

**Fachbereich Erziehungswissenschaften  
der  
Philipps-Universität Marburg**



**Diplomarbeit**

vorgelegt von  
**Gertrud Nagel**

**Astronomie und  
Bildung für nachhaltige Entwicklung  
im erziehungswissenschaftlichen Kontext**

**EW I**

**Betreuer: PD Dr. habil. Hartmut Bölts  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Udo Kuckartz**

**Abgabetermin: 1. Dezember 2011**

Fachbereich Erziehungswissenschaften der Philipps-Universität Marburg

**Diplomarbeit**

vorgelegt von

**Gertrud Nagel**

**Astronomie und Bildung für nachhaltige Entwicklung  
im erziehungswissenschaftlichen Kontext**

Fach: EW I

**Betreuer: PD Dr. habil. Hartmut Bölts**

**Zweitgutachter: Prof. Dr. Udo Kuckartz**

Abgabetermin: 1. Dezember 2011

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2. Eine kurze Standortbestimmung der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)</b>	<b>5</b>
2.1 Risiken beurteilen können – eine Voraussetzung für Nachhaltigkeit	9
2.2 Die bildungswissenschaftlichen Grundlagen für BNE	13
2.3 Reflexives Denken zur Wandlungsfähigkeit	21
2.4 Schlussfolgerung und Ausblick	30
<b>3. Astronomie als Element der BNE</b>	<b>33</b>
3.1 Zum Status Quo in der deutschen Bildungslandschaft	34
3.1.1 Frühkindliche Bildung und Grundschule	35
3.1.2 Astronomie in der Schule	36
3.1.3 Universitäre Astronomieausbildung	45
3.1.4 Stand der Forschung	45
3.1.5 Außerschulische Angebote und lebenslanges Lernen	46
3.2 Astronomie und die Förderung naturwissenschaftlichen Denkens im Hinblick auf BNE	48
3.3 15 gute Gründe Astronomie in BNE einzubinden	65
<b>4. Ausklang</b>	<b>73</b>
Literatur	
Eigenständigkeitserklärung	

# 1 Einleitung

*Kein Schüler sollte aus der Schule entlassen werden, ohne Anschauung und Kenntnis des Himmels und seiner Wunder genommen zu haben.*

Adolph Diesterweg (1790-1866)

Meine eigene langjährige Begeisterung für die Astronomie und die positiven Erfahrungen in der Gestaltung verschiedener Bildungsangebote sind der Anlass für das Thema dieser Arbeit. Ich konnte eine große Schnittmenge astronomischer Inhalte mit denen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung entdecken, wie sie beispielsweise bei Sonnenbeobachtungen auf dem Bildungsfest Marburg, in Vereinen und Schulen sowie bei meinen Besuchen anderer Bildungsangebote zu Tage getreten sind. Dazu zählt u.a. die Teilnahme an den astrophysikalischen Vorlesungen an der Philipps-Universität Marburg, in denen sich die Zuhörerzahl von anfänglich nur zwei Teilnehmern in 2006 bis zum vollen Audimax im Studium Generale in 2009 steigern konnte. In der „Sternenwelt Vogelsberg e.V.“ besuchen Erwachsene, Jugendliche und Kinder der Region die monatlichen Vorträge über unser Universum und das Leben in ihm. Ganze Schulklassen erleben Vorträge und können ihre mitgebrachten Fragen über den Kosmos in zwanglosen Gesprächen mit kompetenten „Sternenweltlern“ (Astrophysiker, Chemiker, Techniker, Pädagogen) erörtern. Bei meinen Hospitationen im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln, bei Richard Bräucker, dem Leiter des dortigen School\_Labs, der sich auch für eine europäische Initiative zum interdisziplinären Lernen einsetzt, festigte sich meine Überzeugung, dass es an der Zeit ist, das pädagogische Feld in Richtung naturwissenschaftlicher Experimentierens auszudehnen. Ich hatte Gelegenheit die DLR-Astro-Seminare u.a. bei Harald Lesch und Gerda Horneck zu besuchen. Alle diese Personen, Institutionen und Projekte werden uns in dieser Arbeit noch begegnen.

Mit Harald Lesch nutzte ich die Gelegenheit, die Problematik der Überwindung der Kluft zwischen den Natur- und Geisteswissenschaften zu diskutieren. Er ermutigte mich ausdrücklich, dieses Thema in meiner Diplomarbeit aufzugreifen. Die meisten an astronomischen Themen interessierten Menschen jeden Alters, machen sich weit über die physikalischen Aspekte der Sterne hinaus, ihre eigenen Gedanken. Über die Beschäftigung mit dem Sternenhimmel finden sie den gedanklichen Weg zu unserem Planeten, zu unserer Um-Welt zurück. Darin schlummert ein bei Weitem noch nicht

ausgeschöpftes Potenzial für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung. Da diese Themen überwiegend außerschulisch und informell behandelt werden, verzichten sie auf den im Bildungswesen häufig noch üblichen, erhobenen Zeigefinger. Astronomische Angebote werden aufgrund dieses niedrighwelligen Einstiegs gerne in Anspruch genommen.

Um diese Pionierarbeit aufzunehmen, stellt sich als allererstes die Frage, wie Nachhaltigkeit überhaupt zu definieren ist und welche Bedeutung ihr im Kontext von Bildung zukommt.

Nachhaltigkeit ist als Begriff auf den ersten Blick schwer festlegbar, und genauso wenig ist er an immer gleichbleibenden Inhalten festzumachen. Seine inflationäre Nutzung in unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen, bis hin zum werbepsychologischen Verkaufsargument, hat den Umgang mit der Etiketle „nachhaltig“ nicht vereinfacht. Daraus resultiert die Notwendigkeit eines permanenten, reflexiven Umgangs mit dem Begriff selbst, und gleichzeitig mit den in ihm verbundenen Erfahrungswelten. Nachhaltigkeit als moderner Bildungsauftrag stellt an uns die Aufgabe, das Hinterfragen zu erlernen. Das wichtigste Ziel ist, Zutrauen in die eigenen Zukunftsplanungskompetenzen zu fassen und zur Entwicklung und Umsetzung von Utopien zu ermutigen.

In Zeiten expandierenden Wissens wird sich die Pädagogik immer wieder der Anforderung, aktuelle Forschung und wissenschaftliche Sachverhalte möglichst rasch didaktisch und methodisch aufzuarbeiten und zu vermitteln, stellen müssen. Um Menschen aller Altersstufen zu befähigen, ihre Zukunft verantwortungsvoll in die Hand nehmen zu wollen und zu können, muss es gelingen, das Interesse an einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) zu wecken und aufrecht zu erhalten. Heute nimmt diese grundlegende Aufgabe für Bildungsplaner und Pädagogen beständig an Bedeutung zu. In ihr verbirgt sich die reelle Chance, das fünftgrößte Industrieland des Planeten auf seinem Weg über Energiewendekonzepte in ein neues Wohlstandsmodell, unter Berücksichtigung sozialer Dimensionen und mit zivilgesellschaftlicher Beteiligung, zu begleiten. Wissenschaft und Bildung sind herausgefordert, diese Generationenerwartung gemeinsam zu meistern.

Das Hauptanliegen der Bildung für nachhaltige Entwicklung drückt sich in der Fragestellung aus, wie wir unsere Umwelt beeinflussen und gestalten wollen. Dafür ist, neben geisteswissenschaftlicher, auch die Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte gleichermaßen relevant. Leider interessieren speziell die meisten Pädagogen sich nicht für die naturwissenschaftlichen Hintergründe der BNE und tun sich somit schwer, Risiken realistisch abzuschätzen und auch die Kriterien zum Umgang mit Risiken glaubwürdig weiterzugeben. Um das entsprechende Hintergrundwissen zur Verfügung zu stellen,

müsste der schwelende Konflikt zwischen Geistes- und Naturwissenschaften geschlichtet und aus der Welt geschafft werden. Diese Kluft tritt aber in den Diskussionen um Bildung für nachhaltige Entwicklung gerade besonders hervor. Dies sind gute Gründe, eine Diplomarbeit darüber in Angriff zu nehmen. Es ist an der Zeit, dass Pädagogen beginnen, sich den wegweisenden Ansätzen zum disziplin-übergreifenden Lehren in unserer Bildungslandschaft unterstützend anzuschließen. Das Anliegen dieser Arbeit ist die Annäherung der Bereiche Astronomie und Raumfahrt an eine Bildung für nachhaltige Entwicklung ebenso, wie in einer Öffnung der Erziehungs- und Bildungswissenschaften für die naturwissenschaftlichen Basisdisziplinen. In der bildungswissenschaftlich relevanten Literatur der letzten beiden Jahrhunderte wurde der Brückenschlag von der Astronomie in die Pädagogik zwar immer wieder punktuell aufgegriffen, beispielsweise von Humboldt und Diesterweg, für die bereits in vollem Gang befindliche heutige Entwicklung, mangelt es jedoch an aktuellem Lehrmaterial.

Da es sich um ein wenig diskutiertes Thema in den Erziehungswissenschaften handelt, werden für diese Arbeit aus sehr unterschiedlichen Bereichen Puzzleteile genutzt und durch eigene Interpretationen ergänzt. Passenderweise stammt das Zitat „Mut zur Lücke“ von einem Vordenker der astrophysikalischen Didaktik, von Martin Wagenschein.

Bisher gibt es erst wenige Pfade von der Astronomie in die Pädagogik, allerdings glücklicherweise einen massiven Steg über Martin Wagenschein in die Schuldidaktik.

Nützliche wissenschaftliche Grundlagen dafür finden sich in den Nachbardisziplinen, wie beispielsweise in der Physik-Didaktik, der Forschung auf dem Gebiet interdisziplinären Lernens, in Publikationen der Raumfahrtbehörden, in Lehrmaterial zur Astronomie, Astrophysik und Kosmologie sowie in bildungstheoretischen Abhandlungen zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte vor dem Hintergrund einer Bildung für nachhaltige Entwicklung und in der Risiko- und Zukunftsforschung. Sie werden in dieser Arbeit die Lösungsansätze, Theorien, Konzepte und Handlungsempfehlungen zu den drei die pädagogische Entwicklungsarbeit einer nachhaltigen Bildung im 21. Jahrhundert beeinflussenden Schlagwörtern liefern: erstens zur Komplexitätsreduzierung im Umgang mit Wissen, zweitens zu der Individualisierung und ihren Folgen für die Gestaltung von Lebenswelten und drittens zur Globalisierung, mit ihren disziplinübergreifenden Abhängigkeiten.

Die vertretenen Positionen werden, unter anderem, auf der Basis der Beurteilungen globaler Risiken nach Ulrich Beck und den in diesem Jahr veröffentlichten Ausführungen zur Gestaltung unserer Lebenswelt durch den Zukunftsforscher Matthias Horx entwickelt.

Um wirklich am Puls der Zeit argumentieren zu können, wird Wert darauf gelegt, gegenwartsnahe Texte einfließen zu lassen, unter anderem aus Internetpublikationen und aus populären Wissenschaftsmagazinen. Es soll in den Fokus gerückt werden, dass in der

Astronomie und Raumfahrtthematik viel Potenzial schlummert, um mit der nahezu inflationären Wissensvermehrung der Moderne auf transdisziplinäre Weise umzugehen. Astronomie wird nicht umsonst von der UN als „Basic Science“ eingestuft. Wenn Pädagogen und Astrowissenschaftler kooperieren, können sie mit Neugier, Innovationsgeist und Tatkraft zum Zugpferd für eine nachhaltige Entwicklung unserer Bildungslandschaft werden. Die Thematik liegt buchstäblich in der Luft, das „Space Age“ ist längst eingeläutet, und die Angebote mit astronomischen Inhalten befinden sich massiv im Aufschwung, vom Kindergarten und der Vorschule über den Schulunterricht, durch außerschulische Angebote, im Studium, in den unterschiedlichsten informellen Angeboten und nicht zuletzt im Internet, in welchem die neuesten Entdeckungen und Entwicklungen so transparent, wie für keinen anderen Wissenschaftszweig nachzuverfolgen sind.

Die Intention dieser Arbeit ist, der Zusammenführung geistes- und naturwissenschaftlicher Bildungskonzepte einen neuen Anstoß zu geben und hierzu das allgemein steigende Interesse an Thematiken aus Astronomie und Raumfahrt als ein mögliches Einstiegsszenario anzusprechen. Sie ist als Handreichung für alle die gedacht, die in Bezug zu erziehungswissenschaftlichen Feldern stehen und im Sinne einer Nachhaltigkeit einen Zugang zur Natur wiederentdecken oder neu herstellen möchten. Neue Anforderungen erfordern neue Konzepte. Die Betrachtung des grenzenlosen Sternenhimmels kann, mit Visionen und Kreativität, neue Strategien und Bildungsformen entstehen lassen. Die Beschäftigung mit Mensch und Weltraum birgt eine Vielfalt von Möglichkeiten, den naturwissenschaftlichen Thematiken eine nachhaltige, pädagogische Dimension zu verleihen. Dazu steht der Zug mit viel-versprechenden Angeboten bereits auf einem Nebengleis unseres Bildungswesens bereit und rollt gerade an. Es ist an der Zeit, auf den Stellenwert für die Dynamisierung unseres Denkens und den Umgang mit Informationen und Wissen aufmerksam zu werden.

## **2 Eine kurze Standortbestimmung der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)**

Um sich mit der Planung erziehungswissenschaftlicher Inhalte und Aufgaben zu beschäftigen, bedarf es als Erstes einer Orientierung, auf welcher Ebene Wandel eingeleitet werden soll. Es ist zu klären, unter welchen Bedingungen eine persönliche und kulturelle Evolution gelingen kann oder vermutlich zum Scheitern verurteilt sein wird.

- Welche aktuellen Gegebenheiten müssen in den Diskurs zur Nachhaltigkeit eingebunden werden?
- Wie kann ein gesellschaftlicher Wandel oder ein ökologisches Umdenken gelingen?
- Soll vorrangig ein individueller, ein kultureller oder ein mentaler Wandel bezweckt werden und wie hängt eins vom anderen ab?
- Wie wirken sich der naturwissenschaftlich-technische Fortschritt und seine geistige Bewusstseinsmachung auf die Anpassung pädagogischer Angebote aus?
- Wie modern ist eigentlich unsere Bildungslandschaft hinsichtlich der zunehmenden Informationskomplexität?

Weitere Fragestellungen ergeben sich, sobald man beginnt, sich mit Begrifflichkeiten wie Nachhaltigkeit und Risiko sowie dem Verständnis von Natur zu beschäftigen.

An zeitgerechte Bildung für nachhaltige Entwicklung, muss die Aufgabe gestellt werden, eine Diagnostik von Risiken, Krisen und Katastrophen für alle Lebensbereiche voranzustellen. Es bedarf einer Neupositionierung und Erweiterung im Sinne der Nachhaltigkeit für alle Bereiche menschlicher Existenz. Speziell für die Zukunft Deutschlands ist nicht die Förderung von Rohstoffen, sondern die neuer Techniken und Innovationen relevant. Diese Kapitel leitet von der Risikobeurteilung über die bildungswissenschaftlichen Aspekte der BNE. Es folgt wie sich das Wissen über reflexive Denkprozesse in Handeln umsetzt und was bei der Umsetzung von der Theorie in die Praxis noch zu beachten ist. Das Kapitel schließt mit einem Ausblick für die BNE.

*Die wahre Entdeckungsreise besteht nicht darin,  
dass man nach neuen Landschaften sucht  
sondern dass man mit neuen Augen sieht.*

Marcel Proust

Derzeit rückt die „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ in das Zentrum der Bildungspolitik der UN. Die Umweltbildung bildet weiterhin einen Kernaspekt des Nachhaltigkeitsideals der Ökologie. Umweltbildung existiert als eigene Disziplin erst seit etwa 25 bis 30 Jahren. Heute suchen Umweltschutz als Umwelterziehung und Umweltbildung als zentrale Aufgaben von BNE ihren Platz in der Bildungslandschaft. Ausgelöst durch Umweltkatastrophen, werden die Fragen der Umweltbildung so evident, dass sie zur politischen



Legitimation in Deutschland parteiübergreifend herangezogen werden müssen. (Vgl. Wolf 2005: 55-88.)

Aktuell findet, auf dem Weg zur Postmoderne, ein Paradigmenwechsel von der Umweltbildung hin zum Nachhaltigkeitsdiskurs statt. In der Moderne hatte jedes Ding seinen angestammten Platz, sie ging von einem Zustand der Ordnung aus, den sie als Postulat auf alle Lebensbereiche ausdehnte. Alle Fragen schienen grundsätzlich beantwortbar, die Erkenntnisse schienen sich zu verstetigen und führten zunehmend, besonders in Westeuropa und Nordamerika, zu einer Geschlossenheit in den Lebensstilen.

Die letzte vom Menschen unabhängige Instanz, stellte die Natur selbst mit einem Anspruch auf Universalität dar. Nach diesem Paradigma des Reduktionismus strukturierten sich auch die Naturwissenschaften. Die Reduktionismusthese postuliert die Übertragbarkeit von Erkenntnissen über das Dasein eines Phänomens in andere Bereiche. Häufig beinhaltet sie die Vorstellung, alle Wissenschaften seien auf eine Basiswissenschaft zurückführbar, die meist mit der Physik gleichgesetzt wurde. Nach Gertrud Wolf zeigt bereits eine oberflächliche und knappe Analyse, dass sich in den letzten Jahren hier viel, auch in der Bildungspraxis, verändert hat. Auf gesellschaftlicher, politischer und sozialer Ebene schreitet die Pluralisierung voran und die Tendenz zur Individualisierung wertet den Freiheitsbegriff als Rechtfertigung und Grundlage ihres Handelns auf. Daraus resultiert eine Minimierung des gemeinschaftlichen Geltungsbereichs von Werten und Normen, welche die aus der Aufklärung resultierenden, notwendigen Strukturen bildete. (Vgl. Wolf 2005: 120f.)

Zygmunt Bauman bezeichnet daher die heutige Gesellschaft als in einer „Zeit der Deregulierung“ (1999: 10) befindlich. Er beschreibt, wie im Gefolge der Individualisierung und Pluralisierung die Berechenbarkeit sowie das Sicherheitsgefühl allmählich wegbrechen, und sich ein Verlust an Sicherheitsgefühl als Preis der Freiheit breit zu machen beginnt. Dies wirkt sich sowohl auf Beziehungen, wie auch auf die Grundlagen von Wissen aus. Eine Neuordnung des Wissens wird eingeleitet. Stabilität in Wissensbeständen ist lediglich temporär begrenzt existent. Bei Bauman klingt das so:

„Nichts lässt sich mit Sicherheit wissen, und alles, was man weiß, lässt sich auch anders wissen – eine Art des Wissens so gut oder so schlecht (und ganz gewiss so unbeständig und fragwürdig) wie jede andere. (...). Kein Arbeitsplatz ist garantiert, keine Position narrensicher, keine Kompetenz von dauerhaftem Nutzen; Erfahrungen und Know-how wandeln sich zu Nachteilen kaum dass sie Aktiva wurden“ (1999: 49).

Der Zustand, in dem die modernen Orientierungen nicht mehr greifen aber noch nachwirken, wird als „postmodern“ bezeichnet. Unsicherheit und Desorientierung lassen eine Sehnsucht zu Rückkehr alter Ordnungsprinzipien erkennen. (Vgl. Wolf 2005: 120ff.)

Demnach beinhaltet eine Bildung für nachhaltige Entwicklung zwingend, sich dem Umgang mit Risiken zu stellen. Hierzu soll Ulrich Beck zu Wort kommen. Er setzt sich mit der Weltrisikogesellschaft und deren Dynamik auseinander.

Aus der Perspektive verschiedener Länder und Kulturen wird das gleiche Risiko auf andere Art bewertet. Diese kulturellen Wahrnehmungsgegensätze treten umso mehr in Erscheinung, je weiter die Globalisierung voranschreitet. In diesem Zusammenprall von kulturell unterschiedlichen „Risikowirklichkeiten“ sieht Ulrich Beck ein Grundproblem der Weltpolitik des 21. Jahrhunderts. (Vgl. Beck 2008: 34.)

Er hält die heutige Gesellschaft und ihre Institutionen für nicht imstande, Risiken adäquat zu analysieren. Besonders unserer modernen westlichen Gesellschaft fällt es schwer, sich in angemessenem Maße mit Rassenfragen, Feindbildern und Exklusion auseinanderzusetzen, denn sie hält sich in ihrer Soziologie bisher für historisch einzigartig und für universell maßgeblich. Die brennendsten Fragen unserer Zeit sind nach Beck: „Wie soll man in Zeiten unkontrollierbarer Risiken leben? ... Wie beunruhigt sollen wir sein? Wo liegt die Grenze zwischen kluger Vorsorge und erdrückender Angst und Hysterie? Und wer definiert sie?“ (2005: 152). Er zweifelt an einer durch die Wissenschaft festgelegten Definition und beruft sich dabei auf die widersprüchlichen Resultate sowie die Kurzlebigkeit ihrer Forschungsergebnisse. Ebenso fraglich erscheint ihm einerseits der Glaube an die Botschaften von Politikern, die erklären, es läge gar kein Risiko vor, und andererseits die Dramatisierungen durch die Massenmedien zur Steigerung ihrer Einschaltquoten und Auflagen. Beck sieht in diesen Einsichten eine gewisse „Ironie des Risikos“ (2008: 152). Er bekennt, keine konkreten Antworten auf die allgegenwärtigen Einschüchterungen und Inszenierungen des Risikos geben zu können, vermutet allerdings, eine skeptische Ironie an den Tag zu legen, könnte hilfreich sein. In der Vision von Ulrich Beck bilden sich neue Konturen innerhalb einer Weltrisikogesellschaft heraus, die in der Lage ist, Notstände global zu beleuchten und neue Bündnisse zu deren Bewältigung einzugehen. Alle Menschen weltweit müssen ihr gegenwärtiges Handeln verändern. Das Risiko der Klimakatastrophe bezeichnet er als noch nicht real. Nach seiner Einschätzung handelt es sich um eine drohende Wirklichkeit, um eine vergegenwärtigte Zukunft. Ob diese drohende Katastrophe als wirklich bezeichnet werden kann und soll, bleibt zu klären. Es stellt sich die Frage, was unter diesen Gesichtspunkten der Begriff „Wirklichkeit“ bedeutet. (Vgl. Beck 2008: 152-161.)

Um mittels pädagogischer Angebote die Strukturen der Lebenswelten zukunftstauglich anlegen zu können, müssen die Ängste der Staatsbürger einer Klärung unterzogen und

gestaltbare Freiräume zur Partizipation geschaffen werden. In dieser Arbeit soll daher berücksichtigt werden, wohin sich unsere Gesellschaft orientiert und wie ein Zukunftsforscher unsere Chancen zu einer positiven Veränderung in Richtung Nachhaltigkeit einschätzt. Nachhaltigkeit ist ein illusionärer Begriff, meint Matthias Horx. Täglich werden die rasanten Veränderungen, denen wir in unserer hochkomplexen Welt ausgesetzt sind, thematisiert. Diese Veränderungen ängstigen viele Menschen, denn sie werden automatisch mit einem Verlust an Gewissheit und Sicherheit verbunden. Zu erkennen, wie dieser Wandel im Alltag funktioniert und wie die in den heutigen Herausforderungen liegenden Chancen für die Menschheit ergriffen werden können, ist eine Hauptaufgabe, der sich die heutige Bildungswissenschaft zu stellen hat. Bildung sollte zeitgemäß und klug als Gegenpol zu der Angst vor der Zukunft gestaltet werden. (Vgl. Horx 2011: 11ff.)

## **2.1 Risiken beurteilen können – eine Voraussetzung für Nachhaltigkeit**

Welchen Logiken die Einordnung von Risiken unterliegt und welche Phänomene sie hervorrufen, beschäftigt Ulrich Beck. Für ihn bedeutet ein Risiko eine Antizipation der Katastrophe:

„Die Kategorie des Risikos meint also die umstrittene Wirklichkeit der Möglichkeit, die einerseits von der bloßen spekulativen Möglichkeit, andererseits vom eintretenden Katastrophenfall abzugrenzen ist. In dem Augenblick, in dem Risiken Realität werden – wenn ein Atomkraftwerk explodiert, ein terroristischer Angriff stattfindet – verwandeln sie sich in Katastrophen“ (Beck 2008: 29).

Risiken sind somit immer bevorstehende, zukünftige Ereignisse, die eine Bedrohung darstellen. Diese permanente Bedrohung prägt unsere Erwartungshaltung und leitet unser Handeln. So verändert sie unsere Welt, indem sie sich als politische Kraft manifestiert. Die Schlüsselfrage, die sich Beck stellt, lautet: Ab wann sollte ein Risiko als wirkmächtig betrachtet werden? Er definiert das Weltrisiko als seine eigene Realitätsinszenierung, die vielfach die Grenzen von Nationen, Regionen, Religionen, politische Parteien, Arm und Reich überschreitet. Beck fragt sich, warum ausgerechnet die Antizipation der Katastrophe dazu anregt, das Politische neu zu erfinden. Die Debatte über die Verhinderung des Klimawandels schildert er als Beispiel einer sozialen Konstruktion, die einer sich selbst widerlegenden Prophezeiung ähnelt. Durch ihre Vergegenwärtigung, durch die Inszenierung dieses Weltrisikos, wird die angenommene zukünftige Katastrophe zur Gegenwart. So verschwimmt die Unterscheidung zwischen dem real bestehenden Risiko und seiner kulturellen Wahrnehmung. Das

Alltagsverständnis von Risiko wird nicht rational reflektiert und es entwickelt sich eine Verpflichtung zu vorbeugendem Handeln. Die gilt besonders für den Staat, der die Sicherheit seiner Bürger garantieren sollte. (Vgl. Beck 2008: 29-32.)

Auch die Forschung ist bei weitem nicht so objektiv, wie sie sein sollte. Nicht zuletzt durch den hohen finanziellen Aufwand für Personal, Apparate etc. sind Forschungsprojekte auf externe Geldgeber angewiesen. Diese fördern Projekte durchaus mit einem vorgefassten Nutzungsinteresse. Legitim, solange diese Nutzungsinteressen offengelegt werden. (Vgl. Klafki 2007: 163f.). Die Schwerpunktsetzung in der Forschungslandschaft folge keineswegs der Logik der Natur- oder Ingenieurwissenschaften, sonst würde kaum mehr Forschung den Atomtechnologien oder der Rüstungstechnik als der der Nutzung von Sonnen-, Wind- und/oder Wasserkraft gewidmet. Wissenschaftliche Erkenntnisse aus diesen Forschungen werden in gesellschaftliche und wirtschaftsorientierte Handlungszusammenhänge umgesetzt. (Vgl. Klafki 2007: 163ff.)

Auch Risikoeinschätzungen sind in der Regel Ergebnisse von Forschung. Ein fragwürdiges Verständnis der Risiko-einschätzung!

In den Natur- und Ingenieurwissenschaften, der Psychologie, den Wirtschaftswissenschaften und in der Medizin wird ein Risiko, ebenfalls weitestgehend ohne die notwendige Hinterfragung und Betrachtung aus möglichst objektiven Blickwinkeln, als ein objektives Phänomen anhand von Kausalanalysen überprüft. Es werden aufgrund statistisch-mathematischer Identifikationen Wahrscheinlichkeiten erstellt. Diese fokussieren sich auf bestimmte Risiken und stufen die Wahrnehmung und die vermuteten Antworten verschiedener Gruppen darauf als „realistisch“ ein. (Vgl. Beck 2008: 32ff.)

Als Grundlage ihres politischen Handelns versuchen sie das Risiko von seiner Wahrnehmung zu trennen. Die Gegensätze zwischen den Kulturen, Lagen und Religionen treten besonders im Umgang mit globalen Gefahren wie Klimawandel, Terrorismus, Kernenergie und Atomwaffen deutlich hervor. Da besonders die Globalisierung für die meisten Bewohner unseres Erdballs ohne ihre eigene Absicht und Zutun voranschreitet, entsteht angesichts der Wahrnehmung möglicher Katastrophen entweder eine Hysterie in der Bevölkerung, oder es findet ein machtpolitischer Missbrauch durch gezielte Angstpolitik statt. Dadurch wird es für die Menschen immer schwieriger, zwischen angemessener Furcht und Vorsorge abzuwägen. Die in der Folge getroffenen Gefahreneinschätzungen entstehen auf dieser Grundlage. Beck vertritt daher die These, dass Risiken und deren Wahrnehmung nicht unterscheidbar sind. (Vgl. Beck 2008: 29-34.)

Zur Einordnung von Risiken können sich virtuelle Welten als Probestüben für die Wirklichkeit als hilfreich erweisen. Vorsicht vor der Ausdehnung des virtuellen Raums ist

jedoch geboten. Bis zur Überschwemmung der Wirklichkeit, dem Ersticken an symbolischen und magischen Bedeutungen, ist der Schritt nicht sehr groß. Bedrohliche Umwelten erzeugen magisch-mythische Simulationstechniken. Menschen verlernen, Außen und Innen zu unterscheiden und beginnen irgendwann innere Feinde zu produzieren. Laut Horx können dann Gewalt und Hass als Ventil für die erzeugten Angstkaskaden zur Folge werden – eine Negativschleife, in welche sowohl Individuen wie auch Gruppen immer wieder zu geraten scheinen.<sup>1</sup> (Vgl. Horx 2011: 64-67.)

Daraus ergibt sich die Frage nach der Realität der Klimakatastrophe. Ein Weltrisiko, und besonders das der Klimakatastrophe, wird als eine von Menschen verursachte Gefahr definiert, die weder räumlich noch zeitlich, noch sozial eingegrenzt werden kann. Dieser Logik folgend, heben sich somit technische und ökonomische Rahmenbedingungen wie Klassengegensätze, Nationalstaatlichkeiten sowie die Vorstellung eines linearen Fortschritts auf. Ökologische Krisen, besonders der Klimawandel mit seinen vielfältigen Auswirkungen, werden von Ulrich Beck als eine „Schlüsseldimension der welt- risikogesellschaftlichen Dynamik“ (2008: 153) bezeichnet. Die globalen Gefahren bringen die globalen Gemeinsamkeiten zu Tage und würden eine innovative, mediale Welt- öffentlichkeit herausbilden. Würde die Selbstgefährdung der Zivilisationen als global wahrgenommen, könnte sie Impulse zur Revitalisierung nationaler Politik und zu internationalen Kooperationen diverser Institute beitragen. Nationalstaatliche Politik würde unterlaufen und relativiert, denn es formten sich neue Koalitionen und Konstellationen mit grenzüberschreitenden Überzeugungen aus. Ulrich Beck warnt vor folgenden gedanklichen Fußangeln, sobald über die Tolerierbarkeit von Belastungen und Zerstörungen technische Formeln, die Modelle der Klimaforscher oder kybernetisch gedachte Rückkopplungsschleifen der Ökowißenschaft entscheiden:

- Dieser Weg könnte uns direkt in die Ökokratie führen. Einen Unterschied zur Technokratie sieht Beck ausschließlich in einer Potenzierung zu einem globalen Management, welches sich selbst mit einem guten Gewissen krönt.
- Beck vermutet, dass die Bedeutung kultureller Wahrnehmung sowie interkultureller Konflikte und Dialoge unterbewertet und ausgeklammert würden.
- Die naturwissenschaftlichen Modelle basieren selbst auf kulturell geprägten, ökologischen Entwürfen von Natur, z.B. die der Systemwissenschaften.

Damit die Menschen die ökologische Gefährdung der Welt überhaupt erkennen können, müssen sie über naturwissenschaftliches Wissen und Denken verfügen. (Vgl. Beck 2008: 153-158.)

---

<sup>1</sup> Diese lässt sich evolutionsbiologisch erklären. Flüchten oder Kämpfen als Grundfragen unserer Existenz sind natürliche Reaktionen auf anthropologisch vorgegebene Angstausslöser. Unter Erregung schalte sich die differenzierte Gegenwartskontrolle aus und unser kognitiver Verarbeitungsapparat verzichtet auf Differenzierungen. Verallgemeinerungen und Klischeebildung sind die Folge. (Vgl. Horx 2011: 63).

Naturwissenschaftliche Bildung ist auch nach Ulrich Beck eine Voraussetzung, um langfristig einen sorgsamem Umgang mit der Natur, mit der Welt zu erreichen.

Beck fragt sich, wie der Klimawandel und seine apokalyptischen Folgen sichtbar gemacht werden können. „Ein naturwissenschaftliches Denken ist Voraussetzung, um die Welt überhaupt als ökologisch gefährdet wahrzunehmen“ (2008: 158). (Vgl. Beck 2008: 153-158.)

Pädagogisches Handeln hat also zum einen die Aufgabe, den Grundstock zum naturwissenschaftlichen Denken zu legen. Damit einher geht auch die Forderung, den Lernenden, anhand von Beispielen, die Zusammenhänge zwischen wissenschaftlicher Forschung, Finanzierung der Forschung und öffentlicher Meinungsbildung sowie Anwendung der Forschung zu verdeutlichen. Wissenschaft folgt nicht rein sachlicher Logik. (Vgl. Klafki 2007: 171f.)

Wissenschaft schafft Wirklichkeit. Wirklichkeitskonstruktionen unterscheiden sich in ihrem Wirklichkeitsgehalt, der sich an ihrer Nähe zu oder in ihrer Verortung innerhalb von Institutionen festmacht. Dabei versteht Ulrich Beck Institutionen als die Institutionalisierung gesellschaftlicher Praktiken. Je machtvoller, entscheidungs- und handlungsnäher sie sind, desto wirklicher erscheinen sie. Nach Becks Theorie der Weltrisikogesellschaft braucht es zwei Aspekte zur Bearbeitung der Bedeutung von Wirklichkeit.

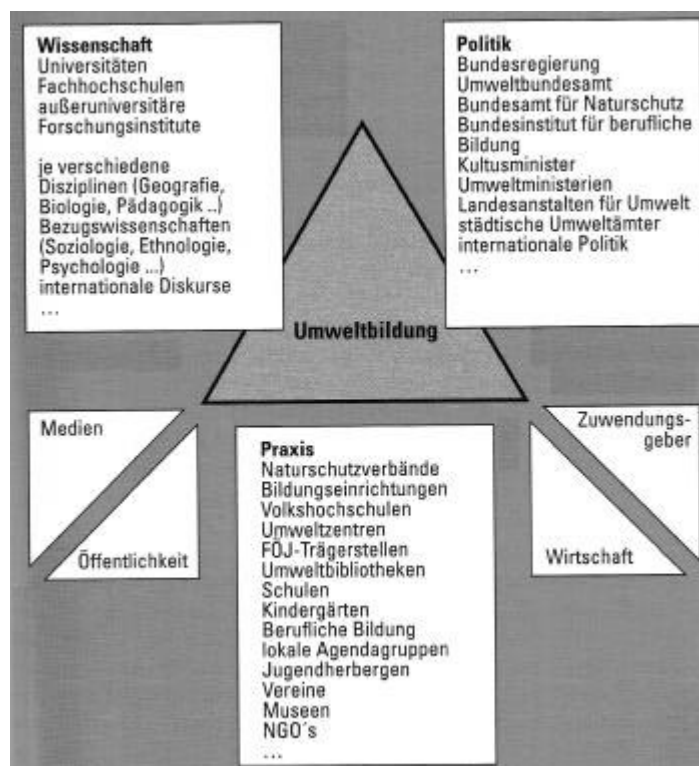
1. Den *realistischen*, in welchem gestützt auf *naturwissenschaftliche* Befunde die Folgen und Gefahren und Nebenfolgen der industriellen Produktion global eingeordnet werden können.
2. Eine *real-konstruktivistische* Herangehensweise, in der Wirklichkeit gleichzeitig zum Handlungsprojekt und -produkt wird. Sie zielt einerseits auf die kognitive Konstruktion von Wissen und schließt andererseits produzierendes, materiales Verändern und Gestalten der Wirklichkeit ein. (Vgl. Beck 168f.)

Bei allem Expertentum bleibt für Ulrich Beck die Frage offen, wie wir Menschen leben wollen, was wir hinzunehmen bereit sind und was nicht. Keine technische oder ökologische Gefahrendiagnose kann zur Klärung von Fragen, wie der nach der politischen Dynamik der menschengemachten Risiken der Klimaerwärmung, zukünftig ein globales Gespräch zwischen den Kulturen ersetzen. Wir müssen also eine kulturwissenschaftliche Sicht auf das Ausmaß und die Dringlichkeit der ökologischen Krise entwickeln, um ihr mit der intra- und interkulturellen Wahrnehmung schwankendes Ausmaß zu beurteilen. Aus unserer begrenzten nationalen Perspektive betrachtet, werden Gefahren erst dann zum Politikum, wenn sie als ein Ergebnis sozialer Inszenierung und unter strategischer Nutzung wissenschaftlichen Materials in das öffentliche Bewusstsein gerückt werden. (Vgl. Beck 2008: 158f.)

## 2.2 Die bildungswissenschaftlichen Grundlagen für BNE

Umweltbildung als eine Kernkompetenz von Bildung für nachhaltige Entwicklung, hat sich in vielen pädagogischen Bereichen etabliert und zu einer eigenen Teildisziplin entwickelt: in der allgemeinen Erwachsenenbildung, in der freien Jugend- und Kinderarbeit, auch in der Hochschulbildung sowie im schulischen Bildungssektor. Dort bildet sie überwiegend in den bestehenden Fächern Geografie und Biologie einen Teilbereich. Laut Beschluss der Konferenz der Kultusminister vom 17. Okt. 1980 gehört es in den schulischen Aufgabenbereich, junge Menschen in ihrem Umweltbewusstsein zu fördern. Sie wird als fächerübergreifendes Unterrichtsprinzip beschrieben, welches sowohl in einzelnen Fächern als auch fächerübergreifend behandelt werden kann.

An verschiedenen Universitäten sind Zusatzstudien oder ausgewiesene Umweltbildungsstudiengänge (z.B. Potsdam und Lüneburg) verankert worden. In einigen Ausbildungsordnungen finden sich Anweisungen und in vielen Betrieben gehört heute ein Umweltbeauftragter zum Standard. Betriebliche Aus- und Weiterbildung findet sich somit ebenfalls im Aufgabenfeld der Umweltbildung und in dem der BNE. In der allgemeinen Erwachsenenbildung stellt sich die Umweltbildung noch sehr marktorientiert dar. Dort wird sie als legitime Perspektive für diverse Zielgruppen akzeptiert. (Vgl. Wolf 2005: 14ff.)



(Grafik: Wolf 2005: 15.)

Diese Abbildung zeigt, welche Akteure Gestaltungsansprüche im Bereich der Umweltbildung für sich geltend machen möchten. Sie gibt einen Einblick, welche Zusammenhänge es bereits für den Teilbereich der BNE, der Umweltbildung, in Deutschland zu bedenken gibt.

Welches die Ziele von Umweltbildung sind, kann aus zwei Perspektiven beleuchtet werden:

- 1) Die inhaltlichen Zielsetzungen unter der Vorgabe der Nachhaltigkeit, die meist die Frage nach den Definitionen der Begriffe Umweltbildung sowie Nachhaltigkeit offen lässt.
- 2) Sie beschäftigt sich mit Strategien und Konzeptionen und der strukturellen Einbindung.

Im Profil kommt die Umweltbildung in Deutschland nach wie vor uneinheitlich daher. Die Akteure beklagen die zu geringe Solidarität und mangelnde Vernetzungswünsche innerhalb der oben dargestellten Strukturen, die im Widerstreit um die knappen finanziellen Ressourcen nicht hinlänglich effizient zu arbeiten in der Lage sind. Zudem stellen sie einen Mangel an Professionalität und an zur Verfügung gestelltem didaktischem Material fest. Eine mangelnde gesellschaftliche Wertschätzung wird ebenfalls beklagt. (Vgl. Wolf 2005: 55ff.)

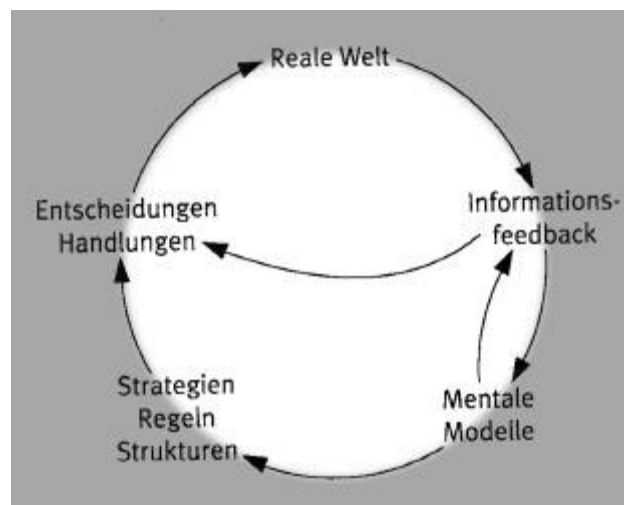
Für eine umfassende Bildung für nachhaltige Entwicklung muss ein Wandel nicht nur im Bereich der Umweltbildung ins Auge gefasst, sondern in den Kontext von Allgemeinbildung ausgeweitet werden. Es ist notwendig, zu reflektieren, nach welchen Regeln unserer Gesellschaft ein solcher Wandlungsprozess gelingen kann und welche Brüche geplant oder auch improvisiert werden müssen. Die Rolle von wissenschaftsorientiertem Lehren und Lernen innerhalb unserer gesellschaftlichen Rahmenbedingungen muss mit dem strategischen Anliegen an die Pädagogik, multilaterale, individuelle, soziale und institutionelle Handlungsspielräume unter einer globalen Perspektive vorzubereiten, geklärt werden. Dazu ist es notwendig, die Vorstellung von Natur sowie das Verhalten von Menschen und Gesellschaften auf interdisziplinäre Weise aus unterschiedlichen Positionen zu beleuchten. Betrachten wir zunächst theorieübergreifend die Möglichkeiten für Wandlungsprozesse.

Matthias Horx betont die Wichtigkeit der Unterscheidung zwischen Wandel und bloßer Veränderung. Dabei beschreibt er Veränderung als einen externen Prozess, der sich aus Zwängen, ökonomischen Entwicklungen oder technischen Trends generiert. Wir können uns diesen Prozessen in einer Art Zwangslösung anpassen. Dieses ist aber weder



beglückend noch zielführend. Echter Wandel ergibt sich erst, sobald wir selbst als Akteure und Gestalter auftreten. Er beginnt erst, wenn wir durch einen Prozess freier Wahl, unter zunehmender Freiheit und mit wachsendem Bewusstsein uns selbst zu verändern beginnen. Somit bedeutet Wandel auch eine innerliche Verwandlung unter Zuhilfenahme der vielfältigen Veränderungen der Umwelt. Horx geht es um die Hoffnung, dass wir, statt reflexhaft auf durch die Umwelt auferlegte Veränderungen zu reagieren, eine reelle Chance haben, einen Wandel bewusst zu gestalten, dass wir uns Ziele setzen können und auf dem Weg dorthin wachsen werden: „Der Weg in die Zukunft erfordert einen neuen Blick auf Bekanntes, ein neues Verständnis des Wandels“ (Horx 2011: 14). Wie kann ein sozialer, technischer, kultureller Lernprozess organisiert und ein Wandel herbeigeführt werden? Die Antwort findet sich in den systemischen Kognitionswissenschaften.

Wir brauchen bestimmte kognitive Rückkopplungsschleifen, um im Sinne zielführender Handlungen und Reaktionen unsere Umwelt realistisch erkennen zu können. Das von John D. Sterman, einem Begründer der systemischen Organisationstheorie, entwickelte Diagramm verdeutlicht diese Mensch-Umwelt-Lern-Beziehungen:



(Grafik: Sterman 2000: 19.)

Anhand dieser Rückkopplungen definiert Horx Kultur als eine „stabile Feedbackschleife“ zwischen den individuellen intrinsischen symbolischen Regeln und Theoremen, die sich in Handlungen umsetzen, und der Umwelt bzw. Lebenswelt. Auf diese Weise werden Lehren gezogen und neue Strategien entwickelt, die Ergebnisse mit dem Modell synchronisiert und die inneren Modelle den äußeren Realitäten angepasst.

Neurobiologische Forschungen ergaben einen Zusammenhang zwischen dem Phänomen der Weisheit mit einer sozialer Einstellung, die befähigt, das Allgemeinwohl dem Eigenwohl vorzuziehen, mit einer tiefen praktischen Menschenkenntnis, einer emo-

tionalen Stabilität des Selbst und der Fähigkeit zur Selbstreflektion. Ausschlaggebend ist ebenfalls ein Sinn für die Relativität von Werten und Meinungen, verbunden mit der Fähigkeit zur Toleranz.

Tatsächlich erhöht sich die Verknüpfung und Interaktion der mit unterschiedlichen Aufgaben betrauten Gehirnsysteme, sobald eine außergewöhnliche Lebenserfahrung mit ausgeprägten kommunikativen Fähigkeiten verknüpft werden kann. Gefühle werden auf subtile Weise in unser Denken und Wahrnehmen integriert, vergleichbar der Einbindung gesellschaftlicher Subsysteme in die Ebene höherer Komplexität. (Vgl. Horx: 184-186.)

Lernen ist, in den Kognitionswissenschaften, die dauerhafte Verankerung von erworbenen Kenntnissen in das Langzeitgedächtnis. Hier begegnet uns der Begriff der Nachhaltigkeit erneut, aber aus einer anderen Perspektive. Nachhaltiges Lernen lebt nach Gerhard Roth von Wiederholungen: „Lernen braucht Zeit, d.h. je länger und intensiver ich mich mit einem Inhalt beschäftige (ohne dass er mich zu langweilen beginnt), desto nachhaltiger dringt er ins Gedächtnis ein, und (...) Lernen braucht Verknüpfung, d.h. je mehr Brücken ich zu anderen Gedächtnisinhalten schlage, desto leichter ist der Lerninhalt wieder abrufbar“ (Roth 2011: 311.)

Die Frage, wie nun Bildung zur nachhaltigen Entwicklung im 21. Jahrhundert unter den genannten Voraussetzungen und Anforderungen gestaltet werden kann, lässt den Wunsch nach einer eigenen Bildungstheorie für BNE mit einer didaktischen Fundierung entstehen.

Einen Lösungsansatz, sich der pädagogischen Aufgabe einer neuen Allgemeinbildung zu stellen, liefert Wolfgang Klafki. Er legt maßgeblich die bildungstheoretischen Grundlagen der heutigen Bildung für nachhaltige Entwicklung und den Grundriss einer kritisch-konstruktiven Didaktik fest. „Selbstbestimmung, Freiheit, Emanzipation, Autonomie, Mündigkeit, Vernunft, Selbstständigkeit“ werden von Klafki (2007: 20) als die wichtigsten Begriffe in der Bildungsdiskussion herausgestellt. Er schließt daraus, dass das zentrale Ziel von Nachhaltigkeit im Bildungsdiskurs die Freiheit des eigenen Denkens und der eigenen moralischen Entscheidung darstellt. Der Bildungsprozess befähigt so zu selbstständigem Handeln. Bildung wird gleichzeitig zum Weg und zum Ausdruck der Fähigkeit zur Selbstbestimmung. Die zentralen Begriffe dazu lauten „Humanität, Menschheit und Menschlichkeit, Welt, Objektivität, Allgemeines“ (Klafki 2007: 21). Entscheidend für einen sinngebenden Bildungsprozess sind dazu Aneignungs- und Auseinandersetzungsprozesse mit der gesamten Lebenswelt, mit gesellschaftlichen Entwicklungen in unserer Konsumgesellschaft, mit Natur, Naturwissenschaft, mit der aktuellen politischen Lage, den kulturellen und religiösen Hintergründen. Allgemeinbildung ist nicht eine Bildung, die

bevorzugt für ein bestimmtes Milieu oder eine geistige oder wirtschaftliche Elite stattfinden sollte. Sie darf nur in Orientierung auf Möglichkeiten und Aufgaben, und als Bildung zur Selbstbestimmungsfähigkeit für alle gedacht werden. Alle Reflexionen über Inhalte von Bildung sollten sich an der Leitfrage orientieren: „Welche Objektivierungen der bisher erschlossenen Menschheitsgeschichte scheinen am besten geeignet, dem sich Bildenden Möglichkeiten und Aufgaben einer Existenz in Humanität, in Menschlichkeit aufzuschließen, also einer auf wechselseitig anerkannte, damit aber immer auch begrenzte Freiheit, auf Gerechtigkeit, kritische Toleranz, kulturelle Vielfalt, Abbau von Herrschaft und Entwicklung von Friedfertigkeit, mitmenschlicher Begegnung, Erfahrung von Glück und Erfüllung hin orientiert, vernunftgeleitete Selbstbestimmung?“ (Klafki 2007: 23). (Vgl. Klafki 2007: 19-25.)

Das Ziel von Bildung ist die Befähigung jedes einzelnen Mitgliedes unserer Gesellschaft, sowohl seine Rechte wahrzunehmen, als auch seine Verpflichtungen zu erfüllen. So wird es auch im „Strukturplan für das Bildungswesen“ vertreten, anhand dessen sich Klafki mit der Thesenbildung zur schulischen Unterrichtsorganisation auseinandersetzt. Mit dem Prinzip der „Wissenschaftsorientierung“, wie sie bereits 1977 in diesem Strukturplan des Deutschen Bildungsrates postuliert wird, setzt er sich kritisch auseinander.

Ein Leben in einer modernen Gesellschaft ist nicht ohne wissenschaftsorientierte Lehr-Lernprozesse eigenverantwortlich zu gestalten. Um mit dieser wissenschaftlich vorgeprägten Orientierung kritisch umzugehen und sie zur eigenen Lebensgestaltung heranziehen zu können, muss jeder Altersstufe ihre Bestimmtheit durch die Wissenschaften bewusst gemacht werden.

Primär soll „Wissenschaftsorientierung“ für die Vermittlung eines angemessenen Verständnisses der Wirklichkeit und zur Entwicklung eines ausgewogenen Selbstverständnisses, in Verbindung mit der entsprechenden Handlungsfähigkeit, genutzt werden. Dazu ist es unerlässlich, die jeweiligen sozialen Lebenswelten und Alltagswirklichkeiten der Schüler einzubinden. Wissenschaftsorientiertes Lernen kann für die Entwicklung des Selbst- und Wirklichkeitsverständnisses und die Urteilskraft eines Schülers nur von Bedeutung werden, wenn sein Interesse geweckt wird, er in die Lage versetzt werden kann, die Inhalte zu verstehen und für sich weiter zu entwickeln. Von besonderer Bedeutung ist es, einen Impuls für die Horizonterweiterung zu setzen.

„Wissenschaftsorientierung“ soll zur Auflockerung und Aufklärung lebensgeschichtlicher und gesellschaftsbedingter, subjektiver Horizonte eingesetzt werden. Sie soll einer Abkapselung der Individuen entgegenwirken und den künstlich geweckten Interessen und Bedürfnissen durch Moden, Massenmedien, aber auch durch die familiäre Sozialisation und die Peergroups etc. ein Korrektiv entgegensetzen.

Was bedeutet dieses für die Organisation der Lernprozesse und für die Methoden des Lehrens und des Lernens? Klafki geht es nicht um die Vermittlung eines eingedampften Erkenntnisstandes einer bestimmten Wissenschaft, und erst recht nicht um einen ohnehin unerreichbaren, umfassenden stofflichen Überblick.

Die breitgefächerten Fragenkomplexe und Themen wissenschaftsorientierten Lernens wirken in die kindliche und jugendliche Erfahrungswelt hinein und prägen individuelle Verhaltensweisen, Urteile und Vorurteile nachhaltig, dies aber leider häufig in einer problematischen, weil unaufgeklärten Weise. Ein richtig verstandener und umgesetzter wissenschaftsorientierter Unterricht würde die Grenzen der derzeit bestehenden Schulfächer sprengen. Sie basieren auf der Beschäftigung mit den Einzelwissenschaften in abgegrenzten Schulfächern, denn diese Schulfächer beruhen auf einem historisch gewachsenen Kanon. Sie sollten jedoch einer beständigen Überprüfung und Abwägung der gegenwärtigen Lehrinhalte mit voraussehbaren Aufgaben unterzogen sein.

Schulfächer weisen immer Bezüge zu mehreren Wissenschaften auf. Fachlehrer sollten daher Wissenschaft unter didaktischen Fragestellungen betrachten und ihr Potenzial zur Lösung von Lebensproblemen sowie die Grenzen ihrer Möglichkeiten aufzeigen.

Klafki beklagt, dass der überwiegende Teil der Einzelwissenschaften ihren Studierenden und Absolventen zu selten Erkenntnis- und Handlungshilfen an die Hand geben. Daher wünscht er die Einführung in allgemeindidaktisches und fachdidaktisches Denken in die erste Phase der Lehrerbildung, in Verbindung mit der Entwicklung passender Lehrdidaktiken. Anstatt problembezogen vorzugehen, haben verschiedene Konzepte des wissenschaftsorientierten Unterrichts folgende Kennzeichnungen des jeweiligen wissenschaftlichen Entwicklungsstandes häufig einseitig und formalistisch zu Grunde gelegt: die ggf. kontroverse Frageperspektive, festgelegte Methoden, bestimmte Grundbegriffe, -Kategorien und Konzepte als zentrale Theorien sowie einen Bestand vorläufiger Erkenntnisse. (Vgl. Klafki 2007:163-166.)

Diese Auslegungen betrachtet Klafki als verkürzt und stellt ihnen als Aufgabe vernünftigen wissenschaftsorientierten Unterrichts entgegen: Junge Menschen sollen von den ersten Schuljahren an gründlich an elementare Grundformen der Auseinandersetzung mit der Realität herangeführt werden. In den Wissenschaften finden sich die dafür benötigten problembezogenen Methoden für die differenzierten Entwicklungsstufen dieser Grundformen. So wird es Schülern ermöglicht, von Beginn an in gestuften Schwierigkeitsgraden zu lernen. Sie lernen, Fragen zu stellen und schrittweise zu differenzieren und zu präzisieren, sie methodisch zu untersuchen und zu diskutieren. Sie sollten sich eigene Verfahren überlegen können, sie ausprobieren und gezielt beobachten lernen. Schüler sollten in die Lage versetzt werden, kleine Versuchsreihen anzulegen und Experimente durchzuführen. Wichtig ist auch das Vergleichenkönnen von

Texten unter bestimmten Aspekten sowie die eigenmotivierte Informationsbeschaffung durch Befragung von Lehrern, Mitschülern, Eltern, Experten etc. und das Übernehmen unterschiedlicher Rollen und Ansichten sowie die Möglichkeit der Darstellung eines Gegenstandes aus unterschiedlichen Perspektiven z. B. durch Fotografie oder Zeichnungen.

So kann dieser Gegenstand sprachlich, szenisch, als Skizze oder Modell für andere nachvollziehbar dargestellt werden. Im Anschluss können die Stationen des Lösungswegs hinterfragt und ausprobiert werden, für was das neu Erlernte nützlich sein kann. Klafki möchte die Schüler befähigt sehen, einzuordnen, was man bereits kann und weiß und zu erkennen, was man noch nicht weiß, noch nicht wissen kann oder noch nicht vermag oder was man bereits realisieren kann. Er schildert, dass sich durch unterschiedliche Sichtweisen, Aussagen und Ansprüche zu Lösungsbeiträgen aktuelle Lebensprobleme aufgrund wissenschaftstheoretisch unterschiedlicher Positionen der verschiedenen Wissenschaften ergeben. Besonders kennzeichnet dieses die Geistes- und Sozialwissenschaften. Diesem Sachverhalt sollte durch Klärung an wenigen, aber prägnanten Beispielen Rechnung getragen werden. „Verschiedene Interessenten im ökonomisch-gesellschaftlichen, kulturellen, politischen Feld bedienen sich selektiv bestimmter Elemente der Wissenschaften bzw. ihrer Übersetzungen in technische Geräte und Verfahren, „Sozialtechnologien“ oder handlungsleitende Deutungsmuster“ (Klafki 2007: 171). (Vgl. Klafki 2007: 166-172.)

Aufbauend auf den Thesen Klafkis, geht Hartmut Bölts einen Schritt weiter und entwickelt ein eigenständiges Diskursmodell zur ökologischen Bildung. Er beschreibt die Überleitung von der puren „Umweltbildung“ zu einer „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE). Ökonomie, Politik, Rechtssysteme, Wissenschaft und Technologie strukturieren grundlegend die menschliche Lebenswelt des Einzelnen und bilden zusammen die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für interdisziplinäre Handlungsspielräume der BNE.

Um die Zusammenhänge zu durchleuchten, fragt Hartmut Bölts auf drei unterschiedlichen Ebenen nach:

1. Auf der Ebene der individuellen Beziehung zur Natur, entwickelt aus seinem kulturellen Hintergrund.
2. Die zweite Ebene betrifft die Hinterfragungspotenziale der tradierten Lebensgewohnheiten auf ihre soziale und ökologische Verantwortung.
3. Der dritte Zusammenhang fragt auf gesellschaftlicher und institutioneller Ebene nach den kollektiven Vorstellungen von Natur und Umwelt.

(Vgl. Bölts 2002: XIIff.)

Betrachten wir diese Ebenen kurz in umgekehrter Reihenfolge und unter Zuhilfenahme der Risikoeinschätzungen von Ulrich Beck. Auf der dritten Ebene postulieren politische Entscheider, die von ihnen angewandten wissenschaftlichen Messmethoden und Kalkulationsmodelle seien am angemessensten, die Risiken zu beschreiben, zu erklären und daraus Prognosemodelle abzuleiten. Zur Legitimierung berufen sie sich darauf, dass ihre Einschätzungen und Entscheidungen auf der Untersuchung durch Experten basierten. Die Bevölkerung bestehe zum größten Teil aus Laien, deshalb wird ihr eine fehlerhafte Einschätzung in der Risikowahrnehmung aufgrund mangelnder Kenntnisse unterstellt. Nach Becks Ansicht besteht die allgemeine Schlussfolgerung darin, dass die Irrationalität der Risikowahrnehmung großer Teile der Bevölkerung vor allem auf unzureichender Information beruht. Dieses greift auf der zweiten Ebene der Gestaltung der individuellen Erfahrungswelt innerhalb tradierter Strukturen. Die Risikokonflikte würden sich demnach von selbst auflösen, könnte man alle Menschen zu Experten machen. Dabei bleiben Widersprüchlichkeiten unterschiedlicher Experten und Aspekte aus verschiedenen Blickwinkeln sowie unterschiedliche Arten des Unwissens ungehört, sie werden ausgeklammert und inhaltlich abgewertet. Das Unerwartbare erwartbar zu machen, ist laut Beck unmöglich. Globale Risiken bleiben durch wissenschaftliche Berechnungen weitestgehend unberechenbar. Je geringer sich die Chance der Vorausberechnung einer Gefahr darstellt, desto größer wird der Einfluss der unterschiedlichen Wahrnehmungen, die in den jeweiligen Kulturen vorherrschen. (Vgl. Beck 2008: 29-35.) Beck sucht nach einem Konzept, um ökologische Fragen sozialwissenschaftlich zu analysieren, sie nicht als Problem der Umwelt und des Umfeldes einer Gesellschaft, sondern als Teil der Gesellschaft selbst und in ihr selbst angesiedelt zu betrachten, es also bis in die kulturellen Grundlagen jedes einzelnen Menschen einzuweben, und letztendlich in der obersten Ebene, innerhalb der Persönlichkeit jedes Einzelnen, den Gegensatz von Gesellschaft und Natur zu überwinden. Risiken, Katastrophen mit ihren Nebenfolgen, Versicherbarkeit, Individualisierung und Globalisierung sollen als von Menschen „hergestellte Unsicherheit“ akzeptiert und ins Zentrum gerückt werden und die Trennung der Begriffe Natur, Ökologie und Umwelt von sozialem Handeln aufgehoben werden.

Würde sich die Gesellschaft in eine Weltrisikogesellschaft wandeln, sieht Ulrich Beck für sie die Chance, eine neue Qualität reflexiver politischer Handlungsfähigkeit zu erlangen. Eine solche Gesellschaft hätte sich selbst zum Thema.

Auf die für Umweltbildung unumgängliche Frage, was „Ökologie“ eigentlich ist, gibt es derart unterschiedliche Antworten, dass diese viel gebrauchte und als Maßstab für politisches und soziales Handeln angelegte Terminologie verwirrend viele Antworten auf

die Frage, was als erhaltenswert eingestuft werden sollte, bereit hält. Heutzutage liegt die Verantwortung für die Festlegung, welche Nebenfolgen durch Produkte und Produktionsverfahren menschliches Leben und dessen natürliche Grundlagen gefährden, und ob Märkte vernichtet, politisches Vertrauen, ökonomisches Kapital sowie das Vertrauen in Expertenmeinungen zerstört wird, in den Händen von Ministern und Managern. Ebenso im gesamten Themenkomplex zu hinterfragen, ist das Verständnis des Begriffs „Natur“. Laut Ulrich Beck kann man dazu auf unterschiedliche, kulturell bedingte Muster zurückgreifen. So kann „Natur“ eine Erinnerung, eine Utopie oder, heute mehr denn je, eine Art von Gegenentwurf darstellen. Der globale Zustand unserer Welt im Spannungsverhältnis von Natur und Gesellschaft beschäftigt die ökologische Debatte. Beck beklagt, dass die Wiederentdeckung und Verklärung von Natur zu einem Zeitpunkt wiederentdeckt wird, an dem sie bereits zerstört wurde. Leider besitzen wir nach seiner Ansicht noch kein Konzept zu einer widerspruchsfreien Verschmelzung von Natur und Gesellschaft. Die Ökologiekonflikte unserer Welt werden unter der Oberfläche von Expertenkontroversen durch die verschiedenen Vergesellschaftungsformen von Natur und Naturzerstörung, durch Kulturbegriffe, Traditionen und gegensätzliche Naturverständnisse bestimmt. Die ökologische Krise sowie die Kritik am modernen Industriesystem kann also mittels des Begriffs „Natur“ nicht begründet werden, schlussfolgert Beck. Da das ökologische Bewusstsein durch eine hochgradig verwissenschaftliche Weltsicht bestimmt wird, in der z. B. die abstrakten Modelle der Klimaforscher über alltägliches Handeln bestimmen, bleibt zu klären, welche Art von Inszenierung und Visualisierung nötig und möglich ist, um die Abstraktheit des Modelldenkens zu überwinden. (Vgl. Beck 2008: 154-157.) Dieser gedankliche Faden, und wie Natur im großen Maßstab betrachtet werden und das so erworbene Wissen auf verschiedene Phänomene übertragen werden kann, wird in späteren Kapiteln zur Förderung naturwissenschaftlichen Denkens weiter verfolgt und an einigen konkreten Beispielen wieder aufgegriffen.

### **2.3 Reflexives Denken zur Wandlungsfähigkeit**

Wenn Bildung für nachhaltige Entwicklung als gesellschaftliche Konstruktion angesehen werden muss, und die kulturelle Sozialisation des Einzelnen die Zusammenhänge verändern kann, dann muss man sich im nächsten Schritt mit dem menschlichen Denken selbst auseinandersetzen. Es gilt einerseits zu klären, wie Lernen und Lehren funktioniert aber auch darüber nachzusinnen, wie frei unsere Gedanken eigentlich wirklich sind.

Es sollen jetzt die Möglichkeiten des aktuellen Kenntnisstands kurz gespiegelt werden, die sich für eine zeitgerechte Bildung zur nachhaltigen Entwicklung eröffnen.

Wie sinnvoll und bedeutsam dazu das Hinterfragen wissenschaftlicher Disziplinen für die Entwicklung freier Entscheidungsfähigkeit und damit verbundener Handlungsfähigkeit ist, hält auch Wolfgang Klafki für nicht hinlänglich geklärt, um zukünftige Entscheider unserer Gesellschaft auf ihre individuellen und sozialen Möglichkeiten und Aufgaben vorzubereiten. (Vgl. Klafki 2007: 166.)

Um Nachhaltigkeit zu gewährleisten, muss die menschliche Natur selbst hinterfragt, und der jeweils aktuellste Wissenstand der menschlichen Selbstbetrachtung zu Grunde gelegt werden, um zu klären, wie Denken funktioniert und ob wir dazu so etwas wie Weisheit benötigen. Welches Denken welchen Wandel bewirken kann, beschäftigt unter anderem den Zukunftsforscher Matthias Horx. Er gibt uns dazu eine Kurzanleitung zum „fluiden Denken“ an die Hand. Denken und Fühlen haben sich als untrennbar herausgestellt. „Dass unser Körper am Denken beteiligt ist, kann uns ein realistischeres Bild von uns und unserer Umwelt geben“ (Horx 2011: 224). Zeitgerechte pädagogische Konzeptarbeit, sofern sie sich Interdisziplinarität auf die Fahnen geschrieben hat, sollte sich mit diesen neuesten neurowissenschaftlichen Aspekten auseinandersetzen. Daher sollen jetzt einige Anstöße gegeben werden, die den Stellenwert der Freiheitsgrade von Denken für den bildungswissenschaftlichen Diskurs unterstreichen. Dazu zählt für die bildungstheoretische Konzeptarbeit die Einordnung, ob und wie unsere Wahrnehmung beeinflusst wird, wie Gefühle, Reize und Erinnerungen verarbeitet werden und wie emotionale Prozesse das Regiment über kognitive Denkvorgänge übernehmen. Zur Entwicklung innovativer pädagogischer Konzepte ist Kreativität gefragt. Auf der Basis aktuellen Fachwissens ist sie einerseits unerlässlich, um neue Wege in der Bildungsplanung zu beschreiten, aber andererseits sollte ihre Förderung auch selbst zum Inhalt dieser Angebote gemacht werden. Über die Rolle der Kreativität als eine wertvolle Ressource zur Selbsterneuerung lohnt es sich ebenfalls nachzudenken.

Abschließend wird als „Denkhilfe“ zur Erschließung bildungstheoretischer Konzepte zuletzt das von Hartmut Bölts entwickelte „Didaktische Kreuz“ (Bölts 2002: 40) herangezogen.

Vorraussetzung zum Diskurs anhand dieses Modells ist, zu enträtseln, wie sich unsere Gesellschaft verändern soll und ob davon auszugehen ist, dass Menschen überhaupt in der Lage sind, sich ernsthaft zu verändern, oder ob es die urchzeitliche Natur des Menschen ist, die ihn seine Umwelt plündern lässt. Wie hoch muss ein Leidensdruck aufgebaut sein, wie viel schlechter muss es Menschen gehen, damit sie sich ändern? Und ist es bei der heutigen Geschwindigkeit, mit der Veränderungen geschehen,



überhaupt möglich, Einfluss zu nehmen? Dieser Problematik kann, mit dem Begriff der Weisheit unter aktuellen neurowissenschaftlichen Aspekten betrachtet, zu größerer Klarheit verholfen werden. Weisheit ist nach Horx das Gegenteil von Übermaß und Übertreibung. Er beschreibt unser Hirn als eine „Weltmaschine“, in der gewaltige Simulationen stattfinden. Unser 1,3 kg schweres und aus 100 Milliarden Neuronen bestehende Organ verfügt über ein sehr differenziertes Speichersystem. „Wäre es nicht pure Verschwendung, wenn wir sie zeitlebens nur als eine Reflexzone für Genuss, Sex und Essen nutzen?“ (Horx 2011: 184).

Horx bezeichnet Weisheit als eine Art „Turbo-Modus“ des Gehirns, bei dem es allerdings nicht vorrangig um Tempo, sondern um Bildung von Vernetzungen geht. Er bezieht sich auf die Definition von Aristoteles, nach der Weisheit bedeutet, die Ausnahme zu jeder Regel zu erkennen und zu wissen, wie man improvisiert. Weisheit wird erworben und nicht vererbt. Die Kognitionspsychologie hat uns in den letzten Jahren gelehrt, dass unser Hirn formbarer ist, als wir es uns gewünscht hätten, denn es denkt, was es will. Lediglich 17% einer Wahrnehmung stammt demnach tatsächlich aus der Umwelt. 83% denkt sich unser Hirn dazu. Wie wir denken, unterliegt in hohem Maße unserer eigenen Verantwortung. Eine für die Bildungs- und Erziehungswissenschaften bedeutsame Erkenntnis. (Vgl Horx 2011: 184f.)

Würden wir alle Daten aus der Umwelt ungefiltert aufnehmen, wäre unser Erinnerungsspeicher trotz seiner gewaltigen Kapazitäten sehr bald überfüllt. Unser Hirn würde einer gedanklichen Müllhalde zu gleichen beginnen. Um eine gewisse Ordnung der Welt in unserem Kopf herzustellen, hat uns die Natur mit einem ungewöhnlich effektiven Wahrnehmungsapparat ausgerüstet. Ein unmittelbarer Teil unserer Wahrnehmung ist die Imagination als grundlegende Bedingung für unsere Kreativität, unsere Fähigkeit zur Fantasie. Dieses Talent gibt uns die Möglichkeit, schnell symbolische Kooperationen durchzuführen, und unsere Gefühle zuzuordnen. Wie unser Gehirn in Momenten der Reizauslösung eine Erinnerung und eine Reaktionsweise auch aktuell selbst produzieren kann, zeigen uns viele kognitionspsychologische Experimente. Das überzeugt uns nicht nur von der Echtheit unserer selbstentworfenen Erinnerungen, sondern lässt uns auch glauben, sie seien bereits seit geraumer Zeit eingelagert worden. Wir sehen somit alle ununterbrochen Dinge, die „nicht real“ sind. Das bedeutet, dass wir auch nicht erkennen, dass wir eine Interpretation und kein reales Erlebnis erinnern. Dieser Effekt ist in der Psychologie als „False Memory Syndrom“ bekannt. Was wir als objektive Tatsachen empfinden, ist also eine Spiegelung der Kultur, in der wir aufgewachsen sind, erworbenen Sehnsüchten, Wünschen und Ängsten. Unser Gehirn versucht, daraus einen Sinn zu produzieren, den wir für ein kohärentes Bestehen in unserer Lebenswelt benötigen. (Vgl. Horx 2011: 129-191.)

Die kulturellen Einflüsse, die unser Handeln bestimmen, bestehen demnach aus Erinnerungen, die keinen realen Bezug aufweisen müssen. Für die Didaktik und Methodik künftiger Bildungsangebote sollte diesem Sachverhalt zwingend Rechnung getragen werden.

Horx fragt sich, warum Menschen dazu neigen, sich Weltbilder zu erschaffen, die ganz offensichtlich eine Unterkomplexität aufweisen, wie Klischees, Karikaturen, Verkürzungen, Schwarzweißdenken – also reduzierte Bilder der Wirklichkeit darstellen. Diese Rationalisierung der Komplexität ist eine Strategie des Gehirns, um handlungsfähig zu bleiben: Nur wenn wir abwägen, wenn wir Gefahren nach Relevanzkriterien unterscheiden, kommen wir zu guten Lösungen. In der Alltagssprache nennen wir dies „Bauchgefühl“ oder „Instinkt“. Wir wenden es zur Partnerwahl ebenso wie bei beruflichen Entscheidungen an. In unserem modernen Leben sind wir ständig mit Situationen konfrontiert, in denen unsere Anstrengungen, vollständig informiert zu sein, ins Leere laufen. Wir sind gezwungen, es uns einfach zu machen. Ob wir jemanden mögen, entscheiden wir auf den ersten Blick, und vielschichtige Informationen bündeln wir unter Begriffen wie „Gier“ oder „Kapitalismus“, um zu vermeiden, uns auf komplizierte Operationen einlassen zu müssen. Alle unsere Gedanken sind stark mit Gefühlen und mit unserem Körper verknüpft. Unsere limbischen, rationalen und körperlichen Systeme funktionieren wie ineinander verwobene Schaltkreise. Das Gehirn steht demnach in ständigem Kontakt mit Nerven, Muskeln, Eingeweiden und unseren Sinnen. Unser Denken gleicht einer inneren Bildersprache. Wünsche, Ängste, Begierden und Erfahrungen sind in sie eingewebt. Daraus folgt, dass es sich lohnt, unsere Bildungslandschaft mittels effizientem Lernen auf Grundlage der oben genannten Erkenntnisse, z.B. durch das Nutzen einer einprägsamen Bildersprache zu remodellieren. (Vgl Horx 2011: 196ff.)

„Wir sind nicht, weil wir denken. Wir denken, weil wir fühlen, wollen, leiden, hoffen ...“ (Horx 2011: 198). Gegen den Gedanken Zufall hegen wir Menschen eine abgrundtiefe Abneigung. Der Zufall suggeriert uns, wir hätten keinerlei Kontrolle. Unser Hirn sucht daher beständig nach Mustern und Erklärungen – es ist eine einzige „Kontingenzmaschine“ (Horx 2011: 198).

Sinnlosigkeit erscheint unerträglich, da sie uns keine Chance zu zielgerichteten Handlungen offen hält. Daraus folgt, dass Ängste über Ideologien und kognitive Vereinfachungen gebunden werden. Diese einfachen und klischeehaften Denkmuster fungieren, so meint Horx, als mentale Kontrolloperationen, die uns das Gefühl geben, eine Copingstrategie zu verfolgen, obwohl real gar keine Handlung vollzogen wird. Unser Gehirn neigt zu Polarisierung in Schwarz und Weiß, Gut und Böse, Wahrheit und Verrat, um sich vor Überforderungen zu schützen. Dieses Verhalten bezeichnete Horx als einen

Teil eines Psycho-Immunsystems. Wenn sie außer Kontrolle geraten, erzeugen sie z.B. Fanatismus und Populismus als eine Art von allergischer Reaktion. Wenn unser geistiges Immunsystem Amok läuft, zerstören wir uns selbst.

Menschen neigen dazu anzunehmen, sie hätten sich ein autonomes Urteil gebildet, obwohl illusionierende sozialpsychologische Testergebnisse nachweisen, dass ein Art Gleichrichterprinzip eine Mehrheitsmeinung hervorgebracht hat. In der langen Geschichte der Menschheit hat diese selbstregulierende Konsensbildung unschätzbare Überlebensvorteile gesichert, z. B. sinnvolles Fluchtverhalten bei Gefahr, wird aber auch als Erklärung für die aktuelle Finanzkrise herangezogen. In heutigen Zeiten müssen wir uns diesen latenten, evolutionsbedingten Mechanismen stellen, sie uns bewusst machen, um uns vor einer gefährlichen Synchronisation von Meinungen zu bewahren. Bildungsmöglichkeiten sollten dazu befähigen, eigenständige Unterscheidungen treffen zu können, und auf dieser Basis die individuellen Handlungsspielräume zu erweitern. (Vgl. Horx 2011: 196-200.)

Unser endokrines System fühlt sich, nach wie vor, beständig dem Stress der Wildnis ausgesetzt. Daher vermuten wir auch in relativ sicheren Zeiten, und unter demokratischen und humanen Verhältnissen jede Menge Bedrohung, Verrat und Gefahren. (Vgl. Horx 2011: 210.) Das menschliche Bewusstsein möchte sich ein Bild von der Welt machen, neigt aber dazu, einen Tunnelblick zu entwickeln und diesen als Absolutum zu verkaufen. Romantisches, moralisches und idealistisches Denken sind in unserem Kulturkreis weit verbreitet, sie können sich auch in einer „ökologischen“ oder „kapitalkritischen“ Variante darstellen. Menschen, die so denken, verfolgen, so Horx, durchaus redliche Absichten. Genau darin sieht er das Problem, denn sobald Selbstgerechtigkeit als Haltung so tut, als ob sie alles wüsste, glaubt sie, dass weder weitere Fragen noch Antworten nötig seien. Indem anderen ausschließlich negative Absichten unterstellt werden, wird der eigenen Anteil an Wandlungsprozessen negiert. Wie also können wir unser Denken in neue Bahnen lenken und an unsere komplexe Wirklichkeit anpassen? Sind wir in der Lage, unser Denken selbst zu „evolutionieren“? Das erscheint uns spontan als unmöglich, denn unser Hirn würde uns mit den selben Tricks, mit Angst- und Wunschbildern erneut in die Irre führen, denn die Evolution hat unseren Kognitionsapparat nicht dazu geformt, dass wir klug sein sollen, sondern damit wir unsichere Situationen überleben. (Vgl. Horx 2011: 211.)

Wir Menschen überschätzen beständig unsere eigenen Fähigkeiten und unseren Mut. Viele Menschen glauben, sie könnten mit bestimmten symbolischen Handlungen tatsächlich die Realität bestimmen. Selbst wenn eine einmal getroffene Vergleichsaussage falsch ist, und auch aus einer fragwürdigen Quelle stammt, wird sie

doch zur Norm für alle weiteren Definitionen erhoben und bildet den Maßstab für weitere Entscheidungen.

Ausgerechnet Fachleute und Spezialisten irren nach Horx daher häufig in ihren Prognosen über ihr eigenes Genre. Um ihren einmal erreichten Status zu wahren, klammern sich Menschen häufig an die falschen Strategien. Horx ist der Ansicht, dass ein Bankmanager in einer Krise eher seine Kollegen denunzieren, lügen oder Zahlen schönen wird, als einen Ausweg und neuen Anfang zu versuchen. Verlust fürchten Menschen mehr, als dass sie sich von Erfolgen begeistern lassen. Sie versuchen mit aller Kraft, Übel zu vermeiden und übersehen dabei die Chancen und Möglichkeiten zu Verbesserungen. Sie neigen zum „Nichtwandel“. Horx schließt daraus, dass daher im alltäglichen Leben die fatalen Komfortzonen beständig zunehmen. (vgl. Horx 2011: 212f.)

Nach Horx lässt sich jedes Wandelphänomen mit den folgenden Begriffen beschreiben:

*Kausalität:* Etwas entsteht aufgrund von etwas anderem.

*Koinzidenz:* Etwas entsteht zufällig mit etwas anderem.

*Kohärenz:* Etwas hängt mit etwas anderem zusammen – in Wechselwirkung.

*Resonanz:* Etwas erzeugt eine höhere Wahrscheinlichkeit für etwas anderes.

(Horx 2011: 220.)

Neurologisch gesehen, sind wir durch die Evolution zur Suche nach Mustern und dazu passenden Handlungsoptionen geprägt, und daher besonders mit der Idee der Kontrolle verwurzelt. Daher wählt unser Hirn von den in der Übersicht genannten Varianten am liebsten die erste, die Kausalität, aus. Wollen wir aber die Welt in der ganzen Komplexität verstehen, reicht das Denken in Wenn-Dann-Ketten nicht mehr aus. Horx fordert uns auf, vermehrt in Prozessen, Resonanzen und Wechselwirkungen zu denken. Er bezeichnet dieses als „Fluides Denken“, welches gleichzeitig sich selbst zu revolutionieren lernt.

Viele der Systeme, die unser Leben maßgeblich gestalten, sind selbstregelnd, da Evolution die Aufgabe hat, das Leben zu organisieren. Die dafür genutzten millionenfachen Strategien basieren nicht überwiegend auf Kampf, sondern auch auf Kooperationen, Synergien, Ergänzungen und Koexistenz. (Vgl. Horx 2011: 220.)

Fluides Denken auf mehreren Ebenen ist nach Horx erlernbar. Es orientiert sich prozesshaft und multiperspektivisch und kann zwischen verschiedenen Betrachtungsebenen und Modellen hin- und herwechseln. Eine gute Nachricht und Ermutigung zur Argumentation für das lebenslange Lernen lautet: Neues zu lernen ist möglich, und zwar lebenslang. In unserem für die Gedächtnisleistung zuständigen Hippocampus werden bis ins hohe Alter frische Stammzellen gebildet, die komplett neuartige, zum Lernen

befähigende Strukturen ausbilden können. Als dazu hilfreich hat sich freiwillige körperliche Bewegung sowie ein anregungsreiches Umfeld herausgestellt. Wir können mit Hilfe der enormen Flexibilität unserer Hirne, unsere Herausforderungen bis ins hohe Alter auch eigenverantwortlich wählen. (Vgl. Horx 2011: 221ff.)

Da wir Menschen uns gerne unterscheiden und aus der Masse herausstechen möchten, können wir gar nicht anders, als Muster zu bilden, aus denen wir kollektive Stereotype konstruieren. Klischees sind demnach nichts anderes als Positionierungen des Selbst. Laut Horx helfen hiergegen nur Humor und die Bekämpfung der eigenen Klischees mittels einer Überdosis desselben. Wir sollten uns an das „Denken in Systemen gewöhnen, an das Denken in einem Fluss von Wechselwirkungen“ (Horx 2011: 225). (Vgl. Horx 2011: 211-225.)

Es entsteht der Eindruck, unsere Wirtschaft wird zunehmend durch den technischen Fortschritt und die Erkenntnisse der Wissenschaft beherrscht und beschleunigt. Die Vokabel „Wissen“ erzeugt immer den Eindruck von Elitismus, sie scheint etwas darzustellen, was ein „normaler Mensch“ nicht erreichen kann. Dies schürt, nach Horx, eine durch die Klassengesellschaft hervorgebrachte Angst, den letzten Wissensstand nie erreichen zu können. Menschen beteiligen sich jedoch nur, wenn sie selbst gestalten und mitbestimmen können. Horx betont, dass, solange es Menschen gibt, auch Erfahrungswissen vorhanden sein muss. Den heute propagierten schnellen Zerfall von Wissen, nachdem es alle fünf Jahre als überholt zu gelten hat, hält er für alarmistischen Unfug. Diese Behauptung wird aufgestellt, um den eigenen Wissensvorsprung besser behaupten zu können und Machtpositionen zu sichern. Horx schlägt vor, in der Debatte um die Zukunftsökonomie den Begriff des Kreativen ins Zentrum zu rücken. Nach Horx handelt es sich bei Kreativität, im Gegensatz zu Wissen, nicht um einen Herrschaftsbegriff. Auch ohne einen Studienabschluss kann ein Mensch kreativ sein. Kreativität verbindet uns mit der natürlichen Welt. Menschen lieben Kreativität, sie sind beständig auf der Suche nach ihrer schöpferischen Kraft. Sie können so ihre Komfortzonen verlassen, ohne von Angst überwältigt zu werden. Wenn der Begriff der Kreativität in unserer Industriekultur auch teilweise denunziatorisch gebraucht wird, bietet Kreativität einen zusätzlichen Raum für Erkenntnis. Ihr fehlt der verkrampte Appellcharakter. Horx hält Kreativität daher für einen im Kern demokratischen und weltoffenen Begriff. „Kreativität ist in vielerlei Hinsicht das, was alle Menschen über alle Irrtümer und Prägungen, über alle Fehler und Unzulänglichkeiten hinweg verbindet. Wir können neu beginnen, das zeichnet uns als Menschen aus“ (Horx 2011: 301.)

Kreativität entwickelt sich weltweit zum Gespenst für viele, in altem Denken verhaftete Mächte, für Vertreter der alten industriellen Interessen und „Kurzdenker aller Lager“ (Horx 2011: 302). Unsere Gesellschaft war über Jahrhunderte durch den Widerstreit und

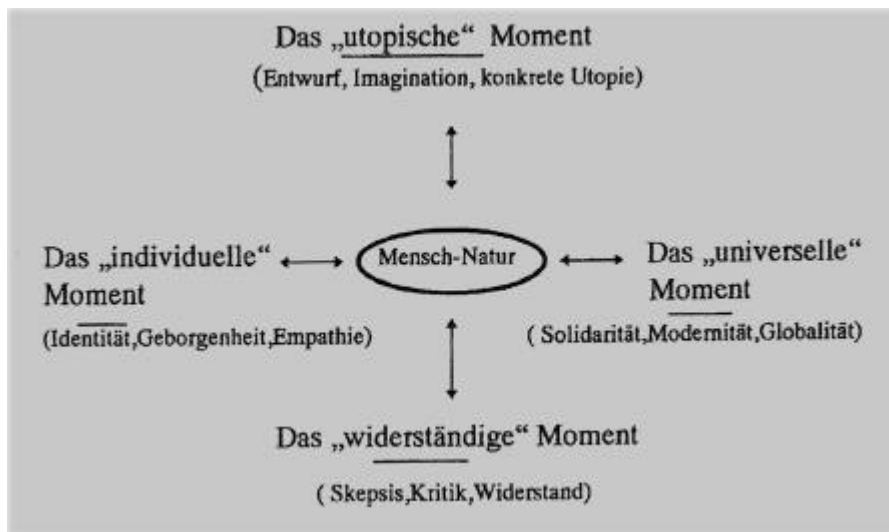
durch Abgrenzung von Interessen und Klassen bestimmt. Horx findet es daher an der Zeit, dass die Kreativen länderübergreifend ihre Absichten und Werte einbringen und so das Machtgefüge ins Wanken bringen, in welchem der über die Macht verfügt, der über die Ressourcen wie Nahrungsmittel, Bodenschätze und Kapital als Träger der Knappheit herrscht und in der nur etwas bewegen kann, wer über Geld verfügt. Es sollte darum gehen, diejenigen, die Ideen entwickeln und Konzepte vorantreiben, in den Mittelpunkt zu stellen. Diejenigen, die ihren Geist als Instrument zur Erzeugung von Unterschieden einsetzen, für die menschliche Schöpferkraft und die Macht des menschlichen Geistes. (Vgl. Horx 2011: 300-304.)

„Die Industriellen haben die Welt beherrscht und unter sich aufgeteilt. Die Kreativität wird die Macht in tausend Fraktale zersplittern (...) Für die Prosperität der Zukunft sind Ressourcen der Selbsterneuerung entscheidend. Bildung in einem erweiterten, weltmächtigen Sinne. Gesundheit in einem produktiven, nicht mehr funktional („Abwesenheit von Krankheit“) eingeeengten Verständnis. Geistige, mentale, kommunikative Potenzen treten in den Mittelpunkt des „Produktionsprozesses“. Emotionale Prozesse übernehmen das Regiment auch im Bereich der Ökonomie. Das, was in der Maschinenwelt an der Peripherie des Wohlstandprozesses stand – menschliches Wohlergehen, geistige Kapazität, menschliche Integrität – rückt nun ins Zentrum aller Wertschöpfung (...) Kreative, Glückssuchende, Wandlungsbewusste aller Länder – vereinigt Euch!“ (Horx 2011: 304).

Bevor jedoch die Kreativität walten kann, sollten sie einer Einordnung in ein bildungstheoretisches Konzept unterzogen werden. Kommen wir über diese Schleife zurück zu den drei Ebenen von Hartmut Böhls. Er geht auf die Suche, welche pädagogisch sinnvollen Formen auf welcher der o.g. Ebene zu realisieren sein könnten. Die Kreativität ist bedingt abhängig vom kulturellen Hintergrund, bleibt aber in erster Linie eine individuelle Komponente der Prägungen eines Menschen in der ersten Ebene, der persönlichen Einstellung zur natürlichen Umwelt. Auf dieser Ebene kann Kreativität, methodisch genutzt, die individuelle Beziehung zur Natur fördern.

Das didaktische Modell von Böhls bildet eine innovative Grundlage zur Erschließung zeitgerechter, bildungstheoretischer Konzepte. Mit seiner Hilfe können die oben genannten Einflüsse in die Entwicklungsprozesse und Diskurse eingebunden werden. Es bildet ein vierseitiges Kreuz als Grundform um den Mittelpunkt der Beziehung Mensch und Natur. Darin stehen sich jeweils zwei, sich widersprechende Aspekte dieser Beziehung gegenüber. Der Wunsch nach Veränderung in Form eines „utopischen Moments“ steht oben, dem unten angeordneten Widerstand und der Skepsis gegen

Unbekanntes, dem Wunsch nach Sicherheit im Erhalt des Status Quo vertikal gegenüber. Auf der linken Seite findet sich das Individuum Mensch mit seiner privaten Gefühlswelt in einem permanenten Verortungskonflikt mit der horizontal angeordneten sozialen, ökonomischen und ökologischen Umwelt auf der rechten Seite des Kreuzes. (Vgl. Bölts 2002: 37ff.)



(unterlegte Original-Grafik: Bölts 2002: 40)

Kreativität  
 Leidensdruck  
 Instinkt  
 Elitismus  
 Tunnelblick  
 Bekendes

False Memory Effect

Das Modell eignet sich besonders, um unter anderem die Elemente fluiden Denkens in die vorbereitenden Diskurse von modernen Konzeptentwicklungen zur Nachhaltigkeit einzubeziehen und ihnen einen konkreten Ort in Bezug auf die Inhalte zuzuweisen. Einige Stichworte wurden exemplarisch aufgegriffen und als erster Vorschlag, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, für eine Einordnung seitlich angeordnet:

- Kreativität als Schlüsselkompetenz für utopisches, visionäres Denken,
- Leidensdruck als Veranlassung, Kontrolle aufzugeben und sich veranlasst zu sehen, die Sicherheit der sozialen Gruppe aufs Spiel zusetzen,
- das Vertrauen in das eigene Bauchgefühl, den Instinkt als Instanz jeder Entscheidung,
- Elitismus als hemmendes Element zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen oder von Experten gegenüber Laien zu überwinden und den

- Tunnelblick durch tradierte Gewohnheiten zu verlassen, unserer persönlichen Wahrnehmung wieder zu vertrauen und dabei nicht zu vernachlässigen, dass der
- „False Memory Effect“ uns so leicht in die Irre zu führen vermag, beispielsweise versteckt in dem Hang zu „So haben wir das immer gemacht“, und unsere Imagination von Verdrängungs- und Ausblendungsmechanismen entkoppelt werden kann.

So könnte beispielsweise ein kreativer Diskurs zur Überwindung romantischen, moralischen und idealistischen Denkens eingeleitet werden und aufdecken, wo in unseren Köpfen die evolutionsbedingten Hürden in der Umsetzung von Wissen in nachhaltiges Handeln lauern.

## 2.4 Schlussfolgerung und Ausblick

Trotz der Unberechenbarkeit von Risiken bleibt naturwissenschaftliches Denken eine Voraussetzung, um die ökologische Gefährdung einschätzen zu können. Wie können wir die Veränderungen durch Technologien, Globalisierung oder Umwelteinflüsse bewusst gestalten? Das stellt sich als Schlüsselfrage unserer Zeit heraus. Eine Frage, die wirklich jeder einzelne für sich und unsere Gesellschaft als Ganzes beantworten muss.

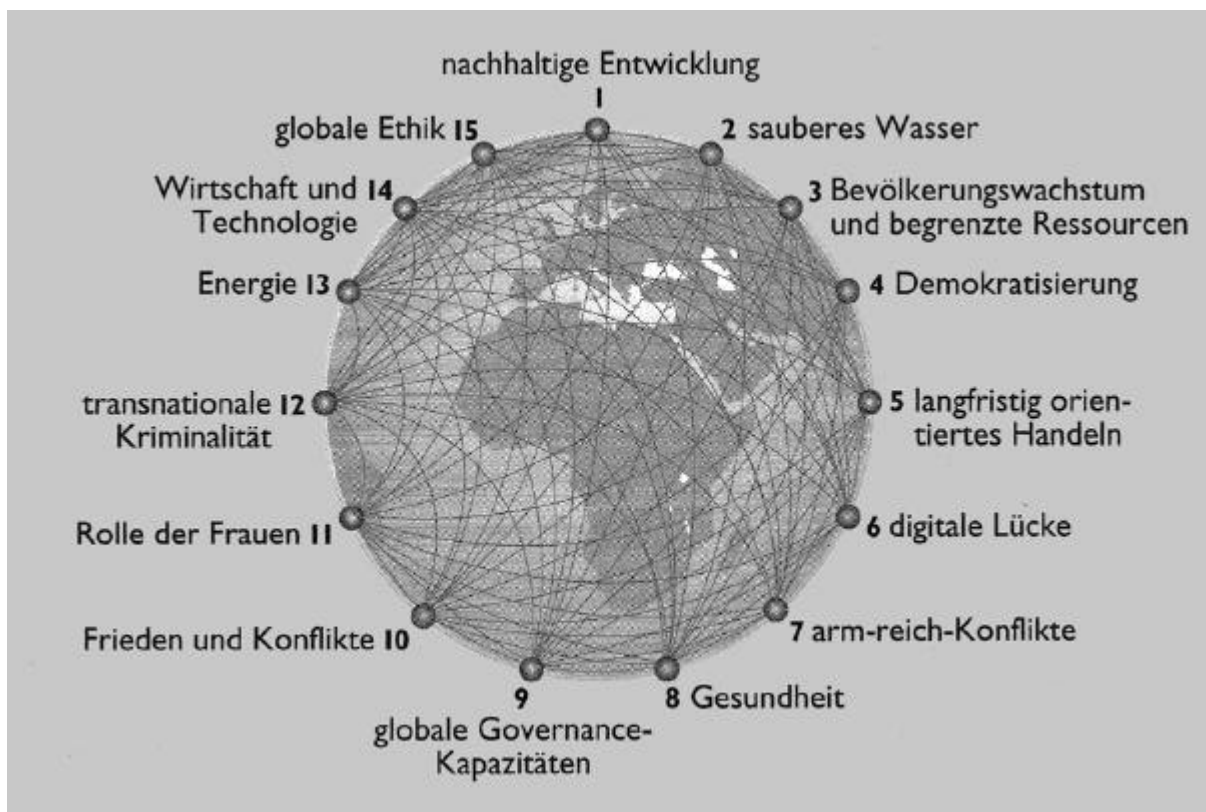
Deutschland hat wenige Rohstoffe. Unsere Ressource: Ausbildung von Menschen, die hochwertige Produkte herstellen und neue Ideen zu entwickeln in der Lage sind. Wir brauchen einen Vorsprung in Bildung, Forschung und Entwicklung und dazu ein inspirierendes Umfeld. In Bezug auf Bildungsausgaben befindet sich Deutschland laut OECD P 30 von 36. Das bedeutet einen starken Handlungsbedarf.

Natur, Technik, Sprache, Politik, Religion, Kunst sowie Wirtschaft verwandeln sich erst durch ihre wissenschaftliche Erkennbarkeit und Darlegung in Themenbereiche von Bildung und Erziehung. Diese Wissenschaftsbestimmtheit muss in angepasstem Umfang mitvermittelt und daraus die Fähigkeit zu lernen ausgebildet werden.

Wie wissenschaftsorientiertes Lernen didaktisch in exemplarisches Lernen übergeleitet werden kann, wird später in der Zusammenführung mit astrophysikalischen Bildungsaspekten wieder aufgegriffen werden. Klafki plädiert für die Entwicklung einer vereinfachten exemplarischen Didaktik unter Nutzung der Möglichkeiten, die Wissenschaft zur Lösung bedeutsamer Lebensprobleme beitragen kann. Je mehr wir jedoch versuchen, alle Phänomene zu sezieren und einzelne Faktoren zu isolieren, je weniger Klarheit für ein Verstehen unserer Welt führen wir herbei. Die Beschreibung der Welt in einfachen Ursache-Wirkungsketten erweist sich als nicht ausreichend komplex.



Die pädagogische Aufgabenstellung lautet, die Zusammenhänge zwischen Ökonomie, Kultur und Politik mit bestimmten Elementen der Wissenschaft im wissenschaftsorientierten Unterricht transparent zu machen, um die Schüler zu einer kritischen Hinterfragung von möglicher Interessensbindungen zu befähigen und einer naiven Wissenschafts- und Fortschrittsgläubigkeit vorzubeugen. (Vgl. Klafki 2007: 167-171) Dabei sollen die Schlüsselprobleme der weltweiten Verflechtungen in den Mittelpunkt gerückt werden. Möglichkeiten und Grenzen sollen unter Berücksichtigung der jeweiligen Erfahrungshorizonte abwägbar werden. Die Themen wissenschaftsorientierten Lehrens und Lernens wären somit sehr umfassend und breit gefächert: die Friedensproblematik, Umweltfragen, Generationenverhältnis, Genderfragen, Möglichkeiten und Gefahren des technischen und ökonomischen Fortschritts, Freiheit und Mitbestimmung Einzelner und kleiner Gruppen sowie das System von Großorganisationen, Arbeit, Berufswahl, Arbeitslosigkeit, soziale Ungerechtigkeit, Massenmedien etc. Dies sind alles keineswegs vorwiegend Probleme von Erwachsenen. Welche globalen Herausforderungen für die menschliche Zivilisation an Bildung für nachhaltige Entwicklung gestellt werden, zeigt die folgende Grafik. Die immanente Bedeutung transdisziplinären und flexibeln Denkens erschließt sich alleine aus der Unterschiedlichkeit der 15 unterschiedlichen Perspektiven.



(Grafik: Messner 2011: 278.)

„Es geht nicht um das Finden *eines* neuen Weges, sondern um das Erfinden *vieler* neuer Wege, zwischen denen eine Wahl getroffen werden kann, und es geht um Entscheidungen, die nicht mehr in einer Werteskala von richtig und falsch erfasst werden können“ (Wolf 2005: 122). Im Diskurs um die Akzeptanz von Pluralität kommt die Postmoderne zu einem Ansatz sich aus den durch sie geschürten Ängsten zu befreien. Er wird beflügelt durch die Hoffnung, neue Freiheiten gewinnen zu können, indem neue multilaterale Lösungswege entwickelt werden. Hier beginnt die Grundidee des transdisziplinären Denkens sich durchzusetzen und es kommt der Begriff der Nachhaltigkeit ins Spiel. Er suggeriert, laut Wolf, eine Kalkulierbarkeit von Folgen, indem er festlegt, was als korrekt gewertet werden sollte. Was ökonomisch und ökologisch als verträglich eingestuft werden kann und wirtschaftliche, und ökonomische Interessen in Einklang bringt. Die Nachhaltigkeitsdebatte beschäftigt sich mit neuen Problematiken und stellt die Übertragbarkeit alter Lösungsmuster in Frage.

Die Wurzeln nachhaltiger Bildung in der Umweltbildung sowie ihre Lösungsansätze in den Naturwissenschaften entziehen sich häufig der notwendigen Vernetzung, um umfassende Veränderungen im sozialen, ökologischen und ökonomischen Bewusstsein einleiten zu können. Umweltbildung stellt einen eigenen Teil der gesellschaftlichen Konstruktion dar und unterliegt der Gefahr, kulturelle Hintergründe nicht hinlänglich zu berücksichtigen, sie auszublenden. Dies entspricht einem naturalistisch begründeten Reduktionismus.

Naturwissenschaften erheben häufig einen universellen Gültigkeitsanspruch. Dieser beruht stets auf ihrer eigenen Begründungsbasis und entzieht sich so der Kritik aus anderen Perspektiven. Diese Perspektiven aufzudecken gehört in das Aufgabenspektrum nachhaltiger Bildung. Das Aufleben traditioneller Denkmuster schiebt der Pädagogik die Rolle einer Erziehung zu, die Werte festigen und normative Handlungskompetenzen verankern soll. In der Postmoderne stellen sich alle Gegenstände als prinzipiell ambivalent dar. Sie geht von radikaler Vielfalt in allen Bereichen des Lebens aus, die als Pluralität bestehen, es sei denn einzelne Elemente behaupten sich im Diskurs, oder werden in machtpolitischen Prozessen festgesetzt. Die angenommene Pluralität und permanente Infragestellung von Wissensbeständen nimmt großem Einfluss auf die Wahrnehmung von Handlungsspielräumen. (Vgl. Wolf 2005: 122-125)

Wir benötigen also weder Erleuchtung noch rasende Schaffenskraft, sondern „Kreativität“ auch im Sinne von Zähigkeit, Glück, Zufall und graduellen Verbesserungen. Dieses finden wir im Handwerk sowie im Dienstleistungssektor und in geistiger Arbeit. „Nicht Utopisten haben die Welt positiv verändert, sondern die Bastler, die Tüftler, die „Nicht-

Aufgeber“ – diejenigen, die wissen wollten, wie es anders gehen kann“ (Horx 2011, S.301).

Ziel von Bildung für nachhaltige Entwicklung sollte sein, die Angst vor Neuem zu nehmen und den Blick für die Möglichkeiten die vor uns liegen zu schärfen, um unsere Zukunft aktiv zu gestalten.

### **3     Astronomie als Element der BNE**

*Menschen zum Mond und wieder zurückzubringen,  
war eigentlich eine einfache Übung  
– verglichen mit einigen anderen Zielen, die wir uns gesetzt haben –  
zum Beispiel eine humane Gesellschaft oder eine friedliche Welt.*

Herbert Simon (nach Horx: 227.)

Um eine nachhaltige Welt von morgen zu gestalten, müssen wir ein realistisches Bild unseres Energie und Ressourcenverbrauchs und der damit verbundenen Überlastung der Ökosysteme der Erde sowie der uns verbliebenen Handlungsoptionen zeichnen können. Eine nachhaltige Welt von morgen kann dann zu einer neuen Lebensqualität führen, wenn geklärt ist, in welcher Richtungen sich die wesentlichen Entwicklungen in Bezug auf Nachhaltigkeit auf unserem Globus bewegen. Der Keim für ein besseres Handeln und um die Zivilgesellschaft in den Industriestaaten wachzurütteln, liegt aber im persönlichen Erfahrungsschatz und dem Naturverständnis jeden einzelnen Bürgers.

Eine Menge Institute haben sich zur Erforschung ökologischer Problemlagen etabliert. Die meisten konzentrieren sich jedoch auf die Generierung und Vermittlung rein kognitiver Wissensbestände. Die Grenzen der Aufklärung und des Verstehens vom Umweltproblematiken und den daraus resultierenden sozialen Konflikten, treten demnach in der Umsetzung von der Theorie in die Praxis zu Tage. Wir benötigen Bilder und Geschichten in unseren Köpfen, weitgreifende Utopien, um Menschen für eine Änderung ihres Lebensstils und ihrer kulturellen Praktiken zu begeistern, um ein zukunftsfähiges Gesellschaftsmodell nachhaltigen Lebens und Wirtschaftsformen als Gegenentwurf zu der sich globalisierenden Leitkultur der Verschwendung und

Verschmutzung zu entwickeln. Die bisherigen, auf Abschreckung zielenden Visionen von Katastrophenszenarien, erzeugen in erster Linie einen Eindruck von Kontrollverlust, Verzweiflung und führen zu Verdrängungsmechanismen.

Um die hier vertretene These, dass die Astrowissenschaften aus ihrem derzeitigen Status heraus einen wichtigen Beitrag für die nachhaltige Entwicklung in Deutschland zu leisten vermögen und dabei gleichzeitig die globalen Zusammenhänge nicht aus den Augen verlieren, überprüfen zu können, benötigt es sowohl eine bildungspolitische Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes dieser Disziplin als auch die Klärung der didaktisch-methodischen Basis ihrer Vermittlung.

In diesem Kapitel wird als erstes ihr Entwicklungsstand in Deutschland geschildert. Auf welchen Wurzeln und Grundlagen sich derzeit aus der astronomischen bzw. astro-physikalischen Didaktik und Methodik weitere Synergien zwischen den Geistes- und Naturwissenschaften herausbilden, wird im zweiten Teil aufgenommen. Jeweils aktuelle Beispiele aus unserer Bildungslandschaft ergänzen die Ausführungen. Zum Abschluss werden in die pädagogisch nutzbringenden Stärken und Besonderheiten des Fachs Astronomie noch einmal kurz zusammengefasst.

### **3.1 Zum Status Quo in der deutschen Bildungslandschaft**

Status Quo meint, eine Analyse der in Deutschland angebotenen, astronomischen Bildungsinhalte und ihrer Möglichkeiten als Vehikel für eine nachhaltige Entwicklung. Alle Naturwissenschaften spielen in modernen Industrienationen eine entscheidende Rolle, und die Forderungen an die Bildungslandschaft nach naturwissenschaftlicher Grundbildung erfordern einen interdisziplinären Bildungsansatz. Das heutige Interesse der Schüler an Naturwissenschaften ist leider nicht sehr groß, wie es sich z.B. durch die Klage deutscher Betriebe, es würden nicht genügend qualifizierte technische Mitarbeiter und Ingenieure ausgebildet, offenbart.

Vorrangig werden in diesem Kapitel die vorschulischen, schulischen und außerschulischen Inhalte und Entwicklungen geschildert. Besonders sie sollen ja die kommenden Generationen befähigen, ihre Lebenswelt selbstbestimmt zu gestalten. Um einen Überblick über den gesamtdeutschen Status Quo zu erlangen und die künftigen Entwicklungsmöglichkeiten abschätzen zu können, wird außerdem der universitäre Bereich der Lehre und der Forschung kurz eingeordnet. Große Entwicklungspotenziale für eine Wissenschaft, die im Prinzip kein eigenes Schulfach darstellt, schlummert in den außerschulischen Jugend- und Erwachsenenbildungsangeboten.

### 3.1.1 Frühkindliche Bildung und Grundschule

Naturwissenschaftliche und astronomische Bildung im frühkindlichen Bereich steckt in Deutschland, auch bedingt durch die dahingehend bisher nicht geschulten ErzieherInnen, noch in den Kinderschuhen. Die gemeinnützige Stiftung "Haus der kleinen Forscher" engagiert sich seit 2006 mit einem Fortbildungsangebot für pädagogische Fachkräfte dafür, in Kitas und Grundschulen die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Themen gezielt anzuregen und die Neugier und Freude am Forschen bei den Kindern zu stärken. Für ihre kontinuierliche Bildungsarbeit können sich die kooperierenden Einrichtungen zu einem "Haus der kleinen Forscher" zertifizieren lassen, Der dazu notwendige Schulungsbedarf soll mittels dort geschulter, ehrenamtlicher Multiplikatoren aufgeholt werden. Diese Stiftung stellt in Deutschland mittlerweile die größte frühkindliche Bildungsinitiative dar, die Projekte für Kindergärten projektiert und umsetzt. Sie hat sich das Ziel gesteckt, Naturwissenschaften, Mathematik und Technik in die frühkindliche Förderung zu etablieren, und damit einen Beitrag zur Nachwuchssicherung für Forschung und technische Berufsfelder zu leisten. Dabei wird sie durch derzeit 207 Netzwerkpartner im gesamten Bundesgebiet unterstützt, und erreicht mittlerweile fast die Hälfte aller Kitas in Deutschland und hat ihr Angebotsspektrum bis zur Grundschule für Kinder zwischen sechs und zehn Jahren ausgeweitet. Gemeinsam mit 54 Grundschulen und Horten in Berlin und Brandenburg werden sie kontinuierlich evaluiert, reflektiert und überarbeitet. Über eine Million Kinder in mehr als 19.000 Kitas profitierten bis zum heutigen Tag von diesen innovativen Projekten. Bei der Verbreitung finden sich nach wie vor regionale Unterschiede. Besonders in Baden-Württemberg und den neuen Bundesländern ist die Beteiligung groß. Sachsen-Anhalt ist Spitzenreiter mit einer Abdeckung von über 70 Prozent, dicht gefolgt von Berlin, wo rund 65 Prozent der Kitas bereits die Teilnahme ermöglicht werden konnte. In Sachsen ist die Initiative Bestandteil des Koalitionsvertrags der Landesregierung, in Schleswig-Holstein und Hamburg sind weniger als 20 Prozent der Einrichtungen an Projekten der „kleinen Forscher“ beteiligt. Zahlreiche Unterstützer ermöglichen die Ausbreitung des "Hauses der kleinen Forscher"<sup>2</sup>. Durch externe wissenschaftliche Untersuchungen wird die Arbeit der Stiftung kontinuierlich begleitet. (Vgl. BMBF Pressemitteilung 150/2011.) Das „Haus der kleinen

---

<sup>2</sup> Vier Partner initiierten 2006 diese frühkindliche Bildungsinitiative: die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, McKinsey & Company, die Siemens Stiftung und die Dietmar Hopp Stiftung. Gefördert wird sie vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Forscher“ bietet bereits umfassende, didaktisch und methodisch aufbereitete, astronomische Praxisbeispiele und Experimente an:

- „Raketomotor: Warum müssen sich Raketen mit so viel Kraft und Treibstoff von der Erde abstoßen?
- Mondkrater: Wie ist die Kraterlandschaft auf dem Mond entstanden?
- Tag und Nacht: Warum gehen die Kängurus in Australien schlafen, wenn wir gerade aufwachen?
- Sputnik, Sputnik kreise! Wo uns die Fliehkraft begegnet, macht sie uns viel Spaß – etwa im Kettenkarussell.
- (...)“ (www.haus-der-kleine-forscher.de 2011).

Dass Astronomie ein Motor für Integration und interkulturelle Erziehung sein kann, zeigt die Erzieherinnenfortbildung der Astronomieschule Heidelberg im Rahmen des UNAWE-Programms der Internationalen Astronomischen Union mit ähnlichen Inhalten wie im „Haus der kleinen Forscher“. Hier wurden hauptsächlich Erzieherinnen aus Kindertagesstätten mit einem Migrantenanteil von ca. 90% geschult. Das Innovative daran: Nicht nur die Kinder in europäischen Großstädten, sondern auch Kinder in Entwicklungsländern sollen von der zentralen Erfahrung, dass wir alle Bewohner desselben winzigen Planeten sind, profitieren. Zudem sollen die Kinder mehr über ihre eigenen kulturellen Wurzeln erfahren und untereinander in Kontakt treten können. (Vgl. Scorza 2010: 54f.)

### **3.1.2 Astronomie in der Schule**

Wie in den noch folgenden Projekten des DLR und der ESA, ist auch für Cecilia Scorza<sup>3</sup> das eigene Tun, das Basteln und Beobachten der beste Weg, um Kinder für die Himmelskunde und für wissenschaftlich orientiertes Lernen zu begeistern. Sie vertritt die Ansicht, dass unser Sternenhimmel nicht nur die unterschiedlichsten Unterrichtsfächer zu verbinden vermag, sondern ebenso ganze Völker. Sie arbeitet in der Landessternwarte auf dem Königsstuhl in Heidelberg, engagiert sich seit acht Jahren in der Astronomieschule e.V. für junge Sternenfreunde und solche die es werden wollen. Schüler aller Klassenstufen können schulisches Wissen inmitten von Sternwartenkuppeln in unterschiedlichen astronomischen Kontexten anwenden, es

---

<sup>3</sup> Cecilia Scorza ist promovierte Astronomin; in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit für das Haus der Astronomie und die Astronomieschule e.V. in Heidelberg sowie für das Deutsche SOFIA-Institut tätig.

vernetzen und erweitern, während sie den Nachthimmel direkt erleben. Um auch Lehrern die Möglichkeit zu bieten, ihren Unterricht mit astronomischen Inhalten zu bereichern, bietet der Verein mehrmals jährlich Fortbildungen für komplette Kollegien von Grundschulen an. (Vgl. Scorza 201: 55.)

In Baden Württemberg sind Lehrer der Sekundarstufe auf der Suche nach neuen Projekten mit fächerverknüpfendem Charakter, vorrangig für das neue Fach „Naturwissenschaft und Technik“ für die Mittelstufe. Die Astronomieschule Heidelberg unterstützt sie mit Workshops aus der universellen Themenpalette der Astronomie. Dass eine Vernetzung der unterschiedlichsten Wissenszweige notwendig ist, wird durch Schülerfragen deutlich: „Was hat die Chemie mit der Astronomie zu tun?“. Diese Frage stellte eine Schülerin, die gerade mit dem Periodensystem der Elemente vertraut gemacht wurde. Dass fast alle bekannten Elemente im Inneren von Sternen durch Kernfusion entstehen („Wir sind alle Sternenstaub!“) ist eine Erkenntnis, die Jung und Alt immer wieder in Staunen versetzt. Dass mittels Trigonometrie die riesigen Entfernungen zu den Sternen bestimmt werden können, motiviert Schüler der 10. Klasse zur Anwendung und zur Entwicklung ihres neu erworbenen mathematischen Verständnisses bei den häufig als „trockenen Stoff“ empfundenen mathematischen Anwendungen. Mathematisches Wissen wird so als Grundlage naturwissenschaftlichen Denkens erkannt und akzeptiert. (Vgl. Scorza 2010: 55.)

Der Bedarf der Schulen an astronomischen Inhalten ist groß. Die Nachfragen an die Astronomieschule beschränkt sich dabei nicht nur auf Angebote für den Physikunterricht, sondern ist auch im kulturellen und sozialen Kontext besonders stark ausgeprägt. Die neuen, fächerverknüpfenden Schulfächer, die durch Biologie-, Chemie- und Erdkundelehrer unterrichtet werden können, stellen die Interdisziplinarität der Wissenschaften in den Vordergrund. Die Astronomieschule Heidelberg entwickelt dazu in Zusammenarbeit mit dem Haus der Astronomie laufend Lehrerfortbildungen, unter Berücksichtigung der Bereiche Astrobiologie, Astrochemie, aktuell z.B. „Topografie von Erde und Mars im Vergleich“. (Vgl. Scorza 2010. 54-55.)

Pädagogen und Astronomen fordern die Einbeziehung astronomischer Inhalte in die deutsche Bildungslandschaft, besonders in die schulische. Diese Forderung verhallt in Deutschland bisher jedoch meist ungehört, weil sie von den politischen Entscheidern nicht hinlänglich unterstützt wird. Andere Länder wissen den Wert der Astronomie für die Kultur, die Wissenschaften und die Gesellschaft besser zu nutzen und zeigten großes Engagement, besonders im Jahr der Astronomie (2009). Auffallend viele Länder, die von uns als Entwicklungsländer bezeichnet werden, erkennen das Potenzial dieser Schlüsseldisziplin und erreichen damit breite Bevölkerungsschichten. Die Internationale Astronomische Union (IAU) hat dieses Jahr genutzt, um weitere Aktivitäten zur

nachhaltigen Entwicklung unserer globalen Gesellschaft zu fördern. (Vgl. Reichert 2010: 48.)

Astronomische Bildung ist keinesfalls ein neues Thema für die bildungspolitische Debatte, trotzdem tut sich die deutsche Schulpolitik immer noch schwer, astronomische Inhalte in ihre Lehrpläne einzubinden, meint Wolfgang Fiedler<sup>4</sup>. Er ist überzeugt, dass astronomische Inhalte in die Schule gehören. So appelliert er, sich in den aktuellen bildungspolitischen Diskussionen an den astronomisch relevanten Themen selbst zu orientieren, und ihren Weg in die Schulen kritisch im Auge zu behalten. Er bekennt, schon so manchen astronomischen Unsinn vernommen und sich auch schon über Unwissen gewundert und geärgert zu haben. Allerdings kenne er jedoch keinen Menschen, der Astronomie als uninteressant empfindet, eine umfassende astronomische Bildung in der Schule sei daher nur logisch und erstrebenswert. Er wünscht, dass zu diesem Zweck ein Katalog mit den dazu nötigen Inhalten zusammengestellt werden soll. Er fragt sich, wieso eine Wissenschaft, die von so vielen als interessant erachtet wird, in unseren Schulen eine eher untergeordnete Rolle spielt. Nicht die Frage, welchem Schulfach die Astronomie zugeordnet werden kann, auch nicht, ob sie zu einem eigenständiges Unterrichtsfach umgewandelt werden sollte, findet er ausschlaggebend. Er möchte vorrangig eine Orientierung an der astronomischen Themenvielfalt vornehmen sowie ein Bildungsziel definieren und festlegen, welches Grundwissen einem Schüler im Laufe seiner Schulzeit vermittelt werden sollte. Er ruft alle an astronomischer Bildung Interessierten dazu auf, sich an der Erstellung eines Grundwissenskataloges zu beteiligen, in dem das Mindestwissen, welches einem Schüler angeboten werden sollte, in einer offenen Diskussion zusammengetragen werden kann. (Vgl. Fiedler 2010: 61.)

Fiedler geht davon aus, dass die föderale Bildungsstruktur in Deutschland und auch didaktische Überlegungen nahelegen, perspektivisch viele unterschiedlich Wege zu astronomischer Grundbildung in den einzelnen Bundesländern zu beschreiten.

„Astronomie begeistert, fasziniert und weckt Neugier, besonders bei jungen Menschen. Aus pädagogischer Sicht gibt es keine bessere Vorraussetzung für die Wissensvermittlung. Denken wir also gemeinsam darüber nach, welches astronomische Grundwissen in der Schule tatsächlich vermittelt werden sollte!“  
(Fiedler 2010: 61).

Auf welche Bedingungen Fiedlers Forderungen im deutschen Schulwesen stoßen, zeigen die unterschiedlichen Erfahrungen in den alten und neuen Bundesländern, sowie die Besonderheiten unseres föderalen Bildungssystems.

---

<sup>4</sup> Wolfgang Fiedler ist Landesfachberater für Astronomie in Thüringen.



In den alten Bundesländern lehnen Bildungspolitiker und Kultusministerien die Forderung nach Astronomie als ein eigenständiges Unterrichtsfach, unter Angabe einer zu befürchtenden Überfrachtung des Lehrstoffes und der Stundenpläne, ab. Sie empfehlen, astronomische Inhalte in den Physikunterricht einzubinden. Die Auseinandersetzung darüber, welche konkreten Inhalte vermittelt werden sollten, und wie ihr Wert für die Verbindung unterschiedlicher Fächer zu beurteilen sei, führt zu divergierenden Forderungen darüber, wie viel Astronomie in den Unterricht gehört. Deutlich zu Tage tritt dieser „Wirrwar“ in den gegenwärtigen Lehrplänen der einzelnen Bundesländer. In der damaligen DDR wurde bereits ab 1959 Astronomie als eigenständiges Schulfach unterrichtet. Mehrere hundert Lehrer erhielten dazu eine fundierte Ausbildung. Seit 2007 musste aber auch hier die Astronomie anderen Prioritäten weichen. Lediglich Thüringen schaffte es, sich den Streichungsbestrebungen zu widersetzen. (Darauf wird später näher eingegangen werden.) Heutzutage wird die astronomische Bildung in Deutschland überwiegend durch persönliches Engagement gefördert. Reichert nennt als Beispiele die Gründer der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“, die Initiative der „Astronomieschule e.V.“ und das Projekt „Wissenschaft in die Schulen!“ sowie zahlreiche Institutionen und Einzelpersonen. (Vgl. Reichert 2010, S.48f.)

Das Beispiel Thüringen zeigt, wie sich durch Engagement und Einsatz Astronomieunterricht einen festen Platz in den Lehrplänen sichern kann, denn dort ist Astronomie seit 52 Jahren ein reguläres Unterrichtsfach an den Schulen. Olaf Kretzer<sup>5</sup> gibt einen kurzen Abriss, wie es dazu kam und wie die Astronomie es schaffte, die Versuche, sie nach der Wiedervereinigung abzuschaffen, zu überstehen. In der DDR wurde die Diskussion über die Einführung des Schulfaches Astronomie, im Vergleich zur Bundesrepublik, nach 1952 erheblich intensiviert. Die Erfolge der sowjetischen Raumfahrt, besonders der Start des ersten Erdsatelliten Sputnik1 im Jahr 1957, unterstützten 1958 im damaligen Deutschen Pädagogischen Zentralinstitut die Einführung des Schulfaches Astronomie. Parallel wurden Schul- und Volkssternwarten neu gegründet, Schulplanetarien wurden teilweise mit Kuppeln von sechs bis acht Metern ausgerüstet. Auf diese Weise wurden die Möglichkeiten der astronomischen Bildung erheblich erweitert. Durch die Gründung der Zeitschrift „Astronomie im Unterricht“ zur fachlich-methodischen Unterstützung der Astronomielehrer und das Angebot verschiedener Studiengänge an den Universitäten, konnten sehr gute Grundlagen für das neue Fach entstehen. Auch die breite Öffentlichkeit profitierte, denn die Schul- und Volkssternwarten waren allgemein zugänglich.

---

<sup>5</sup>Olaf Kretzer ist Astronomielehrer und Leiter der Volkssternwarte und Planetarium in Suhl sowie Lehrbeauftragter für Physik an der FH Schmalkalden.

Nach der Wiedervereinigung versammelten sich 1990 Sternenfreunde in der Sternwarte Hof. Sie verfassten eine Presseerklärung und forderten, dass, wenn auch dem Schulwesen der ehemaligen DDR die westdeutsche Bildungshaube übergestülpt werden soll, im Reformzeifer keinesfalls alle Lehrinhalte der alten Bundesländer kritiklos übernommen werden sollten. An die Bildungspolitiker der fünf neuen Bundesländer wurde appelliert, den Astronomieunterricht auf Dauer zu erhalten. Weil astronomische Schulbildung in den alten Bundesländern bis dato ohne geregelten Schulunterricht auskommen musste, sollte überlegt werden, den Astronomieunterricht, wie er bisher in der ehemaligen DDR üblich war, auf alle Länder der Bundesrepublik auszudehnen. Diese Überlegung wurde jedoch nicht aufgegriffen. Im Gegenteil: Astronomie wurde in den meisten Bundesländern vom Lehrplan gestrichen. Auch in Thüringen gab es nun Bestrebungen seitens des Kultusministeriums, das eigenständige Schulfach Astronomie aufzulösen. Einige Schulsternwarten wurden geschlossen. Allerdings formierte sich dagegen rasch erheblicher Widerstand seitens der Lehrer, der Eltern sowie der Schüler. Dieser wurde durch Politik und Wirtschaft unterstützt.

Der Astronomieunterricht in Thüringen konnte gesichert werden, auch wenn einige Kompromisse eingegangen werden mussten. So wurde Astronomie teilweise nicht mehr als Pflichtfach geführt. Dass die Zahl der freiwillig teilnehmenden Schüler am Wahlpflichtunterricht Astronomie sehr hoch ist, bestätigt das anhaltende Interesse der Schüler. (Vgl. Kretzer 2010: 51ff.)

Um den Status des Faches wurde wiederholt gerungen. Lehrer und Schüler starteten Projekte, um in den Klassen 11 und 12 einen Grundkurs einrichten zu können. Durch die Beharrlichkeit der Landesfachkommission „Astronomie“ und des ThLLM, durch zahlreiche Diskussionen und Verhandlungen, konnte das Thüringer Kultusministerium schließlich davon überzeugt werden, dass die Astrowissenschaften im höchsten Maße fächerübergreifende und umfangreiche Verbindungen nicht nur zu den anderen Naturwissenschaften, sondern ebenfalls zu den Geistes- und Gesellschaftswissenschaften aufweisen.

Das Thüringer Kultusministerium erteilte schließlich an das ThLLM den Auftrag, unter der Bezeichnung „Astronomie – Angewandte Wissenschaft“ neue Lehrpläne zu erstellen. 2008 wurde die inhaltlichen Arbeiten an dem Grundkurs abgeschlossen und seit Anfang 2009 besteht nun für die Schüler der Klassen 11 und 12 im Bundesland Thüringen die Möglichkeit, einen Grundkurs in Astronomie zu belegen. Dieser Kurs ist in vier, in der Abfolge austauschbare Module eingeteilt:

- Leben in Raum und Zeit
- Mikrokosmos
- Makrokosmos

- Die Erde als Lebensraum

Auch die Sternwarte Arnstadt wurde für die Allgemeinheit wieder in Betrieb genommen und in Heubach konnte sogar eine neue eröffnet werden. (Vgl. Kretzer 2010: 51-54.) In Thüringen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern ist Astronomie seit 1959 nach wie vor Pflichtfach. In Jena, Halle und Rostock werden seitdem Astronomielehrer ausgebildet. Die dort gesammelten Erfahrungen könnten auf die restlichen Bundesländer übertragen werden. Die Verfasser des offenen Briefes, der bereits erwähnten Presseerklärung empfehlen, bundesweit zwei Jahreswochenstunden im letzten Schuljahr der Mittelstufe für alle Schüler einzuführen. Derzeit wird auch in den genannten Ländern nur eine Jahreswochenstunde für die Dauer eines Schuljahres angeboten. Um die nötigen astronomischen, astronomiehistorischen und astronomiedidaktischen Voraussetzungen zu schaffen, wird zu einer flächendeckenden Ausbildung von Astronomielehrern angeraten.

Zusätzlich sollten astronomische Inhalte in allen allgemeinbildenden Schulen ab der Grundschule eine Rolle spielen. Für die Oberstufen der Gymnasien sollte sich ein fakultatives Kursangebot dem Pflichtfach anschließen. (Vgl. „Offener Brief“ 2010: 49.) Diese in der o.g. Presseerklärung und von Fiedler sowie von Klafki geforderte wissenschaftsorientierte Grundbildung, soll ein Individuum befähigen, Schlüsselmethoden und grundlegende, naturwissenschaftliche Prinzipien zu begreifen und damit umgehen zu können. Sie versetzt in die Lage, naturwissenschaftliche Sachverhalte und Anwendungen zu verstehen und eine weitgehend klare Sicht auf die Welt zu gewinnen. Dabei werden naturwissenschaftliches Wissen und wissenschaftliche Denkmethode zur Lösung persönlicher und allgemeiner Probleme eingesetzt. Die Naturwissenschaften spielen eine entscheidende Rolle in unserer heutigen Gesellschaft. Sie revolutionieren alle Bereiche des menschlichen Lebens, unserer Umwelt und unserer Kultur. Der schnelle wirtschaftliche und wissenschaftliche Wandel, dem die Industrienationen unterliegen, befördert sie in eine exponentielle Position, die sie den Großteil des technologischen Fortschritts vorantreiben lässt. So sind sie einerseits auf das Potenzial naturwissenschaftlicher Forschung angewiesen, andererseits beeinflussen sie den Charakter der wissenschaftlichen Arbeitsweisen. Die wissenschaftlichen Methoden in den europäischen Ländern scheinen sich hin zu einem interdisziplinären Forschungsansatz zu entwickeln. Die Übertragung dieser Strukturen auf die jeweiligen Schulsysteme, Unterrichtsweisen stellt Bildungsmanager vor neue Aufgaben. An vielen Schulen hat sich bereits ein interdisziplinärer Ansatz etablieren können. Teilweise aus Überzeugung, teilweise aber auch aus der Notwendigkeit, dem Lehrermangel abzu- helfen. Richard Bräucker und Klaus Buschhüter<sup>6</sup> empfehlen, die interdisziplinären

---

<sup>6</sup> Klaus Buschhüter (RTW Aachen), Richard Bräucker (Leitung des DLR School-Lab Köln-Porz)

Unterrichtsmethoden und Erfahrungen auf europäischer Ebene auszutauschen, um Fehler bei der Einführung neuer Unterrichtsformen zu minimieren und Synergieeffekte zu fördern. Sie möchten Grundsätze für die Erstellung von Lehrplänen, sowohl mit fachsystematischen, als auch mit interdisziplinär naturwissenschaftlichem Unterricht zusammentragen. Die traditionellen naturwissenschaftlichen Disziplinen im Schulunterricht scheinen sich, auf den ersten Blick, deutlich voneinander zu unterscheiden, sich mit verschiedenen Themen zu befassen und auch unterschiedliche Methoden zu verwenden. Möglicherweise findet sich jedoch eine gemeinsame Logik innerhalb aller Naturwissenschaften, sobald man sich in ihre Methodik genauer hineindenkt. Zuerst müssen beobachtete Naturphänomene so objektiv wie möglich beschrieben werden. Es folgt die Frage nach möglichen Erklärungen und die Aufstellung von Hypothesen, die in Experimenten überprüft werden. Anhand dieser Ergebnisse kann die Hypothese entweder falsifiziert oder als mehr oder weniger wahrscheinlich eingestuft werden. Die Suche nach der „Wahrheit“ manifestiert sich so in Form der Naturgesetze. Wenn man seine Umwelt als durch die Naturgesetze bestimmte Menge von Objekten ansieht, neigt das menschliche Gehirn dazu, Objekte und Vorgänge in eine hierarchische und systematische Strukturierung einzuteilen. Daher wäre für die niedrigeren Klassenstufen eine Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Themen und methodischen Ansätze zu einem Unterrichtsfach für günstig, um den Schülern einen Überblick über die unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen zu geben. Den Schülern wird damit später in den höheren Klassen das Verständnis komplexer Fragestellungen und Methoden in allen Naturwissenschaften erleichtert. Es wird der Arbeitsalltag der meisten Naturwissenschaftler veranschaulicht, in den die Methoden aus den verschiedenen Wissenschaftszweigen integriert werden müssen. Bräucker und Buschhüter setzen einen interdisziplinären Unterrichtsansatz für die Ausbildung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, der „Scientific Literacy“, voraus. „Scientific Literacy“ wird als eine „Eigenschaft einer zuverlässigen, aufgeklärten Persönlichkeit gedeutet, die notwendige Prozesse internalisiert hat, um dadurch aktiv an unserem digitalen Zeitalter teilhaben zu können“ (Buschhüter, Bräucker 2006: 38). Buschhüter und Bräucker haben den Eindruck, dass die Mehrzahl der heutigen Schülerinnen und Schüler den Naturwissenschaften kein besonderes Interesse entgegenbringt. Sie nehmen die engen Bezüge zwischen Naturwissenschaft und Technik lediglich verschwommen wahr. Es fällt ihnen schwer, Alltagsphänomene auf Naturgesetze zurückzuführen. Eine große Zahl der Lernenden scheint davon auszugehen, die Welt sei zu komplex um sie zu verstehen, und die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge liegen ihnen fern. Der interdisziplinäre naturwissenschaftliche Zugang als Unterrichtsmethode fördert das Verständnis von

Konzepten, das Fragestellen und das selbstständige Denken und versucht, die unterschiedlichsten Betrachtungsweisen der Naturwissenschaften zusammenzuführen und fördert damit die ganzheitliche Erschließung der Welt. Das verfolgte Ziel für unsere moderne Welt, in der wir von wissenschaftlichen Fragen und Anwendungen der Naturwissenschaften umgeben sind, ist aber, wie auch von Wagenschein gefordert, dass nicht nur einige, sondern die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler Naturwissenschaften verstehen und damit umgehen lernen. (Vgl. Buschhüter, Bräucker 2006: 35-39.) Schüler sollten befähigt werden, begründete Entscheidungen im Hinblick auf Naturwissenschaft, Technologie, Gesellschaft und Konsum zu treffen. Somit wird auch einem kulturellen und gesellschaftlichen Zweck gedient. Eine interdisziplinäre Bildung sollte praxisnah angelegt sein und Teamgeist und Autonomie fördern. Schüler sollen in der Lage sein, unterschiedliche Hilfsmittel einzusetzen um Daten zu sammeln, zu analysieren und zu präsentieren und Forschungsaufgaben mit Hilfe von Büchern, Veröffentlichungen und dem Internet zu lösen. Sie sollten mit Brainstorming und Diskussionen arbeiten, Experimente entwickeln und umsetzen, und mit dem Computer sinnvoll umgehen können.

Sie sollen die Genauigkeit der Messungen bewerten und sich der Verlässlichkeit der eigenen Ergebnisse bewusst zu sein. Daraus entwickelt sich die Fähigkeit, Fehlerquellen ausfindig zu machen und sich selbst und andere objektiv und qualitativ einschätzen zu können. Schüler sollen genaue Beobachtungen von Naturphänomenen durchführen und unter Nutzung des fachgerechten Vokabulars beschreiben lernen. Sie sollen die Phänomene analysieren, interpretieren oder ein Modell aufstellen und Hypothesen bilden. Sie prüfen diese Hypothesen, exemplarisch mittels der Experimente. Letztendlich können sie beschreiben, wo überall interdisziplinäre Aspekte der Naturwissenschaften zu finden sind. Schüler gewinnen Wissen und Verständnis, um Naturwissenschaft zu verstehen, und zu erkennen wo sie ihnen im Alltag begegnet. Grundsätzlich sollte bereits vorhandenes Wissen zum Einsatz kommen und die Schülerinnen und Schüler sollten aktiv an ihrem Wissenserwerb mitarbeiten und nicht nur „Wissensempfänger“ sein. Sie sollen ihr eigenes Lernen kontrollieren und steuern. Als Beispiele für Unterrichtsthemen werden Inhalte bevorzugt, die eng mit der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler verbunden sind. Beispielsweise verbindet das, von Buschhüter und Bräucker entwickelte Unterrichtsmodul der internationalen Lehr-Werkstatt des Vereins Science on Stage Deutschland, „Flug zum Mars“ die Inhalte der Weltraumforschung mit Informationen über den Nutzen von Satelliten und unterschiedlichen Technologien. Andere Module beschäftigen sich mit „Sinneswahrnehmung“, „Die Sonne und ich“, „Mein Körper und ich“, „Umwelt und Umweltverschmutzung“, „Metalle und ihre Verwendung“ und „Astronomie“. (Vgl. ebd.: 47-51.)

Buschhüter und Bräucker sehen in der „Flug zum Mars“ ein Beispielprojekt für ein interdisziplinäres Unterrichtsmodul und sind der Ansicht, dass Weltraumflüge die menschlichen Emotionen seit jeher ansprechen große Faszination auf junge Menschen ausüben. (An diesem Beispiel werden später noch einmal die disziplinübergreifenden Modulinhalte in Beziehung gesetzt.) Es gibt allerdings einige Schwierigkeiten bei der bildungspolitischen Umsetzung eines interdisziplinären Ansatzes. Diese Hindernisse zu ignorieren, wäre ein fataler Fehler. Lehrer, Behörden und Eltern müssen zunächst von den Vorteilen überzeugt werden. Teilweise stellen die Lehrpersonen selbst ein Hindernis dar: einige von ihnen bestehen darauf, sich nur auf ihr eigenes Fachgebiet zu konzentrieren, denn sie haben meist nicht mehrere naturwissenschaftliche Fächer studiert. Auch teilen Eltern häufig die Angst, die Unterrichtsqualität würde durch die zunehmende Komplexität leiden, da sie mit interdisziplinärem Unterricht und dessen Inhalten nicht vertraut sind. Im schulischen Umfeld mangelt es häufig an Ressourcen, insbesondere an qualitativ hochwertigen Büchern. Die Schulbehörde mit ihren bildungspolitischen Vorgaben stellt das letzte Hindernis dar. Möglicherweise fürchten alle drei Gruppen eine Vernachlässigung der Vermittlung fachspezifischer Methoden und Fakten. (Vgl. ebd.: 49ff.)

Schulische Innovationen benötigen erfahrungsgemäß immer ihre Zeit. Es tut sich jedoch Einiges an deutsche Schulen und an Eliteschulen und Gymnasien begannen in den letzten Jahren, astrophysikalische Unterrichtseinheiten in die Oberstufe Einzug zu halten. Der bisherige „Trampelpfad“ in den deutschen Unterricht entwickelt sich allmählich zu einem tragfähigen Steg. Einige weitere unterstützende didaktische Angebote, um wissenschaftliches Denken und Forschen im Sinne Klafkis in die moderne Bildungslandschaft zu integrieren, gibt es bereits. Eines wurde 2002 durch die Europäische Weltraumorganisation ESA initiiert. Der ESA liegt viel daran, Schüler innovativ und kreativ für Technik, Raumfahrt und die zugehörigen sozialen Schlüsselkompetenzen zu begeistern. Speziell über das Projekt der Internationalen Raumstation (ISS), wurden spezifische Unterrichtsmaterialien konzipiert, das ISS-Education-Kit, und den Schulen zur Verfügung gestellt<sup>7</sup>. Das ISS Education Kit richtet sich an Lehrer in ganz Europa und Schüler im Alter von 12 bis 15 Jahren. Dieses Kit wurde in erster Linie als Referenzmaterial konzipiert, um Lehrern Ideen und Anregungen zu vermitteln, die sie im Unterricht individuell einsetzen können. Die Inhalte können als Einführung in bestimmte Themenkomplexe, zur Vertiefung von Lerninhalten mit besonderem Schwerpunkt und nicht zuletzt zur Motivation und Inspiration der Schüler dienen. Sie sind fächerübergreifend konzipiert. Vor allem durch die Einbindung von Experimenten und

---

<sup>7</sup> Das Programm wird von Organisationen und Persönlichkeiten mit einem ISS Education Fund unterstützt, um bei der Vermittlung von Wissen auch unkonventionelle Wege zu gehen. Der überwiegende Teil der Mittel des Fonds wird verwendet, um von Schülern erdachte und entwickelte Experimente an Bord der ISS durchführen zu können.

praktischen Aufgaben, werden Schüler an wissenschaftliches Arbeiten herangeführt und die verschiedenen Fächer und Themengebiete zeigen eine, mit den üblichen schulischen Unterrichtsinhalten, kaum zu erzielende Vielfalt. Das entwickelte Unterrichtsmaterial wurde 2001 auf einer von der ESA organisierten und europaweit ersten Konferenz für Lehrer über die Raumstation angedacht. Die Teilnehmer legten Wert darauf, dass die Unterrichtsmaterialien inhaltlich nicht zu komplex sein dürften, praktisch anwendbar, modular aufgebaut und als Ergänzung des Unterrichts geeignet sein müssen, um mit den bereits bestehenden europäischen Lehrplänen kompatibel zu sein. Die ESA entwickelte daraufhin, gemeinsam mit 20 Lehrern, die Pilotversion für die Sekundarstufe. Ergebnisse aus deren Evaluation, sowie das Feedback der Lehrer, führten zur Optimierung und Vervollständigung durch weitere Kapitel. (Vgl.: ESA 2002: 1-4.)

### **3.1.3 Universitäre Astronomieausbildungen**

Universitäre Astronomieausbildung findet, so die Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), nahezu ausschließlich im Rahmen des Physikstudiums statt. Das stellt zumindest die solide Grundausbildung der Astronomen in Physik und Mathematik sicher. Trotz ihrer quantitativen Unterrepräsentierung, ist die Astronomie ein Zugpferd für Physikstudenten. Etwa 9% aller Physikdiplomarbeiten bis 2003 wurden zu astronomischen Themen angefertigt. Vorlesungen und Seminare werden außerdem von Chemie-, Mathematik- und Informatikstudenten gut angenommen. Nur ein Drittel aller Universitäten bieten in ihrem Fachbereich Physik einen Schwerpunkt für Astronomie an. In Anbetracht der Ausbildung zukünftiger Physiklehrer ein besorgniserregend geringer Anteil, bezogen auf die zentrale Stellung der Astronomie für das allgemeinbildende naturwissenschaftliche Weltbild. (Vgl.: DFG 2003: 188-190.)

### **3.1.4 Stand der Forschung**

Astronomie befindet sich, laut DFG, aufgrund erheblichen technischen Fortschritts, derzeit in einer Phase enormer Entwicklung. Astrophysik hat eine zentrale Rolle in der physikalischen Forschung eingenommen. Sie ist als einzigartiges und unverzichtbares Laboratorium physikalischer Forschung zu betrachten, aufgrund der Entdeckung der Dunklen Materie, der Dunklen Energie und der Erkenntnisse über das Teilchenmodell, ausgelöst durch die Suche nach solaren Neutrinos. Die Ausgangsposition in Deutschland

ist jedoch, bezogen auf personelle und instrumentelle Grundförderung, in einer ungünstigen Ausgangsposition.

Innerhalb der internationalen Konkurrenzsituation, aufgrund des instrumentellen Fortschritts und der Entwicklung zu immer größeren Observatorien, sind einige außeruniversitäre Einrichtungen in Deutschland, die teilweise im Verbänden arbeiten, gerade noch in der Lage, bei dem wachsenden Aufwand in der Spitzenforschung mitzuhalten. Eine strukturelle Schwäche zeigt sich in der instrumentellen wie personellen Unterrepräsentation der Astrophysik an deutschen Universitäten. Sie ist durch den langjährigen Trend des Abbaus von Planstellen, auch in der Möglichkeit hochkarätiger Forscher einzustellen, ins Hintertreffen geraten. Die erfolgreiche Durchführung größerer Forschungsvorhaben, wie zum Beispiel die Entwicklung von Beobachtungsprogrammen, und der Umgang mit den enormen benötigten Rechnerleistungen (Ausstattung mit Höchstleistungsdatenrechnern), erfordern Effizienz und Synergien auf unterschiedlichsten wirtschaftlichen und politischen Ebenen (Raumfahrtbehörden, Forschungsinstitute, Universitäten, Förderung durch Drittmittel). Ein erfolgversprechender Forschungsfreiraum in den Astrowissenschaften, setzt einen schrittweisen Ausbau der Zusammenarbeit von Instituten und sich neu bildende Netzwerke aus unterschiedlichen Bereichen voraus. Auch die Einrichtung interdisziplinärer Lehrstühle und Zentren sind eine Forderung der DFG, da die Astrophysik massiv in andere Fachrichtungen ausstrahlt, z.B. in die Lehrstühle für Plasma- und Astroteilchenphysik, Zentren für Stern- und Planetenentstehung, Gravitationswellenastrophysik, Astrochemie und Kosmologie. (Vgl. DFG 2003: 207-217.)

### **3.1.5 Außerschulische Angebote und lebenslanges Lernen**

Die DFG vertritt die Ansicht, dass besonders die Astronomie die Faszination naturwissenschaftlicher Forschung durch die Fragen nach dem Ursprung und der Entwicklung des Universums als zentralen Aspekt unseres Weltbilds eindrucksvoll demonstriert. Die Astronomie tut sehr viel für die öffentliche Bildung, zum Teil professionell über Planetarien, Museen und Ausstellungen, zum Teil halbprofessionell, z.B. die populäre Fernsehsehsendung Alpha-Centauri BR-Alpha, zum Teil direkt über die Forschungseinrichtungen mittels öffentliche Vorträge, und durch Tage der offenen Tür, durch Volkssternwarten und astronomische Vereinigungen (es sind in Deutschland etwa 200 Vereine mit mehr als 10 000 Mitgliedern registriert), und – in letzter Zeit verstärkt – durch Informationsveranstaltungen in Schulen und für Schüler an den Universitäten. (Vgl. DFG 2003: 190).



Außerschulische, professionelle Angebote zu interdisziplinärem Lernen auf Basis der Raumfahrt, werden durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Form von Lehrerfortbildungen, öffentlichen Astro-Seminaren mit hochkarätigen Referenten und in ihren Schülerlaboren angeboten. In den Räumen des DLR\_School\_Labs in Köln-Porz unter der Leitung von Richard Bräucker (s. „Scientific Literacy“) umweht die Schüler das Flair der Raumfahrt – und das ist durchaus beabsichtigt – hier finden Schülerexperimente unterschiedlichster Disziplinen direkt um die Humanzentrifuge statt, überwiegend in den Bereichen Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Medizin. Die naturwissenschaftlichen und technischen Angebote wurden, seit der Gründung des ersten Labors in 2000 in Göttingen, bereits von über 100.000 Schülern besucht. Sie befassen sich mit u.a. mit an BNE anschlussfähige Themen wie: Solare Wassereinreinigung, Brennstoffzellen, Lärmkontrolle, der Entwicklung moderner Werkstoffe und den Bedingungen zur Entwicklung des Lebens etc. Sie werden ständig ausgeweitet und sind mittlerweile bis zu zwei Jahre im Voraus ausgebucht. Es gibt DLR\_School\_Labs an den DLR-Standorten Berlin, Braunschweig, Köln, Göttingen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Lampoldshausen/Stuttgart sowie an den Hochschulen der TU Dortmund und der TU Hamburg-Harburg. Der Besuch der School\_Labs vertieft nachweisbar nachhaltig das Interesse der Schüler an naturwissenschaftlichen Themen. (Vgl. DLR 2011: [http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1717/2341\\_read-3943/.](http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1717/2341_read-3943/))

Regionale und lokale Anlaufstellen astronomischer Bildung beinhalten bereits Ansätze zu Kooperationen zu nachhaltigen Entwicklungen und befinden sich in erfolgversprechenden Entwicklungsphasen. Engagierte Vereine und Sternwarten, wie von der DFG geschildert, bieten Vorträge, Führungen, begleitete Beobachtungen sowie Veranstaltungen für Kinder, Jugendliche und Schulklassen an. Zum Beispiel die in 2006 gegründete „Sternwelt Vogelsberg“ der Gemeinde Feldatal. Allein im Oktober 2011 nutzten über 400 Kinder die erlebnispädagogischen Angebote dieser „Sternwarte auf dem Vulkan“. Von Januar bis August 2011 besuchten 2600 interessierte Laien die dortigen astrophysikalischen Vorträge und Führungen. Die Gemeinde Feldatal möchte die touristisch ausweitbaren Angebote der Region zusammenführen und hat in diesem Jahr die Inklusion der Sternwarte in einen „Geopark Vulkan Vogelsberg“ ins Auge gefasst. (Vgl. Oberhessische Zeitung 2011: 27.4.2011 im Regionalteil Feldatal). Dass der Vogelsberg eine der „dunkelsten Regionen Deutschlands“ ist, war der Anlass das Observatorium gerade dort zu errichten aber auch gleichzeitig ein guter Grund, sich der Initiative „Dark Skies“ anzuschließen, die diese nächtliche Dunkelheit bewahren möchte. Sie setzt sich mit der Problematik der Lichtverschmutzung auseinander. Hier findet sich ein gutes Beispiel für mögliche lokale und überregionale Vernetzungen im Sinne von Bildung für nachhaltige Entwicklung von Sternwarten mit unterschiedlichen Interessen-

gruppen, u.a. eine Zusammenarbeit mit dem NABU sowie Stadtverwaltungen und Gemeinden zur sinnvolleren Beleuchtungsgestaltung. Dabei sind Synergien in der Vertretung unterschiedlicher Anliegen das Ziel der Initiative. Diese sind:

- für die Astronomie der Erhalt der natürlichen Himmelshelligkeit zum Nutzen astronomischer Beobachtungen,
- aus medizinischer Sicht der Einfluss auf den menschlichen Biorhythmus,
- aus Sicht des Umweltschutzes der Erhalt der Atmosphäre.

Im Interessenfokus des Naturschutzes (NABU und BUND) liegt das Zugverhalten von Vögeln, Meeresschildkröten etc. und der Tagesrhythmus nachtaktiver Lebewesen. Hierbei stehen derzeit Insekten im Fokus. Weitere Thematiken betreffen Energieeffizienz in der Städteplanung; aber auch für privatwirtschaftlicher Unternehmen der Region kann ehrenamtliche, beratende Unterstützung geleistet werden.

### **3.2 Astronomie und die Förderung naturwissenschaftlichen Denkens im Hinblick auf BNE**

Der Zusammenhang Mensch und Kosmos hat eine naturwissenschaftliche, eine philosophische und auch immer eine theologische Perspektive. Beschäftigt man sich mit der Erforschung des Himmels bleiben diese Zusammenhänge immer latent spürbar. Alle Themen zum Verständnis des Universums lösen einen interdisziplinären Dialog aus. Den Kosmos zu erkunden, war schon immer ein elementares Bedürfnis der Menschen. Die Erforschung des Himmels ist die erste Wissenschaft der Antike. Das Interesse hat sich bis heute bewahrt und nimmt, seit Sputnik sein Signal um die Welt schickte, wieder Fahrt auf. Heute müssen Magazine wie „Spektrum der Wissenschaft“ jeden Monat astronomische Themen aufgreifen, um ihre Auflagenzahl zu sichern. (Vgl. Wiegandt, Fischer 2004: 9f.)

Das moderne wissenschaftliche Verständnis vom Kosmos kommt ohne die Erwähnung Albert Einsteins nicht aus. Seine Popularität beruht auf seinen Theorien zur Struktur des Universums und den schwer vorstellbaren Eigenschaften von gekrümmten Räumen und gedehnter Zeit, die von der klassischen Sicht, wie wir sie noch aus dem Physikunterricht und Newtons Mechanik kennen, abweichen. Die Theorien Einsteins bilden die Basis für unser aktuelles, physikalisches Modell der Welt. Was wir wissen können und wollen, beschäftigt die Philosophen aber auch die Bildungswissenschaften. Das beständige Fragen nach den Aufgaben der Menschen im Kosmos, ob das Universum einen Sinn hat

und wie die Schöpfung im Licht der Naturwissenschaften zu betrachten ist, ermutigt uns Menschen uns mit den Grundbedingungen des Lebens und mit den mitunter bedrohlich wirkenden Themen der Gegenwart aktiv auseinanderzusetzen. Die Beschäftigung mit astrowissenschaftlichen Themen ist keine Frage des Alters. Sie bietet eine gute Gelegenheiten sich mit dem Planeten Erde und seiner Veränderung durch die Menschheit auseinander zusetzen. (Vgl. Wiegandt, Fischer 2004: 9-11.)

Hinter jeder wissenschaftlichen Tätigkeit steckt der Versuch die Welt wenigstens teilweise zu verstehen. Der „Kosmos“ stellt dem unserem Verstand zugänglichen Teil der Welt, ein für ihn unentwirrbares Chaos gegenüber. Das Wort Kosmos ist seit der Zeit Platos in Gebrauch und kosmische Modelle gehören zu den ältesten wissenschaftlichen Bemühungen der Kultur, sich ein Bild unserer Umwelt zu schaffen. Wir möchten zu dieser Welt gehören und sie soll zu uns gehören. Frühere wissenschaftlich denkende Menschen entwarfen ihre Modelle niemals nur von etwas, sondern immer für etwas. Sie sollten nützlich sein aber auch schön zugleich. Dass die Gemeinde der Forscher irgendwann die Entwicklung neuer Vorstellungen und Bilder abzuschließen vermag, ist nicht zu erwarten. Am meisten verwundern heute die Betrachter des Universums, seine unglaublichen Entfernungen, die kosmischen Dimensionen, welche die moderne Wissenschaft mittlerweile detailliert zu dokumentieren vermag. (Vgl. Fischer 2004: 24f.) Früher hielt man Zeit und Natur für einen Art Einheit. Manche Kulturen können mit einem Zeitbegriff nichts anfangen. Heute ist die Zeit in den wissenschaftlichen Fokus geraten zusammen mit Raum und Materie. (Vgl. Fritzsche 2004: 98.)

„Früher“, so Einstein, „hat man geglaubt, wenn alle Dinge aus der Welt verschwinden, so bleiben noch Raum und Zeit übrig; nach der Relativitätstheorie verschwinden aber Zeit und Raum mit den Dingen“ (Einstein nach Fritzsche<sup>8</sup> 2004: 98).

Astronomische Beobachtungen verbinden Quantenphysik mit Kosmologie. Die Erklärung der kosmischen Expansion über das Postulat der Dunklen Energie und der zu ihr in Verbindung stehende Versuch der Elementarteilchenphysiker, die Vakuumenergie zu enträtseln, führen die kleinsten mit den größten anzunehmenden Strukturen zusammen. Kein anderer Wissenschaftszweig bedient dieses Spektrum. (Vgl. Börner<sup>9</sup> 2004: 188.) Diese, so abstrakt erscheinenden Erkenntnisse, scheinen auf den ersten Blick nicht viel mit unserem Alltag zu tun zu haben. Z.B. sind aber die meisten unserer technischen Geräte mit Technik aus der Quantenmechanik bestückt ohne dass wir uns dessen bewusst sind, und zur Berechnung von GPS-Daten ist Einsteins Relativitätstheorie zu berücksichtigen.

Das Leben selbst kann als ein kosmisches Phänomen betrachtet werden. Eine allgemeingültige Definition für „Leben“ und was das „Belebte“ von dem „Unbelebten“

---

<sup>8</sup> Harald Fritzsche ist Professor für Theoretische Physik an der Universität München.

<sup>9</sup> Gerhard Börner ist Professor für Astrophysik am Max-Planck-Institut für Astrophysik, Garching/München

trennt, liegt noch nicht vor. Klar ist aber, die Biosphäre unseres Planeten mit ihren vielfältigen Daseinsformen ist das einzige uns zur Verfügung stehende Beispiel zu seiner Betrachtung. Alle Lebensformen weisen viel Gemeinsames auf, sobald man sie mit molekularbiologischen Methoden analysiert. Ob Leben außerhalb der Erde existiert und ob es auf ähnlichen Prinzipien beruht, wissen wir noch nicht. Erst durch den Vergleich mit andersartigen Daseinsformen, werden wir zu einer universellen Definition von Leben gelangen. Dass die Gesetze der Physik und auch die chemischen Konzepte universell gültig sind, wissen wir bereits. Die Weltraumforschung liefert nun das Rüstzeug zu überprüfen, ob die Biologie ebenfalls nach universell gültigen Gesetzen abläuft. Die Astronomen entdecken zunehmend extrasolare Planeten und Monde, die für extraterrestrisches Leben als habitabel in Frage kommen würden. Wir wissen, dass interstellare Wolken bereits komplexe organische Moleküle enthalten, die als Vorstufe des Lebens angesehen werden können. Würden demnächst Lebenszeichen außerhalb der Erden aufgestöbert werden, könnten wir auch die Geschichte unserer eigenen Biosphäre besser verstehen. Wissenschaftler unterschiedlichster Disziplinen versuchen, gemeinsam diese Vorgänge aufzuklären und die Entstehung, die Evolution und Verbreitung des Lebens im Universum und auf der Erde aufzuklären. Sie müssen dazu Umweltkriterien definieren, die für Leben erforderlich erscheinen. Drei Grundbedingungen sind notwendig, die Annahme vorausgesetzt, jede Form von Leben basiere auf Kohlenstoffchemie:

- Das Vorhandensein geeigneter chemischer Bausteine
- Energiequellen
- Wasser in flüssiger Form

Drei Voraussetzungen, deren Zusammenspiel für eine Umweltgestaltung wir immer im Blick behalten werden müssen. Die Beschäftigung mit dem Sonnensystem lehrt uns, dass die wesentliche Energiequelle für alles Leben auf der Erde unser Heimatstern, die Sonne mit ihrer sichtbaren Strahlung, ist. Ohne Sonne kein Leben! (Vgl. Horneck<sup>10</sup> 2004: 240-250.)

Das wirft die Frage auf, ob wir allein im Kosmos sind. Unsere derzeitige größte Herausforderung ist die faszinierende Suche nach Leben im Weltall.

Beobachtet man die Aktivitäten der Menschen aus dem Weltall, dann scheinen wir selbst auch bemüht zu sein, die Aufmerksamkeit auf uns zu ziehen, denn wir verändern und beleuchten den Planeten und senden alle Arten elektromagnetischer Wellen in das All.

---

<sup>10</sup> Gerda Horneck war stellvertretende Direktorin des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR-Köln.

Gleichzeitig durchmustern wir, unter Verwendung neuartiger Techniken, den Kosmos auf der Suche nach Anzeichen von Leben und Denken außerhalb der Erde. (Vgl. Rees<sup>11</sup> 2004: 251.)

Hier noch kurz ein kleines, historisch nachvollziehbares Beispiel für die Zusammenhänge menschlichen Denkens mit astronomischem Erkenntnisgewinn. Es beschäftigt sich mit der Entwicklung wissenschaftlicher Denkansätze, mit der Einführung des heliozentrischen Weltbildes und wie es den Menschen in die Peripherie seiner Selbstwahrnehmung rückte.

In der sogenannten Kopernikanischen Wende verlor der Mensch seinen Platz in der Mitte des Universums, und, was vermutlich noch einschneidender war, man ließ sich die Erde um sich selbst drehen. Der Mensch geriet in die Peripherie seiner Selbstwahrnehmung. Nikolaus Kopernikus (1473-1543) war allerdings mangels physikalischer Argumente nicht in der Lage, seine kosmologische Neuordnung der Welt zu beweisen. Erst Johannes Keplers (1571-1630) elliptische Bahnen machten die Himmelfänomene berechenbar und erklärlich. Sie markieren einen fundamentalen Prinzipienwechsel der mathematischen Astronomie, er entwickelte eine neue Himmelsphysik. (Vgl. Mittelstraß<sup>12</sup> 2004: 270-278.) Der eigentliche Urheber der Kopernikanischen Wende lebte allerdings erst 200 Jahre später und stellte fest, es stimme nicht, dass wir die Gesetze aus der Natur gewinnen. Es sei genau anders herum: Wir schreiben der Natur die Gesetze vor. Sein Name war Immanuel Kant. Er brach mit den alten Vorstellungen, dass sich die Erkenntnis nach den Gegenständen richtet und meinte, dass die Gegenstände dem menschlichen Erkenntnisvermögen unterliegen. Nach Kant hatte Kopernikus, weil es ihm so gefiel, die Menschen in die Mitte geholt, indem er die Erde um sich selbst drehen ließ. (Vgl. Fischer 2004: 18.)

Um die Grundlagen zur Vermittlung in dem oben angedeuteten Umfang zu bewältigen, ist es sinnvoll eine neue Allgemeinbildungskonzeption zu überdenken. Um diese dann im Sinne einer Bildung zur nachhaltigen Entwicklung einsetzen zu können, benötigen wir eine passende Methodik und Didaktik. Wissenschaftsorientiertes Lernen kann, nach Wolfgang Klafki, für die Entwicklung des Selbst- und Wirklichkeitsverständnisses und der Urteilskraft eines Schülers nur von Bedeutung werden, wenn sein Interesse geweckt, er die Inhalte zu verstehen und für sich weiterzuentwickeln in die Lage versetzt werden kann. Sie müssen ihm als sinnvoll und bedeutsam für die Entwicklung seiner Handlungsfähigkeit näher gebracht werden, um ihn auf seine zukünftigen, individuellen und

---

<sup>11</sup> Martin Rees ist Professor für Astrophysik an der Cambridge University (UK) und Astronom Royal.

<sup>12</sup> Jürgen Mittelstraß ist Professor für Philosophie und Wissenschaftstheorie an der Universität Konstanz und Präsident der Academia Europaea, Mitglied der Akademie der Wissenschaften / Vatikan

gesellschaftlichen Möglichkeiten und Aufgaben vorzubereiten. Von besonderer Bedeutung ist für ihn, einen Impuls für eine Horizonterweiterung zu setzen. „Wissenschaftsorientierung“ sollte zur Auflockerung und Aufklärung lebensgeschichtlicher und gesellschaftsbedingter subjektiver Horizonte eingesetzt werden. Daraus folgt, dass sich die Themen wissenschaftsorientierten Lehrens und Lernens sehr umfassend gestalten und breit gefächert darstellen. Sie befassen sich mit der Friedensproblematik, Umweltfragen, dem Generationenverhältnis, Genderfragen, Möglichkeiten und Gefahren des technischen und ökonomischen Fortschritts, Freiheit und Mitbestimmung einzelner und kleiner Gruppen und mit dem System von Großorganisationen, mit Arbeit, Berufswahl, Arbeitslosigkeit, sozialer Ungerechtigkeit, Massenmedien etc. (Vgl. Klafki 2007: 166f.) Lesen wir seine Texte unter Berücksichtigung der in 3.1 geschilderten Bildungsangebote des „Haus der kleine Forscher“, des DLR, der „Astronomieschule Heidelberg“ und der Projekte der ESA sowie von „Teaching Science in Europe“, ist die große Übereinstimmung der Intentionen unübersehbar. Den didaktischen Hintergrund dieser Konzepte und ihre bildungstheoretischen Ansätze, finden wir bereits in den 60er Jahren bei dem konstruktiv-kritischen Physikdidaktiker Martin Wagenschein<sup>13</sup>. Seine Ausführungen zur Physik gelten ebenso für astrophysikalische Thematiken. Er beschäftigte sich mit der Vermittlung der elementaren Himmelskunde, unter anderem, in seinem Lehrstück „Die Erde unter den Sternen“. Sein wichtigstes Anliegen lag darin, einen Bezug zu den uns täglich umgebenden Phänomenen herzustellen. Wagenschein empfand den Physikunterricht ohne diesen Bezug als abgehoben und weltfremd. In seinen Texten wird seine Liebe zur Wissenschaft beschrieben, von einem Schauer berichtet, den sie auszulösen vermag. Es werden aber auch die naturgegebenen Grenzen der Wissenschaft abgezirkelt. Wagenscheins pädagogische Texte zum Bestehen der Wissensgesellschaft brachten einige Brisanz mit sich und wurden nach ihrer Veröffentlichung sehr kontrovers diskutiert. Seiner damaligen Kritik nach, steht das wirkliche Verstehen hinter der reinen verschulten Stoffvermittlung zu sehr zurück. Es ist durch reine Fleißarbeit möglich, ein scheinbares Wissen zu erlangen, ohne eigenes Nachdenken und Reflektieren und ohne sich in Gesprächen mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Wagenschein bedauert, dass ein Zeitalter sich steigender Wissensproduktion eingeläutet sei, in dem wirkliches Nachdenken und Verstehen nicht gefördert werde. Seine Gedanken sind nicht mehr neu, aber deswegen nicht weniger aktuell. Die Physik zeichnet sich auf den ersten Blick zunächst durch Objektivität, Zuverlässigkeit und Härte aus. Sie bildet die soliden Bausteine zur

---

<sup>13</sup> Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Wagenschein, geboren 1896, studierte Physik und Mathematik, Promotion in Physik. In den Zwanzigerjahren erhielt er entscheidende Anregungen und Erfahrungen in Paul Geheeb's Freier Schulgemeinde "Odenwaldschule", war danach Lehrer an staatlichen Gymnasien und nach 1945 Mitarbeiter an Schulversuchen und Bildungsplänen. Seit 1956 Honorarprofessor an der Universität Tübingen starb Martin Wagenschein Ostern 1988.

Eroberung unseres Weltpanoramas. Dies ist jedoch nur die halbe Wahrheit über die physikalische Stofflandschaft. Physik ist nicht nur eine „Bestandsaufnahme eines Massivs von Tatsachen“ (Wagenschein 1995: 11). Wagenschein betrachtet die Physik als etwas „Gewordenes und Werdendes“ (ebd.: 11) und sieht in ihr eine Prozessbeschreibung der Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur, und dies in „stromschnellenartiger Beschleunigung“ (ebd.: 11). Die Bedeutung der Physik ist für die Bildung, seiner Ansicht nach, keineswegs ausgeschöpft und sollte beständig neu ermessen werden. Der Erkenntniserwerb im Fach Physik ermöglicht uns ein konstruktives Absetzen von der Natur und verändert, nach Ansicht Wagenscheins, auch unser Wesen selbst sowie unser Bild von der Natur. Dass kausale Zusammenhänge als gegeben vorausgesetzt und in der Beobachtung kanalisiert werden, ist eine Projektion, ein Aspekt, das Ergebnis einer Sehweise, einer Behandlungsweise. Diese schafft eine pädagogische Dimension, insofern sie nicht nur die Welt, sondern auch den Menschen verändert und unterliegt damit der pädagogischen Verantwortung. Martin Wagenschein stellt die Frage:

„Was verändert sich durch die Physik? Wie verändern wir, indem wir sie hervorbringen, das Naturbild, und wie verändern wir uns dabei selber? Was tut Physik der Natur an und was uns? Und was im besonderen dem Kinde? (...) Niemand der Physik lernt, entgeht dieser Verwandlung. Auch nicht, wenn der Lehrer gar nicht daran denkt; auch dann nicht, wenn der Lernende es nicht gleich bemerkt“ (ebd.:12).

Die Aufgabe von Pädagogen besteht darin, diese Verwandlung aufmerksam zu begleiten und sich sowohl der Bereicherung als auch der möglichen Gefahren bewusst zu sein. Wagenschein hat den Eindruck, dass dieser Charakterzug der Physik der großen Mehrheit der Lehrenden noch unbekannt ist. Wir Menschen können uns die Natur nicht ohne die Einhaltung besonderer Verfahrensweisen verfügbar machen. Sie ist somit keineswegs als real objektiv zu betrachten, wie es von der breiten Masse angenommen wird und aufgrund des schulischen und universitären Bildungshintergrundes angenommen werden muss. Er sieht hier Defizite in der pädagogischen Ausrichtung der Lehrerbildung als hauptverantwortlich für das Dilemma, dass der wahre Charakter der Physik noch nicht offengelegt wurde. (Vgl. Wagenschein 1995: 12-14.) Er möchte eine wissenschaftstheoretische Diskussion unter Einbeziehung des pädagogischen Blickwinkels auf den „werdenden Menschen“ (ebd.: 14) in Gang setzen. Besonders an den Gymnasien scheint Wagenschein das Fachliche über der Art und Weise zu dominieren in dem es den Jugendlichen vermittelt wird. Er folgert, dass die Lehrer selbst meist nicht ihr Fach beherrschen, sondern von ihrem Fach beherrscht werden und der Unterricht daher auf quantitative Inhalte reduziert wird. Er wünscht den physikalischen Unterricht mit einer

neuen Atmosphäre der Betrachtung , einer „pädagogischen Stimmung“ (ebd.: 15) umzuwandeln. Themen sollen in neuen Zusammenhängen betrachtet werden, Vergleiche ermöglicht und neue Zusammenhänge herausgestellt werden. Menschen sollten nicht glauben, die Technik sei beherrschbar, weil sie sich in der Lage wähnen, sie bedienen und manipulieren zu können. Physik soll als ein „Aspekt“, als eine „Art der Zuwendung“, als eine „Hinsicht“ (ebd.: 24) und als eine „ aus ihr sich ergebende Verstehensweise“ interpretiert werden. (Vgl. ebd: 14-24.)

Seit dem 16. Jahrhundert ist die Natur der Gegenstand der Physik. Sie legt Strukturen frei, schärft die Sicht auf die einzelnen Aspekte und stellt sie als eigene, abgeschlossene Systeme dar. Maschinen und Apparate sowie die Mathematik, fürchtet Wagenschein, verstellen uns den Blick auf das eigentliche Wesen der Physik. Ohne dieses ist, nach seiner Einschätzung, der Charakter der Physik zwar exakt, aber dennoch arm, er nennt ihn den „Aspektcharakter“ (ebd.: 26). Es bleibt immer etwas physikalisch Unfassbares im Raum. Diejenigen, die dieses nicht erkennen und ausschließlich die exakte Struktur für das eigentliche Wesen der Physik halten, teilen sich in zwei Gruppen. Die einen sind davon eingenommen und die zweiten werden abgeschreckt. Zur zweiten Gruppe sind nach Wagenschein viele Mädchen gehörig, die einen Gegeninstinkt beweisen und sich zu Recht weigern diesen Aspekt als die Wirklichkeit anzuerkennen.

Vermutlich ist die sehr große erste Gruppe, die glaubt, die Physik spiegle die reine Wahrheit, den größeren Schwierigkeiten ausgesetzt. Wagenschein erkennt hier ein Symptom der Halbbildung, dem durch vertiefendes Eintauchen in physikalische Themen entgegengewirkt werden kann und sollte. Nach seiner Ansicht ist dieses mittlerweile besser möglich als noch vor 50 Jahren. Sobald man sich mit der Natur auseinanderzusetzen beginnt, eröffnet sie uns eine Wesensart, die einerseits durch ihre Unnachgiebigkeit, andererseits aber auch mit ihrem Entgegenkommen Rätsel aufgibt. Manche Philosophen sehen darin eine ursprüngliche und geheime Übereinstimmung zwischen der Natur und unserem Denken, die sich in der Existenz und in der Einfachheit der Naturgesetze zeigt. (Vgl. ebd: 22-27.)

Die Natur sollte zu Beginn eines Lernprozesses unzerteilt, unpräpariert und noch nicht systematisiert betrachtet werden. Naturwissenschaftliche Bildung sollte nicht als verkümmerte Subtraktion, zugespitzt auf ein Fach, enden. Der Lernende soll sich mit seiner ganzen Seele angesprochen fühlen, und sich ohne Hetze entfalten und entwickeln können. Laut Wagenschein kann Bildung nur durch ergreifende Erfahrungen verankert werden, auf die ein Lernender in die Lage versetzt werden muss, sich darauf ernstlich einzulassen. Er wundert sich über die Skepsis der Geisteswissenschaftler am Nutzen von Experimenten für den Unterricht. Es geht schließlich nicht um das Ausräumen des



Misstrauens am Ergebnis, sondern um das selbsttätige Tun und Begreifen. Der Lehrende sollte immer auch selbst Lernender bleiben. Er sollte eine Selbstständigkeit des Forschens fördern, und Bildung als einen Prozess geschehen lassen. (Vgl. ebd.: 119-126.)

„Bildung ist nicht Besitz; man kann nur in Bildung gelangen und nur dann in ihr bleiben, wenn man immer neu, die Natur ergreifend, sich von ihr ergreifen lässt. Insofern ist der Bildungsprozess unendlich (...) Bildung ist kein quantifizierbarer Prozess, sondern eine gestaltende Auseinandersetzung der Seele mit der Welt“ (ebd., S.126).

An die physikdidaktische Tradition Martin Wagenscheins schließt auch der Astrophysiker Harald Lesch<sup>14</sup> seine methodische Vorgehensweise zur Vermittlung astronomischen Wissens an. Der Blick in den Himmel hat für Menschen schon immer eine besondere, tiefe Bedeutung gehabt - den „kosmischen Blickwinkel“ den uns die Astronomie nicht zuletzt auf unseren eigenen Planeten ermöglicht. Heute ist die beständig zunehmende Flut neuer Entdeckungen und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für die Lehrmedien längst nicht mehr darstellbar. Harald Lesch ist daher der Überzeugung, dass die Lehre, ebenso wie die wichtigsten Konzepte der Astronomie neu überdacht werden müssen, um die wissenschaftlichen Erkenntnisse nachvollziehbar wiederzugeben. Jeder der sich für die moderne Astronomie interessiert, auch ohne Vorkenntnisse über die Arbeitsweise der Naturwissenschaften, sollte eine breite Übersicht über unseren heutigen Kenntnisstand des Kosmos erlangen können.

Fünf zentrale Themen führt Harald Lesch an:

*1. Wir sind ein Teil des Universums.*

Kenntnis über den Kosmos zu gewinnen, bedeutet demnach, die eigenen Ursprünge zu verstehen, denn das Wissen über das Universum verbessert unser Selbstverständnis. Die enge Verbindung zwischen dem menschlichen Leben und dem Kosmos ist ein Grund, sich mit Astronomie zu befassen „...und vertieft zudem ihren Respekt vor der einzigartigen und zerbrechlichen Natur unseres Planeten und seiner Lebensformen“ (Lesch 2010: xxi).

*2. Jeder kann die wissenschaftlichen Prinzipien verstehen, durch die sich das Universum erklären lässt.*

Phänomene, wie der Wechsel der Jahreszeiten, die Mondphasen und die mannigfaltigen, durch die Medien zunehmend veröffentlichten astrophysikalischen

---

<sup>14</sup> Harald Lesch ist Professor für Theoretische Astrophysik am Institut für Astronomie und Astrophysik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und Lehrbeauftragter für Naturphilosophie an der Hochschule für Philosophie in München.

Erscheinungen können erklärt werden, da dieselben physikalischen Gesetze überall, auf jeder Größenskala und zu jedem Zeitpunkt des Universums, gültig sind.

3. *Wissenschaft ist ein Prozess, um die Welt um uns herum zu verstehen und keine Sammlung von Fakten.*

Die lange Geschichte der Astronomie hat nicht immer nur die reine Wahrheit geliefert.

Daher änderte sich unsere Ansicht über den Kosmos immer dann, wenn neue Erkenntnisse sich durchsetzen konnten. Ein wesentliches Anliegen sollte es sein, nachvollziehbar zu machen, wie und warum neue Theorien anerkannt wurden. Diese Theorien müssen in der Zukunft immer wieder hinterfragt und aktualisiert werden.

4. *Die Beschäftigung mit der Astronomie ermöglicht einen lebenslangen Lernprozess*

Die Vorgehensweise der Wissenschaften und sich an einige ihrer wesentlichen Grundlagen erinnern zu können ermöglicht es uns, die astronomische Entwicklung ein Leben lang zu verfolgen. Kenntnisse in Astronomie zu erwerben, stellt immer einen Anfang ohne Endpunkt dar und motiviert so das Abenteuer astronomischer Forschung weiter zu verfolgen.

5. *Astronomie geht uns alle persönlich an, denn sie bietet uns Perspektiven.*

Die Aufgaben unseres täglichen Lebens auf der Basis eines „globalen Blickwinkels“ zu betrachten, dominiert unsere Ansichten und unsere Handlungen. Nach Harald Lesch entstehen unsere Stellung und die bevor stehenden Aufgaben in unserem Universum aus einer Kombination von Schulbildung, religiöser Unterweisung und persönlichen Ansichten. So bildet sich unseren globalen Blickwinkel auf die Architektur des Universums heraus und beeinflusst die Sicht auf unsere Welt. Wer die Erde als „kleine verletzte Welt in den Weiten des Kosmos ansieht“ (ebd.: xxii), der wird die enge Verbindung zwischen unserem täglichen Leben und den kosmischen Zusammenhängen einzuschätzen lernen. (Vgl. Lesch 2010: xxiif.)

Um diese fünf Punkte für Vorlesungen aufzubereiten, empfiehlt Harald Lesch, die Präsentation nach den folgenden methodischen Grundlagen. Es soll ein Gesamtbild entwickelt werden können, welches ermöglicht einzelne Fakten und Details zu vergessen, ohne dabei das große Ganze aus den Augen zu verlieren. Ein zu Handlungsfähigkeit befähigender Überblick sollte über das Erlernen einzelner Fakten gestellt werden, mögen sie auch noch so interessant erscheinen. Um Neues zu erlernen, bedarf es der Möglichkeit, Verknüpfungen und Zusammenhänge herzustellen aber auch der Einsicht, zu welchem Zweck etwas vermittelt werden soll. Das „Warum“ etwas gelernt werden soll, steht immer vor den detaillierten Lerninhalten. Z.B. kann die Vielfalt

geologischer Erscheinungen auf unserem Planeten anhand weniger Schlüsselprozesse verstanden werden und „Forschungen haben gezeigt, dass sich Studenten lange nach Vorlesungsende viel eher an solche Konzepte erinnern, als an individuelle Fakten oder Details“ (ebd., S. xxiii). Die Beschäftigung mit der Astronomie beginnt mit konkreten und bekannten Themen, aus ihnen stößt sie allmählich zum Abstrakten vor und regt letztendlich zu eigenständigen Überlegungen an. Sie ermöglicht es uns, Paradoxien, die aus früheren falschen Auffassungen resultieren zu erkennen, und verbreitete Fehleinschätzungen zu revidieren. Die Astronomie steckt voller Themen, die uns alle persönlich betreffen. Sie erklärt unsere Ursprünge und hilft uns, die wesentlichen naturwissenschaftlichen Zusammenhänge nachzuvollziehen. (Vgl. Lesch 2010: xxif).

„Die Natur- und Kulturwissenschaft Astronomie lebt aber vom Zusammenspiel so vieler Disziplinen, dass sie sich nirgendwo einordnen lässt. Nicht umsonst wird sie von den Vereinten Nationen als *basic science* hervorgehoben“ (Offener Brief 2010: 49).

Inhaltlich wird die Astrophysik als ein Teilbereich der Astronomie angesehen. Daraus lässt sich schließen, dass sie ihr Alleinstellungsmerkmal als Kernkompetenz im Bezug auf das Verständnis des Kosmos zunehmend zugunsten einer komplexeren Einordnungssystematik einbüßt. Sie unterstützt uns, die klischeehaften Denkmuster der von Wagenschein als monokausal und gefühlkalt empfundene Lehre der klassischen Physik, hinter uns zu lassen. In Bezug auf unser Universum, sprechen heutige Astrophysiker und Kosmologen gerne von „Stabilitätsinseln“. Sie setzen deren stabile Konditionen als lediglich temporär berechenbar voraus. Diese Logik der Veränderung kann über die Beschäftigung mit der Astronomie auf weitere wissenschaftliche Hintergründe übertragen und zur Einschätzung von Risiken nutzbar gemacht werden.

Die folgenden astrophysikalischen Nachbardisziplinen werden durch Lehrende der Physik heute als studienrelevant anerkannt:

- **Himmelsmechanik**  
Untersuchung der Bewegung kosmischer Objekte, z.B. mit dem Gravitationsgesetz und den Keplerschen Gesetzen.
- **Astrometrie**  
Ortsbestimmung kosmischer Objekte an der scheinbaren Himmelskugel.
- **Astroarchäologie**  
Beschäftigt sich mit der astronomischen Bedeutung von Baudenkmalern und archäologischen Ausgrabungen.

- **Astrogeologie**  
Untersucht Aufbau und Entwicklung nichtstellarer Himmelskörper wie Planeten, Monde, Kleinkörper und Meteorite.
- **Stellarstatistik**  
Beschreibt die Verteilung und Bewegung der Sterne in Galaxien und der Verteilung im Raum.
- **Astrochemie**  
Untersucht die Entstehung und Verteilung der chemischen Elemente und Verbindungen im Universum.
- **Astrobiologie**  
Erforscht Möglichkeiten der Entstehung und der Existenz von Leben außerhalb der Erde.
- **Kosmogonie**  
Erforschung der Entstehung kosmischer Objekte.
- **Kosmologie**  
Betrachtung des Zustand des und der Entwicklung des Kosmos als Ganzes.
- **Astrophysik**  
Ermittlung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit kosmischer Objekte aus Intensität, Polarisationsgrad und spektraler Zusammensetzung der Strahlung.

(Vgl. Clausnitzer 2010: 60.)

Der Vielfalt moderner und klassischer astronomischer Grundbildung hat dankenswerterweise Lesch in seinem 3,7 kg schweren Studienbuch „Die kosmische Perspektive“ Rechnung getragen. Es richtet sich an Schüler, Studenten und Hobby-Himmelskundler und ist geeignet anhand seiner inhaltlichen Struktur einen Überblick über die Komplexität der Themen und Aspekte zu ermöglichen:

- Unser Platz im Universum
- Entdecken Sie das Universum selbst
- Astronomie als Wissenschaft
- Zeitmessung und Navigation anhand der Sterne
- Wie das Universum funktioniert: Bewegung, Energie und Schwerkraft verstehen

- Licht und Materie: Die Botschaft aus dem Kosmos entschlüsseln
- Teleskope: Tore der Entdeckung
- Unser Sonnensystem
- Die Entstehung des Sonnensystems
- Planetare Geologie: die Erde und die anderen terrestrischen Planeten
- Planetare Atmosphären: die Erde und die anderen terrestrischen Himmelskörper
- Jovianische Planeten
- Asteroiden, Kometen und Zwergplaneten: Ihre Eigenschaften, Umlaufbahnen und Einschläge
- Andere Planetensysteme: die neuen Erkenntnisse über ferne Planeten
- Raumzeit und Zeit
- Raumzeit und Gravitation
- Bausteine des Universums
- Unser Stern – die Sonne
- Ein genauer Blick auf die Sterne
- Sternentstehung
- Sternenstaub
- Der Friedhof der Sterne
- Unsere Galaxis, die Milchstraße
- Galaxien und die Grundlagen der modernen Kosmologie
- Galaxienentwicklung
- Dunkle Materie, Dunkle Energie und das Schicksal des Universums
- Der Anbeginn der Zeit
- Leben im Universum

(Vgl. Lesch 2010: Inhaltsverzeichnis, Pearson Studienführer.)

Aus dem Inhaltsverzeichnis wird ersichtlich, dass sowohl in der Verbindung mit verwandten Disziplinen, wie auch für das Studium der Astronomie bereits Grundlagen wissenschaftsorientierten Arbeitens seitens der Lehrenden eingefordert werden. Die Einbindung unterschiedlicher Nachbardisziplinen unterstreicht ein weiteres Mal die geradezu unvermeidliche Transdisziplinarität, die die Beschäftigung mit astronomischen Inhalten, ohne dass sie künstlich herbeigeführt werden müsste, mit sich bringt. Sie regt das, für eine nachhaltige Bildung so unerlässliche, Denken in Zusammenhängen, unwillkürlich an. Das Aufgreifen von umweltrelevanten Thematiken, wie Klimawandel und Energiepolitik, schließen sich in logischer Konsequenz, nahtlos an die Auseinandersetzung mit den Kapitelinhalten des Studienführers zu Energie, Sonne, Atmosphäre und Leben auf fremden Planeten an.

Diese Vielfalt wird auf europäischer Ebene durch die European Space Agency (ESA) auch in das Lehrerhandbuch zur ISS (ISS-Education-Kit) in die didaktische Praxis transportiert. (Wie bereits in 3.1 angeführt.) Ein weiteres Projekt im Sinne Wagenscheins und Klafkis, um wissenschaftliches Denken und Forschen an Schulen und in Vereinen zu unterstützen.

Mit der ISS gelingt einer der bisher größten internationalen Vorstöße in den Orbit. Unter Schwerelosigkeit eröffnen sich kontinuierliche Forschungsmöglichkeiten in unterschiedlichsten wissenschaftliche Disziplinen. Eine Vielzahl einzigartiger Facetten kann beleuchtet werden. Es beginnt beim Bau und beständigen Ausbau der Station bis hin zu Arbeiten und Leben an Bord der ISS und die Planung künftiger Missionen.

Das Handbuch verfolgt die allgemeinen pädagogischen Ziele:

- „Das Thema Internationale Raumstation erzeugt Spannung, Inspiration und Motivation bei den Schülern und ist daher ein idealer Einstieg in die faszinierende Welt der Raumfahrt.
- Dabei sollen die Jugendlichen das Interesse an und das Bewusstsein für die Forschung im Bereich Wissenschaft und Technologie ganz neu entdecken.
- Vor allem durch interaktive Unterrichtsgestaltung sollen Neugier und Kreativität der Schüler geweckt werden.
- Am Projekt der ISS kann der positive Nutzen veranschaulicht werden, den die Raumfahrttechnologie für viele Lebensbereiche unserer Gesellschaft bringt. Die ISS weist den Schülern einen Blick in die Zukunft, sensibilisiert sie für Themen und Gebiete, die vielleicht schon bald Gegenstand der Weltraumforschung und -technologie sein könnten und vermittelt ihnen außerdem, wie wichtig internationale Zusammenarbeit und interkulturelle Beziehungen sind“ (ESA 2006: 1-2).

Es ist ersichtlich, dass neben den naturwissenschaftlichen auch soziokulturelle sowie psychosoziale Inhalte zum Tragen kommen. Geistes- und Naturwissenschaft beginnen sich zu ergänzen. Auch wenn diesen geisteswissenschaftlichen Themen in diesen deutschen und europäischen Projekten noch eine untergeordnete Rolle zugewiesen ist, nimmt deren Anteil, auch unter dem Einfluss durch die diesbezüglich fortschrittlichere NASA, stetig zu. Sämtliche pädagogische Facetten der Programme lassen sich hervorragend in diverse schulische Fächer integrieren. Sie fördern direkt die Schlüsselkompetenzen, die heute so geforderten Softskills ebenso wie die Kompetenzen zur Risikoabschätzung. So stellt die Internationale Raumstation selbst ein geradezu ideales

Lehrmittel dar, zudem sie ein reales Beispiel für Probehandeln im großen Rahmen aber in überschaubarer, relativ kontrollierbarer Umgebung darstellt.

Eine Übersicht der verschiedenen Fächer und Themengebiete zeigt die mit den üblichen Unterrichtsinhalten kaum zu erzielenden Vielfalt und Prozesshaftigkeit in diesem Lehrerhandbuch, dem ISS-Education-Kit:

- Mathematik
- Materialwissenschaften
- Plasmaphysik
- Geschichts- und Kulturwissenschaften
- Umweltforschung
- Kreatives Schreiben und Fremdsprachentraining
- An künstlerischem Ausdruck und Technologie orientiertes Modellieren
- Sozialkompetenz (z.B. Mitarbeit und Teamwork).

(Vgl. ESA 2006: 1-2.)

Eine ähnliche Herangehensweise verfolgen in „Teaching Science in Europe“ Richard Bräucker und Klaus Buschhüter (wie bereits in 3.1 geschildert). Den interdisziplinären Ansätzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht im Sinne Klafkis sowie den Ansprüchen der „Scientific Literacy“ folgend, entwickelten sie das Unterrichtsmodul „Flug zum Mars“. Dass sich weitere Module mit „Astronomie“ und „Umwelt und Umweltverschmutzung“ befassen zeigt, dass ohne konkret benannt zu werden, die beginnende Zusammenführung der Astronomie mit der Bildung für nachhaltige Entwicklung fortschreitet. Dies ist auch direkt an der Themenauswahl und ihrer Zuordnung zu den Disziplinen des „Flug zum Mars“ erkennbar. Sie zeigt eine Referenzstruktur und eine inhaltliche Struktur des Moduls, und handelt von Weltraumforschung, der Nutzen von Satelliten und unterschiedliche Technologien. Die ausgewählten Themen beinhalten gleichermaßen Aspekte aus der Biologie, der Chemie sowie der Physik und sind eng mit dem Alltag der Schüler verbunden.



(Grafik: Buschhüter, Bräucker 2006: S.51.)

In beiden letztgenannten Projekten wird die Bedeutung des Experimentierens explizit hervorgehoben und anhand weniger exemplarischer Beispiele konsequent in wissenschaftsorientiertes pädagogisches Handeln umgesetzt. Den Lehrenden werden konkrete allgemein- und fachdidaktische Erkenntnis- und Handlungshilfen in zeitgerechter Form an die Hand gestellt. Nachfragen, Austausch und Reflektieren sind über Diskussionen und künstlerische Ausdrucksformen feste Bestandteile der Programme und Module. Improvisationstalent und Kreativität zu fördern, ist die erklärte Absicht der ESA- und der



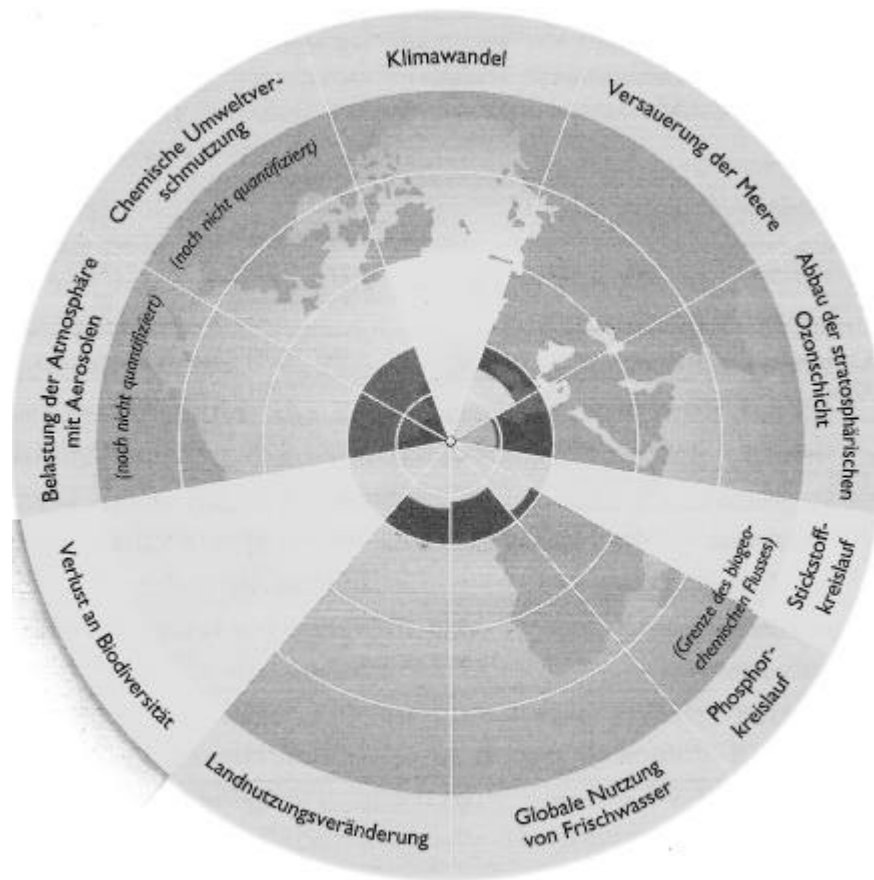
DLR-Bildungsplaner. Dies lässt sich auch an den außerschulischen Angeboten der DLR-School\_Labs nachvollziehen. Aktuelle Zusatzangebote sind in 2011 beispielsweise die DLR-Parabelflugkampagne, in der einmal jährlich Schüler und Schülerinnen unter Bedingungen der Schwerelosigkeit eigene Experimente durchführen, der Mädchenzukunftstag für 50 Schülerinnen zwischen 10 und 16 Jahren, ein „Astronautentraining“ mit Sport, Schreibwerkstatt und Weltraumforschung und die Öffnung des DLR für die Kölner Kinder-Uni, für Kinder von 10 bis 13 Jahren. (Vgl. DLR-School\_Lab 2011: [www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabit-1917](http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabit-1917).)

Betrachten wir nun abschließend unseren Globus einmal von der ökonomisch-ökologischen Warte aus. Das Prinzip der ökologischen Nachhaltigkeit befasst sich mit der Beziehung zwischen menschlicher Wirtschaft, der Schaffung von Wohlstand und der Gestaltung der natürlichen Umwelt. Ohne das Eingreifen des Menschen, würden mehr positive Rückkopplungseffekte dafür sorgen, die komplexen Zyklen des Planeten in Balance zu halten. Der Mensch zieht Nutzen aus den Umweltfunktionen und schädigt so beispielsweise die Biosphäre, indem er ihre Komplexität verringert und sie in ihrer Vielfalt an Funktionen einschränkt. Dieses erträgt das System nur bis zu einem gewissen Punkt, ohne dass sich seine Nutzbarkeit für die Menschen verringert. Heute sind die ersten Anzeichen des Zusammenbruchs der Klimastabilität sichtbar. Ein Beispiel, dass erkennen lässt, dass unbegrenztes Ausweiten in einem endlichen System nicht möglich ist. Das physikalischen Gesetz der Thermodynamik unterstreicht diese Erkenntnis. Nach ihm ist ein andauerndes Wachstum an Materie bzw. Energie in einem endlichen physikalischen System, so wie sie seit der Industriellen Revolution seitens unserer Wirtschaft mobilisiert wird, nicht möglich.

Die folgende Abbildung zeigt den globalen Handlungsraum der Menschheit, segmentiert in Umweltsysteme und in Bezug zu dem Ausmaß der menschlichen Einwirkung auf die Umwelt. Sie wirft die wichtige Frage an die Forschung auf, welche die optimale physische Größe der menschlichen Wirtschaftstätigkeit darstellen würde. (Vgl. Ekins<sup>15</sup> 2011: 103f./110f.)

---

<sup>15</sup> Paul Ekins ist Professor für Sustainable Development an der University of Westminster (UK).



(Grafik: Rockström u.a. 2009 nach Ekins 2011: 111.)

In dieser Zusammenstellung stellt der viel diskutierte Klimawandel lediglich eines von zehn Segmenten dar. Auswirkungen auf alle zehn Segmente, auch auf die bisher in der öffentlichen Diskussion vernachlässigten, bewegen sich jenseits der bisherigen menschlichen Erfahrungen. Sie sind allerdings bereits Bestandteile astrophysikalischer, astrochemischer und astrobiologischer Forschung. (Vgl. Ekins 2011: 129.) Mit der Belastung durch Aerosole befasst sich beispielsweise das DLR intensiv. Auch Hobbyastronomen diskutieren dieses Thema in Zusammenhang mit Bewegungen in der Atmosphäre und neuen Formen der Wolkenbildung verursacht u.a. durch Kondensstreifen des Flugverkehrs. Die Betrachtung der Erde von außen und der Vergleich mit anderen Planeten, macht viele der durch Menschen verursachten Veränderungen direkt sichtbar. Satelliten ermöglichen uns beispielsweise die Polkapenschmelze zu dokumentieren, und die zunehmende Lichtverschmutzung macht Energieverbrauch direkt sichtbar. Der sich ausweitende Smog über den Metropolen und Industriegebieten ist unübersehbar. Sowohl über die Medialisierung der Forschungsergebnisse aus dem breiten Feld der Astrowissenschaften als auch über die Verbreitung der Aufnahmen unseres Planeten aus dem Orbit wird die Aufmerksamkeit auch auf die bisher zu wenig beachteten Problemfelder gelenkt.

Um diese globalen Zusammenhänge und Risiken der Komplexitätsreduzierung, wie von Beck gefordert, begreifbar zu machen und ein Umdenken im Umgang mit den begrenzten Ressourcen in Gang zu setzen, ist wiederum nachhaltiges naturwissenschaftliches Grundverständnis in der Bevölkerung, aber auch bei den politischen Entscheidern, von großer Bedeutung.

### **3.3 15 gute Gründe Astronomie in BNE einzubinden**

Aufgrund ihrer kulturellen, wissenschaftlichen und technischen Spannweite stellt die Astronomie ein einzigartiges und zudem preiswertes Mittel zur Förderung aller Bildungsstufen und Altersklassen dar und regt die globale Entwicklung zur Nachhaltigkeit an. In den vergangenen beiden Jahrzehnten hat sie sich daher auf vielfältige Weise in der Bildungsarbeit erfolgreich engagiert. Für die Zeitspanne von 2010 bis 2020 hat die Internationale Astronomische Union (IAU) eine neue, ehrgeizige Strategie in Angriff genommen. In 2009 wurde der Plan „Astronomie für Entwicklungsländer“ verabschiedet. Das Strategiepapier hebt hervor, dass die Astronomie auf einzigartige Weise zur Bildungsförderung und zum Kompetenzerwerb beizutragen vermag – und zwar weltweit. Eine Programmgruppe der IAU trägt zur Förderung der Astronomie in Entwicklungsländern durch Finanzierung und Einrichtung von Astronomieschulen und durch Besuche von Astronomen in diesen Ländern bei. Eine neue Gruppe für Grund- und weiterführende Schulen wird gerade eingerichtet. Mehrere ergänzende Angebote, auch Programme für Kinder, außerhalb der IAU-Aktivitäten, widmen sich astronomischer Bildung und Öffentlichkeitsarbeit. Auf lange Sicht möchte der Plan anderen Ländern ermöglichen, an aktueller astronomischer Forschung teilzuhaben und allen Kindern weltweit zu einem Zugang zu den Erkenntnissen der Astronomie zu verhelfen. Im Hinblick auf diese Vision fordert Georg Miley<sup>16</sup> eine internationale Beteiligung der Astronomen an diesen, zum nachhaltigen Lehren und Lernen angelegten, Programmen. (Vgl. Miley 2010: 59.) Welche Maßnahmen und Projekte in der Spitzenforschung oder in der Entwicklungsarbeit erziehungswissenschaftlicher Konzepte umgesetzt werden, ist letztendlich immer eine politische Entscheidung. Wenn nur ein kleiner Teil der astronomischen Ressource für die globale Entwicklung aufgewendet würde, würde es das Ansehen der Astronomie insgesamt verbessern und somit auch das Verständnis der Politiker für die Forschungsvorhaben. Somit hält George Miley es für eine für die Astronomie rentable Strategie, sie in den Dienst der globalen Entwicklung zu stellen.

---

<sup>16</sup> George Miley ist Professor für Astronomie an der Uni Leiden, Niederlande; Vizepräsident der Internationalen Astronomischen Union (IAU) für Bildung und Entwicklung.

Laut Miley strahlt die Astronomie auf vielfältige Weise in unsere Gesellschaft hinein. Man kann mit ihrer Hilfe auf nachhaltige Weise die Entwicklung auf internationaler Ebene fördern. Sie vermag zu begeistern und eröffnet so einen einzigartigen Zugang zu den drei tragenden Säulen von Industrienationen, zu Technik, Kultur und Wissenschaft. (Vgl. Miley 2010: 59f.)

„Wenn sich eine Vielzahl von fähigen und kreativen Wissenschaftlern, Ingenieuren und Lehrern in den Dienst der internationalen Entwicklung stellt, wird der Strategieplan eine preiswerte und willkommene Nebenwirkung eines tiefgreifenden Abenteuers unserer modernen Kultur darstellen: der Erkundung des Universums“ (Miley 2010, S.60).

Um abschließend die Vorteile eines größeren Beitrags astronomischer Bildungsinhalte an der Bildung für nachhaltige Entwicklung herauszustellen, werden sie nun noch einmal in 15 Stichpunkten knapp zusammengefasst:

**1) Förderung des Interesses an wissenschaftlich-technischen Ausbildungsgängen für den Industriestandort Deutschland, in Verbindung mit Bewusstseinsbildung für Umweltfragen.**

Der beklagte Mangel an technisch ausgebildeten Mitarbeitern, Wissenschaftlern und Ingenieuren im arbeitsweltlichen Szenario unseres Landes ist ein gutes Argument, jeder naturwissenschaftlichen Bildung größere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Der erziehungswissenschaftliche Schwerpunkt liegt allerdings weniger darin, dem Arbeitskräftemangel entgegen zu wirken, sondern vielmehr in der Fragestellung, vor welchem Hintergrund und mit welchem ethischen Anspruch die Ausbildung der künftigen Mitarbeiter vorgenommen wird. Es ist zu wünschen, dass ein fester Bestandteil an BNE, unterstützt durch astronomische Angebote, das Umweltbewusstsein schärft und die Durchsetzungskraft des eigenen ökologischen und sozialen Gewissens stärkt. (Vgl. Klafki 2007: 21.)

**2) Astronomie ist immer schon ein kultureller und historischer Bestandteil der Menschheitsgeschichte und die Entwicklung in Richtung BNE ist im Gange.**

Kenntnisse über den Sternenhimmel prägen maßgeblich unsere Kultur. Bereits Artefakte aus der Steinzeit zeigen den Einfluss auf die Entwicklung des menschlichen Denkens. Für die in Planung befindlichen Raumfahrtprogramme muss überdacht werden, was menschliche Existenz heute determiniert und welche Bedeutung dabei sozialen und kulturellen Faktoren zukommt. Die außerordentlichen Fortschritte in der Forschung weckten und intensivierten, wie bereits dargelegt, in den

letzten beiden Jahrzehnten das öffentliche Interesse. Parallel ermöglichten enorme technische Innovationen revolutionäre Umdenkprozesse. Der Erfolg dieser Forschung basiert auf umfassender Bildung, sowie auf einer hohen Akzeptanz in der Bevölkerung. Alle diese Aspekte sind grundlegende Voraussetzungen für eine erfolgversprechende Umsetzung nachhaltiger Entwicklungen in der deutschen Bildungslandschaft.

**3) Über ihre breite Palette transdisziplinärer Thematiken bedient sie alle Forderungen des für die BNE relevanten wissenschaftsorientierten Lernens.**

Astronomie fördert das Prozessdenken und begegnet so der Geschwindigkeit zunehmender Lerninhalte. Sie ist als eine Universalwissenschaft von großem didaktischem Wert für wissenschaftsorientiertes Lernen. Astrowissenschaften und Raumfahrt sind längst in unseren Alltag eingekehrt und bringen neuartige, fächerübergreifende Ressourcen mit den jeweils aktuellsten Forschungsinhalten ins umweltpädagogische Gedankenspiel. Sie tragen somit dem Wunsch Wagenscheins und den Forderungen der „Scientific Literacy“ nach zunehmender Entspezialisierung und nach Diversifizierung in den modernen Bildungsangeboten Rechnung.

**4) Die Beschäftigung mit Astronomie fördert Reflektionsvermögen und Verankerung von Wissensbeständen.**

Der Umgang mit zunehmender Erkenntnisflut und die Umwandlung in wirkliches Verstehen durch Nachdenken und Gespräche kann durch Interesse am breiten Spektrum astronomischer Nebendisziplinen besonders gut geschult werden. (Vgl. Scorza 2010. 54-55). Astronomie ist zudem ein probates Mittel gegen das magische Denken, gegen den Glauben an Astrologie etc. (Vgl. Horx 2011: 64-67.)

Vom DLR\_School\_Lab bis hin zu Vorlesungen in kleineren Vereinen wird das Reflexionsvermögen in einem offenen Klima angeregt, Maßstäbe für Leben und Verhalten können sich im Diskurs festigen. (Vgl. Buschhüter, Bräucker 2006: 35-39.) So wird offensichtlich, dass die Inhalte der institutionellen Bildung als Variable, mit technischem Fortschritt, mit den Bedingungen für Forschung und mit betriebswirtschaftlichen Interessen, in funktionaler Abhängigkeit stehen. Astronomische Inhalte und ihre Verbreitung über informelle Kanäle können dieses Erkenntnispektrum erweitern und die Barrieren dieser Abhängigkeiten überwinden helfen.

**5) Der lebenslange Bildungseinstieg in wissenschaftliches Lernen wird ermöglicht.**

Lebenslanges Lernen nimmt in seiner Bedeutung für die Bildungsbiografie jedes Einzelnen beständig zu und soll die Emanzipation des Individuums unterstützen. Dies setzt voraus, die eigenen biografischen Selbstentfaltungsmöglichkeiten zwischen Risikoversicherung und Risikoerzeugung zu erkennen und wahrzunehmen. Astronomische Angebote gibt es für alle Alterstufen. Sie können, u.a. über Sonnenbeobachtungen und Vorträge über die Bedingungen für Leben auf Planeten und Monden, ein Portal für ein lang andauerndes Interesse an BNE bilden und zur Kompetenzbildung in der Risikoeinschätzung und – ganz konkret – z.B. in der Abwägung der Chancen der lokalen und globalen Solarenergiegewinnung beitragen.

**6) Ökonomisch – ökologisch – sozial: alle Aspekte werden angesprochen.**

Mit den endlichen Ressourcen Maß zu halten und Risiken zu erkennen, betrifft alle drei Aspekte. U.a. bei großen Infrastrukturprojekten fehlt die dafür notwendige Identifikation durch die Bevölkerung. Astronomie und Raumfahrt können diese Projekte auf den Prüfstand der Nachhaltigkeit stellen helfen und anregen die Befriedigung von Interessen des Einzelnen, mit denen der Öffentlichkeit und der Wirtschaft abzuwägen. Vor dem Hintergrund des aktuellen politischen Wirrwarrs (Staats-, Euro-, Banken-, Wirtschaftskrise) und der öffentlichen Zurschaustellung von nicht kontrollierbarer Komplexität, muss im Hinblick auf Globalisierung und Integrationsdebatten, dem Wachstumsmythos aufklärend entgegengewirkt werden. Die grundlegenden Zusammenhänge der Ökonomie mit Ökologie und Gesellschaftsentwicklung lassen sich über astronomische Nachbardisziplinen global bewerten und einordnen. (Vgl. Ekins 2011: 129.)

**7) Lokal – national – global: alle Perspektiven werden eingenommen.**

Diese drei Perspektiven werden in die Praxis aller Dimensionen astronomischer Bildungsangebote, wie u.a. in UNAWE und durch die IAU gefordert, umgesetzt und sobald man sie als untrennbar verbunden betrachtet, helfen sie Umweltproblematiken zu erkennen und zu klären, dass sie mehr beinhalten als üblicherweise in Diskussionen zu Klima und Müll zur Sprache kommt. (Vgl. Beck 2008: 153-158.) Dieses zeigt beispielsweise die Grafik zu dem globalen Handlungsraum der Menschheit (vgl. Grafik: Rockström u.a. 2009 nach Ekins 2011: 111). Je größer die Dimensionierung der Problematiken, desto mehr Transparenz wird für die Entstehung einer engagierten und konfliktfähigen Bevölkerung erforderlich.

Lokale astronomische Projekte bieten u.a. überschaubare, nachvollziehbare Handlungsfelder für BNE in Kombination mit astronomischen Interessen (ein Beispiel ist die geschilderte Lichtverschmutzungsthematik). Die DFG schildert, wie das globale Zusammenwirken u.a. auf den Gebieten der bodengebundenen und satellitengestützten Astronomie und der Astroteilchenphysik aller nationalen und internationalen Partner in der Verbundforschung stattfindet. Sie wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und hat in den letzten 15 Jahren erfolgreich zur Entwicklung der Astronomie beigetragen. Diese Maßnahmen erfordern einen langfristigen Planungshorizont auf der nationalen und internationalen Ebene. (Vgl. DFG 2003: 207-217.)

### **8) Inspiration und Motivation generieren sich aus den Inhalten selbst.**

Lernen dient nicht der Behebung eines Mangels und kann niemals erfolgreich abgeschlossen werden. Im Idealfall sind Lehrinhalte gleichzeitig nützlich und schön. Dass dies auf Astronomie zutrifft, zeigt u.a. der Einsatz der Schüler, Eltern und Lehrer zum Erhalt des Schulfachs in Thüringen (vgl. Kretzer 2010: 51ff.) sowie der nicht zu befriedigende Zuspruch an den bereits installierten Angeboten (DLR\_School\_Lab, Studiengänge an den Universitäten, Schulbesuche in den Vereinen). Das ehrenamtliches Engagement ist gegeben, Sternwarten und Planetarien sind vorhanden, einzig der Mangel an aktuellen Lehrmitteln ist zu beklagen (die rühmliche Ausnahme: ISS-Education-Kit). Die Steigerung des Interesses an naturwissenschaftlicher Wahrnehmung der Umwelt aufgrund der Teilnahme an disziplinübergreifendem Experimentieren und Erleben, wurde (u.a. Jahre nach Besuchen des DLR-School-Labs und zur Erstellung des ISS-Education-Kits) nachweisbar evaluiert. (Vgl.: ESA 2002: 1-4.)

### **9) Wertvolle Vorreiter außerschulischer und informeller Angebote können direkt an BNE angebunden werden.**

Im Kontext lebenslangen Lernens büßen öffentliche Institutionen und Organisationen zunehmend ihr Bildungsprivileg ein. Es stellt sich also die Frage, wo sich BNE in naher Zukunft positionieren kann und sollte und wie sie einem offenen und dynamischen Prozesscharakter gerecht werden kann. Die naheliegendste Möglichkeit ist die Kooperation mit den geschilderten, außerschulischen Zusatzangeboten sowie mit den engagierten Amateurastronomen, welche mit Nachtwanderungen, Übernachtungen in der Sternwarte, Beobachtungen verbunden mit Vorträgen,

Diskussionen, Bastelangeboten etc. für erlebnisorientierte pädagogische Angebote besonders geeignet sind.

Es könnten beispielsweise in die bestehenden erlebnispädagogischen Angebote zur Naturerfahrung, umgehend und ohne großen finanziellen und personellen Aufwand, Projekte zum Thema Sonne, der Quelle allen Lebens auf unserem Planeten, das Verständnis für die Nutzung von Solarenergie integriert werden.

#### **10) Überdurchschnittlich großes Engagement für astronomische Inhalte bei Lehrenden und Lernenden.**

Da die Qualität der Inhaltsvermittlung weniger von Methoden und didaktischen Grundbegriffen bestimmt wird, sondern von einem zur Begeisterung fähigen Lehrenden abhängt, kann Lernen nahezu als Nebeneffekt einer Faszination stattfinden. Wir benötigen die Faszination möglichst vieler Menschen, um BNE effizient und an Inhalten orientiert weiterzuvermitteln und nicht in Katastrophenszenarien zu verharren. Wir sollten daher die bestehenden Angebote nutzen, die gleichzeitig zu begeistern und zu erklären in der Lage sind, und sie in unsere Bildungslandschaft besser einbinden. (Vgl. Kretzer 2010: 51ff.)

#### **11) Hilfreiche Kooperationen in Forschung und Lehre sind schon aufgrund ökonomischer Zwänge nahezu unvermeidlich.**

In der astrophysikalischen Forschung ist eine Kooperation auf internationaler Ebene bereits zu einem ökonomisch bedingten Zwang ausgewachsen (beispielsweise hat die chinesische Raumstation, der „Palast des Himmels“ bewährte deutsche Technologie an Bord). Dies beinhaltet auch die Chance, neue flexible Strukturen in der universitären Astronomiewissenschaft einzubringen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fordert die Einrichtung interdisziplinär-astronomischer Lehrstühle und auch für Kindergarten und Schule ist der Anfang gemacht. Ehrenamtlicher Einsatz steht in den Startlöchern. Mit wenig Aufwand und etwas Engagement können neue regionale Angebote gestaltet und bestehende BNE-Projekte ergänzt werden. Eine weitere Ausdehnung in Verbindung mit Astronomie in den Forschungsinstituten wie dem DLR (z.B. Atmosphärenforschungsprojekte) beginnt sich zu entwickeln. Die aktuellen Auseinandersetzungen auf dem diesjährigen Klimagipfel zeigen, dass ein zeitnaher internationaler Austausch zur Nachhaltigkeit, besonders mit China, dringend angebahnt werden muss. Auch hier könnte die Astronomie in einer Vorreiterrolle das Eis zu brechen beginnen.

#### **12) Das Laien-Experten-Dilemma wird gemildert.**



Das Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen ist für eine Industriegesellschaft wie Deutschland, für das Engagement und die Konfliktfähigkeit der Menschen aller Altersgruppen von großer Bedeutung. Menschen müssen in die Lage versetzt werden, begründete Entscheidungen zu Naturwissenschaft, Technologie, Gesellschaft und Konsum zu treffen. Elitäre Abgrenzungen der wissenschaftlichen Disziplinen untereinander sowie zwischen Lernenden und professionell Lehrenden sind hier nicht förderlich. Engagierte, disziplinübergreifend denkende Bildungsprofis und Amateurastronomen weichen in der geschilderten Praxis der astronomisch orientierten Angebote diesen elitären Dünkel allmählich auf und leisten so ihren allgemeinwissenschaftlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Bildung, in der auch die Entmystifizierung von Relativitätstheorie und Quantenphysik für das Alltagsverständnis relevant geworden ist.

### **13) Soziale Schlüsselkompetenzen werden auch Inhalte astronomischer, europäischer und internationaler Projekte.**

Die praxisnahen, auf europäische und internationale Kooperation angelegte, innovativen Bildungsangebote (beispielsweise von „Teaching Science in Europe“, „Haus der kleinen Forscher“ und die Initiativen der IAU) zielen auf kulturelles und gesellschaftliches Verständnis. Sie fördern Schlüsselkompetenzen und tragen zur Persönlichkeitsbildung und autonomer Entscheidungsfähigkeit, mittlerweile sogar bereits ab dem Vorschulalter, bei. Diese innovativen Projekte bestehen erst seit einigen Jahren, das internationale UNAW-Modellprojekt erst seit diesem Jahr. Sie bieten eine Chance für interessierte Pädagogen, sich zu informieren und sich ihnen anzuschließen.

### **14) Fluides Denken unter Erweiterung des Blickwinkels führt zu neuen Einsichten.**

Astronomie blickt aus dem kosmischen Blickwinkel auf das Leben selbst. Sie legt Wert auf das Verständnis für Zusammenhänge im Kleinen, im Globalen, im Universalen. Keine andere Wissenschaft bedient ein so breites inhaltliches Spektrum und ermöglicht, in diesen Dimensionen über Wandlungsfähigkeit nachzudenken. Das Wesen der menschlichen Natur selbst zu Tage treten zu lassen, und Begriffe wie Weisheit im Kontext von Nachhaltigkeit einzubinden, ist ein nicht zu vernachlässigender Aspekt zur Abwägung der Relevanz jeglicher Entscheidung. Die Überprüfung der eigenen inneren Haltung ist eine zwingende Grundlage für die größtmögliche Freiheit des eigenen Denkens und der eigenen moralischen Ent-

scheidungskraft. Dazu benötigt sie die Verbindung von Geistes- und Naturwissenschaften.

### **15) Schöpferkraft und Kreativität zur Utopieentwicklung werden aktiviert.**

Das „Nach-vorne-Denken“ kann mittels unterschiedlicher astronomischer Bildungsangebote erlernt und eingeübt werden. Sie fördern das globale Zusammengehörigkeitsgefühl, sensibilisieren unser Umweltbewusstsein, erweitern das Weltbild, machen kulturelle Grenzen durchlässiger. Sie bergen das Potenzial, einen Nährboden für Toleranz und Integration zu schaffen. Als Elemente einer Bildung für nachhaltige Entwicklung sind das die idealen Voraussetzungen, um zu nachhaltig tragfähigen Visionen zu gelangen und zu Akteuren und Gestaltern zu werden. (Vgl. Horx 2011: 14.)

Kreativität sollte nicht mit kurzfristig innovativ erscheinenden Ideen verwechselt werden. Sie basiert auch auf einer wissenschaftlich orientierten Hinterfragung und im Filtern dieser Einfälle im Hinblick auf ihren Realitätsbezug. Astronomie und ihre Nachbardisziplinen können wissenschaftliche Vorgehensweisen trainieren und dazu beitragen, das erworbene Wissen in Beziehung zu Visionen zu setzen. Sie wirkt unzulässigen Vereinfachungen und voreilig verfassten Praxiskonzepten entgegen und stellt die Fragen nach Vernunft, Plausibilität und Relevanz, während sie andererseits den größtmöglichen gedanklichen Spielraum für Utopien bietet.

Astronomie ist von grundlegender Bedeutung für Kultur, Wissenschaft und Technik. Die IAU schlägt eine Strategie zu einer nachhaltigen Entwicklung unserer globalen Gesellschaft für die kommenden Jahrzehnte vor. Es ist an der Zeit, dass die Pädagogik ihre Vorbehalte gegenüber den Naturwissenschaften, wie auch umgekehrt, neu überdenkt. Nachdem das Internationale Jahr der Astronomie (2009) unter dem Motto stand „Das Weltall: Du lebst darin – entdecke es!“ betitelt Georg Miley die Devise für die nächste Dekade „Unser Universum erkunden zum Nutzen der Menschheit“ (Miley 2010: 60).

Auch wenn unser Firmament im Sinne von BNE heute noch als fremder, weißer Fleck, als pädagogisches Neuland erscheint, lohnt die bereits begonnen Pionierarbeit, die Aufmerksamkeit auf innovative, zur komplexen Weltbetrachtung prädestinierten Bildungsszenarien, in denen Inspiration auf Wirklichkeit trifft, zu richten.

## 4 Ausklang

*Die Astronomie als Naturwissenschaft stellt den, der sich mit ihr beschäftigt, in die Natur. Nur auf diesem Standpunkte ist eine natürliche, gesunde und wahre Betrachtungsweise der Dinge möglich; durch ihn wird man unmittelbar in die Gegenwart eingeführt und dadurch befähigt, die Vergangenheit in der Beziehung, was sie Wahres zu Tage gefördert und in wie fern sie die richtige Bahn zur Cultur eingeschlagen hat, richtig zu würdigen.*

Adolph Diesterweg (1790-1846)

Bildung für nachhaltige Entwicklung ist weder ein unabhängiges Feld, noch eine Nische oder eine Spezialdisziplin ökologischer Bildung. Für jede Art von Bildung sollte Nachhaltigkeit als Prämisse gelten. Gleichzeitig ist Bildung selbst der Wegbereiter zur Nachhaltigkeit.

Was in den physikdidaktischen Forderungen Wagenscheins anklingt und von Wolfgang Klafki in eine pädagogische Dimension überführt wird, muss heute durch die Kompetenz zur Einschätzung der Folgen unseres Handelns, im Hinblick auf unsere individuelle, gesellschaftliche und globale Entwicklung, weiterentwickelt werden.

Astronomie beschäftigt sich mit zentralen Zukunftsthematiken und eignet sich somit besonders für eine Vorreiterrolle in der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland und für den ganzen Globus. Sie ist eine Universalwissenschaft, die integrierendes Lernen sowie analytisches und deduktives Denken fördert. Ein Einblick in astronomische Forschung kann einen Wertewandel des Einzelnen bis hin zur politischen Entscheidungsfindung einleiten. Ein Beispiel dafür findet sich im Diskurs zur Gestaltung einer generationengerechten Energiewende. Die Charakteristika des heutigen Verständnisses unseres Kosmos und die Erkenntnisse aus der Raumfahrt machen transparent, was wertvoll und erhaltenswert ist und wie wir unsere irdischen Kapazitäten und Ressourcen klug und effektiv einsetzen können. Da unser Wissen schneller als unsere Weisheit wächst, müssen wir Prinzipien und Strukturen besser durchschauen, sie auf neue Ideen anwenden und Abstand davon gewinnen, pures mechanistisches Wissen anzuhäufen. In den kosmischen Weiten begegnen sich Politik, Wissenschaft und lebenslanges Lernen. Die Raumfahrt bereitet das Feld zum internationalen, globalen, inter-

disziplinären Probehandeln für BNE, zum flexibilisierten Denken in größeren Dimensionen bei der Betrachtung unseres Planeten von außen. Zahlreiche Ergebnisse aus den technischen und medizinischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Raumfahrt gestalten unseren Alltag.

Die Beschäftigung mit unserem Universum lehrt uns, dass Natur- und Geisteswissenschaften untrennbar miteinander verbunden sind. Diese Erkenntnis ist für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung wichtiger als allgemein angenommen. Ich würde mir wünschen, dass die sich die Erziehungswissenschaften dahingehend gründlich reorganisieren, um aus eventuell zu eng gezogenen Grenzen herauszufinden. Diesem Einfluss dürfen sich Bildungswissenschaftler nicht weiter verschließen.

Einige naturwissenschaftlich Lehrende und Bildungsplaner haben sich pädagogische Zusatzqualifikationen angeeignet. Dagegen sind wenige Geisteswissenschaftler und Pädagogen bereit, sich mit Physik, Chemie und Co. auseinanderzusetzen. Um dieses zu verbessern, ist die „Himmelskunde“ als Einstieg besonders geeignet. In erlebnispädagogische Projekte kann leicht ein größerer astronomischer Anteil eingebunden werden. In der Erwachsenenbildung werden die informellen Bildungsangebote der Sternwarten und Vereine sehr gut angenommen. Ein gutes Argument, auch die Allgemeinbildungskonzepte des lebenslangen Lernens mehr an den bestehenden Interessen der Bürger festzumachen und das ökonomische Korsett der eingleisigen, beruflichen Kompetenzvermittlung, in welches die Erwachsenenbildung im Laufe der letzten Jahre geraten ist, wieder abzustreifen.

Ich wünsche mir mehr Kooperationen, besonders hinsichtlich formalen Lernen, mit astronomischen außerschulischen Angeboten. Sie sollten einerseits zur inhaltlichen und didaktisch-methodischen Aufbereitung der BNE dienen und andererseits zu erziehungswissenschaftlichen und bildungspolitisch relevanten, synergetischen Effekten zwischen den Disziplinen selbst verhelfen. Davon ausgehend, wie sich die astronomische Bildung in Deutschland parallel zu unserer tradierten Bildungslandschaft entwickelt, sich an den alltäglichen Fragestellungen orientiert und ausweitet, wünsche ich mir für die Zukunft erziehungswissenschaftliche Studiengänge, die diese Leidenschaft als Bildungspotenzial erkennen und aufgreifen. Sie könnten Titel tragen wie „Erfahrungswelt Kosmos zum Nutzen einer BNE“ oder „Natur – Technik – Mensch. Was wir zur Gestaltung unserer Zukunft können müssen“. Sie wären als Neben- oder Wahlpflichtfach vorstellbar. Um die globalen Risiken in Gestaltungsfreiräume zwischen Improvisation und Planung zu verwandeln, sollten Naturwissenschaften weiter, über die Didaktik und Methodik hinaus, in die Pädagogik einfließen. Umgekehrt sollten Pädagogen größeren Wert auf

naturwissenschaftliche Grundkenntnisse legen. Diese Verschmelzung wäre eine Bereicherung für alle Disziplinen und sollte daher als eine wichtige Aufgabe der Bildungswissenschaften erkannt und anerkannt werden. Hier sind Querdenker und Querhandler gefragt, zur Sicherung des Industrie- und Technologiestandorts Deutschland, und um Umwelten wie Lebenswelten im Sinne von Nachhaltigkeit zu modellieren.

## Literatur

Bauman, Zygmunt (1999): Unbehagen in der Postmoderne. Hamburger Edition.

Beck, Ulrich (2008): Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main.

BMBF (2011): Haus der kleinen Forscher. 5 Jahre Erfolgsgeschichte. Pressemitteilung vom 18.11.2011, Nr. 150/2011. <http://www.bmbf.de/press/3179.php>, letzter Zugriff: 20.11.2011.

Bölts, Hartmut (2002): Dimensionen einer Bildung zur nachhaltigen Entwicklung: Grundlagen – Kritik – Praxismodelle. Baltmannsweiler: Schneider Verlag, Hohengehren.

Börner, Gerhard (2004): Astronomen entschlüsseln den Bauplan des Kosmos. Von der Rotverschiebung zur Dunklen Energie. In: Forum für Verantwortung. Mensch und Kosmos. Unser Bild vom Universum. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Buschhüter, Klaus / Bräucker, Richard (2006): Interdisziplinärer Ansatz für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Europa. In: Teaching Science in Europe. Science on Stage Deutschland e.V. (Hrsg.), Berlin.

Clausnitzer, Lutz (2010): Verwandte Disziplinen und Teilgebiete der Astronomie. In: Sterne und Weltraum, Heft 1/2010, Heidelberg.

Cortina, Kai S., Baumert, Jürgen, Leschinsky, Achim, Mayer, Karl Ulrich, Trommer, Luitgard (Hrsg.) (2005): Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland. Strukturen und Entwicklungen im Überblick (2. erweiterte Aufl.). Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg.

Csikszentmihalyi, Mihaly (2007): Kreativität: Wie Sie das Unmögliche schaffen und Ihre Grenzen überwinden. Klett-Cotta Verlag, Stuttgart.

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2003): Denkschrift: Status und Perspektive der Astronomie in Deutschland 2003-2016, Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim.

DLR\_School\_Lab (2011): Vom Funklabor zum DLR\_School\_Lab. [http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1717/2341\\_read-3943/](http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1717/2341_read-3943/), letzter Zugriff 21.11.2011.

DLR-School\_Lab (2011): DLR\_School\_Lab. Köln – Aktuelles. <http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1917>, letzter Zugriff 24.11.2011.

Ekins, Paul (2011): Wie wird die Welt von morgen sein? Szenario Wirtschaft. In: Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie sieht die Welt im Jahr 2050 aus? Fischer Verlag, Frankfurt am Main.

European Space Agency Human Spaceflight (Hrsg.) (2002): Education Kit International Space Station, Space for Learning, Lehrerhandbuch. ISS Education Team, Noordwijk (Niederlande).

Fiedler, Wolfgang (2010): Grundwissenkatalog Astronomie – Reden wir über Inhalte. [www.astronomie-heute/artikel/1015729](http://www.astronomie-heute/artikel/1015729), letzter Zugriff 14.10.2011.

Fischer, Ernst Peter, Wiegandt, Klaus (2004): In: Forum für Verantwortung. Mensch und Kosmos. Unser Bild vom Universum. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Fischer, Olaf (2010): Über die Sterne zur Naturwissenschaft – Wissenschaft in die Schulen. In: Sterne und Weltraum. Heft 1/2010, Heidelberg.

Fritzsch, Harald (2004): Raum – Zeit – Materie. Auf der Suche nach ihrer Verbindung. In: Forum für Verantwortung. Mensch und Kosmos. Unser Bild vom Universum. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Horneck, Gerda (2004): Leben als kosmisches Phänomen. Was können wir von unserer eigenen Biosphäre lernen? In: Forum für Verantwortung. Mensch und Kosmos. Unser Bild vom Universum. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Horx, Matthias (2011): Das Buch des Wandels. Wie Menschen Zukunft gestalten. Patheon Verlag, München.

Klafki, Wolfgang (2007): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik (6. Aufl.). Beltz Verlag, Weinheim und Basel.

Kretzer, Olaf (2010): Astronomie als Unterrichtsfach – Beispiel Thüringen. In: [www.astronomie-heute/artikel/1015729](http://www.astronomie-heute/artikel/1015729), letzter Zugriff: 12.10.2011.

Law, Lai-Chang (2000): Die Überwindung der Kluft zwischen Wissen und Handeln aus situativer Sicht. In Mandl, Heinz./ Gerstenmaier Jochen (Hrsg.): Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Hogrefe, Göttingen, Bern, Toronto, Seattle.

Lesch, Harald (2010) (Hrsg.): Astronomie. Die kosmische Perspektive. Pearson Studium (5. aktualisierte Aufl.). Pearson Education Deutschland GmbH, München.

Messner, Dirk (2011): Drei Wellen globalen Wandels. Global-Governance-Dynamiken in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts. In: Welzer, Harald / Wiegandt, Klaus (Hrsg.) (2011): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie sieht die Welt im Jahr 2050 aus? Fischer Verlag, Frankfurt am Main.

Miley, George (2010): Unser Universum erkunden zum Nutzen der Menschheit. In: Sterne und Weltraum, Heft 1/2010, Heidelberg.

Mittelstraß, Jürgen (2004): Kosmologie – Erkenntnistheorie – Anthropologie. Was können und was wollen wir wissen? In: Forum für Verantwortung. Mensch und Kosmos. Unser Bild vom Universum. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Oberhessische Zeitung (2011): Ein künftiger Geopark könnte die Sternwarte mit enthalten. Oberhessische Zeitung vom 27.04.2011, Alsfeld.

„Offener Brief“ (Presseerklärung) (2010): Warum die Astronomie bundesweit Pflichtfach in den Schulen werden sollte – ein offener Brief. [www.astronomie-heute.de](http://www.astronomie-heute.de), letzter Zugriff 10.11.2011.

Rees, Martin (2004): Unsere größte Herausforderung. Die faszinierende Suche nach Leben im Weltall. In: Forum für Verantwortung. Mensch und Kosmos. Unser Bild vom Universum. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Reichert, Uwe (2010): Astronomie und Bildung. In: [www.astronomie-heute/artikel/1015729](http://www.astronomie-heute/artikel/1015729), letzter Zugriff: 20.11.2011.

Roth, Gerhard (2011): Bildung braucht Persönlichkeit. Wie Lernen gelingt (3. Aufl.). Klett-Cotta GmbH, Stuttgart.

Scorza, Cecilia (2010): Astronomieschule e.V. – ein Ort an dem schulisches Wissen vernetzt wird. In: Sterne und Weltraum, Heft 1/2010, Heidelberg.

Siebert, Horst (2006): Theorien für die Praxis (2. Aufl.). Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG, Bielefeld.

Siebert, Horst (2006): Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Didaktik aus konstruktivistischer Sicht (5. überarbeitete Aufl.). ZIEL – Zentrum für interdisziplinäres erfahrungsorientiertes Lernen GmbH, Augsburg.

Sterman, John D. (2000): Business Dynamics – System Thinking and Modelling for a Complex World, Boston.

Universität Heidelberg (2011): UNawe. Kinder für das Universum begeistern (Pressemitteilung der Redaktion). <http://www.astronews.com/news/artikel/2011/02/1102-013.shtml>, letzter Zugriff 22.11.2011.

Wagenschein, Martin (1965): Die Erden unter den Sternen. Verlag Julius Beltz, Weinheim.

Wagenschein, Martin (1995): Die pädagogische Dimension der Physik (1. Neuauflage von 1962). Hahner Verlagsgesellschaft, Aachen-Hahn.

Welzer, Harald / Wiegandt, Klaus (2011): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie die Welt im Jahr 2050 aussieht – und warum man darüber reden muss. In: Welzer, Harald / Wiegandt, Klaus (2011) (Hrsg.): Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Wie sieht die Welt im Jahr 2050 aus? Fischer Verlag, Frankfurt am Main.

Wolf, Gertrud (2005): Konstruktivistische Umweltbildung. Ein postmoderner Entwurf im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung des Deutschen Instituts für Erwachsenenbildung (DIE), Bertelsmann Verlag, Bielefeld.



## Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

.....

Ort, Datum, Unterschrift

**Nach meiner Auffassung ist der Kosmos in uns,  
wie umgekehrt wir im Kosmos sind.  
Wir gehören zum Universum ebenso, wie es ein Teil von uns ist.**

Yehudi Menuhin



Bildrechte obere Reihe: Gertraud Eifert, Sternenwelt Vogelsberg:  
**200 Fünftklässler der Theo-Koch-Schule Grünberg besuchen die Sternenwelt, 23. Sept 2011.**

Bildrechte Hintergrundbild: NASA:  
**Hurricane Emily und der Mond.**