel, (eventuell Thermometer)

So geht's:

1. Gib die Milch in einen Topf und erhitze diese auf dem Herd, bis sie fast kocht. **Vorsicht:** Milch brennt leicht an – immer gut rühren!
2. Lass die Milch auf ca. 40°C im geschlossenen Topf abkühlen. Fülle sie dann in 2 Schraubdeckelgläser und gib jeweils einen EL Naturjoghurt dazu. Verrühre den Joghurt gut!
3. Verschließ anschließend das Glas, wickle es in eine dicke Decke und stelle es an die Heizung (im Sommer kannst du stattdessen eine Wärmflasche mit einwickeln).
4. Lass die Gläser über Nacht ruhen. Anschließend im Kühlschrank aufbewahren oder sobald der Joghurt abgekühlt ist probieren! Schmeckt auch hervorragend mit Obst oder etwas Marmelade!

Rezept 2: Frischkäse

Du brauchst:

500 ml Milch, 15 ml (4 EL) Zitronensaft, wenn gewünscht Salz/Pfeffer/Kräuter, Topf, Sieb, Trockentuch, Schüssel, etwas Alufolie, 2 Brettchen, 2 DICKE Bücher

So geht's:

1. Erhitze die Milch unter ständigem Rühren. Füge, kurz bevor die Milch kocht, den Zitronensaft zu. Lasse das Ganze noch ca. 10-15 Sekunden unter Rühren weiterköcheln und nimm anschließend den Topf von der Herdplatte
2. Stelle ein Sieb auf eine Schüssel und lege es mit einem Trockentuch aus. Gieße nun vorsichtig den Topfinhalt durch das Sieb mit dem Tuch. Lasse das Ganze gut abtropfen und abkühlen.
3. Nimm die Enden des Küchentuchs, dreh das Küchentuch zusammen und presse die Masse gründlich aus. Gib sie nun auf ein Stück Alufolie, falte dieses rechteckig, aber lass die kurzen Seiten offen, damit weitere Molke abfließen kann. Lege das Päckchen zwischen zwei Brettchen, beschwere das Ganze mit den Büchern und lass es bei Zimmertemperatur über Nacht ruhen. Anschließend kannst du den Frischkäse mit Gewürzen oder Kräutern verfeinern oder pur genießen. Er ist im Kühlschrank einige Tage haltbar.

So funktioniert es

Joghurt entsteht, wenn Bakterien den in der Milch enthaltenen Zucker zu Milchsäure umwandeln. Die entstehende Säure sorgt dann dafür, dass das Eiweiß der Milch ausfällt und das Produkt fest wird. Diese Bakterien kann man als Pulver im Reformhaus kaufen – oder man nimmt etwas Joghurt, entweder aus dem Supermarkt oder in Zukunft deinen selbstgemachten.

Beim Abbau des Zuckers setzen die Bakterien zusätzlich verschiedene Aromen frei, die den Geschmack des Joghurts bestimmen. Um gut arbeiten zu können, brauchen die Bakterien eine Umgebungstemperatur von ca. 38°C – deshalb die Heizung bzw. Wärmflasche und die Decke.

Für den Frischkäse wird mithilfe der Zitronensäure der eiweißreiche Quark von der Molke getrennt und gepresst.



Milch als Gegenstand
nachhaltigen Sachunterrichts



Boden und Nachhaltigkeit

Mareike Janssen (Universität Siegen)

1. Einleitung

Dem Boden wird im täglichen Leben wie im Unterricht häufig wenig Beachtung geschenkt; dabei ist er die Grundlage für das Pflanzenwachstum und somit essentiell für das menschliche Überleben. Ein stärkeres Bewusstsein für Boden ist auch vor dem Hintergrund wichtig, dass die Böden der Erde stark bedroht sind. Laut FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2005) ist bereits ein Drittel der globalen Böden zerstört und jedes Jahr gehen weitere 25 Milliarden Tonnen dieser nicht erneuerbaren Ressource verloren. Ursachen sind u.a. im Klimawandel, dem fortschreitenden Bevölkerungswachstum und nicht zuletzt in einem nachlässigen Umgang mit den Böden zu suchen. Daher scheint es sinnvoll, dieses Thema bereits in der Schule aufzugreifen und Grundlagen für einen bewussteren Umgang mit der Ressource Boden zu schaffen. Dabei können viele interessante Beobachtungen und Versuche dazu beitragen, das Thema auch schon im Sachunterricht anschaulich zu gestalten.

Im vorliegenden Artikel werden zunächst fachliche Grundlagen zusammengefasst, um im Anschluss praktische Umsetzungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

2. Bodenbestandteile

Als Boden bezeichnet man den belebten Teil der obersten Erdkruste, der zwischen wenigen Zentimetern und mehreren Dutzend Metern tief sein kann (vgl. Scheffer/Schachtschnabel 2010, 1). Er besteht aus Bodenwasser, Bodenluft bzw. Wasserdampf in den Bodenporen und festen Bestandteilen, wobei man diese in organische und anorganische Anteile

unterteilt. Die anorganischen Anteile setzen sich aus den Resten der Ausgangsgesteine zusammen (vgl. Schroeder 2013, 37) und können anhand ihrer Korngröße verschiedenen Bodenarten zugeordnet werden. Steine haben einen Durchmesser von ≥ 63 mm, Kies von ≥ 2 mm, Sand von $\geq 0,063$ mm, Schluff von $\geq 0,002$ mm und Tonteilchen von $\leq 0,002$ mm (vgl. Schroeder 2013, 61). Lehm, ein Verwitterungsprodukt, besteht aus Sand, Schluff und Tonanteilen.

Die organischen Anteile machen meist nur wenige Prozent der Oberböden aus, spielen aber eine entscheidende Rolle im Kohlenstoffkreislauf und damit für alle Lebewesen in und auf dem Boden. Sie setzen sich aus tierischen und pflanzlichen Resten und ihren Umwandlungsprodukten zusammen. Der Humusanteil von Böden bleibt bei gleichbleibenden Vegetations- und Umweltbedingungen konstant, es herrscht dann ein Gleichgewicht zwischen Anlieferung und Abbau organischer Substanzen (vgl. Scheffer/Schachtschnabel 2010, 51).

3. Bodenentstehung

Verwitterung ist die Voraussetzung für die Entstehung der anorganischen Bestandteile des Bodens, wobei zwischen physikalischer, chemischer und biotischer Verwitterung unterschieden wird. Zur physikalischen Verwitterung, dem Zerkleinern von Gestein und Mineralien, zählt Verwitterung durch tages- oder jahreszeitlichen Temperaturwechsel, wobei der Wechsel zwischen Erwärmung und Abkühlung durch Ausdehnung und Schrumpfung des Gesteins zu Rissen führt (vgl. Semmel 1977, 11-12). Auch durch Druckentlastung und damit zusammenhängende Ausdehnung, beispielsweise durch Abtragen von Eis oder Gesteinsmassen, entstehen Risse und Spalten im Gestein. Dringt Wasser in Gesteinsspalten ein und gefriert, dehnt es sich aus und führt zur so genannten Eissprengung. Auch Pflanzenwurzeln können in Risse und Spalten eindringen und zur physikalischen Verwitterung beitragen. Beim Transport von Gesteinsbrocken durch Wasser, Eis oder Wind werden diese weiter zerkleinert, wie man beispielsweise an Sandstränden beobachten kann (vgl. Scheffer/Schachtschnabel 2010, 38).

Bei der chemischen Verwitterung werden die Minerale nicht nur mechanisch zerkleinert, sondern durch chemische Reaktionen verändert.

Daran sind Sauerstoff, Wasser, Kohlenstoffdioxid sowie organische und anorganische Säuren beteiligt. Man unterscheidet zwischen Lösungsverwitterung, Hydrolyse, Säurewirkung und Oxidation (vgl. Semmel 1977).

Die biotische Verwitterung wird durch Pflanzenwurzeln und andere Bodenorganismen wie Bakterien, Pilze und Algen hervorgerufen, die in Stoffwechselprozessen z. B. Säuren produzieren.

Die organischen Bestandteile werden so zersetzt und durch Humifizierung in Huminstoffe, hochmolekulare, amorphe und relativ stabile Substanzen, umgewandelt. Wenn ein vollständiger mikrobieller Abbau zu anorganischen Bestandteilen erfolgt, spricht man von Mineralisierung. So entstehen durch die Bodenflora und -fauna aus organischen wieder anorganische Bestandteile und der Stoffkreislauf schließt sich.

4. Bodenfunktionen

Dem Boden kommen vielfältige Funktionen für Mensch und Umwelt zu, so dass an dieser Stelle nur eine kurze Zusammenfassung gegeben werden kann. Das Bundesbodenschutzgesetz von 1998 (BMJV) beschreibt die natürlichen Funktionen des Bodens als Lebensgrundlage, Bestandteil des Naturhaushaltes mit zugehörigen Wasser- und Nährstoffkreisläufen sowie „Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers“ (BMJV 1998, 2). Bei den Nutzungsfunktionen zählt der Boden als Lagerstätte für Rohstoffe, Fläche für Siedlung und Erholung, Standort für Land- und Forstwirtschaft sowie für „wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung“ (BMJV 1998, 2). Als dritte Funktion des Bodens wird laut Gesetz die Funktion „als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“ genannt (BMJV 1998, 2). Einen Überblick über verschiedene Potenziale der Böden findet sich in Tabelle 1.

Biotische Potenziale	Abiotische Potenziale	Flächenpotenziale
Lebensraum	Luftfilter	Tragfähigkeit (Bebauungspotential)
Nahrungs- und Futterproduktion	Filter und Puffer im Wasserkreislauf	Verkehrsweg
Werkstoffproduktion	Rohstofflagerstätte	Ablagerung (Deponie)
Energieproduktion		Erholung
Genressource		
Transformationspotenzial		

Tab. 1: Potenziale der Böden (nach Scheffer/Schachtschnabel 2010, 542)

Zusätzlich sind Böden nach den Ozeanen die größten Kohlenstoffdioxid-Speicher und können achtmal mehr Kohlenstoffdioxid speichern als die Atmosphäre (vgl. Hagedorn 2003). So könnte beispielsweise ein Auftauen von Permafrostböden, welche geschätzt etwa ein Viertel des weltweit in Böden gespeicherten Kohlenstoffdioxids beinhalten, zu einer gravierenden Erhöhung des atmosphärischen Methan- und Kohlenstoffdioxid-Gehaltes führen (vgl. UBA 2006).

Besonders wichtig, auch in Hinblick auf die weiter unten ausgeführten Gefährdungen der Böden, sind die Filter- und Pufferwirkung. Bei der Filterung werden Schadstoffe im Sickerwasser an Tonminerale und Eisenoxide gebunden; bei der Pufferung werden versauernde Einträge neutralisiert, was ein Absinken des pH-Wertes verhindert (vgl. UBA 2015).

5. Bodengefährdung

Böden sind durch menschliche Aktivitäten gefährdet, zu denen zum einen die stofflichen Belastungen durch Eintrag von anorganischen und organischen Schadstoffen gehören, zum anderen nichtstoffliche Belastungen wie Erosion oder Verdichtung (vgl. Scheffer/Schachtschnabel 2010, 449). Aus dieser Vielzahl sollen an dieser Stelle nur einige Aspekte zusammengefasst werden, die in der Grundschule recht gut thematisiert werden können.

Verstärkt werden die Probleme durch eine Zunahme der Weltbevölkerung und die Auswirkungen des Klimawandels, welcher durch den Temperaturanstieg beispielsweise zur Austrocknung und durch eine Zunahme von Starkregen zum Abtrag von Böden beiträgt (vgl. UM o.J.).

Die Bodenerosion, eine übermäßige Abtragung von Böden, wird auch durch eine Zerstörung der schützenden Vegetation (beispielsweise durch Abholzungen, Brandrodung oder Überweidung), durch Stürme oder schnell abschmelzende Schneedecken weiter befördert. Jährlich gehen durch Erosion 25-40 Milliarden Tonnen der oberen Bodenschicht unwiederbringlich verloren, was u. a. zu starkem Ernteausfall führt (vgl. FAO 2015).

Durch intensive Landwirtschaft mit Monokulturen und schweren landwirtschaftlichen Maschinen wird der Boden zudem verdichtet, wodurch der Anteil an mit Wasser und Luft gefüllten Poren abnimmt, was wiederum die Bodenflora und -fauna beeinträchtigt (vgl. Scheffer/Schachtschnabel 2010, 113) und damit auch den Erosionsschutz und den Ab- und Umbau organischer Substanzen vermindert. Zudem werden die natürlichen Regulationsfunktionen wie die Pufferwirkung oder die Wasserspeicherung negativ beeinflusst, was zu geringeren Erträgen und höheren Produktionskosten führt. Weltweit sind etwa 40 % aller landwirtschaftlich genutzten Böden von Bodenverdichtung betroffen (vgl. UM o.J.).

Gravierende Auswirkungen hat zudem die Bodenversiegelung, durch die wertvolle Bodenflächen und damit auch die natürliche Puffer-, Filter-, und Lebensraumfunktion, vollständig verloren gehen. Allein in Deutschland wurden 2014 pro Tag 63 Hektar Fläche für Neubau von Siedlungen und Straßen verbraucht (vgl. LANUV NRW o. J.).

Weltweit ist auch der Eintrag von organischen und anorganischen Schadstoffen in die Böden ein Problem. Die Speicherkapazität der Böden ist begrenzt; bei einem Überschreiten der Puffer- und Filterwirkung setzt der Boden gespeicherte Schadstoffe wieder frei (vgl. UBA 2015). Schädliche Stoffe können direkt oder durch die Atmosphäre in den Boden gelangen, beispielsweise durch Verbrennungsprozesse in Kraftwerken oder im Verkehr (vgl. Scheffer/Schachtschnabel 2010, 451). Zu bodengefährlichen anorganischen Stoffen zählen u.a. Schwefeldioxide und Stickoxide, welche in Verbindung mit Wasser als saurer Regen vor allem auf Waldstandorten „eine starke Versauerung und Degradierung der Böden bewirken“ (Scheffer/Schachtschnabel 2010, 452).

Nicht nur die Industrie, sondern auch die Landwirtschaft trägt Schadstoffe in den Boden ein. Pestizide-, Fungizide, Herbizide und Düngemittel

gefährden weltweit Böden. Neben einer Überdüngung, die auch in Teilen Deutschlands u. a. zu einer starken Nitratbelastung des Trinkwassers führt, kann umgekehrt Landwirtschaft bei unzureichender Nährstoffeinbringung zu einer Auslaugung der Böden beitragen. Zusätzlich verursacht künstliche Bewässerung in trockenen Ländern eine Versalzung der Böden, wovon weltweit etwa 760.000 Quadratkilometer betroffen sind (vgl. FAO 2015).

Die geschilderten Bodengefährdungen sind besonders bedenklich vor dem Hintergrund, dass es häufig mehrere Tausend Jahre dauert, bis sich wenige Zentimeter Boden neu bilden. Böden sind damit in menschlichen Zeiträumen nicht erneuerbar (vgl. Unmüßig u. a. 2015). Der Boden, der heute abgetragen, vergiftet oder anderweitig zerstört wird, wird den zukünftigen Generationen als Lebengrundlage fehlen. Es ist daher unumgänglich, mit der wertvollen Ressource Boden nachhaltiger umzugehen. Wie diese Sichtweise bereits in der Grundschule angebahnt werden kann, wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

6. Boden und Nachhaltigkeit in der Schule

Zum übergreifenden Themenbereich „Nachhaltige Entwicklung“ wird im Perspektivrahmen Sachunterricht das Thema Boden und der schonende Umgang damit erwähnt (GDSU 2013, 77). Die Kinder sollen dabei möglichst mitgestalten oder mitwirken, indem sie beispielsweise an Vorhaben oder Projekt der Klasse oder Schule teilnehmen (vgl. GDSU 2013, 79). Betrachtet man die ökologische Perspektive der Nachhaltigkeit, ist es beispielsweise möglich, durch das Anlegen eines eigenen Komposthaufens auf dem Schulgelände den Biomüll fachgerecht weiterzuverwenden und gleichzeitig die Entstehung von Humus und damit den Abbau organischer Stoffe zu thematisieren.

Der Regenwurm eignet sich für besonders gut für eine Thematisierung im Sachunterricht, da er leicht zu finden und zu untersuchen ist und zahlreiche Arbeitsmaterialien für die Grundschule existieren. In einem Schaukasten kann beobachtet werden, wie die Regenwürmer Nahrung aufnehmen und die Erde durch das Graben von Gängen im Laufe einiger Wochen vermengen. Das Herstellen eines solchen Schaukastens ist sehr preisgünstig und einfach, da lediglich zwei Glasscheiben aus rahmen-



Abb. 1: Einfacher Regenwurm-schaukasten

losen Bilderhaltern, doppelseitiges Klebeband, eine Holzleiste und eine Säge benötigt werden. Aus der Holzleiste werden drei Stücke geschnitten, welche den Boden und die Seitenteile des Schaukastens darstellen. Anschließend werden diese an den Ecken mit doppelseitigem Klebeband versehen und die Glasscheiben aufgeklebt (siehe Abb. 1). Der fertige

Schaukasten wird nun abwechselnd mit Erd- und Sandschichten gefüllt, um das Vermengen der Erde besser sehen zu können. Abschließend werden, je nach Größe des Kastens, ein oder mehrere Regenwürmer in den Kasten gegeben. Diese benötigen regelmäßig Futter (z. B. in Form von Laub, Kaffeesatz oder Zeitungsschnipseln) und Wasser, wozu am besten eine Sprühflasche verwendet wird. Der Schaukasten sollte mit einem dunklen Tuch abgedeckt werden, da die Regenwürmer das Licht meiden und ihre Gänge sonst nicht an den Scheiben graben würden.

Auch andere Bodenorganismen sollten thematisiert werden. Abhängig von der Qualität des Bodens können in einem Bodenwürfel von 10 cm Kantenlänge bis zu 10 Milliarden Bodenlebewesen vorkommen, z.B. Bakterien, Einzeller, Pilze, Algen, Würmer, Krebstiere, Spinnentiere, Tausendfüßer und zahlreiche Insektenordnungen. Größere, d.h. mit dem Auge sichtbare Organismen, können mit Hilfe eines einfachen Berlese-Apparates (entwickelt von Antonio Berlese) aus der Bodenproben getrieben werden. Eine Bodenprobe wird dazu in ein in einem Trichter befestigtes Sieb gegeben. Durch Erwärmung und Belichtung durch eine Glühlampe werden die Tiere in ein Gefäß am Auslass des Trichters getrieben (siehe Abb. 2). Von dort können sie dann entnommen und bestimmt werden.

In Zusammenhang mit den ökologischen Aspekten kann auch auf die Bedeutung der Mülltrennung eingegangen werden, beispielsweise auf die Problematik des nicht-verrottenden Plastikmülls oder des nicht fachgerecht entsorgten Sondermülls, der Böden kontaminieren kann. Auch die Gefährdung der Böden durch Versiegelung kann thematisiert werden. Eine schöne Simulation zum aktuellen Flächenverbrauch in NRW

bietet das LANUV mit einem Bodenverbrauchs­zähler, der anhand eines schrumpfenden Fußballfeldes den Flächenverbrauch anschaulich darstellt (vgl. LANUV Bodenverbrauchs­zähler). Denkbar wäre in dem Zusammenhang auch eine Aktion, in welcher der Schulhof an einigen Stellen wieder entsiegelt wird. Auch Exkursionen, beispielsweise zu einem Landwirt, einer Kompostieranlage oder in den Wald, können mit dem Thema Boden und Nachhaltigkeit verbunden werden. Ein kritisches Hinterfragen des eigenen Lebensmittelkonsums kann zudem die Frage nach den Vorteilen biologischer, regionaler und saisonaler Lebensmittel auch im Hinblick auf den Erhalt und die Schonung von Böden aufwerfen.

Die ökonomische Perspektive der Nachhaltigkeit umfasst sehr komplexe Aspekte wie die Abhängigkeit der Menschen von den Böden, auf denen Lebensmittel wachsen können. Eine zunehmende Bodendegradation und der Anbau von Energiepflanzen sorgen dafür, dass in einigen Ländern Lebensmittelpreise weiter steigen. Ein Verständnis für diese Zusammenhänge kann bereits in der Grundschule angebahnt werden. Einfach und anschaulich wären überdies die eigene Verwendung und das Vermarkten von selbst gewonnener Komposterde.

Die soziale Komponente ist eng mit der ökologischen und ökonomischen verknüpft. Den meisten Kindern wird bekannt sein, dass viele Menschen auf dieser Welt hungern müssen. Dass dies u.a. mit einer vom Menschen verursachten Bodendegradation zusammenhängt, kann auf einem verständlichen Niveau vermittelt werden. Um den Kindern nicht nur die Probleme und Gefahren, sondern auch Lösungswege aufzuzeigen, wäre es sinnvoll, zudem erfolgreiche Projekte zur Gegensteuerung, wie beispielsweise Wiederaufforstungsprojekte, vorzustellen.



Abb. 2: Berlese-Apparat zum Austreiben von Tieren aus einer Bodenprobe

Auch Versuche zum Thema Boden, welche nicht unmittelbar mit der Thematik der Nachhaltigkeit verknüpft sind, können als Voraussetzung für eine Wertschätzung von Böden zunächst dazu beitragen, diese bewusster wahrzunehmen. Viele einfache Versuche und zugehörige Erklärungen für die Grundschule finden sich beispielsweise in der frei zugänglichen Werkstatt *BODEN ist LEBEN* (vgl. NUA 2005) oder in den Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden des Regierungspräsidiums Karlsruhe *Unterm Moos ist was los* (vgl. Berg/Rößing-Böckmann 2003). Auch in der Lehrerhandreichung des Senckenberg Museums für Naturkunde in Görlitz werden viele Experimente, die teilweise für höhere Klassenstufen vorgesehen sind (vgl. Roch 2010), beschrieben und erläutert.

Im Unterricht ist zunächst zu klären, was Boden ist und woraus er sich zusammensetzt. Hier bietet es sich an, auf dem Schulhof oder in der unmittelbaren Schulumgebung Bodenproben zu nehmen und sie genauer zu untersuchen. Eine einfache Fingerprobe gibt z. B. Aufschluss über die Bodenart. Mit Hilfe einer Schlämmprobe kann gezeigt werden, dass sich Boden aus unterschiedlichen Bestandteilen zusammensetzt; die größeren und schwereren Partikel wie Sand setzen sich unten ab, die leichteren wie Ton- und Schluffteilchen dagegen oben

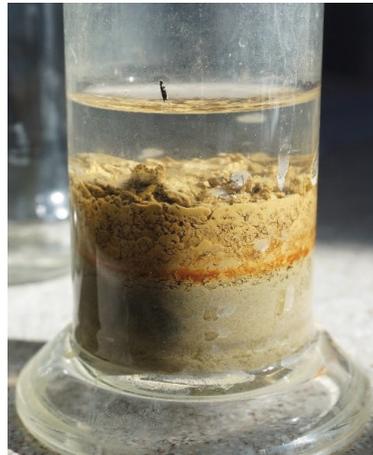


Abb. 3: Schlämmprobe

(vgl. Abb. 3). Ein Loch, ein steil abfallendes Ufer oder eine Probe eines Bodenprobers zeigen die Bodenhorizonte. Bei deren Betrachtung mit Kindern ist es wichtig, den Unterschied zwischen den oberen organischen Bestandteilen und den unteren anorganischen zu verdeutlichen. Dass zum Boden auch luftgefüllte Poren gehören, wird erkennbar, wenn man Wasser zu einer Bodenprobe hinzugibt und diese das Wasser aufnimmt. Der Wassergehalt selbst lässt sich durch einfaches Trocknen einer Bodenprobe und Wiegen ermitteln. Bei der Erforschung der Entstehung von Böden

muss wieder zwischen organischen und anorganischen Bestandteilen unterschieden werden. Während erstere auf Bodenorganismen zurückzuführen sind, entstehen die tieferen Bodenschichten aus Gestein. Kinder sind dabei recht kreativ, sich das Zerkleinern von Steinen zu erklären. Das Anlegen eines Komposthaufens und einfache Versuche, beispielsweise zur Frostsprengung (Platzen lassen eines wassergefüllten Glasgefäßes im Gefrierfach), zur Sprengung durch Keimung (Erbsen in Gips einbetten) oder zur Verwitterung durch Säure (Kalkstein in Essig legen) helfen dabei, richtige Vorstellungen zu festigen.

Der Nutzen von Böden wird deutlich, wenn man Kinder beispielsweise einfache Wasserfilter bauen lässt oder Erosionsabläufe simuliert (z. B. den Bodenabtrag einer bepflanzten und einer unbepflanzten Fläche bei Wasserzugabe untersucht). Auch Lehm als natürliches Baumaterial ist vielerorts zu finden. Im feuchten Zustand lässt er sich formen, nach dem Trocknen wird er hart, zerbricht aber leicht und ist weiterhin wasserlöslich. Durch ein Brennen in einem Töpferofen wird der Lehm stabil und wasserfest, was sich in einem einfachen Versuch zeigen lässt. Zusätzlich verändert er je nach Zusammensetzung seine Farbe und wird bei Vorhandensein von Eisenanteilen beispielsweise rot. Die veränderten Eigenschaften lassen sich bereits mit Grundschulern untersuchen und zeigen, dass eine Stoffumwandlung stattgefunden hat. So könnte man z. B. auch im Kunstunterricht naturwissenschaftliche Aspekte mit einbringen. Lehm kann auch im Zusammenhang mit dem historischen Fachwerkbau thematisiert werden. Besonders



Abb. 4: Insektenhaus (oberer Teil mit Weidenästen und Lehm, unterer Teil in Rohform)

anschaulich ist dabei ein Nachbau eines Gefaches. Ist genügend Zeit und das entsprechende Werkzeug vorhanden, kann in einem Gemeinschaftsprojekt ein großes Modell gebaut werden (siehe Abb. 4). Für die Querverstrebungen werden Weidenäste genommen. Der Lehm, mit dem das Gefach gefüllt wird, muss dabei mit Stroh abgemagert (vermengt) werden, damit beim Trocknen keine Risse entstehen. Im Anschluss können (z. B. mit einem Nagel oder einer dicken Stricknadel) Löcher in den noch frischen Lehm gebohrt werden, so dass das Modell als Insektenhaus dienen kann.



Abb. 5: Kleines Modell eines Gefaches

Kleine Modelle können Kinder selber erstellen (siehe Abb. 5); auch diese können, wenn sie mit einem entsprechenden Dach versehen werden, als Insektenhaus verwendet werden.

7. Fazit

Das Thema Boden bietet nicht nur Anknüpfungspunkte zu Fragen von Nachhaltigkeit, sondern auch zur Kunst und zur naturwissenschaftlichen und geschichtlichen Perspektive. Ein praktischer Zugang ist leicht möglich, da Boden überall zu finden ist und die vorgestellten Versuche ohne großen Materialaufwand einfach umgesetzt werden können.

Das von den Vereinten Nationen ausgerufene *Internationale Jahr des Bodens* 2015 mag allgemein wenig Aufmerksamkeit geweckt haben, eine Behandlung des Themas in der Grundschule verspricht dagegen, einen bewussteren und nachhaltigeren Umgang mit dieser wertvollen und gefährdeten Ressource zu fördern.

Literatur

BMJV (Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz) (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Alt-

- lasten (Bundes-Bodenschutzgesetz), <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf> (11.12.2016).
- Beck, Thore/Rößing-Böckmann, Monika (2003): Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden. Unterm Moos ist was los. Herausgegeben vom Regierungspräsidium Karlsruhe, http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/7538/Unterricht_Grundscho.pdf?command=downloadContent&filename=Unterricht_Grundscho.pdf (11.12.2016).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2015): Soils are endangered, but the degradation can be rolled back, <http://www.fao.org/news/story/en/item/357059/icode/> (8.11.2016).
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hagedorn, Frank (2003): Böden – grosse Speicher, kleine Senken für CO₂. In: LANUV NRW (o.J.): Bodenverbrauchszähler, <http://www2.lanuv.nrw.de/boden/flaechenverbrauch/bodenverbrauchszaeher/bodenzaehler.htm> (11.12.2016).
- NUA (Natur- und Umweltschutzakademie des Landes NRW) (2005) (Hrsg.): Werkstatt BODEN und LEBEN, <http://www.nua.nrw.de/publikationen/material-fuer-die-bildungsarbeit/bildungsordner-broschueren-und-materialmappen/single/produkt/werkstatt-boden-ist-leben/kategorie/materialmappen/> (11.12.2016).
- Roch, Katalin (2010): Boden – Eine Lehrerhandreichung. Teil VI: Experimente. http://www.senckenberg.de/files/content/museum/goerlitz_muspaed/lehrerhandreichungboden/pdf-dateien/lhr_boden_teil_vi.pdf (11.12.2016).
- Scheffer, Friedrich/Schachtschnabel, Paul (162010): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum.
- Schroeder, Horst (2013): Lehmbau. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Semmel, Arno (1977): Grundzüge der Bodengeographie. Stuttgart: Teubner.
- UBA (Umweltbundesamt) (2006): Klimagefahr durch tauenden Permafrost? https://www.umweltbundesamt.de/.../klimagefahr_durch_tauenden_permafrost.pdf (11.12.2016).
- UBA (2015): Schadstoffe in Böden, <http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/stoffe-in-boeden> (11.12.2016).
- UM (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (o.J.): Boden, Böden, Bodenschutz, <http://www.themenpark-umwelt.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/3966/?path=3968>; (11.12.2016).

Unmüßig, Barbara u.a. (2015): Bodenatlas – Vorwort und Einführung. Heinrich Böll Stiftung, <https://www.boell.de/de/2015/01/08/bodenatlas-die-einfuehrung> (11.12.2016).

Unser Lebensraum „Planet Erde“

Aspekte der Nachhaltigkeit aus astronomischer und geophysikalischer Perspektive

Ina Militschenko & Simon Kraus (Universität Siegen)

1. Grundlegende Ansichten zur Förderung der Nachhaltigkeit und des Umweltbewusstseins aus (geo-)physikalischer und astronomischer Perspektive

Umweltbezogenes Wissen – eins der Grundvoraussetzungen für das nachhaltige Handeln einer Person – ist umfangreich und meist sehr komplex. Aufgrund der Komplexität der Sachverhalte können in der Grundschule nur wenige ausgewählte Themenbereiche besprochen werden, an deren Beispiel die Idee der Nachhaltigkeit gezeigt und im besten Falle auch geübt werden kann. Unserer Erfahrung nach reicht dies jedoch nicht aus, um Einstellungen und Handeln der Kinder in Richtung Nachhaltigkeit positiv zu beeinflussen. Eine weitere Vorgehensweise zur Förderung des Umweltbewusstseins im Sachunterricht besteht darin, sich an den grundlegenden Aspekten anstatt an den Themenbereichen zu orientieren. Dabei stellt sich die Frage: „Welche Aspekte können als entscheidend erachtet werden?“ Dieser Frage wollen wir uns im Folgenden aus (geo-)physikalischer und astronomischer Perspektive widmen und unsere Gedankengänge dabei transparent machen:

Um nachhaltig zu handeln, bedarf es zweifellos einer verinnerlichten Vorstellung von der Begrenztheit der Ressourcen der Erde und der damit verbundenen Vorstellung von der Begrenztheit des Planeten Erde. Aufgrund des relativ jungen Alters der Grundschul Kinder müsste die mit unserem Vorhaben verbundene Forschungsfrage jedoch zuerst allgemeiner formuliert werden: „Wie sehen die Vorstellungen der Grundschul Kinder bezüglich des Planeten Erde aus?“ Der Beantwortung dieser Frage widmen wir uns im Abschnitt 2.

Neben der Vorstellung von der Begrenztheit der Erde und ihrer Ressourcen, kann unserer Meinung nach ein weiterer Aspekt helfen, die Natur wertschätzen zu lernen, nämlich die Vorstellung von der Einzigartigkeit der Erde. Hier sind der astronomische Blick auf die Erde und der Vergleich der Erde mit anderen Planeten hilfreich.

Die Liste der grundlegenden Auffassungen wollen wir mit einer letzten nicht weniger wichtigen Ansicht vervollständigen: Es handelt sich um die Vorstellung von der Erde als System (vgl. Sommer 2005). Dieser Aspekt liegt darin begründet, dass das nachhaltige Handeln erst dann möglich ist, wenn Verständnis dafür aufgebracht wird, dass das eigene Verhalten einen Einfluss auf andere Menschen in weit entfernten Regionen der Erde haben kann.

Die drei erläuterten Aspekte: „die Vorstellung von der Begrenztheit der Ressourcen der Erde“, „die Vorstellung von der Einzigartigkeit der Erde“ und „die Vorstellung von der Erde als System“ lassen sich zu einer Grundansicht „unser Lebensraum – Planet Erde“ zusammenfassen. Diese grundlegende Auffassung sollte unserer Meinung nach in der Primarstufe in unterschiedlichen Kontexten fortlaufend thematisiert werden. In der Sekundarstufe I kann dieser Aspekt ein verbindendes Element beim Übergang vom Sach- zum Fachunterricht darstellen.

Die planvolle Einwirkung auf die Vorstellungen und Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler setzt selbstverständlich zunächst deren Kenntnis voraus. Dementsprechend wird zunächst aufgezeigt, wie sich diese Vorstellungen erheben lassen und welche Entwicklungsschritte darin typischerweise auftreten.

2. Überblick über den Forschungsstand zu Schülervorstellungen

Verschiedene, über drei Jahrzehnte verteilt durchgeführte, Studien (vgl. Mali/Howe 1979, Nussbaum 1979, Sneider/Pulos 1983, Nussbaum/Novak 1976, Sommer 2002, Siegal u.a. 2004) ergeben weltweit ein vergleichbares Bild hinsichtlich der Vorstellungen zum Planeten Erde. Grundsätzlich lassen sich alle Vorstellungen einer von fünf Stufen zuordnen (siehe Abb. 1). Stufe I stellt dabei die Vorstellung von einer flachen Erde mit darüber angeordneten Himmelskörpern (Sonne, Mond, Sterne) dar. Auf der zweiten Entwicklungsstufe zeigt sich das Bild einer „Hohl-

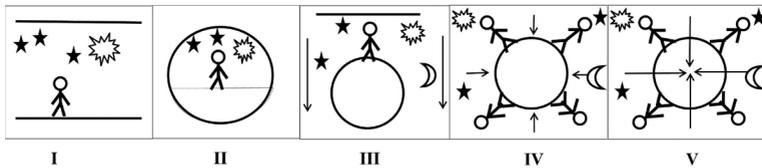


Abb. 1: Modell der Vorstellungen von Lernenden zur Gestalt des Planeten Erde (nach Sommer 2002, 98)

erde“, bei der sich der Mensch immer noch auf einem flachen Untergrund bewegt und lediglich von einer Kugel eingeschlossen wird.

Ab Stufe III zeigt sich eine Vorstellung vom Planeten Erde in Form einer Kugel, mit darum herum angeordneten Himmelskörpern. Die Gravitationskraft ist hier jedoch stets nach „unten“ gerichtet, d. h. Menschen könnten nur auf der nördlichen Hemisphäre des Planeten existieren.

Die Stufe IV und V ähneln sich stark. Die Erdanziehung ist bei beiden Stufen auf den Erdmittelpunkt ausgerichtet. Der Unterschied liegt einzig in ihrer Reichweite, da sie erst ab der Stufe V auch den Erdkörper zu durchdringen vermag.¹

Der einzige wesentliche Unterschied innerhalb der internationalen Vergleiche liegt im Zeitpunkt, zu dem ein bestimmtes Vorstellungsniveau erreicht wird. So lässt sich insbesondere in Australien ein sehr frühes Erreichen hoher Niveaus feststellen (vgl. Siegal u.a. 2004). Sommer vermutet als Triebfeder der Entwicklung der Schülervorstellungen einen starken Einfluss der Medien (Sommer 2002).

3. Erhebung der Schülervorstellungen im Schülerlabor

Die Erhebung zu den Vorstellungen der Lernenden im Schülerlabor der Physikdidaktik der Universität Siegen erfolgt in Anlehnung an die o.g. Studien. Das Ziel ist dabei eine erste Erhebung der Lernvoraussetzungen, die durch das Anfertigen von Zeichnungen erfasst werden.

In einem gestuften Vorgehen sollen zunächst die Erde, gefolgt von ihrer Umgebung sowie verschiedene Himmelskörper gezeichnet wer-

¹ Da anhand der reinen Bildanalyse nicht zwischen den Stufen 4 und 5 unterschieden werden kann, wird auf eine Differenzierung im Folgenden verzichtet.

den. Die Lernenden werden gebeten, Menschen auf der Erde zu zeichnen sowie die Umgebung mit Wasser, Wiesen, Bäumen, Bergen und ihrem Haus auszugestalten. Im zweiten Schritt sollen verschiedene Arten der Umweltverschmutzung und Umweltereignisse eingetragen werden.

Die Ergebnisse werden mit der Methode der strukturierten Bildanalyse ausgewertet und einer Stufe zugeordnet. Weiterhin findet auf Basis der Zeichnungen eine Kategorienbildung hinsichtlich der verschiedenen Formen von Umweltverschmutzung und Umweltereignissen statt.

Folgendes soll nun kritisch angemerkt werden: Bei der vorgestellten Erhebung handelt es sich um eine laborinterne zweckgebundene Untersuchung, die der Weiterentwicklung der Laborveranstaltungen dient. Die Ergebnisse sind aus diesem Grund möglicherweise nicht repräsentativ. Die in Abb. 1 dargestellten Vorstellungsniveaus werden von Autoren als kategorisierte Modelle für mögliche Schülervorstellungen verstanden, so kann z. B. die „Hohlerde“ in der Kategorie II für eine Vorstellung der flachen Erde mit einer „darüber gestülpten“ Himmelskuppel stehen und mit einer noch nicht verinnerlichten Information über die kugelförmige Erde verknüpft sein. Die Erfassung von Vorstellungen ist eine komplexe und schwer realisierbare Aufgabe. Die Grenzen der verwendeten zeichnerischen Methode sind bekannt und werden für die Verwendung im Rahmen des Schülerlabors in Kauf genommen. Trotz der Komplexität der Aufgabe sollte man sich nicht scheuen, die Erhebung von Schülervorstellungen vorzunehmen, da Kenntnisse über kindliche Vorstellungen den Ausgangspunkt jeglichen Unterrichts darstellen sollten.

4. Ergebnisse zu den Vorstellungen der Erde und zu Umweltproblemen

Die Ergebnisse ($n = 279$, Klasse 1-4) zeigen, dass bei Schülerinnen und Schülern der 4. Jahrgangsstufe im Wesentlichen die Vorstellungskategorie III, d. h. die Vorstellung einer runden Erde mit nach unten gerichteter Gravitation, vorherrscht. Das Niveau IV, mit radial wirkender Gravitationskraft, wird nur von wenigen Schülerinnen und Schülern erreicht. Die Ergebnisse stehen damit im Einklang mit dem bisherigen Forschungsstand.

Unser Lebensraum „Planet Erde“

Nimmt man die eingetragenen Umweltprobleme in den Blick, so zeigt sich in den unteren Jahrgangsstufen, entsprechend der Erwartungen, eine starke Betonung des direkten Lebensumfeldes. Als relevante Umwelteignisse werden dementsprechend beispielsweise Autounfälle genannt. Aspekte von Umweltverschmutzungen tauchen in Form einzelner verstreut liegender Gegenstände, wie etwa Tüten, auf (siehe Abb. 2a).

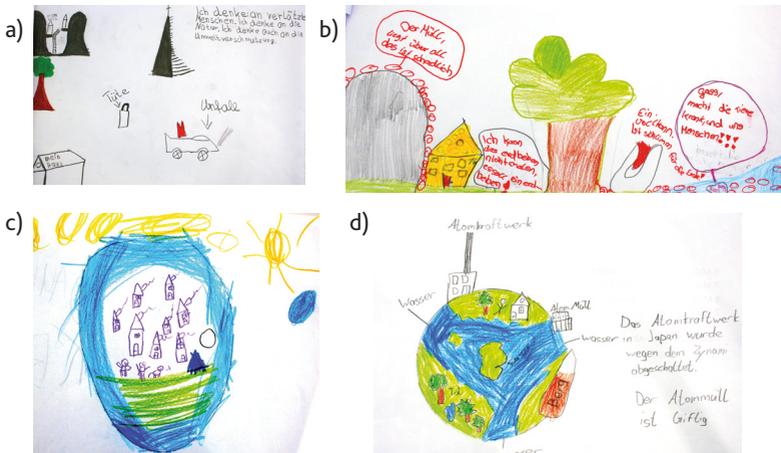


Abb. 2: Beispiele zu Schülervorstellungen: a) Verschmutzung im lokalen Bezugssystem; b) Müllberge und Erdbeben als Gefahren (Ausschnitt); c) Hohl-erde mit Menschen auf flachem Erdboden; d) Runder Erdkörper mit nach unten gerichteter Erdanziehung

Mit fortschreitender Entwicklung der Vorstellungen wird die Abfallproblematik nicht mehr in Form einzelner Objekte sondern z. B. durch Müllberge dargestellt. Auch zeigen sich Ereignisse in Form von Naturkatastrophen, von denen auch weltweit Notiz genommen wird. Zu nennen sind hier Erdbeben oder Vulkanausbrüche, die als schädlich für die Umwelt wahrgenommen werden.

Deutliche Einflüsse der Medien auf die Vorstellung von Umweltproblemen zeigten sich etwa auch durch die Thematisierung der Havarie des Kernkraftwerks Fukushima, die in zeitlicher Nähe zur Erhebung geschah.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Quantität der Wahrnehmung von Naturkatastrophen über die Grundschulzeit hinweg eine deutliche Steigerung erfährt, wohingegen globale Umweltprobleme insgesamt selten genannt werden.

Ein Blick in die Lehrpläne² zeigt, dass die Thematisierung von Umweltschutz und Nachhaltigkeit hier bislang in Form von Abfalltrennung und -vermeidung vorgesehen ist. Auch soll die Bedeutung des sparsamen Umgangs mit Ressourcen diskutiert sowie die eigenen Konsumwünsche bewertet werden. Im Sinne der eingangs erwähnten Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Bereich sind diese Themen – ihre immense Bedeutung soll hier nicht in Zweifel gezogen werden – allein nicht ausreichend, um ein tiefergehendes Verständnis zu erlangen. Ein solches wird erst durch die Verknüpfung mit der physikalischen und astronomischen Perspektive ermöglicht.

5. Modelle zur Unterstützung der Weiterentwicklung von Schülervorstellungen

Das Hervorheben des Aspektes „unser Lebensraum – Planet Erde“ ist im Allgemeinen immer dann möglich, wenn es um Natur und Naturereignisse geht. Selbstverständlich lässt sich im Rahmen von politischen, geografischen und geschichtlichen Themen an vielen Stellen ungezwungen ein Bogen zu genau diesem Aspekt spannen. Wir wollen uns im Folgenden jedoch nur auf Naturphänomene beschränken. Unsere Vorschläge sollen beispielhaft zeigen, wie Naturphänomene behandelt werden können, damit sie zur Förderung der Vorstellung von der Erde als einen kosmischen Körper bzw. als unseren Lebensraum beitragen.

Im Rahmen dieses Artikels können die einzelnen Versuchsanordnungen nicht im Detail beschrieben werden, eine ausführliche Beschreibung der Experimente ist in einer Dissertationsschrift nachzulesen (Militschenko 2015).

2 An dieser Stelle exemplarisch am Lehrplan für Grundschulen in NRW.

5.1 Die Entstehung der Himmelsfarben

„Warum ist der Himmel blau?“ ist wohl eine der häufigsten Fragen, die Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht stellen. Im Bereich „Natur und Leben“ sollen laut Kernlehrplan NRW unter anderem Eigenschaften des Lichts untersucht werden. In diesem Rahmen kann der erwähnten Frage sowie der Frage nach der Änderung der Himmelsfarbe in den Morgen- bzw. Abendstunden nachgegangen werden.

Verantwortlich für dieses Phänomen ist die sogenannte Rayleigh-Streuung. Sie lässt unseren Himmel tagsüber blau und abends rot erscheinen: Es handelt sich dabei um eine elastische Streuung des Lichtes an Teilchen der Atmosphäre, deren Durchmesser im Vergleich zur Wellenlänge des Lichtes klein ist, z. B. an kleinen Molekülen. Kurzwelliges z.B. blaues Licht wird dabei stärker gestreut als langwelliges z. B. rotes Licht. Tagsüber ist der Weg des Lichtes durch die Erdatmosphäre relativ kurz, so dass das stark gestreute blaue Licht aus allen Richtungen zu kommen scheint. In den Morgen- und Abendstunden legt das Licht einen langen Weg durch die Atmosphäre zurück. Das kurzwellige Licht wird seitlich weggestreut und uns erreicht vorwiegend das langwellige Licht. Der Himmel erscheint rot.

Dieses Phänomen kann in der Grundschule am eindrucksvollsten anhand eines Experimentes erläutert werden. Man benötigt dafür eine Lampe (die die Sonne darstellen soll) und ein Aquarium mit einem Wasser-Milch-Gemisch, in dem die Fetttropfchen der Milch die Atmosphärenteilchen simulieren. Man kann sich dabei zwischen zwei Betrachtungsweisen entscheiden: Die Ansicht einer flachen und die einer kugelförmigen Erde. Beide Ansichten in drei verschiedenen Varianten sind in der Abbildung 3a bis 3c dargestellt. Die Darstellung einer kugelförmigen Erde fördert hier nicht nur ein besseres Verständnis für das Phänomen, sie festigt die bereits erläuterten grundlegenden Ansichten, die das Umweltbewusstsein der Kinder stärken sollen.

5.2 Land-See-Wind und Globale Zirkulationsmuster

Insbesondere in Küstenregionen ist das Phänomen des Land-See-Windes bekannt. Er entsteht durch die unterschiedlichen Absorptionskoeffizienten und Wärmekapazitäten der Land- und Meeresoberfläche und bewirkt dadurch eine stärkere Erwärmung des Festlandes im Tagesver-

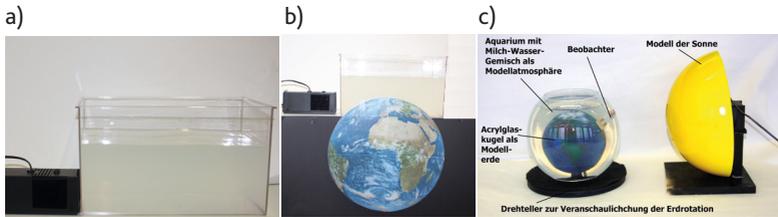


Abb. 3: Drei Varianten der Versuchsanordnung zur Erklärung der Himmelsfarben: a) Ansicht eines Beobachters auf der Erde mit der Vorstellung einer scheinbar flachen Erde; b) Ansicht der kugelförmigen Erde mit einer Andeutung auf die Erdform durch ein Bild der Erde; c) Ansicht der kugelförmigen Erde dreidimensional

lauf. Die dadurch hervorgerufene verstärkte Konvektion über der Landmasse bewirkt einen Druckgradienten, so dass sich tagsüber eine Luftbewegung von der See zum Land hin ergibt. In großer Höhe stellt sich eine entgegengesetzte Strömung ein, wodurch ein Luftkreislauf entsteht. Nachts kehrt sich die Situation durch die deutlich größere Wärmekapazität des Wassers im Vergleich zum Festland um.

Eine typische modellhafte Realisierung ist in Abbildung 4a dargestellt. Die Erdoberfläche wird hierbei flach dargestellt. Wenngleich eine Ebene als Näherung durch die regionale Begrenztheit des Phänomens aus wissenschaftlicher Sicht durchaus ihre Berechtigung hat, so ist sie doch nicht geeignet, um eine Weiterentwicklung hinsichtlich der Vorstellung des Erdkörpers als kugelförmiges Gebilde zu bewirken.

Dagegen lässt sich diese Forderung gut mit vergleichbaren Phänomenen verbinden, deren Ursachen sich ebenfalls auf eine verschiedenen starke Erwärmung zurückführen lassen. Dazu gehören die globalen Zirkulationsmuster, wie etwa die Hadley-Zelle – ein großräumiges Zirkulationsmuster zwischen dem Äquator und den Subtropen.

Die Realisierung eines solchen Modells (Abb. 4b) ist vergleichbar mit der Herstellung eines Modells zum Land-See-Wind. Es wird – in der Seitenansicht – ein Kreisausschnitt dargestellt und zur Verdeutlichung mit einem Bild der Erde beklebt. Die zu bestrahlende Oberfläche wird durch eine dünne, biegsame Metallplatte geformt. Im Polbereich befindet sich ein Wasserbehälter mit dem Ultraschallzerstäuber, der zur Dampferzeugung

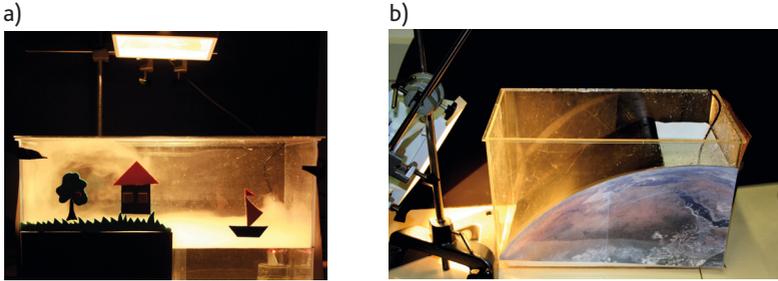


Abb. 4: a) Typische Realisierung eines Modells zum Land-See-Wind.
b) Versuchsaufbau zu globalen Zirkulationsmustern. Die Einstrahlung auf die schwarze Metallplatte erfolgt mittels Halogenstrahler von links, in Richtung der Äquatorregion des Modells.

gung dient. Nach einer kurzen Aufwärmphase wird der Zerstäuber eingeschaltet und ein deutlich erkennbares Strömungsmuster stellt sich ein.

5.3 Die Entstehung der Jahreszeiten

Die Jahreszeiten sind ein umfangreiches und vielseitiges Thema, das laut Kernlehrplan NRW im Bereich „Natur und Leben“ behandelt werden soll. In diesem Rahmen können Veränderungen und Anpassungen der Tiere, der Pflanzen und der Menschen an wiederkehrende Bedingungen auf der Erde beobachtet und beschrieben werden. Die Ursachen für das Zustandekommen von Jahreszeiten werden jedoch oft vernachlässigt bzw. nicht vollständig geklärt, wodurch ein tieferes Verständnis für dieses Phänomen ausbleibt.

Die Jahreszeiten werden durch die Neigung der Erdachse verursacht. Diese ist nicht senkrecht zur Bahnebene der Erde ausgerichtet, sondern ist um etwa $66,6^\circ$ gegenüber der Erdbahnebene geneigt. Damit ändert sich im Verlaufe eines Jahres der Einstrahlwinkel des Sonnenlichts sowie die Tageslänge. Die Ausprägung der Jahreszeiten hängt mit der geografischen Breite zusammen. In unseren Breiten sind Jahreszeiten ein Phänomen, das Kindern sehr gut bekannt ist. Während die Auswirkung der variierenden Tageslänge für Kinder ohne weiteres nachvollziehbar sind, sollte der Einfluss des Einstrahlwinkels erklärt und veranschaulicht werden.

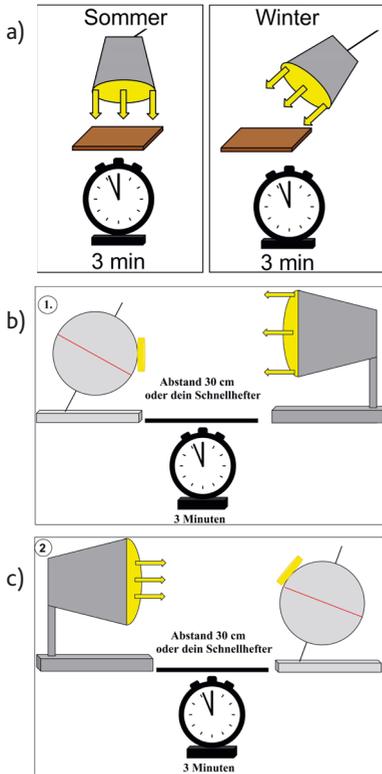


Abb. 5: Verschiedene Möglichkeiten der Demonstration der Wirkung des Einstrahlungswinkels:

- a) Aus der Sicht des Beobachters auf der Vorstellung einer scheinbar flachen Erde; b) Ansicht einer kugelförmigen Erde zum Zeitpunkt des Sommers auf der Nordhalbkugel; c) Ansicht einer kugelförmigen Erde zum Zeitpunkt des Winters auf der Nordhalbkugel.

Die Gründe für die Entstehung der Jahreszeiten können aus zweierlei Perspektiven betrachtet werden: Aus der Perspektive des Beobachters auf der flach erscheinenden Erde, sowie aus der Perspektive eines Beobachters außerhalb der kugelförmigen Erde. Anhand von Experimenten kann der Einfluss des Einstrahlungswinkels eindrucksvoll demonstriert werden und zwar aus beiden Perspektiven heraus (Abb. 5a bis 5c). Die Betrachtung der Erde als Kugel ist zwar ungewohnter für Kinder, hat allerdings deutlich mehr Vorteile: Sie hilft nicht nur die Ursachen der Jahreszeiten besser nachzuvollziehen, sondern auch die Ausbildung der bereits beschriebenen grundlegenden umweltbezogenen Ansichten aufzubauen.

5.4 Thermische Konvektion und das Erdinnere

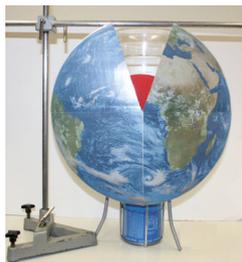
Der Kernlehrplan des Landes NRW sieht die Behandlung der Eigenschaften und der Aggregatzustände von Wasser im Sachunterricht vor. In diesem Zusammenhang sind auch das Wärmeverhalten und die Wärmeübertragung im Wasser in Form von thermischer Konvektion zu untersuchen.

Bei der thermischen Konvektion handelt es sich um Transport von Stoffteilchen aufgrund der Temperatur- bzw. der damit verbundenen Dichteunterschiede. Durch die Temperaturerhöhung kommt es (in der Regel) zur Ausdehnung von Stoffen. Diese Ausdehnung führt zur Verringerung der Stoffdichte. Stoffvolumina geringer Dichte erfahren aufgrund ihrer geringeren Masse eine kleinere Gravitation und steigen im Schwerfeld auf, während dichtere Volumina eine abwärts gerichtete Bewegung erfahren. Es kommt zu konvektiven Strömungen. Diese Strömungsmuster findet man sowohl im Wasser als auch im Erdinneren (Mantelkonvektion) vor. Bei der Mantelkonvektion wird die Materie des Erdmantels durch den Erdkern erwärmt. Sie strömt sehr langsam aus oben erläuterten Gründen Richtung Erdkruste, wo sie sich wieder abkühlt und zu sinken beginnt.

Wir empfehlen die im Unterricht erworbenen Kenntnisse über die Konvektion am Beispiel des Wassers auf die Vorgänge im Erdinneren zu übertragen. So können Kinder das Gelernte festigen und wiederholen. Es bietet sich an, an Experimente zur Konvektion im Wasser anzuknüpfen



a)



b)



c)

Abb. 6: Veranschaulichung der Konvektion: a) Konvektion im Wasser; b) modellhafte Darstellung der Mantelkonvektion mit Andeutung der Erde und des Erdkerns durch ein Bild; c) ein dreidimensionales Modell zur Mantelkonvektion.

und die Konvektion im Erdinneren durch eine geringfügige Ergänzung des Experimentes zu verdeutlichen (Abb. 6a). Möchte man die Prozesse im Erdinneren ausführlicher behandeln, kann man ein Modell des Erdinneren hinzuziehen (Abb. 6b) Dort wird der Erdkern durch eine Acrylglas-halbkugel dargestellt. Die vom Erdkern ausgehende Wärme wird durch einen Heizdraht simuliert. Mit dem Anlegen der Spannung erwärmt sich der Draht und gibt seine Wärme an das Wasser im Aquarium ab. Dieses Wasser stellt im Modell den Erdmantel dar. Im Wasser bilden sich Konvektionszellen aus, die durch das Färben des Wassers sichtbar gemacht werden können. Legt man auf die Oberfläche des Wassers kleine Holzbrettchen, so kann zusätzlich das Auseinanderdriften von tektonischen Platten simuliert werden.

6. Fazit

An einigen Beispielen zur Behandlung von Naturphänomenen wurde gezeigt, wie die Vorstellung vom Planet Erde als unseren Lebensraum fortlaufend aufgegriffen werden kann. Diese Vorgehensweise leistet einen Beitrag dazu, dass Grundschulkinder die grundlegenden Ansichten wie die Begrenztheit der Erde, die Einzigartigkeit der Erde sowie den Systemcharakter der Erde verinnerlichen. Diese Basisvorstellungen sollen zur Ausbildung des Umweltbewusstseins beitragen und dadurch zum nachhaltigen Handeln anregen. Bei der vorgestellten Idee handelt sich um eine Arbeitshypothese, deren Wirksamkeit in näherer Zukunft im Rahmen des Schülerlabors der Universität Siegen geprüft werden soll.

Literatur

- Mali, Ganesh B./Howe, Ann (1979): Development of Earth and Gravity Concepts among Nepali Children. In: Science Education, Jahrgang 63, H. 5, 685-691.
- Militschenko, Ina (2015): Interessensgeleitete Entwicklung, Erprobung und Evaluation von Modellen zu geo- und umweltphysikalischen Themen im Schülerlabor der Universität Siegen, Dissertation, <http://dokumentix.ub.uni-siegen.de/opus/volltexte/2016/988/index.html> (15.11.2016).

- Nussbaum, Joseph/Novak, Joseph D. (1976): An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews. In: Science Education, Jahrgang 60, H. 4, 535-550.
- Nussbaum, Joseph (1979): Children's Conceptions of the Earth as a Cosmic Body. A Cross Age Study. In: Science Education, Jahrgang 63, H. 1, 83-93.
- Siegal, Michael u.a. (2004): Culture and children's cosmology. In: Developmental Science, Jahrgang 7, H. 3, 308-324.
- Sneider, Cary/Pulos, Steven (1983): Children's Cosmographies. Understanding the Earth's Shape and Gravity. In: Science Education, Jahrgang 67, H. 2, 205-221.
- Sommer, Cornelia (2002): Wie Grundschüler sich die Erde im Weltall vorstellen – eine Untersuchung von Schülervorstellungen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jahrgang 8, 85-102.
- Sommer, Cornelia (2005): Untersuchungen der Systemkompetenz von Grundschülern im Bereich Biologie, Kiel, Dissertation.

Modelle im Sachunterricht

Der Sonnenverlauf über die Oberfläche der Erde

Volker Heck (Universität Siegen) &
Mónica Zuleta (Universidad de Antioquia, Medellín)¹

1. Einleitung

Die solaren Grundlagen sind in allen Teilen der Erde ein wichtiger Baustein in der schulischen Ausbildung. In einer über Jahre aufgebauten Partnerschaft zwischen der Universität Siegen und der Universidad de Antioquia in Kolumbien konnte dies neben einer Vielzahl von Themen identifiziert werden, die Schülerinnen und Schüler sowohl in Südamerika als auch in Europa betreffen und deren Vorstellungskraft schärfen, wenn die konkreten Phänomene und Prozesse in den beiden Ländern thematisiert werden. Der Sonnenverlauf über ein Jahr unterscheidet sich in den Tropen und den Außertropen diametral. Es ist wichtig, die Vorstellung zu entwickeln, dass die Erdgestalt zu diesen Unterschieden führt, welche im Folgenden verdeutlicht und in Schülerlaboren in Deutschland und Kolumbien erarbeitet werden.

Mit den so gewonnenen Grundlagen ist es möglich, weitere für die Schülerschaft und die Gesellschaft wichtige Themen aufzugreifen und zu bearbeiten. Dies gilt insbesondere für die Fragen der Nachhaltigkeit und ein auskömmliches Verhältnis zwischen Mensch und Natur.

¹ Mónica Zuleta, GeoR, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Antioquia UdeA, Cl 70 No. 52-21, Medellín, Colombia

2. Der Verlauf der Sonne im Jahr – Ein Unterrichtsmodell für den gesamten Globus

Es werden Unterrichtsmodelle entwickelt und erprobt, die in den Unterricht beider Länder Einzug halten können. Bei der Raumerfahrung ist es von entscheidender Bedeutung, dass in der Grundschule erste Erkenntnisse zu den ablaufenden Prozessen und daraus resultierenden Phänomenen im Heimatraum der Lernenden gewonnen werden. Diese theoretischen Inhalte können in der Natur nachvollzogen werden. Nachdem der Heimatraum erkundet wurde, lernen Schülerinnen und Schüler entferntere Räume kennen und sind in der Lage, die in der Theorie gewonnenen Erfahrungen zu übertragen. Eine Primärerfahrung in entfernten Teilen der Welt ist für Lernende nur schwer zu machen, daher behelfen sich sowohl die Astronomie als auch die Geographie mit Modellen. Bei diesen handelt es sich im Kontext des Sonnenverlaufes über die Erdoberfläche um ein vereinfachtes und verkleinertes Abbild der Wirklichkeit.

2.1 Grundlagen

Die Sonne als das Zentralgestirn unseres Planetensystems ist die wichtigste Energiequelle für das Leben auf der Erde und ihre Energie kann vom Menschen direkt genutzt werden. Im Jahresgang existieren überall auf der Erde Unterschiede in der Intensität der auf die Erdoberfläche auftreffenden Energie. Gerade in Hinblick auf die nachhaltige Nutzung der von der Sonne abgegebenen Energie ist die Bedeutung enorm (vgl. Jacoby und Schwarz 2014).

Am Äquator trifft die Sonnenstrahlung das gesamte Jahr hindurch annähernd senkrecht auf die Erde, daher ist die Solarstrahlung in den niedrigen Breiten am größten. Zu den Polen nimmt sie ab, zudem werden die jahreszeitlichen Gegensätze größer. Es kommt zur Ausbildung der thermischen Jahreszeiten mit einem Verlauf vom Frühling über den Sommer, Herbst und schließlich den Winter. In den Tropen ist der thermische Wandel über das Jahr gesehen sehr gering (vgl. Glawion u.a. 2009). Der Sonnenverlauf sorgt hier vielmehr für pluviale Jahreszeiten und somit für das Abwechseln von Regen- und Trockenphasen; die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht sind größer als diejenigen zwischen dem wärmsten und kältesten Monat (vgl. Heck 2006). In den höheren Brei-

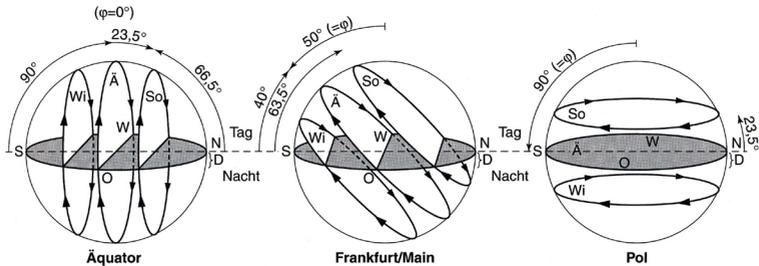


Abb. 1: Die scheinbare Bahn der Sonne am Himmel bei verschiedenen Breiten: Die Sonne steht äquaturnah ganzjährig in einem Winkel von 90° über der Erde, wohingegen über die Mittelbreiten bis hin zu den Polen die Sonnenbahn sich immer weiter neigt, bis sie an den Polen der Erde einen um 90° geneigten Kreis bildet (Walter und Breckle 2009, 55).

ten herrschen im Sommer lange Tage und kurze Nächte, im Winter lange Nächte und kurze Tage. Der Grund hierfür ist die um $23,45^\circ$ geneigte Erdachse (vgl. Walter und Breckle 2009). Dies ist in der Abbildung 1 gut zu erkennen: Die Sonne steht äquaturnah ganzjährig im Winkel von etwa 90° über der Erde, wohingegen sich die Sonnenbahn über die Mittelbreiten bis hin zu den Polen immer weiter neigt, bis sie an den Polen der Erde einen um 90° geneigten Kreis bildet. Die Neigung der Sonnenbahn entspricht so grundsätzlich der Breitenlage des Standortes auf der Erde. Für Siegen heißt dies, dass die Sonnenbahn um $50^\circ 54'$ geneigt ist. Dies anhand von Berechnungen (vgl. u. a. Sproul 2007 sowie Reda und Afs-hin 2008) im Unterricht begreifbar zu machen oder mit der Abbildung 1 nachzuvollziehen ist schwierig, zumal es nicht möglich ist, das (Lokal-) Relief und unterschiedliche Expositionsrichtungen einzubeziehen.

Die Sonne geht im Osten auf, steigt von dort in einem scheinbaren Halbkreis bis zu ihrem Zenit, den sie um 12.00 Uhr (Sommerzeit: 13.00 Uhr) mittags erreicht. Im weiteren Verlauf sinkt ihr Tagbogen nach Westen hin bis zum Untergangspunkt.

2.2 Schülerfragen

Ausgehend von den theoretischen Überlegungen im vorangegangenen Kapitel stehen die Schülerinnen und Schüler im Mittelpunkt, da sie ihre

Kenntnisse über die solaren Bedingungen entwickeln und vertiefen sollen. Neben den Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, selbst Material zu entwickeln und zu bauen, experimentieren sie und erschließen sich einen Raum selbständig. Die Lernenden können mit dem hier entwickelten Modell die folgenden Fragen beantworten, da es die zweidimensionalen Darstellungen aus der Literatur (vgl. Abb. 1) leider nicht ermöglichen, die folgenden Sachfragen schnell und verständlich zu beantworten:

- Welches ist der Verlauf der Sonnenstrahlung in den unterschiedlichen Jahreszeiten in verschiedenen Breitenlagen?
- Wie lang ist der Tagbogen der Sonne an einem bestimmten Ort auf der Erde und wie verändert sich dieser mit Verkürzung der Entfernung zum Äquator oder wenn diese größer wird?
- Wie beeinflusst das lokale Relief einer den Schülerinnen und Schülern bekannten Umgebung die Besonnung?
- Was ist der (solare) Grund für weniger stark ausgeprägte Jahreszeiten nahe dem Äquator im Vergleich zu den hohen Breiten?
- Welches ist der Verlauf der Sonnenstrahlung an einem Tag und zu unterschiedlichen Jahreszeiten (ohne Einfluss der Atmosphäre) auf die lokale Umgebung?

2.3 Das Modell – Eine Himmelskuppel mit dem Sonnenstand zu unterschiedlichen Jahreszeiten

Zur Veranschaulichung der in Abb. 1 dargestellten Sonnenverläufe wird in einem ersten Schritt eine Plexiglaskuppel präpariert, indem die Tagbögen der Sonne auf die Kuppel aufgetragen werden (vgl. Abb. 2).

Schaut man durch den Zenitalpunkt durch die Kuppel, so können die Verläufe der Sonne an unterschiedlichen Orten der Erde zu jedwedem Termin aufgetragen werden. In Abbildung 2 geschieht dies für die Äquinoktien (Tag- und Nachtgleichen) und Solstitien (Sonnenwenden) des Städtepaars Siegen (ca. 51° N) und Medellín in Kolumbien (ca. 6° N). Jeweils zu Frühlings- und Herbstanfang steht die Sonne senkrecht über dem Äquator (0°), am Sommerbeginn senkrecht über dem nördlichen Wendekreis bei 23,45° N und am Winteranfang über dem südlichen Wendekreis (23,45° S).



Abb. 2: Das Modell einer Himmelskuppel mit den Tagbögen der Sonne zu unterschiedlichen Terminen. Deutlich zu erkennen ist der quasi senkrechte Verlauf im Falle der Station Medellín im Vergleich zur Situation Siegens unten im Bild (eigene Darstellung).

Trägt man nun die jeweiligen Zenitalstände mit den Breitenlagen der gewünschten Stationen auf der Kuppel auf, so kann der in der Abbildung 1 oben theoretisch dargestellte Sachverhalt gut verdeutlicht werden (vgl. Abb. 3).

Die Tagbögen der Sonne stehen analog der Lage der Stadt Medellín annähernd senkrecht auf der Erde. Dies wurde bereits in der Abbildung 1 deutlich. Vergleicht man nun die Situation der auf der Nordhalbkugel bei ca. 51° N gelegenen Stadt Siegen, so wird die Breitenlage beim Verlauf der Sonne vom Auf- zum Untergang direkt wiedergegeben. Die Tagbögen der



Abb. 3: Die jeweiligen Tagbögen der Sonne zu den Äquinoktien und Solstitien der Stationen Siegen und Medellín von Osten. Besonders gut sind hier die sich überkreuzenden Bahnen zu erkennen (eigene Darstellung).

jeweiligen Termine sind bei beiden aufgezeigten Stationen jeweils parallel zu einander (vgl. Abb. 3). Direkt aus der Länge der Sonnenbahnen über die Erdoberfläche sind die Längen der Tage abzuleiten. Ein Tag in den Tropen ist über das Jahr gesehen fast immer gleich lang, betrachtet man die Bögen der Sonne, wird dies klar, da diese sich hinsichtlich ihrer Länge nicht sehr stark unterscheiden. Für Siegen stellt sich die Situation anders da: Allein durch das Schneiden der Bahnen der tropischen und der außertropischen Station ist klar, dass sich mit dem Tagbogen auch die Tageslänge stark unterscheidet. Es gibt kurze Tage rund um die Winter- sonnenwende und lange Tage um die Sommersonnenwende. Einzig am Frühlings- und Herbstanfang sind an allen Orten der Erde die Tage und Nächte exakt gleich lang.

Wie die folgende Tabelle 1 zeigt, ergibt sich für die Stadt Medellín eine Besonderheit aufgrund ihrer Lage nahe am Äquator, die sie mit allen tropischen Stationen teilt: Der Verlauf der Sonne ist nicht grundsätzlich der für uns gewohnte mit dem Aufgang im Osten, dem Mittagslauf im Süden, um schließlich im Westen unterzugehen. Die Stadt liegt bei 6° N, sodass die Sonne am 14. April und am 29. August eines jeden Jahres genau senkrecht steht und zudem in einem Teil des Jahres von ihrem Aufgangspunkt im Osten über die Mittagsposition im Norden in den Westen wandert, im Falle der hier betrachteten Stadt Medellín immer zwischen dem 14. April und dem 29. August.

Termine	Sonnenhöchststand Siegen	Sonnenhöchststand Medellín
21.03.	$39,10^\circ$ Sonne steht im Süden	$83,75^\circ$ Sonne steht im Süden
14.04.	$45,40^\circ$ Sonne steht im Süden	$90,00^\circ$ Sonne steht im Zenit
21.06.	$62,60^\circ$ Sonne steht im Süden	$72,75^\circ$ Sonne steht im Norden
29.08.	$45,40^\circ$ Sonne steht im Süden	$90,00^\circ$ Sonne steht im Zenit
23.09.	$39,10^\circ$ Sonne steht im Süden	$83,75^\circ$ Sonne steht im Süden
22.12	$15,65^\circ$ Sonne steht im Süden	$60,25^\circ$ Sonne steht im Süden

Tab. 1: Zenitalstände der Sonne in Siegen und Medellín
(Quelle: Eigene Berechnungen)



Abb. 4: Erstellung eines 3D-Reliefs. Die Kartengrundlage ist für Nordrhein-Westfalen beispielsweise im Internet im Portal der Bezirksregierung Köln zu erstellen. Daneben werden Moosgummi oder Karton, sowie Schere und Klebstoff genutzt (eigene Abbildung).

2.4 Der Sonnenverlauf kombiniert mit einem Reliefmodell

Zur Integration eines Geländeausschnittes kann ein fiktives Relief gewählt werden. Aufgrund der Verbindung mit der vorgesehenen Erkundung des Nahraumes empfiehlt es sich allerdings, die nähere Umgebung als Referenz zu nehmen. In der folgenden Abbildung 4 sind die nötigen Schritte und Materialien aufgezeigt.

Eine gute Möglichkeit, den gewünschten Kartenausschnitt zu beziehen, ist neben der Verwendung von topographischen Karten die Datenbank Geobasis NRW (Bezirksregierung Köln 2016). Hier ist es online möglich, den Raumausschnitt und den Maßstab zu wählen, um ein geeignetes Blockbild zu erhalten. Im Folgeschritt wird die Kartengrundlage auf den Karton oder das Moosgummi gelegt und die jeweils durch eine Isohypse (Höhenlinie) repräsentierte Höhenstufe ausgeschnitten. Es entsteht ein Blockbild aus den aufeinanderfolgenden Höhenschichten, die nachfolgend verklebt und nordorientiert werden, um im letzten Schritt unter die Kuppel aus den Abbildungen 2 und 3 gelegt zu werden (vgl. Abb. 4, 5a und b).

Zum Vergleich der Situation an den beiden Standorten eignet sich insbesondere die Wintersituation der Nordhalbkugel. Sowohl in Siegen als auch in Medellín wird am 22.12. der niedrigste Sonnenstand erreicht, der bei der tropischen Station immer noch $60,25^\circ$, bei der außertropischen



Abb. 5a und b: Der verschieden hohe Sonnenstand an einem 22.12. unter tropischen und außertropischen Verhältnissen (vgl. Tab. 1) zeigt große Differenzen in der Besonnung. Legt man dasselbe Blockrelief zugrunde und simuliert die Strahlungswinkel in Siegen (links) und Medellín (rechts) auf die nordexponierten Hänge, werden insbesondere in der Wintersituation die Unterschiede zwischen den beiden Standorten auf dem Relief besonders deutlich (eigene Darstellung).

hingegen lediglich $15,65^\circ$ über dem Horizont liegt. Über dasselbe Blockbild wird so die solare Situation für 6° N und 51° N simuliert. Vergleicht man nun die jeweiligen Schattenlängen, ist evident, dass das Relief in den inneren Tropen keinen so großen Einfluss auf die Besonnungsverhältnisse hat wie in den Außertropen. Für Siegen bedeutet dies etwa, dass die Sonne zur Wintersonnenwende die Nordhänge gar nicht erreicht (Abb. 5a), wohingegen diese in Medellín noch einen Energiezufluss erfahren (Abb. 5b).

3. Die Bedeutung für Fragestellungen der Nachhaltigkeit

Der Verlauf der Sonne über das Jahr und an einzelnen Tagen in den unterschiedlichen Breitenlagen beeinflusst direkt die Auswahl von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und die Effizienz von Sonnenkollektoren. Seit einigen Jahren wird der Einfluss von erneuerbaren Energien auf die Landschaft diskutiert (vgl. Deutscher Rat für Landespflege 2006). Allein schon das Abgreifen von Heizenergie durch Wärmetauscher ist eine Art von Solarenergie, da dem Medium Luft oder Boden Wärme entzogen und zum Heizen genutzt wird. Davon steht umso mehr zur Verfügung, je näher man dem Äquator kommt, beziehungsweise nimmt die potenziell zur Verfügung stehende Energie mit zunehmender geographischer Breite ab.

Sonnenkollektoren sollten entsprechend nördlich des Wendekreises des Krebses (23,45° N) immer nach Süden ausgerichtet sein. Zudem können kühlungsintensive Betriebsstätten an Nordhänge verlagert werden. Augenscheinlich wird den verschiedenen Besonnungsverhältnissen beim Anbau von Wein seit alters her Rechnung getragen, indem Rebstöcke auf den südexponierten Hängen angebaut werden und die Nordhänge häufig bewaldet sind. Auch im Siegerland ist eine solche Aufteilung zu erkennen: Die südexponierten Lagen werden landwirtschaftlich genutzt, in Nordexpositionen wächst Wald oder es wird allenfalls Grünlandwirtschaft betrieben.

4. Fazit

Es kann mit einfachen Mitteln ein Modell entwickelt werden, das den Tagbogen der Sonne an allen Orten des Planeten Erde simuliert. Die transparente Kuppel macht es möglich, die Beleuchtungsverhältnisse am Erdboden zu zeigen und mittels eines dreidimensionalen Blockreliefs für Schülerinnen und Schüler anschaulich darzustellen. Sie erlernen so den komplexen Vorgang der solaren Jahreszeiten durch zum Teil angeleitetes und zum Teil selbständiges Experimentieren, verstehen die Vorgänge in ihrem Heimatraum und können diese auf andere Orte der Erde übertragen.

Neben der generellen Veranschaulichung der solaren Verhältnisse in den Tropen und den Außertropen erfahren die Schülerinnen und Schüler etwas über den Einfluss der Sonne auf das Lokalrelief und damit auf das Mikroklima mit den Bedingungen für die lokale Land- und die Solarwirtschaft.

Literatur

- Bezirksregierung Köln (2016): Abteilung Geobasis NRW, TIM-online2.0beta, <https://www.tim-online.nrw.de/tom/mobile/timobile.html> (01.11.2016).
- Deutscher Rat für Landespflege e.V. (2006): Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. In: Schriftenreihe des deutschen Rates für Landespflege, H. 79, 5-47.

- Glawion, Rainer u.a. (2009): *Physische Geographie*. Braunschweig: Westermann.
- Heck, Volker (2006): *Geoökologische Untersuchungen im PNN Puracé/Kolumbien. Ein Ansatz zur Optimierung der Erfassung von Geo- und Bio-Ressourcen in hochandinen Ökosystemen*. Heinrich Heine Universität Düsseldorf: Dissertation.
- Jacoby, Wolfgang/Schwarz, Oliver (2014): *Die Grenzen der Erde. Über die Endlichkeit natürlicher Ressourcen*. Dinslaken: Athene Media.
- Reda, Ibrahim/Afshin, Andreas (2008): *Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications*. National Renewable Energy Laboratory – NREL/TP-560-34302, <http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/34302.pdf> (06.09.2016).
- Sproul, Alistair B. (2007): *Derivation of solar geometric relationship using vector analysis*. In: *Renewable Energy*, Jahrgang 32, H. 7, 1187-1205.
- Walter, Heinrich/Breckle, Siegmund-W. (2009): *Vegetation und Klimazonen*. Stuttgart: Ulmer.

Klima, Natur und Umwelt in Kinderromanen

Jana Mikota (Universität Siegen)

Die globalen Umweltkatastrophen, Klimaveränderungen und Umweltschutz sind zentrale Themen der politischen Debatten seit den 1980er Jahren und sind spätestens seit der Katastrophe in Fukushima im Frühjahr 2011 für einen, wenn auch kurzen, Zeitraum in den Mittelpunkt der politischen Debatten gerückt. Auch die Kinder- und Jugendliteratur verschließt die Augen nicht vor solchen Themen und widmet sich auf unterschiedliche Weise der Klimakatastrophe sowie dem Zusammenhang zwischen Umwelt und Globalisierung. Oder anders gesagt: Die Kinder- und Jugendliteratur nimmt somit auch den öffentlichen Diskurs um Natur- und Umweltschutz wahr.

Die ökologische Kinder- und Jugendliteratur versteht sich nicht als verwissenschaftliche Kinder- und Jugendliteratur, die streng und möglichst genau den ökologischen Diskurs vorstellen möchte. Vielmehr greifen die Autoren die unterschiedlichen Weltbilder und Wertvorstellungen auf, die von den im Text auftretenden Protagonisten – Umweltschützer, Politiker, Vertreter der Massenmedien, Mitläufer – verkörpert werden. Der folgende Beitrag stellt ausgewählte Kinderromane vor, zeigt, wie Fragen nach Natur, Natur- und Umweltschutz in der Kinderliteratur thematisiert werden und schließt mit der Bedeutung der Texte für den Literatur- und Sachunterricht.

Was ist ökologische Kinder- und Jugendliteratur?

Dagmar Lindenpütz greift in ihren Arbeiten den Begriff der ökologischen Kinder- und Jugendliteratur auf. Unter einer ökologischen Kinder- und Jugendliteratur versteht sie Texte, „in denen es um Probleme der natürlichen, sozialen und gebauten Umwelt unter dem Leitgedanken der ökologischen Krise geht“ (Lindenpütz 2000, 728). Sie differenziert nach:

- (1) Texten zur ökologischen Aufklärung,
- (2) Texten zur ethischen Fundierung,
- (3) radikal skeptischen Texten (Lindenpütz 2000, 732).

Aber schaut man sich die Fülle der kinderliterarischen Produktion an, die nach 2000 erschienen ist, ist die Kategorisierung nach Lindenpütz nicht mehr ausreichend. Die Themen werden unterschiedlich akzentuiert und die normative Gliederung nach Lindenpütz ist zu eng. Man kann sich den Texten nähern, in dem man die Funktion der Darstellung von Natur, Natur- und Umweltschutz untersucht und zwar sowohl hinsichtlich des Inhaltes als auch der Struktur des Textes. D. h. nicht nur das Thema steht dabei im Vordergrund, sondern auch die Erzählperspektive. Dabei lassen sich drei Möglichkeiten unterscheiden:

- (1) Umwelt- und Naturschutz als dominante Kategorie;
- (2) Natur- und Umweltschutz als symbolische Kategorie;
- (3) Natur- und Umweltschutzfragen als untergeordnete Kategorie.

Der ersten Kategorie gehören Bücher an, die explizit den Umwelt-Aspekt in den Mittelpunkt stellen. Beispielhaft soll dies an dem Kinderroman *Eulen* oder an der Serie *Die grünen Piraten* erläutert werden. Kinder treten als Naturschützer auf, setzen sich für Umwelt- und Naturschutz ein und zeigen auch Möglichkeiten, wie man selber aktiv werden kann – sei es bei der Mülltrennung im Klassenzimmer oder der Krötenrettung im Frühjahr. Diese Literatur steht in der Tradition der Aufklärung.

Wird Natur symbolisch besetzt, so erweitert sich der Textkorpus, denn Natur spielt in der Kinder- und Jugendliteratur eine wichtige Rolle. Exemplarisch soll dies anhand der Romane *Brennesselsommer* (2012) von Annette Pehnt und den *Sonnenhof*-Geschichten (2014f.) von Annette Moser vorgestellt werden. Diese Texte nehmen einen Diskurs um Natur auf und adaptieren ihn für ein kinderliterarisches Publikum.

Natur- und Umweltfragen können auch in Nebenhandlungen diskutiert werden. Mittlerweile gehört Umweltschutz zu unserem Alltag und auch in der Kinderliteratur wird selbstverständlich Müll getrennt oder Plastik vermieden. Diese Texte sind nicht explizit ökologisch, andere Themen dominieren und dennoch werden Natur- und Umweltfragen

aufgenommen. Hierzu gehören auch einige Texte, in denen Flucht und Migration geschildert werden. Exemplarisch sollen hierfür die Romane *PeterSilie* (2016) von Antje Damm und *Blaubeerhaus* (2015) von Antonia Michaelis stehen.

Umwelt- und Naturschutz als dominante Kategorie

Der US-amerikanische Schriftsteller Carl Hiaasen hat mit seinen ökologischen Kinder- und Jugendkriminalromanen die ökologische Kinder- und Jugendliteratur nach 2000 maßgeblich verändert und beeinflusst.

Im Mittelpunkt des Romans *Eulen* von Carl Hiaasen (2006) steht Roy, der mit seinen Eltern nach Florida gezogen ist. Er vermisst sein früheres Zuhause in Montana, trauert den Bergen und Jahreszeiten nach und findet Florida mit dem flachen Land und der Hitze einfach nur furchtbar. Schließlich begegnet er einem Jungen, der sich für eine seltene Eulenart einsetzt. Diese baut ihre Nester auf einem Baugrundstück, auf dem eine Fast-Food-Kette entstehen soll. Erst nach mehreren Sabotageakten nehmen immer mehr Menschen an den Protesten teil und können so letztendlich den Bau des Fast-Food-Restaurants verhindern. Jugendliche stellen sich gemeinsam mit Erwachsenen gegen die Baumaschinen und singen das Lied *This Land is Your Land* von Woody Guthrie und machen mit diesem Lied auch deutlich, dass das Land auch den Jugendlichen gehört. Die Thematik in *Eulen* erinnert an ökologische Romane aus den siebziger und achtziger Jahren. Der Unterschied findet sich jedoch in der Haltung der jugendlichen Protagonisten: Sie nehmen selber die Fragen des Umweltschutzes auf, kümmern sich und klären sich auch gegenseitig auf. Roy recherchiert im Internet, ohne dass ihm ein erwachsener Umweltaktivist alles erklären muss. Die Kinder sind somit als aktive Umweltschützer dargestellt.

Hiaasen scheut sich in seinen Romanen nicht, auch Sabotageakte zu entwerfen und den Ökoterroristen zu thematisieren. Er lässt die Kinder und Jugendlichen agieren, zeigt verschiedene Möglichkeiten auf, sich zu engagieren und nimmt so die kindlichen/jugendlichen Umweltschützerinnen und Umweltschützer ernst. Seine Figuren, und zwar auch in seinen anderen ökologischen Romanen, sind mehrdimensional konzipiert und ermöglichen so eine Anschlusskommunikation. Die Erwachsenen

unterstützen die Kinder, werden aber nicht als die Wissenden eingeführt. Sie müssen auch aufgeklärt werden. Damit verlagert sich das Verhältnis, denn in früheren Romanen trat der erwachsene Umweltschützer auf, der die Kinder aufklären wollte. Romane wie *Eulen* zeigen zudem, dass Menschen, die sich nicht explizit in Umweltschutzorganisationen engagieren, auch ein Umweltbewusstsein entwickelt haben. Eine solche Darstellung zeigt, dass Umweltschutz in der breiten Bevölkerung wahrgenommen wird.

Die Serie *Die grünen Piraten* (Poßberg/Böckmann 2015) steht ebenfalls in der Tradition einer ökologischen Kinderliteratur, die aufklären möchte, sowie einer Kriminalliteratur für Kinder. Im Mittelpunkt stehen die grünen Piraten Pauline, Ben, Lennart, Jannik und Flora, die die Natur beschützen möchten. Ihr Markenzeichen ist der grüne Totenkopf. Themen wie Müllentsorgung, Tierschmuggel und Vergiftung von Gewässern werden in eine spannende Handlung eingebettet. Im vierten Band der Serie, *Greifvögel in Gefahr*, beobachten die Kinder, wie ein Mann scheinbar sinnlos gegen einen Baumstamm hämmert und Vögel in ihrem Nest aufscheucht. Sie hindern ihn daran, finden ein paar Minuten später einen Habicht, der in eine Falle geraten ist und bringen ihn in eine Vogelstation. Dort belauschen sie ein Telefonat des Bürgermeisters und schnell wird ihnen klar, dass die Fallen und Giftköder die Vögel bedrohen und der Bürgermeister in die Sache verwickelt ist. Sie durchstreifen den Wald, treffen auf Jäger und Taubenzüchter. Nach und nach kommen sie einem Schmugglerring auf die Spur geraten in Gefahr.

Der Kinderkriminalroman ist spannend konstruiert und möchte die Themen Umweltschutz und Greifvögel miteinander verflechten. Die Kinder setzen sich aktiv für den Umwelt- und Naturschutz ein. Allerdings ist die Lösung einfach, der Schmuggler wird überführt und der Fall der Polizei übergeben. Auch hier folgt der Roman tradierten Mustern einer aufklärerischen Kinderliteratur, die auf globale Machenschaften der Umweltsünder verzichtet, sondern Umweltschutz und Naturfragen in der Alltagswelt der Kinder einbettet. Kindlichen Lesern wird so die Illusion vermittelt, aktiv helfen zu können. Die spannende Handlung im Roman dominiert, es wird schnell erzählt und eine Aktion folgt der nächsten. Oder anders gesagt: Der Umweltaspekt lässt nur wenig Raum zum Nachdenken oder

Fragen zu stellen. Auch die relativ einfache Lösung lässt eine Anschlusskommunikation nur bedingt zu. Das ist insofern schade, weil dadurch der Aspekt der Umwelterziehung in den Hintergrund geraten ist.

Auch die Figuren entsprechen gängigen Stereotypen der Kinderliteratur mit Kindergruppen: Sportlichkeit, Tierliebe, Klugheit wird auf die einzelnen Mitglieder verteilt und auch die etwas schrullige Erwachsene darf nicht fehlen. Dies ist Miranda, die auf einem Hausboot lebt:

Das große hellblaue Hausboot, auf dem Miranda mit den beiden Katzen Ernie und Bert und ihrem Hund Campino lebte, schaukelte leicht im Licht der untergehenden Sonne. Die Solarzellen über der Kajüte glitzerten mit dem Glasdach des großen Gewächshauses an Deck um die Wette (Poßberg/Bockmann 2015, 35).

Bereits die Beschreibung deutet Mirandas Umweltbewusstsein an. Trotzdem werden hier Klischees bedient, denn ähnlich wie auch in der ökologischen Kinderliteratur der 1980er und 1990er Jahre wird der Umweltschützer als ein Außenstehender entworfen mit einem Lebensstil, der nicht tradierten Mustern folgt. Hier hätte man sich eine Weiterentwicklung gewünscht, denn Umweltschutz betrifft alle und sollte nicht nur von bestimmten Menschen betrieben werden.

Im Gegensatz zu vielen ökologischen Kriminalromanen ist der Aspekt des Umweltschutzes hier nicht austauschbar, sondern gehört zu den systemprägenden Dominanten.

Natur- und Umweltschutz als symbolische Kategorie

Im Mittelpunkt des Romans *Brennnesselsommer* von Annette Peht stehen die Schwestern Anja und Flitzi, die mit ihren Eltern auf dem Lande leben und ein ganz ‚normales‘ Leben genießen. Doch plötzlich ändert sich alles: Nebenan, in die mehr als auffällige Ruine, zieht Fränzi ein und mit ihr die unterschiedlichsten Tiere. Fränzi sieht mit ihren Dreadlocks, den zerschlissenen Klamotten nicht nur anders aus, sie denkt und handelt auch anders, als es Anja und Flitzi bislang von Erwachsenen gewohnt sind. Sie arbeitet nicht, sondern kümmert sich um ihre Tiere und den Hof. Sie sagt immer das, was sie denkt und wirbelt damit das Dorfleben gewal-

tig durcheinander. Anja und Flitzi sind begeistert, erfahren, dass Fränzi einen Gnadenhof für all jene Tiere plant, die zu alt oder zu schwach sind. Doch nicht nur das, Fränzi befreit auch Tiere, möchte ein buntes Leben und überzeugt ihre jungen Freundinnen, kurzerhand ihre Schule bunt zu streichen.

Doch es kommt wie es kommen musste: Nicht alle Bewohner/innen sind einverstanden, der Verlust des Hofes droht und erst jetzt zeigt sich, dass Menschen mit den unterschiedlichsten Lebenskonzepten und -einstellungen Freunde/innen und Helfer/innen zugleich sein können.

Es ist ein etwas anderes Landleben, das Annette Pehnt den Lesern präsentiert, auch wenn sie durchaus das idyllische Bild aufgreift, das sich immer wieder in der Kinder- und Jugendliteratur findet.

Doch bereits der Titel *Brennnesselsommer* bricht mit bestimmten Assoziationen, denn Brennnessel, von vielen als Unkraut bezeichnet, ist hier eindeutig positiv besetzt und hinter dem Titel verbirgt sich ein schöner Sommer.

Die Themen des Romans sind vielfältig, doch es geht vor allem um Tierschutz, alternative Lebensmodelle und die Akzeptanz eben solcher Einstellungen. Anja und Flitzi leben ein wohlbehütetes Leben und gehen sonntags nach einem ausgiebigen Frühstück mit ihren Eltern spazieren. Fränzis Leben entspricht nicht den Konventionen des dörflichen Lebens, aber trotzdem akzeptieren, und das erkennt Anja im Laufe der Handlung, ihre Eltern Fränzis Leben genauso wie Fränzi das Leben von Anjas Eltern respektiert. Sie verbieten ihren Töchtern nicht den Umgang mit Fränzi und lassen sie auch bis zu einem gewissen Grad bei den Befreiungsaktionen der Tiere mitmachen. Anja erkennt daher auch im Laufe der Geschichte, wie tolerant und liberal ihre Eltern sind und ist stolz auf sie.

Fränzi selbst ist eine Tierschützerin, die jedoch nicht belehrend mit Anja und Flitzi umgeht, sondern ihnen alles erklärt und sich um sie kümmert. Es ist ein gleichberechtigter Umgang zwischen Kindern und Erwachsenen, die sich und ihre Meinungen respektieren.

Ein weiterer Roman, der Wald als symbolischen Raum begreift, ist *Das Blaubeerhaus* von Antonia Michaelis. Im Mittelpunkt steht ein Haus, das mitten in einem Wald steht. Das nächste Dorf ist etwa zwei Tage entfernt. Die frühere Besitzerin Lene, die im Dorf als etwas schrullig galt, ist verstorben und hat das Haus an die Kinder einer entfernten Verwandten

vererbt. Diese sind mittlerweile erwachsen, verheiratet und haben Kinder. Die Familien haben sich auseinandergeliebt und die Erwachsenen möchten das Erbe nutzen, um sich wieder besser kennenzulernen. Sie wollen mehrere Wochen im Blaubeerhaus verbringen, um es zu renovieren und anschließend zu verkaufen. Doch zunächst beginnt alles recht turbulent, denn die Familien sind unterschiedlich. Da sind zunächst Leo, zehn Jahre alt, sein Bruder Luke, fünfzehn Jahre alt, sein jüngere Bruder Mattis, ein Jahr alt, und seine Eltern „Der Riese“ und Betti. Sie leben in Berlin und werden als „Ökos“ beschrieben. Sie haben selbstgestrickte Pullover, essen kein Fleisch und freuen sich auf das Leben in und mit der Natur. Bettis Bruder Ben, der ebenfalls verheiratet ist und drei Töchter hat, ist dagegen anders. Er lebt in Hamburg, ist erfolgreich und zunächst mit seinem Laptop beschäftigt. Seine Tochter Imke, ebenfalls zehn Jahre alt, lehnt den Großfamilienurlaub ab, schaut verächtlich auf die „Ökos“ herab und liebt Sport. Mit Tante Fee wird noch die alleinstehende Schwester von Ben und Betti eingeführt, die meditiert und an die Kraft des Mondes glaubt. Damit betritt eine bunte Mischung den Wald und das Blaubeerhaus. Die Natur, der Wald und auch der Titel des Haus sind symbolisch besetzt.

Das Blaubeerhaus hat Geheimnisse und die Kinder erforschen den Wald sowie den Dachboden. Dabei finden sie das alte Tagebuch der verstorbenen Lene und stoßen dabei auf Geheimnisse, die mit dem Zweiten Weltkrieg und der Zeit des Nationalsozialismus zu tun haben. Insbesondere die Beschreibungen der Natur sind ein wichtiger Aspekt im Roman:

So begann ich also meine grüne, sonnendurchflutete Wanderung, und ich fand alles – ich fand Pilze und Wiesen und Polster von violetter Heide und einen Baumstamm, der über eine winzig kleine Schlucht führte. (Michaelis 2015, 47).

Leo, einer der Ich-Erzähler im Roman, beschreibt seinen ersten Weg in den Wald. Er kommt dort zur Ruhe, entflieht den Debatten der Familie und den Spötteleien von Imke, der zweiten Ich-Erzählerin. Die Familien müssen sich erst im Hause und mit den unterschiedlichen Lebensentwürfen zurechtfinden. Aufgrund der spartanischen Einrichtung, dem fehlenden Strom und einigen Missgeschicken kommen sich jedoch alle schnell näher. Auch Imke und Leo freunden sich an, durchforsten den Wald gemeinsam und lernen immer mehr die Natur kennen.

Diese Texte setzen auf eine Nähe zur Natur, was sich sprachlich in den Beschreibungen niederschlägt. Hinzu kommen Verweise auf alternative Lebensformen, die ebenfalls positiv besetzt werden.

Natur- und Umweltschutzfragen als untergeordnete Kategorie

„Wisst ihr vielleicht zufällig, wer die Ferien erfunden hat?“ Mit dieser Frage beginnt der zweite Band der *Sonnenhof*-Geschichten, die an Astrid Lindgren und ihre Bullerbü-Geschichten erinnern. Dennoch leistet auch diese Serie ihren Beitrag zu einer Umwelterziehung und zeigt, wie sich der Blick auf Natur und Umwelt in der Kinderliteratur seit den 1980er Jahren verändert hat. Die *Sonnenhof*-Serie steht in der Tradition der Naturbilder, die erwachsenen Lesern in Zeitschriften wie *LandLust* oder *Liebes Land* nostalgisch präsentiert werden und einen idyllischen und auch verklärten Blick auf das Landleben werfen.

Alles beginnt damit, dass sich Therasas Eltern einen alten Bauernhof, der zum Verkauf angeboten wird, ansehen. Doch sie sind nicht die einzigen Interessenten und da der Hof groß genug ist, beschließen die Erwachsenen, dass dort alle Platz haben. So kommt es, dass Theresa mit ihren Eltern, ihren Brüdern Michel und Emil, Alex und Timo sowie Sabine, Momo und den Zwillingen Anna und Lina auf den Sonnenhof zieht. Zunächst muss viel repariert werden, die Kinder, die sich schnell angefreundet haben, helfen fleißig mit und erkunden ihre Umwelt. In kurzen Episoden werden alltägliche Abenteuer wie das Pflanzen von Möhren und Radieschen, Zelten im Garten oder Baden im See erzählt. Ganz nebenbei geht es aber auch um wichtige Fragen und Theresa und ihre Freunde lernen viel über die Umwelt kennen, retten u.a. einen Maulwurf und tragen Frösche über die Straße. Die Kinder und Erwachsenen leben gerne in und von der Natur. Mit positiven Beschreibungen wird den Lesern eine Landkindheit geschildert, die die eigene Naturwahrnehmung beeinflussen kann. In zahlreichen Basteltipps, die zwischen den Geschichten eingebettet sind, können die Leser Vieles ausprobieren und ihre eigenen Abenteuer erleben.

Erzählt wird aus der Sicht der achtjährigen Theresa, die genau ihre Umgebung beschreibt, mitunter einen ironischen Blick auf die Erwachsenen wirft und in den Zwillingen ihre besten Freundinnen gefunden

hat. Aber auch mit den Brüdern gibt es kaum Schwierigkeiten, denn sie erleben – ganz nach dem literarischen Vorbild der *Bullerbü*-Geschichten – ihre Abenteuer gemeinsam. Nur Michel, der mit sechzehn Jahren das älteste Kind auf dem Hof ist, hält sich aus dem „Kinderkram“ heraus. Er ist verliebt, schafft es aber nicht, das Mädchen seiner Träume zu beeindrucken und es liegt nahe, dass Theresa ihm hilft.

Natur und die Liebe zu Natur vermitteln alle drei Bände, denn die Kinder erleben bewusst die Jahreszeiten und spielen in und mit der Natur. Behutsam nähert sich die Reihe dem Thema der nachhaltigen Erziehung, doch es sind gerade diese Selbstverständlichkeit und die liebevollen Beschreibungen, die Eindruck hinterlassen und nachhaltig wirken. Annette Moser schildert weder die Zerstörung der Natur durch Umweltgifte noch die Gefährdung bestimmter Tierarten. Aber das muss sie auch nicht: Mit ihren liebevollen und detaillierten Schilderungen weckt sie bei ihren jungen Lesern das Interesse an der Natur.

Aber in den aktuellen Texten geht es nicht nur ausschließlich um den Schutz von Tierarten, sondern auch um artgerechte Tierhaltung und die Frage, wie man sich engagieren kann. Antje Damm wendet sich in *Peter-Sillie* diesen Fragen zu und scheut sich nicht, auch illegale Möglichkeiten aufzuzeigen. Im Mittelpunkt steht der Junge Nick, der mit seinem Bruder, seinen Eltern und seiner Oma lebt und vor allem zu seiner Oma ein enges Verhältnis hat. Als seine Oma krank wird, überlegt Nick, womit er ihr eine Freude machen könnte. Er fragt seinen Nachbarn Paul, der einen wunderschönen Garten hat und auch sonst Nick immer hilft. Schnell hat Paul eine Idee, verrät jedoch nichts. Er lädt Nick zu einem Campingurlaub ein und beide machen sich auf dem Weg. Erst spät erfährt Nick, dass sie Gänse für seine Oma holen möchten. Aber: Die Gänse werden nicht einfach gekauft, sondern sie müssen befreit werden. Paul kennt einen Hof, auf dem Gänse unter sehr schwierigen Verhältnissen gehalten werden. Sie leben auf engem Raum, sehen nie Tageslicht und der Tierschutzverein kann leider nichts machen. Das Thema Umweltschutz und Tierhaltung wird in die Geschichte eingebettet, wirkt nicht konstruiert und wirft zugleich wichtige Fragen auf.

Und was kann man mit diesen Texten machen?

Braucht man eine Kinder- und Jugendliteratur, die sich mit Natur, Umwelt- und Naturschutz auseinandersetzt? Welche Vorteile bietet sie gegenüber Sachtexten, die Informationen vermitteln? Natur und Umwelt werden auch nach 2000 im Kontext einer nachhaltigen Literaturdidaktik diskutiert (vgl. Wanning 2014, 4-10), denn Didaktikerinnen wie Berbeli Wanning sehen insbesondere in der Literatur eine Chance der nachhaltigen Erziehung. Damit erhält die ökologische Kinder- und Jugendliteratur eine neue Bedeutung in den Debatten, die in den 1970er und 1980er Jahren eingesetzt haben. Das Lesen einer ökologischen Kinder- und Jugendliteratur wird mit den elf Aspekten des literarischen Lernens nach Kaspar H. Spinner (2007) verbunden. Die ökologische Kinder- und Jugendliteratur soll zwar weiterhin über die Gefahren der ökologischen Krisen aufklären, aber der Fokus liegt auf Aspekten wie Perspektivenübernahme, Empathie oder Phantasie. Leser tauchen in literarische Welten ein, können bspw. den Weltuntergang erleben und werden so zum Nachdenken gezwungen. Dies erfolgt jedoch nur dann, wenn die ökologische Kinder- und Jugendliteratur mit modernen literarisch-ästhetischen Mitteln arbeitet: Die Figuren sollten bspw. mehrdimensional konzipiert werden und nicht zu einem reinen Sprachrohr der Umweltschützer instrumentalisiert werden. Denn die Leser sollen zum Mitdenken angeregt werden (vgl. auch Lindentütz 2000, 736-738).

Die hier vorgestellten Romane erfüllen diese Kriterien und laden zu einem Gespräch über Umwelt- und Naturschutz ein. Anhand der Romane wie *PeterSilie* kann Tierhaltung kritisch hinterfragt werden, die kindlichen Leser lernen aktive Umwelt- und Naturschützer kennen und setzen sich mit Natur auseinander. Natur wird in den Romanen als positiv besetzter Raum aufgenommen, der zum Spielen und Verweilen einlädt. Die Kinder erfahren etwas über den Verlauf der Jahreszeiten, aber auch etwas über Bräuche. Sie leben mit den Jahreszeiten und leben den kindlichen Lesern ein nachhaltiges Leben vor. Die Figuren werden zu Vorbildern. Selbst wenn Romane wie *Das Blaubeerhaus* nur in Nebenhandlungen Naturschutz thematisieren, verschafft bereits die sprachliche Gestaltung der Natur um das Haus eine Nähe. Sie ermöglichen aufgrund ihrer Figurenkonzeption, der Darstellung von Natur, Umwelt- und Naturschutz eine

Anschlusskommunikation, zeigen alternative Lebensformen, nehmen aktuelle Diskurse auf und beteiligen sich auch an dem Entwurf Natur. Die thematische Bandbreite erlaubt auch einen fächerübergreifenden Unterricht, denn die vorgestellten Kinderromane können auch im Sachunterricht behandelt werden.

Dass diese Romane auch in der Praxis funktionieren, zeigt das Projekt *Ressourcen schonen – Klimaneutral handeln*, das 2015 von der Deutschen Akademie für Kinder- und Jugendliteratur e.V. initiiert und vom Umwelt Bundesamt sowie vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert wird. Die Universität Siegen beteiligte sich mit dem „Kindernaturatlas“ an dem Projekt und veranstaltete unterschiedliche Umwelt-Tage mit Kindern in Kreuztal-Littfeld. Basierend auf der ökologischen Kinder- und Jugendliteratur wurden bestimmte Themen wie Wildkräuter, Gewässer und Bienen mit den Kindern sowohl literarisch als auch naturwissenschaftlich erarbeitet.

Literatur

Primärliteratur

- Damm, Antje (2016): PeterSilie. München: Tulipan.
Hiaasen, Carl (2006): Eulen. Weinheim: Beltz.
Hiaasen, Carl (2007): Fette Fische. Weinheim: Beltz.
Michaelis, Antonia (2015): Das Blaubeerhaus. Mit Zeichnungen von Claudia Carls. Hamburg: Oetinger.
Moser, Annette (2015): Auf dem Sonnenhof ist was los. Bindlach: Loewe.
Moser, Annette (2014): Sommer auf dem Sonnenhof. Bindlach: Loewe.
Pehnt, Annette (2012): Brennesselsommer. Hamburg: Carlsen.
Poßberg, Andrea/Böckmann, Corinna (2015): Die grünen Piraten. Greifvögel in der Falle. Grevenbroich: Südpol Verlag.

Sekundärliteratur

- Lindenpütz, Dagmar (1999): Das Kinderbuch als Medium ökologischer Bildung. Untersuchungen zur Konzeption von Natur und Umwelt in der erzählenden Kinderliteratur seit 1970. Essen: Verlag Die blaue Eule.
Lindenpütz, Dagmar (2000): Natur und Umwelt als Thema der Kinder- und Jugendliteratur. In: Günter Lange (Hrsg.): Taschenbuch der Kinder- und

Jugendliteratur. Band 2: Medien und Sachbuch, Ausgewählte thematische Aspekte, Ausgewählte poetologische Aspekte, Produktion und Rezeption, KJL und Unterricht. Baltmannsweiler: Schneider, 727-745.

Mikota, Jana (2012): „This Land is Your Land“: Kindliche und jugendliche Umweltschützer in der Kinder- und Jugendliteratur. In: Interjuli 1, 6-26.

Spinner, Kaspar H. (2007): Literarisches Lernen. In: Lesen nach PISA. Praxis Deutsch. Sonderheft, 4-14.

Wanning, Berbeli (2014): Literatur, Natur, Umwelt. In: Deutschunterricht, Jahrgang 67, H. 2, 4-10.

Philosophieren mit Kindern im Sachunterricht mit dem Schwerpunkt „Nachhaltigkeit“: Möglichkeiten und Grenzen

Christian Prust & Thomas Sukopp (Universität Siegen)

Philosophieren mit Kindern (PmK) als Unterrichtsprinzip wird in den aktuellen fachdidaktischen Debatten als äußerst fruchtbar angesehen (vgl. etwa Lindemann/Wicker 1999, 150-201; Bolz 2000; Künzli u. a. 2015, 115-120; Michalik 2014, 27-42 und 2015 175-182; Wehner 2013); dies gilt neben der Philosophiedidaktik auch – vielleicht sogar in besonderem Maße – für die Sachunterrichtsdidaktik. Wir wollen vornehmlich analysieren und diskutieren, ob und wie das PmK als integriertes Unterrichtsprinzip im Sachunterricht zur Entwicklung der *Moralfähigkeit* (am Beispiel der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)) bei Grundschulkindern beitragen kann. Als empirische Grundlage dient unter anderem die Analyse eines durchgeführten Unterrichtsprojekts in der Grundschule im Sachunterricht einer 3. Klasse zum Thema: BNE mit dem Schwerpunkt Umweltverschmutzung.

Unsere generellen Forschungsfragen und Forschungszweifel sind so zu umreißen:

1. Sind Kinder im Grundschulalter in gewissem Maße moralfähig?
2. Wenn ja: Sollte in allgemeinbildenden Grundschulen überhaupt Moral gelehrt werden?
3. Wenn ja: Wie kann Moral in Grundschulen (am fruchtbarsten) gelehrt werden?
4. Welche Hürden müssen überwunden werden?

Wir werden hier hauptsächlich die Forschungsfragen 1. und 3. fokussieren. Zwei wichtige Arbeitsthemen sind, dass Kinder in gewissem Maße

moralfähig sind und dass durch das Prinzip des PmK die Frage nach der Lehrbarkeit von Moral im Sachunterricht grundsätzlich positiv beantwortet werden kann¹; denn Bildung für nachhaltige Entwicklung – als ein elementarer Bestandteil moralischer Bildung – findet hervorragende Anknüpfung an die Lernbereiche des Sachunterrichts (bes. Natur und Leben; Raum, Umwelt und Mobilität; Mensch und Gemeinschaft) in Grundschulen und eignet sich prima facie idealerweise zur Moralbildung (vgl. GDSU 2013, 175-178; 136-142; Wehner 2013, 103-123).

Bevor die Möglichkeiten, Stärken und Grenzen des PmK mit Blick auf *Moralbildung* und *BNE* im Sachunterricht skizziert werden, müssen zunächst zentrale Begriffe und Problemfelder diskutiert werden.

1. Philosophieren mit Kindern durch sokratische Gespräche

Als Kinderphilosophie bezeichnet man allgemein das Philosophieren mit Kindern, das in den 1970er Jahren erstmals von Matthew Lipman (vgl. Lipman 1974) als Unterrichtsprinzip entwickelt worden ist. Der Begriff Kinderphilosophie hat einen leicht faden Beigeschmack, da der Begriff suggerieren könnte, dass es sich hierbei scheinbar nicht um richtige Philosophie im wissenschaftlichen Sinne handelt, sondern um eine Art Subkategorie, die dann Gefahr läuft, im wissenschaftlichen Diskurs nicht ernst genommen zu werden. Diesen Vorwurf kann man zwar leicht entkräften, allerdings macht er auf ein tatsächliches Problem aufmerksam, das darin besteht, dass allzu oft jedes scheinbar nachdenkliche Gespräch mit Kindern unmittelbar als Philosophieren bezeichnet wird, wodurch das didaktisch fundierte Unterrichtsprinzip des Philosophierens mit Kindern dann natürlich simplifiziert und abgewertet wird. Daher bedarf es einer gewissen Profession und Ausbildung für Sachunterrichtslehrer, damit das fruchtbare Unterrichtsprinzip des PmK im engen Sinne nicht zu einer zwar empathisch geladenen, letztlich aber unproduktiven Sinnsucherei verkommt. Wir kommen auf dieses Problem später zurück.

1 Dass die Antwort, ob Kinder moralfähig sind, entscheidend vom jeweiligen zugrunde gelegten Konzept der Moralfähigkeit abhängt, ist klar. Was wir darunter verstehen, werden wir in Abschnitt 4 darlegen. Zur überwiegend positiv beantworteten Frage, ob Kinder moralfähig sind, siehe auch Gebhardt 2013.

Ferner ist anzumerken, dass PmK hier nicht so verstanden werden soll, dass Grundschülerinnen und Grundschüler sich mit der Geschichte der Philosophie auseinandersetzen, etwa wie im Philosophie- oder Ethikunterricht in der weiterführenden Schule. Vielmehr wird PmK als methodisch-didaktisches Konzept verstanden, das grundsätzlich in jedem Fachunterricht, besonders aber im Sachunterricht wegen des offenen aber zugleich passgenauen Curriculums (vgl. GDSU 2013) angewendet werden kann, um den jeweiligen „Stoff“ einerseits zu vertiefen, andererseits, um den Unterricht und die Unterrichtsinhalte aber genau dadurch mit der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler zu verknüpfen und zu harmonisieren.

In der Zielsetzung des Sachunterrichts zum Erziehungs- und Bildungsauftrag (siehe QUA-LIS 2016) heißt es: „Aufgabe des Sachunterrichts in der Grundschule ist es, die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung von Kompetenzen zu unterstützen, die sie benötigen, um sich in ihrer Lebenswelt zurechtzufinden, sie zu erschließen, sie zu verstehen und sie verantwortungsbewusst mit zu gestalten.“ Dieser Passus verzahnt geradezu die Philosophie mit dem Thema der Nachhaltigkeit.

Und auch die detaillierten Zielsetzungen der Kompetenzerwartungen scheinen fundierte philosophische Gespräche mit Kindern, die dann Moralbildungsprozesse anregen können und sollen, nahezu unabdingbar zu machen. Denn gefördert werden soll:

- die *Achtung vor der Würde des Menschen*,
- der *verantwortungsvolle Umgang* mit der natürlichen und gestalteten Lebenswelt und ihren Ressourcen,
- die *Solidarität* mit und in der sozialen Gemeinschaft,
- eine *kritisch-konstruktive Haltung* zu Naturwissenschaft und Technik,
- das Bewusstsein für die *Bedeutung von Kultur und Geschichte und für die damit verbundenen Werte und sozialen Orientierungen* (QUA-LIS NRW 2016).

Um diese Zielsetzungen durch philosophische Gespräche zu erreichen, bietet sich basalerweise die Methode des sokratischen Gesprächs an (vgl. Michalik 2015, 175-182; Brüning 2014; Martens 2005, 68-80). Das sokratische Gespräch ist, grob gesprochen, eine – als moderierter Grup-

pendiskurs initiierte – Unterrichtsmethode, die zu selbstkritischem, selbstreflexivem, argumentativem Denken anleitet und zudem bestimmten Diskursregeln unterliegt: andere ausreden lassen, Aussagen anderer ernst nehmen usw. Das Sokratische Gespräch setzt idealerweise mit lebensweltlichen Problemen ein und wird zunehmend differenzierter (vgl. Martens 2005). Das heißt natürlich nicht, dass man als Lehrerin oder Lehrer nicht auch mit einer provokanten *theoretischen* Frage das sokratische Gespräch initiieren und quasi vice versa ein theoretisches Problem *durch Staunen und Ergriffensein seitens der Schülerinnen und Schüler* zum lebensweltlichen Problem eben jener machen kann.

Ein sinnvoll initiiertes PmK, etwa durch die sokratische Methode, zu Themen der Nachhaltigkeit, erfüllt demnach auf den ersten Blick alle relevanten Zielsetzungen der Sachunterrichtsdidaktik und kann ein Grundstein für moralische Bildungsprozesse sein.²

2. Bildung zur nachhaltigen Entwicklung als ein Unterrichtsziel

Für die vorliegenden Forschungsfragen kann man gewissermaßen einen doppelten Bedeutungssinn des Begriffs Nachhaltigkeit erkennen. Das Adjektiv *nachhaltig* wird in der Regel nämlich etwas anders gebraucht als dessen Nominalisierung *Nachhaltigkeit*. Während ersteres eine lang andauernde, meist sehr prägnante Wirkung einer Handlung oder eines Ereignisses auf ein Subjekt (oder ein vom Subjekt wertgeschätztes Objekt) beschreibt, verweist der nominalisierte Begriff Nachhaltigkeit

2 Siehe dazu Künzli u.a. 2015, 115-120, die deutlich machen, dass es sich bei Fragen im Zusammenhang mit BNE erstens um moralphilosophische Fragen handelt, die nicht nur eine philosophische Einstellung seitens der Lehrperson und seitens der SuS erfordern, sondern auch philosophisches Können auf beiden Seiten. Auf S. 118 finden wir zudem die Skizze eines dreistufigen Vorgehens, das zeigt, wie moralphilosophische Probleme angegangen werden können: 1. Analyse des Ist-Zustands (Bsp.: Wie gehen wir mit Natur mit Blick auf knappe, nicht-nachwachsende Ressourcen um? Wie verschmutzen wir unsere Umwelt? Was sind die Konsequenzen für Tiere? etc.) 2. Benennung von moralischen Fragen (Bsp.: Warum sollten wir im Sinne von nachhaltigem Denken und Handeln mit knappen Ressourcen sorgsam umgehen? Warum sollten wir die Umwelt nicht in der Weise verschmutzen, wie wir es tun?) 3. Analyse der Argumente: Argumente pro und contra auführen (Bsp.: Wenn Tiere ethisch relevant sind, weil sie leiden können, dann dürfen wir bestimmte Handlungen, die sie schädigen, nicht ausführen. Wenn man eine konsequent anthropozentrische Ethik vertritt, dann darf man Tiere zunächst rein instrumentell behandeln.)

zumeist auf das ökonomische und politisch gefärbte Prinzip zum nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen. Im letzteren Falle meint der Begriff nachhaltig also so etwas wie *verantwortungsvoll*. Bildung zur Nachhaltigkeit (im letzten Sinne) heißt also, dass ein Handlungsprinzip erlernt werden soll, dem zufolge erneuerbare Ressourcen nur in dem Maße verbraucht werden sollten, dass sie sich wieder regenerieren können. Dieses Handlungsprinzip inkludiert also sowohl wirtschaftliches Denken hinsichtlich des maximalen Ertrags einer Ressource, gleichsam aber auch verantwortungsvolles Denken gegenüber unserer Umwelt, besonders aber auch unseren künftigen Generationen gegenüber. Wenn wir beide Bedeutungen von *nachhaltig* auf den für unseren Zweck relevanten Bezug, nämlich das PmK übertragen, könnte man sagen, dass PmK – sofern es gelingt – nachhaltige Bildung zum nachhaltigen Handeln ermöglicht. Das heißt, dass durch die inhaltliche Beschäftigung mit Themen der Nachhaltigkeit ein Handlungsprinzip erlernt wird, das – sofern es verinnerlicht ist – (lebens-)lang andauert und prägend ist. PmK erfüllt im besten Falle also beide Bedeutungsfunktionen des Begriffs *nachhaltig*.

Wir wollen an dieser Stelle betonen, dass wir der durchweg positiv-normativen Färbung des Nachhaltigkeitsbegriffs im öffentlichen Diskurs eher kritisch gegenüberstehen. Denn der im Nachhaltigkeitsdiskurs geforderte, verantwortungsvolle Umgang mit der *Natur*, schreibt gemeinhin ebenjener nämlich zumeist überhaupt keinen inhärenten Wert zu; vielmehr wird eigentlich bloß die Instrumentalisierung der Natur gefordert, um Früchte für gesellschaftliches Fortbestehen zu tragen. Besonders Kinder haben aber einen starken emotionalen Bezug zur Tier- und vielleicht auch zur Pflanzenwelt, wie auch eigene empirische Befunde beweisen.³ Echtes Nachhaltigkeitsdenken müsste, würden die Kinder die Entscheidungen treffen, also sogar überanthropozentrische Dimensionen bis hin zum Pathozentrismus oder Biozentrismus erreichen. Die Drittklässler unseres Unterrichtsbesuchs haben mit überwältigender Mehrheit und Klarheit für die moralische Gleichbehandlung von Mensch und Tier (und

3 Ergebnisse aus zwei an der Grundschule Netphen gestalteten Unterrichtsstunden haben wir anlässlich des Tagungsworkshops, aus dem der vorliegende Beitrag entstanden ist, präsentiert. Eine genaue Darstellung der Ergebnisse würde allerdings den Rahmen unseres Aufsatzes sprengen. Eine Publikation zur Relevanz unserer empirischen Ergebnisse ist geplant.

teilweise sogar Pflanze) argumentiert und anthropozentrisches Nachhaltigkeitsdenken aufgebrochen. An dieser Stelle wurde nicht nur sichtbar, dass Moralfähigkeit bei Kindern de facto vorhanden ist, sondern vielmehr wurde uns bewusst, dass – je nach Perspektive – kindliche Moralphorstellungen denjenigen von Erwachsenen sogar etwas Voraus haben können.

3. Möglichkeiten und Grenzen des PmK im Sachunterricht

Um unsere Ausgangsfrage, nämlich ob Moral in der Grundschule lehrbar sei, zu beantworten, möchten wir kurz die Möglichkeiten und Grenzen, bzw. unsere Forschungsfragen und Forschungszweifel skizzieren, bevor wir in einem abschließenden Teil unsere Ergebnisse und das Fazit präsentieren.

Erstens muss geklärt werden, was man überhaupt unter Moral versteht. Damit eng verbunden ist natürlich die Frage, ob es genau eine richtige (Universal-)Moral gibt, oder ob Moral etwa kulturell relativistisch zu verstehen ist oder gar vom einzelnen Individuum abhängt. Die Relevanz dieser Fragen ist bereits durch aktuelle Themen wie „Inklusion“ und „Heterogenität“ hinreichend verdeutlicht. Eine befriedigende Antwort auf diese Frage würde allerdings viel zu weit von unserem Thema weg führen, da wir tief in die Bereiche der Metaethik und der normativen Ethik eindringen müssten. Wenn wir uns aber darauf verständigen, dass Moralität zunächst sehr grundsätzlich darin besteht, die Interessen anderer Personen oder gar nichtmenschlicher Lebewesen in unsere Handlungsoptionen einzubeziehen, oder darin, dass man die Begründungspflicht von Aussagen, gerade wenn sie universelle Ansprüche erheben, einsehen können muss, dann haben wir zwar für eine gewissermaßen universalistische Moral plädiert, allerdings mit sehr bescheidenen Ansprüchen. Schülerinnen und Schülern kann also genau dann Moralfähigkeit bescheinigt werden, wenn sie diesen Ansprüchen teilweise oder ganz gerecht werden können.

Zweitens muss diskutiert werden, *ob* und inwieweit Kinder im Grundschulalter bereits moralfähig sind, da sonst der Sinn von Moralerziehung wenigstens teilweise fraglich ist. Aber anstatt hier entwicklungspsychologische Studien etwa von Kohlberg, Piaget, Freud oder Skinner zu ver-

gleichen, verweisen wir schlichtweg auf die Evaluation unserer Ergebnisse im letzten Abschnitt.

Drittens ist es nicht unumstritten, *ob* man überhaupt in der Schule zur Moral erziehen sollte. Ist Moralerziehung die Aufgabe allgemeinbildender Schulen? Sollte das nicht vielmehr von Eltern übernommen werden? Was ist wenn die Lehrerinnen und Lehrer andere Moralvorstellungen als die eigenen Eltern haben. Wer hat dann Recht? An wem sollen sich die Schülerinnen und Schüler orientieren? Diese Fragen sind enorm wichtig, allerdings sind sie für uns in gewisser Hinsicht obsolet, da durch das PmK – so wie wir es verstehen – ja überhaupt keine persönlich gefärbten Moralvorstellungen vermittelt oder gar indoktriniert werden, sondern vielmehr nur die Chance zum Nachdenken und gemeinsamen Austausch gegeben wird, wodurch ein Prozess zur eigenen Moralbildung initiiert wird. Gerade Nachhaltigkeitsthemen, die selbst in unserer ethisch-pluralistischen Gesellschaft wenig Dissens im öffentlichen Diskurs hervorrufen, eignen sich hierzu in exzellenter Weise.

Viertens ist zu fragen, *wie* Moral überhaupt gelehrt werden kann? Sollten Lehrerinnen und Lehrer ihre Moralvorstellungen den Schülerinnen und Schülern nahebringen, indem sie beispielsweise die „Moral“ von Grimms Märchen unhinterfragt an die Tafel schreiben, in der Hoffnung, dass diese nachhaltig Früchte trägt? Die augenscheinlichste Antwort ist wohl: Nein. Ist Moral überhaupt lehrbar, wenn man die soeben skizzierten Problemfelder ernst nimmt? Unsere Antwort ist: Ja, und zwar durch das PmK als Unterrichtsprinzip. Lehrerinnen und Lehrer müssten dann nämlich gar nicht erst versuchen, ihre Moralvorstellungen auf die Kinder zu übertragen, sondern können vielmehr durch die Initiierung eines nachdenklichen, bzw. eines sokratischen Gesprächs dazu beitragen, dass die Schülerin und Schüler *selbst* über moralische Fragen reflektieren, diskutieren, argumentieren und Stellung beziehen, wodurch klarerweise ein Prozess zur Moralbildung angeleitet wird. Moralerziehung wird durch das PmK zur Initiierung von Moralbildung.

Im Gedankengang werden einige Vorteile und Möglichkeiten des PmK als Unterrichtsprinzip deutlich. Dazu zählen: Lösung von Konflikten bei divergierenden Moralvorstellungen von Lehrerinnen, Lehrern und Eltern, die Förderung des Erwerbs von vielfältigen Reflexions-, Abstraktions- und Argumentationskompetenzen sowie die Einübung in das sokratische

Gespräch. Dieses trägt zudem dazu bei, einen differenzierten Umgang mit heterogenen Meinungen in pluralen Gesellschaften, d.h. diskursive Basiskompetenzen, zu entwickeln. Letztlich eignet sich das PmK idealerweise dazu, die curricularen Lerninhalte mit den lebensweltlichen Problemen der Schülerinnen und Schüler zu verknüpfen. Wie bereits skizziert, kann diese Verknüpfung paradigmatisch über Nachhaltigkeitsthemen hergestellt werden, da ebendiese moralischen Probleme Schülerinnen und Schüler bereits im Grundschulalter unmittelbar betreffen.

Die Möglichkeiten des PmK liegen also auf der Hand und scheinen sogar fast grenzenlos zu sein. Das stimmt allerdings nicht ganz. Die Grenzen und Hürden für das PmK liegen zwar mehr oder weniger auf einer anderen Ebene (Schulpolitik und Lehrerausbildung) als die soeben skizzierten Möglichkeiten, das heißt aber nicht, dass diese ausgeblendet werden dürfen.

Zunächst ist klar, dass die Praxistauglichkeit des PmK in jeder Klasse ständig neu erprobt werden muss, wobei einigen widrigen Umständen, wie etwa Störungen durch Schülerinnen und Schüler, heterogenen Abstraktionsniveaus und geringen Aufmerksamkeitsspannen, Rechnung zu tragen ist. Diese „Hürden“ gibt es in jeder Grundschule, in jedem Fach, egal mit welcher Methode gelehrt wird und können somit quasi ausgeblendet werden. Sollte man dem PmK dennoch entgegen wollen, dass es genau an diesen widrigen Umständen scheitern könnte, so ist die Antwort darauf: Gerade das PmK wirkt in der Regel geringen Aufmerksamkeitsspannen und Störungen entgegen, weil es um Themen geht, die die Schülerinnen und Schüler etwas angehen, die sie berühren, über die sie den Austausch wünschen. Dies führt letztlich auch dazu, dass leistungsschwache Schülerinnen und Schüler dadurch erreicht werden. Diesen Hürden kann das PmK also i.d.R. trotzen.

Der Begriff „leistungsschwach“ macht allerdings auf die erste wirkliche Hürde aufmerksam, nämlich auf die Selektionsfunktion allgemeiner bildender Schulen. Auch in Grundschulen werden Leistungen beurteilt und bewertet und die erzielten Noten bestimmen letztlich, auf welche weiterführende Schule die einzelnen Schülerinnen und Schüler gehen dürfen. Das ist etwas plakativ formuliert, denn vielmehr wird auf Basis des Notendurchschnitts eine Empfehlung seitens der Lehrer ausgesprochen, aber es geht hier darum, dass es auch in Grundschulen um überprüfbare

und bewertbare Lernergebnisse geht, etwas das PmK eher nicht anbieten kann bzw. sollte. Denn vielmehr bietet das PmK Raum für Kontemplation, regt tiefgreifende Bildungsprozesse an, stärkt diskursive und soziale Softskills und Kompetenzen. All dies ist sinnvoll und fruchtbar, aber sollten die Gedanken und Äußerungen bewertet und beurteilt werden? Im sokratischen Gespräch ist jeder gleichberechtigt, d.h. auch der Lehrer hat in vielerlei Hinsicht keine Deutungshoheit über inhaltliche Aspekte: wie soll er dann Leistungen bewerten? Kurzum, man kann die regelmäßige Teilnahme innerhalb der PmK-Einheiten vielleicht unerschwinglich in die mündliche Note mit einfließen lassen, aber das sollte nicht im Fokus stehen. Ein fruchtbares PmK sollte wenigstens einmal pro Woche initiiert werden (siehe dazu auch Anm. 3). Wenn dies aufgrund der Selektionsfunktion nicht möglich sein sollte, weil potentieller Raum für beurteilbare und bewertbare Unterrichtseinheiten „weggenommen“ würde, dann ist dies auf jeden Fall als Hürde zu bezeichnen.

Die zweite große Hürde besteht unseres Erachtens darin, dass es Sachunterrichtslehrern an einer notwendigen Profession fehlt, das PmK als Unterrichtsprinzip sinnvoll zu integrieren resp. einzusetzen. Denn erstens sollte der Anspruch sein, dass eben nicht jedes scheinbar philosophische Thema sinnvollerweise zum Gegenstand eines PmK gemacht werden kann. Lehrerinnen und Lehrer müssen sorgfältig abwägen, welche Fragen oder Bemerkungen bzw. welches Thema sich tatsächlich für ein nachdenkliches oder sokratisches Gespräch eignen. Zweitens muss dieses dann auch zweckdienlich durchgeführt werden, wobei bestimmte Regeln zu beachten sind: Lehrerinnen und Lehrer dürfen nicht zu viel lenken, jeder Gesprächsteilnehmer hat etwas zu sagen, man muss jeden ausreden lassen etc. Es gibt also mehrere Gelingens-Bedingungen für ein fruchtbares PmK bzw. sokratisches Gespräch. Um diese zu erkennen und umzusetzen, müssten Sachunterrichtslehrende bereits in der Lehrerbildung (an Universitäten und im Vorbereitungsdienst) darin geschult werden. Das ist derzeitig aber leider nicht der Fall.

Abgesehen von den Grenzen und Hürden auf bildungspolitischer Ebene haben wir diverse Stärken und Möglichkeiten des PmK skizziert. Im letzten Abschnitt wollen wir mittels empirischer Ergebnisse zeigen, wie das PmK gelingen kann und dass Schülerinnen und Schüler auch in Grundschulen bereits über ein hohes Maß an Moralfähigkeit verfügen.

4. Ergebnisse, Evaluation, Fazit

Um unsere Arbeitsthesen (s.o.) zu überprüfen, haben wir selbst Unterrichtsstunden zum Thema Umweltverschmutzung – einem zentralen Thema im Rahmen der BNE – im Sachunterricht in einer dritten Klasse durchgeführt. In einer einführenden Stunde haben wir die Schülerinnen und Schüler durch Bilder (vermüllte Natur versus unberührte Natur) und ein intensives Gespräch über deren Gefühle beim Anblick der kontrastierten Bilder, für das Thema sensibilisiert und damit die Grundlage für ein folgendes PmK qua sokratischem Gespräch geschaffen. Bereits bei dem intensiven Gespräch über etwaige Gefühle beim Anblick der kontrastierten Bilder wurden nachhaltigkeitsaffine und moralische Bildungsprozesse deutlich. Moralische Bildungsprozesse wurden u.a. dadurch deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler einen Perspektivenwechsel vollziehen konnten, indem sie sich in die Lage von Tieren und armen Menschen versetzt haben, die besonders unter Umweltverschmutzung leiden. Besonders Tieren wurden „Recht auf Leben“ und „Daseinsberechtigungen“ zugesprochen. Die Schülerinnen und Schüler haben ihre egoistische Perspektive zugunsten einer allozentrischen resp. universalen Perspektive verlassen und nicht nur Empathie gezeigt, sondern auch moralische Begriffe wie Schuld und Unrecht gebraucht, um denjenigen falsches Handeln anzuzeigen, die die existenziellen Grundbedürfnisse von Lebewesen durch Umweltverschmutzung gefährden. Nachhaltige Bildungsprozesse wurden besonders da deutlich, wo argumentiert wurde, dass den Tieren besser ein „Zuhause gebaut werden sollte, statt dieses zu zerstören“ oder dass „irgendwann nur noch Schrott aus dem Wasserhahn kommt, wenn die Menschen nicht aufhören Müll in die Weltmeere zu schmeißen“. Letztere Aussagen bescheinigen sogar Wissen über natürliche Vorgänge, Ressourcenregeneration und Anwendungen von Ursache-Wirkungs-Prinzipien.

Damit war der Grundstein für ein sokratisches Gespräch in einer Folgestunde gelegt.⁴ Das Thema Umweltverschmutzung war zwar streng

4 Zu einem Einwand, der während der Internationalen Tagung für Kinderphilosophie „Kosmopolitismus und Identität“ (13.-15.10.2016 in Graz) von Daniela G. Camhy vorgebracht wurde, sei folgendes gesagt: Es ist zwar zutreffend, dass für ein Sokratisches Gespräch, so wie es von Daniel G. Camhy vielerorts praktiziert wird

genommen nicht von den Schülerinnen und Schülern gewählt, aber es wurde durch die soeben skizzierte Einführungsstunde zum lebensweltlichen Problem der Schülerinnen und Schüler und sie wollten dann auch genau darüber sprechen. Im sokratischen Gespräch wurden vornehmlich drei Fragen diskutiert: i.) *Warum* fühle ich mich schlecht, wenn ich Umweltverschmutzung und leidende Tiere sehe? ii.) Sollten Menschen bestraft werden, wenn sie Müll am Strand oder im Wald hinterlassen? Wenn ja: Wie hart sollten sie bestraft werden? iii.) Es gibt ja auch andere Menschen, die von Umweltverschmutzung betroffen sind. Ist es denn schlimmer, dass auch Menschen durch Müll krank werden oder ist es genauso schlimm, dass Tiere krank werden oder sterben können?

Generell verlief das sokratische Gespräch regelkonform und ideengetreu: Die Schülerinnen und Schüler haben sich gegenseitig ausreden lassen, Ideen und Aussagen wurden erst genommen und aufgegriffen, es gab kaum Interventionen von unserer Seite, abgesehen von ein bis zwei Nachfragen hinsichtlich der Begründung und der Aufforderung zur thematischen Vertiefung. Die erste Frage diente der thematischen Einstimmung, Wiederholung und Vertiefung, da es in der ersten konstitutiven Stunde ja bereits um Gefühle und Begründungsversuche ging. Schülerinnen und Schüler begründeten ihre Gefühle der Trauer⁵ und Wut über Tierrechte, Leidensfähigkeit und Unverständnis gegenüber den Umweltsündern, die ihrerseits auch einmal mit Müll beworfen werden sollten, oder gar mit den leidenden Tieren tauschen sollten.

Frage ii.) ergab interessante, neue Aspekte, vor allem aber keinen einfachen und einförmigen Konsens, was zu einer echten philosophischen

(z. B. Camhy 2013, 175-189) viel mehr Zeit benötigt wird. Ebenso ist nicht jegliche Diskussion mit Kindern oder jegliches Sprechen mit Kindern über deren Fragen bereits als PmK zu betrachten. Angesichts der zeitlichen Beschränkungen und anderer Vorgaben, mit denen Lehrerinnen und Lehrer im Sachunterricht umzugehen haben, halten wir das Vorgehen in den zwei Unterrichtsstunden, die wir gestaltet haben, gerade auch angesichts der deutlich positiven Ergebnisse, für angemessen und insgesamt für praktikabel.

5 Zum Umgang mit Angst und Trauer mit Blick auf Umweltzerstörung siehe Gebhardt 2013, 238-266. Selbstverständlich sollte der Unterricht nicht dazu führen, dass sich die Schülerinnen und Schüler mehrheitlich oder auch nur vereinzelt „schlecht fühlen“. Die Gefahr, dass negative Emotionen freigesetzt werden, lässt sich allerdings nur dann vermeiden, wenn man ein Thema wie „Umweltverschmutzung“ gar nicht behandelt. Eine einfühlend-kindgerechte Behandlung des Themas kann das Risiko der Verängstigung einiger Schülerinnen und Schüler in unserer Sicht allerdings deutlich senken.

Diskussion führte. Alle Teilnehmer waren sich zwar einig, dass Umweltsünder bestraft werden sollten, allerdings gab es hitzigen Dissens bezüglich des angemessenen Strafmaßes. Das von den Drittklässlern geforderte Strafmaß reichte von einer Bußgeldstrafe (mit der Begründung, dass einfach nicht überall Mülleimer stehen) bis hin zur Gefängnisstrafe (mit der Begründung, dass Umweltverschmutzung tatsächlich große Übel mit sich bringt und hart bestraft werden solle). Sehr interessant war an dieser Stelle die Aussage eines Schülers, dass eine Gefängnisstrafe nichts bringen würde, weil es dadurch keinen Lerneffekt gäbe; vielmehr sollten die Straftäter als Müllsammler zwangsverpflichtet werden. Solche Aussagen verweisen bereits auf ein hohes Abstraktionslevel und hohes Maß an Moralfähigkeit.

Für die Beantwortung unserer Frage hinsichtlich der Moralfähigkeit von Grundschulkindern hatte die Diskussion über die iii.) Frage besondere Relevanz, denn hier wurden moralische Strukturen aufgedeckt, die – wie bereits erwähnt – pathozentrische oder biozentrische Dimensionen erreichten. Mit klarer Mehrheit wurde dafür argumentiert, dass es genauso schlimm, oder gar schlimmer sei, wenn Tiere durch Umweltverschmutzung erkranken, weil ebenjene ein gleiches Recht auf Unversehrtheit haben, wie Menschen, da sie „ebenso leiden können“. Diejenigen, die das Erkranken der Tiere sogar als schlimmer bezeichnet haben, argumentierten beispielsweise, dass Tiere „keine Ärzte hätten und somit Krankheiten nicht behandelt werden können“, oder dass „Tiere nicht für etwas büßen sollten, was Menschen verursacht haben“. Das Postulat nach moralischer Gleichbehandlung von Mensch und Tier wird in der aktuellen Debatte der normativen Ethik von einigen bedeutenden Denkerinnen und Denkern vertreten, u.a. weil „Leidensfähigkeit“ als moralisch relevantes Kriterium bestimmt wird (vgl. Cavalieri 2002; Singer 2009); zu diesem Ergebnis sind auch die Grundschüler gekommen, ohne jemals von diesem Streit in der normativen Ethik gehört zu haben.

Abgesehen von einigen Hürden, die aber eher auf einer bildungspolitischen Ebene zu verorten sind, kommen wir zu dem klaren Ergebnis, dass PmK ein profundes und fruchtbares Unterrichtsprinzip im Sachunterricht sein kann und sollte, mit welchem besonders eine BNE angeleitet oder initiiert werden kann. An mangelnder Moralfähigkeit von Grundschul-

Kindern wird ein PmK sicherlich nicht scheitern, denn diese kann den Schülerinnen und Schülern in sehr hohem Maße bescheinigt werden.

Literatur

- Bolz, Martin (2000): Philosophieren mit Kindern in der Grundschule. Münster: LIT.
- Brüning, Barbara (2014): Philosophieren mit Kindern. Eine Einführung in Theorie und Praxis. Münster: LIT.
- Camhy, Daniela G. (2013): Teaching Thinking – The Practice of Philosophy with Children. In: Elena Theodoropoulou (Hrsg.): Philosophy, Philosophy are you There? Doing Philosophy with Children. Athen: Diadrassi, 175-189.
- Cavalieri, Paola (2002): Die Frage nach den Tieren. Für eine erweiterte Theorie der Menschenrechte. Erlangen: Harald Fischer.
- Gebhardt, Ulrich (2013): Kind und Moral: Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013) (Hrsg.): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Künzli, David u.a. (2015): Die Bedeutung des Philosophierens mit Kindern in einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung. In: Hans-Joachim Fischer u.a. (Hrsg.): Bildung im und durch den Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 115-120.
- Lindemann, Helmut/Wicker, Katrin (1999): Kindliche Erklärungsweisen naturwissenschaftlicher Phänomene. In: Elke Sumfleth (Hrsg.): Chemiedidaktik im Wandel – Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht. Münster: LIT, 150-201.
- Lipman, Matthew (1986; engl. 1974): Pixie. Philosophieren mit Kindern. Wien: Hölzner-Pichler-Tempsky; und entsprechendes Handbuch.
- Martens, Ekkehard (2005): „Der kleine Prinz“ oder was ist Autorität? – Sokratisches Philosophieren mit Kindern. In: Corinna Hößle/Kerstin Michalik (Hrsg.): Philosophieren mit Kindern und Jugendlichen. Bartmannsweiler: Schneider Hohengehren, 68-80.
- Michalik, Kerstin (2014): Philosophieren mit Kindern als Unterrichtsprinzip und die Förderung von Wissenschaftsverständnis im Sachunterricht. In: Kerstin Michalik u.a. (Hrsg.): Philosophie als Bestandteil wissenschaftlicher Grundbildung - Möglichkeiten zur Förderung des Wissenschaftsverständnisses in der Grundschule durch das Philosophieren mit Kindern. Münster: LIT, 27-42.

- Michalik, Kerstin (2015): Philosophische Gespräche mit Kindern als Medium für Bildungsprozesse im Sachunterricht. In: Hans-Joachim Fischer u.a. (Hrsg.): Bildung im und durch den Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 175-182.
- QUA-LIS NRW (Qualitäts- und UnterstützungsAgentur – Landesinstitut für Schule) (2016): Lehrplan Sachunterricht. Aufgaben und Ziele, <http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-grundschule/%C2%ADsachunterricht/lehrplan-sachunterricht/aufgabenziele/> (03.11.2016).
- Singer, Peter (2009): Animal Liberation. New York: B&T Verlag.
- Wehner, Ulrich (2013): Elementarpädagogik für nachhaltige Entwicklung? Frühe Bildungszeiten jenseits von Entwicklungsgemäßheit und Kulturkritik. In: Marcus Rauterberg/Swantje Schumann (Hrsg.): Umgangsweisen mit Natur(en) in der Frühen Bildung. Beiheft 9 (widerstreit-sachunterricht.de), 103-123.

Der Hauberg – Traditionelle Nachhaltigkeit im Siegerland

Ulrich Gießelmann (Förderverein Historischer Hauberg Fellinghausen)
Urs Christian Gießelmann (Universität Siegen)

Unter Haubergswirtschaft versteht man eine für das Siegerland typische, traditionelle Art der Waldwirtschaft, welche bereits im 16. Jahrhundert begründet wurde. Es handelt sich um eine sehr intensive Waldnutzung, welcher aber der Nachhaltigkeitsgedanke zugrunde liegt. Der Wald wird hierbei in Parzellen eingeteilt, die in einem 20-jährigen Zyklus nacheinander bearbeitet werden. Jede Parzelle hat somit ausreichend Zeit sich nach der Nutzung wieder zu erholen. Haubergswirtschaft ist somit ein Beispiel für nachhaltige Nutzung und kann unter diesem Aspekt auch in Schulen behandelt werden

1. Geschichte

Schon vor über 2.500 Jahren, in der sogenannten Latènezeit, war das Siegerland ein bedeutendes Zentrum der Eisenerzeugung (vgl. Böttger 1951). Da die Eisenindustrie schon damals sehr energieintensiv und Holz über viele Jahrhunderte der einzige verfügbare Energieträger war, der Bedarf an Brennholz bzw. Holzkohle also entsprechend hoch, fielen die Wälder des Siegerlandes wiederholt dem Raubbau durch den Menschen zum Opfer. Um die Versorgung mit Holz dauerhaft zu gewährleisten, fingen die Menschen an, nachhaltigere Waldwirtschaftsformen zu entwickeln. So entstand im Laufe der Zeit eine stark reglementierte Form der Niederwaldwirtschaft, welche genossenschaftlich betrieben wurde. Die Regeln für diese Bewirtschaftung wurden erstmals 1562 durch Graf Johann zu Nassau urkundlich festgelegt. So entstand die Haubergswirtschaft des Siegerlandes, welche mit nur geringfügigen Änderungen bis ins

20. Jahrhundert betrieben wurde. Durch den Bau der Eisenbahn Ende des 19. Jahrhunderts kam vermehrt die energiereichere Steinkohle aus dem Ruhrgebiet ins Siegerland und verdrängte die Holzkohle. Der Holzbedarf sank erheblich, wodurch die Haubergwirtschaft zunehmend an Bedeutung verlor. Heute wird sie nur noch eingeschränkt zur Gewinnung von Brennholz betrieben (vgl. Becker 1991, Becker 2007).

2. Historische Bewirtschaftung

Die Haubergwirtschaft zeichnet sich durch eine sehr intensive Waldnutzung aus, welche dem Wald aber ausreichend Zeit lässt sich nach der Nutzung zu erholen. Der Wald wird hierzu in Parzellen eingeteilt, welche nacheinander in einem etwa 20-jährigen Zyklus bearbeitet werden. Zunächst wird die zu bearbeitende Parzelle *auf den Stock* gesetzt. Hierzu werden die Bäume (bis auf die Eichen) ein Stück über dem Boden abgehackt und die Stammreste, die sogenannten Stöcke, werden stehengelassen. Das so gewonnene Holz dient zumeist als Brennholz bzw. früher auch zur Gewinnung von Holzkohle mittels Köhlerei. Zumeist werden einige Bäume als Schatten- und Samenspender, die sogenannten *Überhälter*, auf der Fläche stehengelassen. Alle herumliegenden Äste werden von der Fläche geräumt und zu Bündeln, den sogenannten Schanzen, gebunden. Auch diese werden (z. B. in Bäckereien) als Brennstoff verwendet. Die stehengebliebenen Eichen (nicht die Überhälter) werden im Mai geschält. Hierbei wird ein Großteil der Rinde an den stehenden Bäumen abgeschält, zum Trocknen am Stamm hingengelassen und dann entfernt. Die Rinde eignet sich aufgrund ihres hohen Gehaltes an Gerbsäure hervorragend zur Ledergerbung. Nach dem Schälen werden auch die Eichen auf den Stock gesetzt. In einem nächsten Schritt wird von der gesamten Fläche der Oberboden entfernt und verbrannt. Die entstehende, nährstoffreiche Asche wird als Dünger wieder auf der Fläche verteilt. Die so vorbereitete Fläche wird nun gepflügt und es wird Buchweizen gesät. Nach der Buchweizenernte findet eine zweite Aussaat, diesmal von Roggen, statt. Dieser wird im nächsten Jahr geerntet. Nach der Ernte wird die Fläche bis zur nächsten Bearbeitung in 20 Jahren geschont. In früheren Zeiten wurde sie allerdings zwischenzeitlich noch als Waldweide genutzt. Im folgenden Jahr wird eine neue Parzelle auf die gleiche Art bearbeitet.

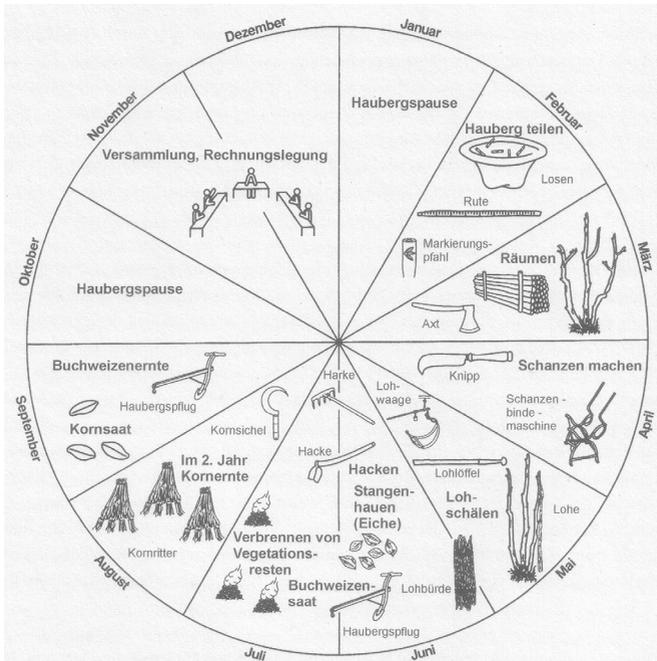


Abb. 1: Die Haubergsuhr – Arbeiten und Nutzungen im Historischen Hauberg Fellinghausen im Verlauf des Jahres (LANUV 2007, 46)

Die einzelnen Bearbeitungsschritte im Jahresgang lassen sich auf der sogenannten Haubergsuhr (Abb. 1) ablesen. Eine detaillierte Beschreibung aller angesprochenen Arbeitsschritte findet man in Becker 1991.

3. Lebensraum Hauberg

Trotz der intensiven Nutzung zeichnet sich der Hauberg durch eine vergleichsweise hohe Artenvielfalt aus (vgl. Conrady 2007). Diese gründet sich auf der mosaikartigen Struktur des Hauberges, der aus vielen Parzellen unterschiedlichen Entwicklungsalters aufgebaut ist. Das Nebeneinander von Flächen unterschiedlichen Alters ermöglicht die Koexistenz

sehr unterschiedlich angepasster Arten innerhalb eines übergeordneten Lebensraumes. Die einzelnen Parzellen durchlaufen zwar eine 20-jährige Entwicklung und bieten in dieser Zeit, je nach Alter, immer nur bestimmten Arten einen passenden Lebensraum. Das Vorkommen aller Entwicklungsstadien in relativer Nähe zueinander ermöglicht den Arten aber eine Wanderbewegung entlang des Entwicklungsgradienten. So bleiben alle Arten innerhalb des Lebensraumes Hauberg erhalten. Auf diese Weise leistet ein bewirtschafteter Hauberg einen erheblichen Beitrag für den Naturschutz (vgl. Conrady 2007). Dies gilt zwar auch für andere Arten des Niederwaldes (vgl. Schanowski 1993; Gurnell 1992), für den Hauberg aber in besonderem Maße, da die relativ kleinräumige und regelmäßige Nutzung zu einer großen Vielfalt an ökologischen Bedingungen und damit zu einer großen Artenvielfalt führt (vgl. Conrady 2007).

Auch wenn die Übergänge zwischen den Sukzessionsstadien natürlich fließend sind, lassen sich grob vier Stadien unterscheiden (vgl. LANUV 2007):

3.1 *Schlagflur-Stadium (0-2 Jahre)*

Die Freistellung des Bodens führt über die starke Besonnung zu einer Erwärmung des Bodens. Hierdurch wird der Streu- und Humusabbau gefördert, wodurch Nährstoffe frei werden. Es kommen zumeist Mager-



Abb. 2: Schlagflur-Stadium 0-2 Jahre (LANUV 2007, 410)

rasen- und Heidearten vor. Der rote Fingerhut (*Digitalis purpurea*) ist häufig anzutreffen (vgl. Abb. 2).

Es finden sich hauptsächlich an Offenland angepasste Tierarten wie z. B. der stark gefährdete Braunbinden-Blattspanner (*Catarhoe cuculata*) oder der ebenfalls bedrohte Feldsandläufer (*Cicindella campestris*).

3.2 Busch-Heide Stadium (3-6 Jahre)

Das Busch-Heide-Stadium bietet Lebensraum vor allem für Arten strauchiger Gehölzformationen (vgl. Abb. 3).

Die Stockaustriebe der Eichen und Birken erreichen Höhen von ein bis zwei bzw. drei Metern. Die krautige Bodenbedeckung wird zum großen Teil durch Harzer Labkraut (*Galium harcynicum*), Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und Johanniskraut (*Hypericum pulchrum*) gebildet. Zu nennende Tierarten sind hier beispielsweise der Eichen-Zipfelfalter (*Satyrium ilicis*) und der Hainlaufkäfer (*Carabus nemoralis*). Auch der Fitis (*Phylloscopus trochilus*) findet in der dichter werdenden Vegetation Nistplätze.



Abb. 3: Busch-Heide-Stadium 3-6 Jahre (LANUV 2007, 411)

3.3 Wald-Heide-Stadium (7-11 Jahre)

Die Stockausschläge von Eichen und Birken erreichen nun schon Höhen von 2,5 bis 4,5 Metern. Weitere hochgewachsene Sträucher prägen die Vegetation (vgl. Abb. 4).

Zu nennen ist hier beispielsweise der Besenginster (*Cytisus scoparius*), welcher durch seine Fähigkeit zur Stickstoffbindung eine wichtige Rolle spielt. Die Strauchschicht wird auch hier von Harzer Labkraut (*Galium harcynicum*) und Heidekraut (*Calluna vulgaris*) dominiert. Als ein typischer

Bewohner gebüschreicher Grünlandbereiche hat hier die Goldammer (*Emberiza citrinella*) ihre Reviere. An Käfern dominieren nun schon eher Wald- als Feldarten wie z. B. der Goldglänzende Laufkäfer (*Carabus auronitens*) oder der Große Breitenkäfer (*Abax parallelepipedus*).



Abb. 4: Wald-Heide-Stage 7-11 Jahre (LANUV 2007, 412)

3.4 Dickungs-Stage (12-20 Jahre)

Die Höhe der Stockausschläge liegt nun über fünf Metern und ein Kronenschluss wird erreicht. Eichen und Birken wachsen bis zur Schlagreife aus und erreichen mit einem Alter von 20 Jahren etwa zehn Meter Wuchshöhe (vgl. Abb. 5).

Die Krautschicht wird je nach Dichte des Kronendaches zurückgedrängt. Zu nennen wäre hier noch das Honiggras (*Holcus mollis*) als Charakterart für dieses Stage. In der Fauna dominieren nun eindeutig die Waldarten wie z. B. bei den Vögeln der Waldlaubsänger (*Phylloscopus sibilatrix*) (vor allem in älteren Stadien), die Kohl- und Blaumeise (*Parus major* und *Cyanistes caeruleus*) sowie der Buchfink (*Fringilla coelebs*) oder bei den Käfern der Echte Schulterläufer (*Pterostichus oblongopunctatus*).



Abb. 5: Dickungs-Stage 12-20 Jahre (LANUV 2007, 412)

Viele Tiere und Pflanzen, welche im Hauberg

beheimatet sind, lassen sich nicht in dieser Gliederung fassen, da sie in unterschiedlichen Sukzessionsphasen vorkommen. So nutzen viele Vögel die verbuschten oder bewaldeten Gebiete zum Nisten und die offeneren Gebiete zur Nahrungssuche. Einige Tiere nutzen den Hauberg auch ausschließlich zur Nahrungssuche (z. B. Eichelhäher, Mäusebussard).

4. Der Historische Hauberg als außerschulischer Lernort

Im Historischen Hauberg Fellinghausen bietet sich die Gelegenheit, die alte und fast ausgestorbene und doch dem heutigen Nachhaltigkeitsgedanken so nahestehende Haubergswirtschaft hautnah zu erleben. Das Prinzip der nachhaltigen Wirtschaftens kann den Schülerinnen und Schülern hier sehr anschaulich nahegebracht werden, da die Zusammenhänge recht einfach und nachvollziehbar sind. Der wichtige Rohstoff Holz kann durch die Betrachtung der unterschiedlich alten Parzellen und der darauf wachsenden Bäume in seiner Entstehung wahrgenommen werden. Auf diese Weise wird deutlich, dass eine gewisse Ruhezeit vonnöten ist, damit sich der Wald nach der Nutzung wieder erholen kann. Während ein Teil des Waldes sich erholt, kann ein anderer Teil genutzt werden. Nur so wird eine potentiell unbegrenzte und kontinuierliche Nutzung des Waldes als Rohstoffquelle gewährleistet. Gleichzeitig macht die relativ artenreiche Flora und Fauna des Hauberges deutlich, dass eine intensive Nutzung nicht zwangsläufig mit einer Zerstörung oder Beeinträchtigung des Lebensraumes einhergehen muss.

Die ursprüngliche, intensive Nutzung des Waldes kann im Historischen Hauberg Fellinghausen in allen Arbeitsschritten über das Jahr beobachtet werden. Viele der anfallenden Arbeiten werden noch von Hand mit den entsprechenden Werkzeugen durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler haben die Gelegenheit auch selbst mit Hand anzulegen und so direkt zu erleben, wie die Menschen früher ihren Lebensunterhalt verdienen mussten. Der Förderverein Historischer Hauberg Fellinghausen führt hierzu auf Anfrage über das ganze Jahr Führungen durch. Zudem bietet er seit 2014 das *Mitmachbuch für junge Haubergsexperten* an, in welchem insbesondere Grundschulern die vielfältige Haubergswirtschaft spielerisch nähergebracht werden soll. Außerdem wurde 2015 ein Schul- und Dokumentarfilm unter dem Titel *Der Hauberg im Siegerland. Nachhaltig*

Waldbewirtschaftung mit Tradition gedreht, in welchem anhand der Haubergsuhr (Abb. 1) die einzelnen, im Jahresgang durchgeführten Arbeiten, vorgestellt und erläutert werden. Sowohl das Buch als auch der Film können über den Förderverein Historischer Hauberg Fellinghausen bezogen werden. Führungen zur Tier- und Pflanzenwelt des Haubergs werden zum Beispiel von der Biologischen Station Siegen-Wittgenstein oder vom Naturschutzbund (NABU) angeboten.

Literatur

- Becker, Alfred (1991): Der Siegerländer Hauberg. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft einer Waldwirtschaftsform. Kreuztal: Verlag die wielandschmiede.
- Becker, Alfred (2007): Die Zukunft des Siegerländer Niederwaldes aus forstlicher Sicht. In: Landesamt für Natur, Umwelt u. Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (Hrsg.): Niederwälder in Nordrhein-Westfalen – Ökologie, Schutz und Erhaltung. Nümbrecht: Martina Galunder Verlag, 339-359.
- Böttger, Hermann (1951): Siedlungsgeschichte des Siegerlandes; Siegerländer Beiträge zur Geschichte und Landeskunde, H. 4, Siegen.
- Conrady, Dierk (2007): Die Dynamik in Niederwäldern und ihre Bedeutung für den Naturschutz. In: Landesamt für Natur, Umwelt u. Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (Hrsg.): Niederwälder in Nordrhein-Westfalen – Ökologie, Schutz und Erhaltung. Nümbrecht: Martina Galunder Verlag, 361-378.
- Förderverein Historischer Hauberg e.V. (2013): Mitmachbuch für junge Hauberg-Experten. Siegen: Vorländer Verlag
- Gurnell, John u.a. (1992): The effects of coppice management on small mammal populations. In: Peter Buckley (Hrsg.): Ecology and management of coppice woodlands. London: Chapman & Hall, 213-232.
- LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt u. Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (2007) (Hrsg.): Niederwälder in Nordrhein-Westfalen – Ökologie, Schutz und Erhaltung. Nümbrecht: Martina Galunder Verlag.
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW (2011) (Hrsg.): Bilder aus dem Hauberg. Naturschutz außerhalb von Schutzgebieten. (Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, H. 1), vierte aktualisierte Auflage, Forstliche Dokumentationsstelle der Landesforstverwaltung NRW, Münster.

Der Hauberg

Schanowski, Arno (1993): Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung von Niederwäldern und ehemals niederwaldartig bewirtschafteten Wäldern in Baden-Württemberg. In: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): Förderprojekte der Stiftung Naturschutzfonds, Karlsruhe: 75–88.

Nachhaltig Handeln lernen und Erwägungskompetenz¹

Bettina Blanck (Pädagogische Hochschule Ludwigsburg)

1. Überblick

Der Fokus des Beitrags liegt auf Zusammenhängen zwischen nachhaltigem Handeln als einem verantwortbaren, begründbaren Handeln und Entscheidungskompetenzen. Es geht dabei nicht um nachhaltiges Handeln in Bezug auf ein bestimmtes konkretes Thema, sondern um eine leitende Orientierung – Erwägungs-/Deliberationsorientierung – für die Gestaltung von Bildung insgesamt, die über die Förderung von spezifischen Entscheidungskompetenzen auch nachhaltiges Handeln fördern kann. Für erwägungsorientiert-deliberative Bildung sollte nachhaltiges Handeln nicht allein auf den Sachunterricht bezogen bzw. an bestimmten Themen festgemacht werden, sondern ein Prinzip von Bildung insgesamt sein. *Bildung wird durch Erwägungs-/Deliberationsorientierung nachhaltiger*: Eine Bildung für nachhaltige Entwicklung oder für nachhaltige Handlungsfähigkeit muss ihrerseits eine nachhaltige Bildung sein.²

1 Im Unterschied zum Workshop konzentriert sich der Beitrag vornehmlich auf die theoretisch-konzeptionellen Darlegungen des Konzeptes. Die im Workshop ausführlicher diskutierten unterrichtspraktischen Beispiele wie auch vorgestellten Erwägungsmethoden können aus Raumgründen nur angedeutet werden. Weitere Beispiele und Erläuterungen zu den Erwägungsmethoden sowie Hinweise auf Veröffentlichungen dazu finden sich z.B. in Blanck, 2005 und 2012. Das Beispiel, Abstimmungsmodi und Wahlverhalten in der Grundschule zu diskutieren, soll an anderer Stelle ausführlich und mit den entsprechenden Materialien veröffentlicht werden.

2 Siehe hierzu auch die Überlegungen von Ingeborg Schüssler: „*Nachhaltige Bildung*‘ hieße aber, die *Nachhaltigkeitsprinzipien selbst auf das Funktionssystem Bildung zu beziehen* und bspw. zu klären, worin mögliche Risikolagen des Bildungssystems lägen, die die Entwicklung einer gerechten Gesellschaft und die Entfaltung menschlicher Potenziale bedrohten. Für die damit anstehende Entwicklung entsprechender Nachhaltigkeitsindikatoren und eine daran orientierte Reorganisation des Bildungssystems bedarf es

Der Ansatz geht von zwei Annahmen aus:

- 1.) Ausgang von Handlungen sind Entscheidungen, und seien es reflexive Entscheidungen, nicht zu entscheiden und z.B. das zu tun, was andere einem sagen oder vormachen.
- 2.) Nachhaltiges Handeln ist ein Handeln, das zukunftsbezogen verantwortet im Sinne von begründet werden kann.

Aus diesen beiden Annahmen lässt sich die Frage formulieren: *Wie müssen Entscheidungen gestaltet sein, damit sie nachhaltiges als verantwortbares, gut begründbares Handeln ermöglichen?* Nach einer exemplarischen Verortung dieser Frage werden das Konzept sowie Konsequenzen für die Gestaltung von Lernen und Lehren dargelegt.

2. Exemplarische Verortung der Fragestellung

Wie müssen Entscheidungen gestaltet sein, damit sie nachhaltiges als verantwortbares, gut begründbares Handeln ermöglichen? Oder etwas anders gefragt: Welche Kompetenzen braucht man, um zu Entscheidungen zu gelangen, die ein nachhaltiges Handeln ermöglichen?

Dass die Frage nach individuellen wie gemeinsamen Entscheidungskompetenzen zentral für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung und die Förderung nachhaltiger Handlungsfähigkeiten ist, wird in Diskussionen immer wieder betont. Im Rahmen des Beitrags ist nur eine exemplarische Verortung möglich.

Im Grundlagenband der Reihe *Querblicke* beziehen sich z.B. zwei (c und g) von insgesamt sieben Kompetenzen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung explizit auf verantwortbares Entscheiden. Implizit sind Entscheidungskompetenzen auch in den fünf weiteren Kompetenzen³ enthalten.

allerdings eines bildungstheoretisch geführten Nachhaltigkeitsdiskurses. Dies ist ein Projekt, das bisher noch nicht eingelöst ist" (2006, 3; im Text von Schüßler ist der hier kursiv gesetzte Text fett gesetzt). Es wäre zu diskutieren, inwiefern Konzepte wie der schweizerische Lehrplan 21 oder der Perspektivrahmen Sachunterricht Schritte in diese Richtung gehen.

- 3 Die anderen fünf Kompetenzen lauten:
 - a) Die Schülerinnen und Schüler können die Idee der Nachhaltigkeit als wünschbares Ziel der gesellschaftlichen Entwicklung sowie alternative Auffassungen der Gesellschaftsentwicklung kritisch beurteilen.

- c) Die Schülerinnen und Schüler können unter Bedingungen von Unsicherheit, Widerspruch und unvollständigem Wissen begründete Entscheidungen, die den Anforderungen einer Nachhaltigen Entwicklung genügen, treffen. [...]
- g) Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Entscheidungen gemeinsam mit anderen auszuhandeln, und erkennen Kriterien der Nachhaltigen Entwicklung als normativen Rahmen für Aushandlungsprozesse (Muheim u. a. 2014, 35).

Es geht um Partizipation, individuelle wie gemeinsame Gestaltungskompetenzen. Nach Katrin Hauenschild ist Gestaltungskompetenz

die Befähigung zur aktiven und zukunftsgerichteten Reflexion über und Teilhabe an gesellschaftlichen Entwicklungen im Hinblick auf die ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen globaler und lokaler Umweltveränderungen (vgl. BLK 1999). Im Kern zielt Gestaltungskompetenz auf die Analyse nachhaltiger und nicht nachhaltiger Entwicklungen und auf darauf basierende begründete Entscheidungs- und Handlungsprozesse (Hauenschild 2009, 20).

Ähnlich beschreiben Christine Künzli David und Franziska Bertschy:

Die Schüler und Schülerinnen haben die Bereitschaft und die Fähigkeit, sich an gesellschaftlichen Aushandlungs- und Mitgestaltungsprozessen in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung zu beteiligen. Sie besitzen ein Bewusstsein für die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung und die Einsicht in die Mitverantwortlichkeit aller in Bezug auf sozio-kulturelle,

-
- b) Die Schülerinnen und Schüler können eigene und fremde Visionen, aber auch gegenwärtige Entwicklungstrends, im Hinblick auf eine Nachhaltige Entwicklung beurteilen. [...]
 - d) Die Schülerinnen und Schüler können persönliche, gemeinsame und delegierte Kontrollbereiche in Bezug auf eine Nachhaltige Entwicklung realistisch einschätzen und sind bereit, diese zu nutzen.
 - e) Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, sich im Bereich Nachhaltiger Entwicklung zielgerichtet zu informieren und die Informationen für Entscheidungen im Sinne einer NE effizient einzusetzen.
 - f) Die Schülerinnen und Schüler können gemeinsam mit anderen Visionen in Bezug auf eine Nachhaltige Entwicklung erarbeiten (Muheim u.a. 2014, 35).

ökonomische und ökologische Entwicklungen sowie auf deren Zusammenwirken (Künzli David/Bertschy 2008, 38).

Und Christine Künzli David, Christoph Buchs und Letizia Wüst an anderer Stelle:

Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung (BNE) soll einen Beitrag dazu leisten, Lernende zu befähigen, sich an gesellschaftlichen Auseinandersetzungen zu beteiligen, in denen festgelegt und begründet wird, welche Ziele und Maßnahmen wünschenswert sind, wenn diese einer nachhaltigen Entwicklung (NE) genügen sollen (Künzli David u.a. 2015, 115).

Um sich derart mitgestaltend in gesellschaftliche Auseinandersetzungen um eine nachhaltige Entwicklung einbringen zu können, bedarf es bestimmter Kenntnisse und Fähigkeiten. Ute Stoltenberg führt hierzu aus:

Um sich mit Lebens- und Wirtschaftsweisen, die zukunftsfähig sind, auseinanderzusetzen und sie mitgestalten zu können, muss man demnach über ein bestimmtes Grundlagenwissen verfügen, bestimmte Zusammenhänge verstehen, ein Ressourcenbewusstsein entwickeln und über Kompetenzen verfügen, wie z.B. in Alternativen denken, sich in die Lage anderer versetzen, mit anderen Menschen Lösungen aushandeln zu können. Es kann beim ‚Lernen nachhaltiger Entwicklung‘ also nicht um eine ‚Verzweckung von Bildung‘ (Huber 2001) gehen, sondern um das Instandsetzen von Menschen, sich selbst an der Entwicklung einer zukunftsfähigen Gesellschaft zu beteiligen (Stoltenberg 2002, 8).

Insbesondere der letzte Satz scheint höchst relevant zu sein, will man Ideen und Konzepte nachhaltiger Entwicklung nicht als Vorgaben überwältigend vermitteln, sondern entscheidungsoffen gestalten. Es ist zu klären und ebenfalls gut zu begründen und zu verantworten, was man unter *Nachhaltigkeit* verstehen möchte. Für die Theoriediskurse um nachhaltiges Lernen und eine Bildung für nachhaltige Entwicklung würde das aus erwägungstheoretischer Perspektive bedeuten, dass der Diskurs selbst den Bedingungen von Nachhaltigkeit im Sinne guter Begründbar-

keit nachkommen müsste.⁴ Mit Bezug auf die siebte Kompetenz (g) für eine Bildung für Nachhaltige Entwicklung, wie sie die Autorinnen der *Querblicke* als relevant erachten (s.o.), ist es aus erwägungstheoretischer Perspektive besonders für die Kriterienfrage grundlegend, dass die Kriterien nachhaltiger Entwicklung eine gute Begründungsgüte haben und sich in einem entsprechenden Forschungsstand an problemadäquat erwogenen Alternativen (Erwägungs-Geltungsbedingung) verorten lassen. Dieser Diskussionsstrang kann hier nicht weiter verfolgt werden. Die Notwendigkeit, auch die Kriterien selbst gut begründen zu können, hängt allerdings mit dem folgenden Aspekt eng zusammen, nämlich der im letzten Zitat angesprochenen Abgrenzung von einer Verzweckung von Bildung, womit sich gegen eine Überwältigung der Lernenden ausgesprochen wird. Damit wird ein Bezug zu Konzepten politischer Bildung und der Zielsetzung, mündige Bürgerinnen und Bürger zu bilden, hergestellt. Joachim Kahlert konkretisiert in seinem Artikel über „Bildung für Nachhaltigkeit“ den „politisch bildende[n] Gehalt umweltpädagogischer Kommunikation“ mit Blick „auf die drei Dimensionen *politische Urteilsfähigkeit, politische Handlungsfähigkeit* und *methodische Fähigkeiten*“.⁵ Im Folgenden interessieren aber weniger diese konkreten Ausgestaltungen als vielmehr die Frage, was genau es denn heißt, ein reflektiertes Urteil

4 Einen kleinen Einblick in die Notwendigkeit eines solchen Diskurses gibt die Diskussionseinheit in der Zeitschrift *Erwägen Wissen Ethik* (Jg. 21, Heft 4) zu einem Hauptartikel über „Geschichtlich-kulturelle Nachhaltigkeit“ (Heintel/Krainer 2010).

5 Ausführlich beschreibt Kahlert diese Fähigkeiten wie folgt:

- Politische Urteilsfähigkeit: sich ein reflektiertes und altersangemessenes Urteil über Umweltrisiken zu bilden und dabei auch Gütekriterien für die Beurteilung der Umweltqualität zu berücksichtigen, wie ökologische Zusammenhänge, kurz- und langfristige Risikolagen, ästhetische Ansprüche;
- Politische Handlungsfähigkeit: Maßnahmen für die Umweltverbesserung erkennen und verstehen, zum Beispiel Kriterien für nachhaltige Entwicklung, Nutzen und Kosten von Umweltmaßnahmen, Nutzungskonflikte gegenüber der Umwelt, Reflexion und Prüfung von Wünschen und Bedürfnissen, Rahmenbedingungen für Konsum, Arbeit, Verkehrsmittelwahl, Erkundung und Reflexion eigener Gestaltungsmöglichkeiten in Verbänden, Parteien, Bürgerinitiativen, informellen Gruppen sowie im Alltag;
- Methodische Fähigkeiten: Sich selbständig Informationen zu verschaffen und zu bewerten, um zum Beispiel die Angemessenheit von umweltverbessernden Maßnahmen unter Berücksichtigung ihrer möglichen, wahrscheinlichen, beabsichtigten und unbeabsichtigten Folgen zu beurteilen (Kahlert 2007, 217).

zu bilden. Kahlert betrachtet die Förderung von Vielperspektivität als zentral, für die er auch das Konzept der didaktischen Netze entwickelt hat (Kahlert 2007, 219f.). Die Frage ist: Wie lässt sich Vielperspektivität in Entscheidungszusammenhängen nutzen, um zu verantwortbarem, gut begründbarem nachhaltigem Handeln zu gelangen? Welcher Vielfaltskompetenzen bedarf es, um mit Vielperspektivität kompetent umgehen zu können und sich nicht durch sie derart verunsichern oder entmutigen zu lassen, dass man sich nicht mehr zurecht zu finden vermag und hilflos fühlt? An dieser Stelle kann man mit dem Konzept erwägungsorientiert-deliberativer Bildung ansetzen. Darauf komme ich später zurück (s. Punkt 4).

3. Zum Konzept erwägungsorientiert-deliberativer Bildung

3.1 *Thesen zu Zusammenhängen zwischen nachhaltigem Handeln und gutem Entscheiden*

Bevor ich das Konzept erwägungsorientiert-deliberativer Bildung und die Relevanz von Erwägungskompetenzen für gut begründetes, verantwortbares und damit auch nachhaltiges Handeln darlege, möchte ich mit neun Thesen über Zusammenhänge zwischen nachhaltigem Handeln und gutem Entscheiden auf die allgemeine Darlegung des Konzeptes einstimmen.

Was hat nachhaltiges Handeln mit Entscheidung und – mit Bezug auf den Beitragstitel – mit Erwägungskompetenz zu tun? Wenn nachhaltiges Handeln ein Handeln ist, das verantwortbar ist, dann muss es – so die Ausgangsannahmen – gut begründet sein. Wie gelangt man zu einer guten Begründung? Aus der Perspektive einer Erwägungs-/Deliberationsorientierung sind hierfür die jeweils erwogenen problemadäquaten Alternativen zentral. Ein kompetenter verantwortungsvoller Umgang mit Vielfalt, insbesondere mit Alternativen in Entscheidungszusammenhängen, ist somit grundlegend für nachhaltiges Handeln. Wer anzugeben vermag, gegenüber welchen zu erwägenden Alternativen eine bestimmte Alternative als die vorerst richtige oder beste bewertet werden kann, hat eine bessere Begründung etwa für die Wahl einer bestimmten Handlungsweise als jemand, die oder der vielleicht sogar für die gleiche Handlungsweise plädiert, hierzu aber keine erwogenen Alternativen anzugeben und

in dieser Hinsicht nicht zu verantworten vermag. Aus erwägungstheoretischer Sicht besteht ein enger Zusammenhang zwischen erwogenen problemadäquaten Alternativen, der Begründungsgüte von Lösungen, die aus Entscheidungen hervorgegangen sind, und ihrer Verantwortbarkeit, welche Merkmal nachhaltigen Handelns ist. Diese Zusammenhänge lassen sich in folgende neun Thesen fassen:

- 1.) Nachhaltiges Handeln ist ein Handeln, das sich gut verantworten lässt.
- 2.) Gut verantworten lässt sich das, was gut begründet werden kann.
- 3.) Wenn man etwas gut begründen kann, dann kann man angeben, welche jeweils problemadäquaten Alternativen als Lösungsmöglichkeiten zu erwägen sind und warum eine Lösungsmöglichkeit den anderen zu erwägenden Alternativen vorgezogen werden kann. Derartiges Begründen ist ein auf Entscheidungen bezogenes Begründen, bei dem die jeweils erwogenen problemadäquaten Alternativen grundlegend relevant sind.
- 4.) Das jeweilige Erwägungsniveau bestimmt die Begründungsgüte jeweiliger Entscheidungen, die dann Ausgang für Handeln sein mögen.
- 5.) Wenn man sich diesen Begründungsnachweis erhalten will, dann sind jeweils erwogene problemadäquate Alternativen zu bewahren, auch dann, wenn man eine bestimmte Lösungsmöglichkeit als vorerst beste Option gewählt hat.
- 6.) Die bewahrten problemadäquaten Erwägungsalternativen verleihen der Entscheidung und der gewählten Lösung auch insofern eine Nachhaltigkeit, als die erinnerbare Entscheidung und die aus ihr hervorgegangene Lösung leicht befragbar, kritisierbar und verbesserbar ist. Weiterhin kann man bei einem Nicht-Gelingen und der Notwendigkeit, in eine neue Entscheidung zu der jeweiligen Problemlage zu treten, auf einen bereits erarbeiteten Erwägungsstand zurückgreifen und mit diesem weiterarbeiten.
- 7.) Je systematisch-methodischer jeweilige problemadäquat zu erwägenden Alternativen zusammengestellt werden konnten, umso besser sind auch jeweilige Grenzen des Wissens und offene Fragen erkennbar und können beachtet werden und sei es, dass man sich bewusst ist, im reflexiven Wissen um dieses Nicht-Wissen handeln zu müssen.

- 8.) Ein Beispiel für reflexives Wissen um Nicht-Wissen sind auch dezisionäre Konstellationen, in denen man sich alternative Lösungsmöglichkeiten erschlossen hat, zwischen denen man *nicht* eine als die vorerst beste auszeichnen kann. Diese Mangelsituation mag zu einer Haltung erwägungsorientiert aufgeklärter Toleranz führen.
- 9.) Nachhaltiges Handeln in diesem Sinne ist verantwortbares Handeln auch im reflexiven Wissen um Nicht-Wissen.

3.2 Merkmale des philosophischen Konzeptes *Erwägungs-/Deliberationsorientierung*

Mit drei Kernmerkmalen lässt sich das philosophische Konzept einer Erwägungsorientierung/Deliberationsorientierung in seinen Grundlagen beschreiben.⁶

3.2.1 Erwägungs-Geltungsbedingung

Die Güte von Begründungen für bestimmte Positionen oder Lösungen wird wesentlich danach eingeschätzt, inwiefern jeweils problemadäquate Alternativen erwogen wurden und angegeben werden können. Wenn man möglichst umfassend problemadäquat angeben kann, welche Alternativen man als mögliche Antworten/Lösungen usw. auf ein Problem/eine Frage erwogen hat, dann kann man die Lösungsmöglichkeit, die man realisieren/umsetzen möchte, besser begründen und verantworten, als wenn man nichts oder nur wenig über zu erwägende Alternativen weiß. Will man den *Begründungswert der erwogenen Alternativen* nicht verlieren, so sind diese zu bewahren. Bewährte problemadäquate Alternativen können dann als eine Geltungsbedingung für jeweils favorisierte Lösungen herangezogen werden, etwa um Andere für die eigene Position zu gewinnen oder um für die eigene Position besser argumentieren zu können. Der grundlegende Unterschied zu bisherigen Umgangsweisen mit Alternativen in den Wissenschaften aber auch anderen Lebensbe-

6 Die folgenden Überlegungen wurden in dieser Textversion erstmals für einen Workshop auf dem Internationalen Kongress „Disziplinarität und Transdisziplinarität. Herausforderungen und Chancen transdisziplinären Unterrichts in natur-, sozial- und geisteswissenschaftlich ausgerichteten Fächern in der Volksschule“ am 1./2. September 2016 an der PH Luzern zusammengefasst und dort als Handout an die Teilnehmenden verteilt.

reichen ist, dass die jeweils problemadäquaten Alternativen nicht nur in der Genese von Lösungen eine Rolle spielen (im *context of discovery*: Entdeckungszusammenhang), sondern zu bewahren sind (*context of justification*: Rechtfertigungszusammenhang (Geltung)), wenn die jeweils gefundene Lösung oder vertretene Position den Anspruch erhebt, gut begründet und verantwortbar zu sein. Hierfür gibt es bisher keine Forschungstraditionen oder andere Gewohnheiten für qualitative Problemlagen. Es gibt nicht so etwas wie qualitative Erwägungsforschungsstände zu jeweiligen Forschungsständen. Vorerst negativ bewertete Lösungsmöglichkeiten werden als verworfene, widerlegte, scheinbar unsinnige usw. Erwägungen vielleicht in geschichtlichen Rückblicken beachtet, ansonsten haben sie keinen Wert. Es gibt keine Forschungsnormen für Erwägungs-Geltungsbedingungen.

3.2.2 Engagement für Verbesserungen

Geltungsbedingungen sind genauso wie die jeweils favorisierten Lösungen verbesserbar. Wenn „neue“ Alternativen als Lösungen bzw. Lösungsmöglichkeiten für ein Problem/eine Frage usw. vorgeschlagen werden, ist vergleichend zu analysieren und zu prüfen, inwiefern diese scheinbar „neue“ Lösungsmöglichkeit nicht vielleicht doch bereits erwogen wurde oder ob sie gänzlich neu ist und zusammen mit den bisherigen Lösungsmöglichkeiten neu erwogen und bewertet werden müsste. Je nachdem, wie der jeweils bisherige Erwägungs-Geltungsstand methodisch aufbereitet werden konnte, mag eine neue Lösungsmöglichkeit sogar dazu führen, in Verbindung mit den Merkmalen bisher erwogener Lösungsmöglichkeiten noch weitere zu „entdecken“.

3.2.3 Iterativ-kritisch-reflexive Einstellung – Erwägen des Erwägens

Es ist reflexiv zu erwägen, was zu erwägen ist. Denn angesichts knapper Ressourcen müssen wir uns meist mit wenig gut begründbaren Lösungen zufrieden geben. Wir verlassen uns auf Bewährtes, etwa auch auf eigene Routinen und Gewohnheiten, entscheiden dezisionär – also im reflexiven Wissen darum, dass zwischen mehreren Lösungsmöglichkeiten keine mit Gründen den anderen vorgezogen werden kann – oder übernehmen scheinbar erfolgreiche Lösungen von Anderen. Erwägungsorientierung als Einstellung führt dazu, diese Situation als Mangel lebendig zu halten.

Derartiges Wissen um Nicht-Wissen kann hilfreich sein, sich von Lösungsvorschlägen Anderer, die vielleicht sogar als „alternativlos“ angepriesen werden, nicht überwältigen zu lassen. Im Umgang mit eigenen bisherigen Positionen kann Wissen um Erwägungs-Geltungsbedingungen vor Kritikimmunisierung und Selbstbornierung schützen. Indem man sich nicht nur mit einer bestimmten Lösung, sondern auch den dazu gehörigen erwogenen Lösungsmöglichkeiten, der Erwägungs-Geltungsbedingung, identifiziert, ist eine Korrektur einer bisher vertretenen Lösung auch weniger identitätsgefährdend, denn diese bisherige Lösung erhält eine neue Relevanz. Sie wechselt im erweiterten Wissensstand über Erwägungen und Lösungen nur den Platz und trägt als zu erwägende Möglichkeit, aber nun abgelehnte Lösung, von nun an wesentlich mit dazu bei, die „neue“ Lösung besser zu begründen.

4. Merkmale erwägungsorientiert-deliberativer Bildung in Stichworten und Fragen⁷

Leitendes Anliegen erwägungsorientiert-deliberativer Bildung ist ein kompetenter verantwortungsvoller Umgang mit Vielfalt, insbesondere mit Alternativen in Entscheidungszusammenhängen.

Ausgang von den Lernenden – erste Entfaltung von Subjektivität: Entscheiden und insbesondere Erwägen sind individuelle Aktivitäten. Lernen, das Erwägungskompetenzen und damit Verantwortungsfähigkeiten fördert, muss seinen Ausgang bei den jeweiligen Individuen nehmen und versuchen, Erwägungsbetroffenheit für eine jeweilige Problemlage zu erzeugen. Eine Klärung des bisherigen Wissens einschließlich reflexiven Wissens um Nicht-Wissen ist erforderlich: Was weiß ich bisher über das Thema/die Frage/das Problem? Was muss ich wissen, um zu einer verantwortbaren Lösung/Position gelangen zu können?

„Könnte es auch anders sein?“ – zweite Entfaltung von Subjektivität hin zu mehr Intersubjektivität/Objektivität ermöglichender Subjektivität: Der eigene Zugang und erste Überlegungen zur Lösung des jeweiligen Problems sind kritisch reflexiv zu befragen um herauszufinden, ob man sie

⁷ Auch die Überlegungen dieses Abschnittes wurden – abgesehen vom letzten Absatz – in dieser Textversion erstmals für einen Workshop an der PH Luzern zusammengefasst und als Handout an die Teilnehmenden verteilt

gegenüber zu erwägenden Alternativen gut begründen kann. Der Horizont dazu, wie ich es sehe, ist zu erweitern: „Wie siehst du das?“, „Wie sehen es die (anwesenden) Anderen?“, „Könnte man es noch anders sehen (Einbeziehung abwesender/denkbarer Anderer)?“, „Welches sind die ärgsten Gegenpositionen, die ich mir zu meiner Position vorstellen kann?“, „Können wir herausfinden, wie viele verschiedene Sichtweisen oder Alternativen es gibt?“ usw. bis hin zur Frage: „Wie gehen wir damit um, wenn wir nicht wissen können, ob wir alle zu erwägenden Alternativen bedacht haben?“

Systematisch-methodische Orientierung im Umgang mit zu erwägenden Alternativen: Die Suche nach möglichst allen problemadäquaten Alternativen wirft methodische Fragen auf. Lassen sich Regeln benennen, mit Hilfe derer sich feststellen lässt, ob alle problemadäquaten Alternativen bedacht wurden? Welche Ansprüche müssen Methoden erfüllen, damit man erkennen kann, ob es weitere zu erwägende Alternativen gibt oder wie man zwischen mehreren „gleichwertigen“ Lösungsmöglichkeiten doch noch mit guten Gründen eine Lösungsmöglichkeit anderen Lösungsmöglichkeiten vorziehen kann? Mit welchen verschiedenen Methoden lassen sich zu erwägende Alternativen erschließen, bestimmen und bewahren? Solche Methodenfragen sind selbst erwägungsorientiert zu klären. Auch hier stellt sich die Frage: Was sind jeweils problemadäquate Alternativen?

Erwägungsorientiert-deliberative Aufbereitung „der Sachen“: Wie lassen sich Themen, Fragen, Aufgaben so aufbereiten, dass bei den Lernenden eine „echte Erwägungsbetroffenheit“ entstehen kann? Inhaltlich und methodisch betritt man hier das Feld inter- und transdisziplinärer Überlegungen. Von welchen Fragen und unterschiedlichen Positionen und Perspektiven aus kann man sich das jeweilige Thema erschließen? Hilfreich bei der Klärung von Positionen ist es, mit ganz verschiedenen konkreten Beispielen zu arbeiten, weil sich über Beispiele Begriffe klären lassen sowie weiterhin klären lässt, ob man Gleiches meint oder mit gleichen Worten verschiedenes meint. Beispiele lassen zudem variierend Denkmögliches erschließen und damit systematisch zu erwägende Alternativen in den Blick nehmen. Idealerweise gelingt es mit solcher Themaufbereitung ein umfassendes Spektrum an Meinungen, Positionen, Argumentationssträngen aufzufächern, so dass Lernenden offensichtlich

wird, dass sie sich hier nicht Vorgaben etwa irgendeiner Person mit ihrer Position anschließen können, wenn sie eine möglichst gut begründete und verantwortbare Entscheidung treffen wollen. Aus erwägungsorientierter Sicht ist es wichtig, auch Nicht-Kontroverses, das eine hohe Relevanz hat und deshalb gut begründet sein sollte, gegenüber zu erwägenden Alternativen begründen zu können. Wer sich z. B. für Demokratie einsetzen will, schwächt sich selbst, wenn er oder sie diese nicht gegenüber alternativen Staatsformen begründen kann – und mag anfällig für antidemokratische Auffassungen werden.⁸ Wie oben schon angedeutet (Punkt 2) ist es deshalb grundlegend, dass jeweilige leitende Wertvorstellungen und Kriterien, wie etwa auch Nachhaltigkeit und Kriterien für Nachhaltigkeit, möglichst umfassend gegenüber zu erwägenden problemadäquaten Alternativen begründet und somit argumentativ überzeugend verantwortet werden können.

Lernförderlicher Umgang mit Nicht-Gelingen: „Falsches“ kann „Richtiges“ begründen helfen: Die methodische Orientierung daran, zu erwägende Alternativen möglichst umfassend zu berücksichtigen, lässt Irrwege, Sackgassen, Nicht-Gelungenes und Falsches in einem anderen Licht erscheinen. Handelt es sich dabei um problemadäquate Alternativen, so können diese wesentlich mit zur Ausgestaltung einer umfassenden Erwägungs-Geltungsbedingung beitragen und „das Richtige“ begründen helfen. Entsprechend dem erwägungsorientiert-deliberativen Ansatz tragen nicht-lösungsbrauchbare, aber adäquate, zu erwägende Alternativen mit zur Begründung der vorerst als brauchbar eingeschätzten Alternative bei. Erwägungswissen mit sinnvolleren und weniger sinnvolleren, aber problemadäquaten, zu erwägenden Alternativen, hat begründenden Charakter. Jeweilige Positionen hätte ohne dieses Erwägungswissen um weniger lösungsbrauchbare Alternativen eine geringere Begründungsqualität.⁹

8 Erwägungsorientiert-deliberative Bildung unterscheidet sich nicht bloß bezüglich der Notwendigkeit des Bewahrens erwogener problemadäquater Alternativen als ein Merkmal guter Begründungen von sozial nicht-kontroversen Lösungen vom Kontroversitätsprinzip des Beutelsbacher Konsens (s. ausführlich hierzu Blanck 2006a).

9 Ausführlich zum Verständnis von „Fehler“ und „Nicht-Gelingen“ sowie zur Entwicklung einer lernförderlichen Fehler- und Nicht-Gelingenskultur aus erwägungsorientiert-deliberativer Perspektive (vgl. Blanck 2006b).

Identität eines distanzfähigen Engagements: In erwägungsorientierten Bildungsprozessen soll eine Haltung des distanzfähigen Engagements gefördert werden. Hierfür sind Methoden hilfreich, die dazu motivieren, einerseits Positionen zu beziehen und andererseits immer wieder herausfordern, Alternativen erwägend sich kritisch-reflexiv von ihnen probeweise zu distanzieren. Ein iterativ-kritisch-reflexiver Blick auf jeweilige Lösungen mit zugehörigen Erwägungen soll ein Wissen um jeweilige Begründungsniveaus und reflexives Wissen um Nicht-Wissen lebendig halten. Das ist gleichermaßen wichtig für Lernende als auch Lehrende, die sich mit einer Haltung des distanzfähigen Engagements ebenfalls eine suchende/forschende Haltung erhalten.

Kopplung guten Begründens an erwogene Alternativen als Ausgang zur Entwicklung kritisch-reflexiver Erwägungsroutinen: Gerade weil „pädagogisches“ Handeln immer ein Handeln unter Ungewissheiten ist, ist die Entwicklung kritisch-reflexiver Erwägungsroutinen nicht nur ein Bildungsziel für die Lernenden, sondern auch ein Aus- und Fortbildungsziel für Lehrende, die erwägungsbezogen Bildung gestalten wollen. Der Blick auf die Erwägungs-Geltungsbedingung sowohl von eigenen als auch Lösungen/Positionen Anderer hilft das jeweilige Begründungsniveau reflexiv einzuschätzen. Auf diese Weise kann im Umgang mit Ungewissheit und Offenheit reflexiv ein sicherer Umgang mit Ungewissheiten und Unsicherheiten aufgebaut werden. Ein Mangelbewusstsein bezüglich schlecht begründbarer Positionen und Lösungen braucht so nicht zu einer Identitätskrise und Selbstentmündigung zu führen, etwa zum Verlangen nach Führungspersönlichkeiten oder „klaren“ Vorgaben, sondern befähigt vielmehr dazu, diese in ihrer jeweiligen Fragwürdigkeit einzuschätzen und sich verstärkt mit der Verantwortbarkeit vorläufiger Lösungsfindungen auseinanderzusetzen, jedenfalls dort, wo man reflexiv entschieden hat, dass es wichtig ist, möglichst gut zu begründen.

Erwägungsorientierte Bildung als Grundlage für intra-, inter- und transdisziplinäre Bildung: Erwägungsorientiert-deliberative Pädagogik und Didaktik als Grundlage für intra-, inter- und transdisziplinäre Bildung zielt auf Befähigung zu verantwortbarem Entscheiden, wobei reflexiv zu entscheiden ist, wann man welches Erwägungsniveau anstreben kann oder soll. Der Primat ist gutes Begründen und damit auch sozial verantwortbares Entscheiden, also nicht Begründen als deduktives Berufen

auf Vorgaben. Durch den Fokus auf gutes Begründen und Verantworten von Positionen kann ein wesentlicher Beitrag zur Weiterentwicklung von intra-, inter- und transdisziplinären Konzepten geleistet werden, insofern insbesondere Relativismusbefürchtungen durch Perspektivenvielfalt begegnet werden kann. Perspektivität, Alternativität und gutes Begründen gehören in erwägungsorientiert-deliberativer Bildung zusammen. Perspektivität allein reicht nicht aus für gutes Begründen, kann diesem vielleicht sogar den Boden entziehen, wenn Perspektivität eine Beliebigkeit an möglichen Positionen suggeriert.

Nachhaltige Bildung und nachhaltiges Handeln mit Hilfe von Erwägungsorientierung: Ein erwägungsorientiertes Denken in Möglichkeiten, das erwogene bewährte problemadäquate Alternativen als relevant erachtet, um auch längerperspektivisch Lösungen für jeweilige Probleme weiterhin in ihrer Begründungsgüte transparent und leichter für Verbesserungen zu halten, könnte eine Nachhaltigkeit in Entscheidungszusammenhängen entwickeln helfen, für die es bisher keine zur Nachhaltigkeit führenden Traditionen gibt. Außerdem macht das Gewährwerden, dass sich nur wenig wirklich umfassend gut begründen und verantworten lässt, vorsichtiger in der Art und Weise, wie man Positionen und Handlungen vertritt. In jeweiligen Erwägungs-Geltungsbedingungen wären Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft in besonderer Weise begründungsorientiert zu verknüpfen, so dass deutlich würde: Eine vergangene Gegenwart ist immer noch relevant für die in jeweiliger Gegenwart zu gestaltende Zukunft, die dann auch ihre Vergangenheit haben wird.

5. Beispiele für erwägungsorientiert-deliberative Bildung: Hilfreiche Fragen, Gestaltungsmöglichkeiten und Anregungen für konkrete Projekte

Wenn *Denken in Möglichkeiten* sich zu einer erwägungsorientiert-deliberativen Haltung hin entwickeln können soll, welche eine Grundlage nachhaltigen Handelns sein kann, dann ist derartiges *Denken in Möglichkeiten* als durchgängiges Unterrichtsprinzip und Prinzip des Schullebens insgesamt zu praktizieren. Hilfreiche Fragen für Lehrerinnen und Lehrer dabei sind z. B.: Wie lassen sich jeweilige Themen so aufbereiten, dass Kinder nach alternativen Lösungsmöglichkeiten suchen? Wie lässt sich

die Erschließung einer Frage so gestalten, dass die Kinder herausgefordert werden, einerseits Positionen im Wissen um zu erwägende Alternativen zu beziehen, und andererseits verbesserungsbereit zu bleiben und deshalb auch die Auseinandersetzung mit Positionen Anderer zu schätzen und aufzusuchen? Wo ergibt sich die Möglichkeit, mit den Kindern reflexiv verschiedene Niveaus des Begründenkönnens und Wissens um Alternativen sowie Grenzen jeweiligen Wissens sichtbar zu machen? Letztere Frage zielt in das Zentrum nachhaltigen Handelns und kann aber erst dann umfassend thematisch werden, wenn im Unterricht kontinuierlich Fragen nach alternativen Lösungsmöglichkeiten und dem Einschätzenkönnen von Begründungen verfolgt werden.

Dass dies gar nicht so schwierig ist, soll mit folgenden Gestaltungsmöglichkeiten und Projektideen angedeutet werden: Alternativen können auf vielfältige Weise sichtbar werden, z.B. als alternative Lösungen, eine Aufgabe zu lösen, eine Geschichte zu Ende zu schreiben, Materialien zu sortieren, Entscheidungen herbeizuführen. Dieses gilt es explizit zu machen (s. o. die Fragen zur Entfaltung von Subjektivität in Punkt 4). Dafür lassen sich auch Rituale entwickeln.

So können die Kinder ihre Lösungen (Bauen einer Knetfigur, die schwimmen soll) z.B. folgenderweise vorstellen: „Ich habe mir überlegt, dass ... und deshalb habe ich das so geknetet. Ich vermute, dass meine Knetfigur schwimmt“. Bevor dies nun aber getestet wird, folgt die wichtige (ritualisierte) Frage an alle anderen Kinder: „Sieht das jemand anders?“ Erfahrungen mit einem derartigen Vorgehen in zwei zweiten Klassen haben eine überraschend hohe Ausdauer der Kinder selbst in einer 5. und 6. Stunde gezeigt. Entgegen der Befürchtung, dass die Frage „Sieht das jemand anders?“ die Kinder vielleicht schnell langweilen und sie nicht bis zum Ende immer wieder hierüber sprechen wollen würden, erwies sich in diesen beiden Klassen als völlig unbegründet. Die Kinder hatten so viel an Überlegungen einzubringen, dass die vorgesehene Zeit nicht reichte und die Vorstellungen und Diskussionen auf ausdrücklichem Wunsch der Kinder in einer der nächsten Stunden fortgesetzt werden musste. Es wäre näher zu untersuchen, ob diese Ausdauer und das Interesse der Kinder Bestand hätten, wenn im Unterricht häufiger so vorgegangen würde und vor allem auch, wie diese Fragekultur weiter ausdifferenziert und auf Entwicklung hin angelegt werden könnte. Ansatzweise wurde dies in den

beiden Fällen versucht, als an die Beiträge der Kinder von der Lehrerin erste weitere systematisierende Nachfragen gestellt wurden und einige Kinder von sich aus auch begannen, nicht nur ihre Position zum jeweiligen Einzelfall vorzustellen, sondern Querverbindungen zu ziehen: „Genauso wie bei x und y denke ich, dass hier auch ... Das wäre dann aber anders als bei z“.

Erfahrungen mit unterschiedlichen Weisen des Gewinnens, Zusammenstellens, Ordnen usw. von zu erwägenden Alternativen sind zu vergleichen: Worin besteht der Unterschied zwischen einem kombinatorischen Wissen um alle denkbaren Lösungsmöglichkeiten einer Perlenverteilung in einer Schüttelbox und dem Wissen um sehr viele mögliche Enden einer offenen Geschichte, von dem ich aber nicht sagen kann, dass ich alle Alternativen jemals kennen kann, weil es irgendwann irgendwo immer wieder jemand geben könnte, der oder dem noch ein andere Ende einfällt? Wann ist es sinnvoll, eigene Ordnungen von Dingen, Ordnungen Anderer vorzuziehen, und inwiefern kann es auch sinnvoll sein, sich gemeinsam auf z. B. eine Art und Weise des Sortierens von Obst und Gemüse zu verständigen? Was bedeuten Verständigungen, die hätten auch anders ausfallen können (also dezisionär sind), für das gemeinsame Miteinanderumgehen und die Bereitschaft, jeweilige Fragen/Themen/Positionen neu zu überdenken? Letztere Frage wird z. B. konkret, wenn die Erfahrung der Kinder mit Abstimmungen (etwa über ein bestimmtes Spiel im Sportunterricht mit einfacher Mehrheit abzustimmen) als Anlass im Sachunterricht genommen wird, über verschiedene Weisen des Abstimmens und ihre Auswirkungen auf die Ergebnisse der Abstimmung nachzudenken. Wenn die Kinder die Erfahrung machen, dass die Abstimmungsweise trotz gleichem Abstimmungsverhalten das Abstimmungsergebnis verändern kann, wird die reflexive Frage nach der Abstimmung über Abstimmungsverfahren relevant, die aber auch keine Lösung bietet, weil sie sich iterativ immer weiter stellen lässt. Wenn es derart mit vom Verfahren abhängt, wer „gewinnt“, dann ist das eher unbefriedigend und kann dazu führen, die jeweilige Frage anders lösen und gemeinsam Wege finden zu wollen, die für Alle eine „gute“ Lösung sind, etwa im konkreten Fall: Es werden abwechselnd alle Spiele gespielt, die für die Kinder der Klasse interessant sind. Der Bezug zu nachhaltigem Handeln ist hier vielleicht nicht offensichtlich. Aber eine Auseinandersetzung mit den Gren-

zen von Abstimmungen und der Fragwürdigkeit der Begründungsgüte von Lösungen, die durch Abstimmungen gewonnen wurden, macht sensibel für diese Problemlage und hilft die Güte von Lösungen einzuschätzen und zu erkennen, wo diese weiter zu verbessern sind. Das aber kennzeichnet nachhaltiges Handeln: gute, verantwortbare Lösungen auf Fragen finden.

Der Fokus auf das Finden guter verantwortbarer Lösungen rückt auch in den Fokus, wenn man z. B. mit Blick auf Elternarbeit oder Schulentwicklung folgende Fragen stellt: Wie können auf einem Elternabend die kontroversen Positionen der Eltern etwa zu den Materialien für den Sexualerziehungsunterricht oder eine neue Methode des Schriffterwerbs genutzt werden, um gemeinsam zu einer gut begründbaren Lösung zu finden? Oder: Wie kann man mit den unterschiedlichen und zum Teil entgegengesetzten Positionen der Kolleginnen und Kollegen zu Fragen der Schulentwicklung so umgehen, dass die Kontroversität als Ausgang für gutes Begründen und damit Gewinnen einer nachhaltigen Position geschätzt wird? In beiden Fällen ist die jeweilige Kontroversität zu benennen und zu würdigen in ihrer Funktion, dazu beitragen zu können, die jeweils zu findende Lösung gut begründen zu können. Gäbe es keine Kontroversen, bestünde die Gefahr, sich vorschnell („blauäugig“ und unreflektiert) auf eine gemeinsame Position zu verständigen. Indem die zu findende Lösung sich starken Gegenpositionen gegenüber begründen können muss, steigt die Wahrscheinlichkeit, eine gut begründbare und damit gut verantwortbare Lösung zu finden. Allein dieser explizierte Perspektivwechsel auf eine Kontroverse vermag zuweilen schon persönliche Verletztheiten, die mit solchen Kontroversen einhergehen können, insofern zu „befrieden“, als nun deutlich wird, dass die unterschiedlichen Positionen alle dazu beitragen, eine verantwortbare Lösung zu finden. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass man sich noch auf eine gemeinsame Zielsetzung als vielleicht zunächst einmal kleinsten gemeinsamen Nenner zu einigen vermag, also etwa: Sexualerziehung soll unsere Kinder in dem Sinne aufklären, um Fehlvorstellungen zu korrigieren und sich nicht etwa von ihnen illusorischerweise ängstigen zu lassen; auch soll sie aufklären, sensibel für die Gefahr von sexuellen Übergriffen zu werden und zu wissen, wie sie sich Hilfe holen oder auch direkt wehren können. Oder: Wir wollen eine bessere Förderung aller Kinder an unserer Schule und hierfür neue Gestaltungsmöglichkeiten von Schule und Unterricht entwickeln.

Ein Indikator für die „Wirksamkeit“ der Erwägungs-Geltungsbedingung in diesem Sinne war für mich im Rahmen eines Coaching zur Schul-Entwicklung, dass eine Kollegin nach einem Treffen, wo die Bedeutsamkeit der bestehenden Kontroversen explizit „gewürdigt“ wurde, meinte: „Ich fand es gut, dass du das mit den Kontroversen und Meinungsverschiedenheiten gesagt hast und dass die hilfreich für unseren Prozess sein können. Das ist eigentlich wie bei den Kindern, wenn wir versuchen, diese ‚Fehler‘ als Chance zu sehen, weiter zu kommen.“ Dass aus erwägungsorientiert-deliberativer Sicht es in diesem Sinne keine „Fehler“ sind, sondern Nicht-Gelingen im Rahmen eines Suchprozesses, wäre dann ein weiterer Schritt auf dem Weg hin zu einer erwägungsorientiert-deliberativen Diskussionskultur, die verantwortbare und damit nachhaltige Lösungen anstrebt.

Literatur

- Blanck, Bettina (2002): *Erwägungsorientierung, Entscheidung und Didaktik*. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Blanck, Bettina (2005): Umgang mit Vielfalt und Alternativen als Herausforderung für Forschung, Lehre und Praxis. Vorschläge zur Arbeit mit der Diskussionszeitschrift *Erwägen Wissen Ethik* als Forschungsforum und Forschungsinstrument. In: *Erwägen Wissen Ethik (EWE)*, Jahrgang 16, H. 4, 537-551.
- Blanck, Bettina (2006a): Erwägungsdidaktik für Politische Bildung. In: *Politisches Lernen*, Jahrgang 24, H. 3-4, 22-37.
- Blanck, Bettina (2006b): Entwicklung einer Fehleraufsuchdidaktik und Erwägungsorientierung – unter Berücksichtigung von Beispielen aus dem Grundschulunterricht. In: *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, Jahrgang 28, H. 1, 63-86.
- Blanck, Bettina (2012): Vielfaltsbewusste Pädagogik und Denken in Möglichkeiten. Theoretische Grundlagen und Handlungsperspektiven. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- D-EDK (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz) (Hrsg.): *Lehrplan 21*. Bereinigte Fassung vom 29.02.2016. Luzern: www.lehrplan.ch (05.08.2016).
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013) (Hrsg.): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Heintel, Peter/Krainer, Larissa (2010): Geschichtlich-kulturelle Nachhaltigkeit. Hauptartikel. In: *Erwägen Wissen Ethik (EWE)*, Jahrgang 21, H. 4, 435-446

- (gefolgt von 22 Kritiken, 446-497, sowie der Replik von Peter Heintel und Larissa Krainer, 497-511).
- Hauenschild, Katrin (2009): Von der Lebenswelt zur ökonomischen Bildung – ein Beitrag zu Bildung für Nachhaltige Entwicklung mit Kindern. In: Beatrice von Monschaw/Katrin Hauenschild (Hrsg.): Kinder erfahren nachhaltiges Wirtschaften. Eine Handreichung für die Grundschulpraxis. Frankfurt am Main u. a.: Peter Lang, 16-40.
- Kahlert, Joachim (2007): Bildung für Nachhaltigkeit. In: Dagmar Richter (Hrsg.): Politische Bildung von Anfang an. Demokratie-Lernen in der Grundschule. Schwalbach am Taunus: Wochenschau Verlag, 215-228.
- Künzli David, Christine/Bertschy, Franziska (2008): Didaktisches Konzept. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (3. überarbeitete Fassung). Arbeitspapier Nr. 1 aus dem Forschungsprojekt des Nationalfonds und der Lehrerinnen- und Lehrerbildung Bern: „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Didaktische Konzeption und Umsetzung in die Schulpraxis“. Interfaktäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), Universität Bern.
- Künzli David, Christine u.a. (2015): Die Bedeutung des Philosophierens mit Kindern in einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung. In: Hans-Joachim Fischer u. a. (Hrsg.): Bildung im und durch Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 115-120.
- Muheim, Verena u.a. (2014): Querblicke. Grundlagenband. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung vertiefen. Herzogenbuchsee: INGOLDVerlag.
- Schüßler, Ingeborg (2006): Nachhaltigkeit – nachhaltiges Lernen – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Gestaltungskompetenz. Grundlegende Überlegungen zu zentralen Begrifflichkeiten im Kontext des KBE-Projekts „lebenswert? Lernort Gemeinde“. Ausführliche Fassung eines Impulsvortrags für den Start-Workshop des Runden Tisch „lebenswert? Lernort Gemeinde“ zum gleichnamigen KBE-Projekt am 17./18.05.2006 in Bonn, http://www.kbe-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Projekte/Schuessler_Nachhaltigkeit_Begriffskl_rung_Endversion.pdf (03.10.16)
- Stoltenberg, Ute (2002): Nachhaltigkeit lernen mit Kindern. Wahrnehmung, Wissen und Erfahrungen von Grundschulkindern unter der Perspektive einer nachhaltigen Entwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

POSTER

Ozeanversauerung

Die andere Seite des Klimawandels in der Schule

Marc Thiessenhusen & Martin Gröger (Universität Siegen)

Beim Themenkomplex Wetter und Klima liegt der Fokus im Sachunterricht der Grundschule auf Betrachtungen von Wetterphänomenen oder den verschiedenen Jahreszeiten, wie es der Lehrplan für den Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen exemplarisch zeigt (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2008). Es ist eine Frage, ob darüber hinaus nicht auch schon das Klima und der Klimawandel als *epochaltypisches Schlüsselproblem* (vgl. Klafki 1996) besprochen werden könnten. Eine politische Legitimation scheint mit der Agenda 2030 und dem Ansatz der Großen Transformation mit der Formulierung von planetarischen Leitplanken hinreichend gegeben.

Davon ausgehend nehmen wir in diesem Artikel als ein Phänomen des Klimawandels speziell die so genannte Versauerung der Ozeane in den Blick. Der zentrale Grund, gerade diesen Problembereich auszuwählen, liegt darin, dass das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Wissenschaftsjahr 2016-2017 den Meeren und Ozeanen gewidmet hat und wir einen Beitrag dazu leisten wollen. Trotz der sehr anspruchsvollen Thematik möchten wir einen Ansatz erproben, dieses zentrale Problem mit Hilfe von auch für Grundschülerinnen und Grundschulern schon zu durchschauenden Phänomenen und einfachen Versuchen in den Unterricht einzubeziehen.

Dazu wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Universität Siegen mit Klassen der dritten und vierten Jahrgangsstufe das Themenfeld Kohlenstoffdioxid und Klimawandel mit Hilfe eines *Teaching Experiments* zur Ozeanversauerung exemplarisch erkundet.

1. Vom Klimawandel zur Ozeanversauerung

Kohlenstoffdioxid gehört zusammen mit Distickstoffmonoxid (N_2O), Methan (CH_4) und Fluorkohlenwasserstoffen (FCKW) zu den klimawirksamen Treibhausgasen. Einen ebenfalls großen Einfluss besitzt Wasserdampf (H_2O) in der Luft – je wärmer die Luft ist, umso größer ist die Fähigkeit der Luft, Feuchtigkeit aufzunehmen und desto stärker der wärmende Effekt. Verkürzt gesagt wird durch die Klimagase langwellige (Wärme-) Strahlung absorbiert und somit eine Abstrahlung in den Welt- raum verhindert. Die daraus resultierende – als natürlicher Treibhaus- effekt bezeichnete – Erwärmung beträgt 33 Grad Celsius. Die mittlere globale Temperatur liegt gegenwärtig bei 15 Grad Celsius. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt wäre es somit auf der Erde mit durchschnitt- lich minus 18 Grad Celsius deutlich kälter (vgl. Kuttler/Zmarsly 2000, 6-7) und Leben nur sehr viel eingeschränkter möglich. Doch das Klima auf der Erde verändert sich. Die aktuelle starke Veränderung ist maßgeblich auf den anthropogenen Eingriff in die natürlichen Ökosysteme zurückzu- führen. Besonders die Industrialisierung Mitte des 20. Jahrhunderts und der weitestgehend unkontrollierte Ausstoß von klimaschädlichen Gasen wie Kohlenstoffdioxid (CO_2) hat dazu geführt, dass die Temperatur auf der Erde in kurzer Zeit so stark angestiegen ist wie nie zuvor.

H_2O	CO_2	N_2O	CH_4	O_3
62 %	22 %	4 %	3 %	7 %

Tabelle 1: Anteil der verschiedenen Treibhausgase am natürlichen Erwärmungs- effekt (nach Kuttler/Zmarly 2000, 9)

Neben dem Wasserdampf, der den größten klimawirksamen Effekt in der Atmosphäre hat, beeinflusst vor allem Kohlenstoffdioxid die Erwärmung der Lufttemperatur (vgl. Tabelle 1). Auf den Wasserdampfgehalt in der Luft haben wir keinen unmittelbaren Einfluss, auf den Anteil von anthropo- gen verursachtem Kohlenstoffdioxid in der Luft aber schon. Am reinen menschenverursachten zusätzlichen Treibhauseffekt hat Kohlenstoffdi-

oxid mit 61% den größten Anteil, gefolgt von Methan mit 15%, Fluorkohlenwasserstoffen mit 11%, Ozon mit 9% und Distickstoffmonoxid mit 4% (vgl. Kuttler/Zmarly 2000, 9). Gegenüber der vorindustriellen Zeit ist die atmosphärische Kohlenstoffdioxidkonzentration von 280 ppm (parts per million) auf rund 408 ppm im Frühjahr 2016 an der Referenzstation am Mauna Loa auf Hawaii angestiegen (vgl. Marotzke 2014, 119 und Abb. 1).

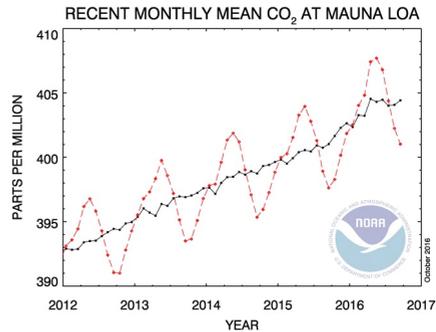


Abb. 1: Kohlenstoffdioxidkonzentration an der Station Mauna Loa auf Hawaii zwischen Anfang 2012 und Ende 2016 (vgl. Earth System Research Laboratory 2016)

Der hohe Eintrag von Kohlenstoffdioxid, der vor allem durch Verbrennungsprozesse bei der Nutzung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl oder Erdgas entsteht, verursacht auch weitreichende Folgen für die Ozeane der Erde (vgl. Feichter u. a. 2007, 142). Denn der Klimawandel bewirkt nicht nur einen Anstieg der Wassertemperatur, sondern ist auch für einen Anstieg des Meeresspiegels und die zunehmende „Versauerung“ der Ozeane verantwortlich. Die Temperaturerhöhung und der Meeresspiegelanstieg stehen in einem engen Verhältnis zueinander: Durch die wärmere Luft erwärmen sich auch die Ozeane stärker, welche sich dadurch – wie z. B. die Flüssigkeitssäule im Thermometer – auch thermisch ausdehnen. Die Erwärmung hat an Land zur Folge, dass Landeis Massen schmelzen, was zu einem weiteren Anstieg des Meeresspiegels führt. Seit Beginn der Industrialisierung ist der Meeresspiegel um 20 Zentimeter angestiegen, wobei sich der Anstieg durch die Eisschmelze und durch die thermische Expansion in etwa die Waage halten (vgl. Latif 2006, 29). Künftig dürfte der Anstieg jedoch vermehrt auf das Einbringen des Schmelzwassers zurückzuführen sein (vgl. Latif 2015). Auf der anderen Seite gelangt anthropogen verursachtes Kohlenstoffdioxid auch in die Ozeane und sorgt dort dafür, dass die Ozeane „saurer“ werden und sich die Lebens-

bedingungen für zahlreiche Organismen verändern. Sauer steht hier in Anführungsstrichen, da die Ozeane faktisch nicht sauer sind und es auch nicht werden. Sie haben einen pH-Wert von etwa 8,2, der sich aber in Richtung 7,8 verändern könnte. Damit werden die Ozeane eigentlich weniger alkalisch. Allgemein wird aber ungenau von einer Versauerung gesprochen. Begründen ließe sich das allenfalls damit, dass die Anzahl der H⁺-Ionen (Protonen) steigt. Um die Größenordnungen anzudeuten: Jährlich werden 30 Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre eingebracht (vgl. Kühn 2011, 126). Rund 27 % davon gelangen in die natürliche Senke Ozean, während 45 % von der Atmosphäre und 29 % durch die Biosphäre aufgenommen werden (vgl. Le Quéré u. a. 2013, 252).

2. Wie versauern unsere Ozeane?

Um den Kohlenstoffkreislauf in Ozean und Atmosphäre besser zu verstehen, sind Aspekte der *physikalischen und biologischen Kohlenstoffpumpe* von besonderer Bedeutung. Von der Meeresoberfläche bis in tiefere Schichten nimmt der Kohlenstoffdioxidgehalt des Wassers zu – das liegt hauptsächlich daran, dass Pflanzen an der Meeresoberfläche Photosynthese betreiben und damit Kohlenstoffverbindungen bilden. Sterben diese Pflanzen oder deren Konsumenten ab, sinken diese zum Meeresgrund und entziehen den oberen Meeresschichten Kohlenstoff (vgl. Bathmann/Passow 2010, Bijma/Burhop 2010). Bei diesem Vorgang spricht man von der biologischen Pumpe. Die physikalische Pumpe beschreibt ein anderes Phänomen: Während Kohlenstoffdioxid in den tropisch warmen Gewässern in Äquatornähe kaum in den Meeren in Lösung geht – der Hauptgrund liegt im warmen Oberflächenwasser und der damit verbundenen geringeren Gasaufnahme Kapazität – sondern vielmehr von den Ozeanen an die Atmosphäre abgegeben wird, wird atmosphärisches Kohlenstoffdioxid in den polaren und subpolaren Regionen von den Ozeanen aufgenommen, da kaltes Oberflächenwasser deutlich mehr Kohlenstoffdioxid aufnehmen kann als warmes Wasser. Das kalte und mit Kohlenstoffdioxid angereicherte Wasser sinkt in die Tiefe und wird damit in die meridionale Umwälzirkulation eingebunden. Das Wasser zirkuliert abhängig von Strömungen, Drucksystemen und Winden im Laufe einer Zeit von etwa 1.000 Jahren einmal um die Erde (vgl. Bathmann/Passow 2010). Sobald

sich das Wasser in den tropischen Regionen erwärmt, nimmt die Dichte ab und das mit Kohlenstoffdioxid angereicherte Wasser gelangt an die Meeresoberfläche, wobei es wieder Kohlenstoffdioxid an die Atmosphäre abgibt. Während der Zeit von etwa 1.000 Jahren bleibt das mit Kohlenstoffdioxid angereicherte Wasser jedoch dem eigentlichen Kohlenstoffkreislauf vorenthalten und trägt zunächst nicht zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei, da der „aufwärtsgerichtete Rückfluss noch auf dem vorindustriellen CO₂-Niveau liegt, d.h. frei von anthropogenem CO₂ ist“ (Körtzinger 2010, 125). Dadurch kommt es nicht zu einem Gleichgewichtszustand, da der Umlauf im Meer wesentlich langsamer vorstangeht als der Kohlenstoffdioxid-Anstieg in der Atmosphäre (vgl. Bijma/Burhop 2010).

Steigt die Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre, nimmt der Kohlenstoffdioxid-Partialdruck zu. Dieser ist in der Regel größer als der Partialdruck im Ozean, da durch den anthropogenen Eintrag die Konzentration an Kohlenstoffdioxid in der Luft schneller und stärker steigt als im Ozean. Ist der Kohlenstoffdioxid-Partialdruck höher, findet der Austausch an der Meeresoberfläche statt, indem Kohlenstoffdioxid (CO₂) sich im Ozeanwasser (H₂O) löst und teilweise zu Kohlensäure (H₂CO₃) reagiert (Abb. 2).

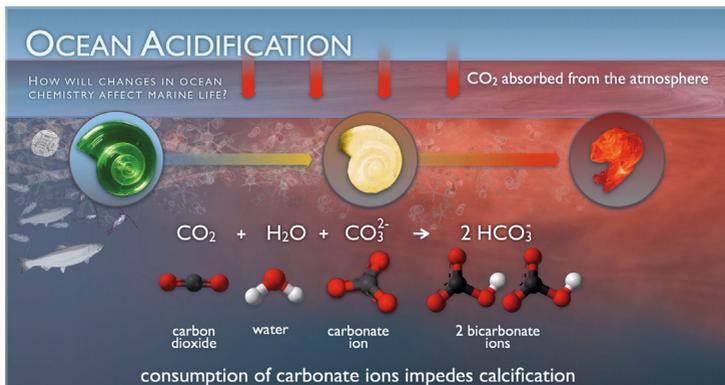


Abb. 2: Ozeanversauerung aus chemischer Sicht (Pacific Marine Environmental Laboratory)

Die Kohlensäure spaltet sich in ein Proton (H^+ -Ion) und ein Hydrogencarbonat-Ion (HCO_3^-) auf. Die Zunahme von H^+ -Ionen führt dazu, dass sich ein Teil der Carbonat-Ionen (CO_3^{2-}) mit den H^+ -Ionen zu Hydrogencarbonat-Ionen verbindet (HCO_3^-). In Folge dessen sinkt die Konzentration an Carbonat-Ionen, die jedoch von vielen Organismen zum Bau von Kalkskeletten und Kalkschalen benötigt werden. Die Zunahme an H^+ -Ionen sorgt schlussendlich für die „Versauerung“ der Ozeane und ein Absinken des pH-Werts.

In den vergangenen 200 Jahren ist der pH-Wert der Ozeane von im Durchschnitt 8,2 um 0,1 auf 8,1 gesunken. Dieses Absinken des pH-Werts entspricht einer „Versauerung“ (also eigentlich einer Zunahme an H^+ -Ionen) um ca. 26 % (vgl. IGBP u.a. 2013, 1). Sollte der pH-Wert im Zuge des Klimawandels und der steigenden Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre um weitere 0,3 bis 0,4 Einheiten sinken, entspricht dies mehr als einer Verdopplung der H^+ -Ionenkonzentration (vgl. Körtzinger 2010, 122).

3. Die Folgen der Ozeanversauerung

Je schneller und stärker sich die Ozeane erwärmen, desto weniger können die natürlichen Kohlenstoffsinken als eben solche fungieren. Die Fähigkeit des Ozeans, den Klimawandel in Form von steigenden Temperaturen durch den Entzug von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre abzumildern, wird verringert.

Die Folgen der Versauerung sind weitreichend, denn mehr als 400 Millionen Menschen profitieren weltweit – vor allem durch den Schutz der Küsten und die Nahrungsversorgung – vom größten und artenreichsten Ökosystem der Welt (vgl. AWI 2014). Durch die Versauerung der Ozeane werden zahlreiche Organismen, die ihre Schalen oder Skelette aus Kalk aufbauen, im Wachstum behindert oder sogar getötet. Bekannte Arten, die eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz der Ozeane einnehmen, sind beispielsweise Flügelschnecken (*Limacina helicina*), Steinkorallen (*Scleractinia*), Foraminiferen (marine Einzeller) oder Muscheln (*Bivalvia*). Aber auch Fische wie der Atlantische Kabeljau (*Gadus morhua*) können unter dem sinkenden pH-Wert der Ozeane leiden (vgl. IGBP u. a. 2013). Besonders anfällig sind die Flügelschnecken, die ihre Schale aus Aragonit – einer

leicht löslichen Form des Calciumcarbonats – aufbauen. Durch den geringeren Anteil an Carbonat-Ionen im Wasser werden die Gehäuse brüchig, porös oder können sich gänzlich auflösen (vgl. Groß 2009). Steinkorallen sind die bekanntesten Opfer der Ozeanversauerung. Korallenriffe bieten jedoch als enorm wichtige Organismen Lebensraum für Tausende Tier- und Pflanzenarten, die teilweise auf das Leben in Riffen spezialisiert sind und in Symbiose leben. Korallen weisen eine gigantische Artenvielfalt auf und sind mit einem hohen Fischaufkommen Grundlage für die Ernährung ganzer Völker, die von der Fischerei leben. Doch sind die Riffe nicht nur Nahrungsquelle und Lebensraum vieler Pflanzen- und Tierarten; sie sorgen auch für einen natürlichen Schutz für Millionen Küstenbewohner rund um die Erde, indem sie Sturmfluten abmildern. Zu guter Letzt sind Korallenriffe ein Touristenmagnet: Z. B. besuchen hundertausende Urlauber jedes Jahr Riffe in Asien und Australien, allen voran das Great Barrier Reef, welches jedoch besonders unter der Versauerung und steigenden Wassertemperaturen zu leiden hat. In letzter Zeit machte das Great Barrier Reef vor allem wegen der stark auftretenden Korallenbleiche Schlagzeilen. Die Korallenbleiche entsteht, wenn die Korallen unter Stress wie einem steigenden Säuregehalt oder zu hohen Wassertemperaturen leiden (vgl. WWF 2013). Hält der Stress für die Korallen länger an, kann dies zum Absterben der Korallen führen.

4. Ozeanversauerung – experimentelle Erkundung in der Grundschule

Um das Thema Ozeanversauerung für eine Betrachtung im Unterricht aufzubereiten, wurden neben der oben skizzierten Sachanalyse auch Versuche konzipiert, mit denen das Phänomen im schulischen Rahmen veranschaulicht werden kann.

Mit dem ersten Set von drei aufeinander bezogenen Versuchen kann demonstriert werden, wie Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre in die Ozeane eingetragen wird. Kohlenstoffdioxid reagiert dabei in wässriger Lösung mit Rotkohlsaft als Indikator. Aus Rotkohlblättern frisch ausgekochter Rotkohlsaft eignet sich in idealer Weise für den Einsatz in der Grundschule. Rotkohlkonserven eignen sich aufgrund verschiedener Zusatzstoffe nicht. Durch den Farbumschlag zeigt der Indikator an, ob die Lösung sauer, neutral oder alkalisch ist. In leicht alkalischem Lei-

tungswasser ist die Farbe blau, bei Zufuhr von Kohlenstoffdioxid wird die Lösung sauer und es erfolgt ein Farbumschlag zu violett. Üblicherweise sollte sich beim Zubereiten mit Leitungswasser eine bläuliche Färbung einstellen. Gegebenenfalls kann dies aber auch durch Zugabe einer kleinen Menge Natron erreicht werden. Mit Hilfe von Zitronensäure wird in einem Vorversuch zunächst die Funktion eines Indikators demonstriert. Dazu wird in eine Petrischale oder z.B. ein Marmeladeglas 0,5 bis 1 cm hoch Wasser gefüllt und etwas Rotkohlsaft hinzugegeben. Dann tropft man Zitronensaft in die Petrischale, den die Kinder als „sauren“ Stoff kennen (Abb. 3a).

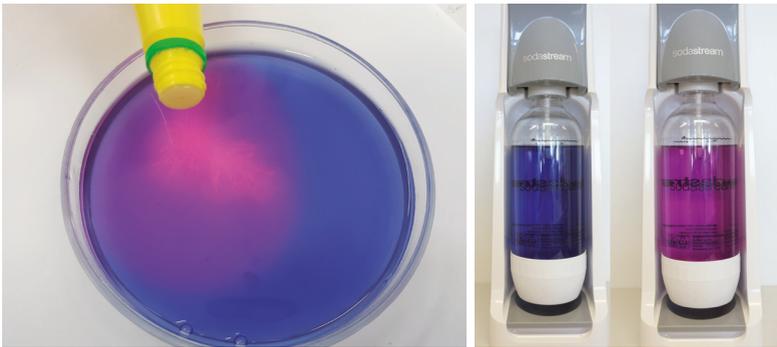


Abb. 3: a) Farbumschlag der verdünnten Rotkohlsaft-Lösung bei Kontakt mit Zitronensäure; b) Farbumschlag von wässriger Rotkohlsaft-Lösung im Sodastream nach Zufuhr von Kohlenstoffdioxid

Dabei erfolgt ein Farbumschlag von blau zu violett – in diesem Fall zeigt die violette Farbe an, dass die Lösung nun sauer ist. Im zweiten Schritt erfolgt die Demonstration im Sodastream, den viele Schülerinnen und Schüler aus dem Elternhaus kennen könnten. Eine Sodastream-Flasche wird mit Wasser befüllt, zu dem auch einige Tropfen Rotkohlsaft gegeben werden. Anfangs ist die Farbe des Wassers entsprechend blau. Betätigt man nun den Knopf und lässt Kohlenstoffdioxid einströmen, erfolgt ein rascher Farbumschlag zu violett. Das im Wasser gelöste Kohlenstoffdioxid reagiert zu Kohlensäure und sorgt für eine Versauerung des Wassers und den entsprechenden Farbumschlag.

Im dritten Schritt (Abb. 4) wird ein Standzylinder oder ein hohes Glasgefäß zu einem Drittel mit Wasser gefüllt und ebenfalls mit Rotkohlsaft angereichert. Sodann wird mit einem Sodastream über einen Schlauch wenige Sekunden vorsichtig Kohlenstoffdioxid in den Standzylinder geleitet. Kohlenstoffdioxid ist zwar schwerer als Luft, dennoch sollte der Zylinder danach mit einem Uhrglas oder Frischhaltefolie abgedeckt werden, um ein Entweichen des Kohlenstoffdioxids aus dem Standzylinder zu vermeiden. Der Aufbau sollte nun einige Minuten beobachtet werden.



Abb. 4: Eintrag von Kohlenstoffdioxid über die Luft in das Wasser. Zunächst wird nur ein hauchdünner violetter Streifen an der Oberfläche sichtbar, nach einigen Minuten durchdringt die violette Färbung die gesamte Lösung.

Da der Kohlenstoffdioxid-Partialdruck in der Luft innerhalb des Standzylinders wesentlich größer ist als im Wasser, folgt nach und nach ein Eintrag des Kohlenstoffdioxids in die Flüssigkeit. Dies wird ebenfalls in Form eines gut sichtbaren Farbumschlags deutlich. Violette Schwaden ziehen sich langsam von der Wasseroberfläche in tiefere Schichten. Dieser Versuch zeigt eindrucksvoll, dass Kohlenstoffdioxid ohne Probleme aus der Luft ins Wasser übergehen kann und stellt so den Vorgang in der Natur auf einfache Weise dar.

In einem weiteren Versuch kann untersucht werden, wie sich ein erhöhter Eintrag von Kohlenstoffdioxid im Wasser auf das Leben von Organismen auswirkt, in diesem Fall auf kalkbildende Organismen wie Muscheln. Muscheln bestehen hauptsächlich aus Calciumcarbonat in Form des Minerals Aragonit, welches besonders durch die Versauerung der Ozeane betroffen ist. Dazu mahlen die Schülerinnen und Schüler zunächst Muschelschalen mit einem Mörser sehr fein und stellen mit Leitungswasser eine Muschelsuspension her. Die Muschelsuspension wird

mit Leitungswasser in der Sodastream-Flasche gemischt, sodass gerade eine trübe Lösung entsteht. Die so befüllte Flasche wird an den Wassersprudler angeschlossen. Durch Einleiten von Kohlenstoffdioxid in das Wasser klart die Flüssigkeit auf und der Muschelkalk geht als Calciumhydrogencarbonat in Lösung. Im Vergleich zu vorher ist die Lösung nun aufgeklärt und die durch die gemahlenen Muscheln hervorgerufene Trübung ist „verschwunden“. Das Experiment zeigt beispielhaft, welche schwerwiegenden Folgen die Versauerung der Weltmeere haben kann (Abb. 5).



Abb. 5: Eine Muschelsuspension wird im Sodastream durch die Zufuhr von Kohlenstoffdioxid aufgeklärt.

5. Erprobung der Versuche in der Grundschule

Die oben geschilderten Versuche wurden probeweise mit insgesamt 36 Schülerinnen und Schülern in der Grundschule in den Klassenstufen 3 und 4 durchgeführt. In Dreiergruppen wurden den Kindern die Versuche vorgeführt, wobei die Schülerinnen und Schüler bei der Durchführung mithelfen konnten. Die Äußerungen der Kinder zum Versuchsablauf wurden aufgezeichnet. Zunächst lag der Schwerpunkt auf den Fragen: Haben die Schülerinnen und Schüler den Transfer vom Modellexperiment zur Wirklichkeit vollzogen? Welche Vorstellungen haben die Schülerinnen und Schüler von den Auswirkungen einer Versauerung der Ozeane, welche Vorstellungen sind korrekt, welche Fehlvorstellungen gibt es? Anhand dieser Aussagen wird im Sinne einer qualitativen Inhaltsanalyse nach

Kuckartz (2016) versucht zu bewerten, ob die Versuche für den Einsatz im Sachunterricht der Grundschule geeignet sind.

Die Auswertung der Interviews wurde mittels des computergestützten Programms MAXQDA durchgeführt. Dabei wurde ein Kategoriensystem aufgestellt, mit dem die Aussagen der Schülerinnen und Schüler verschiedenen Kategorien zugeordnet werden können. Das Kategoriensystem unterteilt sich in vier Hauptkategorien:

- Fachlich-chemische Argumentation
- Auswirkungen auf den Menschen
- Auswirkungen auf bzw. über die Atmosphäre
- Auswirkungen auf Organismen

Bei der Auswertung der Interviews und Experimente hat sich gezeigt, dass zumeist ein Vorwissen über Kohlenstoffdioxid vorhanden ist. Fast allen Kindern war der Begriff Kohlenstoffdioxid bekannt. Diese Beobachtung stimmt mit dem Resultat einer Voruntersuchung zum Wissen über Kohlenstoffdioxid (CO₂) mit Kindern an anderen Schulen überein, nach der 80 % der Kinder in der dritten Klasse und 84 % der Kinder in der vierten Klasse den Begriff Kohlenstoffdioxid (CO₂) kennen (vgl. Thiessenhusen u. a. in diesem Band).

Bezugnehmend auf die Folgen der Versauerung der Ozeane äußerten sich besonders viele Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Auswirkungen auf Organismen. Genannt wurde beispielsweise, dass Muscheln und andere Lebewesen „schrumpfen“ oder „sterben“, was wohl in erster Linie direkt auf das beobachtete Phänomen zurückzuführen ist. Ein Schüler betonte explizit, dass CO₂ auch dafür sorgt, dass Arten aussterben („Aber auch aussterben. Die sind von dem CO₂ ja vorm Aussterben bedroht“). Auch weitergehende Aspekte wie die Auswirkungen auf die Nahrungskette des Menschen („Tiere essen ja Muscheln, und wir essen ja auch Muscheln und Fische“), die Wirkung von Säuren („der Mensch würde weggeätzt, wenn er ins Meer geht“, „Die Tiere, denen wird [...] es unangenehm [...] weil Fische können vielleicht von zu viel Säure sterben“, „Wenn CO₂ ins Meer kommt, dann lösen sich die Muscheln auf“) und die Erwärmung der Erde in Folge des hohen Kohlenstoffdioxidausstoßes durch den Menschen wurden beschrieben („es wird immer wärmer und wärmer auf der Erde“).

6. Fazit

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die meisten Schülerinnen und Schüler im dritten und vierten Schuljahr Kohlenstoffdioxid (CO₂) kennen und bereits konkrete Vorstellungen darüber haben. Die ausgearbeiteten Versuche zur Versauerung der Ozeane konnten erfolgreich mit den Kindern durchgeführt werden. Der grundlegende Zusammenhang, dass die Menschheit viel Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre einträgt, dass dieses auch in die Meere gelangt und dort z. B. kalkschalen-bildende Lebewesen schädigt, wurde zumeist verstanden. Die Versuche haben zum Nachdenken angeregt, so dass die Schülerinnen und Schüler insbesondere der vierten Klasse recht klare Vorstellungen darüber entwickelt haben, welche Folgen der hohe Kohlenstoffdioxid-Ausstoß haben kann. Im Unterricht könnte man das Thema an den Bereich Wetter und Luft z. B. über Betrachtungen zur Luftzusammensetzung und Luftverschmutzung anschließen. Das Thema „Ozeanversauerung“ und die zugehörigen Versuche scheinen demnach für den Einsatz im Sachunterricht gegen Ende der Grundschulzeit geeignet zu sein.

Literatur

- AWI (Alfred-Wegener-Institut) (2014): Enorme Fortschritte in der Ozeanversauerungsforschung: Neuer Bericht fasst aktuellen Stand des Wissens zusammen, <https://www.awi.de/nc/ueber-uns/service/presse/pressemeldung/enorme-fortschritte-in-der-ozeanversauerungsforschung-neuer-bericht-fasst-aktuellen-stand-des-wisse.html> (16.11.2016).
- Bathmann, Ulrich/Passow, Uta (2010): Kohlenstoffpumpen im Ozean steuern das Klima. In: *Biologie in unserer Zeit*, Jahrgang 35, H. 5, 304-313.
- Bijma, Jelle/Burhop, Dörte (2010): Ozeanversauerung – das weniger bekannte CO₂-Problem. In: *Geographische Rundschau*, H. 5, 16-20. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Wissenschaftsjahr 2016-2017 – Meere und Ozeane, www.wissenschaftsjahr.de (30.11.2016).
- Earth System Research Laboratory (2016): Recent Monthly Average Mauna Loa CO₂, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html> (27.10.2016).
- Feichter, Johann u.a. (2007): Luftchemie und Klima. In: *Chemie in unserer Zeit*, Jahrgang 41, H. 3, 138-150.

- Groß, Michael (2009): Dramatische pH-Änderung der Ozeane. In: Chemie in unserer Zeit, Jahrgang 43, H. 1, 7.
- IGBP u.a. (International Geosphere-Biosphere Programme u.a.) (2013): Ozeanversauerung. Zusammenfassung für Entscheidungsträger – Third Symposium on the Ocean in a High-CO₂ World. International Geosphere-Biosphere-Programme, Stockholm, Schweden.
- Klafki, Wolfgang (⁴1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Weinheim: Beltz.
- Körtzinger, Arne (2010): Der globale Kohlenstoffkreislauf im Anthropozän. Betrachtung aus meereschemischer Perspektive. In: Chemie in unserer Zeit, Jahrgang 44, H. 2, 118-129.
- Kuckartz, Udo (³2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim/Basel: Beltz Juventa.
- Kühn, Michael (2011): CO₂-Speicherung. Chancen und Risiken. In: Chemie in unserer Zeit, Jahrgang 45, H. 2, 126-138.
- Kuttler, Wilhelm/Zmarsly, Ewald (2000): Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt – Ursachen und Auswirkungen. In: Petermanns Geographische Mitteilungen. Zeitschrift für Geo- und Umweltwissenschaften, Jahrgang 144, H. 4, 6-13.
- Latif, Mojib (2006): Der menschliche Einfluss auf das Klima. In: Aus Politik und Zeitgeschichte. 20 Jahre Tschernobyl, 26-31, <http://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/29827/20-jahre-tschernobyl> (27.10.2016).
- Latif, Mojib (2015): Videobeitrag zum MOOC Klimawandel und seine Folgen des Deutschen Klima Konsortiums und der Naturschutzorganisation WWF, <http://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/startseite.html> (27.10.2016).
- Marotzke, Jochem (2014): Klimamodelle und Globale Erwärmung. Zum fünften Bericht des Weltklimarats IPCC. In: Physik in unserer Zeit, Jahrgang 45, H. 3, 118-125.
- Le Quéré, Corinne u.a. (2014): Global carbon budget 2013. In: Earth System Science Data, 6, 235-261, <http://www.earth-syst-sci-data.net/6/235/2014/essd-6-235-2014.pdf> (27.10.2016).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008) (Hrsg.): Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen, http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf (23.11.2016).

- Pacific Marine Environmental Laboratory (o.J.): Ocean Acidification Illustration, <http://www.pmel.noaa.gov/co2/files/pmel-research.004.jpg> (09.11.2016).
- Thiessenhusen, Marc u. a. (in diesem Band): Kohlenstoffdioxid: Ein Thema für die Grundschule? Ein Vergleich der Kenntnisse von deutschen und kolumbianischen Schülerinnen und Schülern.
- WWF (2013): Klimawandel und Auswirkungen auf die Meere, <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klimawandel-Auswirkung-auf-die-Meere.pdf> (15.11.2016).

Mit Kautschuk aus Löwenzahn Nachhaltigkeit in der Grundschule thematisieren

Eine Erweiterung des bekannten Werkstattunterrichts zu Löwenzahn

Mareike Göbel & Martin Gröger (Universität Siegen)

1. Kautschuk und Löwenzahn

Der Löwenzahn ist eine in unseren Breitengraden weit verbreitete, allseits bekannte und zumeist unbeliebte Pflanze. Dabei ist die im Volksmund auch „Pusteblyume“ genannte Pflanze in vielfacher Hinsicht nützlich: Ihre Blätter sind reich an Vitamin C und β -Carotin, was sie als Nahrungsmittel besonders geeignet macht. Löwenzahn wirkt harntreibend, ohne dem Körper wichtige Mineralien zu entziehen. Weiterhin regt er durch seine Bitterstoffe die Galleproduktion an, was den Fettstoffwechsel ankurbelt und für Leber und Galle förderlich ist. Die Wurzeln können getrocknet, geröstet und als Kaffeeersatz oder auch als Tee verwendet werden (vgl. u. a. Doll 1974, Lieberei/Reisdorff 2012).

In der Industrie entwickelt sich seit einigen Jahren ein intensives Interesse an einer besonderen Löwenzahnart – dem russischen Löwenzahn *Taraxacum kok-saghyz* (vgl. Abb. 1).

Dieser Löwenzahn führt in den Milchröhren seiner Wurzeln Kautschuk von hoher Qualität, der für die Produktion u.a. von Autoreifen in Frage kommt. Im Jahr 2015 hat der Reifenherstel-



Abb. 1: Russischer Löwenzahn
Taraxacum kok-saghyz

ler Continental bereits einen Reifen-Prototyp mit Löwenzahnkautschuk vorgestellt (vgl. Abb. 2). Auch andere Gummiprodukte mit dem neuen Kautschuk werden bereits getestet. So hat Continental mittlerweile auch ein Motorlager sowie LKW-Reifen mit Löwenzahnkautschuk hergestellt.

Naturkautschuk wird herkömmlicherweise durch Anritzen der Rinde des tropischen Kautschukbaumes *Hevea brasiliensis* gewonnen, der in Südostasien oder Südamerika im sogenannten Kautschukgürtel wächst. Im Milchsaft (Latex) der Rinde befinden sich winzige feste Kautschukpartikel, die aus dem Polymer *cis*-1,4-Polyisopren aufgebaut sind. Durch Zusatz von Säure zum Latex kommt es zu einer Koagulation. Die Kautschukpartikel haften zu größeren Agglomeraten zusammen und ein Feststoff entsteht. Dieser wird auf dem Seeweg zur Weiterverarbeitung nach Europa gebracht.

Die Arbeit mit dem Kautschukbaum ist kosten-, zeit- und energieintensiv. Seit einigen Jahren ist man auf der Suche nach alternativen und ergänzenden Quellen für den Rohstoff. Denn der Bedarf an Naturkautschuk steigt immer weiter an, während gleichzeitig ein Pilzbefall die *Hevea brasiliensis*-Populationen bedroht. Und die synthetisch aus Erdöl hergestellte Alternative kann ihn aufgrund fehlender Eigenschaften weder heute und wohl auch nicht in Zukunft ersetzen.

Als alternative Quellen sind in den vergangenen Jahren zwei vielversprechende Kautschukträger in den Vordergrund gerückt. Zum einen kommt die Guayule (*Parthenium argentatum*) in Betracht, ein Strauch, der in der mexikanischen Wüste beheimatet ist und in den USA zurzeit intensiv beforscht wird (vgl. z. B. McMahan u.a. 2015). Zum anderen exi-



Abb. 2: Taraxagum-Reifen mit einem hohen Anteil Löwenzahnkautschuk (Continental Reifen Deutschland GmbH 2015)

stiert eine russische Löwenzahnart (*Taraxacum kok-saghyz*), die in ihren Wurzeln Naturkautschuk von ebenso hoher Qualität wie *Hevea brasiliensis* führt und die auch aus der Nachhaltigkeitsperspektive besonders geeignet scheint. Diese Löwenzahnart ließe sich in beinahe allen Gebieten des gemäßigten Klimas anbauen, benötigt, im Gegensatz zum tropischen Kautschukbaum, nur eine kurze Wachstumsperiode bis zur Ernte und hat großes Potenzial in der Züchtung (vgl. Schulze Gronover/Prüfer 2010). Diese Gründe machen unter anderen den russischen Löwenzahn für einen Anbau in Europa attraktiv. In Deutschland hat sich in den vergangenen Jahren ein Forschungsverbund aus Forschern verschiedener Institutionen entwickelt, die transdisziplinär arbeiten. So kooperieren in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt nicht nur die Universitäten Münster, Stuttgart und mehrere Fraunhofer Institute, sondern es wurden auch Pflanzenzüchtungsbetriebe und Unternehmen zur Weiterverarbeitung der Rohstoffe zur praxisnahen Arbeit in das Projekt eingebunden (vgl. Pflanzenforschung), wie Südzucker und Continental.

2. Kautschuk aus Löwenzahn in der Grundschule

Im Folgenden soll ein Überblick gegeben werden, welche Möglichkeiten sowohl der Löwenzahn als auch das Thema Gummi für den Sachunterricht an Grundschulen bieten. Anschließend wird ein konkreter Vorschlag für die unterrichtliche Praxis vorgestellt, der ermöglicht, den bereits gängigen Unterricht zum Thema Löwenzahn um den neuen und aktuellen Aspekt der Kautschuk-gewinnung zu erweitern. Dazu gehört auch die Einbindung von zwei Schülerexperimenten, die in Kapitel 3 genauer vorgestellt werden.

Für die Grundschule existiert eine Vielzahl von Angeboten, um Wissen über Löwenzahn zu erarbeiten, z. B. im Rahmen von Werkstattunterricht. Folgende Bereiche werden dabei in der Regel abgedeckt (vgl. z. B. Vogt 2016, Arndt 2000, Kolbe u.a. 2006):

- Name des Löwenzahns
- Löwenzahn mit mehreren Sinnen kennenlernen
- Aufbau der Pflanze (Blatt, Blüte, Stängel, Wurzeln)

- Standorte
- Vegetationszyklus (Samenflug, Keimung, Wachstum, Blüte, Frucht-reife)
- Fächerverbindung zum Fach Deutsch: Steckbrief, Freies Schreiben, Silbenrätsel, Gedichte u.v.m.
- Fächerverbindung zu den Fächern Ernährungslehre, z.B. Rezepte mit Löwenzahn
- Kunst und Technik, z. B. vergängliche Kunstwerke mit Löwenzahn-Blüten

Eine Erweiterung um den Aspekt der Kautschukgewinnung ist ohne größeren Aufwand möglich und insbesondere unter dem Aspekt einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) sinnvoll. Im Perspektivrahmen Sachunterricht wird zum Themenbereich „Nachhaltige Entwicklung“ unter anderem die Beschäftigung mit „Rohstoffe[n] und ihre Verarbeitungen zu Gebrauchsgegenständen sowie die Frage von Abfall und Wiederverwertung“ als ein inhaltlicher Bezugspunkt genannt (GDSU 2013, 77). Der Löwenzahn als ein möglicher Rohstofflieferant für Kautschuk in der Zukunft ermöglicht eigenständige Recherchen über den Werk- und Naturstoff Kautschuk und seinen Weg von der Pflanze bis zum Produkt.

Zum Thema Kautschuk kann gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern eine Liste von Produkten aus oder mit Kautschuk, die uns im Alltag begegnen, erstellt werden. Da Gummiprodukte aus unserem täglichen Leben nicht wegzudenken sind, entsteht schnell eine lange Liste.

Beispiele für Gummiprodukte im Alltag von Schülerinnen und Schülern sind:

- (Fahrrad-)Reifen
- Gummistiefel
- Flummis
- Gummiringe (Loom-Bänder)
- Schuhsohlen
- Handschuhe
- Luftballons
- Taucheranzüge
- Schnuller

Im Unterricht kann Kautschuk als ein nachwachsender Rohstoff vorgestellt werden, der entweder aus einem tropischen Baum oder aus Löwenzahn gewonnen werden kann. Dabei kann z.B. überlegt werden, welche Vor- und Nachteile die jeweilige Art der Gewinnung hat. So lässt sich der Löwenzahnkautschuk auf Marginalböden in fast allen Gebieten des gemäßigten Klimas anbauen und schon nach einigen Monaten gewinnen. Er liefert jedoch lediglich eine geringe Rohstoffmenge und muss jährlich neu angepflanzt werden. Naturkautschuk aus der herkömmlichen Quelle, dem tropischen Kautschukbaum, lässt sich zwar erst nach sieben Jahren das erste Mal ernten, dann aber liefert er bis zu 20 Jahre lang größere Mengen des Rohstoff als der Löwenzahn. Nachteilig ist zu verzeichnen, dass für den Anbau von Kautschukbäumen Regenwaldflächen abgeholzt werden und dass der Transport zur Weiterverarbeitung kosten- und energieintensiv ist. Zudem bieten sich Versuche an, die unten ausführlich geschildert werden.

Bei der Behandlung des Themas im Sachunterricht werden Kompetenzen wie das vorausschauende Denken oder das sich in Situationen Hineinversetzen gefördert (vgl. GDSU 2013, 79); Kompetenzen, die sich in der von de Haan beschriebenen Gestaltungscompetenz, die Schülerinnen und Schüler für die Zukunft erwerben sollen, wiederfinden (vgl. de Haan 2008). Durch die Thematisierung von Nachhaltigkeitsaspekten lässt sich zudem Bewertungskompetenz anbahnen.

3. Experimente

Anhand von zwei einfachen Versuchen mit dem russischen Löwenzahn können bereits Schülerinnen und Schüler der Primarstufe den Kautschuk in den Wurzeln sichtbar machen und sogar selber einen kleinen Radiergummi gewinnen (vgl. Göbel/Gröger 2016). Abbildung 3 zeigt Kautschukfäden in einer getrockneten Wurzel des russischen Löwenzahns *T.*

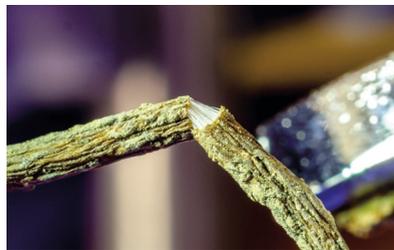


Abb. 3: Kautschukfäden in einer Wurzel des *Taraxacum kok-saghyz*

kok-saghyz. Sichtbar werden diese für Schülerinnen und Schüler durch vorsichtiges Knicken einer Wurzel auf knapp 90°. Die dazu benötigten Wurzeln können auf Anfrage von der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Siegen bezogen werden.

Abbildung 4 zeigt die Schritte der Gewinnung eines kleinen Radiergummis aus den Löwenzahnwurzeln. Zwei dünne, getrocknete Wurzeln werden dabei zunächst im Mörser zu einem Pulver bearbeitet. Wenn kleine Kautschukpartikel zusammenhaften, werden



Abb. 4: Kautschukgewinnung durch Mörsern getrockneter Wurzeln

die holzigen Wurzelreste ausgewaschen und die Kautschukteile durch weiteres Mörsern zu einem zusammenhängenden Stück verbunden.

Die an diesen Beitrag angefügten Versuchsanleitungen können ohne größeren Aufwand in einen Werkstattunterricht zum Thema Löwenzahn eingebunden oder im Anschluss an eine Unterrichtseinheit thematisiert werden.

4. Zusammenfassung

Bei Kautschuk aus Löwenzahn handelt es sich um ein aktuelles und wirtschaftlich relevantes Thema. Führende Unternehmen aus der Reifenbranche beschäftigen sich bereits intensiv damit. Die Möglichkeit, den Löwenzahn auf Marginalböden zu kultivieren und den Kautschuk innerhalb weniger Monate zu gewinnen macht *T. kok-saghyz* zu einer besonders attraktiven Rohstoffquelle.

Nicht nur auf Grund seiner Aktualität und Relevanz, sondern auch durch den Alltagsbezug und die Möglichkeit, nachhaltige Entwicklung zu thematisieren, ist Kautschuk aus Löwenzahn also ein Thema, mit dem man sich auch schon in der Grundschule beschäftigen kann.

Literatur

- Arndt, Ursula (2000): *Löwenzahn und Frühlingswiese. Eine Werkstatt*. Mülheim: Verlag an der Ruhr.
- Continental Reifen Deutschland GmbH (2015): *Continental testet erste Pkw-Versuchsreifen mit Laufstreifen aus dem Löwenzahn-Kautschuk Taraxagum*, http://www.continental-corporation.com/www/linkableblob/presseportal_com_de/10021578/data/img_2015_07_23_taraxagum_reifen_seite_uv-data.jpg (19.10.2016).
- De Haan, Gerhard (2008): „Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung“. In: Inka Bormann, Gerhard de Haan (Hrsg.): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 23 - 43.
- Doll, Reinhard (1974): *Die Gattung Taraxacum*. Wittenberg: A. Ziemsen.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Göbel, Mareike / Gröger, Martin (zur Veröffentlichung in PdN-ChiS eingereicht). „Alternative Kautschukquellen am Beispiel des russischen Löwenzahns experimentell erschließen“. PdN-ChiS.
- Göbel, Mareike/Gröger, Martin (2016). „Kautschuk und Inulin aus Löwenzahn im Chemieunterricht selbst gewinnen“. In: Christian Maurer (Hrsg.): *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2015, 428 - 430.
- Kolbe, Anne u. a. (2006): *Handbuch Sachunterricht. Vom Rahmenplan zur Themenwerkstatt – eine Wegbeschreibung*. Hamburg: Behörde für Bildung und Sport, 100-131, <http://bildungsserver.hamburg.de/contentblob/2038038/2fad7c327ac75d7860d5c67851fa26f5/data/handbuch-teil-3.pdf> (19.10.2016).
- Lieberei, Reinhard/Reisdorff, Christoph (⁸2012): *Nutzpflanzen*. Stuttgart: Thieme, 256.
- McMahan, Colleen u.a. (2015): „Protein influences on guayule and Hevea natural rubber sol and gel“. In: *Journal of Applied Polymer Science*, Nr. 132, 42051.
- Pflanzenforschung (o.J.): *TARULIN. Taraxacum koksaghyz als nachhaltige Quelle für die lokale Produktion von Latex, Kautschuk und Inulin*, <http://www.pflanzenforschung.de/de/plant-2030/fachinformationen/projektdatenbank/taraxacum-koksaghyz-als-nachhaltige-quelle-fuumlr-die-l-183> (17.10.2016).

- Schulze Gronover, Christian/Prüfer, Dirk (2010): „Kautschuk aus Löwenzahn“.
In: Karl-Friedrich Berger, Sandra Kiefer (Hrsg.): *Dichtungstechnik*. Jahrbuch
2009. Mannheim: ISGATEC, 46-50.
- Vogt, Susanne (⁵2016): *Lernwerkstatt Löwenzahn. Alles Wissenswerte rund um die
Pusteblume*. Kerpen: Kohl-Verlag.

Experiment 1:

Kautschuk im Löwenzahn entdecken

Du brauchst:

- eine getrocknete Löwenzahnwurzel
- eine Lupe



So geht's:

Knicke eine getrocknete Löwenzahnwurzel vorsichtig und ganz langsam zur Hälfte durch. Beobachte die Stelle, an der die Wurzel bricht.

Schaue dir die Stelle unter der Lupe genauer an!



Aufgaben:

1. Was gibt es im Inneren der Löwenzahnwurzel?
2. Zeichne, was du erkennen kannst:



Für Experten:

Brich die Wurzel an verschiedenen Stellen durch (z.B. an einer besonders dicken und einer besonders dünnen Stelle).

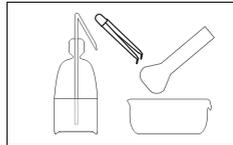
Gibt es Unterschiede?

Experiment 2:

Wir stellen einen kleinen Radiergummi her

Du brauchst:

- einen Mörser mit Pistill
- eine Pinzette
- eine Spritzflasche mit Wasser
- 2-3 besonders dünne getrocknete Wurzeln des russischen Löwenzahns



So geht's:

Lege 2-3 dünne getrocknete Wurzeln in den Mörser und mörsere sie mindestens 5 Minuten kräftig. Wenn du erkennen kannst, dass kleine dunkle Stücke zusammenkleben (1-2 mm lang), kannst du sie mit einer Pinzette herausnehmen. Der restliche, staubige Teil der Wurzel wird mit Wasser aus dem Mörser ausgewaschen. Nun legst du die Kautschukstückchen wieder zurück in den sauberen Mörser und bearbeitest sie so lange, bis sich ein größeres Kautschukstück gebildet hat.



Aufgabe:

Nimm das Kautschukstück jeweils zwischen Daumen und Zeigefinger und ziehe vorsichtig an den Enden.

Welche Eigenschaften hat das Produkt?

Hinweis: Damit der Radiergummi etwas größer wird, sollte der Lehrer/die Lehrerin die Kautschukstücke mehrerer Gruppen zu einem größeren Stück zusammenmörsern. Der so entstandene kleine „Radiergummi“ kann nach dem Trocknen gemeinsam ausprobiert und die Elastizität des Produktes durch Ziehen untersucht werden.

Sachthema Artensterben:

Das weiß doch jedes Kind – Ausgestorbene Tiere als Erzählerfiguren in Bilderbüchern

Berbeli Wanning & Anke Kramer (Universität Siegen)

1. Das sechste Sterben

Artenschutz ist ein wichtiges Zukunftsthema. Schon seit vielen Jahren bemühen sich Politik und Umweltorganisationen darum, die Biodiversität auf einem möglichst hohen Level zu erhalten und das Verschwinden ganzer Arten zu verhindern oder wenigstens zu verzögern. Dennoch wächst die Rote Liste der gefährdeten Arten weiter, weil Lebensräume zerstört oder übernutzt werden. Obwohl viele Fragen zur Biodiversität noch nicht abschließend geklärt sind, steht der Mensch als Verursacher des so genannten sechsten Sterbens fest. Während die naturbedingte Aussterberate bei ca. ein bis drei Arten pro Jahr liegt, und das seit Anbeginn der Existenz von Lebensformen auf der Erde, wird das durch Menschen bedingte beschleunigte Artensterben durch Ausrottung oder Umweltzerstörung verursacht. Bereits seit 1600 wurden zahlreiche Tier- und Pflanzenarten registriert, die in der Zwischenzeit ausgestorben sind. Das gegenwärtige Ausmaß des Artensterbens kann nur geschätzt werden (vgl. Lexikon der Biologie 1999). Insgesamt handelt es sich also um ein komplexes und für jüngere Kinder objektiv wichtiges, aber zugleich für diese heikles Thema, weil es die Bereiche Sterben und Tod sowie Gewalt und Ausrottung berührt. Dabei ist zwischen dem natürlichen Aussterbeprozessen und den menschenbedingten zu unterscheiden, weil allein letztere durch kommende Generationen zu beeinflussen sind.

Kinder wissen schon im Vorschulalter, dass Dinosaurier ausgestorben sind. „Dass Arten aussterben können, ist vielleicht die erste naturwissenschaftliche Theorie, mit der Kinder sich heutzutage auseinandersetzen

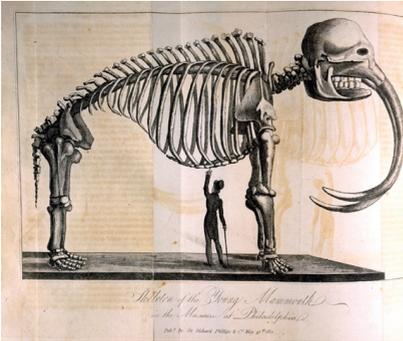


Abb. 1: Edouard de Montoulié: *Skeleton of the Young Mammoth in the Philadelphia Museum* (Montoulié 1821). Mit freundlicher Genehmigung der Library Company of Philadelphia.

müssen", erklärt Elizabeth Kolbert in ihrem Buch *Das sechste Sterben* (Kolbert 2015, 31). Sie sind also mit einem Phänomen vertraut, das erst mit der Verzeitlichung der Natur am Ende des 18. Jahrhunderts als allgemeine Vorstellung entstand. Eine Schlüsselrolle kam dabei Fossilien ausgestorbener Tierarten zu, etwa denen des amerikanischen Mastodons; Georges Cuvier stützte u.a. darauf seine revolutionäre Theorie, es habe eine untergegangene Urwelt gegeben. Edouard de Montouliés Lithographie der Rekonstruktion des Skeletts eines Mastodons aus

den 1810er Jahren, bei der die Stoßzähne in die falsche Richtung zeigen, zeigt die Faszination dieser Urwelt Anfang des 19. Jahrhunderts (Abb. 1) (vgl. dazu Kolbert 2015, 31-53).

Hier lässt sich auf der faktischen Ebene auch aus kindlicher Sicht anknüpfen: In der Erdgeschichte gab es bisher fünf Ereignisse des Massensterbens, zuletzt die Klimakatastrophe, bei der die Dinosaurier verschwanden. Zu dem Zeitpunkt gab es noch keine Menschen auf der Erde. Kolbert erzählt die Geschichte des vom Menschen ausgelösten „sechsten großen Artensterbens“, das nach Wake/Vredenburg (2008) bereits begonnen hat (Kolbert 2015, 10). Bei allen bisherigen Massenaussterbeereignissen sind dominante Arten verschwunden und neue, qualitativ völlig andere Lebensformen entstanden. Mit dem aktuellen Massensterben gefährdet der Mensch möglicherweise sein eigenes Überleben (vgl. Kolbert 2015, 269).

2. Nach der Natur

Der Dodo (*Raphus cucullatus*), eine Taubenart auf Mauritius und einigen Nachbarinseln, wurde im 17. Jahrhundert innerhalb weniger Jahrzehnte nach seiner Entdeckung durch europäische Seefahrer als erstes Tier nachweislich durch menschliches Handeln ausgerottet (Abb. 2) (vgl. dazu



Abb. 2: Roelandt Savery: *Dodo*, späte 1620er Jahre, Natural History Museum, London

Heise 2010, 49ff.). Dieser Vogel wurde später zu einem Symbol des Anfangs der menschenbedingten Naturzerstörung im Bereich der Biodiversität. Artenschwund und Klimawandel sind, wie Ursula Heise in ihrem Buch *Nach der Natur* erklärt, die beiden wichtigsten Dimensionen, in denen das Narrativ vom *Ende der Natur* uns heute begegnet. Dieses Erzählgenre des „vom Menschen ausgelösten Verfalls und Untergangs der Natur“ hat seit der Romantik das Denken über die Natur geprägt (Heise

2010, 10). Literarische und damit kulturell vertraute Verfahren wurden schon früh zur Vermittlung des Themas Artensterben eingesetzt. Sie sind gleichwertig mit der Erforschung des Problems aus naturwissenschaftlicher Sicht. Heise fragt:

Mit welchen rhetorischen und visuellen Mitteln wird es [das Artensterben] in der Öffentlichkeit inszeniert? Welche sozialen und kulturellen Anliegen drücken sich neben den biologischen und ökologischen in diesen Darstellungen aus? (Heise 2010, 18).

In Kunst und Literatur sowie in Massenmedien und Populärwissenschaft findet sich häufig ein

metonymischer Denkansatz, bei dem die Tragödie einer einzelnen Art auf den prekären Zustand der Natur im Allgemeinen und auf eine Krise in der

Entwicklung der menschlichen Kultur hinweist, die mit der sozialen und technischen Modernisierung zusammenhängt“;

neben solchen „Artenelegien“ existieren allerdings weitere ästhetische Verfahren, das Artensterben zu reflektieren (Heise 2010, 78, vgl. auch ff.).

Literarische Verfahren, insbesondere solche des Erzählens, sind Kindern vertraut. Die Beschäftigung mit einem entsprechenden literarischen Text kann dazu beitragen, das „Sachthema“ Artensterben auf eine besondere, den Bedürfnissen und Kompetenzen der Kinder angepasste Weise zu vermitteln. Im Umgang mit literarischen Texten entstehen spezifische Lernprozesse, die Kaspar Spinner unter dem Begriff des literarischen Lernens gebündelt hat (vgl. Spinner 2006, 7). Zu einem der zentralen Aspekte des literarischen Lernens gehört, dass „subjektive Involviertheit“ und „genaue Wahrnehmung“ miteinander ins Spiel gebracht werden. Durch die Interaktion zwischen dem literarischen Text und dem Leser reichern sich Gewusstes und Gelesenes wechselseitig an. In diesem Wechselspiel können Aspekte wahrgenommen werden, „welche zunächst in den bewussten Eigenerfahrungen des Lesers nicht präsent sind“ (Spinner 2006, 8), so dass es zu erweiterten (Selbst-) Erkenntnissen kommt. Dadurch erhöht sich die Aufmerksamkeit für das im Text dargestellte Thema. Es gelingen elaborative Verstehensprozesse, wenn Verknüpfungen zwischen neuem Wissen und bestehenden Wissensstrukturen hergestellt werden (vgl. Artelt u.a. 2010, 79). So kann das Thema Artensterben mit seinem doppelten Hintergrund (natürliches Aussterben – menschenbedingte Ausrottung) durch literarische Texte Kindern behutsamer und zugleich nachdrücklicher nahegebracht werden, wenn ausgewählte Erzähltexte zum Einsatz kommen. Beispielhaft werden nachfolgend zwei Bilderbücher vorgestellt, in denen eine tierische Erzählerfigur auftritt, die das Aussterben beschreibt.

3. Die alte Maiasaura

Martin Auer und Christine Sormann machen in *Was die alte Maiasaura erzählt. Ein Bilderbuch über die Evolution* Kinder ab fünf Jahren mit der Geschichte vom Aussterben der Dinosaurier und der Entstehung der Säugetierarten vertraut (Abb. 3). Das Geschehen wird den Kindern aus

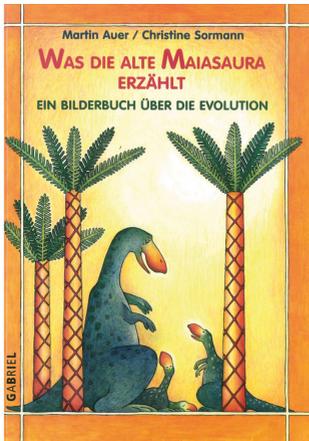


Abb. 3: Die alte Maiasaura
(Auer/Sormann 1998)

der Perspektive einer Maiasaura-Mutter nahegebracht, die als Ich-Erzählerin fungiert. Bereits das Titelbild lädt dazu ein, sich die Erzählsituation figurativ vorzustellen. Auffällig ist die anthropomorphe Körperhaltung der Maiasaura, die sich zu ihren beiden Kindern hinunterbeugt. Insgesamt finden sich eine Reihe weiterer anthropomorphisierender Darstellungsverfahren in diesem Bilderbuch. So werden Tiergruppen durch menschliche Begriffe bezeichnet („Volk“, „Kinder“, „Brüder und Schwestern“), die Tiere können wie Menschen sprechen, und in der bildlichen Darstellung herrscht das Kindchenschema vor. Die Vermenschlichung der Tiere wird als ästhetisches Mittel eingesetzt,

um die Sonderstellung des Menschen in der Evolution erzählerisch zu relativieren.

Das Tier als Empathie- und Identifikationsfigur involviert die Leser stärker in das Geschehen, als es einem Sachbuch möglich ist. Einerseits gewährt die Erzählerfigur Maiasaura eine größere Orientierung im Thema, andererseits fordert sie zur Bewertung heraus: Das lesende Kind muss sich positionieren, es ist dadurch individuell und persönlich angesprochen und zu einer genaueren Textwahrnehmung disponiert. Ein komplexer Lernprozess, der die subjektive Involviertheit einbezieht und daher nachhaltig wirkt, wird angeregt.

Ein weiterer Fokus literarischen Lernens liegt auf der Sprache. Dieses gerät umso intensiver, je mehr man von der Subjektivität literarischer Erfahrungen ausgeht und diese anschließend von ihrer sprachlichen Funktionsweise her denkt (vgl. Lösener 2015, 73). Der Text des Bilderbuchs verwendet Elemente christlicher Rhetorik, insbesondere einen eschatologischen Tenor, als sprachliche Mittel zur Legitimierung der Evolutionstheorie. In einer Traumerzählung nimmt die Erzählerfigur, der Maiasaura, den Untergang der Dinosaurier, die Entstehung der Säugetiere und schließlich auch die des Menschen und seiner technischen Erfindungen

vorweg. Sie schildert zugleich unaufgeregt und sachlich das Aussterben der Dinosaurier, also ihrer eigenen Art, als notwendiges Moment der Evolutionsgeschichte. Der Traum als erzählerischer Kunstgriff wird zum Träger eines prophetischen Gestus. Indem die Maiasaura ihren Kindern, die als Stellvertreter und Identifikationsfiguren des kindlichen Lesers fungieren, auch von den technischen Errungenschaften des Menschen erzählt, legitimiert sie die industrialisierte Moderne. Auf diese Weise wird auch Tiefenzeit dargestellt: Das literarische Verfahren des Vorgriffs ermöglicht die Reflexion der Gegenwart als Zukunft einer unvorstellbar fernen Vergangenheit. Damit leistet das literarische Bilderbuch nicht nur einen höheren Grad der Verdichtung als ein Sachbuch, es bietet durch die Perspektivenübernahme bzw. den Perspektivenwechsel einen Ansatz, der es Kindern ermöglicht, die Vielschichtigkeit des Problems „Artensterben“ als eines Naturphänomens zu verstehen. Sie können ihr Vorwissen um das Aussterben der Dinosaurier, über das Kolbert zufolge die meisten Kinder schon im Vorschulalter verfügen (s.o.), in den Lernprozess einbringen und werden dabei vom Bilderbuch unterstützt:

Auch wenn Textverstehen stets durch eine Interaktion von text- und lesergeleiteten Prozessen gekennzeichnet ist, muss der Fokus der Rezeption nicht immer ausgewogen zwischen Textmerkmalen und Lesermerkmalen verteilt sein. Man kann davon ausgehen, dass während eines Rezeptionsprozesses teils mehr eigene Erfahrungen und Vorwissensbestände des Lesers im Vordergrund stehen, teils mehr Merkmale des Textes (vgl. Winkler 2015, 161).

Hat sich das Kind auf diese Weise mit dem Thema des naturbedingten Artensterbens auseinandergesetzt, kann es sich auch mit dem für unser Jahrhundert weit elementarerem Problem der aktiven Auslöschung von Arten beschäftigen.

4. Martha

Empfehlenswert ist das aktuelle Bilderbuch von Atak *Martha. Die Geschichte der letzten Wandertaube* für Kinder ab sechs Jahren (Abb. 4). Es erzählt die Geschichte vom Aussterben der Wandertauben aus der Perspektive ihres letzten Individuums, der Taube Martha, die nach der ersten First Lady der USA, Martha Washington, benannt worden war und

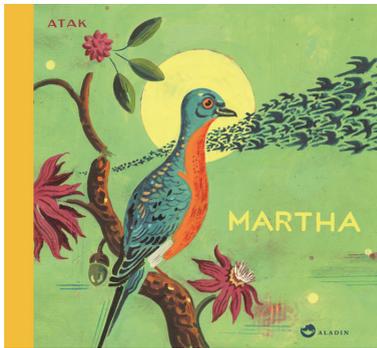


Abb. 4: Martha (Atak 2016)

1914 im Zoo von Cincinnati starb. Wandertauben gehörten im 19. Jahrhundert zu den am weitesten verbreiteten Arten in Nordamerika und bildeten riesige Schwärme mit Milliarden Individuen, die innerhalb weniger Jahrzehnte durch europäische Siedler ausgerottet wurden.

Martha, durch ihren Namen individualisiert und anthropomorphisiert, fungiert in Ataks Werk als Empathiefigur. Das Titelbild zeigt die Vogeldame, wie sie allein im

Vordergrund des Bildes sitzt; die Sonne bildet hinter ihrem Kopf eine Art Heiligenschein, die auf ihren Tod vorausweist und Konnotationen des Märtyrertums aufruft. Im Hintergrund zieht ein Schwarm Wandertauben vorbei, von dem Martha – als letzte ihrer Art – isoliert ist. Damit ist das Buch dem Genre der „Artenlegie“ nach Heise (2010) zuzuordnen.

Martha schildert genau, wie der Ausrottungsprozess zunächst mit einer zulässigen Reduktion der Anzahl der Vögel beginnt, die zum Nahrungskonkurrenten der Menschen werden und durch ihr massenhaftes Auftreten Schaden anrichten, nicht zuletzt durch ihre Ausscheidungen. Zugleich sind sie, in Maßen gejagt, selbst Nahrungstiere. Dies alles wird den Kindern nachvollziehbar geschildert, doch irgendwann schlägt die begründete Jagd in haltlose Mordlust um. Der eigentliche Ausrottungsprozess beginnt, bis schließlich nur noch drei Vögel übrig bleiben, die im Zoo ausgestellt werden. Nach dem natürlichen Tod von zweien der Zoobewohner gibt es nur noch Martha, durch ihren Namen aufgewertet als letztes Individuum ihrer Art. Sie stirbt im Alter von 29 Jahren, also am Ende eines aus Taubensicht sehr langen Lebens. Aus der individuellen Perspektive ist dies ein gnädiger und insofern tröstlicher Tod, aus der Perspektive des Artensterbens markiert Marthas Dahinscheiden einen qualitativen Sprung: Wieder gibt es eine Art weniger auf diesem Planeten, was vermeidbar gewesen wäre, hätten die Menschen ihr Handeln rechtzeitig reflektiert. Indem sich die Kinder als Leser mit Martha identifizieren und ihren individuellen Tod aus Altersgründen verkraften können, werden sie

in die Geschichte hineingezogen, mit anderen Worten: involviert. Wie aus der Medienwirkungsforschung bekannt, können sie *bridging experiences* machen, die ein Rezipient zwischen dem Rezeptionsgegenstand und seinem eigenen Leben herstellt (vgl. Krugman 1966, 584; Winkler 2015, 158). Deshalb ist Martha als Erzählerfigur in einem doppelten Sinne wichtig für das kindliche Verständnis. Zum einen gab es sie wirklich, die Geschichte basiert also auf einem authentischen Kern. Zum anderen stellen perspektivierende (Tier-)Figuren eine bestimmte Sichtweise dar und fungieren als Empathieträger, sie erzeugen ein anderes Wissen als eine reine Sachbuchdarstellung. Sie können intensive ästhetische und emotionale Erfahrungen hervorrufen und dadurch ein Denken in Zusammenhängen fördern, das disziplinäre Unterteilungen in Kultur- und Naturwissenschaften oder Literatur- und Sachunterricht überschreitet. Dass naturwissenschaftliche Fakten nicht unabhängig von anderen sozialen und kulturellen Entwicklungen, sondern in steter Wechselwirkung mit diesen entstehen, hat die wissenssoziologische und wissenschaftshistorische Forschung gezeigt (vgl. Fleck 1980, Latour 2001). So ist das Wissen über das Artensterben immer zugleich Produkt kultureller Darstellungen und Narrative. Durch die Einfühlung in Figuren, aber auch durch das Einlassen auf Handlungselemente wie Spannung, Überraschung, Irritation und Erschrecken sowie durch die Besonderheiten der literarischen Sprache werden nachhaltige Wissensstrukturen gelegt, weil die ästhetischen Wirkungen Lernprozesse auf der kognitiv-emotionalen Ebene entfalten, die sich tief einprägen.

5. Ästhetik der Vermittlung

Beide Bilderbücher folgen dem Konzept der Wiederbelebung ausgestorbener Arten als sprechende, individualisierte und anthropomorphe Tiere. Ihr Unterschied besteht darin, dass die *Maiasaura* zu einer Art gehört, die im fünften massenhaften Artensterben vor etwa 65 Millionen Jahren durch ein Naturereignis ausgelöscht wurde, während die Wandertaube Martha einer im aktuell noch vor sich gehenden sechsten Massensterben von den Menschen ausgelöschten Art angehört. Ihnen gemeinsam ist, dass sprechende Tiere als Erzählerfiguren die „grundsätzliche Kommunikationsfähigkeit der Tiere in der realen Welt durch deren Fähigkeit

zur Beherrschung der menschlichen Sprache in der fiktionalen Welt“ ergänzen (Wanning 2016, 91). Daraus ergibt sich ein Paradox: Gerade weil die sprechende Tierfigur unrealistisch ist, wirkt sie auf Kinder besonders glaubwürdig, so dass ihre Mitteilung als authentisch akzeptiert wird (vgl. Wanning 2016). Diese Erfahrungen können Kinder nur im poetisch-literarischen Bereich machen. Dabei sind poetische Erfahrungen

alles andere als außergewöhnlich. Sie finden ständig und überall in der Sprache statt, nicht nur bei der Begegnung mit Literatur. Immer, wenn Menschen miteinander sprechen, aber auch beim Lesen [...] ereignen sich intersubjektive Verstehens- und Nichtverstehensprozesse (Lösener 2015, 80).

Diese Erfahrungen unterscheiden sich deshalb nicht grundsätzlich, sondern nur graduell von anderen Erfahrungen, wie sie in sprachlicher Form in Sachtexten wiedergegeben werden. Doch gerade darin besteht der Vorteil, das komplexe Thema Artensterben mittels dieser Bilderbücher und auf dem Wege des literarischen Lernens zu vermitteln.

Literatur

- Atak (2016): Martha. Die Geschichte der letzten Wandertaube. Hamburg: Carlssen.
- Artelt, Cordula u.a. (2010): Lesemotivation und Lernstrategien. In: Eckhard Klieme u.a. (Hrsg.): PISA. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Münster: Waxmann, 73-112.
- Auer, Martin/Sormann, Christine (1998): Was die alte Maiasaura erzählt. Ein Bilderbuch über die Evolution. Wien: Gabriel.
- Fleck, Ludwik (1980): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Herausgegeben von Lothar Schäfer und Thomas Schnelle, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Heise, Ursula K. (2010): Nach der Natur. Das Artensterben und die moderne Kultur. Berlin: Suhrkamp.
- Kolbert, Elizabeth (2015): Das sechste Sterben – Wie der Mensch Naturgeschichte schreibt. Berlin: Suhrkamp.
- Krugman, Herbert E. (1966): The Measurement of Advertising Involvement. In: The Public Opinion Quarterly, Jahrgang 30, H. 4, 583-596.

- Latour, Bruno (2001): *Das Parlament der Dinge. Für eine politische Ökologie.* Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lexikon der Biologie (1999): *Artensterben.* Spektrum Akademischer Verlag, <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/artensterben/5204> (08.12.2016).
- Lösener, Hans (2015): Die Präzisierung der Subjektivität beim literarischen Lernen. In: *Leseräume. Zeitschrift für Literalität in Schule und Forschung*, H. 2, 72-84.
- Montoulé, Edouard de (1821): *Voyage en Amérique, en Italie, en Sicile, et en Egypte [...]*, Bd. I, London: Printed for Sir Richard Phillips and Co.
- Spinner, Kaspar H. (2006): Literarisches Lernen. In: *Praxis Deutsch*, H. 200, 6-16.
- Wake, David B./Vredenburg, Vance T. (2008): Colloquium paper: Are we in the midst of the Sixth Extinction? A view from the world of amphibians. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, H. 105, 11466-11473.
- Wanning, Berbeli (2016): Posthuman von Anfang an? Wie Tiergeschichten für Kinder das anthropozentrische Weltbild prägen. In: Christa Grewe-Volpp/Evi Zemanek (Hrsg.): *Mensch – Maschine – Tier. Entwürfe posthumaner Interaktionen* (Beiheft PhiN 10), 89-103.
- Winkler, Iris (2015): „Subjektive Involviertheit und genaue Wahrnehmung miteinander ins Spiel bringen.“ Überlegungen zur Spezifikation eines zentralen Konzepts im Literaturunterricht. In: *Leseräume. Zeitschrift für Literalität in Schule und Forschung*, H. 2, 155-16.

Kohlenstoffdioxid: Ein Thema für die Grundschule?

Ein Vergleich der Kenntnisse von deutschen und kolumbianischen Schülerinnen und Schülern

Marc Thiessenhusen, Volker Heck, Martin Gröger (Universität Siegen)
*Mónica Zuleta (Universidad de Antioquia, Medellín)*¹

1. Einleitung

Der Klimawandel ist ein Vorgang, der für den Einzelnen in Phänomenen kaum unmittelbar erfahrbar ist, da sich die Auswirkungen schleichend einstellen und von den üblichen Schwankungen des Wetters überlagert werden. Dennoch werden die Folgen der durch die Treibhausgase hervorgerufenen Erderwärmung auch dem Laien immer deutlicher, wenn er z.B. in Deutschland an Schneemengen in früheren Jahren oder in Kolumbien an die Anzahl der steigenden Wetterextreme wie Dürren oder Überflutungen denkt. In den Medien wird zudem immer häufiger und ausführlicher über ansteigende Mitteltemperaturen, schwindende Gletscher und zurückgehende Meereisaunderstreckung informiert und auch über die großen Konferenzen zum Klimaschutz wird umfangreich berichtet.

Kinder verfügen nicht über einen eigenen biografischen Wissensschatz zu Wetterphänomenen, aber sie bekommen über die Medien Berichte und Diskussionen über den Klimawandel und Kohlenstoffdioxid als Hauptverursacher des anthropogen verursachten Temperaturanstiegs mit. Da das Thema sehr komplex ist, stellt sich die Frage, ob diese Problematik in der Grundschule schon aufgegriffen werden sollte und wie sie angegangen werden könnte.

1 Mónica Zuleta, GeoR, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Antioquia UdeA, Cl 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

Zur Beantwortung dieser Frage bedarf es ebenso vielfältiger Betrachtungen, ob man z.B. die Schülerinnen und Schüler mit den Problemen der Erwachsenen konfrontieren sollte, ob die komplexen Phänomene von Kindern erfasst werden können, wie sie gegebenenfalls didaktisch zu transformieren sind usw.

Aus chemischer und damit stofflicher Sicht nähern wir uns der Frage zunächst über den Hauptprotagonisten Kohlenstoffdioxid, um herauszufinden, ob der Begriff Kohlenstoffdioxid den Grundschulkindern bereits bekannt ist, welche Kenntnisse sie dazu haben und wie sie dieses Wissen erworben haben. Im Rahmen einer bestehenden Kooperation der Universität Siegen mit der Universität Antioquia in Medellín wurde dazu eine vergleichende Fragebogenstudie durchgeführt.

2. Situation in Deutschland und Kolumbien

In den Bildungssystemen beider Länder gibt es deutliche Unterschiede. Da das deutsche System den Leserinnen und Lesern sicherlich vertraut ist, wird an dieser Stelle nur das kolumbianische Bildungssystem ausführlicher vorgestellt. Dieses gliedert sich in vier Bildungsabschnitte: Vorschule/Kindergarten (*Preescolar*), die Grundschule (*Básica*), Oberschule (*Media*) und die Hochschulbildung (*Superior*). Der erste Bildungsabschnitt besteht wiederum aus drei Teilen: Pre-Kindergarten (*Prejardín*), Kindergarten (*Jardín*) und dem Übergang (*Transición*). Der Besuch von Pre-Kindergarten und Kindergarten ist nicht obligatorisch. Die Kinder gehen in die erste Stufe des Kindergartens, wenn sie drei Jahre alt sind. Wenn das Kind den ersten Bildungsabschnitt beendet hat, tritt es in den zweiten Bildungsabschnitt (*Básica*) ein. Dieser dauert zunächst fünf Jahre und kann mit der deutschen Grundschule verglichen werden. Von der Altersstruktur entspricht demnach die dritte Klasse in Deutschland der vierten Klassenstufe in Kolumbien, respektive die vierte Klasse in Deutschland der fünften Stufe. An die Grundschulzeit schließen sich analog zur deutschen Mittelstufe vier weitere Schuljahre an. Der letzte Bildungsabschnitt (*Media*) besteht aus den Jahrgangsstufen 10 und 11. Die Schule wird mit dem *Bachillerato*, einem Zertifikat abgeschlossen, welches mit dem deutschen Abitur vergleichbar ist und als Hochschulzugangsberechtigung dient.

Wie das Bildungssystem unterscheiden sich auch der kolumbianische und der deutsche Grundschullehrplan. Ein Beispiel dafür ist die unterschiedliche Zuordnung der Themenbereiche zu den verschiedenen Fächern im Lehrplan. Während in der Grundschule in Deutschland in NRW beispielsweise Themen wie *Natur und Leben, Technik und Arbeitswelt, Raum, Umwelt und Mobilität, Mensch und Gemeinschaft* oder *Geschichte und Kultur* im Sachunterricht verankert sind, werden diese Themen im kolumbianischen System separat und in den einzelnen Fächern *Naturwissenschaften und Technik, Sozialwissenschaften* und *Informatik* unterrichtet. In *Naturwissenschaften und Technik (naturales y tecnología)* werden Inhalte aus Biologie, Umwelt und Technik integriert, die den Themenbereichen *Natur und Leben* sowie *Technik und Arbeitswelt* im Fach Sachunterricht entsprechen. In *Sozialwissenschaften* finden sich geographische, gesellschaftliche, kulturelle und historische Inhalte, seit 2002 auch Verkehrserziehung und Mobilität. Informatik wird ab der dritten Klasse angeboten (vgl. Tab. 1).

Themenfelder in der kolumbianischen Grundschule	Themenfelder in der deutschen Grundschule, Nordrhein-Westfalen
Spanisch (Kommunikation und Sprache)	Deutsch (Sprache)
Naturwissenschaften und Technik	Sachunterricht: Natur und Leben, Technik und Arbeitswelt, Raum, Umwelt und Mobilität, Mensch und Gemeinschaft, Geschichte und Kultur
Sozialwissenschaften	
Informatik (ab der 3. Klasse)	
Malen	Kunst
Sport	Sport
Musik	Musik

Tab. 1: Vergleich zwischen den Themenfeldern in der Grundschule (vgl. GDSU 2002 und Kolumbianisches Erziehungsministerium (MEN) 2012)

Die Lernziele der Grundschulbildung in Kolumbien können wie folgt zusammengefasst werden (vgl. Congreso de la República de Colombia 1994):

- Entwickeln von grundlegenden zivilen, ethischen und moralischen Werten für das Zusammenleben in Gesellschaft und Respektieren von Gesetzen
- Förderung des kritischen und wissenschaftlichen Lernens
- Entwicklung der kommunikativen Basiskompetenzen in der Muttersprache (Lesen, Verstehen, Kommunizieren)

- Förderung der ästhetischen Ausdrucksfähigkeit
- Lernen und Anwenden von grundlegendem mathematischen Wissen
- Verstehen und Interpretieren der physischen, sozialen und kulturellen Umgebung
- Kennenlernen und Anwenden grundlegender Gesundheits-, Sport- und Hygienenormen für das Alltagsleben
- Ausbildung zum Umweltschutz
- Förderung von Fremdsprachen

Eine unterrichtliche Betrachtung von Klimaentwicklung und menschlichem Verhalten könnte dem Aspekt Umweltschutz zugeordnet werden, allerdings ist die Beschäftigung mit dem Thema erst in der Abschlussklasse der *Básica* vorgesehen und bildet ein Brückenthema zu den weiterführenden Schulen in Kolumbien.

In Deutschland hat die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts mit dem *Perspektivrahmen Sachunterricht* eine Orientierung für die Entwicklung von sachunterrichtsbezogenen Curricula und Lehrplänen sowie zur Planung von Unterricht erstellt. Darin wird ganz konkret das Thema „Nachhaltige Entwicklung“ als Beispiel für einen perspektivvernetzenden Themenbereich angeführt (vgl. GDSU 2013, 74ff.). Mit Bezug auf die globale Dimension von Nachhaltigkeit wird auch „Wasser, Luft, Boden, Energie u.a. sowie der schonende Umgang damit“ (GDSU 2013, 77) als inhaltlicher Bezugspunkt genannt. Hier lässt sich das Thema Kohlenstoffdioxid als Treibhausgas unmittelbar verorten. Mit Bezug auf die einzelnen Perspektiven kann die Problematik den Themenbereichen *Nicht lebende Natur – Stoffumwandlungen*, *Nicht lebende Natur – physikalische Vorgänge* sowie der *Lebenden Natur – Entwicklungs- und Lebensbedingungen von Lebewesen* zugeordnet werden (vgl. GDSU 2013, 43-45).

Speziell in Nordrhein-Westfalen wird im Lehrplan des Faches Sachunterricht das Thema Klimawandel und Kohlenstoffdioxid nicht als eigener Themenbereich genannt. Es kann jedoch in den Themenfeldern „Raum und Technik“ im Schwerpunkt „Ressourcen und Energie“, „Natur und Leben“, im Schwerpunkt „Tiere, Pflanzen, Lebensräume“ sowie im Themenbereich „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ im Schwerpunkt „Raum, Umwelt und Mobilität“ behandelt werden (vgl. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2002).

3. Fragebogenstudie

Ziel der Fragebogenstudie war es zu ermitteln, inwieweit und woher Grundschul Kinder der dritten und vierten Klasse in Deutschland, respektive der vierten und fünften Klasse in Kolumbien, den Begriff Kohlenstoffdioxid kennen und welche Vorstellungen sie von diesem Stoff haben.

Die Befragung wurde in Kolumbien an einer Privatschule in der Nähe von Medellín und einer öffentlichen Schule in Puerto Triunfo (180 km von Medellín entfernt) durchgeführt. Dabei wurden in der vierten Klasse 55 und in der fünften Klasse 65 Schülerinnen und Schüler befragt. In Deutschland nahmen zwei Grundschulen aus Nordrhein-Westfalen (aus Simmerath und Jülich) mit insgesamt 54 Lernenden der dritten und 63 der vierten Klasse teil. Folgende Fragen wurden gestellt:

1. Wo hast du schon einmal etwas über Kohlenstoffdioxid gehört?
2. Wie stellst du dir Kohlenstoffdioxid vor?
3. Wo kommt Kohlenstoffdioxid vor?
4. Woher stammt Kohlenstoffdioxid? Wo entsteht es?
5. Schreibe auf, was dir sonst noch zu Kohlenstoffdioxid einfällt!

Die offen gestellten Fragen konnten in Stichworten beantwortet werden. Zunächst wurde jedoch mit einer allgemeinen Abfrage erhoben, ob die Kinder überhaupt schon einmal den Begriff gehört hatten (Ich habe schon einmal von Kohlenstoffdioxid (CO₂) gehört.). Durch Bejahen oder Verneinen entscheiden die Befragten über die Verwertbarkeit ihrer ausgefüllten Fragebögen. Die Fragebögen von Schülerinnen und Schülern, die keine Kenntnisse zum Thema haben, wurden nicht qualitativ ausgewertet, jedoch in der Statistik zum besseren Überblick mit erfasst (vgl. Abb. 1). Bis auf die Jahrgangsstufe und das Geschlecht wurden keine persönlichen Daten erfasst.

Die Antworten auf die jeweiligen Fragen wurden im Sinne einer qualitativen Inhaltsanalyse in verschiedene Kategorien und Subkategorien eingeteilt. Die Erstellung der Kategorien erfolgte induktiv und somit direkt am bestehenden Material. Der Übersicht halber wird auf die Auflistung der Kategorien verzichtet; stattdessen liegt der Schwerpunkt hier auf der Darstellung der Ergebnisse der Befragung.

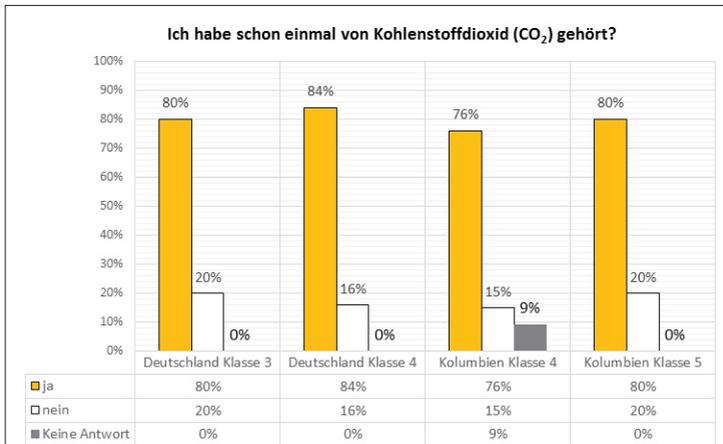


Abb. 1: Kenntnis von Kohlenstoffdioxid in Deutschland und Kolumbien

4. Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden jeweils die Werte aus den Befragungen in Kolumbien und Deutschland direkt gegenübergestellt.

Kenntnis des Begriffs Kohlenstoffdioxid

In Deutschland kennen in der dritten Jahrgangsstufe 80 % der befragten Kinder den Begriff Kohlenstoffdioxid, in Klasse 4 ist der Begriff 84 % der Schülerinnen und Schülern bekannt. In Kolumbien haben 76 % der befragten Kinder in Klasse 4 und 80 % derjenigen in Klasse 5 angegeben, Kohlenstoffdioxid zu kennen (vgl. Abb. 1). In der vierten Klassenstufe muss dabei berücksichtigt werden, dass 9 % der Schülerinnen und Schüler keine Antwort gegeben haben.

In Kolumbien ist im Fach Naturwissenschaften ab dem zweiten Schuljahr der Grundschule das Thema Kohlenstoffdioxid im Lehrplan verankert, es bezieht sich jedoch nur auf humanbiologische Aspekte (Themenfeld Atmung beim Menschen). Kohlenstoffdioxid wird dabei wie folgt definiert: „ein Gas, das sich in der Luft findet. Tiere und Pflanzen setzen Kohlenstoffdioxid beim Atmungsprozess frei“ (García 2006, 148, Übersetzung der Autoren) oder auch: „der Teil der Luft, den dein Körper

[während des Atmungsprozesses] freisetzt" (Hill 2000, 27, Übersetzung der Autoren), d.h. also als ein Gas, das als Abfallprodukt bei Atmungsprozessen von Pflanzen und Tieren entsteht (vgl. García/Cuadris 2006).

Der Zusammenhang von Kohlenstoffdioxid und Umweltverschmutzung wird im vierten und fünften Schuljahr behandelt, wo auch die formelhafte Schreibweise CO_2 eingeführt wird.

Informationsquelle

Bezüglich der Herkunft ihres Wissens äußern in Deutschland sowohl in der dritten als auch in der vierten Klasse 50 % der Kinder, über Kohlenstoffdioxid bereits in den Medien gehört zu haben. Das Elternhaus und persönliche Umfeld bilden mit 28 % (3. Klasse) bzw. 21 % (4. Klasse) die zweitwichtigste Informationsquelle. Außerschulische Lernorte nehmen in der vierten Jahrgangsstufe deutlich gegenüber dem dritten Jahrgang zu, die Schule bzw. der Unterricht spielen eher eine untergeordnete Rolle, besonders in der dritten Jahrgangsstufe (vgl. Abb. 2).

In Kolumbien erwerben die Kinder ihr Wissen zu Kohlenstoffdioxid zumeist im Unterricht der Schule. Dies ist nicht überraschend, da das Thema in den kolumbianischen Lehrplänen verankert ist. Elternhaus und

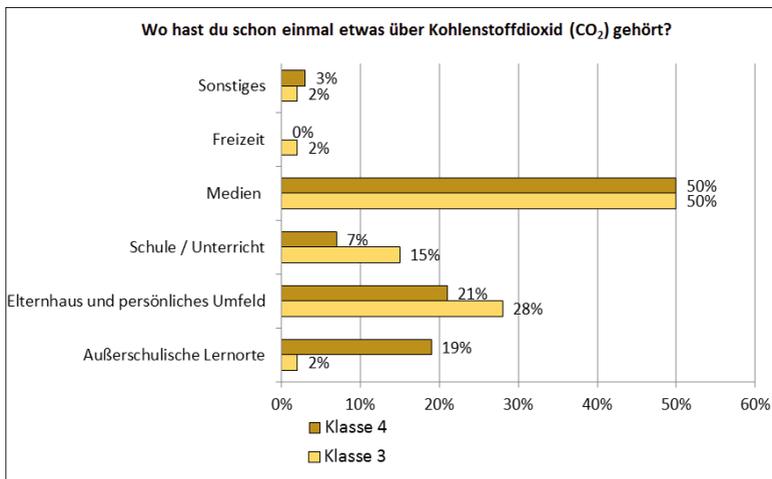


Abb. 2: Herkunft des Wissens über CO_2 in Deutschland

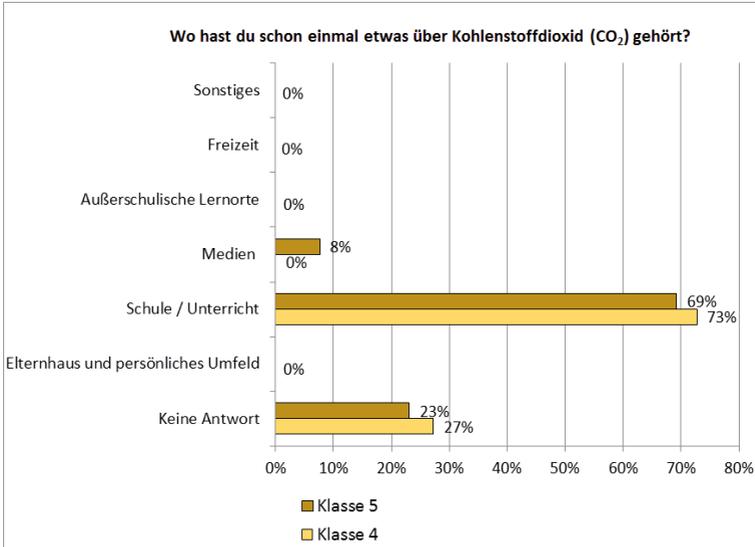


Abb. 3: Herkunft des Wissens über CO₂ in Kolumbien

Medien spielen nur eine untergeordnete Rolle. Freizeit und außerschulische Lernorte sind hier wenig bis gar nicht relevant (vgl. Abb. 3).

Weitergehend ist es interessant, in welchen Medien die Schülerinnen und Schülern von Kohlenstoffdioxid gehört haben. Das Fernsehen dominiert in Deutschland klar als Informationsquelle mit 74 % der Befragten in der dritten Klasse und 69 % in der vierten Klasse. Viele Lernende nannten Kindersendungen und Wissensmagazine für Kinder als Informationsquelle. Die Nachrichten werden in der dritten Klasse von 22 % genannt, in der vierten Klasse von 9 %. Unklar ist, ob damit Nachrichten im Fernsehen oder in der Zeitung, im Internet oder im Radio gemeint sind. Die Medien Zeitung, Bücher und Radio spielen kaum eine Rolle, das Internet wird von keinem der Schülerinnen und Schüler genannt. In Kolumbien haben sich nur wenige Kinder zu Medien als Informationsquelle geäußert – das Internet wurde als Informationsquelle nicht angegeben, in der fünften Klassenstufe haben nur 8 % der Befragten geschrieben, schon im Fernsehen und den Nachrichten etwas über Kohlenstoffdioxid gehört zu haben.

Vorstellungen zu Kohlenstoffdioxid

Die zweite Frage im Fragebogen bezog sich auf die Vorstellungen zu Kohlenstoffdioxid. Dabei wurden von den Kindern hauptsächlich Aspekte zum Aggregatzustand, zur sinnlichen Erfahrbarkeit sowie zur Toxizität genannt und Bezüge zum Alltag hergestellt. In Deutschland antworteten 67 % der befragten Kinder in der dritten Klasse, dass Kohlenstoffdioxid ein Gas ist – in der vierten Klasse waren es bereits 85 %. In der dritten Klassenstufe bezeichneten 33 % der Kinder Kohlenstoffdioxid als Flüssigkeit, in der vierten Klasse waren es noch 15 %.

Neben Aussagen zum Aggregatzustand äußerten sich die Schülerinnen und Schüler auch zur Sichtbarkeit und Farbe. Während in der vierten Klassenstufe die Vorstellungen konkret und überwiegend richtig sind (bis auf wenige Äußerungen wie Qualm, Rauch, Dampf oder Nebel), werden in der dritten Klasse noch mehr Fehlvorstellungen geäußert. Insbesondere wird Kohlenstoffdioxid als graues, weißes, schwarzes oder grünes Gas oder Pulver bezeichnet.

In Kolumbien äußerten sich insgesamt nur 16 % der Klasse 4 und 23 % der Klasse 5 zum Aggregatzustand. Nur sehr wenige Kinder gaben in der vierten Klasse an, dass Kohlenstoffdioxid ein Gas ist. In der fünften Klasse waren es einige mehr, jedoch wurde Kohlenstoffdioxid von sehr wenigen Lernenden auch als feste Substanz beschrieben. Anders als in Deutschland wird Kohlenstoffdioxid in Kolumbien teilweise als eine schwarze Substanz bezeichnet oder mit Kohle verwechselt. Die Kinder assoziieren Kohlenstoffdioxid mitunter auch mit einem Giftgas und einem Stoff, der die Ozonschicht schädigt. Zur Deutung dieser Befunde ist hervorzuheben, dass die Kinder Themen wie Luftverschmutzung, Treibhauseffekt und atmosphärische Verschmutzung u.a. durch Kohlenstoffdioxid erst in der vierten und fünften Klasse anfangen zu lernen (vgl. Castro/Nieto 2005).

Vorkommen und Herkunft von Kohlenstoffdioxid

Die Fragen drei und vier zum Vorkommen und zur Herkunft wurden in der Auswertung zusammengefasst, da die diffizile Fragestellung von den Kindern nicht differenzierend verstanden wurde und die Antworten in vielen Fällen beide Aspekte betrafen.

In der dritten Klasse in Deutschland gaben 74 % der befragten Kinder eine Antwort auf die Frage zur Herkunft von Kohlenstoffdioxid, in der

vierten Klasse waren es sogar 92 %. Rund 23 % der Drittklässler gaben an, dass Kohlenstoffdioxid bei Verkehrsmitteln (Autos, Motorrad, LKW, Flugzeug) entsteht, in der vierten Klasse waren es rund 34 %. Dass Kohlenstoffdioxid natürlicher Bestandteil der Luft ist, gaben in der dritten Klasse 26 % der Schülerinnen und Schüler an, in der vierten Klasse schrieben dies 10 %. 33 % der Kinder in der vierten Klassenstufe ordneten die Entstehung von Kohlenstoffdioxid der Industrie zu (nur 6 % in der dritten Klassenstufe). Biologische und chemische Prozesse wie die Atmung bei Mensch und Tier oder die Umwandlung von Kohlenstoffdioxid in Sauerstoff bei der Photosynthese wurde in der dritten Klasse von 17 % angegeben, in der vierten Klasse nur von rund 5 %.

Zur Erklärung dieser Befunde mag angeführt werden, dass Kohlenstoffdioxid als Unterrichtsthema in der Grundschule in Deutschland (hier in NRW) nicht explizit im Lehrplan für das Fach Sachunterricht aufgeführt wird. Es ist somit nachvollziehbar, dass die Schülerinnen und Schüler kaum Vorstellungen über die Herkunft von Kohlenstoffdioxid aus der Schule besitzen.

Nach dem kolumbianischen Lehrplan wird im zweiten Schuljahr Kohlenstoffdioxid als Gas, welches beim Atmungsprozess entsteht, eingeführt (vgl. García 2006) und im vierten und fünften Schuljahr erneut detaillierter auch durch die Einführung der formelhaften Schreibweise und im Rahmen des Themas Zellatmung behandelt (vgl. Castro/Guarín 2006). Industrielle Quellen von Kohlenstoffdioxid werden in der Grundschule fast nie besprochen, auch Kohlenstoffdioxid wird in diesem Zusammenhang nicht explizit benannt (vgl. Castro/Nieto 2005). 13 % der befragten Viertklässlerinnen und Viertklässler von kolumbianischen Grundschulen nannten Aspekte zur Atmung des Menschen und zur Atmung von Tieren. In der fünften Klasse wurden diese Aspekte von 43 % der Kinder genannt. Bezüge zu Verkehrsmitteln gaben in der vierten Klasse nur 16 % der Kinder an, in der fünften Klasse waren es 8 %.

Weitere Kenntnisse zu Kohlenstoffdioxid

Die letzte Aufgabe (*Schreibe auf, was dir sonst noch zu Kohlenstoffdioxid einfällt*) ließ ein großes Antwortspektrum zu. In Deutschland wurden in der dritten Klasse am häufigsten Aspekte von Umweltverschmutzung und zum Klimawandel bzw. Treibhauseffekt genannt (jeweils 38 %). Dazu

gehören beispielsweise Aussagen wie „CO₂ ist ein Stickstoff. Es verändert das Klima und bringt Eisberge zum Schmelzen“ oder „Es verschmutzt die Umwelt“, „Luftverschmutzung“, „umweltschädlich“ oder der direkte Bezug zu den Verursachern von einem erhöhten Eintrag von Kohlenstoffdioxid in die Luft: „CO₂ kommt in der Nähe von Fabriken und Kraftwerken am meisten vor“. Die Umweltverschmutzung dominierte als Oberkategorie auch die Antworten der vierten Klassenstufe (48 %). Zudem wurden chemisch-physikalische Eigenschaften (jeweils 12 %) genannt sowie der Zusammenhang von Kohlenstoffdioxid und Menschen, Tieren und Pflanzen (15 % in Klasse 3, 13 % in Klasse 4) und Ideen zu Auswirkungen und Folgen des hohen Kohlenstoffdioxidausstoßes (31 % in Klasse 3 und 48 % in Klasse 4). Beim Themenfeld Menschen und Pflanzen gibt es nur wenige Antworten, die jedoch qualitativ gut formuliert sind. So wird in der vierten Klasse beispielsweise geschrieben, dass Kohlenstoffdioxid „giftig ist, wenn man zu viel davon einatmet“ oder „dass Menschen Sauerstoff einatmen und CO₂ ausatmen und es bei Bäumen genau andersrum ist“. Einige Schülerinnen und Schüler weisen somit bereits Kenntnisse im Bereich des Atmungssystems auf und kennen Grundzüge der Photosynthese.

Nur wenige Schülerinnen und Schüler haben in Kolumbien konkrete Vorstellungen bei dieser Frage geäußert. In der vierten Klasse bezogen sich fast die Hälfte der Antworten auf die Folgen und Auswirkungen von Kohlenstoffdioxid (zumeist Umweltverschmutzung), in der fünften Klasse wiederum nur 26 %. Davon äußerten sich 73 % der befragten Viertklässler zur Atmosphäre, 27 % der Kinder nannten Aspekte zur Umweltverschmutzung. In der fünften Klasse bezogen sich nur noch 6 % der Befragten auf die Atmosphäre, während die Umweltverschmutzung von 59 % einbezogen wurde. Dies lässt sich vor allem darauf zurückführen, dass in der fünften Klasse Kohlenstoffdioxid im Kontext der Umweltverschmutzung im Lehrplan verankert ist. Bezüge zum Klimawandel, zur Erwärmung der Erde oder zur Versauerung der Ozeane spielten keine Rolle.

5. Diskussion

Sowohl in Deutschland wie in Kolumbien besitzen Schülerinnen und Schüler der dritten und insbesondere der vierten Klasse (vierte bzw. fünfte Stufe in Kolumbien) bereits ein recht breites Wissen zu Kohlenstoffdioxid. In Deutschland haben viele Kinder dies über das Elternhaus und die Medien erworben. Der Klimawandel ist in Deutschland schon so weit in der öffentlichen Diskussion, dass sich auch schon Grundschulkinder der Thematik bewusst sind. In der kolumbianischen Gesellschaft dagegen nimmt der Klimawandel noch eine eher untergeordnete Rolle ein, obwohl Kolumbien ein Land ist, welches ebenfalls vom Klimawandel betroffen ist. Dies macht sich teilweise in Wetterextremen wie Überschwemmungen und Trockenheit bemerkbar, vor allem aber beim Abschmelzen von Gletschern in den tropischen Anden.

Während in Deutschland konkretere Vorstellungen zur Gestalt und Wirkungsweise von Kohlenstoffdioxid vorliegen (Gas, farblos, in hohen Mengen giftig, entsteht bei der Atmung, wird von den Bäumen zu Sauerstoff umgewandelt), beschränken sich die Vorstellungen der Kinder in Kolumbien vor allem auf Aspekte des Atmungssystems und der Umweltverschmutzung. Grund dafür könnte sein, dass in Kolumbien Kohlenstoffdioxid hauptsächlich in biologischen Kontexten besprochen, nur wenig mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht und vielmehr als „Verschmutzung“ der Luft thematisiert wird.

Kolumbien leidet wie der Rest der Welt deutlich unter den Folgen des Klimawandels. Es erscheint sinnvoll, diese Thematik auch in den Lehrplänen des Landes zu integrieren. Es sollte abseits der Umweltverschmutzung eine gesonderte Stellung einnehmen, um deren Bedeutung für das Land zu unterstreichen.

Auch in Deutschland kann das Thema Kohlenstoffdioxid und Klimawandel bereits in der Grundschule aufgegriffen werden, da Kohlenstoffdioxid einem Großteil der Schülerinnen und Schüler bereits bekannt ist und die Kinder die Diskussion über die Klimafolgen bereits aus Medien, Elternhaus oder Schule kennen.

Literatur

- Castro, Nydia/Guarín, Cilia (2006): Portal de la Ciencia: Ciencias Naturales y Educación ambiental 4. Editorial Norma.
- Castro, Nydia/Nieto, Jorge (2005): Portal de la Ciencia 5: Ciencias Naturales y Educación ambiental. Editorial Norma.
- Congreso de la república de Colombia (1994): Ley 115 de 1994, http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf (14-12.2016).
- García, María/Cuadris, Neyla (2006): Portal de la Ciencia: Ciencias Naturales y Educación ambiental 2. Editorial Norma.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.) (2002): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, http://www.gdsu.de/wb/media/upload/pr_gdsu_2002.pdf (21.12.2016).
- GDSU (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hill Nettleton, Pamela (2006): Inhala, exhala: aprende sobre tus pulmones. Editorial Panamericana.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008): Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Frechen: Ritterbach.
- MEN (Ministerio de Educación Nacional) (2012): Evaluación de competencias para el ascenso o reubicación de nivel salarial en el escalafón docente de los docentes y directivos docentes regidos por el decreto ley 1278 de 2002: Doc. guía evaluación de competencias educación básica primaria, http://www.mineducacion.gov.co/proyectos/1737/articles-310888_archivo_pdf_basica_primaria (14.12.2016).

Chemie und Natur – ein Gegensatz für Lehramtsstudierende?

Eine vergleichende Betrachtung zur Situation
in Deutschland und Norwegen

Jan Höper (UiT - Norwegens Arktische Universität)

Mareike Janssen (Universität Siegen)

Philipp Spitzer (Maria Montessori Gesamtschule Aachen)

1. Einleitung

Lehramtsstudierenden als zukünftigen Lehrpersonen für Generationen von Schülerinnen und Schülern kommt eine wichtige Rolle bei der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) zu. Dies gilt gerade auch für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer, denn ein naturwissenschaftliches Grundverständnis ist ganz wesentlich, um Aspekte der Nachhaltigkeit tiefgreifend zu verstehen. Dazu gehört neben biologischem und physikalischem auch chemisches Wissen, um beispielsweise den Zusammenhang von Kohlenstoffdioxid und der Klimaerwärmung oder der Versauerung von Ozeanen (vgl. Thiessenhusen/Gröger in diesem Band) nachvollziehen zu können. Da aber Sachunterrichtsstudierende im Gegensatz zur Biologie häufig ein eher distanzierteres Verhältnis zur Chemie haben (vgl. Janssen 2015) ist es interessant, der Frage nachzugehen, wie sich die Haltungen der Studierenden gegenüber Schlüsselbegriffen wie Chemie und Biologie unterscheiden. Eine unbewusste negative Einstellung gegenüber chemischen Inhalten könnte beispielsweise eine Auseinandersetzung von Lehramtsstudierenden mit chemischen Hintergründen wichtiger Fragestellungen zu Umweltschutz und Klimawandel behindern. Wir wollen zur Untersuchung dieses vermuteten Zusammenhangs eine vergleichende Studie in Norwegen und in Deutschland vorstellen. Zur Erläuterung des Vorgehens gehen wir zunächst auf generelle Gemeinsamkeiten und

Unterschiede zwischen Norwegen und Deutschland ein und vergleichen anschließend erste Ergebnisse von Untersuchungen in beiden Ländern.

Deutschland und Norwegen gehören der westlichen Wertegemeinschaft an und sind Bestandteil des europäischen Wirtschaftsraums, in dem Norwegen seinen Reichtum der letzten Jahrzehnte speziell aus der Erdölförderung, dem Tourismus und dem Export von Fisch bezieht. Deutschland ist eine breit aufgestellte Exportnation, in der die chemische Industrie eine große Rolle spielt. Obwohl beide Länder Industrienationen sind, bestehen gewaltige geographische Unterschiede, die sich vereinfacht wie folgt ausdrücken lassen: Deutschland ist ein Land mit vielen Menschen und kaum unberührter Natur, dagegen handelt es sich bei Norwegen um ein dünn besiedeltes Land mit viel (scheinbar) unberührter Natur. Dies führt dazu, dass die meisten Menschen in Norwegen Natur sehr viel öfter und intensiver erleben können und Aktivitäten in der Natur, z. B. Skifahren, Joggen und Lagerfeuer, als integrativer Teil ihrer Kulturhistorie angesehen werden. Dies stellt einen guten Ausgangspunkt für Freilandarbeit dar (vgl. Popov/Höper, im Druck). Generell kann Norwegen laut Jordet (2010) auch als Land mit starker Tradition für Bildung für nachhaltige Entwicklung angesehen werden.

2. Schulsysteme und Lehramtsstudium

Wir möchten zunächst die unterschiedliche Behandlung der MINT-Fächer im Schulsystem beider Länder darlegen, da wir dies als wichtig für die Einstellungen der hier untersuchten Lehramtsstudierenden ansehen. Zum einen prägt die eigene Schulbildung grundlegende Haltungen über einen langen Zeitraum, zum anderen schafft das zu erwartende Berufsfeld unterschiedliche Erwartungen und damit Relevanz von fachlichen und didaktischen Inhalten im Studium.

In Norwegen werden alle Schülerinnen und Schüler gemeinsam bis zur zehnten Klasse unterrichtet. Danach erfolgt eine Aufteilung in studienvorbereitende und berufsvorbereitende Oberstufe von drei bzw. zwei Jahren. Naturwissenschaftlicher Unterricht als Pflichtfach erfolgt integriert in einem Fach *Naturfag*¹ bis zur elften Klasse. Danach erst können

1 Das norwegische Schulfach *Naturfag* kann mit dem deutschen Schulfach Naturwissenschaften verglichen werden, vereint die Fächer des MINT-Bereichs und wird

interessierte Schülerinnen und Schüler sich in die klassischen Disziplinen Biologie, Chemie oder Physik vertiefen. Daneben gibt es an einigen Schulen noch Geologie oder „Technologie und Forschungslehre“. Die Gesamtstundenzahl ist im internationalen Vergleich sehr niedrig, was in Norwegen immer wieder kritisiert wird (vgl. Sjøberg 2009). Daten der neuesten TIMMS-Studie zeigen, dass Norwegen in der Primarstufe 17 Unterrichtsstunden pro Jahr unterhalb des internationalen Durchschnitts liegt, während die Unterschiede in der Sekundarstufe I dramatisch sind, mit 81 Stunden gegenüber durchschnittlich 159 pro Jahr (vgl. Nilsen/Frøyland 2016, 144).

Durch den Föderalismus ist in Deutschland der naturwissenschaftliche Unterricht in den 16 Bundesländern unterschiedlich geregelt. Zumeist werden im Fach Sachunterricht in der ersten bis vierten Klasse neben den Naturwissenschaften auch die sozialwissenschaftliche, geographische, historische und technische Perspektive integriert (vgl. GDSU 2013). Dies ermöglicht fächerübergreifendes Arbeiten, beinhaltet aber auch die Gefahr, dass beispielsweise chemische Themen vernachlässigt werden (vgl. Altenburger/Staraschek 2011). Teilweise werden in der 5. und 6. Klasse die Naturwissenschaften gemeinsam unterrichtet, später erfolgt eine Auftrennung in Biologie, Chemie und Physik. Je nach Bundesland werden auch in der Mittelstufe fächerübergreifende naturwissenschaftliche Differenzierungskurse angeboten. In der Oberstufe besteht ab Klasse 10 oder 11 dann die Möglichkeit, Leistungskurse in Biologie, Chemie oder Physik, manchmal auch in Technik, zu wählen.

Bezüglich der in diesem Rahmen untersuchten Studierenden ist es wichtig, auf einige Besonderheiten in der Lehrerbildung hinzuweisen. So studieren Lehramtsstudierende in Norwegen getrennt nach Klassenstufen 1-7 und 5-10. Da alle Schülerinnen und Schüler gemeinsam die zehnjährige „Grundschule“ besuchen, wird entsprechend in der Ausbildung nicht nach Gymnasiallehramt etc. unterschieden. Die Studierenden für 1-7 wählen zwei Hauptfächer, sowie zwei Nebenfächer. *Naturfag* kann nur als Nebenfach gewählt werden. Für die Jahrgänge 5-10 ist dies mit zwei weitgehend wahlfreien Hauptfächern und einem Nebenfach fle-

von der Grundschule bis in die Oberstufe unterrichtet. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung eines nachhaltigen Umgangs mit der Natur und der Vermittlung von Scientific Literacy.

xibler gestaltet, wobei in der Regel Mathematik mit *Naturfag* kombiniert wird. Einige wenige Studierende wählen eine Vertiefung in *Naturfag* und schreiben dort auch ihre Masterarbeit. Unterrichtet werden in der Regel alle Naturwissenschaften innerhalb eines Jahres in einem Kurs. Mit Ausnahme der Studierenden im Masterstudiengang bekommen zukünftige *Naturfag*-Lehrende also nicht mehr als eine Einführung in die schulrelevanten Themenfelder.

In Deutschland unterscheidet sich das Lehramtsstudium nicht nur von Bundesland zu Bundesland, sondern auch innerhalb der Bundesländer an den verschiedenen Universitäten. Die in diesem Artikel dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf Studierende des Grundschullehramtes mit dem Lernbereich Naturwissenschaften und den Leitfächern Biologie, Chemie oder Physik, die in den Jahren 2012 und 2013 an der Universität Siegen studierten. Von den insgesamt 1.115 Grundschullehramts-Absolventen in den Jahren 2010-2012 hatten dort nur 88 den Lernbereich Naturwissenschaften gewählt, was knapp acht Prozent der Gesamtstudierenden entspricht. Von diesen wählten 66 das Leitfach Biologie, 18 das Leitfach Chemie und vier das Leitfach Physik. Dieser geringe Anteil an Studierenden, die sich mit den Naturwissenschaften und insbesondere mit Chemie und Physik auseinandersetzten, kann als prototypisch für die Gesamtsituation der Sachunterrichtsausbildung in Deutschland angesehen werden, in der Naturwissenschaften nur einen geringen Anteil einnehmen.

Da die Studierenden länderunabhängig in ihrem zukünftigen Beruf verantwortlich für die Umsetzung von BNE in den Schulen sein werden, kann eine mangelhafte Ausbildung in den Naturwissenschaften, bzw. ein fehlendes Verständnis für Zusammenhänge, dazu beitragen, dass sie später im Beruf Nachhaltigkeitsthemen nur unzureichend vermitteln können.

3. Nachhaltigkeit im Unterricht

Krischer (2016) hebt hervor, dass Gestaltungskompetenz, also die Fähigkeit, Wissen über nachhaltige Entwicklung auch in die Praxis umzusetzen, respektive im Unterricht zu vermitteln, wichtiges Ziel der BNE ist. Sie stellt zahlreiche Initiativen in Deutschland vor, kommt allerdings zu

folgendem Schluss: „Trotz dieser reichhaltigen Arbeit auf politischer und institutioneller Ebene scheint das Konzept einer BNE in den Schulen aber nicht oder nur äußerst unzureichend angekommen zu sein“ (Krischer 2015, 31). Richtet man den Blick nach Norwegen, lässt sich Ähnliches feststellen (vgl. Sinnes/Eriksen 2016). Eine aktuelle Studie kommt sogar zu dem Schluss, dass, obwohl das theoretische Wissen zur Umsetzung für BNE im Unterricht vorhanden ist, praktizierende Lehrende dieses im Schulalltag kaum anwenden (vgl. Sundstrøm 2016).

Möglicherweise bietet hier die Freilandarbeit, bei der Naturwissenschaften auf forschend-entdeckende Weise direkt in der Natur unterrichtet werden, eine Möglichkeit das Verständnis von Nachhaltigkeit zu fördern. Draußen lassen sich viele naturwissenschaftliche Phänomene entdecken, welche von verschiedenen Perspektiven aus, darunter auch der biologischen und chemischen, betrachtet werden können. Leider wird diesem Konzept bisher zu wenig Bedeutung beigemessen. Stattdessen findet der Unterricht meist auf den Klassenraum beschränkt statt, und das Potenzial der zumeist leicht zugänglichen Natur wird meist nur für Freizeitaktivitäten und Schulausflüge genutzt (vgl. Popov/Höper im Druck). In unserem Zusammenhang ist dies insbesondere deshalb von Interesse, da Chemie und Natur bzw. Biologie oft als Gegensätze gesehen werden. Bei der unterrichtlichen Arbeit in der Natur kann dies überwunden werden, was wiederum hilft, Themen der Nachhaltigkeit verstärkt ganzheitlich zu erfassen.

4. Untersuchungen zu Einstellungen gegenüber Chemie und Biologie/Natur

Die Einstellung von Lehramtsstudierenden gegenüber Chemie und Biologie bzw. Natur ist vor diesem Hintergrund besonders wichtig und wurde nicht nur in Deutschland (vgl. Janssen 2015), sondern auch in Norwegen untersucht und wird im folgenden Abschnitt vorgestellt. Ausgangspunkt für den Vergleich sind die Forschungsfragen, ob sich die Einstellungen gegenüber Chemie bei Lehramtsstudierenden in Norwegen und Deutschland unterscheiden und wie die Einstellungen im Vergleich zu den Konzepten Biologie und Natur eingeordnet werden.

4.1 Befragte

Um die Forschungsfragen zu überprüfen, wurden in Nord-Norwegen 47 Lehramtsstudierende mit dem Fach *Naturfag* befragt sowie 41 mit einer zu den Naturwissenschaften wenig in Verbindung stehenden Fächerkombination, wie zum Beispiel Norwegisch und Englisch. Die Umfrage erfolgte zu Beginn des Wintersemesters vor der Durchführung von Interventionsmaßnahmen, die auf das Verständnis für die Rolle der Chemie in der Natur abzielen. Damit können die Resultate als Ergebnis der Vorbildung der Studierenden angesehen und zukünftig Seminarinhalte entsprechend angepasst werden.

In Deutschland wurden 19 Studierende des Grundschullehramtes vor und nach einem Seminar im Freilandlabor (FLEX) der Chemiedidaktik der Universität Siegen untersucht. Diese wurden mit einer Kontrollgruppe verglichen, die im gleichen Zeitraum eine Veranstaltung an der Universität besuchte. Im FLEX-Seminar wurden verschiedene Themenfelder, wie beispielsweise *Pflanzen und ihre Inhaltsstoffe*, sowohl unter biologischen als auch chemischen Gesichtspunkten behandelt und auf diese Weise versucht, die Verbindung von Chemie und Natur zu verdeutlichen. Das Seminar fand als Freilandseminar in einer naturnahen Umgebung statt.

4.2 Methode

Um unbewusste Einstellungen zu untersuchen, bietet sich ein indirektes Verfahren wie das Semantische Differential nach Osgood an (vgl. Osgood u.a. 1971), da es sich um affektive Komponenten handelt, welche durch direkte Fragen nicht erfasst werden können. Für die vorliegende Befragung wurden die von Werth (1991) entwickelten und von Spitzer und Gröger (2013) angepassten und getesteten Skalen verwendet.

Das Semantische Differential nach Osgood beruht auf dem Modell eines multidimensionalen semantischen Raumes, in dem jeder Punkt einer semantischen Bedeutung entspricht. Die Achsen dieses Raumes bilden Paare gegensätzlicher Adjektive, die auch Polaritäten genannt werden; das Semantische Differential wird daher auch Polaritätsprofil genannt. Bei den zehn Adjektivpaaren wie *gut-böse* oder *krank-gesund* handelt es sich um Merkmale, die normalerweise nicht mit den Konzepten Chemie, Biologie, Natur oder Mensch in Verbindung gebracht werden und gerade dadurch einen Einblick in unbewusste Einstellungen erlauben.

Was empfinden Sie, wenn Sie an Chemie denken?

Bitte antworten Sie schnell und spontan, auch wenn Ihnen die entsprechende Zuordnung merkwürdig vorkommt.

Markieren Sie jeweils die Position zwischen zwei Adjektiven, die Ihre Empfindung am besten beschreibt.

C H E M I E

gut	<input type="checkbox"/>	böse							
aggressiv	<input type="checkbox"/>	friedlich							
schön	<input type="checkbox"/>	hässlich							
nützlich	<input type="checkbox"/>	schädlich							
natürlich	<input type="checkbox"/>	unnatürlich							

[...]

Abb. 1: Verwendete Aufgabenstellung zum Semantischen Differential zu *Chemie*

Die Befragten kreuzen dabei spontan an, welchem der beiden Adjektive sie das jeweilige Konzept am ehesten zuordnen (siehe Abb. 1).

In Deutschland wurden die Konzepte Chemie und Biologie untersucht, in Norwegen die Konzepte Chemie, Natur und Mensch. Biologie und Natur setzen wir mit Blick auf die Vorläufigkeit der vorliegenden Studien an dieser Stelle zunächst als quasi synonym, um einen Vergleich vornehmen zu können. Die diffizile Unterscheidung ist uns sehr wohl bewusst. Frühere Vorstudien deuten jedoch darauf hin, dass die Konzepte „Natur“ und „Biologie“ sehr ähnlich bewertet werden (vgl. Dettmer 2012). Der Vergleich der Studien kann somit erste Hinweise bezüglich der unterschiedlichen Bewertung von Natur und Chemie geben. Allerdings sind hier weitere Untersuchungen mit gleich lautenden Fragen nötig.

In Deutschland fand diese erste Befragung im Rahmen eines Seminars für Lehramtsstudierende aus dem Bereich Sachunterricht statt. Dieses hatte zum Ziel, den Studierenden den unbedingten Zusammenhang von biologischen und chemischen Sachverhalten in der Natur aufzuzeigen. Aus diesem Grund wurden nur die Konzepte Biologie und Chemie erfragt.

Neben dem semantischen Differential wurden die norwegischen Studierenden zusätzlich analog zu den Untersuchungen von Krischer u.a.

(2016) um ihre persönliche Definition von Chemie, Natur und Nachhaltigkeit gebeten.

5. Ergebnisse

Die Ergebnisse des Semantischen Differentials sind in Abbildung 2 dargestellt. Bei einer siebenstufigen Einteilung entspricht der Wert 4 der neutralen Mitte, höhere Werte weisen auf eine tendenziell negativere Einstellung hin, niedrigere Werte auf eine tendenziell positivere.

Die deutschen Studierenden bewerteten Chemie vorher mit durchschnittlich 3,24 und nachher mit 2,63, wohingegen Biologie zunächst mit 2,46 und nachher mit 2,28 bewertet wurde. Die deutschen Studierenden besaßen vor dem Seminar also bereits eine positive Einstellung gegenüber Chemie, die sich jedoch nach dem Seminar signifikant zum Positiven entwickelt. Biologie ist hingegen bereits vor dem Seminar sehr positiv beurteilt worden. Daran hat sich nach dem Seminar wenig geändert.

Bezüglich der Einstellungen der norwegischen Studierenden wird zwischen Studierenden mit *Naturfag* und der Vergleichsgruppe ohne *Naturfag* (in Klammern) unterschieden (siehe Abbildung 2). Chemie bewerten diese mit 2,88 (3,32) und Natur mit 1,90 (1,88) und Mensch mit 2,90 (3,14). Es fällt auf, dass Chemie abhängig von der Wahl der Unterrichtsfächer deutlich unterschiedlich bewertet wird. Studierende mit *Naturfag* sehen Chemie positiver. Natur hingegen wird unabhängig von der Fächerwahl äußerst positiv gesehen.

Im Vergleich zwischen norwegischen und deutschen Studierenden zeigt sich generell der von Krischer u. a. (2016) gefundene Unterschied in den Einstellungen gegenüber Chemie und Natur bzw. Biologie, wobei die Einstellungen gegenüber Chemie durchweg weniger positiv ausgeprägt sind. Es fällt auf, dass die norwegischen Studierenden gegenüber Natur sogar eine noch etwas positivere Einstellung aufweisen als die deutschen Studierenden gegenüber Biologie. Bei Chemie gilt dies nur für die Studierenden des Faches *Naturfag*. Sie liegen zwischen den Mittelwerten der deutschen Studierenden vor und nach der Intervention im Freilandlabor.

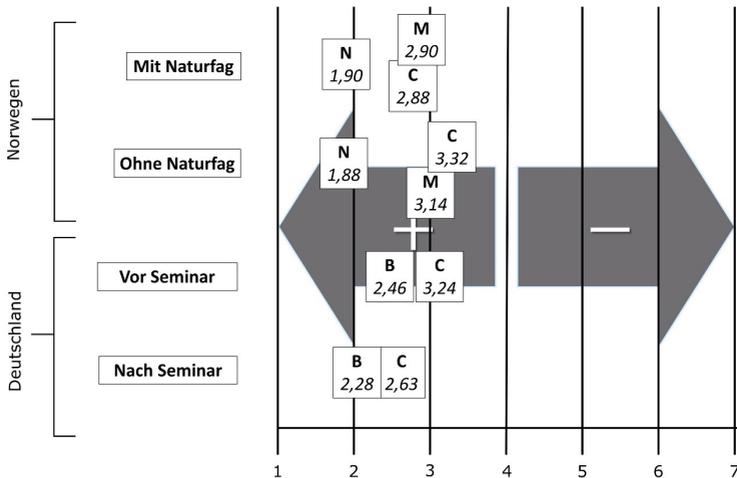


Abb. 2: Vergleichende Darstellung der Ergebnisse der Befragungen von Studierenden aus Deutschland (Lehramtsstudierende vor und nach dem Seminar im Freilandlabor) und Norwegen [B: Biologie, M: Mensch, N: Natur, C: Chemie; mit Angabe der Mittelwerte].

6. Diskussion und Ausblick

Die durchgehend positive Haltung norwegischer Lehramtsstudierender gegenüber Natur als solcher lässt sich vorsichtig mit den eingangs beschriebenen landestypischen Verhältnissen begründen, nach der sich die meisten Norweger als naturverbunden bezeichnen würden. Es ist jederzeit möglich, sich aus der Zivilisation in die Natur zurückzuziehen, und dort vielfältigen, von Kindesbeinen an bekannten und positiv besetzten Freizeitaktivitäten nachzugehen, oder sich auf seiner Familienhütte auszuruhen. Nach Angaben des statistischen Zentralbüros gibt es in Norwegen mit seiner Bevölkerung von ca. fünf Millionen Menschen ungefähr 450.000 *hytter*, also Wochenendhäuser. Entsprechend geben 40% der Bevölkerung an, direkten Zugang zu einer eigenen Hütte zu haben (vgl. Kristiansen 2014, 19).

Gleichzeitig fällt auf, dass die norwegischen Studierenden den Begriff Mensch nahezu identisch mit Chemie bewerten. Hier könnte ein Unterschied in der Bewertung der Konzepte „Chemie“ und „Natur“ bestehen. Möglicherweise deutet sich das von Gröger u. a. (2013) beschriebene Szenario an, dass „für viele nicht mehr der verantwortungsvolle Umgang mit der Natur im Vordergrund“ steht, sondern der Mensch als Eindringling gesehen wird, der sich ganz zurückziehen sollte, um dieser nicht zu schaden (Gröger u. a. 2013, 276f.). Derartige Tendenzen werden auch in Norwegen diskutiert und als „Nature-deficit disorder“ bezeichnet (vgl. Skaugen 2014, 225ff.). Betrachtet man die persönlichen Definitionen von Nachhaltigkeit in unserer norwegischen Umfrage, so finden sich vereinzelt derartige Beispiele: „Die Natur erhalten, wie sie geschaffen wurde“, oder „Die Entwicklung soll die Natur erhalten, so wenig Schaden wie möglich an der Natur und den Menschen anrichten“ (Übersetzung J.H.).

Angesichts der eingangs geschilderten, ernüchternden Befunde bezüglich der Umsetzung von Unterricht zur Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Praxis denken wir, dass es wichtig ist, von Anfang an die von Glackin (2016) diskutierten Probleme und Bedenken in vielen Kollegien wie fehlende Zeit im Curriculum, Organisation und Sicherheitsaspekte ernst zu nehmen und mit den Studierenden anzusprechen. Gleichzeitig ist es wichtig, sich dessen bewusst zu sein, welche Bedeutung die persönliche, grundsätzliche Einstellung des Lehrenden/Studierenden zu diesem Thema einnimmt, die letzten Endes darüber entscheidet, ob der fertige Lehrende das „Risiko“ auf sich nimmt, mit seiner Klasse den Klassenraum zu verlassen (vgl. Glackin 2016).

Auf Basis der im Artikel vorgestellten Überlegungen und Befunde wird gegenwärtig an der Universität Tromsø eine neue Variante der Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte in der universitären Ausbildung erprobt. Dabei werden kurze Exkursionen (z. B. 30 Min.) mit einfachen, schnell durchzuführenden Versuchen in den normalen Kursverlauf integriert. Hier können die Studierenden beispielsweise forschend-entdeckend als „Moleküldetektive“ mit Teststäbchen oder anderen Schnelltests versuchen, chemische Stoffe in der Umgebung der Universität nachzuweisen. Dies wird im Anschluss fachlich und didaktisch so aufbereitet, dass die Studierenden einen derartigen Unterricht in seiner Komplexität verschiedenen Klassenstufen anpassen können.

Das Ziel beider Ansätze in Deutschland und Norwegen ist also ein doppeltes:

Ein ganzheitliches Verständnis für die Rolle der einzelnen Fachdisziplinen – hier gezeigt für Biologie und Chemie – innerhalb der Naturwissenschaften zu erreichen und gleichzeitig den Studierenden eine Methodenkompetenz mitzugeben, die auf eigenem Erleben beruht und es ihnen ermöglicht, einen derart integrierenden Unterricht auch tatsächlich in die zukünftige Praxis zu implementieren (vgl. Glackin 2016). Stuckey u. a. (2013) weisen darauf hin, dass derartig kontext-basierte Ansätze für die Lernenden sowohl auf der persönlichen, gesellschaftlichen als auch berufsorientierten Ebene zur Relevanz des naturwissenschaftlichen Unterrichts beitragen können.

Literatur

- Altenburger, Pia/Staraschek, Erich (2011): Welchen Anteil haben physikalische Themen am Sachunterricht in Klasse 3 und 4. In: Dietmar Höttecke (Hrsg.): Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. Münster: LIT, 232-234.
- Dettmer, Isabell (2012): Einstellungen zum Beziehungsgefüge „Mensch-Chemie-Natur“ – eine Untersuchung unter Studierenden. Universität Siegen: Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Glackin, Melissa (2016): ‚Risky fun‘ or ‚Authentic science‘? How teachers‘ beliefs influence their practice during a professional development programme on outdoor learning. In: International Journal of Science Education, Jahrgang 38, H. 3, 409-433.
- Gröger, Martin u.a. (2013): Naturwissenschaften naturnah erleben. Das Freilandlabor FLEX als Chance, naturwissenschaftliche Betrachtungen bei naturbezogenen Phänomenen zu beginnen. In: Peter Becker u.a. (Hrsg.): Abenteuer, Natur und frühe Bildung. Bsj-Jahrbuch 2012/2013. Opladen: Barbara Budrich.
- Janssen, Mareike (2015): Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen. Entwicklung und Erprobung eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende. Siegen: Dissertation.
- Jordet, Arne Nikolaisen (2010): Klasserommet utenfor. tilpasset opplæring i et utvidet læringsrom. Cappelen Damm Akademisk.

- Krischer, Daniela (2015): „...natürlich Chemie!“ Chemieunterricht in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten. Ein Unterrichtskonzept für die Sekundarstufen I und II. Siegen: Dissertation.
- Krischer, Daniela u.a. (2016): Chemistry is Toxic, Nature is Idyllic. Investigation of Pupils' Attitudes. In: *The Journal of Health, Environment, & Education*, H. 8, 7-13.
- Kristiansen, Jan Erik (2014). Dette er Norge 2014. Hva tallene forteller. Oslo/Kongsvinger: Statistisk Sentralbyrå.
- Nilsen, Trude/Frøyland, Merethe (2016): Undervisning I Naturfag. In: *Vi kan lykkes I realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Osgood, Charles u.a. (1971): *The Measurement of Meaning*. Urbana, Chicago/London: University of Illinois Press.
- Popov, Oleg/Höper, Jan (im Druck). Exploring outdoor science in teacher education from a comparative Scandinavian perspective. *Proceedings of the XVII IOSTE conference in Braga, Portugal 2016*.
- Sinnes, Astrid Tonette/Eriksen, Christoffer Conrad (2016). Education for Sustainable Development and International Student Assessments: Governing Education in Times of Climate Change. In: *Global Policy*, Jahrgang 7, H. 1, 46-55.
- Sjøberg, Svein (2009). Naturfag som allmenndannelse. En kritisk fagdidaktikk (3. Ausgave. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skaugen, Randi. (2014). Når natur oppleves som truende. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Spitzer, Philipp/Gröger, Martin (2013): Chemie in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten schon im Sachunterricht. In: Sascha Bernholt (Hrsg.): *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel*, 572–574.
- Stuckey, Marc u.a. (2013): The meaning of ‚relevance‘ in science education and its implications for the science curriculum. In: *Studies in Science Education*, Jahrgang 49, H. 1, 1-34.
- Sundstrøm, Elina Maria (2016): Utdanning for bærekraftig utvikling (UBU) fra et lærerperspektiv. (Master), Tromsø.
- Thiessenhusen, Marc/Gröger, Martin (in diesem Band): Ozeanversauerung – Die andere Seite des Klimawandels in der Schule.
- Werth, Stefan (1991): *Mensch – Chemie – Natur. Grundlegende Einstellungen von Lernenden und ihre Bedeutung*. Essen: Westarp-Wissenschaft.

Nachhaltig denken – umweltbewusst handeln

Dirk Schlagentweith (Karl-Kübel-Schule Bensheim)

Michael Schuhen (Universität Siegen)

Inga Janson (Evangelisches Gymnasium Siegen-Weidenau)

Susanne Schürkmann (Universität Siegen)

Problemstellung

Während sich die ökonomische Nachhaltigkeit vor allem auf zukunftsfähige finanzielle Modelle und auf das effiziente Haushalten mit Ressourcen konzentriert, beschäftigt sich die ökologische Nachhaltigkeit mit dem Schutz der Umwelt, um die Interessen gegenwärtiger und zukünftiger Generationen langfristig zu berücksichtigen und natürliche Ressourcen zu bewahren (vgl. UN 2005).

Im Sinne dieser Nachhaltigkeit hat sich in der Literatur der Begriff *sustainable lifestyle* gebildet. Er bezeichnet Verhaltens- und Konsummuster von Menschen, die Basisbedürfnisse erfüllen, eine bessere Lebensqualität generieren und zugleich den Verbrauch natürlicher Ressourcen und schädliche Emissionen über den Lebenszyklus hinweg minimieren. Ziel ist, den Bedürfnissen zukünftiger Generationen Genüge zu tun (vgl. Backhaus u.a. 2012).

Konkrete Beispiele für einen nachhaltigen Lebensstil sind die Reduzierung von weggeworfenen Lebensmitteln, die Vermeidung von Plastikmüll oder das Kaufen regionaler Produkte. Nachhaltige Verhaltens- und Konsummuster können die gesamten Lebensbereiche eines Konsumenten betreffen: seine Handlungen, seinen Besitz und alle Materialien bzw. Produkte, die dazu gehören. Der Begriff *Lifestyle* beinhaltet außerdem alle zum Konsum gehörenden Entscheidungen und Gewohnheiten und findet nicht nur im Kontext statt, sondern wird auch vom Kontext geprägt (vgl. Backhaus u. a. 2012). So findet Konsum im Kontext sozialer Beziehungen (etwa der Familien, der Wohngemeinschaft etc.) und Lebenssituationen

statt, die ihrerseits die Kaufentscheidungen und die Gelegenheiten, in denen gekauft, verbraucht oder weggeworfen wird, prägen (vgl. Verbraucherzentrale 2016).

Deshalb spielen der soziale Kontext und die Sozialisierung zum Konsumenten eine besondere Rolle und beeinflussen die Verhaltens- und Konsummuster. Untersuchungen zeigen, dass das Handeln im Sinne des nachhaltigen Konsums schon für erwachsene Konsumenten ein komplexes Thema ist, das umfangreiche Kompetenzen und Strategien erfordert (vgl. Farr-Wharton u.a. 2014; Fuentes 2014). Obwohl beispielsweise 30 % der britischen Konsumenten angeben, sehr besorgt um umweltbezogene Probleme zu sein, schaffen es wenige, entsprechende Handlungen daraus abzuleiten. Für diesen *Attitude-Behaviour-Gap* gibt es viele Einflussfaktoren wie Einkaufserfahrung, Wissen um umweltbezogene Problemfelder oder die *grünen Wertvorstellungen* (vgl. Young u.a. 2010). Die Deutschen, so eine weit verbreitete Annahme, sind im Durchschnitt umweltbewusster als die Bevölkerungen anderer Länder, d.h. der sogenannte *Attitude-Behaviour-Gap* ist deutlich geringer ausgeprägt. Internationale Vergleichserhebungen scheinen diese Tendenzaussage auch zu bestätigen. So lag Deutschland in international komparativen Umfragen der letzten Jahre meist in der Spitzengruppe der umweltbewusstesten Länder (vgl. Umweltbundesamt o.J.). Dies mag daran liegen, dass in keinem westlichen Industrieland Umweltängste so stark verbreitet sind wie in Deutschland. So halten zwei Drittel der deutschen Bevölkerung eine starke Zunahme von umweltbedingten Krankheiten für sehr wahrscheinlich, in den USA (45 %), Großbritannien (45 %), Australien (39 %) oder Holland (33 %) sieht man diese Entwicklung weit weniger dramatisch. Ähnliche Ergebnisse führt Kuckartz (1998) mit Blick auf die globale Klimaveränderung an.

Ziel der nachfolgenden Studie ist es, das Umweltbewusstsein von Schülerinnen und Schülern der Unterstufe und jugendlichen Schülerinnen und Schülern einer beruflichen Schule miteinander zu vergleichen, mit dem Ziel, Faktoren zu analysieren, die dafür verantwortlich sind, den *Attitude-Behaviour-Gap* möglichst gering ausfallen zu lassen.

Ein kurzer Forschungsüberblick

Bögeholz veröffentlichte 1999 eine Querschnittstudie zum Zusammenhang von Naturerfahrungen, Umweltwissen und Umwelthandeln bei Kindern und Jugendlichen. Dabei sollte der Einfluss von Naturerfahrungen zum einen auf das Umwelthandeln und zum anderen auf das Umweltwissen analysiert und die Beziehung zwischen Umweltwissen und Umwelthandeln aufgedeckt werden. Dabei zeigte sich, dass Mitglieder naturbezogener Gruppen deutlich häufiger über Naturerfahrungen berichteten als Nichtmitglieder. Diese *Natur-Aktiven* wiesen auch ein signifikant höheres Umweltwissen auf und verfügten über höhere Mittelwerte bei allen gemessenen Variablen des Umweltverhaltens. Ebenso konnte der Einfluss von Umweltwissen auf das Umwelthandeln nachgewiesen werden, jedoch ist dieser Effekt sehr gering. Es zeigte sich aber auch, dass das private Umfeld der Kinder (Eltern und Freunde) einen sehr starken Einfluss sowohl auf das indirekte als auch auf das direkte Umweltverhalten hat.

Gebauer (1994) untersucht die umweltbezogenen Einstellungen, die umweltorientierte Handlungsbereitschaft und das umweltrelevante Wissen in der Primarstufe. Er geht in seiner Studie der Frage nach, ob eine „gute“ schulische Umwelterziehung einen positiven Einfluss auf das Umweltbewusstsein von Grundschulkindern hat. Er kommt zu dem Schluss, dass schulische Umwelterziehung keinen Einfluss auf die Umwelteinstellungen sowie das umweltorientierte Handeln hat und nur teilweise auf das Umweltwissen wirkt. Als beeinflussend identifizierte er das Bildungsniveau des Elternhauses. So wirkt ein hoher Bildungsstand des Elternhauses positiv auf das umweltrelevante Wissen und Handeln der Kinder. Jedoch scheinen umweltorientierte Einstellungen unabhängig davon zu sein. Er kommt zu dem Schluss, dass Umweltwissen für das Umwelthandeln von größerer Bedeutung ist als umweltorientierte Einstellungen.

Diekmann und Preisendörfer veröffentlichten Studien (1992 und 1998) zur *Low-Cost-Hypothese* des Umweltverhaltens. In diesen Untersuchungen geht es vordergründig nicht um das Umweltbewusstsein, sondern um das individuelle, umweltorientierte Verhalten in alltäglichen Situationen. Mit Hilfe der *Low-Cost-Hypothese* wollen sie die Diskre-

panz zwischen umweltbewussten Einstellungen und umweltrelevanten Handlungen erklären. Dabei nehmen sie an, dass umweltrelevante Einstellungen am wahrscheinlichsten Einfluss auf das Umweltverhalten in Situationen haben, die mit geringen Kosten bzw. mit wenig Verhaltensaufwand verbunden sind. Es zeigt sich, dass das Umweltwissen lediglich in *Low-Cost*-Bereichen einen Einfluss auf das Umweltverhalten hat, in *High-Cost*-Bereichen wie beispielsweise Verkehr oder Energie zeigen sich keine signifikanten Effekte. Kritik hieran äußern De Haan und Kuckartz (1996), die infrage stellen, ob bei umweltorientiertem Verhalten überhaupt ein Entscheidungsprozess stattfindet. Viele Verhaltensweisen resultieren aus Gewohnheiten, denen keine Kosten-Nutzen-Abwägung vorausgeht, sondern andere irrationale Variablen. Sie halten die *Low-Cost*-Hypothese bei realen, monetären Kosten (z. B. Heizungskosten) für plausibel, doch je „weiter man sich vom finanziellen Bereich entfernt [...], desto kraftloser wird die Theorie“ (De Haan/Kuckartz 1996, 227).

Langeheine und Lehmann (1986a und b) gehen davon aus, dass das Konstrukt Umweltbewusstsein in mindestens drei Dimensionen differenziert werden muss: Umweltwissen, Umwelteinstellungen und Umwelthandeln/-verhalten. Sie stellen fest, dass das Ausbildungsniveau den bedeutendsten Einfluss auf das Umweltwissen hat. Je höher das Ausbildungsniveau, desto mehr wirkt es sich auf die umweltrelevanten Kenntnisse aus. Für die Umwelteinstellungen erweist sich der Einfluss der meisten unabhängigen Variablen als sehr schwach.

Ähnlich der hier angelegten Studie vergleichen Stachelscheid und Dzielas (2004) Schüler von Grundschulen mit Gymnasiasten mit dem Ziel, langfristige Faktoren zu analysieren, die auf das Umweltbewusstsein der Schüler einwirken und es ggf. verändern. Darin zeigte sich, dass die erhobenen Mittelwerte beim Verhalten mit dem Älterwerden der Schüler sinken.

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass Umweltwissen als kognitive Dimension des Umweltbewusstseins in allen Studien gesehen wird und das umweltgerechte Verhalten darin einfließt. Somit kann man ein erhöhtes umweltgerechtes Verhalten von den Menschen erwarten, die über genügend Wissen zu Umweltzusammenhängen verfügen. Denn erst durch dieses Wissen kann man die Auswirkungen von umweltschäd-

lichem Verhalten erkennen, einsehen und dementsprechend sein Verhalten anpassen.

Die in vielen Studien diskutierte affektive Dimension des Umweltbewusstseins ist die Umwelteinstellung. Dazu zählen allgemeine Orientierungen, Sichtweisen und Handlungsbereitschaften eines Individuums zu umweltrelevanten Themen wie beispielsweise Energieverbrauch, Abfalltrennung/-vermeidung oder Konsum.



Abb. 1: Dimensionen des Umweltbewusstseins (eigene Darstellung in Anlehnung an De Haan/Kuckartz 1996, 103f.)

Das Umweltverhalten stellt letztlich die konative Dimension des Umweltbewusstseins dar, also das sichtbare umweltrelevante Verhalten eines Individuums in Alltagssituationen. Umweltgerechtes bzw. umweltfreundliches Verhalten liegt dann vor, wenn bewusst oder unbewusst aus unterschiedlichen Verhaltensalternativen diejenige gewählt wird, welche die ökologische Umwelt weniger schädigt oder sogar verbessert.

Studiendesign

Um das Umweltbewusstsein von Schülerinnen und Schülern zu untersuchen, wurde ein papierbasierter, standardisierter Fragebogen mit insgesamt 80 Items konstruiert. Dazu wurde das zu untersuchende Konstrukt „Umweltbewusstsein“ in Umwelteinstellung, Umweltverhalten und

Umweltwissen untergliedert. Inhaltlich behandeln die dargestellten Situationen vornehmlich die Umweltbereiche Energie (z. B. Strom, Wasser), Abfall (z.B. Recycling, Essensreste, Kleidung) und Konsum (z. B. Mehrfachverpackungen, Bioprodukte).

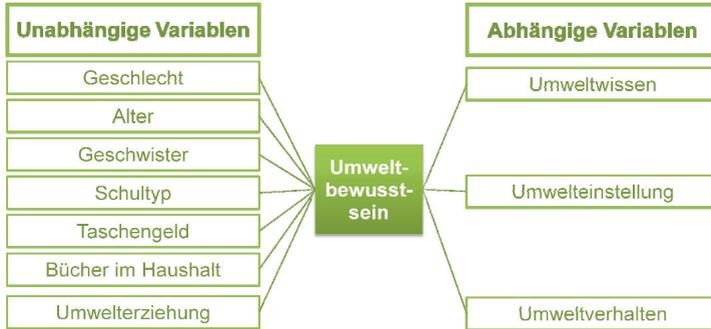


Abb. 2: Messmodell zum Umweltbewusstsein (eigene Darstellung)

Um die einzelnen erhobenen Komponenten miteinander vergleichen zu können, werden die Items bei der Umwelteinrichtung, dem Umweltverhalten und der Umweltherziehung gespiegelt. Die Items zur Umwelteinrichtung wurden den Studien von Bögeholz (1999), Lude (2001), Gebauer (1994) und Schahn (2014) entnommen, ebenfalls wurde auf Items zum Umweltwissen und zur Umweltherziehung aus diesen Studien zurückgegriffen. Da jedoch einige der Studien bereits veraltet und somit unpassend waren oder sich an Erwachsene richteten, wurden insbesondere zum Umweltbewusstsein weitere Items entwickelt, die zu den Kontexten, in denen später das Umweltverhalten getestet werden sollte, passten.

Der Fragebogen wurde mit Hilfe der *Think-Aloud*-Methode in einem Pretest mit drei Schülerinnen und Schülern auf Verständlichkeit und mögliche Interpretationen der Schüler getestet und für die Hauptuntersuchung dahingehend überarbeitet. In diesem Zusammenhang entstand auch die Bebilderung der Fragen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 103 Schülerinnen und Schüler der fünften und sechsten Klassen eines Gymnasiums sowie 78 Schülerinnen und Schüler einer beruflichen Schule (Schulform Fachoberschule) getestet. Die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II bewegen sich in einem Alterskorridor zwischen 17 und 19 Jahren, die der Unterstufe sind zwischen 10 und 13 Jahren alt. Zusammengesetzt ist die Gruppe aus 63 % weiblichen Schülerinnen und 37 % männlichen Schülern. Tabelle 1 bietet einen kompakten Überblick der Ergebnisse.

Generell ist festzuhalten, dass eine Diskrepanz zwischen Umwelteinstellung und Umweltverhalten vorliegt. Dies zeigt sich sowohl in den Ergebnissen bei Schülerinnen und Schülern der Unterstufe als auch der Oberstufe. Bei den befragten Schülerinnen und Schülern der Unterstufe zeigen sich die größten Abweichungen bei den unabhängigen Variablen Alter, Anzahl der Geschwister und der sozioökonomischen Herkunft. Dagegen ist die Abweichung beim Geschlecht und der Umwelterziehung eher gering. Schüler der Oberstufe zeigen ein ähnliches Ergebnis bei der Umwelterziehung. Das Alter sowie das Geschlecht zeigen ebenso geringe Abweichungen an. Große Abweichungen sind bei der Geschwisteranzahl und der sozioökonomischen Herkunft festzuhalten. Über beide Altersgruppen hinweg zeigt sich, dass Jugendliche und junge Erwachsene zwar eine umweltbewusste Einstellung besitzen, diese jedoch in ihrem täglichen Umweltverhalten nur bedingt praktizieren. Zurückführen lässt sich die Abweichung ggf. durch die fehlenden Möglichkeiten in der Realität (z.B. Mülltrennung im Klassenzimmer), dem Gewohnheitsverhalten oder den Alltagsroutinen. Insbesondere die beiden letzten Faktoren könnten eine Erklärung für die insgesamt geringen Werte der Oberstufenschülerinnen und -schüler liefern, da sie über sämtliche Variablen hinweg geringere Prozentsätze erreichen.

Das umweltrelevante Wissen wird in beiden Altersgruppen durch die sozioökonomische Herkunft am meisten beeinflusst. Hier ist die größte Differenz zu beobachten. Bei Schülerinnen und Schülern der Unterstufe folgen in absteigender Reihenfolge die Anzahl der Geschwister, das Alter und die Umwelterziehung. Keinen nennenswerten Einfluss auf das Umweltwissen hat das Geschlecht. Bei Schülerinnen und Schülern der

			Durchschnittlich erreichte Punktzahl im Bereich Einstellung		Durchschnittlich erreichte Punktzahl im Bereich Verhalten		Durchschnittlich erreichte Punktzahl im Bereich Wissen	
Schulform			Unter- stufe	Ober- stufe	Unter- stufe	Ober- stufe	Unter- stufe	Ober- stufe
Geschlecht	Jungen		71,1%	66,8%	66,0%	61,1%	50,0%	60,4%
	Mädchen		82,5%	74,2%	77,0%	67,8%	51,8%	66,3%
Spanne			11,4%	7,4%	11,0%	6,7%	1,8%	5,9%
Alter	10 J.	17 J.	80,3%	63,2%	74,4%	58,7%	47,2%	67,5%
	11 J.	18 J.	78,3%	59,9%	72,3%	53,6%	55,3%	67,1%
	12 J.	19 J.	68,6%	53,1%	68,6%	48,8%	50,4%	68,8%
Spanne			11,7%	10,1%	5,8%	9,9%	8,1%	1,3%
Sozioökonomische Herkunft	Mehr als 200 Bücher		86,3%	91,7%	78,5%	85,6%	55,7%	65,5%
	Genug Bücher, um drei Regale zu füllen		76,8%	81,9%	70,6%	77,2%	48,9%	63,8%
	Genug Bücher, um ein Regal zu füllen		7**6,3%	73,5%	72,3%	69,5%	52,5%	64,1%
	Genug Bücher, um ein Regalbrett zu füllen		64,0%	67,1%	61,1%	64,1%	46,1%	58,7%
	Keine oder sehr wenige Bücher		60,9%	64,4%	72,0%	63,6%	40,7%	53,7%
Spanne			25,4%	27,3%	17,4%	22,0%	15,0%	11,8%
Anzahl der Geschwister	0		70,6%	71,2%	70,8%	69,7%	55,1%	56,2%
	1		74,7%	76,1%	71,5%	74,1%	49,6%	59,7%
	2		82,1%	81,6%	75,0%	76,0%	55,3%	61,3%
	3		82,9%	85,3%	73,2%	77,9%	47,8%	55,6%
	4 oder mehr		82,3%	84,8%	70,7%	73,5%	46,7%	55,1%

	4 oder mehr	82,3%	84,8%	70,7%	73,5%	46,7%	55,1%
Spanne		12,3%	14,1%	4,3%	8,2%	8,4%	6,2%
Umwelterziehung	Stark ausgeprägt	87,1%	85,5%	81,1%	82,3%	53,2%	63,6%
	Normal ausgeprägt	73,8%	76,4%	68,9%	72,1%	50,8%	61,3%
	Wenig ausgeprägt	57,6%	49,1%	54,0%	45,8%	46,6%	56,4%
Spanne		29,5%	36,4%	27,1%	36,5%	6,6%	7,2%

Tab. 1: Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse der Unterstufe im Vergleich zur Oberstufe

Oberstufe wird das Wissen durch die Umwelterziehung, die Geschwisteranzahl und das Geschlecht beeinflusst. Zu vernachlässigen ist dagegen die Variable Alter. Interessant ist bei diesen Ergebnissen der unterschiedlich starke Einfluss auf das Umweltwissen in den jeweiligen Altersgruppen. Die jüngeren Befragten werden in ihrem Wissen noch durch ihre Geschwister, die Erziehenden (Lehrer und Eltern) und allgemein durch ihr steigendes Alter beeinflusst. Dagegen spielt bei den älteren Befragten das Alter keine wesentliche Rolle mehr. Die Erziehung (z. B. über Unterrichtsinhalte) sowie die Geschwister bleiben bedeutsam, wenn auch in einer veränderten Folge. Wie in anderen Erhebungen auch, ist die Herkunft grundlegend für das Wissen, hier speziell für das Umweltwissen. Die befragten Altersgruppen ändern an diesem Phänomen wenig, auch wenn der Einfluss innerhalb der Oberstufe etwas geringer ausfällt.

Betrachtet man im Folgenden die unabhängigen Variablen, so hat das Geschlecht keinen wesentlichen Einfluss auf das Umweltwissen der Probanden. Lediglich bei der älteren Altersgruppe zeigt sich eine Diskrepanz zwischen Jungen und Mädchen. Allerdings können die Werte insbesondere bei den Jungen auf ein ggf. geringeres Interesse an der Thematik oder an Schule allgemein zurückgeführt werden. Über alle Altersgruppen hinweg ist die umweltorientierte Einstellung bei den Probandinnen aus-

geprägter und zeigt sich auch in einem umweltrelevanteren Verhalten. Eine Ursache für diesen prägnanten Unterschied könnte eine höhere Sensibilität und Emotionalität der Mädchen sein. Womöglich sind ihnen die Umweltproblematik und deren Ursachen bewusster, wodurch sie umweltfreundlicher handeln.

Das Umweltwissen steigt mit dem Alter der Schülerinnen und Schüler, die Umwelteinstellungen und das Umweltverhalten hingegen sinken. Der Effekt des Umweltwissens könnte auf die Behandlung umweltrelevanter Themen im Unterricht zurückzuführen sein. D.h., mit zunehmender Jahrgangsstufe nimmt das erlernte Wissen zu. In gleichem Maße festigt sich auch die Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler. Dies ist ein Prozess, welcher sich durch Abgrenzung erwünschten oder etablierten Verhaltens in der Öffentlichkeit oder gegenüber Autoritätspersonen zeigt. Eine Möglichkeit der Provokation kann das entgegengesetzte Umweltverhalten bzw. die entgegengesetzte Umwelteinstellung sein.

Mit Blick auf die sozioökonomische Herkunft ist bei den drei Komponenten Einstellung, Verhalten und Wissen eine Tendenz zu erkennen: Je niedriger die sozioökonomische Herkunft, desto niedriger ist die umweltorientierte Einstellung, das umweltorientierte Verhalten (jedoch nur bei den Oberstufenschülerinnen und -schülern) und das umweltorientierte Wissen. Beim Umweltverhalten jüngerer Schülerinnen und Schüler konnte keine Tendenz festgestellt werden. Der Rückgang der Werte bei sämtlichen Komponenten kann auf den Bildungsstand der Eltern zurückgeführt werden. Bürger mit höherer Bildung setzen sich verstärkt mit der Umweltproblematik auseinander und geben dieses Wissen an ihre Kinder weiter. Dieser Wissensvorsprung zeigt sich dann auch bei den älteren Befragten wieder und in noch ausgeprägterem Umfang. Auffallend ist ebenso, dass die Befragten über Altersgruppen hinweg mit niedriger sozioökonomischer Herkunft eine geringere umweltorientierte Einstellung aufweisen, sich aber umweltfreundlicher verhalten als Befragte mit einem höheren sozioökonomischen Status. Die Deutung dieses Befundes kann nicht abschließend erfolgen, jedoch kann vermutet werden, dass das umweltfreundlichere Verhalten auf begrenzte Haushaltsbudgets zurückzuführen ist.

Die Anzahl der Geschwister lässt keine eindeutige Tendenz bei umweltrelevanter Einstellung, umweltrelevanten Verhalten und umwelt-

relevanten Wissen zu. Somit kann kein Zusammenhang zwischen zunehmender Geschwisterzahl und den Einstellungen, dem gezeigten Verhalten oder dem Wissen angenommen werden. Durchschnittlich zeigt sich dagegen bei der Anzahl von zwei Geschwistern das größte Umweltwissen (Ausnahme Einstellung), das umweltfreundlichste Verhalten und die höchste Umwelteinstellung. Diese Erkenntnisse unterscheiden sich nicht in den getesteten Altersgruppen.

Einen wesentlichen Einfluss zeigt die Umwelterziehung auf die beiden Komponenten Umweltverhalten und Umwelteinstellungen. Nur beim Umweltwissen ist der Effekt weniger stark ausgeprägt. Diese Aussage trifft auf beide befragten Altersgruppen zu, auch wenn der Effekt bei den älteren Schülerinnen und Schülern geringer ausfällt. Innerhalb der Komponenten ist eine fallende Tendenz erkennbar, womit die hohen Spannen zu erklären sind (Ausnahme Umweltwissen). Je ausgeprägter die Umwelterziehung, desto höher sind die drei Komponenten des Umweltbewusstseins.

Fazit

Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Umweltbewusstsein von Schülerinnen und Schülern der Unter- und Oberstufe, wobei mit Hilfe eines Fragebogens die drei Umweltbewusstseinskomponenten Umwelteinstellung, Umweltverhalten und Umweltwissen erhoben wurden.

Die untersuchten Altersgruppen weisen für sich gesehen Diskrepanzen zwischen ihrer Umwelteinstellung und dem Umweltverhalten aus. Schülerinnen und Schüler der Unterstufe erzielen deutlich höhere Werte im Bereich der Einstellungen als die Oberstufenschülerinnen und -schüler, die hingegen über deutlich mehr Wissen verfügen. Betrachtet man das Verhalten, sind sie jedoch den Unterstufenschülerinnen und -schülern unterlegen. Es zeigt sich, dass der eingangs erwähnte *Attitude-Behaviour-Gap* einem Wandel unterworfen ist: Mit dem Älterwerden der Schülerinnen und Schüler sind die Umwelteinstellungen und das Umweltverhalten in dieser Studie schwächer ausgeprägt. Offen bleibt an dieser Stelle die Frage, wann im Verlauf ihrer Ontogenese die Deutschen wieder umweltbewusster werden.

Ebenfalls zeigt sich, dass eine höhere umweltbewusste Einstellung auch zu umweltfreundlicherem Verhalten führt. Dies zeigt sich sowohl in der Gruppe der Unterstufen- als auch der Gruppe der Oberstufenschülerinnen und -schüler. Somit scheint eine wertbezogene Umweltbildung erfolgsversprechend zu sein.

Lenkt man den Blick auf die unabhängigen Variablen, ist zwischen den befragten Altersgruppen grundsätzlich keine Verschiebung der Ergebnisse zu erkennen. Einzig der über alle Variablen abnehmende Einfluss bei den älteren Befragten ist sichtbar. Wahrscheinlichste Erklärung hierfür ist das Alter selbst, insbesondere bei der Gruppe der 17 bis 19-Jährigen. Die Bedeutung und Relevanz der Thematik Umweltbewusstsein tritt gegenüber anderen Themen, wie z. B. Konsum oder Mode, so der diese Studie begleitende Lehrer, in den Hintergrund.

Literatur

- Backhaus, Julia u.a. (2012): Sustainable Lifestyles: today's facts and tomorrow's trends. D1.1_Baseline_Report. UNEP/Wuppertal Institute Collaborating; Centre on Sustainable Consumption and Production.
- Bögeholz, Susanne (1999): Qualitäten primärer Naturerfahrung und ihr Zusammenhang mit Umweltwissen und Umwelthandeln. Opladen: Leske und Budrich.
- De Haan, Gerhard/Kuckartz, Udo (1996): Umweltbewußtsein. Denken und Handeln in Umweltkrisen. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Diekmann, Andreas/Preisendörfer, Peter (1992): Persönliches Umweltverhalten. Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Jahrgang 44, H. 2, 226-251.
- Diekmann, Andreas/Preisendörfer, Peter (1998): Umweltbewußtsein und Umweltverhalten in Low- und High-Cost-Situationen. Eine empirische Überprüfung der Low-Cost-Hypothese. In: Zeitschrift für Soziologie, Jahrgang 27, H. 6, 438-453.
- Farr-Wharton, Jeremy u.a. (2014): Identifying factors that promote consumer behaviours causing expired domestic food waste. In: Journal of Consumer Behaviour, Jahrgang 13, H. 6, 393-402.
- Fuentes, Christian (2014): Managing green complexities: consumers' strategies and techniques for greener shopping. In: International Journal of Consumer Studies, Jahrgang 38, H. 5, 485-492.

- Gebauer, Michael (1994): Kind und Umwelt. Ergebnisse einer empirischen Studie zum Umweltbewusstsein von Grundschulern. Frankfurt a. M.: Peter Lang.
- Kuckartz, Udo (1998): Umweltbewusstsein und Umweltverhalten. Berlin: Springer.
- Langeheine, Rolf/Lehmann, Jürgen (1986a): Die Bedeutung der Erziehung für das Umweltbewusstsein. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
- Langeheine, Rolf/Lehmann, Jürgen (1986b): Ein neuer Blick auf die soziale Basis des Umweltbewusstseins. In: Zeitschrift für Soziologie, Jahrgang 15, H. 5, 378-384.
- Lude, Armin (2001): Naturerfahrung und Naturschutzbewusstsein. Eine empirische Studie. Innsbruck u. a.: Studienverlag.
- Schahn, Joachim (2014): Skalensystem zur Erfassung des Umweltbewusstseins, 3. Version (SEU3). In: Daniel Danner/Angelika Glöckner-Rist (Hrsg.): Die Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen. Mannheim: GESIS.
- Stachelscheid, Karin/Dziewas, Annemarie (2004): Einstellungen und Verhalten von Kindern und Jugendlichen im Umweltbereich. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, Jahrgang 57, H. 5, 296-305.
- Umweltbundesamt (o.J.): Das Umweltbewusstsein in Deutschland, <http://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/umweltbewusstsein-umweltverhalten#textpart-1> (01.12.2016).
- UN (United Nations) (2005): Resolution adopted by the General Assembly. 60/1. 2005 World Summit Outcome, <http://www.un.org/womenwatch/ods/ARES-60-1-E.pdf> (05.11.2016).
- Verbraucherzentrale (2016): Geschlossener Call: „Pack ein, schmeiß' weg“? Wegwerfkultur und Wertschätzung von Konsumgütern, <https://www.verbraucherzentrale.nrw/kvf-ws8-cfp> (05.11.2016).
- Young, William u.a. (2010): Sustainable Consumption: Green Consumer Behaviour when Purchasing Products. In: Sustainable Development, Jahrgang 18, H. 2, 20-31.

Wie entsteht Technikmündigkeit?

Zur Bedeutung eines technisch orientierten Vaters
als *Role Model* für die Ausbildung von Technikmündigkeit

Marianne Langstrof (Universität Siegen)

Abstract

Obwohl Technikmündigkeit für nachhaltiges Handeln unbestritten wichtig ist, wird das Thema im Nachhaltigkeitsdiskurs kaum behandelt. Die Forschung gibt darüber hinaus wenig Aufschluss über sozialisatorische Entstehungsbedingungen von Technikmündigkeit. Diese jedoch zu berücksichtigen, könnte für eine Nachhaltigkeitsdidaktik, die einen reflektierten Umgang mit Technik fördern möchte, von großem Gewinn sein.

Um besser zu verstehen, wie Technikmündigkeit zustande kommt, befragte vorliegende Studie angehende Erziehende, die bekanntlich einen hohen Einfluss auf Kinder ausüben, nach ihrer Grundhaltung zu Technik, ihren Technikkompetenzen und dem Vorbildcharakter ihrer Eltern im Bereich Technik. Die Daten wurden durch schriftliche Fragebögen erhoben und zunächst mit einer Mittelwerts-Analyse ausgewertet. Durch eine CART-Analyse wurde daraufhin gemessen, ob eher das Geschlecht, der technischer Beruf der Mutter oder des Vaters die Ausbildung von Technikmündigkeit am stärksten begünstigte. Zentrales Ergebnis ist, dass bei den Befragten ein Vater in technischem Beruf die Ausbildung von Technikmündigkeit signifikant positiver beeinflusst als eine technisch orientierte Mutter und dies in den meisten Fällen auch unabhängig vom Geschlecht des Kindes. Eine stärkere Einbeziehung technisch orientierter Väter in didaktische Konzepte zu Nachhaltigkeit könnte Mädchen genauso wie Jungen folglich darin unterstützen, sich dem Thema Technik positiv aufgeschlossen und wissbegierig, aber auch wachsam zu nähern.

Einleitung

Angesichts der enormen Zunahme technischer Anwendungen für alle Lebensbereiche ist die Fähigkeit, eine Technik soweit nachvollziehen und reflektieren zu können, dass man in der Lage ist, ihren Sinn, ihre Brauchbarkeit und ihre Folgen zu beurteilen und daraus Konsequenzen zu ziehen, die sogenannte Technikmündigkeit, von unschätzbarem Wert für die moderne Gesellschaft. Nach Kants Maxime der Aufklärung, jederzeit selbst zu denken, entscheidet ein freier und zu Mündigkeit erzogener Mensch entsprechend stets selbst, ob eine bestimmte Technik zu nutzen für ihn sinnvoll ist und übernimmt nicht blind jede neue Technik, die der Markt, der Arbeitgeber oder die Mitbürger vorgeben. Für die Entwicklung einer solchen Technikmündigkeit bedarf es einer systematischen technischen Bildung in Deutschland. Sie beinhaltet nach den Erziehungswissenschaftlern Hans-Peter von Wensierski und Jüte-Sophia Siegeneger, die 2015 eine umfangreiche Studie zu diesem Thema durchgeführt haben, die reflexive Auseinandersetzung mit Technik und technischem Handeln sowie „die Erziehung und Bildung des mündigen Individuums im Kontext der Anforderungen und Chancen einer technischen Zivilisation“ (von Wensierski/Siegeneger 2015, 29).

Im Nachhaltigkeitsdiskurs ist jedoch eine merkwürdige Vernachlässigung des Themas Technik zu konstatieren (vgl. Banse 2003, 685). So sagt das weit verbreitete und anerkannte Drei-Säulen-Modell der nachhaltigen Entwicklung aus, dass diese nur durch das gleichzeitige und gleichberechtigte Umsetzen von umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen erreicht werden kann. (vgl. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages 2004). Von technischen Zielen wird jedoch nicht gesprochen.

Für nachhaltiges Handeln ist allerdings entscheidend, wie Technik in der Gesellschaft eingesetzt und genutzt wird: erzeugt sie doch heutige Nachhaltigkeits-Probleme genauso wie sie auch technische Lösungen für Nachhaltigkeit birgt. Analog dazu kann Technik auch in der Nachhaltigkeits-Didaktik nicht einfach ausgeblendet werden (vgl. Abb. 1): Statt das Thema – wie bisher in deutschen Schulen geschehen – stiefmütterlich zu behandeln, indem man es auf technische Anwendungskompetenzen bzw. eine reine Fachkräfte-Ausbildung didaktisch verengt (vgl.

Wie entsteht Technikmündigkeit?

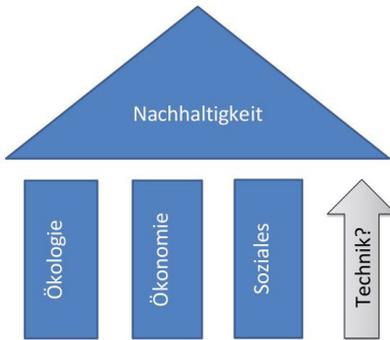


Abb. 1: Technik und Nachhaltigkeit
(Quelle: eigene Darstellung)

von Wensierski/Siegeneger 2015) oder überkritisch beleuchtet (vgl. Maxeiner/Miersch 2014, 234f.), benötigt eine moderne Technikdidaktik beides: Eine Kombination aus Technik-Basiswissen und eine Fähigkeit zur reflexiven Technikfolgeabschätzung. Es geht dann nicht nur um die Vorbereitung auf einen technischen Beruf oder auf ein technisches Studium zur Abdeckung des Fachkräftebedarfs eines spezifischen Industriesektors oder um Schwarzmalerei gegenüber allem Technischem,

sondern um das Erlernen eines verantwortungsvollen Umgangs mit Technik, der für alle Gesellschaftsmitglieder als Technikkonsumenten wichtig ist. Die Technikmündigkeit als wichtige Schlüsselqualifikation für nachhaltiges Handeln sollte deshalb schon von Kindheit an durch eine Erziehung zu Technikmündigkeit vermittelt werden. Bisher ist jedoch kaum erforscht, ob und wie wir sie erlangen.

Als ersten Schritt für eine dahin gehende Grundlagenforschung nahm vorliegende Studie Entstehung und Ausprägung der Technikhaltung und -mündigkeit von angehenden Erzieherinnen und Erziehern des Kreises Siegen-Wittgenstein in den Blick. Ziel war es, in Erfahrung zu bringen, welche Grundhaltung sie zu Technik haben, welche Sozialisationsbedingungen zu dieser führten und welche Faktoren ihre Technikmündigkeit förderten. Die Gruppe schien für diese Thematik nicht nur aufgrund ihrer großen Einflussnahme auf Kinder im Sozialisationsprozess interessant, sondern auch deshalb, weil sie im Gegensatz zu technischen Berufsgruppen einen besonders hohen Frauenanteil aufweist. Da der Forschungsstand eine Benachteiligung von Frauen in Bezug auf Technikförderung konstatiert, wurde bei allen Fragen untersucht, ob und inwiefern die Befragten auch in Bezug auf die Ausbildung von Technikmündigkeit geschlechtsspezifisch sozialisiert wurden. Da in der Praxis weibliche *Role Models* im technischen Bereich für Mädchen und Frauen stark gefordert

werden, erschien es zudem wichtig nachzuprüfen, ob ein elterliches *Role Model* mit gleichem Geschlecht grundsätzlich effektivere Ergebnisse erzielt als eines mit ungleichem Geschlecht. Konkret wurde per Regressionsanalyse getestet, welchen Einfluss ein technischer Beruf des Vaters bzw. der Mutter auf die Technikmündigkeit der Töchter und Söhne hatte.

Im ersten Teil (1) wird der Forschungsstand zu Techniksozialisation (1.1) sowie das methodische Vorgehen (1.2) näher erläutert. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt (2). Die Fragen konzentrierten sich darauf, welche generelle Einstellung angehende Erziehende gegenüber Technik aufweisen (2.1), welche technischen Einzelkompetenzen sie haben (2.2) und inwiefern ihre Eltern ihnen als Vorbild im Bereich Technik dienten (2.3). In Anbetracht der Untersuchungsergebnisse wird abschließend die Rolle von technisch orientierten Vätern zur Förderung von Technikmündigkeit diskutiert (3).

1. Forschungsstand und Methode

1.1 Forschungsstand zur Soziologie der Techniksozialisation

Wer sich mit Techniksozialisation beschäftigt, sucht Antworten auf die Frage, durch welche gesellschaftlichen Einflüsse Menschen eine bestimmte, möglicherweise kaum mehr veränderbare Grundhaltung zu Technik bekommen: Welche Sozialisationsbedingungen führen dazu, dass manche Menschen eher eine bejahende Einstellung gegenüber Technik aufweisen, sich für technische Innovationen begeistern lassen und eine tendenziell positive Einschätzung gegenüber der eigenen Technikkompetenz haben, während andere eine eher ablehnende Einstellung gegenüber Technik zeigen, neuen technischen Entwicklungen ängstlich gegenüber stehen und sich selbst im Bereich Technik wenig zutrauen. Dieses soziale Erlernen von Technikinteresse oder -desinteresse findet in den unterschiedlichen Sozialisationsinstanzen statt (im Elternhaus, in der Peer-Group, im Kindergarten, in der Schule usw.), und hängt quer zu diesen Bereichen insbesondere von der Geschlechtszugehörigkeit des Einzelnen ab. Hinsichtlich des zunehmenden Technik-Einflusses auf unsere gesamte Lebenswelt liegt es nahe, die Grundhaltung der Gesellschaftsmitglieder zu Technik näher zu untersuchen.

Die Soziologie der Techniksozialisation steckt jedoch noch in ihren Kinderschuhen; wissenschaftliche Abhandlungen zur Entstehung und Entwicklung von Technikeinstellungen finden sich kaum. Von Wensierski und Siegeneger sehen hinsichtlich dieser Lücke im Forschungsstand einen Zusammenhang zwischen einem gewissen allgemeinen Desinteresse der Soziologie am Thema Technik und der Gleichgültigkeit der wenigen Technik-Soziologinnen und -Soziologen am Verhältnis von Individuum und Technik. „Die Technikvergessenheit der Soziologie“ korrespondiere mit der „Subjektvergessenheit der Techniksoziologie“ (von Wensierski/Siegeneger 2015, 14). So werde in dem recht kleinen Sektor Techniksoziologie Technik meist gegenstandsbezogen behandelt und die handlungstheoretische Perspektive stark vernachlässigt: Die einen analysierten Technik vor allem makrosoziologisch etwa als soziotechnisches System (vgl. z.B. Ropohl 2009), bei anderen, etwa Vertretern der Akteur-Netzwerk-Theorie, sei ein Hang zur Mystifizierung von Technik durch die Beschäftigung mit der Frage zu beobachten, ob auch Maschinen miteinander oder mit Menschen kommunizieren und hierbei sozialen Sinn produzieren könnten (vgl. z.B. Rammert 2007). Das technisch handelnde Subjekt kommt in der Techniksoziologie – so Wensierskis und Siegenegers Befund – oft zu kurz. Aus diesem Grund halten sie es geradezu für symptomatisch, dass noch kein einziges Buch zum Thema Techniksozialisation auf dem Markt ist (vgl. von Wensierski/Siegeneger 2015, 11ff.).

In einem Bereich der Techniksozialisation gibt es jedoch eine beachtliche Reihe an Forschungen: In der Gendersoziologie fokussieren viele Untersuchungen die Frage, inwiefern Frauen anders an Technik herangeführt werden als Männer. Das ist auch wenig erstaunlich, ist Technik doch eines der beliebtesten Streitthemen bei der Frage, ob eine spezifische Fähigkeit bei Frauen und bei Männern angeboren oder gelernt ist. Soziologische Ergebnisse hierauf abzielender Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Negative Fremderwartungen gegenüber Mädchen und Technik vonseiten der Eltern, der Erziehenden, der Peer-Group und der Lehrkräfte sowie eine Bekräftigung durch die Medien, dass Frauen und Technik nicht zusammenpassen, übertragen sich häufig auf die Selbstwahrnehmung der Mädchen. Dies führt bei ihnen spätestens ab der Pubertät verbreitet zu einer negativen Haltung gegenüber Technik, die sich dann im geringen Frauenanteil von technischen Studiengängen und

Berufen widerspiegelt.¹ Die skizzierten Forschungsergebnisse beziehen sich stark auf Bedingungen für schulische Leistungen im MINT-Bereich sowie eine geschlechtsspezifische Studien- und Berufswahl. Auf die möglicherweise ebenfalls stark geschlechtsspezifischen Entstehungsbedingungen von Technikmündigkeit, die für nachhaltiges Handeln in allen Lebensbereichen zunehmend wichtig wird und weit über gute Noten in MINT-Fächern und der erhofften stillen Reserve technisch talentierter Frauen in der Industrie hinausgeht, gehen jedoch wenige Studien ein.

1.2 Methodisches Vorgehen

Für die Untersuchung wurden im Mai/Juni 2016 in vier Schulklassen des Berufskollegs Allgemeingewerbe, Hauswirtschaft und Sozialpädagogik (AHS) des Kreises Siegen-Wittgenstein 90 angehende Erzieherinnen und Erzieher mittels schriftlicher Fragebögen befragt. Die befragten Auszubildenden kamen aus jeweils zwei 11. und 12. Klassen. Die 11. Jahrgangsstufe befand sich im ersten Ausbildungsjahr im Bildungsgang Fachschule für Sozialpädagogik (Ausbildung zum staatlich anerkannten Erziehenden ohne Abitur), die 12. Jahrgangsstufe im zweiten Ausbildungsjahr im Beruflichen Gymnasium (Ausbildung zum staatlich anerkannten Erziehenden mit Abitur). Für die Befragungen der Klassen wurde jeweils eine Schulstunde zur Verfügung gestellt, in der alle anwesenden Schülerinnen und Schüler den ausgeteilten Fragebogen freiwillig ausfüllten. Die Lehrkräfte hatten die Schulklassen vorab kurz auf das Anliegen aufmerksam gemacht. Die Projektleitung erklärte vor Ort den Hintergrund der Befragung und stand die gesamte Schulstunde für Rückfragen zur Verfügung. Eine Klassenlehrerin schickte vier weitere ausgefüllte Fragebogen von bei der offiziellen Befragung abwesenden Auszubildenden nach, so dass zur Auswertung insgesamt 94 Fragebogen zur Verfügung standen.

Der Fragebogen bestand aus drei Teilen: aus Fragen zu soziodemographischen Daten, einem geschlossenen und einem offenen Fragebogen-

1 Einen guten Überblick zu den Bedingungen für Frauen in MINT-Bereichen in den unterschiedlichen Sozialisationsinstanzen liefern z. B. Solga/Pfahl 2009 und Stöger u. a. 2012; bzgl. geschlechtsspezifischer mathematischer Schulleistungen sei insbesondere auf Else-Quest u. a. 2010 und Fennema u. a. 1990, bzgl. geschlechtsspezifischer Studien- und Berufsbedingungen im MINT-Bereich besonders auf Erlemann 2002 und Janshen/Rudolph 1990 verwiesen.

teil. Der vorliegende Artikel konzentriert sich auf die Ergebnisdarstellung des geschlossenen Fragebogeneils, konkret auf die beiden ersten von insgesamt vier Likert-Skalen sowie zwei Fragen mit jeweils vier ankreuzbaren Antwortmöglichkeiten und somit auf die quantitative Auswertung von insgesamt 35 Fragen. Die vierstufigen Likert-Skalen beinhalteten die Antwortmöglichkeiten: trifft voll zu (1), trifft eher zu (2), trifft eher nicht zu (3), trifft gar nicht zu (4) mit 33 Aussagen, die die Schülerinnen und Schüler hinsichtlich persönlicher Zustimmung bewerteten. Analysiert wurden die allgemeine Einstellung zu Technik, die technischen Einzelkompetenzen der Befragten und der Einfluss der Eltern auf das Technikinteresse der Befragten.

Zu allen Fragen wurde der Mittelwert der Antworten ermittelt, um von der Technikeinstellung und -mündigkeit der angehenden Erziehenden ein Bild zu bekommen. Der Lesbarkeit halber wurden alle Zahlen auf die erste Stelle hinter dem Komma aufgerundet. Ließen Auszubildende bestimmte Fragen aus, wurden sie aus dem Mittelwert der jeweiligen Frage herausgerechnet. Durch eine CART-Analyse (Classification and Regression Tree, Breiman u. a. 1984) wurde getestet, ob die Faktoren Geschlecht, technischer Beruf des Vaters und technischer Beruf der Mutter die Einstellung zu Technik der Befragten signifikant beeinflussten und welche Faktorengewichtung dabei jeweils vorlag.² Dieses Analyseverfahren hat den Vorteil, im Gegensatz zu z. B. t-tests keinerlei a priori Annahmen bezüglich des zugrundeliegenden Datensatzes zu machen, sowie Faktoreninteraktionen automatisch in Betracht zu ziehen (vgl. Mendoza-Denton u.a. 2003, 128-129).

2. Ergebnisdarstellung

2.1 Allgemeine Technikeinstellung

Zunächst blicken wir auf die allgemeine Technikeinstellung der angehenden Erziehenden: den Affektivitätsgrad gegenüber Technik, die Einstellung zu technischem Fortschritt und die Einschätzung der eigenen technischen Begabung.

2 Von den 94 befragten Erziehenden waren acht männlich, sieben hatten Mütter in technischem Beruf und 44 Väter in technischem Beruf.

59,1% der Erziehenden schätzen sich als pragmatisch gegenüber Technik ein, 23,7% wiesen eine gleichgültige und 17,2% eine sehr positive Technikeinstellung auf. Keiner der Befragten gab an, Technik gegenüber ablehnend eingestellt zu sein. Die meisten neigen folglich nicht zu Technikbegeisterung, sehen aber anscheinend einen Gewinn in Technik, immer wenn es dem praktischen Handeln nutzt. Dieser unideologische Ansatz macht technikmündiges Verhalten bei über der Hälfte der Befragten wahrscheinlich.

71,3% der Erziehenden halten sich für technisch durchschnittlich begabt, 19,2% für wenig begabt, 3,2% für unbegabt und 6,4% für sehr begabt. Eine sehr negative Kompetenzeinschätzung würde auf eine geringe Technikmündigkeit hindeuten: wenn sich jemand wenig im Bereich Technik zutraut, wird er oder sie das Thema eher vermeiden und sich kaum damit auseinandersetzen. Auch dies ist beim überwiegenden Teil nicht festzustellen. Zusätzlich wurden die angehenden Erziehenden befragt, für wie technisch begabt ihre Mutter und ihr Vater sie hielten. Etwas mehr als die Hälfte der Mütter hielt die Befragten für technisch begabt (12,6%) oder eher technisch begabt (41,4%). Hatte die Mutter einen technischen Beruf hielt sie die Befragten für signifikant begabter. Etwas mehr als die Hälfte der Väter hielt die Befragten für nicht (16,9%) oder eher nicht begabt (36,1%). Hatte der Vater einen technischen Beruf, hielt er die Befragten für etwas begabter als ohne, wenn auch auf niedrigerem Niveau als die technisch orientierten Mütter.

Die Hälfte der Befragten ist dem technischen Fortschritt gegenüber eher nicht skeptisch eingestellt. Eine extreme Ablehnung bzw. Verherrlichung jeglicher technischen Innovation, die aufgrund einer solchen Generalisierung eine geringe Technikmündigkeit vermuten ließe, ist bei den meisten also nicht festzustellen. Unabhängig vom technischen Beruf der Eltern zeigen die männlichen Erziehenden am wenigsten Bedenken gegenüber dem technischen Fortschritt.

In allen drei Punkten hatten Väter in technischem Beruf eine signifikant positive Wirkung auf die Technikeinstellung, die Mutter in technischem Beruf hingegen entweder keinen oder im Falle der Einstellung gegenüber technischem Fortschritt sogar einen negativen Einfluss – unter der Bedingung zumindest, dass der Vater nicht ebenfalls einen technischen Beruf ausübte. Obwohl die Mütter in technischem Beruf den

Befragten im Durchschnitt mehr Talent im technischen Bereich zugeschrieben als die technisch orientierten Väter, sind es ausschließlich letztere, die einen positiven Einfluss auf die Technik-Selbsteinschätzung der Befragten – unabhängig von deren Geschlecht – ausübten.

2.2 Technische Einzelkompetenzen

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den für die Ausbildung von Technikmündigkeit entscheidenden technischen Einzelkompetenzen präsentiert: die Anwendungskompetenz, die Reflexionskompetenz, die Verstehenskompetenz und die Kreativitätskompetenz.

Die Anwendungskompetenz gewinnt zunehmend an Bedeutung durch den raschen Wandel zu immer stärkerer Techniknutzung im Alltag. In einer Gesellschaft, in der ständig neue technische Funktionen für Beruf und Alltag erfunden und verbreitet werden, ist es für ein technikmündiges Individuum unabdingbar, sich diese selbstständig anzueignen bzw. sich diesbezüglich Hilfe zur Selbsthilfe zu holen, um sie bedienen zu können. Wer in diesem Bereich den Anschluss verliert, gerät leicht in eine Spirale, in der er bzw. sie von Technikerfindung zu Technikerfindung immer abhängiger von anderen wird und somit zunehmend die Chance verliert, technikmündig zu handeln.

Insgesamt tun sich die Erziehenden nach eigener Einschätzung nicht sonderlich schwer in der Anwendung von technischen Funktionen. Die Technikferne, die bei ihnen beobachtet werden kann (vgl. z. B. Köster u.a. 2008, 34), kommt in diesem Punkt nicht zum Tragen: Technik im Alltag spielt bei 24,5 % von ihnen eine große bzw. bei 47,9 % eine eher große Rolle. Etwas mehr als der Hälfte der befragten Erziehenden bereitet die Entdeckung und Anwendung neuer technischer Funktionen Freude (17 %) oder eher Freude (38,3 %). Etwa vier Fünfteln der Befragten fällt es nicht (28,7 %) bzw. eher nicht (51,1 %) schwer, neue technische Funktionen zu erlernen und anzuwenden, zwei Drittel der Erziehenden gibt bei technischen Unklarheiten nicht (28,7 %) oder eher nicht (37,2 %) schnell auf. Die meisten angehenden Erziehenden lassen sich technische Funktionen bei Problemen von anderen zeigen (36,2 %) oder eher zeigen (50 %). Drei Vierteln der Erziehenden reicht es allerdings aus (29,8 %) bzw. eher aus (44,7 %), die wichtigsten Funktionen von technischen Geräten anwenden zu können.

Interessanterweise hat der Vater in technischem Beruf auch bei der technischen Anwendungskompetenz unabhängig vom Geschlecht der Befragten und auch im Vergleich zum technischen Beruf der Mutter den stärksten Einfluss auf die Erziehenden: Für diejenigen, die einen technisch orientierten Vater haben, spielt Technik im Alltag eine signifikant höhere Rolle, es fällt ihnen weniger schwer, neue technische Funktionen zu lernen und anzuwenden. Zudem lassen sie sich technische Lösungen eher von anderen zeigen und bereitet ihnen die Entdeckung neuer Anwendung die meiste Freude. Die Mutter in technischem Beruf hingegen hat auf die Erziehenden eher keine Vorbildfunktion hinsichtlich der technischen Anwendungskompetenz und übt hierbei sogar in einigen Aspekten einen geradezu kontraproduktiven Einfluss aus: So lassen sich die Probanden mit technisch orientierter Mutter weniger oft als die anderen Befragten bei technischen Problemen von anderen helfen und tüfteln auch seltener alleine solange herum, bis sie gelöst sind. Auch die Entdeckung neuer Funktionen bereitet ihnen weniger Freude. Nur bei der Kompetenz, neue Funktionen zu erlernen und anwenden zu können, hat die technisch orientierte Mutter einen positiven Einfluss, aber auch nur unter der Voraussetzung, dass der Vater ebenfalls einen technischen Beruf hat. Die Männer unter den Erziehenden geben bei technischen Problemen weniger leicht auf als die weiblichen. Sie beschränken sich zudem seltener auf die „Schmalspurlösung“ in technischen Funktionen, sondern wollen über den notwendigen Teil hinaus auch noch weitere Funktionen kennen und anwenden lernen. Ähnlich, wenn auch abgeschwächt, geht es in diesem Punkt den Erzieherinnen mit technisch orientiertem Vater.

Die Reflexionskompetenz setzt sich mit der Frage auseinander, ob jemand dazu tendiert, erst nach einer gewissen Auseinandersetzung mit einem Technikangebot zu entscheiden, ob er bzw. sie von diesem Gebrauch macht, oder ein solches ohne langes Nachdenken verwendet. Steht der Nutzer bzw. die Nutzerin der Technik eher gleichgültig gegenüber und hinterfragt ihren Sinn und ihre Nebenfolgen nicht, riskiert er bzw. sie schnell, sich von Technik steuern zu lassen. Etwas mehr als die Hälfte der angehenden Erziehenden überlegen sich eine neue technische Anschaffung sehr genau (16 %) oder eher genau (38,3 %), kaufen also nicht blindlings neue technische Geräte. Andererseits denken über die Hälfte der Erziehenden wenig (22,3 %) oder eher wenig (34 %) über

technische Folgeprobleme nach. Entsprechend wenig haben sich auch ihre Väter und Mütter mit ihnen über dieses Thema unterhalten: Mehr als die Hälfte der Mütter sprach mit den Befragten nicht (32,2 %) oder eher nicht (24,4 %) über Technikfolgeprobleme. Genauso sprachen auch über 50 % der Väter mit den Befragten nicht (32,9 %) oder eher nicht (22,4 %) über Folgen von Technik auf Mensch und Umwelt. Allerdings sprachen die Väter mit ihren Kindern etwas öfter darüber, wenn sie einen technischen Beruf hatten und noch etwas mehr, wenn auch die Mutter technisch orientiert war. Im Gegensatz dazu hat der technische Beruf der Mutter einen eher kontraproduktiven Einfluss, wenn der Vater nicht ebenfalls einen solchen ausübt: Die Probanden mit dieser elterlichen Konstellation denken signifikant weniger über Technikfolgeprobleme nach als der Durchschnitt.

Die Verstehenskompetenz meint die Fähigkeit, die Funktionsweise einer Technik zu erfassen. Eine Person, die nicht jede komplizierte Technik genau nachvollziehen kann, ist gewiss nicht ohne weiteres als technikumündig zu bezeichnen. Jedoch fiel es ihr wohl wesentlich leichter, den Gewinn einer Technik mit ihren Nachteilen abzuwägen, wenn sie die Funktionsweise eines technischen Gerätes zumindest ansatzweise zu durchschauen und naturwissenschaftliche Prinzipien mit ihr zu verbinden in der Lage wäre. Bei der Verstehenskompetenz werden geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den Erziehenden sichtbar. Bei der Hälfte der Befragten, die angaben, in MINT-Fächern eher gut (39,4 %) oder gut (16 %) gewesen zu sein, waren männliche Befragte überdurchschnittlich oft vertreten. Von Vätern wurden die Befragten wesentlich mehr in diesen Fächern unterstützt (insgesamt 65,5 %) als von ihren Müttern (insgesamt 27,2 %). Hatte der Vater einen technischen Beruf, unterstützten sowohl Väter als auch Mütter die Probanden signifikant häufiger. Drei Viertel der Befragten gaben an, die Funktionsweise von hochkomplexen Geräten nicht (29,8 %) oder eher nicht zu verstehen (45,7 %). Die männlichen Befragten verstehen solche Geräte eher, wenn auch auf niedrigem Niveau. Fast alle Befragten verstehen gänzlich (68,1 %) oder weitgehend (26,6 %) die Funktion von einfachen technischen Geräten. Wenn die Mutter einen technischen Beruf hatte, werden einfache Funktionen sogar äußerst gut verstanden.

Die Kreativitätskompetenz zeigt, ob jemand eher einen schöpferischen oder einen konsumtiven Umgang mit Technik pflegt. Ein Mensch, der gerne Technik auseinander nimmt und wieder zusammensetzt oder eigene technische Lösungen entwickelt, begreift technische Zusammenhänge meist besser, als jemand, der Technik lediglich anwendet. Aus diesem Grund ist eine Person mit hoher Kreativitätskompetenz häufig eher dazu fähig, Sinn und Folgen von Technik zu bestimmen und somit technikmündig zu urteilen und zu handeln.

Um die Kreativitätskompetenz der Befragten ist es insgesamt nicht gut bestellt. Mehr als drei Viertel der Befragten bezeichnen sich nicht (38,3 %) oder eher nicht (38,3 %) als *Tüftler*, *Bastler*, *Heimwerker*. Zwei Drittel der Erziehenden übernehmen zu Hause anfallende Reparaturen nicht (18,1 %) bzw. eher nicht (50 %) selbst. Mehr als zwei Drittel der Probanden interessiert sich nicht (23,4 %) oder eher nicht (46,8 %) für technische Innovationen. Zwei Dritteln bereitet es keine (24,5 %) oder eher keine Freude (42,6 %), technische Probleme kreativ zu lösen. Wie bei der Verstehenskompetenz spielen auch bei der Kreativitätskompetenz geschlechtsspezifische Unterschiede eine wichtige Rolle: Sie ist bei den männlichen Erziehenden weit mehr ausgeprägt. So übernehmen sie wesentlich häufiger Reparaturen bei sich zu Hause und interessieren sich wesentlich stärker für technische Innovationen als die Erzieherinnen. Die Erzieherinnen mit technisch orientiertem Vater interessieren sich etwas mehr für technische Innovationen als ihre Geschlechtsgenossinnen, wenn auch bei weitem unter dem Niveau der Erzieher. Die Erziehenden haben insgesamt keinen besonderen Spaß, kreative Lösungen für technische Probleme zu finden. Ein Vater mit technischem Beruf hat in diesem Bereich, wie so oft hinsichtlich der Technikkompetenzen bei dieser Untersuchung, einen positiven Effekt.

2.3 Sozialisatorische Wirkung der elterlichen Technikhaltung

Neben den Fragen zur allgemeinen Einstellung gegenüber Technik und den technischen Einzelkompetenzen beantworteten die Probandinnen und Probanden Fragen, wie sie die Technikkompetenz ihrer Eltern einschätzten und welche Vorbildfunktion diese hinsichtlich Technik für sie hatten. Die Fragen wurden jeweils auf den Vater und auf die Mutter bezogen gestellt. Es kam mehrmals vor, dass zu einem Elternteil keine Fragen

Wie entsteht Technikmündigkeit?

beantwortet werden konnten, da – wie auch in den freiwilligen Anmerkungen beschrieben wurde – aufgrund der Trennung der Eltern wenig Kontakt bestand oder dieses verstorben war.

Das Technikinteresse des Vaters schätzten die Befragten mit 76,4 % wesentlich höher ein als das der Mutter mit 16,5 %. Das gleiche gilt für die technische Überlegenheit ihnen gegenüber: Nur 17,3 % schätzten die Mutter und ganze 69,9 % den Vater als ihnen technisch (eher) überlegen ein. Entsprechend weckte der Vater das Technikinteresse signifikant häufiger als die Mutter (V: 40,7 %, M: 5,6 %) und wurde auch wesentlich öfter als technisches Vorbild wahrgenommen (V: 60 %, M: 12,3 %). Hatte der Vater einen technischen Beruf, schnitt er in allen genannten Punkten signifikant besser als die Mutter ab. Der technische Beruf der Mutter hatte keinen Einfluss auf die Einschätzung der Befragten, das Geschlecht nur in dem einen Aspekt, dass männliche Befragte das Technikinteresse ihrer Mutter als noch geringer einstufen als die weiblichen Befragten.

3. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Wie das Anwenden, Reflektieren, Erfinden und Verstehen technischer Funktionen einer Person gelingt, ist abhängig von ihrer jeweiligen Techniksozialisation. Durch bewusste und unbewusste soziale Lernprozesse entwickelt sie eine bestimmte Grundhaltung zu Technik und ein spezifisches Ausmaß an Technikmündigkeit. Die Befragten sind – anders als man es vielleicht von ihrer eher technikfernen Ausbildung her denken könnte – weder besonders inkompetent bezüglich Technik noch überzogen technikkritisch. Sie halten sich technisch für durchschnittlich begabt und behandeln das Thema Technik eher pragmatisch. Auch neigen sie mehr zu Fortschrittsoptimismus als zu Schwarzmalerei gegenüber technischem Wandel. Sie haben im Alltag viel mit Technik zu tun und stellen sich im Erlernen neuer Funktionen insgesamt geschickt an. Bei hierbei auftauchenden Problemen geben sie in der Regel nicht gleich auf und fragen zur Not Dritte um Rat. Allerdings besteht im Durchschnitt kein vertieftes Interesse, die über das nötige Maß hinaus bestehenden technischen Raffinessen eines Gerätes zu kennen. Die Reflexionskompetenz bezüglich technischer Folgeprobleme ist im Ganzen nicht besonders ausgeprägt, auch wenn sich der bzw. die durchschnittliche Befragte ein-

zelne Anschaffungen technischer Geräte genau überlegt. Beim Verstehen technischer Funktionsweisen bewegen sich die Erziehenden in der Mitte. Gute Schulnoten in MINT-Fächern schreibt sich die eine Hälfte eher zu, die andere Hälfte eher nicht. Fast alle Befragten verstehen einfache technische Geräte, die wenigsten hochkomplexe. Die Kreativitätskompetenz ist nicht besonders ausgeprägt bei den Befragten: die meisten reparieren wenig zu Hause, bezeichnen sich nicht als „Tüftler“, „Bastler“ oder „Heimwerker“, interessieren sich wenig für technische Innovationen und finden keine besondere Begeisterung darin, technische Probleme kreativ zu lösen.

Durch die pragmatische Herangehensweise, eine insgesamt gute Anwendungskompetenz und ein gewisses Verstehen und Reflektieren bezüglich alltäglicher Technik ist Technikmündigkeit bei den befragten angehenden Erziehenden durchaus vorhanden. Allerdings wäre sie wohl durch etwa ein gezieltes Heranführen an Themen, die Technikfolgeprobleme fokussieren, oder an einen kreativen Umgang mit technischen Problemen noch steigerungsfähig.

Bei der Verstehens- und Kreativitätskompetenz stellten wir insbesondere geschlechtsspezifische Unterschiede zugunsten der männlichen Erziehenden fest. Da beide Kompetenzen für die Ausbildung von Technikmündigkeit wichtig sind, weisen die männlichen Erziehenden folglich ein etwas höheres Potenzial an Technikmündigkeit als die weiblichen auf. Aufgrund allerdings der geringen Gesamtmenge der männlichen Erziehenden ($n=8$) ist diese Aussage nicht unbedingt repräsentativ.

Unabhängig vom Geschlecht hatten Väter in technischem Beruf in über 50 % der Fragen einen signifikant positiven Einfluss auf die Technischeinstellung und -mündigkeit der Befragten. Bei einem Fünftel der Fragen, in denen der Geschlechtsunterschied zugunsten der männlichen Erziehenden ausschlaggebender war als der technische Beruf des Vaters, stachen die Erzieherinnen mit technisch orientierten Vätern mehrmals gegenüber den restlichen Erzieherinnen positiv hervor. Mütter in technischem Beruf hingegen zeigen meist gar keinen Effekt; manchmal sogar einen kontraproduktiven. Da wir allerdings in unserem Datenpool, ähnlich wie bei den männlichen Erziehenden, nur eine sehr geringe Fallzahl an technisch orientierten Müttern hatten ($n=7$), erlauben wir uns hieraus ebenfalls keine allgemeinen Schlüsse zu ziehen.

Ergebnisse anderer Untersuchungen weisen wie die vorliegende Studie auf eine positive Wirkung von väterlichem Einfluss auf ihre Töchter im Bereich Technik hin, allerdings stand dort das Thema Technikmündigkeit nicht im Fokus. Es ging in diesen Studien mehr um den väterlichen Einfluss auf Töchter, einen technischen Beruf bzw. Studiengang zu wählen: So ist man sich in der Forschung einig, dass eine vaterzentrierte Sozialisation Mädchen am häufigsten in einen Technikberuf oder MINT-Studiengang bringt, insbesondere dann, wenn Väter Töchter darin explizit unterstützt und ihre Berufswahlentscheidung gefördert haben (vgl. von Wensierski 2015, 240-253, Janshen/Rudolph 1990, Erlemann 2002).

Um den Frauenanteil in technischen Bereichen zu erhöhen, werden in vielen Projekten dennoch in erster Linie weibliche *Role Models* gefordert und eingesetzt: Mädchen fällt die Vorstellung nämlich oft leichter, als Frau in einer technischen Berufsrolle „aufgehen“ zu können, wenn sie sehen, dass auch andere Frauen in einem technischen Beruf glücklich sein und anerkannt werden können (vgl. Solga/Pfahl 2009, Heileman u.a. 2012, Ziegler/Stöger 2008, Kessels 2012).

Fokussiert man jedoch, wie in dieser Studie geschehen, Technikmündigkeit, können auch Männer und insbesondere technisch orientierte Väter für Töchter wie Söhne als Vorbild für die Bewältigung des komplexer werdenden technischen Alltags und die mündige Auseinandersetzung mit technischen Innovationen fungieren. Es wäre deshalb sicherlich sinnvoll, technisch orientierte Väter etwa in schulische Nachhaltigkeitsprojekte zu integrieren, um beide Geschlechter zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Technik anzuregen. Vorstellbar wäre beispielsweise die regelmäßige Einladung von Vätern als Experten für jeweils ein technisches Nachhaltigkeitsthema (z.B. zu erneuerbaren Energien, Recycling, Logistik) im Sachunterricht. Es bedarf allerdings noch einer konzeptionellen Ausarbeitung, um technisch orientierte Väter auf intelligente und langfristig wirksame Weise in den Nachhaltigkeitsunterricht einzubinden und so ihre Vorbildfunktion und Expertise für eine zunehmende Technikmündigkeit der nachwachsenden Generationen nutzbar zu machen.

Literatur

- Banse, Gerhard (2003): Integrative nachhaltige Entwicklung und Technikfolgenabschätzung. In: UTOPIE kreativ, H. 153/154, 680-691.
- Breiman, Leo u.a. (1984): *Classification and Regression Trees*. New York: Chapman & Hall.
- Else-Quest, Nicole M. u. a. (2010): Cross-National Patterns of Gender Differences in Mathematics. In: *Psychological Bulletin*, Jahrgang 136, H. 1, 103-127.
- Erlemann, Christiane (2002): Ich trauer meinem Ingenieurdasein nicht mehr nach. Warum Ingenieurinnen den Beruf wechseln – eine qualitative empirische Studie. Bielefeld: Kleine.
- Fennema, Elisabeth u.a. (1990): Teachers' attributions and beliefs about girls, boys, and mathematics. In: *Educational Studies in Mathematics*, Jahrgang 21, H. 1, 55-69.
- Heilemann, Michael u.a. (2012). Die Darstellung von Mädchen und Frauen in den Medien. In: Heidrun Stöger u.a. (Hrsg.): *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Münster: Lit, 77-102.
- Janshen, Doris/Rudolph, Hedwig (1990). Studien- und Berufsbedingungen von Ingenieurinnen. In: Josef Hochgerner (Hrsg.): *Soziale Grenzen des technischen Fortschritts*. Wien: Falter, 219-232.
- Kessels, Ursula (2012): Selbstkonzept: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In: Heidrun Stöger u.a.: *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Münster: Lit, 163-191.
- Köster, Hilde u.a. (2008): Technische Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Regina Buhr/Ernst Andreas Hartmann (Hrsg.): *Technische Bildung für alle. Ein vernachlässigtes Schlüsselement der Innovationspolitik*. Berlin: Institut für Innovation und Technik, 33-54.
- Mendoza-Denton, Norma u.a. (2003): Probabilistic Sociolinguistics: Beyond Variable Rules. In Rens Bod u. a. (Hrsg.): *Probabilistic Linguistics*. Cambridge: MIT Press, 97-138.
- Maxeiner, Dirk/Miersch, Michael (2014): Was ist das eigentlich: „nachhaltig“? In: Dirk Maxeiner/Michael Miersch (Hrsg.): *Alles grün und gut? – Denkanstöße für alle, die Umwelt und Natur wirklich schützen wollen*. München: Knaus, 225-240.

Wie entsteht Technikmündigkeit?

- Rammert, Werner (2007): Technik, Handeln, Wissen. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie. Wiesbaden: Springer.
- Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik, 3. überarbeitete Aufl. des Buches von 1979, Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Solga, Heike/Pfahl, Lisa (2009): Doing Gender im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. WZB Discussion Paper. Berlin: Springer, 155-218.
- Stöger, Heidrun u.a. (2012) (Hrsg.): Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten. Münster: Lit.
- Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages (2004): Nachhaltigkeit. Der aktuelle Begriff, Nr. 06/2004.
- von Wensierski, Hans-Jürgen u.a. (2015): Technische Bildung. Ein pädagogisches Konzept für die schulische und außerschulische Kinder- und Jugendbildung. Band 1, Opladen: Barbara Budrich.
- von Wensierski, Hans-Jürgen (2015): Technik und Naturwissenschaft im Jugendalter. Techniksozialisation und Fachorientierungen im Geschlechtervergleich – eine empirische Schülerstudie. Band 3, Opladen: Barbara Budrich.
- Ziegler, Albert/Stöger, Heidrun (2008). Effects of role models from films on short-term ratings of intent, interest, and self-assessment of ability by high school youth: A study of gender-stereotyped academic subjects. In: Psychological Reports, H. 102, 509-531.

Die Große Transformation für die Kleinen

Ein Ansatz für ein Bildungsangebot zu den Planetarischen Leitplanken in Kooperation von Naturparks und Schulen

Barbara Schäfer, Mareike Göbel, Marc Thiessenhusen, Martin Gröger
(Universität Siegen)

1. Einleitung

Aktuell wird intensiv diskutiert, ob der Anbruch eines neuen Erdzeitalters, das Anthropozän (Zeitalter des Menschen), ausgerufen werden sollte. Es benennt den Menschen als den wichtigsten Einflussfaktor auf die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde. Denn inzwischen sind „Gesellschaft und Natur so eng verwoben, dass sie nicht mehr unabhängig voneinander untersucht werden können“ (Jahn u.a. 2015, 92). Es entwickelt sich ein Bewusstsein, dass das menschliche Eingreifen in unsere Umwelt sogar in geologischen Dimensionen persistente Veränderungen hervorgerufen hat und mittlerweile unwiderruflich ist. Der Philosoph Peter Sloterdijk spricht in diesem Zusammenhang vom Überschreiten der „Ignoranzduldung“ des Menschen durch die Erde (Sloterdijk 2011, 95). Angesichts der Dringlichkeit der Frage fordert er die Entwicklung einer „prognostische[n] Intelligenz, die sich genau in der Lücke zwischen ‚spät‘ und ‚zu spät‘ geltend macht. Während bisher für einen Großteil des menschlichen Lernens das Gesetz galt, daß man allein aus ‚Schaden klug wird‘, muß die prognostische Intelligenz klug werden wollen, bevor der Schaden eingetreten ist – ein Novum in der Geschichte des Lernens“ (Sloterdijk 2011, 96). Transformative Bildung mit der Formulierung von Planetarischen Leitplanken zielt genau darauf.

Im Folgenden wird zunächst der Ansatz der Großen Transformation vorgestellt, die daraus abgeleiteten Forschungs- und Bildungskonzepte erläutert und mit einem Vorschlag für ein Projekt zur Kooperation von

Universität, Naturparken und Schulen Ansätze zur konkreten Umsetzung von transformativer Bildung auch schon in der Grundschule vorgestellt.

2. Die Große Transformation – Eine Begriffsannäherung

„Der bisherige Pfad wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung ist [...] an seine Grenzen gestoßen und könnte nur um den Preis irreversibler Schäden für Mensch, Natur und Gesellschaft fortgeführt werden“. So fasst Reißig (2011, 18) die Notwendigkeit eines Umdenkens im Sinne einer Großen Transformation kompakt zusammen.

Der Begriff der *Großen Transformation* geht auf den Soziologen Karl Polanyi zurück, der damit den Wandel der Gesellschaft im 19. Jahrhundert anhand der Industrialisierung und den daraus resultierenden Folgen festgemacht hat (vgl. WBGU 2011, 2). Der damalige Gesellschaftswandel war ein ungesteuerter Prozess, dessen Ablauf in dieser Form von der Gesellschaft nicht planbar war.

Die gegenwärtige angemahnte Transformation hin zu einer nachhaltigen Zukunft beschreibt dagegen einen bewusst gesteuerten Umbruch, dessen Gelingen oder Misslingen das Leben der künftigen Generationen maßgeblich beeinflussen wird. Dabei geht es grundsätzlich um einen globalen Wandel hin zu einer klimaverträglichen und nachhaltigen Gesellschaft ohne die Nutzung fossiler Brennstoffe. Dieses Umdenken wird notwendig durch den Wandel des Klimas und dessen Folgen, die durch den steigenden Kohlenstoffdioxid-Gehalt in der Atmosphäre bedingt sind, der infolge der Industrialisierung von rund 280 ppm um das Jahr 1900

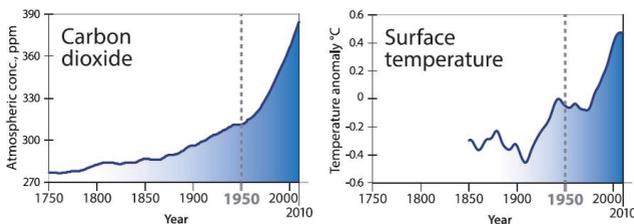


Abb. 1: Verlauf des atmosphärischen Kohlenstoffdioxids (links) und der Oberflächentemperatur (rechts) zwischen 1750 und 2010 (Steffen u. a. 2015, 87)

auf knapp über 400 ppm im Sommer 2016 angestiegen ist und damit den höchsten Wert der letzten 400.000 Jahre erreicht hat (vgl. Abb. 1).

Das Hauptziel der Großen Transformation ist deshalb die Dekarbonisierung der Gesellschaft – das meint das vollständige Vermeiden von Kohlenstoffdioxidemissionen der Energiesysteme, um die durch den steigenden Kohlenstoffdioxid-Anteil in der Atmosphäre hervorgerufene Erderwärmung unter zwei Grad Celsius gegenüber der vorindustriellen Zeit zu halten und Folgen wie den Meeresspiegelanstieg, die Versauerung der Ozeane, zunehmende Unwetter (Starkniederschläge, Dürren, Hitzewellen) abzumildern oder gänzlich zu vermeiden. Abbildung 2 zeigt den Status quo, in dem sich die Menschheit gerade befindet sowie den Weg hin zu einer vollständigen Dekarbonisierung. Als Blockaden werden derzeit Faktoren beschrieben, die verhindern, zügig nachhaltige Gesellschaftsformen zu entwickeln, wie z.B. die rasante Urbanisierung oder günstig verfügbare Kohlevorräte. Begünstigende Faktoren wie eine fortschreitende klimaverträgliche Technologienentwicklung sowie die zunehmende Akzeptanz von Nachhaltigkeit innerhalb der Gesellschaft befördern die Transformation. Generell gilt: Je länger die Umwandlung dauert, desto höher werden die Kosten für die Gesellschaft.

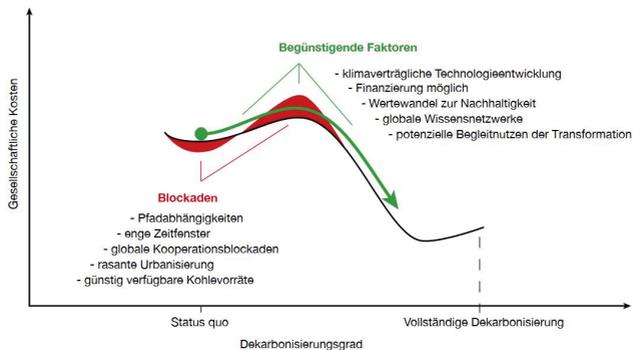


Abb. 2: Zu überwindende Hürden („Blockaden“) und begünstigende Faktoren auf dem Weg zu einer klimaverträglichen Gesellschaft (WBGU 2011, 6)

In Deutschland hat vor allem der *Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen* (WBGU), der Handlungsempfehlungen für Wirtschaft und Politik, aber auch für Bildung und Forschung ausspricht, die Debatte um die Große Transformation befördert. Der WBGU bezieht sich auf die international anerkannten Planetarischen Leitplanken (*planetary boundaries*), die als Toleranzgrenzen angesehen werden, in denen „die Ökosysteme sich gerade noch durch Mutation den geänderten Bedingungen anpassen können, signifikante Ernteverluste vermieden und die Wirtschaftssysteme nachhaltig weiter entwickelt werden können“ (Zellner 2006, 361). Mit der Agenda 2030 für eine nachhaltige Entwicklung, die die Vereinten Nationen im September 2015 in New York verabschiedet haben, schließt die Staatengemeinschaft an das Konzept der Planetarischen Leitplanken an. Die 17 in dieser Agenda verabschiedeten Entwicklungsziele (*sustainable development goals*) der Vereinten Nationen berühren auch in zahlreichen Punkten relevante Themen des Klimawandels, wie die Vermeidung von Hungersnöten, erneuerbare Energien, Maßnahmen zum Klimaschutz und zum Leben an Land und unter dem Wasser (vgl. Vereinte Nationen 2015).

3. Die Planetarischen Leitplanken – Belastungsgrenzen für eine nachhaltige Gesellschaft

Das Begriffskonstrukt *Planetarische Grenzen* bzw. *Leitplanken* geht auf den Schweden Johan Rockström und ein internationales Wissenschaftlerteam zurück, zu dem auch der renommierte deutsche Klimaforscher Hans-Joachim Schellnhuber vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung gehört. Rockström u.a. (2009) definieren diese ökologischen Grenzen so: „These [planetary] boundaries define the safe operating space for humanity with respect to the Earth system and are associated with the planet’s biophysical subsystems or processes“. Im Konzept von Rockström u.a. werden neun ökologische Belastungsgrenzen (*planetary boundaries*) aufgelistet. Im Konzept des WBGU werden dagegen nur sechs Planetarische Leitplanken genannt (s. Tab. 1). Der WBGU beschreibt das Konzept der Planetarischen Leitplanken in enger Anlehnung an den Ansatz von Rockström u.a. als „quantitativ definierbare Schadensgrenzen, deren Überschreitung heute oder in Zukunft intolerable Folgen mit

sich brächte, so dass auch großer Nutzen in anderen Bereichen diese Schäden nicht ausgleichen könnte“ (WBGU 2006, 6).

Ökologische Belastungsgrenzen (<i>planetary boundaries</i>) nach Rockström u.a.	Planetarische Leitplanken des WBGU
<ul style="list-style-type: none"> • Klimawandel • Versauerung der Ozeane • Biodiversitätsverlust • Landnutzungswandel • Belastung durch Chemikalien • Süßwasserverbrauch • Abbau von stratosphärischem Ozon • Atmosphärische Aerosolbelastung • Biogeochemische Kreisläufe 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimawandel • Ozeanversauerung • Verlust von biologischer Vielfalt und Ökosystemleistungen • Land- und Bodendegradation • Gefährdung durch langlebige anthropogene Schadstoffe • Verlust von Phosphor

Tab. 1: Planetary boundaries versus Planetarische Leitplanken

4. Bildung für die Transformation – das transformative Quartett der Wissensgesellschaft

Damit Wissen über die Große Transformation die Gesellschaft erreicht, sind Aktivitäten und Kooperationen einer Vielzahl wissenschaftlicher Disziplinen erforderlich (vgl. Abb. 3).

Zum einen ist die wissenschaftliche Forschung gefordert. Es müssen Innovationen und technische Neuerungen entwickelt werden, alternative Konsumstile vorgeschlagen oder z.B. neuartige Materialien hergestellt werden. Dies ist Aufgabe der *transformativen Forschung* (tF). Ergänzend dazu beschäftigt sich die *Transformationsforschung* (Tf) mit der Exploration von Übergangsprozessen in der Vergangenheit (z.B. der Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft im Rahmen der Industriellen

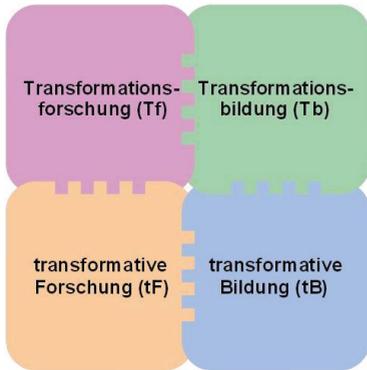


Abb. 3: Typisierung der Forschung und Bildung für die Transformation (WBGU 2011, 23)

Revolution), um daraus „gezielt Lehren für die Transformation zur Nachhaltigkeit“ zu ziehen (WBGU 2011, 23).

Auch der Bildung kommt in Zusammenhang mit der Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft eine Schlüsselrolle zu. So ist es beispielsweise Aufgabe der *Transformationsbildung* (Tb), Wissen und Erkenntnisse aus der Transformationsforschung bereitzustellen, insbesondere in Form von Wissensvermittlung an den Schnittstellen zwischen den verschiedenen Wissenschaften.

Transformative Bildung (tB) hingegen setzt bereits in der Schule an. Es wird gefordert, in den Bildungsangeboten Bezüge zu Schlüsselfaktoren der Transformation herzustellen (vgl. WBGU 2011, 24). Demnach soll vor allem ein Verständnis für Handlungsoptionen und Lösungsansätze angebahnt werden. Konkret bedeutet dies u. a.:

- innerhalb einzelner Disziplinen Bezüge zur Transformation herzustellen (z. B. ein Grundverständnis über erneuerbare Energien aufbauen, Innovationen vorstellen, die eine transformative Wirkung haben werden oder bereits haben) und fachspezifische Bildung um transformative Inhalte zu erweitern.
- Disziplingrenzen zu überschreiten (inter- und transdisziplinär arbeiten), um ein besseres Verständnis globaler Zusammenhänge zu ermöglichen.

Für Schule und Unterricht bedeutet dies auch, die Vermittlung von Verantwortungsbewusstsein, Gerechtigkeitsempfinden und Gestaltungskompetenz zu stärken (vgl. u. a. de Haan 2008, 30ff.). Denn eine „partizipativ ausgerichtete, transformationsrelevante Bildung ist unabdingbar für die aktive Beteiligung der Gesellschaft im Transformationsprozess“ (WBGU 2012, 1).

5. Transformative Bildung in Naturparken

Ein Ansatz, transformative Bildung konkret zu implementieren, könnte in der Zusammenarbeit von Naturparken als Institutionen mit Auftrag zur Umweltbildung und den allgemeinbildenden Schulen bestehen. Die möglichen Potenziale werden im Folgenden beschrieben.

Ein Naturpark ist ein großflächiges Schutzgebiet, welches durch eine intakte Natur und Landschaft gekennzeichnet ist (vgl. BAFU 2012). In Deutschland existieren momentan 103 Naturparke. Sie nehmen circa ein Viertel der Fläche der Bundesrepublik ein (vgl. Abb. 4). Das den Naturparken



Abb. 4: Naturparke in Deutschland (BfN 2016)

zugrundeliegende Handlungsziel ist es, den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Natur und Landschaft miteinander zu verbinden. Im Unterschied zu Nationalparks ist also kein weitgehender Verzicht der Nutzung der Naturräume beabsichtigt, sondern ein nachhaltiger Umgang mit den natürlichen Ressourcen durch Wirtschaft und Gesellschaft. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeiten die Naturparke in vier Handlungsfeldern. Diese sind „Naturschutz und Landschaftspflege“, „Erholung und Nachhaltiger Tourismus“, „Nachhaltige Regionalentwicklung“ sowie „Umweltbildung und Kommunikation“ (vgl. Verband Deutscher Naturparke e.V. 2015a).

Im Bereich der Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung verfügen die Naturparke über einen großen Erfahrungsschatz. Sie können auch Schulen bei naturnahen außerschulischen Lerneinheiten vielfältig unterstützen. Es existieren deshalb schon heute viele Naturparkenschulen (vgl. Verband Deutscher Naturparke e.V. 2015b) sowie auch formlose Kooperationen von Schulen und Naturparken. Zumeist sind diese auf die Primarstufe fokussiert. Vor diesem Hintergrund ergibt sich

auch für die Thematisierung der Großen Transformation im Unterricht der Grundschule in Kooperation mit Naturparks ein großes Potential, da das bestehende funktionierende Netzwerk genutzt und erweitert werden kann.

Um den Status Quo der Angebote der Naturparke und Kenntnisse der bildungsverantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bezüglich der Themenfelder BNE, Große Transformation und Planetarische Leitplanken zu erheben, wurde im August 2016 eine Telefonbefragung aller deutschen Naturparke durchgeführt. Nach Abzug der telefonisch wiederholt nicht kontaktierbaren Naturparke sowie der Naturparke, die keine geeignete Ansprechpartnerin oder keinen geeigneten Ansprechpartner benennen konnten, blieben 82 Datensätze zur Auswertung. Als Gesprächspartnerin oder Gesprächspartner wurde je eine Person gewählt, die innerhalb des jeweiligen Naturparks für das Bildungsangebot verantwortlich ist. Für die Telefonbefragung wurde ein selbst entwickelter standardisierter Leitfaden genutzt, mit dem konkret gefragt wurde nach: (1) der Kenntnis des Konzepts BNE, (2) dem Anteil von Bildungsangeboten zu BNE am Gesamtangebot des jeweiligen Naturparks, (3) der Kenntnis des Begriffs Große Transformation, (4) dem Bestehen von Bildungsangeboten zur Großen Transformation sowie (5) zu den Planetarischen Leitplanken.

Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass das Konzept Bildung für nachhaltige Entwicklung unter den befragten Personen weitestgehend bekannt ist. So gaben rund 88 % an, das Konzept zu kennen. Über entsprechende Bildungsangebote für Schulen, in denen explizit auf BNE eingegangen wird, verfügen 44 Naturparke. Diese sind in den Naturparks jedoch unterschiedlich stark in Bezug zum jeweiligen Gesamtangebot ausgeprägt.

Der Begriff Große Transformation ist im Unterschied zur BNE in den Naturparks bisher kaum bekannt. Nur sieben der 82 bildungsverantwortlichen gaben an, den Begriff zu kennen. Darüber hinaus verfügen nur zwei Naturparke bisher über Bildungsangebote, in denen auf die Große Transformation eingegangen wird. Noch drastischer zeigt sich dies in Bezug zu Bildungsangeboten zu den Planetarischen Leitplanken. Nur ein Naturpark gab an, dass ein solches schulisches Bildungsangebot existiert.

Die Ergebnisse der Befragung machen deutlich, dass die Konzepte Große Transformation sowie Planetarischen Leitplanken noch nicht in

den Naturparks angekommen sind. Sowohl Kenntnisse der bildungsverantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als auch spezifische Bildungsangebote der Naturparke sind in diesem Themenbereich kaum vorhanden. Es existieren nur einige wenige Ausnahmen, wie z. B. ein Klimapfad im Naturpark Rhein-Taunus.

6. Die Große Transformation vor Ort

Möchte man die hehren Ziele der Großen Transformation auf regionale Bildungsangebote von Naturparks in Kooperation mit Schulen herunterbrechen, so sollten aus Gründen der Praktikabilität, Verständlichkeit und Einsehbarkeit für die Schülerinnen und Schüler pragmatisch zunächst nur die Planetarischen Leitplanken in den Blick genommen werden, die für die Kinder und Jugendlichen nachvollziehbar durch Handlungsänderungen einzelner Individuen oder regionaler Gruppierungen beeinflusst werden können.

Geeignet erscheinen dazu in erster Linie die Schwerpunkte *Klimawandel*, *Biologische Vielfalt* und *Ökosystemleistungen*, *Land- und Bodendegradation* sowie *Gefährdung durch langlebige anthropogene Stoffe*, die in allen deutschen Naturparks thematisiert werden könnten. Aus diesen werden im Folgenden beispielhaft die Leitplanken *Klimawandel* und *Biologische Vielfalt* intensiver in ihrer unmittelbaren Relevanz im Gebiet des Naturparks Sauerland-Rothaargebirge in Südwestfalen beleuchtet.

Der *Klimawandel* ist eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen, die der Menschheit in den kommenden Jahrzehnten bevorsteht. Die Leitplanke des WBGU gibt die Einhaltung des 2-Grad-Ziels vor. Das bedeutet, dass die Temperaturerhöhung auf unter 2°C gegenüber dem Klimamittel vor der Industrialisierung begrenzt werden soll, da mit einer Überschreitung möglicherweise gefährliche und irreversible Folgen für die Natur und Gesellschaft verknüpft wären (vgl. WBGU 2007, 8). Entsprechend soll der Anstieg des Meeresspiegels bis zum Jahr 2100 auf unter ein Meter begrenzt werden. Bisher ist der Meeresspiegel seit Anfang des 20. Jahrhunderts um rund 20 Zentimeter angestiegen. Auch in Südwestfalen sind die Folgen des Klimawandels bereits spürbar. Die Wintersportregionen im Naturpark Sauerland-Rothaargebirge haben durch die steigenden Mitteltemperaturen mit schneeärmeren Wintern

zu kämpfen. Von im Mittel 100 Schneetagen im Zeitraum zwischen 1961 und 1990 ist die Zahl der Schneetage auf im Mittel 85 Tage zwischen 1981 und 2010 zurückgegangen (vgl. Abb. 5). Geringere Schneemengen bedeuten z. B. höhere Kosten für die zusätzliche künstliche Schneeproduktion in traditionellen Skigebieten sowie Einnahmeeinbußen im Tourismus durch sinkende Übernachtungszahlen.

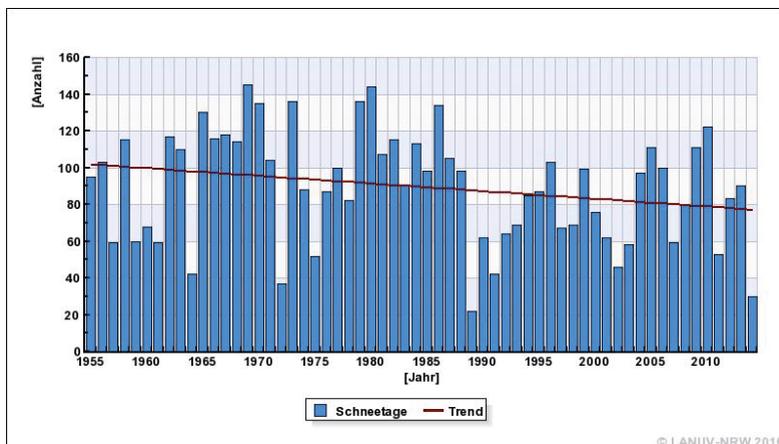


Abb. 5: Anzahl der Schneetage auf dem Kahlen Asten seit 1955 (LANUV 2016a)

Durch die steigenden Temperaturen – im Zeitraum zwischen 1951 und 2014 ist die Mitteltemperatur in Nordrhein-Westfalen um ca. 1,5 °C angestiegen – kommt es nicht nur zu einer Abnahme der Frost- und Eistage, sondern auch zu einer Zunahme der Sommertage. Die Niederschläge nehmen tendenziell leicht zu, insbesondere in den Wintermonaten, während im Sommer die Niederschläge leicht abnehmend sind. Gleichzeitig nehmen jedoch Extremereignisse beim Niederschlag zu. Die Vegetationsperiode ist mittlerweile nicht nur länger, sondern beginnt auch deutlich früher. Beginn die Apfelblüte um 1950 noch im Schnitt am 123. Tag im Jahr, ist es heute im Mittel rund sechs Tage früher. Im Schnitt hat sich die Vegetationsperiode in Nordrhein-Westfalen zwischen 1951 und 2014 um 14 Tage verlängert (vgl. LANUV 2016b).

Die Große Transformation für die Kleinen

Konkret könnte man mit Kindern lokale Wetteraufzeichnungen auswerten und mit eigenen aktuellen Beobachtungen vergleichen. Hier bieten sich gerade auch phänologische Beobachtungen an, die mit im Internet verfügbaren Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) abgeglichen werden können.

Auch der *Verlust biologischer Vielfalt* ist von großer Relevanz in den Mittelgebirgsregionen von Nordrhein-Westfalen. Dies betrifft vor allem Insektenarten und Pflanzen- sowie Baumbestände und weniger die heimischen Vogelarten. Nach Angaben des Biodiversitätsmonitorings NRW durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz nehmen sowohl wärmeliebende Vogelarten als auch die häufigsten Brutvogelarten in NRW zu. Vor allem Vögel, deren Brut- und Überwinterungsgebiete zusammenfallen, profitieren von den steigenden Temperaturen, zumal vermehrt strengere Winter ausbleiben und die dadurch entstehenden Verluste abnehmen. Probleme bei der Anpassung dürfte es am ehesten bei kaltstenothermen (an niedrige Temperaturen gebunden) und trockenheitsempfindlichen (Insekten-)Arten geben, bei denen höhere Temperaturen im Winter und geringere Niederschläge in den Sommermonaten zu einer erhöhten Sterblichkeitsrate führen (vgl. Abb. 6; Streitberger u. a. 2016, 38).

	Physiologie	Phänologie	biotische Interaktionen	Verbreitungsgebiet (Areal)
Auswirkungen des Klimawandels	erhöhtes Aussterberisiko für montane bzw. kaltstenotherme Arten	Verfrühung/Verschiebung von Entwicklungs- bzw. Aktivitätsphasen	zeitliche Desynchronisation phytophager Insekten – Wirtspflanzen	nordwärts gerichtete Verschiebung (insbes. bei mobilen Arten)
	höherer oder verringerter Reproduktionserfolg	verändertes Vogelzugverhalten (zeitlich und räumlich)	Rückgang herbivorer Arten infolge veränderter Wirtspflanzen-Qualität	Ausbreitung thermophiler Arten (Neuan siedlung, Einwanderung in höhere Lagen)
	vermehrt langflügelige Individuen bei Heuschrecken		Anpassung an neue Wirtspflanzen	Rückzug winterkälte-adaptierter, montaner Arten in höhere Lagen (Areal schrumpfung)
			Ausbreitung generalistischer und thermophiler Arten	
Klimatische Faktoren	Temperatur (Zunahme Jahresmittel, mildere Winter, heißere Sommer, verlängerte Vegetationsperiode)			
	Niederschlag (leichte Zunahme, insbesondere im Winter, im Sommer zunehmende Trockenphasen)			
	Extremereignisse (Zunahme klimatischer Extreme: z.B. Windwurf, Überschwemmungen, Hitzeperioden)			

Abb. 6: Exemplarische Auswirkungen des Klimawandels im Hochsauerland und die hierfür verantwortlichen klimatischen Faktoren auf der Ebene von Arten und Populationen (Streitberger u. a. 2016, 39).

Mit Blick auf die Gefährdung der Biologischen Vielfalt könnten die Kinder beispielsweise durch die Thematisierung seltener Pflanzen und Tiere (z. B. Arnika, Wildkatze oder Schwarzstorch) sensibilisiert werden und Ursachen wie den gestiegenen Flächenverbrauch und die Intensivierung der Landwirtschaft diskutieren. Auch die Verbreitung invasiver Arten, wie beispielsweise das weit verbreitete Drüsige Springkraut, können thematisiert werden.

7. Fazit und Ausblick

Die globalen Auswirkungen des Klimawandels finden sich also durchaus in regional beobachtbaren Phänomenen wieder. Mit Betrachtung dieser direkt erfahrbaren Erscheinungen bestehen Chancen, Schülerinnen und Schüler die Relevanz der Problematik auch für ihr eigenes gegenwärtiges und zukünftiges Leben unmittelbar vor Augen zu führen.

Wie die Darstellung am Beispiel Naturpark Sauerland-Rothaargebirge zeigt, weisen die Planetarischen Leitplanken *Klimawandel* und *Biologische Vielfalt* zahlreiche potente Ansatzpunkte aus, um die Große Transformation in Zusammenarbeit mit Naturparks mit unmittelbarem Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler zu thematisieren.

Die Entwicklung und Erprobung geeigneter Unterrichtsansätze stellt ein Desiderat naturwissenschaftsdidaktischer Forschung dar und soll als Forschungsprojekt im Verbund von Universität Siegen und Naturpark Sauerland-Rothaargebirge mit Schulen der Region umgesetzt werden. Grundschulen sollen einbezogen werden, denn auch für Grundschulkinder ergeben sich Gelegenheiten, eine Sensibilisierung für Themen der Großen Transformation anzubahnen.

Ziel des Forschungsprojekts soll es sein, den Kindern im lokalen Rahmen und in den Natur- und Kulturlandschaften die Ökologischen Belastungsgrenzen unserer Erde näher zu bringen und sie zur Reflexion der Selbstwirksamkeit sowie des Verhältnisses von Wirtschaft, Natur und Gesellschaft anzuregen.

Literatur

- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2016): Naturparke in Deutschland, <https://www.bfn.de/23545.html> (25.11.2016).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (Hrsg.) (2012): Rahmenkonzept Bildung für Pärke und Naturzentren. Grundlagen für Bildungsverantwortliche. Bern: Bundesamt für Umwelt.
- De Haan, Gerhard (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Inka Bormann/Gerhard de Haan (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 23-43.
- Jahn, Thomas u.a. (2015): Nachhaltige Wissenschaft im Anthropozän. In: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, Jahrgang 24, H. 2, 92-95.
- LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (2016a): Klimafolgenmonitoring. Schnee, <http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/index.php?indikator=6&aufzu=0&mode=indi> (02.11.2016).
- LANUV (2016b): Klimafolgenmonitoring. Länge der Vegetationsperiode, <http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/index.php?indikator=9&aufzu=0&mode=indi> (02.11.2016).
- Reißig, Rolf (2011): Die neue „Große Transformation“. Der Übergang zu einem sozialökonomischen und solidarischen Entwicklungspfad. In: vorgänge, Zeitschrift für Bürgerrechte und Gesellschaftspolitik, H. 3, 15-22, http://www.brandt-kreis.de/pdf_11/reissig_grosse_transformation.pdf (20.10.2016).
- Rockström, Johan u.a. (2009): A safe operating space for humanity. In: Nature, H. 461(7263), 472-475.
- Sloterdijk, Peter (2011): Wie groß ist „groß“? In: Paul Crutzen u.a. (Hrsg.): Das Raumschiff Erde hat keinen Notausgang. Suhrkamp: Berlin, 93-112.
- Steffen, Will u.a. (2015): The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. In: The Anthropocene Review, Jahrgang 2, H. 1, 81-98.
- Streitberger, Merle u.a. (2016): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Biodiversität in Mittelgebirgen – eine Literaturstudie zu Arten und Lebensräumen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Jahrgang 48, H. 2, 37-45.
- Verband Deutscher Naturparke e.V. (Hrsg.) (2015a): Qualitätsoffensive Naturparke. 3. Phase 2016-2020. Bonn.

- Verband Deutscher Naturparke e.V. (Hrsg.) (2015b): Netzwerk Naturpark-Schulen. Bonn.
- Vereinte Nationen (2015) (Hrsg.): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015, <http://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> (02.11.2016).
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2007): Welt im Wandel. Sicherheitsrisiko Klimawandel, http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2007/wbgu_jg2007.pdf (02.11.2016).
- WBGU (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin: WBGU, http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf (17.10.2016).
- WBGU (2012): Forschung und Bildung für die Transformation, Factsheet 5, http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/factsheets/fs5/wbgu_fs5.pdf (17.10.2016).
- WBGU (2016): Der Umzug der Menschheit. Die transformative Kraft der Städte. Zusammenfassung. Berlin: WBGU, http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/hg2016/Kurzfassung_Urbanisierung_DT_1.pdf (20.10.2016).
- Zellner, Reinhard (2006): Die +2-Grad-Gesellschaft. Wieviel Klimaschutz ist noch nötig? In: Chemie Ingenieur Technik, Jahrgang 78, H. 4, 361-365.

Nachhaltig handeln in der beruflichen Bildung

Ein Projekt mit dem Technikmuseum Freudenberg

Gesine Haseloff (TVD Universität Siegen)

Das UNESCO Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung (2015-2019) fordert dazu auf, eine Aus- und Weiterbildung anzustreben, die Auszubildende in die Lage versetzt „im Berufsleben nachhaltig zu denken und zu handeln, den eigenen Arbeitsalltag ebenso nachhaltig zu gestalten wie Prozesse im Unternehmen“ (BNE-Portal 2016). Dies kann durch eine gestaltungsorientierte berufliche Bildung eingelöst werden, die den Auszubildenden die Mitgestaltung von Arbeit, Technik und Arbeitsprozessen ermöglicht. Es soll in diesem Beitrag gezeigt werden, dass durch ein gestaltungskompetenzorientiertes Unterrichtsprojekt mit historischen Medien eine besondere Sensibilisierung für nachhaltiges Handeln erreicht werden kann. Das Projekt wurde für Auszubildende und für Schüler im Sachkundeunterricht geplant. Sie erhalten Einblick in Technikabläufe und werden sich darüber bewusst, dass Technik sich zu der heutigen Gestalt erst entwickelt hat. Sie lernen anhand der Technikentwicklung und bei der Produktion eines (simplen) Werkstückes, dass es verschiedene Alternativen bei der Gestaltung von Technik und Arbeit gibt. Dadurch – das können sie im eigenen Tun begreifen – eröffnen sich Möglichkeiten für nachhaltiges Handeln.

Im Kompetenzkonzept des BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung“ ist seit 2002 verankert, dass „konkretes Handeln und globale Folgen, das Fachliche und das Gesellschaftliche in Berufsbildungsprozessen in Beziehung gesetzt werden“ (Vollmer 2010, 110). Es wird dort zusätzlich gefordert, den Auszubildenden ein Bewusstsein darüber zu vermitteln, dass sie durch ihre (Arbeits-)Tätigkeit in jedem Fall an den sich ständig verändernden Entwicklungen der Arbeits- und Lebenswelt mitwirken und – dies ist noch

wichtiger – diese nachhaltig gestalten können (vgl. Vollmer 2010, 45ff.). Wird de Haans allgemeinen Empfehlungen nach einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (2008) gefolgt und diese auf das Kompetenzkonzept der beruflichen Bildung angewendet, so wird deutlich, dass viele der von ihm geforderten Teilkompetenzen bereits immanenter Bestandteil einer gestaltungskompetenzorientierten beruflichen Bildung sind (vgl. Vollmer 2010, 108). Nach Richter und Meyer (2004) ist von einer durch Gestaltungskompetenz geprägten Arbeitstätigkeit zu sprechen, wenn es gelingt

durch eigenes Handeln auf die persönliche, berufliche und gesellschaftliche Umwelt gezielt einzuwirken und diese zu gestalten. Dazu ist es notwendig, Alternativen zu suchen, die Folgen eigenen Handelns abzuschätzen und sich auf der Grundlage einer begründeten Bewertung für ein Vorgehen zu entscheiden (Richter/Meyer 2004, 23).

Dass Arbeit und Technik gestaltet werden können, ist kein neuer Gedanke. Bis in die 1920er Jahre hinein ging es um Rationalisierung, um die technische Gestaltbarkeit der Maschinen oder um Fragen von Anordnung und Form in Konstruktionen, wenn von Gestaltung der Arbeit die Rede war (vgl. Hellige 1995, 8). Erst nach dem ersten Weltkrieg und den folgenden gesellschaftlichen Umwälzungen kam es zu Überlegungen, den Arbeitsplatz und das Unternehmen im Sinne der Arbeitenden sozialer zu gestalten und ihnen mit entsprechenden Arbeitsaufgaben eine sinnstiftende Identifikation mit der eigenen Arbeit zu ermöglichen (vgl. Briefs 1928, 32ff.). Die psychophysikalische Richtung¹ der frühen Arbeitspsychologie bemühte sich um die Zurückdrängung des Taylorismus und um Konzepte der Gestaltung von Arbeitsprozessen, die den menschlichen Bedürfnissen angemessen waren. Die Disziplinen Arbeitswissenschaft und Betriebssoziologie wurden eingeführt. Zu Anfang der 1930er Jahre veröffentlichte, neben anderen, Lipmann Überlegungen, dass „dem Arbeiter die Gestaltung seiner Arbeit, die Wahl seiner Arbeitsmittel und Arbeitsmethoden in möglichst hohem Grade überlassen bleiben soll“ (Lipmann 1932, 191).

In den späteren 1930er Jahren, der Zeit des Nationalsozialismus, wurde der Begriff Gestaltung ideologisch belastet. Er sollte nun eine

1 Dabei geht es um die physikalischen und physiologischen Erfordernisse der Arbeit.

vermeintliche Größe zum Ausdruck bringen, die sich im damaligen deutschen Überlegenheitsanspruch artikulierten. „Gestalter und Gestaltung wurden zu idealen Vokabeln, mit denen eine emphatische Umwertung ohne wirkliche Entsprechung, der Anschein eines professionellen oder sozialen Status suggeriert werden konnten, ohne dass sich an der gesellschaftlichen Realität etwas änderte“ (Hellige 1995, 15). Unsozialen Arbeits- und Technikabläufen und einer ungebremsten Rationalisierung – vor allem zu Kriegszeiten – wurde nichts entgegen gesetzt. Durch diese Konnotation wurde der Begriff nach dem 2. Weltkrieg für die Technik- und Arbeits-Debatte zunächst unbrauchbar.

Erst ab den 1960er Jahren und noch stärker in den 1980er Jahren wird Gestalten in Bezug auf Arbeit und Technik wieder genannt. Nun bezeichnete der Begriff die Bewältigung immer komplexer werdender Prozesse in Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Von den Gewerkschaften kamen in den 1970er Jahren wichtige Impulse, bei der Gestaltung von Arbeitsprozessen auf den Arbeitenden bezogene gesellschaftlich-politische und ökonomische Fragen einzubeziehen (vgl. Lange/Haag 1988, 38). Die Arbeitsbedingungen wurden weit verträglicher, aber die voranschreitende Technisierung und Automatisierung schien den Arbeitenden schließlich überflüssig zu machen. Der identitätsstiftende Sinngehalt der Arbeit drohte dem Einzelnen verloren zu gehen. Unter anderem deshalb entstand zum Ende der 1970er Jahre ein systemkritischer Wirkungsforschungs- und Technikgestaltungsansatz (vgl. Hellige 1995). Andere Bemühungen um eine wissenschaftlich fundierte Technikgenese (vgl. Dierkes 1997) hatten zum Ziel, Technik als etwas Gewordenes darzustellen. Damit kam in den Blick, warum sich Technik so und nicht anders entwickelt hat. Das beinhaltet den Gedanken, dass Technik gestaltet werden kann. Es war vor allem Rauner, der ab Mitte der 1980er Jahre zur Mitgestaltung von Arbeit und Technik und der Arbeitsplätze durch den einzelnen Tätigen aufruft. Er postulierte, dass Mensch und Gesellschaft die Technik gestalten können und sich nicht ihren vermeintlich eigendynamisch ablaufenden Prozessen anpassen müssen. Dies ermöglichte eine wirkliche Bildung mit dem Ziel, sich zu einem mündigen Menschen zu entwickeln, der eine sinnvolle Teilhabe an der Gesellschaft erwarten kann (vgl. Rauner 1987).

Die Überzeugung, dass die Gesellschaft Technik nach eigenen Zielen und Werten gestalten kann und ihr nicht ausgeliefert ist, setzte sich ab Ende der 1980er Jahren weitgehend durch. Huber bringt 2000 Gestalten deutlicher mit Nachhaltigkeit in Verbindung:

Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung sollte demnach die Förderung von Gestaltungskompetenz zum Ziel haben, berufliche und private Handlungen bewusst darauf auszurichten, die verfügbaren Ressourcen im Bewusstsein globaler Zusammenhänge weitgehend zu schonen bzw. ihren Gebrauch durch Nutzung nachwachsender Rohstoffe, regenerativer Energien usw. zu erübrigen (Huber 2000, 10).

Es galt spätestens seit Rauners Untersuchungen (1987) als erwiesen, dass Gestalten nicht abgeschaut oder angelesen werden kann, es auch nicht angeboren oder vererbt wird. Die Kompetenz zu Gestalten muss angeeignet werden. Dies verlangte einen Paradigmenwechsel in der bis dahin noch weitgehend technikdeterministischen beruflichen Bildung (auch in anderer Bildung).

Das Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) hat die Leitidee der (Mit-)Gestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft 1991 in der Rahmenvereinbarung über die Berufsschule (vgl. KMK 2015) und später in der Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen (2011) verankert. Anders als in einer anpassungsorientierten Berufsbildung wird der Mensch bzw. der Lernende nicht als *Humankapital* betrachtet, der durch Anpassungsprozesse in Arbeit und Technik gegebene betriebliche (Arbeits-)Anforderungen bewältigen muss. Vielmehr steht in einer gestaltungsorientierten Berufsbildung das lernende Individuum im Mittelpunkt, welches zur (Mit-)Gestaltung in Arbeit und Gesellschaft befähigt werden soll (vgl. Bohne u. a. 2016).

In der beruflichen Bildung wird diesem Konzept heute mit einem lernfeldorientierten Unterricht entsprochen, der die Vernetzung verschiedener Lernorte nahelegt. Nach Vollmer bietet das Lernfeldkonzept „generell sehr gute Voraussetzungen, die Auszubildenden in die Lage zu versetzen, in ihrer Doppelrolle als künftige Produzenten und Konsumenten von Waren und Dienstleistungen die weitere gesellschaftliche

Entwicklung zukunfts-fähig mitzugestalten" (Vollmer 2010, 108). Die unterschiedlichen Lernorte (wie Berufsschule, Unternehmen, Universität, natürliche Umwelt, Museum, Labor usw.), die bei der Ausbildung zusammenwirken, können je ein eigenes Potential einbringen und sich gegenseitig befruchten (vgl. Eicker 2009). Als solch ein außerschulischer Lernort bietet sich in Siegen das Technikmuseum Freudenberg an.

Projekt im Lernort Museum

Es soll versucht werden, mit einem gestaltungskompetenzorientierten Projektunterricht im Museum, durch die Arbeit an den historischen Lernmedien, die Lernenden für die Themen der Nachhaltigkeit zu sensibilisieren. Da es sich in dem Museum vor allem um metallverarbeitende Maschinen handelt, bietet es sich an, die Reflexionen über Nachhaltigkeit auf gewerblich-technische Arbeit in Metallberufen und die damit zusammenhängenden Prozesse zu beziehen. Für Auszubildende im Bereich Metalltechnik, die einen persönlichen Zugang zu der vorherrschenden Arbeit und den Arbeitsprozessen haben, ist das Projekt ausgesprochen



Abb. 1: Maschinenraum des Museums: Eine Dampfmaschine treibt die etwa 20 Maschinen über Transmissionswellen an. Sie sind alle etwa 100 Jahre alt. (Foto: Axel Ollenschläger, Technikmuseum Freudenberg)



Abb. 2: Historische Bohrmaschine im Technikmuseum Freudenberg (Foto: Axel Ollenschläger, Technikmuseum Freudenberg)

sinnvoll. Schüler könnten vor dem Besuch im Museum bei einem in der Region ansässigen Unternehmen etwas über Berufe in der Metalltechnik erfahren.

Das Technikmuseum besitzt einen Ausstellungsbereich mit mehreren funktionsfähigen historischen Maschinen wie Drehbank, Fräsmaschine, Bohrmaschine, Lang- und Kurzholer, Spindel- und Kniehebelpresse (siehe Abb. 1 und 2).

Arbeitsrelevante Aufgaben, die technischer Natur sind und Maschineneinsatz bedingen, können gelöst werden. Es existiert ein Multimedia-raum, in dem Auszubildende Einzel oder in Gruppen an ihren Aufgabenlösungen arbeiten können. Die technischen Möglichkeiten zum Experimentieren und zum Präsentieren von Beispielen und Ergebnissen sind vorhanden. Fachkräfte für

die Betreuung der Maschinen bzw. der Schüler sind vor Ort. Das Technikmuseum bietet Platz für Gruppen von bis zu 20 Schülern oder Auszubildenden.

Nach Klafki gelingt eine „Nachhaltigkeitszentrierung“, wenn Lernsituationen geschaffen werden, die es den Auszubildenden ermöglichen, „über ihre derzeitigen Arbeits- und Lebensbedingungen zu reflektieren“ und wenn es ihnen möglich wird, daraus „individuelle Handlungsoptionen und Zukunftsperspektiven im Kontext globaler Entwicklungen zu entwerfen“ (1996, 271). Dem sollte hinzugefügt werden, dass die Sensibilisierung für Nachhaltigkeit umso besser gelingen kann, wenn historische Entwicklungen mit in den Blick genommen werden. Die Reflexionen können dann Begründungen einbeziehen, die sich aus der aktuellen Situation ergeben und auch Begründungen, die sich aus der Entwicklung ergeben,

die zu dieser Situation geführt hat. Adolph nennt das die Fragen „Warum so?“ und „Warum so geworden?“ (2001, 187).

Durch die Frage nach Gestalt und Gewordensein von (technischen) Gegebenheiten [...] gewinnt das Denken und das Nachfragen durch Distanzierung vom Hier und Jetzt eine kritische Dimension. Die Frage nach dem Gewordensein dessen, was technisch ist, kann nicht im technischen Kontext bleiben. Damit vernetzt sich spezielles berufstypisches technisches begriffliches Wissen mit allgemeinem begrifflichem Wissen. Die Frage nach dem Warum dessen, was technisch ist, kann keine Dimension außer Acht lassen, weder die naturwissenschaftliche, noch die ökonomische, religiöse oder politische (Adolph 2001, 187).

Die Frage nach dem Gewordensein impliziert also, dass die so entwickelte Technik auch anders aussehen könnte, demnach gestaltbar ist: „Nur so kann die Gestaltbarkeit von Technik glaubhaft gemacht und damit die (Mit-)Gestaltung der Technik eine Leitidee für die Berufsbildung werden“ (Heidegger 2001, 148). Damit wird die Gestalt der Dinge und die Gestalt des Tuns hinterfragt, es wird nicht einfach nur Wissen vermittelt, es wird eine Gestaltungskompetenz angeeignet, die zu wirklicher Bildung des Lernenden führt.

Die Auszubildenden erhalten die Möglichkeit, mittels historischer Maschinen ein eigenes Arbeitsprodukt herzustellen. Ihnen kann bekannt gemacht werden, wie solch ein Produkt heute, in einem aktuell laufenden Arbeitsprozess, hergestellt wird. Die Auszubildenden werden durch die Arbeit an dem historischen Lernmedium zu den Fragen geleitet: War eine mitgestaltende und sinnstiftende Tätigkeit zu der Zeit möglich, als an den historischen Maschinen (die jetzt im Museum bereit stehen) real produziert wurde? Welche Ressourcen wurden damals genutzt und verbraucht? Wie sehen die Arbeitsprozesse heute aus, um ein ähnliches Produkt zu entwickeln? Welche Ressourcen sind dafür nötig und ist die Arbeit heute sinnstiftender als damals? Solch ein Ansatz, der

die konkreten fachlichen Inhalte exemplarisch mit Gesichtspunkten einer nachhaltigen Entwicklung in Verbindung bringt, kann den Auszubildenden [Lernenden, G.H.] Gelegenheit geben, sich mit der Leitidee der Nach-

haltigkeit reflexiv auseinanderzusetzen und darüber Gestaltungskompetenz zu erlangen (Vollmer 2010, 112).

Was können die Auszubildenden handelnd erkunden?

Dem geplanten Projektunterricht wird, wie in Abb. 3 dargestellt, der sechsstufige Lernprozess als vollständige Handlung zu Grunde gelegt (vgl. Hacker 1998; Volpert 2005). Das heißt, mit der Hilfe des Lernbegleiters identifizieren die Lernenden – für sich – eine Arbeitsaufgabe. Dabei muss es sich in diesem Fall um eine Aufgabe handeln, die an einer modernen und auch an einer historischen Maschine im Technikmuseum gelöst werden kann. Sie sollte aus dem Arbeits- oder Lebensumfeld der Lernenden stammen. Die Auszubildenden holen sich mit Hilfe der Lernbegleitung Informationen zur Lösung der Aufgabe, planen die Umsetzung, vollziehen diese und kontrollieren und bewerten das Ergebnis.

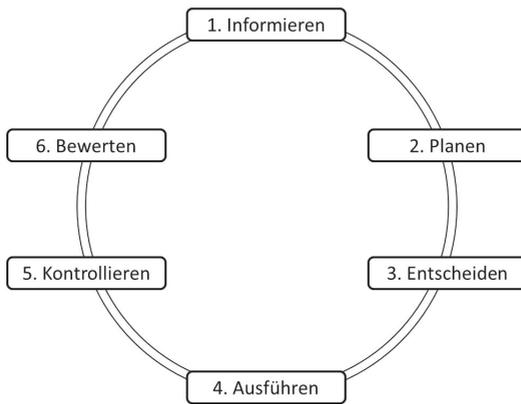


Abb. 3: Lernprozess zur Aneignung von Handlungskompetenz im Projektunterricht (nach Pätzold u. a. 2003, 37)

Innerhalb dieses Prozesses stellen die Lernenden selbständig ein eigenes Werkstück her. Auch wenn ein nutzbares und sinnvolles Produkt entstehen soll, geht es nicht in erster Linie darum, die Qualität des Werkstückes

zu vergleichen. Die Auszubildenden können ihre Möglichkeiten erproben und die Auswirkungen ihres Handelns beobachten und reflektieren, wenn sie Schritt für Schritt die Arbeitsprozesse umsetzen. Hatten sie immer Handlungsoptionen in Bezug auf nachhaltiges, soziales und gesundheitlich unbedenkliches Handeln? Boten sich Möglichkeiten der Gestaltung der Arbeit und der Arbeitsprozesse? Welche Ressourcen wurden genutzt und mit welchem Einsatz bzw. Aufwand? Wie sahen die Arbeitsbedingungen aus? Konnten die Auszubildenden diese selbst beeinflussen?

Die Lernenden erhalten die Möglichkeit, die Arbeit und die Arbeitsprozesse an der historischen Maschine mit den heutigen Möglichkeiten zu vergleichen. Sie können zu Aussagen darüber kommen, wie menschenwürdig und sozial Arbeit und Technik damals und heute sind, um das gewünschte Produkt herzustellen. Sie können herausfinden, wie der Umgang mit den natürlichen Ressourcen gehandhabt wird, die für die Herstellung des Produktes zu Verfügung stehen müssen. Sie können herausfinden und reflektieren, wer oder was für die Bereitstellung der Ressourcen mit welchen Folgen aufkommen muss. Sie können schließlich am eigenen Leib erfahren, wie sinnstiftend und befriedigend ihre Arbeit für sie ist und wie sie sich auf ihr physisches Wohlbefinden auswirkt.

In diesem Zusammenhang lernen sie, dass der Mensch der Arbeit, den Arbeitsprozessen und der Technik nicht ausgeliefert ist. Er kann diese – insbesondere auch im Sinne der Nachhaltigkeit – gestalten. Die Schüler erfahren, dass diese Möglichkeit nicht immer gegeben war und ist. Sie werden angeregt, etwas über den schwierigen und nicht durchweg erfolgreichen Prozess zu erkunden, der zum heutigen Stand der Gestaltung von nachhaltigen Arbeitsprozessen geführt hat.

Zusammenfassung

Vorgeschlagen wird ein Unterrichtsprojekt, das Reflexionen über nachhaltiges Handeln in Arbeitsprozessen hervorrufen soll. Der angestrebte projektorientierte Unterricht steht unter der Leitidee der (Mit-)Gestaltung. Technik darf für einen solchen Unterricht nicht als etwas Gegebenes hingenommen werden. Die Auszubildenden lernen, technische Gegebenheiten nicht nur nachzuvollziehen, sondern eigene Produkte zu entwickeln, über sinnvolle Herstellungswege nachzudenken und zu dis-

kutieren. An einem konkreten Projekt kann die Gestaltung von Technik- und Arbeitsprozessen – und damit die Option für nachhaltiges Handeln – erlebbar werden. Die Lernenden erfahren selbst mit allen Sinnen, wie die Arbeitenden sich vor etwa einhundert Jahren während der Arbeitsprozesse mit der Technik auseinandergesetzt haben. Es kann reflektiert werden, warum die vorgefundene Technik die vorhandene und keine andere Gestalt hat. Es kann reflektiert werden, in welchen vielfältigen Wechselverhältnissen sie zur Natur und zur gesellschaftlichen Arbeit steht. Nicht zuletzt kann die erprobte Technik in Bezug auf ihren gesellschaftlichen Nutzen bewertet werden.

Die Auszubildenden erfahren, dass eine Veränderung von scheinbar feststehenden tradierten Prozessen möglich und sinnvoll ist. Das entspricht einer positiven Sicht auf Entwicklung. Technik kann motivierend erfahren werden. Die Lernenden können sich bewusst mit einem ressourcenschonenden Umgang mit der Umwelt und mit einer menschenwürdigen Entwicklung von Technik auseinandersetzen und eine entsprechende aktive Haltung dazu verinnerlichen, wie es von Weizsäcker 1995 vorgeschlagen hat. Dies vor allem, indem die Lernenden erleben,

dass Konzepte und Technologien, also die materiellen Voraussetzung für das Beschreiten eines zukunftsfähigen Weges, bereits vorhanden sind und nur konsequent zur Anwendung kommen und weiterentwickelt werden müssen (Vollmer 2010, 111).

Literatur

- Adolph, Gottfried (2001): Wissensaneignung durch Handeln und Gestalten. In: Martin Fischer u. a. (Hrsg.): Gestalten statt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf. Bielefeld: Bertelsmann, 171-188.
- BNE-Portal: Wie kann Bildung für nachhaltige Entwicklung in der beruflichen Bildung angewendet werden?, <http://www.bne-portal.de/de/bildungsbereiche/berufliche-bildung> (06.11.2016).
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2002) (Hrsg.): Bericht der Bundesregierung zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Bonn, <http://www.globaleslernen.de/sites/globaleslernen.de/files/files/link-elements/>

- bundesregierung_20zur_20bildung_20f_c3_bcr_20eine_20nachhaltige_20entwicklung_2c_202002.pdf (06.11.2016).
- Bohne, Christoph u.a. (im Druck, 2016): Competence-based Vocational Education and Training (VET): An approach of shaping and networking. In: European Journal of Training and Development, Jahrgang 41, H 1.
- Briefs, Götz (1928): Rationalisierung der Arbeit. In: Industrie- und Handelskammer zu Berlin (Hrsg.): Die Bedeutung der Rationalisierung für das Deutsche Wirtschaftsleben, Berlin: Stilke, 32-52.
- Dierkes, Meinolf (1997) (Hrsg.): Technikgenese. Befunde aus einem Forschungsprogramm. Berlin: edition sigma.
- De Haan, Gerhard (2003): Erwerb von Gestaltungskompetenz als Ziel von Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: BMBF (Hrsg.): Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. Bonn: Eigenverlag, 44-48.
- DUK (Deutsche Unesco-Kommission/Nationalkomitee für die UN-Dekade) (2008) (Hrsg.): Nationaler Aktionsplan für die UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung. Bonn, <http://www.bne-portal.de/de/bundesweit/die-un-dekade-bne-2005-2014> (06.11.2016).
- Eicker, Friedhelm (2009): Vernetztes Gestalten eine Perspektive in der kompetenzbezogenen Berufsbildung. In: Friedhelm Eicker (Hrsg.): Innovation durch universitäre berufliche Bildung: Zum gestaltungs- und kompetenzorientierten Lehren in der Gebäudeautomation. Bremen: Donat, 114-134.
- Heidegger, Gerald (2001): Gestaltungsorientierte Berufsbildung. In: Martin Fischer u.a. (Hrsg.): Gestalten statt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf. Bielefeld: Bertelsmann, 142-158.
- Hacker, Winfried (1998): Allgemeine Arbeitspsychologie. Bern: Huber.
- Hellige, Hans Dieter (1995): Technikgestaltung: ein Begriff als Programm: Geschichte, Systematik und Probleme. Universität Bremen, Forschungszentrum Nachhaltigkeit (artec) (Hrsg.): Bremen, artec-paper 40.
- Huber, Joseph (2000): Industrielle Ökologie. Konsistenz, Effizienz und Suffizienz in zyklusanalytischer Betrachtung. In: Udo Ernst Simonis (Hrsg.): Global Change. Baden-Baden: Nomos, 107-124.
- Klafki, Wolfgang (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Weinheim/Basel: Beltz.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2011): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen

- Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe, Referat Berufliche Bildung, Weiterbildung und Sport, http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_09_23_GEPHandreichung.pdf (20.08.2015).
- KMK (2015): Rahmenvereinbarung über die Berufsschule, http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_03_12-RV-Berufsschule.pdf (03.09.2015).
- Lange, Hellmuth/Haag, Detlef (1988): Menschen und Technik 2000. Frankfurt a. M.: Nachrichten Verlag, 17-118.
- Lipmann, Otto (1932): Lehrbuch der Arbeitswissenschaft. Jena: Fischer.
- Pätzold, Günter u.a. (2003): Lehr-Lern-Methoden in der beruflichen Bildung. Universität Oldenburg: Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg.
- Rauner, Felix (1987): Zur Konstitution einer neuen Bildungsidee: Befähigung zur Technikgestaltung. In: Rainer Drechsel u.a. (Hrsg.): Ende der Aufklärung? Zur Aktualität einer Theorie der Bildung. Forschungsreihe des Forschungsschwerpunktes Arbeit und Bildung, Band 6, Bremen: Universität Bremen, 266-297.
- Richter, Christine/Meyer, Rolf (2004): Lernsituationen gestalten: Berufsfeld Elektrotechnik. Troisdorf: Bildungsverlag EINS.
- Vollmer, Thomas (2010): Didaktik gewerblich-technischer Fachrichtungen im Kontext der UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: lernen & lehren – Elektrotechnik, Informatik und Metalltechnik, Jahrgang 25, H. 99, 107-113.
- Volpert, Walter (2005): Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation. In: Felix Rauner (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld: Bertelsmann, 294-299.
- Von Weizsäcker, Ernst Ulrich u. a. (1995): Faktor Vier: Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Der neue Bericht an den Club of Rome. München: Droemer Knaur.

KlimaWelten Hilchenbach – Ein außerschulischer Lernort für nachhaltige Bildung mit dem Schwerpunkt Klimaschutz

Eine Initiative der Klimabildungsstätte Südwestfalen e.V.

Ingrid Lagemann & Judith Schneider (KlimaWelten Hilchenbach)

Wer wir sind

Der Verein Klimabildungsstätte Südwestfalen e.V. wurde im Jahr 2013 gegründet mit dem Ziel, in dem leerstehenden denkmalgeschützten Gebäude der ehemaligen Florenburgschule in Hilchenbach (Abb. 1) ein Umweltbildungszentrum für die Region mit dem Schwerpunkt Klimaschutz und Klimabildung einzurichten.

Klimaschutz wird zwar zunehmend als wichtig erkannt, aber vielerorts fehlt noch ein klares Bewusstsein über die anthropogenen Zusammenhänge des globalen Klimawandels sowie die Reflexion auf eigene Handlungsmöglichkeiten im persönlichen wie gemeinschaftlichen Handeln mit dem Ziel nachhaltiger Lebenspraxis.

Die Initiatoren möchten auf das globale Problem des Klimawandels aufmerksam machen und alle Bürgerinnen und Bürger des Kreises

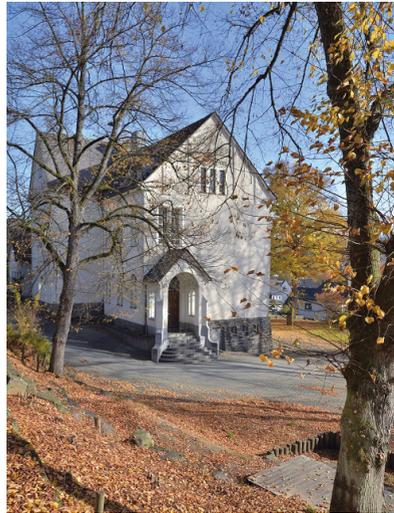


Abb. 1: Die ehemalige Florenburgschule in Hilchenbach, Kirchweg 17

für die daraus entstehenden Folgen für unseren Planeten sensibilisieren. Durch Lern-, Erlebnis- und Informationsangebote soll über das sich wandelnde Klima aufgeklärt, Probleme des Klimawandels erkannt und gemeinsam Auswege und Lösungsmöglichkeiten gefunden werden. In der alten Florenburgschule wird als außerschulischer Lernort ein Brennpunkt und eine Lernstätte, ein Koordinations- und Motivationsort im Sinne der Bildung für Nachhaltige Entwicklung für alle Altersgruppen entstehen. Jung und Alt sollen sich hier wohl fühlen, über Klimaschutzfragen informieren und zu aktivem Klimaschutz motiviert werden.

Wen wir erreichen wollen

Zukünftig wird mit den *KlimaWelten* eine Klimabildungsstätte für alle Bürgerinnen und Bürger des Kreises und darüber hinaus entstehen. Besondere Adressaten sind Kinder aus Kindertagesstätten mit ihren Erzieherinnen und Erziehern sowie Schülerinnen und Schüler der Primar- und Sekundarstufe, die im Rahmen von gebuchten Gruppenführungen die *KlimaWelten* als außerschulischen Lernort besuchen. Ebenso sollen Familien und interessierte Erwachsene sich hier wohlfühlen. Geplant sind außerdem besondere Angebote für Kindergeburtstage und Fortbildungsveranstaltungen für pädagogische Fachkräfte.

Erfahrungen aus vergleichbaren Einrichtungen und Lernorten belegen eine hohe Nutzung durch Schülerinnen und Schüler der Primarstufe. Die Arbeit der *KlimaWelten* wird deshalb zunächst schwerpunktmäßig auf die Rahmenrichtlinien der Grundschulen abgestimmt werden. Passgenaue Angebote, insbesondere im Sinne der Bildung für Nachhaltige Entwicklung, ermöglichen Lehrerinnen und Lehrern eine handlungsorientierte und sinnvolle Ergänzung ihrer Unterrichtseinheiten.

Gleichzeitig werden auch Lern- und Erfahrungsebenen geschaffen, die von älteren Schülerinnen und Schülern, Auszubildenden und Studierenden gewinnbringend genutzt werden können.

Da die *KlimaWelten* sich als außerschulischer Lernort an der Landeskampagne „Schule der Zukunft – Bildung für Nachhaltigkeit“ beteiligen, stehen sie mit ihren Angeboten den teilnehmenden Schulen in besonderer Weise zur Verfügung. Für die außerschulischen Lernerfahrungen stehen eine *KlimaKüche* und ein *KlimaLabor* zur Verfügung. In der *Klima-*

Küche werden Kurse zu klimafreundlichem Kochen mit saisonalen und regionalen Produkten angeboten. Das *KlimaLabor* lädt die Kinder und Jugendlichen zum Forschen und Experimentieren ein. In unserem Angebotsprogramm werden dazu passend Fortbildungen für Pädagoginnen und Pädagogen, Erzieherinnen und Erzieher und weitere Multiplikatoren angeboten.

Auch an den Wochenenden sollen die *KlimaWelten* in der nahen Zukunft zu einem attraktiven Ausflugsziel in der Region ausgebaut werden und durch regelmäßige Aktionen in *KlimaKüche* und *KlimaLabor* sowie einer *KlimaErlebniswelt* mit interaktiven Spielmöglichkeiten besonders junge Familien ansprechen. Buchbare Angebote für Kindergeburtstage für die Altersstufen 5-12 Jahre werden das Programm abrunden.

Auch in Zukunft werden wie bereits in der Vergangenheit Aktionstage, Vorträge und Ausstellungen in den Räumlichkeiten der *KlimaWelten* stattfinden.

Was bisher geschah

Im Februar 2012 fand ein erster *KlimaAktionstag* mit Hilchenbacher Schulen und einer Kindertagesstätte zum Thema Klima und Energie statt (Abb. 2). Weitere Klimatage folgten 2013 und 2014 (Abb. 3).



Abb. 2: Klimatag 2012: Klima und Energie – Experimente mit Luft



Abb. 3: Klimatag 2014: Mobilität – wir erforschen unsere Wege

Das *RepairCafé* öffnete im Mai 2015 seine Pforten und leistet seitdem monatlich einen wertvollen Beitrag zu einem nachhaltigen Umgang mit unseren Konsumgütern.

Im September 2015 wurde mit „NRW wird leiser“ eine weitere Ausstellung für die Schulklassen des Kreises aufgebaut.

Während der Sommerferien belebten in den letzten Jahren jeweils zwei Ferienspielaktionen die Räumlichkeiten und das Außengelände der *KlimaWelten*. Während der Ferienspiele 2016 wurde unter Leitung des Waldpädagogen Burkhard Bonstein eine Kräuterspirale angelegt (Abb. 4).

Was aktuell geschieht

Der außerschulische Lernort *KlimaWelten Hilchenbach* wird derzeit nach und nach eingerichtet. Das Gebäude verfügt über mehrere große Klassenräume und verschiedene Nebenräume, die sich über insgesamt vier Etagen verteilen. Zudem steht ein großes Außengelände für Outdoor-Aktivitäten zur Verfügung.

Nachdem im November 2016 Landesmittel aus dem neuen Förderprogramm für Umweltbildungseinrichtungen des Landes NRW bereitgestellt wurden, können die lange gereiften Visionen und Pläne endlich konkretisiert und realisiert werden.



Abb. 4: Anlage einer Kräuterspirale mit Burkhard Bonstein

Aktuell entstehen im Untergeschoss der Florenburgschule eine *KlimaKüche*, ein *KlimaLabor*, ein großer Veranstaltungsraum als *KlimaTreff* und im Dachgeschoss das *KlimaBüro*. Nach Eingang der durch die Stiftung Umwelt und Entwicklung zugesagten Fördergelder werden diese Räume nun zügig eingerichtet. Die noch nicht umgebauten Klassenräume stehen wie bisher für Ausstellungen, Aktionstage und das *RepairCafé* zur Verfügung.

In der *KlimaKüche* werden die Kinder und Jugendlichen als Nachwuchsköche die Küche als einen der energie- und ressourcenintensivsten Orte kennenlernen. Hier kann der CO₂-Fußabdruck unterschiedlicher Lebensmittel ermittelt werden (Abb. 5). Durch die gemeinsame Zubereitung von Mahlzeiten werden die Teilnehmer an einen selbstverständlichen Umgang mit frischen Zutaten wie Obst und Gemüse aus saisonalem und regionalem Anbau herangeführt und auf den Geschmack von klimafreundlicher Ernährung gebracht. Auch Wildkräuter direkt aus der Natur werden in die Zutatenliste integriert.

In dem als Werkstatt konzipierten *KlimaLabor* können kleine und große Forscher selbst Experimente durchführen und so eigene wertvolle Lernerfahrungen machen: Durch Versuche werden Phänomene von Umweltveränderungen und Klimawandel veranschaulicht und greifbar gemacht (Treibhauseffekt, saurer Regen, Abschmelzen der Polkappen).



Abb. 5: CO₂-Abdruck unterschiedlicher Lebensmittel im Real-schulprojekt 2013

Der technische Nutzen und die Funktionsweise neuer Energieformen werden an konkreten Beispielen erlebbar und verständlich gemacht (Brennstoffzelle, Windkraft, Solaranlagen) (Abb. 6). Ein besonderes Augenmerk gilt Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen und der lebenswichtigen Rolle des Wassers.



Abb. 6: Klimatag 2013: Energiegewinnung – wie bringe ich eine Lampe mit Muskelkraft zum Leuchten?

Unser größter medial ausgestatteter Raum (Abb. 7) wird als *KlimaTreff* für Schulungen, Seminare, Austauschtreffen und als Aufenthaltsraum zur Verfügung stehen. Eine Glastür nach draußen bietet die Möglichkeit, auch das Außengelände mit einzubeziehen und damit einen Begegnungs- und Lernort unter freiem Himmel zu öffnen.

Wovon wir träumen

Langfristig werden die *KlimaWelten Hilchenbach* eine überregionale Klimabildungsstätte mit Erlebnischarakter werden. Hier kann lebensweltorientiert gelernt und selbstständiges eigenverantwortliches Handeln



Abb. 7: Unser vorläufiger Seminarraum

reflektiert und trainiert werden. Unsere großen und kleinen Gäste werden zu forschendem und selbstgesteuertem Lernen angeleitet. Sie dürfen Experimente machen und selbst zu Akteuren werden. Als lebendiger Bildungsort werden wir auch ein Kommunikationsort nicht nur für Schulen und Kindergärten, sondern auch für die ganze Familie an Wochenenden und in den Ferien sein. Bei uns sollen sich alle wohlfühlen und entspannen können, weil sie spüren, dass sie willkommen sind.

Gerade für die Zielgruppe der Familien werden wir in einem großen *KlimaErlebnisraum* im Erdgeschoss eine Mitmachausstellung aufbauen, die zu vielerlei Selbsterfahrungen einlädt. Mehrere interaktive *Klima-*

Erlebnis-Stationen regen zum Ausprobieren, Mitspielen, Fragen-Stellen und Nachdenken an.

Auch das *Außengelände* wird für diese Zielgruppe zur Erlebniswelt umgestaltet. Stationen zum Thema Wasser und ökologische Vielfalt (Insektenbeobachtungsstation, Kräuterspirale, Naturkräutergarten und einen Bienenschaukasten) laden zum Experimentieren und Beobachten ein.

Ab Frühjahr 2017 werden die *KlimaWelten* ihren Betrieb aufnehmen und als außerschulischer Lernort attraktive und altersspezifische Angebote zum Thema Klima und Energie für Kindertagesstätten und Schulen anbieten.

Kontakt unter:



KlimaWelten Hilchenbach

Eine Initiative des Vereins Klimabildungsstätte Südwestfalen e. V.
Ingrid Lagemann (1. Vorsitzende), Kirchweg 17, 57271 Hilchenbach
Tel.: 02733 2864 794

E-Mail: info@klimawelten.de
www.klimawelten.de

Im vorliegenden Band sind Vorträge, Poster und Workshops der Tagung „Nachhaltig Handeln lernen im Sachunterricht“ vom 5. Oktober 2016 an der Universität Siegen zusammengefasst.

Im Fokus des Interesses standen Möglichkeiten der Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeit im Sachunterricht, der sich als Ort für dieses fächerverbindende Thema anbietet, denn eine Bildung zu Nachhaltiger Entwicklung (BNE) kann ohne interdisziplinäres Wissen und Kompetenz zu vernetztem Denken nicht gelingen.

Die Problematik wurde aus theoretischer Perspektive in Vorträgen und Postern wie in praktischem Erleben in den Workshops breit behandelt und spiegelt sich in den vielfältigen Ansätzen der Beiträge im vorliegenden Band wider.

Mit der Veröffentlichung dieses Tagungsbandes möchten wir einen Beitrag zur weiteren Diskussion über die didaktischen Möglichkeiten der Thematisierung von Nachhaltigkeit im Sachunterricht leisten sowie konkrete Hinweise zur Gestaltung von Unterrichtsprojekten geben.