

BRUNHILDE MARQUARDTMAU

### **Ansätze zur Scientific Literacy Neue Wege für den Sachunterricht**

Mit dem Begriff der scientific literacy rückt die herausragende Bedeutung einer angemessenen naturwissenschaftlichen Grundbildung erneut in das Blickfeld der öffentlichen Diskussion. Hinter der Metapher der literacy verbirgt sich die Idee, naturwissenschaftliche Kenntnisse und Kompetenzen quasi in den Rang einer Kulturtechnik zu heben. Man geht davon aus, dass die 'Kulturtechnik' der scientific literacy – ähnlich wie Schreiben, Lesen und Rechnen – eine grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilhabe am Leben in einer Wissensgesellschaft darstellt. Die im angelsächsischen Kontext entstandene Zielkonzeption der 'scientific literacy for all' soll bereits im Vor- und Grundschulalter angebahnt werden. Sie bildete die Grundlage für eine umfangreiche Curriculumentwicklung auch im Primarbereich insbesondere in den USA, Großbritannien und Kanada und für internationale Schulleistungsversuche.

Diese Entwicklungen blieben bisher in der Sachunterrichtsdidaktik nahezu unbeachtet. Im Unterschied dazu hat scientific literacy als Rahmenkonzeption der erst unlängst durchgeführten IGLU-E Studie (vgl. Prenzel et al. 2003) zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Kindern am Ende der Grundschulzeit bundesdeutsche Schulstufen längst erreicht. Es ist davon auszugehen, dass scientific literacy die Diskussion um zukünftige Entwicklungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Grundbildung auch im Sachunterricht beeinflussen wird.

Im folgenden Beitrag werde ich zunächst beleuchten, auf welchem gesellschaftlichen Leitbild scientific literacy beruht, was sich im Einzelnen hinter dem Begriff verbirgt und welche Konzeptionen und Curricula in den USA und in England zur scientific literacy vorliegen. Anschließend werden Ansätze vorgestellt, wie sich Bausteine des literacy Konzeptes sinnvoll in den Sachunterricht integrieren lassen und Ergebnisse der IGLU-E Studie zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzen am Ende der Grundschulzeit skizziert.

### **Wissensgesellschaft als Leitbild für scientific literacy**

Das Leitbild der Wissensgesellschaft wird in nahezu allen Ansätzen zur Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts bemüht, um die herausragende Bedeutung naturwissenschaftlicher (Aus) Bildung zu legitimieren (vgl. Marquardt-Mau 2001).

Aus:

KAISER, A. / PECH, D. [Hrsg. (2008)]: Basiswissen Sachunterricht: Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht, Bd. 2. 2. Aufl. Baltmannsweiler, S. 67-83.

Der Begriff Wissensgesellschaft geht auf Bell (1973) zurück. Bereits in den frühen Siebzigerjahren führte er aus, dass das Industriezeitalter durch eine neue soziale Ordnung abgelöst werde, deren grundlegendes Organisationsprinzip nicht mehr die industrielle Güterproduktion, sondern Wissen und Information seien.

Mit dem Leitbild der Wissensgesellschaft sind u. a. die folgenden Grundannahmen verbunden:

- Man geht davon aus, dass die klassischen Produktivkräfte Grundbesitz, Arbeit und Kapital an Bedeutung verlieren, während Wissen an Bedeutung stark zunimmt. In der Wissensgesellschaft bilden Mathematik, Naturwissenschaften und Technik wesentliche Grundlagen, und der Entwicklung in diesen Bereichen wird ein entscheidender Einfluss auf die künftige Standortisierung und die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes zugeschrieben.
- Wissen erweitert dank der schnelleren Verfügbarkeit durch die modernen Kommunikationstechnologien individuelle Lebenseinstellungsoptionen, Handlungsspielräume und führe zu einem gestärkten Selbstbewusstsein. Gleichzeitig könnten diese Individualisierungsprozesse auch Verluste mit sich bringen.

Für die sozialen Strukturen der Gesellschaft wird erwartet, dass sie einerseits heterogener und fragiler, andererseits aber auch flexibler und innovationsoffener würden. Der Wissensgesellschaft wohne eine Tendenz zur Verschärfung sozialer Gegensätze inne. Wissen verschärfe den Abstand zwischen Wissenden und Nichtwissenden.

Wissen sei nicht national zu begrenzen und das Bildungsniveau würde zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor zwischen den einzelnen Staaten.

Bei den theoretischen Entwürfen zur Wissensgesellschaft handelt es sich aber keineswegs um wertneutrale Konzeptionen. Wie die vorangehende Zusammenstellung zeigt, wird die Wissensgesellschaft mit ihren Chancen und Risiken recht unterschiedlich beurteilt.

Einerseits spricht aus den Entwürfen zur Wissensgesellschaft ein großer Fortschrittsoptimismus, der den einzelnen Menschen als Akteur dieser Gesellschaft betrachtet. So sei die Wissensgesellschaft heute zwar keine Vorstellung mehr, „an die sich große Hoffnungen gesellschaftlichen und humanen Fortschritts knüpfen“ meint Böhme (1996, S. 28ff.), jedoch ließen sich mit den potentiellen Lösungen der Probleme der Wissensgesellschaft Hoffnungen verbinden. Es sei „eine neue Aufklärung denkbar, d. h. die Entwicklung öffentlicher Diskurse, die zur gesellschaftlichen Regelung des beständigen Wissenszuwachses (...) führten und zu einem selbstbewussten mündigen Bürger, der seine gesellschaftliche Existenz auch jenseits der Arbeitsgesellschaft zu definieren weiß, seine Unabhängigkeit gegenüber der Bevormundung durch Externen behauptet und seine

Andererseits lassen sich im Zusammenhang mit der Wissensgesellschaft zwei zentrale Beurteilungen ausmachen:

- Eine „wirtschaftliche Beunruhigung“, verbunden mit der Frage einer zu gewährleisten wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit und
- Eine „gesellschaftspolitische Beunruhigung“, verbunden mit der Sorge um eine zunehmende soziale Desintegration der Gesellschaft“ (Brockmeyer 1999, S. 30).

In der angelsächsischen Literatur zum naturwissenschaftlichen Unterricht, die die Notwendigkeit einer scientific literacy begründet, tauchen einige der Grundannahmen der Wissensgesellschaft wieder auf (vgl. Osborne 1998; Driver et al. 1997). Im Einzelnen werden genannt:

- ökonomische Relevanz  
Qualifizierte naturwissenschaftlich und technisch ausgebildete Arbeitskräfte sind zur Sicherung der internationalen ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit notwendig
- individuelle Relevanz  
Jedes Individuum benötigt ein naturwissenschaftlich / technisches Basisverständnis, um adäquate Entscheidungen in Bezug auf die eigene Gesundheit, Energiefragen oder als Konsument treffen zu können
- kulturelle Relevanz  
Die Erkenntnisse der Naturwissenschaften haben im entscheidenden Maße unsere Kultur geprägt und sind als solche Teil des kulturellen Erbes der Menschheit
- gesellschaftliche Relevanz  
Demokratische Entscheidungsprozesse setzen informierte Bürgerinnen und Bürger voraus, die kompetent an naturwissenschaftsbasierten politischen Entscheidungsprozessen teilhaben können.
- ökologische Relevanz  
Die Zukunft des Planeten Erde hängt wesentlich von einem verantwortlichen Umgang mit Naturwissenschaft und Technik ab, um globale Probleme wie Bevölkerungsexplosion, Umweltverschmutzung, Ungleichverteilung des Reichtums oder Ressourcenvergeudung in der Militärforschung oder in Krisen eine Lösung zuzuführen.

In den Konzeptionen zur scientific literacy werden diese Begründungsstränge mit unterschiedlichen Fokussierungen meist nur schlagwortartig bemüht. Nur selten findet eine reflektierte Auseinandersetzung mit den zu Grunde liegenden unterschiedlichen Erkenntnisinteressen statt.

Während in der ersten Reformphase liberale und soziale Motive vorherrschten, die insbesondere die individuelle und gesellschaftliche Relevanz naturwissenschaftlicher Bildung betonen, wird der zunehmende Einfluss eines technokratischen Reforminteresses konstatiert, das Lernen primär an den Interessen von

„The technocratic orientation to education sees learning not as the development of the critical faculties of individuals but as the mastery of given bodies of knowledge and skills selected to serve the interests of the political / industrial world“ (Driver et al. 1997, S. 5).

### Was ist scientific literacy?

Die mit dem Ziel der scientific literacy verbundenen Ideen gehen in den USA auf die frühen 50 Jahre zurück (vgl. Bybee 1997; De Boer 1997). Paul De Hart Hurd (1958) war einer der ersten Wissenschaftler, der den Begriff in die Diskussion brachte. Ein umfassendes Verständnis der Naturwissenschaften und deren gesellschaftliche Nutzung seien notwendig, um der dominierenden Rolle der Naturwissenschaft in der Gesellschaft Rechnung zu tragen.

Aber erst die öffentliche Diskussion um die Bildungsmisere in den USA führte zur Renaissance dieses Begriffes und zur Entwicklung entsprechender Konzeptionen (vgl. Publikationen wie „A Nation at Risk“ 1993; Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche).

Obwohl der Begriff scientific literacy inzwischen eine weite Verbreitung gefunden hat, gibt es heute keine allgemein akzeptierte Definition, da sich unterschiedliche theoretische Ansätze und Konzeptionen damit verbinden lassen. Im Folgenden sollen einige Definitionen exemplarisch vorgestellt werden.

Nach der Definition der American Association for the Advancement of Science<sup>1</sup> umfaßt scientific literacy „being familiar with the natural world and respecting its unity; being aware of some of the important ways in which mathematics, technology, and the science depend upon another; understanding some of the key concepts and principles of science; having a capacity for scientific ways of thinking; knowing, that science, mathematics, and technology are human enterprises, and knowing what that implies about their strengths and limitations; and being able to use scientific knowledge and ways of thinking for personal and social purposes“ (1989, S. 20).

Roger Bybee (1997) schlägt ein Modell vor, in dem scientific literacy in verschiedene Stufen eingeteilt ist, die einzelne Individuen abhängig vom Alter, Inhalt oder Kontext im Laufe ihres Lebens durchlaufen können:

- *Nominale Literacy*: Begriffe, Fragen oder Themen können dem Bereich der Naturwissenschaften zugeordnet werden, ein tieferes Verständnis liegt nicht vor. Das individuelle Wissen ist minimal; Phänomene werden für bare Münze genommen, und naive und falsche Vorstellungen sind vorherrschend.
- *Funktionale Scientific Literacy*: Naturwissenschaftliche Begriffe sind bekannt und können korrekt angewandt (in Tests, beim Zeitungslesen etc.) werden,

<sup>1</sup> Die „American Association for Advancement of Science“ (AAAS) weitet die Definition der Science Literacy über den naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht hinaus und

jedoch liegt kein Verständnis für naturwissenschaftliche Konzepte und Zusammenhänge vor.

- *Konzeptuelle und prozedurale Scientific Literacy*: Ermöglicht ein Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der Naturwissenschaften sowie der Zusammenhänge und Beziehungen einzelner Teilbereiche zu den naturwissenschaftlichen Disziplinen insgesamt.
- *Multidimensionale Scientific Literacy*: Umfasst Kenntnisse über die geschichtliche Entwicklung naturwissenschaftlicher Ideen und begreift Naturwissenschaften und Technik als Teil der Kultur. Die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für das eigene Leben und die gesellschaftliche Entwicklung stehen im Zentrum. Insgesamt geht es um philosophische, historische und soziale Aspekte von Naturwissenschaft und Technik.

Bybee versteht sein Konzept zwar als hierarchisches Modell, eine Person könne sich jedoch bei verschiedenen Themen, aber auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten in verschiedenen Stufen bewegen. Bybee ordnet – unter Bezug auf Ergebnisse der Entwicklungs- und Kognitionspsychologie – jüngere und weniger erfahrene Personen eher der nominalen und funktionalen Ebene, ältere Personen oder erfahrene Wissenschaftlerinnen, Ingenieure, Naturwissenschaftlerinnen eher der konzeptionellen / prozeduralen oder multidimensionalen Stufe zu.

Lässt man die verschiedenen Ansätze zur scientific bislang Revue passieren, so gibt es durchaus konsensfähige Aspekte (vgl. Driver et al. 1997). Danach umfasst scientific literacy insbesondere Vorstellungen zu und Kenntnisse von

- naturwissenschaftlichen Basiskonzepten, –theorien und –modellen,
- Prozessen des (natur)wissenschaftlichen Wissenserwerbs,
- der Bedeutung der Naturwissenschaften als kultureller Errungenschaft
- dem Zusammenhang der Naturwissenschaften mit sozialen und gesellschaftlichen Fragen.

### Ansätze zur scientific literacy in den USA

Das „Projekt 2061“ nimmt einen zentralen Stellenwert bei der Entwicklung der scientific literacy Diskussion ein. Es ist eine langjährig und umfassend angelegte Initiative der ‘American Association for the Advancement of Science’<sup>2</sup> (AAAS) zur Schulreform in den USA. Der Beginn der Initiative fällt zusammen mit dem Jahr 1985, als der Komet Halley das letzte Mal von der Erde zu sehen war. Der Name des Projekts soll verdeutlichen, dass Bildung ein lebenslanges Anliegen

<sup>2</sup> Die „American Association for the Advancement“ wurde 1848 gegründet und ist eine wissenschaftliche Fachgesellschaft mit ca. 132.000 Mitgliedern. Zu den Schwerpunkten der Gesellschaft gehören u a. Wissenschaftsmethodik, die ethische Verantwortung von Wissenschaftlern, naturwissen-

ist. Viele Kinder, die 1985 geboren wurden, werden die Rückkehr des Kometen Halley im Jahr 2061 miterleben. Für deren zukünftiges Leben seien neue Visionen für Erziehung und Ausbildung erforderlich, um den sich verändernden technischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gerecht werden zu können.

Die Initiatoren gehen davon aus, dass eine Reform nur dann gelingen kann, wenn die für Schule und Ausbildung zuständigen Entscheidungsträger und Beteiligten (aus den Bereichen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Lehrerbildung, Schule) sowie die verschiedenen Adressaten (Kommune, Eltern, Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler) von Anfang an mit einbezogen sind. Diesem Anspruch versucht man durch eine phasenweise eingeleitete Reform gerecht zu werden.

Die wichtigsten Publikationen des Projekts, mit der Definition von scientific literacy und Empfehlungen für effektives Lehren und Lernen (Science For All Americans, 1989) und den Empfehlungen zu den Lernzielen, die am Ende der 2., 5., 8. und 12. Klasse erreicht werden sollen (Benchmarks For Scientific Literacy, 1993), haben einen entscheidenden Einfluss auf die Reformen in den USA gehabt.

Auch die vom 'National Research Council' (1996) herausgegebenen „National Science Education Standards“ (NSES) basieren im wesentlichen auf den Grundlagen des Projekts 2061 (vgl. Bybee 1997, S. 40).

Mit acht Inhaltsbereichen wird versucht, das Konzept der scientific literacy vom Kindergarten zur Hochschule zu konkretisieren (vgl. Abb. 1).

Die Autoren gehen davon aus, dass sich diese Inhaltsbereiche alters- und entwicklungsadäquat konkretisieren lassen. Wie der Abbildung 1 zu entnehmen ist, leiten mehrere didaktische Strukturierungsprinzipien<sup>3</sup> die Inhaltsauswahl:

- Ähnlich wie bei der ersten Generation der naturwissenschaftlichen Curricula in den USA spielen *Basis-Konzepte* eine wichtige Rolle. Sie können als heuristisches Werkzeug verstanden werden, mit dem sich Schülerinnen und Schüler ihre natürliche und technische Umwelt erschließen können. Nicht einzelne, isoliert voneinander vermittelte Themen werden ausgewählt, sondern sie erhalten ihre Berechtigung erst durch (naturwissenschaftlichen) übergreifende) „unifying concepts and processes“ wie beispielsweise 'Wechsel', 'Konstanz', 'Evolution und Gleichgewicht', 'Messen' oder 'Diversität'. So bieten die herkömmlichen Themen 'Samen' und 'Dinosaurier' die Möglichkeit, dass Kinder etwas über die Diversität und Variation biologischer Organismen erfahren. Dinosaurier und Samen existieren in verschiedenen Größen und Formen. Sammeln und ordnen Kinder Samen und Dinosauriermodelle, so lernen sie solche Konzepte nachzuvollziehen, die in der Naturwissenschaft als Ordnungskriterien für die Natur benutzt werden.

TABLE 6.8. CONTENT STANDARDS, GRADES K-4

UNIFYING CONCEPTS AND PROCESSES	SCIENCE AS INQUIRY	PHYSICAL SCIENCE	LIFE SCIENCE
Systems, order, and organization	Abilities necessary to do scientific inquiry	Properties of objects and materials	Characteristics of organisms
Evidence, models, and explanation	Understanding about scientific inquiry	Position and motion of objects	Life cycles of organisms
Change, constancy, and measurement		Light, heat, electricity, and magnetism	Organisms and environments
Evolution and equilibrium			
Form and function			
EARTH AND SPACE SCIENCE	SCIENCE AND TECHNOLOGY	SCIENCE IN PERSONAL AND SOCIAL PERSPECTIVES	HISTORY AND NATURE OF SCIENCE
Properties of earth materials	Abilities of technological design	Personal health Characteristics and changes in populations	Science as a human endeavor
Objects in the sky	Understandings about science and technology	Types of resources	
Changes in earth and sky	Abilities to distinguish between natural objects and objects made by humans	Changes in environments	
		Science and technology in local challenges	

Abb. 1 entnommen aus: National Research Council (1996): National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, p.110.

- Dem Prozess des naturwissenschaftlichen Wissenserwerbs wird im Konzept der scientific literacy ebenfalls eine hohe Priorität eingeräumt. Die Kinder

sollen lernen, wissenschaftliche Fragen zu stellen und zur Beantwortung selbstständig einfache Versuche mit Alltagsmaterialien oder einfacher Ausstattung (z. B. Lupe) zu planen und durchzuführen. Die eigenen Ergebnisse sollen mit den gewonnenen Daten untermauert und den Mitschülerinnen und Mitschülern mitgeteilt werden können. Anschließend werden die Ergebnisse und das Vorgehen der Kinder mit den existierenden wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden verglichen (understanding about scientific inquiry).

Auch Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler verwenden bestimmte Methoden und Geräte zur Datengewinnung, interpretieren diese auf der Grundlage vorhandener Theorien und kommunizieren ihre Ergebnisse in Publikationen oder auf Tagungen.

- Ausgewählte Themen aus einzelnen Disziplinen wie Physik und Chemie (physical science), Biologie, der Geographie (earth and space science) und der Technik gehören ebenso zum Konzept der scientific literacy.

- Im Unterschied zu naturwissenschaftlichen Curriculumentwicklung in den siebziger Jahren spielt der Aspekt der sozialen- und gesellschaftlichen Relevanz (science in personal and social perspective) eine wichtige Rolle. Diesem Aspekt sind Themen aus den Bereichen Gesundheitserziehung (Hygiene, Ernährung, Prävention gegen Drogen, Kindesmisshandlung und von sexuellem Missbrauch) sowie der Umwelterziehung (kurz- und langfristige Umweltveränderungen, Beitrag der Naturwissenschaften zur Verbesserung der Lebensqualität in Industrieländern im Unterschied zur Situation in der 'Dritten Welt') und der Bevölkerungsentwicklung (beeinflussende Faktoren, Auswirkung auf die Nutzung von Ressourcen) zugeordnet.

Ebenso neu ist der Aspekt, die Naturwissenschaften als kulturelle Errungenschaft (history and nature of science) in der Geschichte der Menschheit zu verdeutlichen, zu dem Männer und Frauen mit unterschiedlichen ethnischen oder kulturellem Hintergrund beigetragen haben.

### Neue Grundschulcurricula in den USA

Die in den Publikationen „Science for all Americans“, „Benchmarks For Scientific Literacy“ und „National Science Education Standards“ entwickelten Vorstellungen bildeten auch die Leitlinien für eine neue umfangreiche Curriculumentwicklung für den Primarbereich.

Obwohl es zwischen den einzelnen neuen Curricula (vgl. Marquardt-Mau 1996) erhebliche konzeptionelle Unterschiede gibt, so sind sie doch alle den folgenden grundlegenden Prinzipien für das naturwissenschaftliche Lernen im Primarbereich verpflichtet:

Science „engages children in the wonder and the study of the natural world. It makes

living in the world. Science gives children opportunities to explore how things work firsthand, through activities and experiences with a wide variety of materials. It stimulates them to wonder, to be good observers, to make predictions, and to offer explanations. It helps them construct their own knowledge of scientific principles and concepts, making these part of the way they see the world and the decisions they make about their lives“ (Loucks-Horsley et al. 1990, S. xiv).

Die neuen Curricula besitzen im wesentlichen eine konstruktivistische Orientierung. Dem Vorwissen der Kinder und dessen Berücksichtigung im Unterrichtsgeschehen wird eine große Bedeutung zugemessen. Ferner sollen die 'hands-on'-Erfahrungen und das Konzeptlernen ('minds-on') den Kindern ermöglichen, aktiv und selbstständig Bedeutungsgehalte zu konstruieren. Die konstruktivistische Ausrichtung hat aber auch Konsequenzen für den Lehr-Lernprozess. Aufgabe von Lehrerinnen und Lehrern ist das Bereitstellen und Fördern von geeigneten Lernaktivitäten. Die Kinder gelangen aus einer passiven in eine aktive Rolle, bei der sie für ihr eigenes Lernen in der Zusammenarbeit mit Lehrkräften und ihren Mitschülerinnen und -schülern verantwortlich sind. Der Unterrichtsverlauf (die Phasen) selber soll der wissenschaftlichen Arbeitsweise folgen:

- (1) Motivation und Vorerfahrung der Kinder (engage)
- (2) Erkunden, entdecken, kreieren (explore)
- (3) Erklärungen und Lösungen (explain)
- (4) (Handlungs-)Konsequenzen aus dem Gelernten (elaborate)
- (5) Überprüfen (evaluate)

Neben den grundlegenden wissenschaftlichen Konzepten und Methoden wird dem kooperativen Lernen in Gruppen ein zentraler Stellenwert in den Curricula eingeräumt. Einerseits soll es die Kinder auf ihre spätere Praxis in Beruf und Familie adäquat vorbereiten. Andererseits erhofft man sich positive Effekte für das gemeinsame Lernen von Kindern mit und ohne Behinderungen, unterschiedlicher Begabungen, ethnischer Herkunft sowie Geschlechtszugehörigkeit. Insbesondere der sozialisationsbedingten Benachteiligung von Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht soll auf diese Weise möglichst früh begegnet werden.

### Ansätze zur scientific literacy in England und Schottland

Auch in England bildet das Leitbild der Wissensgesellschaft mit den spezifischen Anforderungen an Bildungsprozesse (Kommunikation, lebenslanges Lernen, Anpassungsfähigkeit etc.) den Impuls, die naturwissenschaftliche Bildung neu zu überdenken.

Mit der Unterstützung der 'Nuffield Foundation' fanden mehrere Seminare statt, deren Ergebnisse von einer 20köpfigen Expertengruppe (Naturwissenschaftsdidaktiker, Hochschullehrer, Lehrer und Repräsentanten der Bildungsadministra-

Das neue Reformkonzept für den naturwissenschaftlichen Unterricht sieht eine (bisher noch nicht vorhandene) Konzeption für den naturwissenschaftlichen Unterricht, ausgehend von der Grundschule bis zum Abschluss der Sekundarstufe, vor. Damit sollen auch Grundschullehrkräfte wissen, wie später auf der von ihnen geschaffenen Basis in der Sekundarstufe aufgebaut wird und es den Lehrkräften der Sekundarstufe ermöglichen, besser an dem bereits vorhandenen Wissen und den erworbenen Fähigkeiten der Kinder anknüpfen zu können.

Die besondere Bedeutung von primary science wird darin gesehen, dass „it provides a framework for developing children's innate curiosity about their natural environment. It fosters habits of careful observation and the use of precise language for descriptive purposes. Furthermore, it provides contexts for practising measurement and the use of number. More fundamentally, however, establishing any understanding of the world requires opportunities to interact with the wide variety of natural phenomena that exist, to investigate their behaviour, and to learn how they are talked about. Such experiences are essential to constructing the basic representations and concepts on which a more sophisticated understanding of science and technology rests – something which the secondary school attempts to build“ (Science beyond 2000' 1998, S. 2008).

Ebenso wie in der amerikanischen Diskussion bildet auch im englischen Reformkonzept die Idee der scientific literacy das zentrale Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Da die Naturwissenschaften Teil unserer Kultur seien, würde man ohne ein gewisses Grundverständnis zum Außenseiter.

„Not to have some understanding of them is to be, in a very real sense, an outsider, excluded from elements of our common culture in much the same way as a person who is unable to read. Another reason for teaching science is to enable young people to become 'scientifically literate' – able to engage with the ideas and views which form such a central part of our common culture“ (Science Beyond 2000' 1998, S. 2008).

Um dieses Ziel zu erreichen, sollte der naturwissenschaftliche Unterricht das Interesse an den Naturwissenschaften, ein ausreichendes Wissen und ein Verständnis von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fördern, damit die Schülerinnen und Schüler sich einfache Zeitungsartikel oder Fernsehsendungen mit naturwissenschaftlichen Inhalten erschließen können.

Scientific literacy soll es aber auch ermöglichen, zu einer begründeten persönlichen Meinungsbildung über wichtige soziale und ethische Fragen zu gelangen und dass der Beitrag der Naturwissenschaften für die Kultur Wertschätzung erfährt. Der an der scientific literacy orientierte naturwissenschaftliche Unterricht trägt aber auch dazu bei, die Anschlussfähigkeit für weiteren Wissenserwerb (aus persönlichem Interesse oder beruflicher Notwendigkeit) zu garantieren.

Um das Ziel der scientific literacy zu erreichen, halten die Experten eine Abkehr von der Überbetonung einzelner, hintereinander gereihter Inhalte notwendig.

deren kultureller Bedeutung den Schülerinnen und Schüler deutlich werden zu lassen, schlagen sie vor, naturwissenschaftliche Inhalte in Form von sogenannten exemplarischen 'explanatory stories' zu präsentieren und durch historische Fallstudien zu konkretisieren. Durch das Anknüpfen an die in anderen Bereichen bewährte Methode der narrativen Kommunikation, sollen Inhalte kohärent, bedeutsam und leicht einprägsam gestaltet werden. Die Geschichten sollen Antworten geben auf Fragen wie z. B. „Wie alt ist die Erde und wie hat sich die heutige Gestalt entwickelt?“, „Wie kommt es, dass es so eine große Diversität von Lebewesen auf der Erde gibt?“

Die 'Scottish Science Review Group' (1995, S. 15) nimmt in ihren Empfehlungen für den zukünftigen naturwissenschaftlichen Unterricht Abstand vom Begriff der 'scientific literacy', sondern schlägt stattdessen 'scientific capability' als erstrebenswertes Ziel vor. Mit diesem Begriff würde mehr der handlungsbezogene Aspekt von Naturwissenschaften und die individuelle Relevanz hervor gehoben.

„A person who is scientifically capable is not only knowledgeable and skilled but is also able to draw together and apply her /his resources of knowledge and skill, creatively“.

## Ansätze zur scientific literacy in der Bundesrepublik Deutschland

Im deutschsprachigen Kontext ist das Konzept der scientific literacy vor allen Dingen auf Resonanz bei den Didaktikern der Fächer Biologie, Chemie und Physik gestoßen (vgl. Gräber et al. 1997; 2002).

Im Unterschied zum angelsächsischen Kontext werden neben fachlichen Kompetenzen auch außerrfachliche Kompetenzen (wie z. B. Lernkompetenz, kommunikative Kompetenz etc.) als wesentliche Komponenten dieses Konstrukts angesehen. Das Konzept kann als ein Versuch angesehen werden, einige in der bundesdeutschen bildungspolitischen Landschaft diskutierten Entwürfe zur Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts mit dem angloamerikanischen Diskussionsstand zu vermitteln.

Ausgehend von den Anforderungen einer Wissensgesellschaft wird ein veränderter Bildungsbegriff auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu Grunde gelegt. Zentrale Aspekte sind dabei neben fachlicher Spezifizierung (Sachkompetenz) die Vermittlung von Grundlagen zur Wissensaneignung (Lernkompetenz) und psycho-sozialer Kompetenzen.

Unter epistemologischer Kompetenz wird das Verhältnis zwischen den Wissensbeständen und den Prozessen, durch die sie erzeugt werden, verstanden. Es geht darum zu wissen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und wie sich Modelle, Hypothesen und Evidenzen zueinander verhalten (vgl.

Im Sachunterricht blieben die Diskussionen zur scientific literacy bisher nahezu unbeobachtet. Auch der Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2002) greift in seiner naturwissenschaftlichen Perspektive diese Konzeption nicht auf.

Die zurzeit im Grundschulbereich vorliegenden Arbeiten zur scientific literacy beziehen sich auf die Bereiche Curriculumentwicklung und Lehrerausbildung. Darüber hinaus bildete das Konzept der scientific literacy den theoretischen Rahmen für die IGLU-E Studie, bei der die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Kinder am Ende der Grundschulzeit erfasst wurden (vgl. Prenzel et al. 2003).

### **Impulse für Lehrerbildung und Curriculumentwicklung im Sachunterricht**

Bereits 1996 (vgl. Marquardt-Mau) wurde darauf hingewiesen, dass die im Zusammenhang mit scientific literacy entstandenen Konzeptionen und Curricula wertvolle Impulse für die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts geben können. Dabei kann es jedoch – wie in den siebziger Jahren – kaum darum gehen, einzelne Curricula zu adaptieren, ohne den unterschiedlichen Bildungstraditionen im angelsächsischen Kontext und bei uns Rechnung zu tragen. Vielmehr bietet die Auseinandersetzung mit alternativen Konzeptionen die Möglichkeit, eigene Ansätze zu kontrastieren um ggf. neue Perspektiven für das grundlegende naturwissenschaftlich orientierte Lernen im Sachunterricht zu entwickeln.

Die Konzepte zur scientific literacy knüpfen an die Diskussion zur Wissenschaftsorientierung in den Siebzigern an, erweitern sie aber konstruktiv. Auch für Grundschul Kinder ist es wichtig und möglich, Forschungsprozesse 'durchschaubar' werden zu lassen, indem sie als von Menschen gemacht und veränderbar vermittelt werden (vgl. Marquardt 1983). Dies ist sicher nicht durch den bloßen kognitiven Nachvollzug vorgegebener Wissensbestände – wie oftmals im Sachunterricht – möglich, sondern durch selbsttätiges und entdeckendes Lernen. Die besondere Bedeutung und Art und Weise des Prozesses des (natur)wissenschaftlichen Wissenserwerbs (science as inquiry, understanding about science) dieser Erkenntnisweise sind Themen, die bisher nicht zum Inhaltskanon des Sachunterrichts gehören.

Aus diesem Grunde haben wir damit begonnen, eine entsprechende Unterrichtseinheit „Planetenglibber“<sup>4</sup> zu entwickeln. Anleihe haben wir dabei bei einer

<sup>4</sup> Bisher gibt es nur ein Vorhaben, das ebenfalls die „Wissenschaftsverständlichkeit“ von Grundschul-

Unterrichtseinheit<sup>5</sup> aus dem amerikanischen Grundschulcurriculum „Great Exploration in Math and Science“ genommen.

'Planetenglibber' sieht grün aus, lässt sich für kurze Zeit in der Hand festhalten, bevor es zwischen den Fingern zertrümt. Die Kinder erhalten den Auftrag, diese für sie unbekannte Substanz zu untersuchen und deren besonderen Eigenschaften herauszufinden. Als fiktiver Fundort dieses Stoffes (Maisstärke, Wasser, grüne Lebensmittelfarbe) wird den Kindern der Mars genannt. Der Fundort ist zwar fiktiv, aber der Forschungsanlass durchaus real. Wichtige Erkenntnisse über den Mond verdanken wir u. a. der Analyse von Exponaten, die die Astronauten und Astronautinnen mit zur Erde brachten. Den Kindern stehen für ihre Untersuchungen verschiedene Materialien wie Sieb, Filter, Lupe und Schälchen zum Erhitzen von 'Planetenglibber' zur Verfügung. Vor allen Dingen reizt es aber, diesen Stoff intensiv mit den Händen zu untersuchen. Auf einer 'Forscherinnen- und Forscherkonferenz' werden die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen vorgestellt und mit dem Ziel diskutiert, eine Abstimmung über die besonderen Eigenschaften des unbekanntes Stoffes herbeizuführen. Mit der anschließenden Reflektion über die Aktivitäten und einzelnen Arbeitsschritte der Kinder und der Gegenüberstellung mit der naturwissenschaftlichen Methode gelingt es gleichzeitig, einen ersten Einblick in die Arbeitsweise von Naturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern zu vermitteln.

Die ersten Ergebnisse aus der Erprobung in mehreren Grundschulklassen zeigen, dass 'Planetenglibber' die Kinder in hohem Maße fasziniert und geeignet ist, auch schon mit Grundschulkindern die naturwissenschaftliche Arbeitsweise selbst zum Thema zu machen.

### **Wird scientific literacy im Sachunterricht erreicht?**

Das Konzept der scientific literacy bildete die Grundlage für die erste bundesdeutsche Studie zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Kinder am Ende der Grundschulzeit. In Anlehnung an das Konzept Bybees (1997) werden in der IGLU-E Studie verschiedene Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz unterschieden, die sich über erhebliche Entwicklungstendenzen erstrecken, ausgehend „von einem vorschulischen Wissensniveau bis zu einem Verständnis von Denk- und Arbeitsformen wie von Konzepten, die belastbar sind und Bezüge zu einem disziplinaren Fachwissen erkennen lassen“ (Prenzel et al. 2003, S. 157).

<sup>5</sup> Die Unterrichtseinheit „Planetenglibber“ wurde von Studierenden des Projekts „Naturwissenschaften für Kinder“ (vgl. BUS 2003) adaptiert und in Grundschulklassen erprobt. Der Name „Planetenglibber“ für die unbekannte Substanz stammt von an der Erprobung beteiligten Kindern. Der Titel der Unterrichtseinheit heißt „Oobleck – What do Scientists do?“ Lawrence Hall of Science.



Im Einzelnen werden unterschieden:

- Vorschulisches Alltagswissen  
Kinder, die sich auf der Stufe des vorschulischen Alltagswissens befinden, haben naturwissenschaftliches Wissen, das nicht über Alltagswissen hinausgeht. „Sie haben bis zum Ende der Grundschulzeit noch nicht einmal rudimentäre sachunterrichtliche Vorstellungen entwickelt. Es fällt ihnen schwer, selbst einfachste Wiedererkennungsaufgaben einigermaßen sicher zu lösen“ (Prenzel et al. 2003, S. 156).
- Kompetenzstufe I  
Kinder die einfache naturwissenschaftliche Bezeichnungen kennen und diese reproduzieren können, befinden sich auf der Kompetenzstufe I. Sie können Alltagsphänomene in ihrem naturwissenschaftlichen Gehalt nur rudimentär erfassen und einen Bezug zwischen diesen, wenn überhaupt, nur mit kindlichen Alltagstheorien herstellen. Das Faktenwissen findet kaum Anwendung und steht meist ohne Bezug da.
- Kompetenzstufe II  
Auf der Kompetenzstufe III können die Kinder einfache naturwissenschaftliche Zusammenhänge noch nicht so gut verstehen. Sie verfügen aber über altersgemäße grundlegende naturwissenschaftliche Begriffe und über naturwissenschaftliches Alltagswissen, das sie auch anwenden können.
- Kompetenzstufe III  
Kinder auf der Kompetenzstufe II können sicher mit einfachen naturwissenschaftlichen Begriffen umgehen. Sie können aber noch nicht mit naturwissenschaftlichen Herangehensweisen arbeiten, ein Verständnis über diese ist aber schon angebahnt.
- Kompetenzstufe IV  
Auf dieser Kompetenzstufe haben Kinder grundlegende naturwissenschaftliche Vorstellungen die sie auch anwenden können. Eine Grundidee von naturwissenschaftlichen Herangehensweisen ist aufgebaut und sie können diese umsetzen.
- Kompetenzstufe V  
Auf dieser Kompetenzstufe beginnt das naturwissenschaftliche Denken. Kinder auf dieser Stufe können einfache naturwissenschaftliche Konzepte sicher anwenden, um so Voraussagen zu treffen oder Erklärungen zu geben. Versuche zur Klärung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen können schon geplant und durchgeführt werden. „Lösungsstrategien werden neu eingearbeitet, indem das Kind sein Wissen völlig neu strukturiert und es aktiv und kreativ einsetzt“ (Prenzel et al. 2003, S. 157).

Auf welchen Kompetenzstufen befinden sich nun die in der IGLU-E Studie befragten Grundschul Kinder? Wie die Abbildung 2 zeigt, verfügen über 40% der

Übergang von naturwissenschaftsbezogenen Alltagsvorstellungen zu belastbaren naturwissenschaftlichen Vorstellungen. Auffällig ist jedoch der Anteil der Kinder (über 16%), die sich mit ihren Leistungen auf den niedrigen Kompetenzstufen befinden. Insbesondere Kinder mit Migrationshintergrund sind auf den unteren Kompetenzstufen überrepräsentiert. Ein ähnliches Augenmerk verlangen die erheblichen Geschlechterdifferenzen. Mädchen sind auf den unteren, Jungen auf den oberen Kompetenzstufen überrepräsentiert.

Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz (Grundschule)	Gesamt	Mädchen (in Prozent)	Jungen
Stufe V (> 637) Naturwissenschaftliches Denken	8,1	6,6	9,7
Stufe IV (523- 637) Beginnendes naturwissenschaftliches Verständnis	33,7	30,9	36,5
Stufe III (469- 522) Anwenden naturwissenschaftlicher Begriffe	21,3	21,9	20,7
Stufe II (401- 468) Anwenden alltagsnaher Begriffe	20,2	21,0	19,4
Stufe I (323- 400) Einfache Wissensproduktion	12,8	14,3	11,4
(< 323) Vorschulisches Alltagswissen	3,9	5,3	2,4

IEA: Progress in International Reading Literacy Study © IGLU-Germany

Abb. 2 entnommen aus Prenzel et al. 2003, S. 174

## Konsequenzen für den Sachunterricht

Wie die bisherigen Ausführungen gezeigt haben, können die Ansätze zur scientific literacy offensichtlich wertvolle Impulse für die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts geben. Vergleicht man die Konzepte zur scientific literacy mit unserem herkömmlichen Sachunterricht, so sind insbesondere die folgenden Aspekte von Interesse:

- Die in den neuen Ansätzen enthaltenen 'equity issues', um der durch die geschlechtsspezifische Sozialisation bedingten Benachteiligung von Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht möglichst früh zu begegnen, und die Anleitungen für Kinder, Lernprozesse in Teamwork zu gestalten, sind Elemente, die im herkömmlichen Sachunterricht oftmals fehlen und sich leicht in vorhandene Konzeptionen des Sachunterrichts einfügen lassen. Wie die Ergebnisse der IGLU-E Studie gezeigt haben, ist hier besonderer Handlungsbedarf gegeben.
- Ergebnisse der Wahrnehmungs- und Lernforschung, nach denen „Wissen“ in „netzartigen Strukturen“ (vgl. Aebli 1987) abgespeichert und aktiv erzeugt werden muss, scheinen die Bedeutung grundlegender Konzepte (unifying



sichtlich geeignet, das vielfach vermittelte 'Steinbruchwissen' im Sachunterricht in einen sinnvollen Zusammenhang zu stellen.

– Es ist zu überlegen, inwieweit sich die in der IGLU-E Studie zu Grunde liegenden Stufen der literacy für diagnostische Lernbegleitungsprozesse von Kindern nutzen lassen, ohne die Kinder voreilig in 'Leistungsschubladen' einordnen zu wollen.

– Insgesamt steht aber für den Sachunterricht noch aus, das literacy Konzept mit 'Bildung' zu vermitteln.

Das Leitbild der Wissensgesellschaft ist für schulische Bildungsprozesse, aber auch für den Sachunterricht zu eng. Ohne Reflexion der dazugehörigen theoretischen Grundannahmen birgt es die Gefahr in sich, zur bloßen Akzeptanz vorgegebener und vorgefundener gesellschaftlicher Prozesse zu führen.

In den Ausführungen zur Wissensgesellschaft und zur scientific literacy wird zudem 'Wissen' vielfach mit „Bildung“ gleichgesetzt oder es findet ein unreflektierter Sprachgebrauch des Bildungsbegriffs statt. Dass es aber nicht nur um eine simple Wortwahl geht, sondern auch um verschiedene Erkenntnisinteressen, hat Hentig (1996, S. 15 ff.) in seinem letzten großen Essay „Bildung“ deutlich gemacht:

„Die Antwort auf unsere behauptete oder tatsächliche Orientierungslosigkeit ist Bildung, nicht Wissenschaft, nicht Information, nicht die Kommunikationsgesellschaft, nicht moralische Aufrüstung, nicht der Ordnungsstaat, nicht ein Mehr an Selbstbehauptung und Gruppendynamik, nicht die angestrenzte Suche nach Identität“ (ebd.).

Angesichts der sich abzeichnenden gesellschaftlichen und ökonomischen Umwälzungen wird „Bildung als Hilfe zur gesellschaftlichen Partizipation“ (Giesecke 1998, S. 313) unverzichtbar und bleibt vorrangiges Bürgerrecht.

## Literatur

- Aebli, Hans: Grundlagen des Lehrens. Stuttgart: Klett 1987
- American Association for the Advancement of Science (AAAS): Science for all Americans. New York: Oxford University Press 1989
- American Association for the Advancement of Science (AAAS): Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press 1993
- Bell, Daniel: Die nach-industrielle Gesellschaft. Frankfurt a. M.: Campus 1996
- Beyond 2000: Science Education for the future. King's College London. School of Education 1998
- Böhme, Gernot: Strukturen und Perspektiven der Wissensgesellschaft. Gutachten zum Thema Wissensgesellschaft für das Bmb+F 1996
- Bremer UNI-Schlüssel (BUS) Nr. 74, Juni 2003
- Brockmeyer, Reiner: Schule der Zukunft – Perspektiven der Bildungskommission NRW. In: Hemmer, Ingrid / Selzer, Hentig M. (Hrsg.): Für eine Schule der Zukunft. Datteln

Bybee, Rodger W.: Toward an Understanding of Scientific Literacy. In: Gräber, Wolfgang / Bolte, Claus (Eds.): Scientific Literacy. Kiel: IPN 1997, S. 37–68

De Boer, George E.: Historical Perspectives on Scientific Literacy. In: Gräber, Wolfgang / Bolte, Claus (Eds.): Scientific Literacy. Kiel: IPN 1997, S. 69–86

De Hurd, Paul: Perspectives for the Reform of Science Education. In: Phi Delta Kappan. Vol 67 (5) 1958, S. 353–358

Driver, R. / Osborne, H.: Beyond 2000 – A Science Curriculum for the 21<sup>st</sup> Century. Paper delivered at the 1997 meeting of ESERA, Rome 1997

Giesecke, Hermann: Pädagogische Illusionen. Lehren aus 30 Jahren Bildungspolitik. Stuttgart 1998

Gräber, Wolfgang / Bolte, Claus (Eds.): Scientific Literacy. Kiel: IPN 1997

Gräber, Wolfgang / Nentwig, Peter / Koballa, Thomas et al. (Hrsg.): Scientific literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske & Budrich 2002

Grygier, Patricia / Günther, Johannes / Kircher, Ernst / Sodian, Beate / Thoenner, Claudia: Unterstützt das Lernen über Naturwissenschaften das Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht? In: Cech, Diethard / Schwier, Hans-Joachim (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht, Bad Heilbrunn: Klinkhardt 2003, S. 59–76

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 2002

Hentig, Hartmut von: Bildung. Ein Essay. München: Hanser 1996

Loucks-Horsley, S. / Kaplan, R. / Carlson, M. O. / Kuerbis, P. J. / Clark, R. C. / Nelle, G. M. / Sachse, T. P. / Walton, E.: Elementary School Science for the 90s. The Network, Inc. Andover, Massachusetts 1990

Marquardt, Brunhilde: Kind- und Wissenschaftsorientierung im Sachunterricht. In: Lauterbach, Roland / Marquardt, Brunhilde (Hrsg.): Sachunterricht zwischen Alltag und Wissenschaft. Weinheim / Basel: Beltz 1983, S. 45–54

Marquardt-Mau, Brunhilde: Neue Curricula für primary science education aus den USA – Anregungen für den Sachunterricht und die Lehrerbildung. In: Marquardt-Mau, Brunhilde / Köhnlein, Walter / Cech, Diethard / Lauterbach, Roland (Hrsg.): Lehrerbildung Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 1996, S. 69–89

Marquardt-Mau, Brunhilde: Sachunterricht in der Wissensgesellschaft – Konsequenzen für die naturwissenschaftlich orientierte Grundbildung. In: Kahler, Joachim / Inckemann, Elke (Hrsg.): Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 2001, S. 97–114

National Research Council: National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press 1996

Nation Commission on Excellence in Education: A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform. U. S. Government Printing Office 1983

Osborne, J.: Beyond Belief and Towards Circumspection. Paper presented at the NARST Conference, San Diego 1998

Prenzel, M. / Geiser, H. / Langeheine, R. / Lobemeier, K.: Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: Bos, W. / Lankes, E.-M. / Prenzel, M. / Schwipert, K. / Walther, G. / Valtin, R. (Hrsg.): Erste Ergebnisse aus IGLU. Münster: Waxmann 2003, S. 143–187

Scottish Science Review Group (Eds.): Science Education in Scottish Schools. Edinburgh 1995