

# Naturwissenschaftliche Bildung in der Sekundarstufe I: Gibt es Konsequenzen aus PISA?

Norbert Pütz

## Einleitung

Nach Jahren der Stagnation stehen in den naturwissenschaftlichen Nebenfächern Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I die Zeichen auf Veränderung.

Einige Bundesländer sind bestrebt, die Fächer Biologie, Chemie und Physik zu vernetzen. So hat beispielsweise Niedersachsen die Rahmenrichtlinien für die Integrierte Gesamtschule herausgegeben, für die Klassen 5-10 mit einem Fach „Naturwissenschaft“.<sup>1</sup> Das Bundesland Baden-Württemberg hat inzwischen sogar ein „Hauptfach: Naturwissenschaft und Technik“, gedacht als Alternative zur 3. Fremdsprache (also ab Klasse 8).<sup>2</sup> Das Bundesland Nordrhein-Westfalen hat dagegen nach dem Regierungswechsel in 2005 die Einführung eines integrativen Fachs „Naturwissenschaften“ in den Klassen 5 und 6 der Gymnasien kurzfristig wieder ausgesetzt (vgl. Radü 2005).

Der Wille bei Bildungspolitikern ist deutlich, unsere Schulen auch im Bereich der Naturwissenschaften zu verändern und dabei vielleicht verbessern zu wollen. Allerdings herrscht offenbar keine Einigkeit darüber, wie dies zu geschehen habe (Radü 2005).

Vor diesem Hintergrund greift der folgende Beitrag zwei Fragen auf:

- Ist die naturwissenschaftliche Schulbildung in Deutschland verbesserungswürdig?
- Sind die Konzepte zur Verbesserung der naturwissenschaftlichen Ausbildung stimmig?

## Warum ist die naturwissenschaftliche Ausbildung an deutschen Schulen verbesserungswürdig?

Als ich Ende der Neunzehnhundertneunziger Jahre von der Hochschule vorübergehend zurück in die Schule wechselte, war ich erstaunt über die Qualität in meinen beiden Lehrfächern Biologie und Chemie. Subjektiv gefühlt, war die Ausbildung in Chemie und Biologie sicherlich nicht schlechter als Ende der Neunzehnhundertsiebziger Jahre (da war ich noch Schüler mit den Leistungskursen Bio-

---

<sup>1</sup> Als pdf Datei bei <http://nibis.de/nibis.phtml?menid=203> bzw. unter [http://nibis.de/nli1/gohrgs/rrl/rrl\\_nwn\\_igs\\_end.pdf](http://nibis.de/nli1/gohrgs/rrl/rrl_nwn_igs_end.pdf).

<sup>2</sup> <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt>.

logie und Chemie). Und von Stundenzahlen in den Naturwissenschaften, wie sie heute in der Sekundarstufe I unterrichtet werden, waren wir in den Siebzigern weit entfernt.

Es scheint aber Tenor in unserem Staat zu sein, dass die naturwissenschaftliche Ausbildung in Deutschland mäßig ist. Begründet wird die mangelnde naturwissenschaftliche Bildung unserer Schüler mit einigen Untersuchungen, etwa mit TIMSS (Baumert et al. 1997), insbesondere aber mit den „PISA-Studien“ (Baumert et al. 2001, Prenzel 2004). Im nachfolgenden Kapitel wird zunächst gezeigt werden, dass die „PISA-Studie“ nur sehr begrenzt geeignet ist, die Qualität der naturwissenschaftlichen Bildung in Deutschland angemessen zu beurteilen!

## **PISA als Argument?**

„Bei internationalen Vergleichsstudien landet der Bildungsstand der deutschen Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften im internationalen Vergleich nur auf dem 20. Platz.“ (Baumert et al. 2001)

„Deutschland erreicht 2003 einen Mittelwert von 502 Punkten, der somit im internationalen Durchschnittsbereich liegt“ (Prenzel et al. 2004).

Das wichtigste Indiz für die Kernaussage „Schule ist zu verbessern“ sind offenbar die „PISA-Studien“. Niemand wird ernsthaft vergleichende Evaluationen in Frage stellen – und auch die „PISA-Studie“ liefert wichtige Resultate: Dass wir beispielsweise 20% unseres Nachwuchses wie bildungspolitischen Abfall behandeln, ist blamabel. Hier liefert die „PISA-Studie“ einen wichtigen Denkanstoß, eine Aufforderung, besser zu werden.

Dennoch bleibt eine gesunde Skepsis angebracht. So ist die Angabe eines Rankings (siehe Zitat oben) sehr bedenklich, denn die begleitenden Parameter sind mehr als unterschiedlich: Unterschiedliche Länderkulturen, unterschiedliche Staatsformen, unterschiedliches Demokratieverständnis, unterschiedliches Rollenverständnis, Emanzipationsprobleme, soziale Brennpunkte, Migrantenproblematik. Daher sollte eigentlich klar sein, dass man das Ranking der „PISA-Studie“ nicht wie eine Leistungstabelle lesen darf. Eine Fußballmannschaft kann sich bei einer Meisterschaft blamieren, denn dort wird unter halbwegs vergleichbaren Bedingungen ein Faktor gemessen: Wer schießt die meisten Tore? Die „PISA-Studie“ dagegen überprüft ein multifaktorielles System, dass unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten nicht ohne Weiteres in eine lineare Beziehung ‚schlecht-gut-besser‘ zu setzen ist.

Aber schiebt man diese Bedenken beiseite – wie es Auftraggeber, Organisatoren und mediale Berichterstatter offenbar tun – so bleiben immer noch zwei Fragen, denen sich die PISA-Studie stellen muss, will man ihre Aussagekraft für naturwissenschaftliche Bildung einschätzen:

- Was fragen die Testfragen eigentlich ab?

- Auf welche Bildungsziele beziehen sie sich?

## Testfragen in PISA

Die Testfragen von PISA lehnen sich stark an den internationalen Test an, wurden aber in bestimmten Bereichen erweitert bzw. anders strukturiert (Baumert 2001). So gab es in Deutschland in der Naturwissenschaft einen stärkeren Lehrplanbezug bzw. Bezug zu zentralen Themengebieten der Fächer Biologie, Chemie und Physik. Man versuchte, gezielt naturwissenschaftliches Denken, Verstehen und Schlussfolgern einzufordern und in der Bewertung unterscheidbar zu machen.

Dies klingt sehr durchdacht – aber grundsätzlich ist zu bedenken (worauf ich zum Schluss dieses Artikels zurückkomme), dass in Deutschland naturwissenschaftliche Fächer als Nebenfächer überwiegend mündlich unterrichtet werden. Schriftliche Arbeiten sind ungewohnt und ungeübt – und führen damit vermutlich von vornherein zu einem schlechteren Ergebnis.

Abgesehen von diesen Vorbemerkungen ist die wissenschaftliche Qualität einer Untersuchung vor allem an der Methode zu messen. Der wesentliche Bestandteil der Methode im PISA-Test sind die Testaufgaben – und diese entziehen sich einer kritischen Überprüfung! Mit Hilfe des Copyrights schafft es das PISA-Konsortium, die weltweit gestellten Aufgaben geheim zu halten. Dies wird damit begründet, dass die Geheimhaltung nötig sei, um einzelne Aufgaben in Folgestudien wieder verwenden zu können, was wiederum nötig sei, um die Schwierigkeitsskalen aufeinander zu beziehen. Die Ergebnisse der Befragung kann man kritisch prüfen. Daraus schließt das PISA-Konsortium: *„Damit wird die Nachprüfbarkeit von Befunden als Regel guter wissenschaftlicher Praxis in jedem Einzelfall gewährleistet“*.<sup>3</sup> Zur wissenschaftlichen Nachprüfbarkeit gehört aber in erster Linie das Instrumentarium, die Methode – in diesem Fall also die Aufgaben! Diese sind aber nicht überprüfbar – muss ich also glauben, dass schon alles seine wissenschaftliche Richtigkeit haben wird? Bei der PISA-Studie haben einige wenige, mehr oder minder willkürlich ausgewählte Personen einen Test durchgeführt, deren Ergebnisse einen riesigen Medienaufschrei verursachten. Und dann dürfen die Ergebnisse aufgrund der Geheimhaltung letztlich nicht kritisch hinterfragt werden? Diese mangelnde Transparenz macht den „PISA-Test“ nicht gerade vertrauenswürdig.

Veröffentlicht wurden lediglich einige Beispielaufgaben<sup>4</sup>, und zwar in allen Sprachen die gleichen. Zum Teil stammen die freigegebenen Aufgaben aus Voruntersuchungen, die wegen bestimmter Mängel nicht im Hauptdurchgang verwendet wurden. Aber schon die Überprüfung der Beispielaufgaben hinterlässt ein „kriti-

<sup>3</sup> Vgl. <http://www.mpib-berlin.mpg.de/PISA/datenzugang.htm>.

<sup>4</sup> PISA Packet: Beispielaufgaben und Lösungen „Naturwissenschaften“. Spiegel online (14.Juli 2005), [www.spiegel.de/unispiegelschule/0,1518,364998,00.html](http://www.spiegel.de/unispiegelschule/0,1518,364998,00.html)  
Sämtliche freigegebenen Beispielaufgaben von PISA 2000 unter <http://www.mpib-berlin.mpg.de/1-SA/beispielaufgaben.html> Beispielaufgaben von PISA 2003 unter <http://PISA.ipn.uni-kiel.de/beispielaufgaben.html>

sches Stirnerunzeln“. Als Beispiel werde ich an dieser Stelle nur zwei Teilfragen zur Ozonproblematik hinterfragen. Auch auf den Beispielsfragen steht ein Copyright, so dass die Originalfragen in dieser Arbeit nicht abgedruckt werden; die Fragen sind aber leicht im Internet nachzulesen. Zunächst werden die Probanden durch einen Infotext in die Ozonproblematik eingeführt. Anschließend werden mehrere Fragen formuliert, die zu beantworten sind. Schüler, die über eine fundiertere naturwissenschaftliche Grundbildung verfügen, werden derartige Aufgaben vermutlich lösen. Allerdings gibt es kritische Anmerkungen. Einerseits ist die naturwissenschaftliche Tradition und der Unterricht an deutschen Schulen anders als in anderen Ländern. So bezieht sich die erste Teilfrage auf Formalismen der Chemie. Die Probanden sollen die Entstehung des Ozons auf der Teilchenebene nachvollziehen und wiedergeben. Hier muss man wissen, dass im Chemieunterricht beispielsweise in NRW-Gymnasien in der Klasse 7 aus didaktischen Gründen nur auf der Stoffebene gearbeitet wird<sup>5</sup>. Erst in der 9. Klasse wird die Teilchenebene eingeführt und die Schüler arbeiten auch stöchiometrisch. Die Frage nach Atom oder Molekül aus zwei oder drei Atomen ist trivial – wenn man denn die Teilchenebene im Unterricht schon erreicht hat. Bei dieser Frage in einer PISA-Studie hätten die deutschen Schüler vermutlich sehr schlecht abgeschnitten. Dies aber nicht, weil unsere Ausbildung schlecht ist, sondern weil unsere Ausbildung in Deutschland nach anderen fachdidaktisch begründeten Maximen funktioniert!

Auch die zweite „Ozon“-Frage („Welche Krankheit kann durch erhöhte UV Strahlung entstehen“) ist sicherlich interessant, aber das Ozonloch existiert (vielleicht) in den Vorstellungen der ökologisch gebildeten Bevölkerung, ist indes für fünfzehnjährige deutsche Lernende relativ irrelevant – und ein Bezug Ozonloch/Hautkrebs erschließt sich nicht von selbst! Die reale Bedrohung des Ozonlochs beispielsweise in der südlichen Hemisphäre lässt dagegen vermuten, dass die Gefahren des Ozonlochs dort bereits im Kindergarten besprochen werden.<sup>6</sup>

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass eine umfassende Analyse der naturwissenschaftlichen Aufgaben im PISA-Test nicht möglich ist, aber schon das Ozon-Beispiel macht deutlich, dass bezweifelt werden kann, ob das, was da abgefragt wurde, mit dem, was in der Schule aktuell gelehrt wird, eine große Schnittmenge hat!

<sup>5</sup> „Im Bundesland Nordrhein-Westfalen beginnt der Chemie-Unterricht am Gymnasium mit der Klasse 7 und findet zweistündig pro Woche statt. Inhaltlich ist er phänomenologisch orientiert. In der Klasse 8 fehlt das Fach Chemie in der Stundentafel. Ab der Klasse 9 schließt sich ein systematischer Chemieunterricht an, der im letzten Teil der Klasse 10 themenorientiert die organische Chemie behandelt.“ [www.muenster.org/uiw/fach/chemie/didaktik/richtlinien/nw1sek1.htm](http://www.muenster.org/uiw/fach/chemie/didaktik/richtlinien/nw1sek1.htm)

<sup>6</sup> An dieser Stelle sei erwähnt, dass auch für andere naturwissenschaftliche Musteraufgaben bereits Fehler in der Fragestellung verdeutlicht worden sind, beispielsweise beim Fragenkomplex „Tageslicht“, vgl. Nikolas (2004) in [http://www.skh.de/phorum/read.php?f=8&i=70&t=70#reply\\_70](http://www.skh.de/phorum/read.php?f=8&i=70&t=70#reply_70)

## Bildungsziele des PISA-Tests – und unserer Lehrpläne

Es ist daher opportun zu hinterfragen, worauf sich die naturwissenschaftlichen Fragen in der „PISA-Studie“ beziehen. Es sollte vorab angemerkt werden, dass die humanistische Tradition unser Bild von Bildung prägte und wohl immer noch prägt. Diese berücksichtigt die Naturwissenschaften aber kaum. *„Auf die Spitze getrieben wird diese Denkweise, die Bildung eher mit Geisteswissenschaften assoziiert als mit Naturwissenschaften, vom Anglisten Dietrich Schwanitz, bekannt durch seinen Bestseller „Der Campus“. Er definiert Bildung folgendermaßen: „Sozialer Konsens ist, das für Bildung zu halten, was man nicht fragen darf. Man darf unter gebildeten Menschen nicht fragen, wer Molière ist, oder man blamiert sich schrecklich. Man darf aber ruhig nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik fragen, ohne als Banause zu gelten. Naturwissenschaften sind traditionell nicht Teil der Bildung...“* (Fiedler & Sandmeyer 1999, zitiert aus Gräber & Nentwig 2002, S. 10).

Dem gegenüber steht die weltweite Überzeugung, dass Naturwissenschaften unverzichtbares Bildungsgut darstellen. „Es herrscht weltweit Übereinstimmung, dass unsere Gesellschaften, unabhängig von vorhandenen kulturellen Unterschieden, naturwissenschaftlich gebildete Bürger brauchen.“ (a.a.O., S. 7).

In der „PISA-Studie“ mussten sich die Testfragen in den Naturwissenschaften auf eine internationale Basis beziehen. Als Grundlage diente hierbei die Gedankenführung der SCIENTIFIC LITERACY (Baumert et al. 2001, Gräber et al. 2002). Insbesondere in der angelsächsischen Literatur gibt es eine große Gruppe von Wissenschaftlern, die Scientific Literacy als Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts ansehen (Gräber & Nentwig 2002). Zwar wurde der Begriff, den man mit „naturwissenschaftliche Grundbildung“ übersetzen könnte, bereits 1952 erstmalig benutzt (vgl. Gräber & Nentwig, 2002: 11), aber detaillierte Begriffsbestimmungen wurden erst Mitte der Neunziger Jahre in den USA gegeben (z.B. durch die National Science Education Standards, vgl. Gräber & Nentwig, 2002: 11). Seit Ende der Neunziger Jahre erhält die Scientific Literacy auch in Deutschland Einzug als Ziel für eine allgemeine naturwissenschaftliche Bildung (z.B. BLK 1997, Fischer 1998). Die Scientific Literacy umfasst Wissen, Handeln und Bewerten. Ihre Ziele (vgl. Millar 1996, Gräber et al. 2002), sind

- Ausbildung einer naturwissenschaftlichen Kompetenz, die zum Selbst- und Weltverständnis beiträgt
- Schulung des Intellekts in naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen
- Sicherung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses.

Weitere Informationen zu Scientific Literacy finden sich bei (Bybee 2002), eine kritische Auseinandersetzung liefert Shamos (2002). Aber ohne an dieser Stelle weiter ins Detail zu gehen, kann gesagt werden, dass das Literacy Konzept pragmatisch ist und unmittelbar auf Anwendung des Wissens zielt. Überdies ist es gekop-

pelt mit einem Kompetenzstufenmodell, das als Referenz für Aufgabenkultur und Klassenarbeiten dienen kann (vgl. Gräber & Nentwig, 2002, Bybee 2002): (STL: Scientific and Technologic Literacy).

- Nominale STL: (Wissen auf einfache Fakten beschränkt, Naive Theoriebildung)
- Funktionale STL: (Wissensanwendung in engem Bereich)
- Konzeptionelle STL: Verstehen von Begriffen und Prinzipien (Konzepten), Verstehen von Denk- und Arbeitsweisen, situationsgerechte Anwendung des Wissens in Prozessen (z.B. Planung eines Experiments)
- Multidimensionale STL: Vernetzung, starke Entwicklung im Verstehen von Konzepten und Prozessen, so dass Beziehungen zur Geschichtlichkeit, zu anderen Disziplinen, zu Kultur und Gesellschaft hergestellt werden können.

Es war nur folgerichtig, die Scientific Literacy und das Kompetenzstufenmodell als Grundlage für die vier Kompetenzbereiche bei der PISA-Testkonzeption auszuwählen (Spörhase-Eichmann & Ruppert 2004):

- Kennen und Verstehen zentraler Konzepte
- Untersuchungsmethoden und Denkweisen
- Vorstellungen von Besonderheiten und Grenzen der Wissenschaft
- Vorstellungen und Einstellungen zu den Beziehungen zwischen Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft

Diese Konzeption von Testaufgaben auf der Basis einer naturwissenschaftlichen Grundbildung führt zur Beurteilung unserer Schülerinnen und Schüler. Ist diese Konzeption aber auch das, was der aktuelle naturwissenschaftliche Unterricht anhand seiner Lehrpläne vorsieht? Was beinhalten unsere „Lehrpläne“, die Rahmenrichtlinien für das Fach Naturwissenschaft oder die Fächer Biologie, Chemie und Physik? Die umfassende Analyse der Rahmenrichtlinien aller 16 Bundesländer für alle Schulformen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Exemplarisch haben Gräber & Nentwig (2002, S. 14f) einige Lehrpläne aufgelistet und wähen interessante Parallelen: *„Die Lehrpläne für Chemie am Gymnasium im Lande Schleswig-Holstein sehen den Beitrag eines Schulfachs zum Umgang mit den Kernproblemen unserer Zeit in der Bereitstellung bestimmter Kompetenzen.“* (a.a.O. 2002, S.15). Aufgelistet werden dann Fach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz – sicherlich wichtige Dinge, aber wohl kaum als Kompetenzen im Sinne der Scientific Literacy zu verstehen. Als weiteres Beispiel habe ich die Lehrpläne für die Gesamtschule: Naturwissenschaften NRW (MSWWF 1999) ausgewählt, da diese zeitnah mit dem PISA-Test veröffentlicht wurden.

Einige Ziele lauten:

Die Schüler sollen lernen,

- die besonderen Strukturen der Naturwissenschaften zu verstehen, sich mit ihren Inhalten auseinanderzusetzen und ihre Modelle, Theorien und Methoden anzuwenden.
- ihre Beobachtungs- und Einsichtsfähigkeit auszubilden und dabei zu erkennen, dass Beobachten selektives Wahrnehmen ist.
- die wichtigsten naturwissenschaftlichen Messmethoden und Nachweisverfahren anzuwenden sowie deren Reichweite und deren Zuverlässigkeit zu erkennen und zu beurteilen.
- wie die Naturwissenschaften Eingang in berufliche Tätigkeitsfelder gefunden haben und zunehmend finden werden.

Inhaltlich sind die Bildungsziele unserer Lehrpläne ähnlich denen der Scientific Literacy (siehe oben), wenngleich letztere durch griffigere Formulierungen auffälliger sind. Aber auffällig ist auch, dass ein unmittelbarer Bezug im Rahmen eines Kompetenzstufenmodells nicht zu erkennen ist. Unsere Lehrpläne sprechen von Qualifikationen (hier eine verkürzte Darstellung):

Die Schüler sollen

- durch naturwissenschaftliche Einsichten das eigene Weltbild differenzieren.
- im Alltag als Verbraucher oder Produzent naturwissenschaftliches Wissen berücksichtigen.
- sich umweltgerecht verhalten und handeln.

Die Unterschiede zwischen den Kompetenzstufen der Scientific Literacy und den Qualifikationen unserer Lehrpläne sind offensichtlich. Auf den Punkt gebracht: Die Testkonzeption PISA beruht auf Scientific Literacy mit seinem Kompetenzstufenmodell. Dieses Konzept ist in den deutschen Lehrplänen kaum, in den Köpfen der Lehrer wohl fast gar nicht manifestiert. PISA ist also ein Test auf der Grundlage einer momentan international weitgehend anerkannten naturwissenschaftlichen Grundbildung! Die „PISA-Studie“ zeigt also lediglich, wie der Bildungsstand der deutschen Neuntklässler in Bezug auf die Scientific Literacy und im Vergleich zu Schülern anderer Länder ausgebildet ist. In diesem Zusammenhang fallen mir drei Fragen ein:

- Reicht die Kompetenz einer mehr oder minder kleinen Gruppe mehr oder minder willkürlich ausgewählter Wissenschaftler aus, um mehr oder minder willkürlich „Internationale naturwissenschaftliche Grundbildung“ zu definieren?
- Ist es nicht merkwürdig, dass man in Deutschland Tests durchführen lässt, die sich offensichtlich nicht unmittelbar auf unsere Bildungsziele beziehen?
- Ist es nicht unfair, wenn aufgrund derartiger Tests unsere Lehrer und Schüler mit Häme und Schelte überzogen werden?

Kann also die „PISA-Studie“ im Bereich der Naturwissenschaften als Indiz dafür gelten, dass der naturwissenschaftliche Unterricht an deutschen Schulen verbesserungswürdig ist? Bedenkt man, dass die Wissenschaftlichkeit der PISA-Studie eingeschränkt ist und bedenkt man weiterhin, dass diese Studie auf das an deutschen Schulen kaum vorhandene Konzept der Scientific Literacy beruht, so darf die Aussagekraft der „PISA-Studie“ im Bereich Naturwissenschaft ernsthaft bezweifelt werden. Die „PISA-Studie“ zeigt lediglich, dass die naturwissenschaftliche Bildung an deutschen Schulen im Sinne der Scientific Literacy verbesserungswürdig ist.

In diesem Zusammenhang könnte man hinterfragen, inwieweit es Sinn macht, Scientific Literacy (die „naturwissenschaftliche Grundbildung“) in die deutsche Bildungstradition und in die Schulen zu integrieren. Shamos (2002) zeigt in bedrückender Präzision, dass der Versuch, Scientific Literacy zum Bildungsstandard zu machen, ein Mythos bleiben muss. Aber: Durch medialen Wettbewerb-Nonsense gepuscht, werden Schulen, Lehrer und Schüler von panisch-politischem Pragmatismus überrollt. Scientific Literacy findet rapiden Einzug in die deutschen Lehrpläne, so beispielsweise in die curriculären Vorgaben für die Hauptschule 5/6 (Naturwissenschaften, Niedersachsen, 2004), oder in den Rahmenrichtlinien zur integrativen Gesamtschule der Schuljahrgänge 5-10 (Naturwissenschaften Niedersachsen, 2005).<sup>1</sup>

## Berufsfeld: Naturwissenschaft

Meine erste Frage in der Einleitung lautete: Ist die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland verbesserungswürdig? Aufgrund der PISA-Studie kann man nur ein kräftiges „kann schon sein“ ausrufen; zu offensichtlich sind die Unwägbarkeiten dieser Studie.

Aber jenseits der Diskussionen über den Sinn naturwissenschaftlicher Bildung gibt es einen Maßstab, der wohl allgemein anerkannt ist: die Berufsfähigkeit<sup>7</sup>.

In diesem Zusammenhang kann man hinterfragen, ob die naturwissenschaftliche Schulbildung in Deutschland die „fitness“ der jungen Leute für naturwissenschaftliche oder technische Studiengänge fördert. Der Begriff „fitness“ ist ein biologischer Begriff: Seit Darwins „survival of the fittest“ steht dieser Begriff für so etwas wie „Tüchtigkeit, Fähigkeit“. Er umschreibt aber auch unser Anliegen:

Dass deutsche Schüler bei PISA im Sinne der Scientific Literacy schlecht abschneiden, ist ja nur ein Aspekt unserer Schulbildung – und sicherlich nicht der wichtigste. Die Förderung in Hinblick auf eine gute Berufs- und Studiausbildung ist die andere, wesentliche Seite. Ist unsere Schulausbildung gut genug, um den wissenschaftlich technischen Nachwuchs entsprechend vorzubereiten? Auch hier

<sup>7</sup> Das Niedersächsische Schulgesetz beispielsweise schreibt u.a. „Die Schülerinnen und Schüler sollen fähig werden, (...) sich im Berufsleben zu behaupten und das soziale Leben mitzugestalten“ <http://www.schule.de/nschg/nschg/nschg1.htm>



steht eine umfassende Analyse aus und würde auch den Rahmen und die Intention dieser Arbeit sprengen. Hervorheben werde ich allerdings zwei Alarmsignale.

## **Alarmsignal: Nachlassendes Interesse**

Zum „Fit sein“ in Naturwissenschaft gehört Interesse an Naturwissenschaften. Untersuchungen zeigen aber, dass das Interesse an Biologie im Laufe der Sekundarstufe I nachlässt. *„The pupils' interest in animals rep. plants decreases over the span of the 5th to the 10th grade....Interest in animals is above interest in plants in all grades...“* (Finke et al. 1998): Ähnliche Hinweise auf nachlassendes Interesse existieren für Physik und Chemie in der Schule (vgl. Reinhold & Bündler 2001).

Dies ist im Übrigen kein deutsches Problem. So belegen die Hälfte aller High-school-Schüler nach der 10. Klasse keine naturwissenschaftlichen Fächer mehr (Towbridge & Bybee, 1986). Ausgehend von norwegischen Daten ruft Sjöberg (1997) aus: *„Die norwegischen Daten zeigen zurückgehende Fachwahlen vor allem in Physik, und wir stehen im gesamten naturwissenschaftlich-technischen Bereich vor einer Krise in der Nachwuchsrekrutierung. Ähnliche Trends sind in vielen OECD-Ländern zu erkennen.“*

Aber: Spiegelt sich dieses nachlassende Interesse für Naturwissenschaften auch in der Studienwahl wider? Vorhandenes Zahlenmaterial ist meist zu allgemein. So werden beispielsweise in den offiziellen Statistiken der Bundesregierung<sup>8</sup> nur relativ grobe Cluster gebildet „Mathematik, Naturwissenschaften“ oder „Ingenieurwissenschaften“. Diese Gruppierungen mögen traditionell bedingt sein, lassen aber detaillierte Aussagen über das Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen nicht wirklich zu. Zumal die Mathematik mit Naturwissenschaften nur insofern zu tun hat, als dass jene der Naturwissenschaft mitunter als Sprache dient. Fokussiert man dagegen auf einige naturwissenschaftlich-technische Studiengänge, so kann das Interesse an bestimmten Studiengängen deutlich gemacht werden. Hierzu haben wir exemplarisch den Zahlenspiegel der RWTH Aachen (Hötte & Kaußen 2005) analysiert, da die RWTH Aachen im Bereich der Ingenieurwissenschaften in Deutschland einen herausragenden Ruf besitzt (vgl. Hochschul-Ranking 2004, Focus Heft 43, 2004) und daher als Beispiel besonders geeignet erscheint.

Die Zahl der Studierenden im ersten Studienfach zeigt in den verschiedenen Fächern teils kräftige Schwankungen (Tab. 1). So reduzierte sich die Studierendenzahl beispielsweise im Fach „Maschinenbau“ von 8163 im WS 90/91 auf 4451 im WS 00/01, und war auch im WS 04/05 mit 5625 rund ein Drittel geringer als vor 15 Jahren!

Innerhalb der „klassischen“ Naturwissenschaften Physik und Chemie (vgl. Abb. 1) sank die Zahl der Fachstudierenden in den letzten Jahren dramatisch. Aktuell

<sup>8</sup> <http://www.destatis.de/basis/d/biwiku/hochtab4.php>

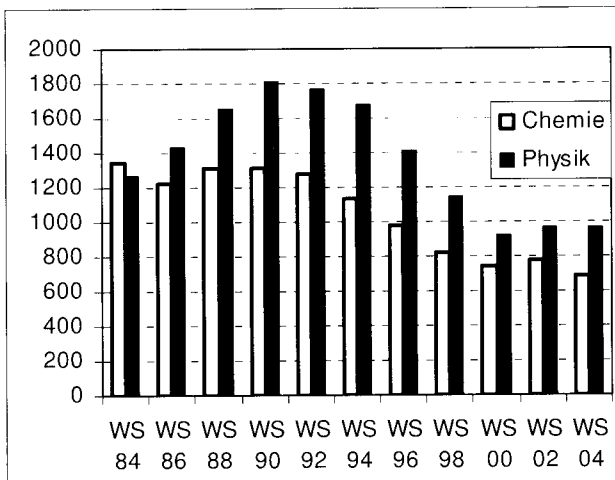
studieren nur noch knapp 700 Personen Chemie, während Anfang der neunziger Jahre dieses Fach noch mehr als 1200 Studierende belegt hatten. Auch die angehenden Physiker pendeln inzwischen seit Jahren konstant unter 1000, während dieses Fach Anfang der Neunziger Jahre fast doppelt so viele Personen studiert haben.

**Tab. 1: Studierende im ersten Studienfach der ersten Studiengangkombination. (Quelle: Hötte & Kaußen 2005) an der RWTH Aachen.**

Fach/Jahr	WS 84/85	WS 86/87	WS 88/89	WS 90/91	WS 92/93	WS 94/95	WS 96/97	WS 98/99	WS 00/01	WS 02/03	WS 04/05
Biologie	766	756	747	793	799	776	757	734	745	854	920
Chemie	1345	1225	1308	1314	1281	1133	976	827	741	782	692
Physik	1266	1438	1656	1810	1769	1673	1408	1142	918	971	970
Bauingenieur	1997	1742	1592	1746	2187	2445	2619	2462	1814	1417	1131
Maschinenbau	6548	7267	7942	8163	8021	7121	5843	5038	4451	4883	5625
M+WST <sup>a1)</sup>	901	956	1016	1102	1082	971	766	646	539	519	612

<sup>a1)</sup> Metallurgie und Werkstofftechnik

**Abb. 1: Studierende im ersten Studienfach der ersten Studiengangkombination. (Quelle: Hötte & Kaußen 2005).**



Das Interesse am Studium naturwissenschaftlich-technischer Fächer hat offenbar nachgelassen. Aber keine Regel ohne Ausnahme: Die Zahl der Biologie-Studierenden ist bis zum WS 01/02 relativ konstant geblieben, und ist in den letzten Jahren durch die Einrichtung neuer Fachrichtungen sogar zunehmend (vgl. Tab. 1).

Hier muss man wissen, dass Biologie ein Numerus clausus-Fach ist. Das Beispiel Biologie zeigt, dass zumindest das Interesse an einzelnen naturwissenschaftlichen Studiengängen offenbar ungebrochen ist!

## Alarmsignal: Nachlassende Absolventenzahlen

Die Studierendenzahlen geben Aufschluss über das Interesse an einem naturwissenschaftlichen Studium. Wie sieht es aber mit der Zahl derjenigen aus, die ein derartiges Fachstudium erfolgreich absolvieren?

Die absoluten Zahlen der letzten zehn Jahre (vgl. Tab. 2) verdeutlichen, dass in allen Fächern die Zahl der Absolventen dramatisch sinkt. 46 „fertige“ Physiker im Studienjahr 2003 sind gegenüber etwa 160 – 180 Absolventen in den neunziger Jahren erschreckend wenig. Diese abnehmenden Absolventenzahlen zeigen die erste Konsequenz aus dem nachlassenden Interesse an Naturwissenschaften: es gibt weniger Absolventen der naturwissenschaftlichen Fachstudiengänge, es gibt weniger hoch qualifizierte Arbeitskräfte!

**Tab 2: Absolventen (als Personen, ohne Promotionen und Habilitationen) an der RWTH Aachen (Quelle: Hötte & Kaußen 2005)**

Fach/Jahr:	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
Biologie	66	59	64	74	84	60	60	68	63	49	40	42	49
Chemie	80	92	76	97	109	72	67	48	49	34	40	28	41
Physik	162	159	169	183	184	128	145	90	89	68	60	46	58
Bauingenieur	129	124	148	114	148	194	197	192	199	221	159	159	149
Maschinenbau	839	802	826	860	795	766	628	499	483	378	287	320	356
M+WST <sup>a)</sup>	90	84	97	99	91	80	82	64	48	46	48	42	33

<sup>a)</sup> Metallurgie und Werkstofftechnik

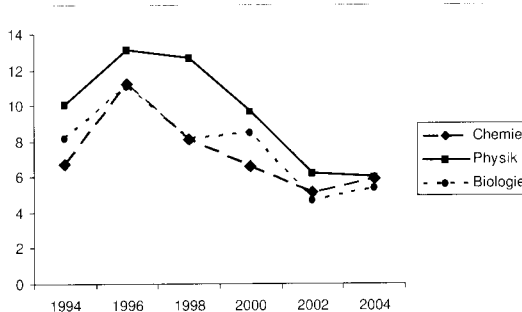
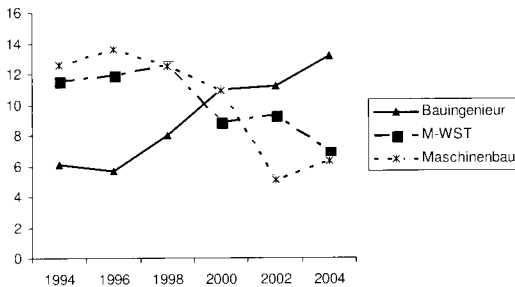
Interessant ist zudem die Absolventen-Relation, bei der man den prozentualen Anteil der Absolventen zur Gesamtstudierendenzahl eines Faches berechnet.<sup>9</sup> Eine Absolventen-Relation von 10 bedeutet beispielsweise, dass 10% aller Studentinnen und Studenten eines Faches in einem gegebenen Studienjahr ihren Abschluss geschafft haben. Die Absolventen-Relation ist unabhängig von den absoluten Zahlen und ein geeignetes Maß für die Fähigkeit der Studierenden zur Bewältigung der Anforderungen ihres Faches. Bei gleich bleibenden Anforderungen im Fach und gleich bleibender „Studentenqualität“ ist zu erwarten, dass die Absolventen-Rela-

<sup>9</sup> Besonders aussagekräftig wäre in diesem Zusammenhang, wie viel Prozent der Studienanfänger eines bestimmten Jahres und eines bestimmten Faches den Studienabschluss schaffen. Die hierzu erforderlichen Daten waren aber nicht einsehbar.

tion in etwa gleich bleibt. Eine Abnahme an Studienanfängern, wie es sich aus Tab. 1 ergibt, müsste kurzfristig zu einem Anstieg der Absolventen-Relation führen (weil ja im Verhältnis nun mehr Studierende „fertig“ werden). Wird die Absolventen-Relation dagegen kleiner, so bedeutet dies, dass der prozentuale Anteil der Absolventen zur Gesamtstudienzahl eines Faches kleiner wird, m.a.W.: prozentual weniger Studierende „schaffen“ ihr Studium! Die Absolventen-Relation wurde für unsere sechs Beispielfächer der RWTH Aachen für einige Jahre berechnet (vgl. Abb. 2).

Auffällig ist, dass im Bauingenieurwesen die Absolventen-Relation von 8 auf 14 ansteigt – in Bezug auf die Gesamtstudierendenzahl schafften in diesem Fach im Studienjahr 2004 und im Vergleich zum Jahr 1994 prozentual nahezu doppelt so viele Studierende ihr Studium. In absoluten Zahlen stünden sich 148 zu 159 Personen gegenüber (vgl. Tab. 2), und erst der Blick auf die Gesamtstudierendenzahl (vgl. Tab. 1) verdeutlicht, warum die Studierenden im Bauingenieurwesen eine positive Entwicklung ihrer Absolventen-Relation aufweisen: die Zahl der Studierenden im Bauingenieurwesen sinkt dramatisch!

**Abb. 2: Entwicklung der Absolventen-Relation in sechs Studienfächern an der RWTH Aachen.**



Ermittelt wurde die Absolventen-Relation als prozentualer Anteil der Absolventen zur Gesamtstudierendenzahl des jeweiligen Faches und Studienjahres aus den Zahlen der Tab. 1 und Tab. 2.

Bei allen übrigen Fächern ist die Entwicklung der Absolventen-Relation degressiv (vgl. Abb. 2). Ein Absinken der Absolventen-Relation von über 12 auf 6 (vgl. Maschinenbau oder Chemie) trotz sinkender Gesamtstudierendenzahlen ist alarmierend. Es gibt also nicht nur weniger Absolventen in den naturwissenschaftlichen Studiengängen aufgrund des nachlassenden Interesses. Zudem scheinen – wie die Absolventen-Relationen implizieren – prozentual immer weniger Studierende ihr Studium zu meistern! Mangelhafte Berufsaussichten als Motivationshemmnis sind in Fächern wie Maschinenbau auszuschließen. Ebenso unwahrscheinlich ist, dass alle diese Fächer in den letzten Jahren ihre Anforderungen drastisch erhöht haben. Sind also die Zahlen in Abb. 2 ein Indiz dafür, dass die Studierenden immer öfter den naturwissenschaftlichen Anforderungen im Studium nicht mehr gewachsen sind?

## Wie kann der naturwissenschaftliche Unterricht verbessert werden?

Die Alarmsignale sind lediglich Einzelbeispiele – Fallstudien – die auf ihre Allgemeingültigkeit hin verifiziert werden müssten. Insgesamt aber ergeben sich relativ viele Indikatoren:

- schlechtes Abschneiden unserer Schüler im PISA-Test im Sinne der Scientific Literacy
- nachlassendes Interesse an Naturwissenschaften in der Schule
- nachlassendes Interesse an (einigen) naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen (Beispiel: RWTH Aachen)
- abnehmende Zahl von Absolventen in einzelnen Studiengängen (Beispiel (RWTH Aachen))
- zunehmende Überforderung der Studierenden durch die Anforderungen in naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen (Maß: Absolventen-Relation)

Man könnte nun mit Shamos (2002, S. 57) argumentieren, der schreibt: *„Die USA z.B. bringen einige der besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Welt hervor, sie tun dies jedoch mit der wahrscheinlich schlechtesten vor-universitären naturwissenschaftlichen Ausbildung aller modernen Industrienationen.“* Und weiter: *„Es muss daher Faktoren außerhalb der vor-universitären naturwissenschaftlichen Bildung geben, die für das Heranbilden solcher Top-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler verantwortlich sind.“*

Auch in Deutschland haben, und werden wir auch zukünftig vortrefflich ausgebildete Menschen haben. Dennoch: Die „neoliberale“ Argumentation im Sinne Shamos (a.a.O.) überlässt die naturwissenschaftliche Bildung des Einzelnen mehr oder minder dem Zufall. Darum kann es nicht gehen. Wir brauchen einen naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule, der möglichst vielen Schülerinnen und

Schülern zumindest eine Chance auf grundlegende naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht und damit zugleich auf Beruf und Studium in naturwissenschaftlich-technisch orientierten Fächern vorbereitet!

Dass die naturwissenschaftliche Grundbildung, die Scientific Literacy, mittlerweile in einigen Rahmenrichtlinien auftaucht, mag als erfreulich interpretiert werden oder nicht – ich wage die Behauptung, dass derartige metakognitive Theoriegebilde den naturwissenschaftlichen Unterricht weder besser oder schlechter machen!

Es ist meine feste Überzeugung, dass insbesondere drei Forderungen erfüllt sein müssen, um naturwissenschaftlichen Unterricht zu verbessern.

- Natur muss erlebt werden!
- Natur muss ganzheitlich verstanden werden!
- Natur muss gelernt werden!

Diese Punkte bedürfen einer Erläuterung, mitunter einer Begründung. Zudem ist ein Bezug unerlässlich, ob und inwieweit die Bildungsreformen in dieser Richtung vorangeschritten sind.

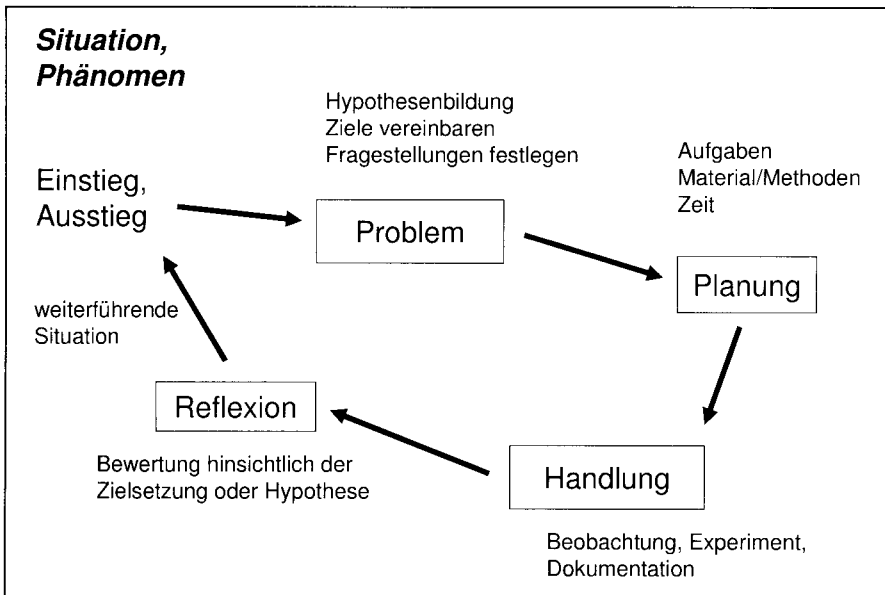
### **Forderung 1: Natur muss erlebt werden!**

Die Regale biegen sich unter der Last an Büchern, die eine Lanze für das „Lernen am Phänomen“ brechen. Diese „Erlebnisorientierung“ manifestiert sich in Begriffen wie „Exemplarisches Lernen“ – „Entdeckendes Lernen“ – „Montessoripädagogik“ – „Handlungsorientierung“ – „Projektorientierung“ – „Schulgarten“ – „Experimente“ – „Untersuchungen“ – „Exkursionen“ – „Objektorientierung“ (vgl. Berck 2003, Eschenhagen et al. 2003, Graf 2004, Gudjons 2000, Killermann 2005, Meyer 2004, Pütz 2007).

Bildungstheoretische Grundlage sind insbesondere die zunehmenden Kenntnisse zum Konstruktivismus (vgl. Spörhase-Eichmann & Ruppert 2004, dort auch weitere Literatur). Im Kern kann man Konstruktivismus vielleicht mit folgender Aussage konturieren: Lernende konstruieren aktiv ihr eigenes Wissen, indem neues Wissen mit den vorhandenen Wissensstrukturen und dem situativen Kontext verknüpft wird. Eine „einfache „Übernahme“ des Wissensgegenstandes vom Lehrenden ist zu passiv, das Wissen wird auf der Grundlage individueller Erfahrungen aktiv konstruiert. Dies schließt rezeptive Phasen nicht aus; diese sollten aber in einem guten Unterricht durch Phasen unterbrochen sein, in denen der Lernende denkend und handelnd am Unterrichtsgeschehen beteiligt ist.

Es besteht weitgehend Konsens (vgl. Pütz & Geissler 2005) in der Auffassung, dass naturwissenschaftlicher Unterricht Elemente wie „Exemplarität“, „Problemorientierung“ und „Handlungsorientierung“ beinhalten sollte. Daraus ergibt sich ein naturwissenschaftliches Unterrichtsschema (vgl. Abb. 3), das bei konsequenter Anwendung den Unterricht strukturiert und die Lernenden sinnvoll instruiert, bei

**Abb. 3: Naturwissenschaftliches Unterrichtsschema beim situativen Lernen**



der Bearbeitung naturwissenschaftlich sinnvoll, also hypothetisch-deduktiv vorzugehen.

Diese theoretischen Ansätze werden inzwischen pragmatisch in Rahmenrichtlinien übernommen. So listen die Rahmenrichtlinien zur Integrierten Gesamtschule 5–10, Naturwissenschaften, in Niedersachsen<sup>1</sup> alle in Abb. 3 aufgeführten Schritte auf.

Nun, die Vorschläge zur Durchführung eines handlungsorientierten Unterrichts sind vielfältig und erstrecken sich über viele Themenbereiche innerhalb der Biologie, Chemie und Physik (vgl. Literaturangaben bei Pütz & Geissler 2005), dies soll an dieser Stelle nicht näher ausgeführt werden. Interessant ist aber zu erfahren, inwieweit derartige Prinzipien im Unterricht schon Eingang gefunden haben. Für die Biologie hat der Verband deutscher Biologen die Zahlen einer Umfrage bekannt gegeben (Weigelt & Grabinski 1996, zitiert nach Berck 2003, S. 117). Danach weisen 50% aller Lehrer ihren Unterrichtsanteil an Experimenten und Untersuchungen mit unter 10% aus. Weitere 40% der Lehrer stufen den Unterrichtsanteil an Experimenten und Untersuchungen auf 10-20% ein.

Offenbar ist in Bezug auf „Handlungsorientierung“ und der Forderung „Natur muss erlebt werden“ im naturwissenschaftlichen Unterricht noch viel zu tun.

## Natur muss ganzheitlich verstanden werden!

Noch vor wenigen Jahren waren die Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I zergliedert in die Nebenfächer Biologie, Chemie und Physik. In den Haupt- und Realschulen sowie den Gesamtschulen werden aber die Naturwissenschaften zunehmend integrativ dargestellt (vgl. Huber 2001).

Dieser INU (Integrative Naturwissenschaftliche Unterricht) wurde in letzter Zeit vielfach gefordert, und ist wohl auch international im Trend (vgl. Dubs 2002).<sup>10</sup>

Der Einsatz eines Unterrichtsfachs „Naturwissenschaft“ wurde und wird bereits erprobt (vgl. Reinhold & Bündler 2001, BLK 1997). Man erhofft sich, dass z.B.

- die Akzeptanz und die Wertschätzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer zunimmt,
- das konzeptionelle Verständnis und das Verständnis naturwissenschaftlichen Arbeitens und Argumentierens zunimmt,
- die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen besser verstanden werden.

Der BLK-Modellversuch PING (Praxis integrativer naturwissenschaftlicher Grundbildung, BLK 1997) hat in dieser Richtung bereits wesentliche Impulse zur Konstitution eines neuen Faches 'Naturwissenschaft' gegeben (vgl. BLK 1997, zusammenfassend bei Reinhold & Bündler 2001). Bei den Wirkungen des Unterrichts nach PING lässt sich offenbar belegen, dass Motivation und grundlegende Fähigkeiten gefördert werden.

Eine konkrete Umsetzung findet sich beispielsweise in den Rahmenrichtlinien der Integrativen Gesamtschule 5-10 in Niedersachsen.<sup>1</sup>

In diesen Richtlinien werden drei Stufenthemen unterschieden, in denen je acht verbindliche Rahmenthemen vorgegeben sind. Insgesamt ergeben sich für die drei Stufen (5/6; 7/8; 9/10) 24 verbindliche Rahmenthemen. Um einer willkürlichen Reihung zu entgehen, werden 11 Rote Fäden konstruiert, die sich durch die Stufen und die Rahmenthemen ziehen. Schließlich werden zum Ende jeder Stufe bestimmte Qualifikationsprofile zu den Roten Fäden beschrieben.

Diese naturwissenschaftlichen „Roten Fäden“ lauten: Kreisläufe und Stoffströme – Teilchenkonzept – Elektrizität – Kräfte und Bewegungen – Energie – Stoffe – Entwicklung des Lebendigen – Vielfalt und Ordnung des Lebendigen – Leben als vernetztes System – Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.

In jeder Jahrgangsstufe werden acht verbindliche Rahmenthemen vorgegeben, durch die die „roten Fäden“ führen. Die Rahmenthemen für die Jahrgangsstufe 5/6 lauten beispielsweise „Pflanzen in unserem Leben – Menschen leben mit Tieren –

<sup>10</sup> Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass Schäfer (1998, 2002) auf die Ausweitung der Fächer hinweist. Das Kompetenzstufenmodell im Sinne der Scientific Literacy überschreitet die Grenzen der Fächer zu „Fach-transzendierende Fächern“. Er diskutiert in diesem Zusammenhang den interessanten Aspekt einer Allgemeinbildung als „Lebenskompetenz“, in das auch wichtige naturwissenschaftliche Themenfelder wie Gesundheitskompetenz oder Umweltkompetenz integriert sind (Schäfer 2002). Dieser Ansatz führt unmittelbar in die Primarstufe, in der das ganzheitliche Verständnis der naturwissenschaftlichen Bildung im Perspektivrahmen zum Sachunterricht treffend dargelegt ist (GDSU 2002).



Bau und Leistung unseres Körpers – Luft, Grundlage unseres Lebens – Wasser, Grundlage unseres Lebens – Die Sonne bestimmt den Rhythmus des Lebens – Technische Geräte erleichtern unseren Alltag – Stoffe im Haushalt“.

Schließlich werden für die „Roten Fäden“ Qualifikationsprofile für die Stufen 5/6, 7/8 und 9/10 aufgezeichnet. Diese Kenntnisse müssen also in den verbindlichen Rahmenthemen der jeweiligen Stufen erworben werden. Die Qualifikationsprofile beschreiben hierbei, „*wie weit die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler am Ende einer Stufe entwickelt sein sollen*“ (a.a.O., S. 12): z.B. Qualifikationsprofil für die Stufe 5/6 für den „Roten Faden“: Vielfalt und Ordnung des Lebendigen.

Wissen, welches die Kennzeichen des Lebendigen sind – Morphologische und anatomische Merkmale als Ordnungskriterien für die Einteilung von Lebewesen kennen – Die Zuordnung einzelner Arten zu den Wirbeltierklassen bzw. zu ausgewählten Pflanzenfamilien verstehen – Die Vielfalt der Erscheinungsformen innerhalb einer Art kennen – In der unmittelbaren Umgebung lebende Pflanzen- und Tierarten kennen – Die Vielfalt in der Pflanzen- und Tierwelt und deren Abnahme durch menschliche Einflüsse kennen – Wissen, dass von Giftpflanzen Gefahren ausgehen und Erste-Hilfe-Maßnahmen kennen.

Die Verknüpfung von Rahmenthemen und Roten Fäden erschließt sich bei konkreter Betrachtung: So können beim Rahmenthema „Luft – Grundlage unseres Lebens“ schnell eine Fülle von Verknüpfungspunkten an Rote Fäden erkannt werden, etwa.:

<u>Roter Faden</u>	<u>– Aspekt im Rahmenthema</u>
Teilchenkonzept	– Aggregatzustände
Kräfte und Bewegungen	– Luftdruck und Flugobjekte
Stoffe	– Stoffeigenschaften, Verbrennung
Kreisläufe und Stoffströme	– Fotosynthese, Atmung
Vielfalt des Lebendigen	– Körperbau flugfähiger Tiere
Leben als vernetztes System	– Luftverschmutzung

Innerhalb der konkreten Unterrichtsthemen kann die Erlebnisorientierung, das Handelnde in vielfältiger Form angebracht werden: Nachweis von Kohlenstoffdioxid, Flugversuche mit Diasporen etc.

Es ist dies nicht der Ort, um weiter ins Detail zu gehen, aber es wird deutlich, dass in Bezug auf Ganzheitlichkeit die Bildungsreformer einzelner Bundesländer (z.B. Niedersachsen, NRW, Baden-Württemberg) und in einzelnen Schulformen das System umkrepeln. Es sind viele positiven Aspekte zu erkennen – angebracht sind aber auch drei kritische Anmerkungen:

### **I. Anmerkung: „willkürliche Stoffansammlung“?**

Die Erstellung derartiger „Stoffansammlungen“ folgt keiner gewachsenen Wissenschaftsstruktur, sondern ist das Gedankengebäude einiger weniger. Es gelingt keine systematisch-logische Gliederung, die Auswahl der Themen erscheint beliebig.

### **II. Anmerkung: „Fortbildung und Entlastung für betroffene Lehrer?“**

Die Durchführung eines oben kurz beschriebenen Unterrichts setzt speziell ausgebildete Lehrer voraus. Selbst Lehrer, die als Kombination zwei Naturwissenschaften haben, müssen sich in diese neuen Stoffanordnungen einarbeiten. Kollegen mit nur einer Naturwissenschaft benötigen intensive Fortbildungsmaßnahmen. Idealerweise sollten angehende Lehrer das Unterrichtsfach „Naturwissenschaft“ studieren. Warum wird aber nicht, beispielsweise im Rahmen der Modularisierung in den Bachelorstudiengängen – für die Sekundarstufe I das Studienfach „Naturwissenschaft“ eingerichtet?

### **III. Anmerkung „Nutzen?“**

Das o.a. Zitat zum PING Versuch war noch nicht vollständig:

*„Während also die Denk- und Lernfähigkeiten und die Einstellungen und Interessen durch den PING-Unterricht im Vergleich zum Fachunterricht Biologie, Chemie und Physik intensiv positiv gefördert werden, lässt sich eine derartige positive Wirkung auf den Erwerb fachlicher Grundlagen und Einsichten empirisch bisher nicht belegen.“* (Reinold & Bündler 2001, S. 350; Fettschrift vom Autor eingefügt).

Ein positiver Effekt des naturwissenschaftlichen Unterrichts auf den Erwerb fachlicher Grundlagen lässt sich also nicht ermitteln? Ist also das Umschreiben von Lehrplänen nicht mehr als eine Arbeitsbeschaffungsmaßnahme? Ist die Umorientierung der Lehrer also Arbeit ohne Nutzen? Ist der handelnde Umgang mit Objekten und Themen letztlich doch nur Aktionismus?

### **Forderung: Natur muss gelernt werden!**

Dass der Leistungsaspekt zunehmend in den Fokus gerät, ist an Dingen wie Zentralabitur, Bildungsstandards und Vergleichsarbeiten offensichtlich. Als Naturwissenschaftler stehe ich Dingen wie einem Zentralabitur eher skeptisch gegenüber. Eine derartige nivellierende Planwirtschaft verstärkt wieder den Focus auf klassisch-humanistische Fächer (s.o.) und schränkt vermutlich die Wahlfreiheit der angehenden Abiturienten ein. Es ist zu erwarten – und wird zu untersuchen sein – dass das Zentralabitur in Bezug auf die Wahl naturwissenschaftlicher Fächer und damit auf notwendige akademische Berufsbildung negative Folgen haben wird!

Sehr wohl aber glaube ich, dass man in der Schule auch Lernen einfordern muss. Niemand wird widersprechen, dass man insbesondere in der Chemie und

Physik Basiswissen aufbauen muss, das in den höheren Klassen mit neuem Wissen ausgebaut wird. Aber dieses Rüstzeug wird kaum angelegt. Vergessen ist menschlich – aber warum bleibt so erschreckend wenig hängen?

Ich behaupte, dass dies am **Nebenfachsyndrom** liegt. Das wesentliche Augenmerk der meisten Schülerinnen und Schüler – und deren Eltern – liegt auf den schriftlichen Hauptfächern! In der Rangstufe stehen die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik als “Nebenfächer” weit hinter den Hauptfächern Deutsch, Mathematik und den Fremdsprachen zurück. Die Nebenfächer „laufen“ irgendwie mit, und werden vielfach erst wahrgenommen, wenn sie versetzungsgefährdend sind. Leider gibt es m.W. keine quantitative Untersuchung, die diese subjektive Behauptung stützt. Diese Hierarchie macht sich aber beispielsweise bemerkbar in der Nach- und Vorbereitung der Unterrichtsinhalte oder auch in der Anfertigung der Hausaufgaben.

Der geringere Stellenwert der Nebenfächer führt dazu, dass viele Schülerinnen und Schüler den Stoff nicht gründlich genug erlernen, wodurch schon die Zusammenhänge innerhalb der Einzelfächer zunehmend unverstanden bleiben. Unverstandenes aber ist wenig motivierend, und so ist es nicht verwunderlich, dass das Interesse an den Naturwissenschaften mit zunehmendem Alter stark abnimmt (s.o.). Aber Unterricht kostet pro Stunde 75 € (nach Graf 2004). Eine Schulklasse hat in der Sekundarstufe I etwa 300 h Biologieunterricht, der damit etwa 22.000 € pro Klasse kostet, also 750 € pro Lernenden nur für den Sekundarstufe-I-Unterricht in Biologie – unnötige Geldausgaben?

Es bleibt vermutlich nur eine Möglichkeit, diesem naturwissenschaftlichen Bildungsdilemma zu begegnen: **Durch die Etablierung eines Hauptfachs „Naturwissenschaft“.**

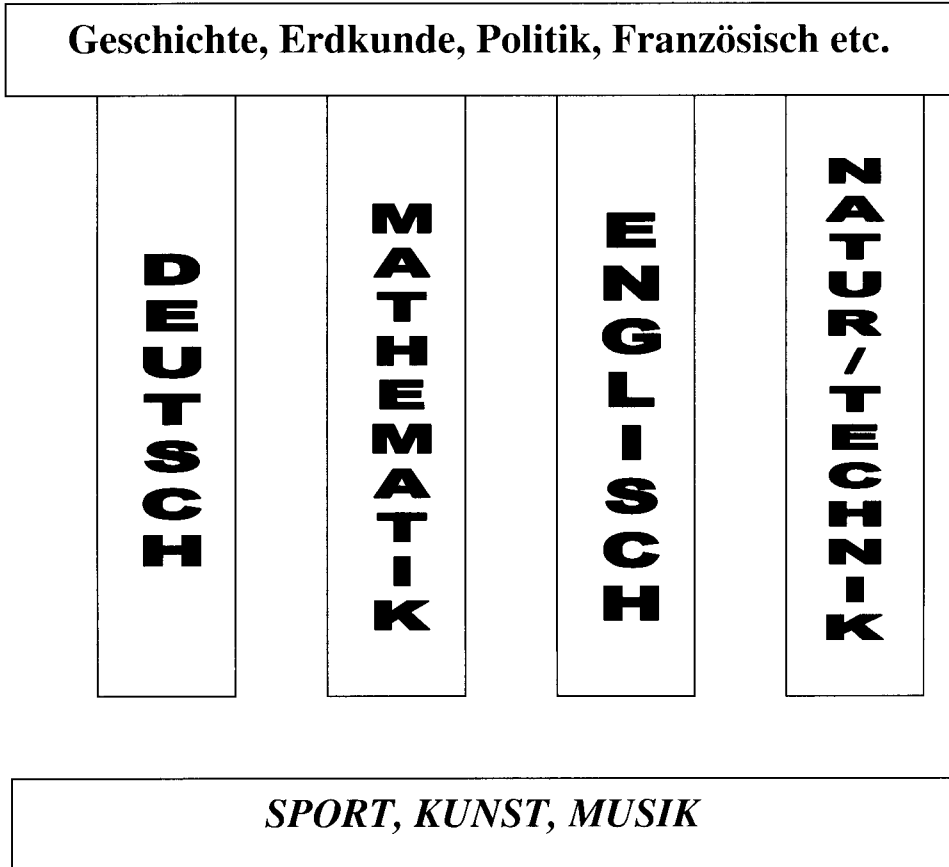
Denkbar wäre eine grundlegende Änderung im Fächerkanon: das „4-Säulen Modell“ (vgl. Pütz 2005, siehe Abb. 4). Ab der 5. Klasse würden 4 Hauptfächer unterrichtet mit jeweils 4–5 Stunden wöchentlich. Diese Hauptfächer wären Deutsch, Mathematik, Englisch und Naturwissenschaft. Diese Grundfächer wären grundlegende Fächer zur Berufsvorbereitung. Es muss betont werden, dass das Denkmodell die naturwissenschaftlich-technische Ausbildung auf Kosten der zweiten Fremdsprache (meist: Französisch oder Latein) stärkt. Dies erscheint aufgrund der inzwischen überragenden Bedeutung des Englischen als Weltsprache gerechtfertigt.

Mit einem derartigen Unterricht wären alle Forderungen zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts erfüllt:

- integrative Darstellung der Disziplinen Biologie, Chemie und Physik, als ganzheitliche Darstellung der Natur
- Anheben des Stellenwerts der Naturwissenschaft
- Zeit für Projektarbeit oder handlungsorientierten Unterricht

Eine Utopie? Das Lehrpersonal muss natürlich entsprechend vorbereitet werden, ansonsten aber gibt es keine unüberwindlichen Schwierigkeiten (vgl. Pütz 2005).

**Abb. 4: Berufsbildende Fächer in der Sekundarstufe I im „4-Säulen-Modell“**



Dies scheint auch der Bildungsplan 2004 des Bundeslandes Baden-Württemberg so zu sehen. Dort wurde die gymnasiale Ausbildung grundlegend verändert. Der Kompetenzerwerb in den Kernfächern Mathematik, Deutsch und Fremdsprachen wird ab der 8. Klasse ergänzt durch ein neues Kernfach NWT (Naturwissenschaft und Technik). Die Einführung folgt zum Schuljahr 2007/2008.<sup>11</sup>

Die Einrichtung eines Kernfachs „NWT“ verdeutlicht jedenfalls, dass die Vorstellung, ein Hauptfach Naturwissenschaft zu etablieren, grundsätzlich auch in Deutschland möglich ist. Vom Kernfach „NWT“ in Baden-Württemberg hin zur Einrichtung eines Hauptfachs „Naturwissenschaft“ ab der fünften Klasse ist es or-

<sup>11</sup> (Vgl. Bildungsserver des Bundeslands Baden-Württemberg, <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/index.html>).

ganisationstechnisch ein verhältnismäßig kleiner Schritt. Dieser Schritt aber bedeutet einen **Paradigmawechsel**, eine Abkehr von der überdimensionierten Sprachorientierung in der deutschen Schulbildung und eine Zuwendung hin zur berufsorientierten Bildung, die die Naturwissenschaften angemessen integriert.

## Zusammenfassung

Der Beitrag fokussiert auf zwei Fragen:

1. Warum ist der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland verbesserungswürdig?

Das schlechte Abschneiden der Schüler in der „PISA-Studie“, kann nur sehr bedingt als Argument verwendet werden. Abgesehen davon, dass die PISA-Studie aufgrund des Copyrights letztlich in ihrer Stimmigkeit nicht überprüft werden kann, basiert die „PISA-Studie“ auf dem Konzept der „Scientific Literacy“ und dessen Kompetenzstufenmodell. Dieses Konzept ist aber bislang nur in Ausnahmefällen Grundlage der Lehrpläne. Die vergleichende internationale Beurteilung von Schülerleistungen auf der Basis eines in Deutschland bislang nicht praktizierten „Grundbildungsansatzes“ erscheint sachlogisch bedenklich. Gravierender als die PISA-Studie ist vielmehr das nachlassende Interesse der Schüler an Naturwissenschaften in der Schule. Erschreckend ist schließlich die abnehmende Anzahl an Studierenden und Studienabsolventen in naturwissenschaftlich-technischen Fächern. Dies wurde exemplarisch dargestellt an Zahlen der RWTH Aachen. Offenbar schafft es der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland nicht, eine genügend große Zahl an Schülerinnen und Schülern für naturwissenschaftliche Studienfächer vorzubereiten. Ungeachtet aller subjektiven Empfindungen zur Qualität schulischer (Aus)bildung ist dies ein quantitatives Indiz dafür, dass der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland verbesserungswürdig ist.

2. Wie kann der naturwissenschaftliche Unterricht verbessert werden?

Es werden drei Forderungen erhoben: Natur muss erlebt werden, Natur muss ganzheitlich verstanden werden und Natur muss gelernt werden. Es wird verdeutlicht, dass die ersten beiden Punkte zunehmend Einzug erhalten in die moderne Schule, ohne allerdings eine entscheidende Verbesserung zu bewirken. Der letzte Punkt („Natur muss gelernt werden“) greift daher das Nebenfachsyndrom des naturwissenschaftlichen Unterrichts auf und führt zur Forderung eines Hauptfachs „Naturwissenschaft“ im „4-Säulen Modell“ schulischer Bildung. Diese Umorientierung in der Fächergewichtung vermindert die in Deutschland überdimensionierte Sprachorientierung und orientiert sich durch die angemessene Integration der Naturwissenschaften an die zentrale Herausforderung der Schule zur Schaffung einer angemessenen Basis zur beruflichen Bildung.

## Literatur

- Baumert J., Lehmann R., Lehrke M., Schmitz B., Clausen M., Hosenfeld I., Köller O., Neubrand J. (1997). TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Leske u. Buderich, Opladen.
- Baumert J., Klieme E., Neubrand M., Prenzel M., Schiefele U., Schneider W., Stanat P., Tillmann K.J., Weiß M. (2001). PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Leske u. Buderich, Opladen.
- Berck K.-H. (2003). Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. UTB.
- BLK (1997). Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, verfasst für die Bund-Länder-Kommission- Projektgruppe „Innovationen im Bildungswesen“ im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie.
- Bybee R. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität. In: Gräber W., Nentwig P., Koballa T., Evans R. (Hrsg.) (2002). Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske + Budrich, Opladen, S. 21-44.
- Dubs, R. (2002). Science Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik. In. Gräber W., Nentwig P., Koballa T., Evans R. (Hrsg.). Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske + Budrich, Opladen, S. 69-82.
- Eschenhagen D., Kattmann U., Rodi D. (2003). Fachdidaktik Biologie. Aulis, Köln.
- Finke E., Klee R., Berck K.H. (1998). Analysis of the development of pupils' interests in biology: especially in animals, plants, human biology, conservation, and pollution control. In: Bayrhuber H., Brinkmann F. (Eds.). What – Why – How? Research in Didaktik of Biology. Ipn-materialien, Kiel.
- Fischer H. (1998). Scientific Literacy und Physiklernen. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 2, S. 41-52.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2002). Perspektivrahmen Sachunterricht. Klinkhardt, Rieden.
- Gräber W., Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In. Gräber W., Nentwig P., Koballa T., Evans R. (Hrsg.). Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske + Budrich, Opladen, S. 7-20.
- Gräber W., Nentwig P., Koballa, T., Evans R. (Hrsg.) (2002). Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske + Budrich, Opladen.
- Graf E. (2004). Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis. Auer.
- Gudjons H. (2000). Methodik zum Anfassen. Unterrichten jenseits von Routinen. Klinkhardt, Rieden.
- Hötte H.D., Kaußen H.H. (2005). Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen: Zahlenspiegel 2004. pdf-Datei. [www.rwth-aachen.de/zentral/dez6\\_index.htm](http://www.rwth-aachen.de/zentral/dez6_index.htm)
- Huber L. (2001). Stichwort: Fachliches Lernen. Das Fachprinzip in der Kritik. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 3-01, S. 307-332.
- Killermann W. (2005). Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik. Auer.
- Meyer H. (2004). Was ist guter Unterricht? Cornelsen.
- Millar R. (1996). Designing a curriculum for Public Understanding. Education in Science, S. 8-10.

- MSWWF (1999) Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe I – Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Naturwissenschaften. Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW, Ritterbach.
- Prenzel M., Baumert J., Blum W., Lehmann R., Leutner D., Neubrand M., Pekrun R., Rolff H.-G., Rost J., Schiefele U. (Hrsg.) (2004). Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Münster, Waxmann.
- Pütz N., Geissler F. (2005). Das Gartenlabor. Pilotstudie zur Effizienz von tutorialen, handelnden Unterricht in der Klassenstufe 7. Oldenburger Vordrucke.
- Pütz N. (2005). Das Hauptfach „Natur und Technik“ als konsequente Innovation im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I. In: Pütz N. (ed.). Allgemeine Biologiedidaktik – Grundlagen und Perspektive. Vechtaer Fachdidaktische Forschungen und Berichte 11, Vechta.
- Pütz N. (2007). Studienhilfe Biologiedidaktik. Vechtaer Fachdidaktische Forschungen und Berichte, Heft 15.
- Radü J. (2005). Schulfach „Naturwissenschaft“ spaltet die Länder. SpiegelOnline [www.spiegel.de/unispiegel/studium/0,1518,371542,00.html](http://www.spiegel.de/unispiegel/studium/0,1518,371542,00.html)
- Reinhold P., Bündler W. (2001). Stichwort: Fächerübergreifender Unterricht. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 3-01, S. 333-357.
- Schäfer G. (1998). Was kann Biologieunterricht an Allgemeinbildung vermitteln? In: Bayrhuber, Etschenberg, Gehlhaar, Hesse, Klautke, Klee, Mayer, Prenzel, Schmidt ((eds.), Biologie und Bildung, Kiel IPN, S. 44-66.
- Schäfer G. (2002). Scientific Literacy im Dienste der Entwicklung allgemeiner Kompetenzen – „Fachübergreifende Fächer“ im Schulunterricht. In: Gräber W., Nentwig P., Koballa T., Evans R. (Hrsg.). Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske + Budrich, Opladen, S. 83-104.
- Shamos M. (2002). Durch Prozesse ein Bewusstsein für Naturwissenschaften entwickeln. In: Gräber W., Nentwig P., Koballa T., Evans R. (Hrsg.). Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske + Budrich, Opladen, S.45-68.
- Sjöberg S. (1997). Scientific Literacy and School Science – Arguments and Second Thoughts. In: Sjöberg S., Kallerud E. (eds): Science, Technology and Citizenship. Norsk institutt for studier av forskning og utdanning (Oslo). 7/97, S.9-28. Zitiert nach Gräber & Nentwig (2002).
- Spörhase-Eichmann U., Ruppert W. (2004). Biologiedidaktik. Cornelson.
- Towbridge L., Bybee R. (1986). Becoming a secondary school science teacher. Columbus. Merrill.

SONDERDRUCK AUS:

Hermann von Laer (Hg.)

# Was sollen unsere Kinder lernen?

Zur bildungspolitischen Diskussion  
nach den PISA-Studien

2010 / p. 139-161