Internationales und nationales Rahmenkonzept für die Erfassung von naturwissenschaftlicher Grundbildung in PISA

Konsortium:

Jürgen Baumert
Eckhard Klieme
Michael Neubrand
Manfred Prenzel
Ulrich Schiefele
Wolfgang Schneider
Klaus-Jürgen Tillmann
Manfred Weiß

Projekt-Koordination:

Max-Planck-Institut für Bildungsforschung
Lentzeallee 94, 14195 Berlin
Tel: 030 82 406 456; Fax: 030 82 406 466
Email: pisa@mpib-berlin.mpg.de

OECD PISA
DEUTSCHLAND

Internationales Rahmenkonzept

Aktuelle Auffassungen über die anzustrebenden Ergebnisse des naturwissenschaftlichen Unterrichts betonen die Entwicklung eines allgemeinen Verständnisses von wichtigen naturwissenschaftlichen Konzepten und Erklärungsmodellen, von den Methoden, mit denen die Naturwissenschaften ihre Erkenntnisse überprüfen und stützen, und von den Möglichkeiten und Grenzen der Naturwissenschaften in der modernen Welt. Als wichtig wird außerdem die Fähigkeit angesehen, dieses Verständnis in realen, mit naturwissenschaftlichen Fragen verbundenen Situationen anzuwenden, in denen Behauptungen geprüft und Entscheidungen getroffen werden müssen. Bei manchen Schülern, jener Minderheit, die einmal die Naturwissenschaftler von morgen sein werden, werden diese grundlegenden Fähigkeiten dann durch eine intensivere Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Ideen vertieft und durch die Entwicklung der Fähigkeit, Naturwissenschaften praktisch zu betreiben, erweitert.

Definition von naturwissenschaftlicher Grundbildung

OECD/PISA definiert naturwissenschaftliche Grundbildung („Scientific Literacy“) wie folgt:

> *„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“*

Nach dieser Definition bedeutet *naturwissenschaftliches Wissen* weit mehr als bloßes Faktenwissen und die Kenntnis von Bezeichnungen und Begriffen. Es umfasst ein Verständnis von grundlegenden naturwissenschaftlichen Konzepten, von den Grenzen des naturwissenschaftlichen Wissens und von den Besonderheiten der Naturwissenschaften als ein von Menschen betriebenes Unterfangen. Das *Erkennen naturwissenschaftlicher Fragen* bezieht sich auf Fragestellungen, die sich mit naturwissenschaftlichen Untersuchungen beantworten lassen und die ein Wissen über die Naturwissenschaften und die naturwissenschaftlichen Aspekte bestimmter Themen voraussetzen. *Aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen* verlangt, dass die zur Auswahl und Beurteilung von Informationen und Daten notwendigen Prozesse gewusst und angewendet werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die vorhandenen Informationen häufig nicht ausreichen, um endgültige Schlussfolgerungen zu ziehen, und dass in solchen Fällen vorsichtig und bewusst Vermutungen anhand der verfügbaren Informationen angestellt werden müssen.

Aspekte von naturwissenschaftlicher Grundbildung

Die OECD/PISA-Definition der naturwissenschaftlichen Grundbildung umfasst drei Aspekte:

- *naturwissenschaftliche Prozesse*, die, eben weil sie naturwissenschaftlich sind, entsprechendes Wissen voraussetzen, wobei aber das Wissen nicht die wichtigste Voraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung der Aufgaben sein soll;
- *naturwissenschaftliche Konzepte*, deren Verständnis anhand von Anwendungsaufgaben in bestimmten Inhaltsbereichen gemessen werden soll;
- *Situationen*, die in den Testaufgaben präsentiert werden (dieser Aspekt wird im allgemeinen Sprachgebrauch häufig als „Kontext“ bezeichnet).

Die ersten beiden Aspekte werden sowohl zur Aufgabenkonstruktion als auch zur Charakterisierung der Schülerleistungen benutzt. Durch Berücksichtigung des dritten Aspekts wird sichergestellt, dass bei der Aufgabenentwicklung die naturwissenschaftlichen Inhalte in ein breites Spektrum relevanter Kontexte eingebettet werden.

Naturwissenschaftliche Prozesse

Prozesse sind mentale (und manchmal physische) Handlungen, die beim Konzipieren, Erheben, Interpretieren und Anwenden von Belegen oder Daten ausgeführt werden, um Wissen oder Verständnis aufzubauen. Prozesse müssen in Bezug auf einen bestimmten Inhalt angewendet werden; es gibt keine inhaltsfreien Prozesse. Folgende Prozesse werden unterschieden:

- *Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen*. Zum Erkennen naturwissenschaftlicher Fragestellungen gehört unter anderem: die Frage oder Idee zu erkennen, die in einer bestimmten Untersuchung geprüft wurde (oder hätte geprüft werden können); zu unterscheiden, welche Fragen durch naturwissenschaftliche Untersuchungen beantwortet werden können und welche nicht; oder eine Frage zu stellen, die in einer bestimmten Situation naturwissenschaftlich untersucht werden könnte.
- *Naturwissenschaftliche Nachweise identifizieren.* Zum Identifizieren von Nachweisen, die für eine naturwissenschaftliche Untersuchung erforderlich sind, gehört es, die Informationen zu bestimmen, die für die gültige Überprüfung einer bestimmten Idee benötigt werden. Dabei kann es zum Beispiel erforderlich sein, zu bestimmen oder zu erkennen, was verglichen werden muss, welche Variablen verändert oder kontrolliert werden müssen, welche zusätzlichen Informationen benötigt werden und was getan werden muss, um relevante Daten zu erheben.
- *Schlussfolgerungen ziehen oder bewerten.* Zum Ziehen von Schlussfolgerungen bzw. zur kritischen Bewertung solcher Schlussfolgerungen gehört unter anderem, auf der Basis

naturwissenschaftlicher Belege oder Daten eine Schlussfolgerung zu formulieren bzw. aus alternativen Schlussfolgerungen diejenige auszuwählen, die zu diesen Daten passt; Gründe anzugeben, die unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten für oder gegen eine bestimmte Schlussfolgerung sprechen; oder die Annahmen zu identifizieren, die dieser Schlussfolgerung zugrunde liegen.

- *Gültige Schlussfolgerungen kommunizieren.* Zur Mitteilung von validen, auf vorhandene Belege und Daten gestützten Schlussfolgerungen an eine bestimmte Zielgruppe gehört unter anderem, auf Basis der Situation und der vorliegenden Daten oder auf Basis von zusätzlichen relevanten Informationen eine Argumentation zu entwickeln, die für das betreffende Publikum angemessen und klar formuliert ist.
- *Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte zeigen.* Zum Nachweis des Verständnisses naturwissenschaftlicher Konzepte durch ihre situationsangemessene Anwendung gehört unter anderem, naturwissenschaftliche Ideen und/oder Informationen, die nicht vorgegeben wurden, heranzuziehen, um Zusammenhänge und mögliche Ursachen bestimmter Veränderungen zu erklären, um Vorhersagen über die Wirkung bestimmter Veränderungen zu treffen oder um Faktoren zu bestimmen, die ein bestimmtes Ergebnis beeinflussen.

Naturwissenschaftliches Wissen wird bei allen fünf Prozessen benötigt. Bei den ersten vier sollen diese Kenntnisse jedoch nicht die entscheidende Voraussetzung darstellen, da hier die mentalen Prozesse untersucht werden sollen, die bei der Erhebung, Beurteilung und Kommunikation von gültigen naturwissenschaftlichen Belegen ausschlaggebend sind. Bei dem fünften Prozess dagegen wird das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte an sich gemessen und stellt insofern die eigentliche „Hürde“ dar.

Konzept und Inhalt

Konzepte versetzen uns in die Lage, neuen Erfahrungen Bedeutung zu geben, indem wir sie mit dem verbinden, was wir bereits wissen. *Naturwissenschaftliche Konzepte* helfen uns, bestimmte Aspekte der natürlichen und der vom Menschen geschaffenen Welt zu verstehen. Naturwissenschaftliche Konzepte werden auf vielen verschiedenen Ebenen formuliert – von den sehr umfassenden Bezeichnungen für die Naturwissenschaft, unter denen sie in den Schulen präsentiert werden (Biologie, Physik, Geowissenschaften usw.), bis zu den langen Listen von Verallgemeinerungen, wie sie häufig in Beschreibungen von curricularen Anforderungen oder in Lehrplänen auftauchen.

Bei OECD/PISA wird die Auswahl der naturwissenschaftlichen Konzepte, die erfasst werden sollen, durch vier Kriterien bestimmt:

- Das erste Kriterium ist die Relevanz für alltägliche Situationen.
- Das zweite Kriterium ist, dass die ausgewählten Konzepte und Inhalte bleibende Bedeutung für das Leben im nächsten Jahrzehnt und darüber hinaus haben sollten.
- Das dritte Kriterium ist die Relevanz der Konzepte für Situationen, die für den Nachweis von naturwissenschaftlicher Grundbildung geeignet sind.
- Das vierte Kriterium ist, dass die Konzepte eine Verknüpfung mit ausgewählten naturwissenschaftlichen Prozessen gestatten. Dies wäre nicht der Fall, wenn es nur darum ginge, Bezeichnungen oder Definitionen aus dem Gedächtnis zu reproduzieren.

Abbildung 1: Wichtigste naturwissenschaftliche Themen (mit Beispielen für zugeordnete Konzepte) für die Messung naturwissenschaftlicher Grundbildung

Struktur und Eigenschaften von Stoffen
(Wärmeleitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit)

Atmosphärische Veränderungen
(Strahlung, Transmission, Druck)

Chemische und physikalische Veränderungen
(Aggregatzustände, Reaktionsgeschwindigkeit, Zerfall)

Energieumwandlungen
(Energieerhalt, Energieabbau, Photosynthese)

Kräfte und Bewegung
(Kräfte im Gleichgewicht/Ungleichgewicht, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Impuls)

Form und Funktion
(Zelle, Skelett, Anpassung)

Humanbiologie
(Gesundheit, Hygiene, Ernährung)

Physiologische Veränderungen
(Hormone, Elektrolyse, Neurone)

Artenvielfalt
(Arten, Genpool, Evolution)

Genetische Steuerung
(Dominanz, Vererbung)

Ökosysteme
(Nahrungsketten, Nachhaltigkeit)

Die Erde und ihre Stellung im Universum
(Sonnensystem, diurnale und saisonale Veränderungen)

Geologische Veränderungen
(Kontinentaldrift, Verwitterung)

Abbildung 1 zeigt das Ergebnis der Anwendung dieser Kriterien auf naturwissenschaftliche Konzepte und Inhalte. An den in Abbildung 1 als Beispiele aufgeführten Konzepten ist zu erkennen, dass sich das zu messende Wissen auf die großen Hauptbereiche der Naturwissenschaften bezieht: Physik, Chemie, Biologie, Geowissenschaften. Die Items werden nach diesen Hauptbereichen sowie nach den Themen, Anwendungsbereichen und Prozessen klassifiziert, die mit ihnen gemessen werden sollen.

Situationen

Neben Prozessen und Konzepten ist das dritte Merkmal von Testaufgaben, das die Leistung beeinflusst, die Situation, in der die Probleme eingebettet sind. Dies wird häufig als der Kontext von Aufgaben bezeichnet. Hier wird jedoch das Wort „Situation“ benutzt, um Verwechslungen mit anderen Verwendungen dieses Begriffs zu vermeiden.

Realitätsnahe Situationen beinhalten Probleme, die uns als Individuen betreffen können (etwa Nahrungsmittel- und Energieverbrauch), als Mitglieder einer lokalen Gemeinschaft (etwa Trinkwasseraufbereitung oder Standortsuche für ein Kraftwerk) oder als Bürger der Welt (etwa globale Erwärmung, Abnahme der Artenvielfalt). All diese Situationen sind im Spektrum der Testaufgaben von OECD/PISA vertreten. Für bestimmte Themen geeignet sind weiterhin historische Situationen, mit deren Hilfe das Verständnis von Fortschritten naturwissenschaftlichen Wissens untersucht werden kann. Im Rahmen von OECD/PISA betreffen die Items also Angelegenheiten, die sich auf die eigene Person und Familie (persönlich), auf die Gemeinschaft (öffentlich) oder auf die ganze Welt (global) beziehen. Weiterhin werden die Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens und der Einfluss dieses Wissens auf gesellschaftliche Entscheidungen angesprochen (historische Relevanz).

Aufgabenmerkmale

Gemäß der OECD/PISA-Definition naturwissenschaftlicher Grundbildung ist für die Bearbeitung jeder Testaufgabe die Anwendung eines oder mehrerer der oben beschriebenen Prozesse und ein bestimmtes Maß an naturwissenschaftlichem Wissen erforderlich. Die Aufgaben sollen aus einer Reihe von Fragen (Items) bestehen, die sich auf ein bestimmtes, die Situation definierendes Stimulusmaterial beziehen.

Beispiele für Items zur Erfassung von naturwissenschaftlichen Prozessen

Die folgenden Items, die sich zur Erfassung einiger der Prozesse eignen könnten, sollen die operationale Bedeutung dieser Prozesse verdeutlichen.

Beispielaufgabe 1

Bereits im 11. Jahrhundert haben chinesische Ärzte das Immunsystem manipuliert. Sie bliesen pulverisierten Schorf eines Windpockenkranken in die Nasenlöcher ihrer Patienten und konnten so häufig eine milde Form von Windpocken herbeiführen, die eine spätere, schwerere Erkrankung verhinderte. Anfang des 18. Jahrhunderts rieb man sich mit getrocknetem Schorf ein, um sich vor der Krankheit zu schützen. Diese primitiven Praktiken wurden in England und in den amerikanischen Kolonien eingeführt. 1771 und 1772 ritzte Zabdiel Boylston, ein Arzt in Boston, bei seinem sechsjährigen Sohn sowie bei 285 anderen Menschen die Haut ein und rieb Eiter von Windpockenschorf in die Wunde. Bis auf sechs Patienten überlebten alle.

Beispielitem 1: Welche Idee könnte Zabdiel Boylston getestet haben?

Beispielitem 2: Nenne zwei weitere Informationen, die Du brauchen würdest, um zu entscheiden, wie erfolgreich Boylstons Ansatz war.

Beispielitem 1 erfordert eine frei formulierte Antwort, die je nach der Anzahl der darin enthaltenen relevanten Details die Punktwerte 2, 1 oder 0 erhalten kann. (Die folgende Antwort würde zum Beispiel zwei Punkte bekommen: „Durch Einritzen der Haut und Einbringen von Eiter direkt in die Blutbahn werden die Chancen erhöht, dass sich Abwehrstoffe gegen Windpocken bilden".) Das Item erfasst Prozess 1 – *naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen* –, wobei Kenntnisse aus der *Humanbiologie* im Bereich *Leben und Gesundheit* angewendet werden müssen.

Beispielitem 2 kann ebenfalls die Punktwerte 2, 1 oder 0 erhalten, je nachdem, wie viele der relevanten Informationen genannt werden (die Überlebensrate ohne Boylstons Behandlung und die Frage, ob seine Patienten außerhalb dieser Behandlung mit Windpocken zu tun hatten). Das Item erfasst Prozess 2 – *naturwissenschaftliche Nachweise identifizieren* – und erfordert Kenntnisse aus der *Humanbiologie* und ihre Anwendung im Bereich *Leben und Gesundheit*.

Erhebungsstruktur

Wie die Beispiele zeigen, wird eine „Aufgabe" in der Regel aus mehreren, an ein und dasselbe Stimulusmaterial anknüpfenden Items bestehen. Diese Struktur dient unter anderem dazu, die Aufgaben so realistisch wie möglich zu machen und die Komplexität realitätsnaher Situationen widerzuspiegeln. Ein weiterer Grund für die Wahl der Struktur ist die effizientere Nutzung der Testzeit: Die Zeit, die die Schüler zum „Einstieg" in das mit einer neuen Situation angesprochene Thema benötigen, verkürzt sich, wenn zu jeder Situation nicht nur eine, sondern mehrere Fragen gestellt werden.

Tabelle 1 zeigt das für den Test anzustrebende Gleichgewicht zwischen den Prozessen in Form ihrer prozentualen Anteile an den Gesamttestwerten. Für die OECD/PISA-Erhebung im Jahr 2006, in der die Naturwissenschaften den Schwerpunkt bilden werden, kann diese Verteilung noch revidiert werden.

Tabelle 1: Empfohlene Verteilung der zu erzielenden Punkte auf die naturwissenschaftlichen Prozesse

Naturwissenschaftliche Prozesse	% der zu erzielenden Punkte
Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen	10-15
Naturwissenschaftliche Nachweise identifizieren	15-20
Schlussfolgerungen ziehen oder bewerten	15-20
Schlussfolgerungen kommunizieren	10-15
Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte zeigen	40-50

Zur Erfassung des gesamten Spektrums der Fähigkeiten und des Verständnisses, wie sie in dieser Rahmenkonzeption definiert wurden, sind verschiedene Antwortformate erforderlich. So können zum Beispiel Multiple-Choice-Items für eine valide Messung von Prozessen entwickelt werden, bei denen es um Wiedererkennen oder Auswählen geht. Zur Messung der Beurteilungs- und Kommunikationsfähigkeit dürften valide und authentische Ergebnisse jedoch eher mit frei formulierten Antworten zu erzielen sein.

Skalen für die Berichterstattung

Die Entwicklung von Leistungsskalen für Schüler ist eine wesentliche Voraussetzung für die Verwirklichung der Ziele von OECD/PISA.

Bereits vorhandene Forschungsergebnisse und frühere Erfahrungen deuten darauf hin, dass eine Skala identifiziert werden kann, die die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz abbildet. Diese Entwicklung reicht ***von*** der Fähigkeit, relativ leicht begreifbare naturwissenschaftliche Grundbildung zu benutzen und in vertrauten Situationen folgendes zu tun:

- Fragen zu erkennen, die durch naturwissenschaftliche Untersuchungen entschieden bzw. nicht entschieden werden können;
- Informationen zu identifizieren, die vorliegen müssen, damit in Situationen, in denen eine Variable verändert und eine andere kontrolliert werden muss, eine Behauptung geprüft oder ein Problem untersucht werden kann;
- zu erklären, warum sich Schlussfolgerungen oder Behauptungen in Situationen nicht aufrecht erhalten lassen, in denen eine Variable kontrolliert werden müsste, aber nicht kontrolliert werden kann;
- die wichtigsten Verknüpfungspunkte zwischen Schlussfolgerungen und Belegen so darzustellen, dass sie von anderen verstanden werden können;
- mit Hilfe von relativ leicht zu begreifenden Konzepten Vorhersagen zu machen und Erklärungen zu geben;

***bis** zur* Fähigkeit, kognitiv anspruchsvollere Konzepte anzuwenden und in komplexeren Situationen Folgendes zu tun:

- zu verstehen, dass jedes naturwissenschaftliche Verständnis vorläufig ist, und dass das Testen von Theorien zu einer Revision und Verbesserung dieses Verständnisses führen kann;
- zu bestimmen, welche Informationen gesammelt werden müssen und unter welchen Bedingungen sie gesammelt werden sollten, um auf ihrer Grundlage in komplexen Situationen eine Erklärung zu überprüfen oder ein Problem zu untersuchen;
- die Angemessenheit der zur Unterstützung einer Behauptung oder eines Arguments herangezogenen Informationen kritisch zu prüfen bzw. in Fällen, in denen es keine einfache Kausalbeziehung gibt, auf der Basis der vorhandenen Information für oder gegen eine Erklärung oder Schlussfolgerung zu argumentieren;
- unter Bezugnahme auf naturwissenschaftliche Kenntnisse und vorhandene Daten oder Informationen ein gut aufgebautes Argument für oder gegen eine bestimmte Schlussfolgerung vorzulegen;
- auf Grundlage eines Verständnisses von relativ komplexen und abstrakten naturwissenschaftlichen Konzepten Vorhersagen zu machen und Erklärungen zu geben.

Nationale Ergänzungen

Definition

Das deutsche Erhebungskonzept schließt an die internationale Definition von naturwissenschaftlicher Kompetenz („Scientific Literacy“) an. Die Definition wird als übergeordnete Zielbeschreibung für naturwissenschaftliche Grundbildung verstanden, die nach Niveaus differenziert werden kann. Als Orientierung dienen Niveaus von naturwissenschaftlicher Grundbildung, die Bybee (1997) unterschieden hat:

- *Nominale naturwissenschaftliche Grundbildung:* Bestimmte Namen und Ausdrücke sind bekannt; das Verständnis einer besonderen Situation ist im Wesentlichen auf die Ebene der naiven Theorien (alternative oder Alltagskonzeptionen) beschränkt.
- *Funktionale naturwissenschaftliche Grundbildung:* Die Personen sind in der Lage, naturwissenschaftliches Vokabular zu benutzen, doch ist der Gebrauch auf eine bestimmte Tätigkeit oder ein bestimmtes Bedürfnis beschränkt. Die Kenntnis des Vokabulars schließt seinen Kontext gewöhnlich nicht ein.
- *Konzeptuelle und prozedurale naturwissenschaftliche Grundbildung:* Diese Ebene dürfte weitgehend dem entsprechen, was nach Auffassung der internationalen Expertengruppe das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte und die Anwendung von prozeduralen Fähigkeiten im Zusammenhang mit diesem Verständnis ausmacht.
- *Multidimensionale naturwissenschaftliche Grundbildung:* Dies ist die am höchsten entwickelte Ebene, die ein Verständnis des Wesens der Naturwissenschaften, ihrer Geschichte und ihrer Rolle in Kultur und Gesellschaft umfasst.

Zusätzliche Facetten

Die deutsche Expertengruppe hat auch die internationale Unterscheidung zwischen naturwissenschaftlichen Konzepten und naturwissenschaftlichen Prozessen aufgegriffen und zur Grundlage der Testkonstruktion verwendet. Bei der Konstruktion von Aufgaben, die prozessuale Kompetenzen zielgerichtet und systematisch im Zusammenhang mit inhaltlichen (konzeptuellen) Wissensbeständen testen, sollen aber verschiedene Aspekte von naturwissenschaftlichem Wissen unterschieden werden. Zum konzeptuellen Verständnis, das in der internationalen Rahmenkonzeption betont wird, kommen zwei weitere Facetten hinzu:

- Kenntnis (im engeren Sinne des Wortes) von Fakten, etwa Terminologie, numerische Konstanten, formalisierte Gesetze und Definitionen. Mit anderen Worten, diese Kategorie umfasst jene Art von Wissen, die gewöhnlich in schulischen Zusammenhängen erworben wird und mit den ersten beiden Ebenen von Bybees oben beschriebenem Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung gemeint ist.

- Problemlösen als die Fähigkeit, richtige Voraussagen in gegebenen Situationen zu machen oder einen Operator zu finden, der den gegebenen Zustand in einen erwünschten Zustand umwandelt. Das Spektrum möglicher Probleme reicht von genau definierten analytischen Problemen bis zu hoch komplexen Problemen in einem dynamischen Kontext. Im Gegensatz zu Verständnis bedeutet Problemlösen einen aktiven und kreativen Gebrauch des erworbenen Wissens.

Zwischen diesen verschiedenen Facetten soll langfristig bei der Testentwicklung unterschieden werden, vor allem in Hinblick auf den letzten Erhebungszyklus, in dem hinreichend viele naturwissenschaftliche Testaufgaben gestellt werden können.

Differenzierung nach Schulfächern

Während das internationale Testkonzept auf eine strikte Differenzierung zwischen den verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächern verzichtet (weil in vielen Ländern ein integrierter Naturwissenschaftsunterricht erfolgt), sind aus der deutschen Perspektive die Leistungen in den einzelnen Schulfächern interessant. Die deutsche Expertengruppe wird sich darum bemühen, die internationalen Aufgaben den Fächern Biologie, Chemie und Physik zuzuordnen, um eine differenzierte Berichterstattung zu ermöglichen.

Nationale Aufgaben

Der deutsche Zusatztest enthält eigene Aufgabenbündel für die drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik. Bei der Zusammenstellung der Aufgaben hat sich die Expertengruppe darum bemüht, wichtige naturwissenschaftliche Konzepte zu berücksichtigen, die in den Lehrplänen *aller* Bundesländer für die Sekundarstufe I angesprochen werden und die in den internationalen Tests noch nicht angemessen berücksichtigt sind. Aufgrund der relativ knappen Testzeit, die für die drei Naturwissenschaften im Jahr 2000 zur Verfügung steht, können aber nicht alle naturwissenschaftlichen Themengebiete abgefragt werden, die an den Schulen behandelt werden.

Bei der Konstruktion der Aufgaben für die nationale Zusatzstudie hat die Expertengruppe das internationale Aufgabenformat übernommen. Die Fragen werden jeweils in thematischen

Gruppen präsentiert (meist vier Aufgaben pro Thema). Ein kurzer Vorspann dient zur Einbettung der Aufgaben in einen für die Schülerinnen und Schüler vertrauten und anregenden Kontext.

Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Zusatzstudie werden auch einige ausgewählte, aussagekräftige Aufgaben aus der TIMS-Studie eingesetzt. Auf diese Weise soll untersucht werden, inwieweit der stärker auf Grundbildung ausgerichtete PISA-Ansatz andere Kompetenzbereiche anspricht als TIMSS.

Neben den Testaufgaben haben die deutschen Naturwissenschaftsexperten einen Fragebogen zusammengestellt, mit dem das Interesse an den Naturwissenschaften und Merkmale des Selbstkonzepts erfasst werden. Diese Verfahren erheben Lernvoraussetzungen, die im Vergleich zu fachübergreifenden Konstrukten (Cross-Curricular Competencies) stärker auf schulische Inhalte bezogen sind.

Damit bietet das Design der Studie vielfältige Möglichkeiten, die Ergebnisse der verschiedenen Naturwissenschaftstests aufeinander zu beziehen und theoretischen Vermutungen über Bedingungen von Leistungsunterschieden nachzugehen.

Die Zelle

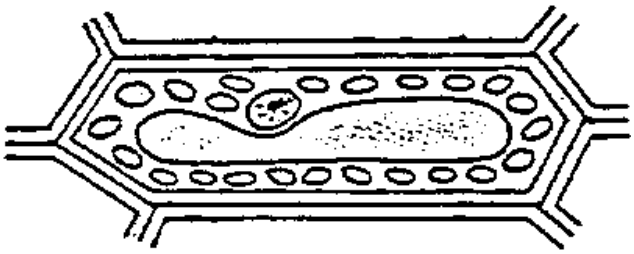
Woraus bestehen Lebewesen? Diese Frage bewegte Naturforscher Jahrtausende. Sie untersuchten Tiere und Pflanzen zuerst mit dem bloßen Auge, später mit Lupen, ab dem Jahr 1600 mit dem Mikroskop. Der Engländer Robert Hooke fand mit dem Mikroskop heraus, dass Kork (Rinde der Korkeiche) aus kleinen Kämmerchen aufgebaut ist; er bezeichnete sie als „Zellen“. Im 19. Jahrhundert kam man zu der Erkenntnis, dass alle Lebewesen aus Zellen aufgebaut sind.

Später fand man heraus, dass sich Zellen in geeigneten Nährflüssigkeiten teilen und vermehren lassen. Teile von Zellen können dies nicht.

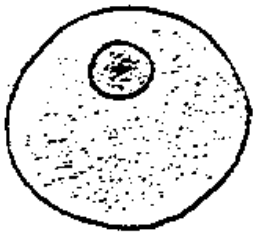
Die meisten vielzelligen Lebewesen entwickeln sich aus einer einzigen, befruchteten Eizelle. Beim Menschen entsteht schließlich ein Organismus aus rund 60 Billionen Zellen. Vielzellige Organismen zeichnen sich durch Arbeitsteilung verschiedener Zellen, Gewebe und Organe aus. Dabei bilden gleichgestaltete Zellen mit gleicher Funktion ein Gewebe, mehrere Gewebe bilden ein Organ.

Aufgabe 1. Zu welcher entscheidenden, noch heute gültigen Erkenntnis gelangte man im 19. Jahrhundert durch mikroskopische Untersuchungen von Pflanzen, Tieren und menschlichen Organen?

Aufgabe 2. Welche der beiden abgebildeten Zellen ist eine Pflanzenzelle? Begründe deine Antwort.



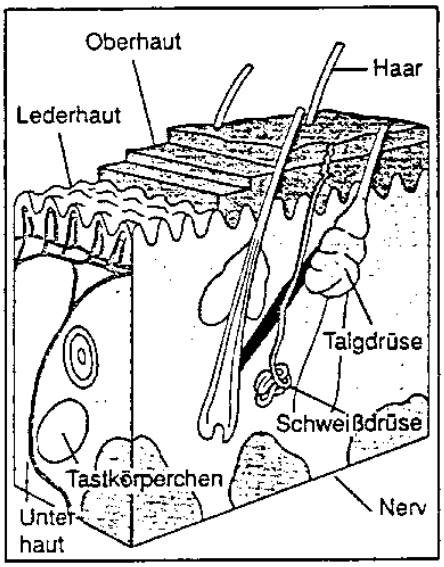
(A)



(B)

Aufgabe 3. Erkläre, warum man Zellen als die kleinsten lebensfähigen Einheiten von Pflanzen, Tieren und Menschen bezeichnet.

Aufgabe 4. Die Abbildung zeigt den Aufbau der menschlichen Haut. Ist die menschliche Haut ein Gewebe oder ein Organ? Begründe deine Antwort.



Weiterreichende Forschungsfragen

Die Untersuchung zielt insgesamt auf theoretisch wie praktisch bedeutsame Erkenntnisse, die über einen beschreibenden Leistungsvergleich deutlich hinausgehen:

- *Dimensionen naturwissenschaftlicher Kompetenz*. Die deutsche Expertengruppe wird mit Hilfe geeigneter Auswertungsverfahren der Frage nachgehen, inwieweit naturwissenschaftliche Kompetenz als ein mehrdimensionales Konstrukt betrachtet werden muss. Mit den Unterscheidungen zwischen Prozessen und Konzepten, mit der Zuordnung zu Fächern und mit Items, die unterschiedliche Wissensniveaus ansprechen, werden mögliche Facetten naturwissenschaftlicher Kompetenz bezeichnet. Es soll geprüft werden, inwieweit sich entsprechende mehrdimensionale Modelle in den PISA-Daten reproduzieren lassen. Diese Frage hat Auswirkungen auf die Berichterstattung, die bei mehrdimensionalen Modellen entsprechend differenziert erfolgen müsste.
- *Qualitäts- und Entwicklungsniveaus naturwissenschaftlicher Kompetenz*. Im Rahmen der PISA-Studie soll auch der Frage nachgegangen werden, inwieweit Ebenen naturwissenschaftlicher Kompetenz unterschieden werden können, die aufeinanderfolgende Entwicklungsniveaus beschreiben. Hierbei soll das beschriebene Modell der Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz von Bybee auf Tragfähigkeit geprüft werden.
- *Vorbereitung und Erweiterung der zukünftigen PISA-Naturwissenschaftstests*. Die nationale Zusatzstudie bietet mit einer gezielten Untersuchung von naturwissenschaftlichen Konzepten, die aus der nationalen Perspektive als bedeutsam erscheinen, die Möglichkeit einer Anreicherung der internationalen Testkonzeption für die späteren Erhebungszyklen von PISA. Auf der Grundlage theoretisch fundierter Analysen der nationalen und internationalen Datensätze bestehen gute Chancen, das derzeitige Rahmenkonzept weiterzuentwickeln und den Itempool entsprechend zu erweitern.