

# Naturwissenschaftliche Bildungsstandards

## Berufsbildende Höhere Schulen

### Das Kompetenzmodell

*Arbeitsgruppe „Bildungsstandards in der Berufsbildung – Naturwissenschaften“  
(Erich Faissner, Peter Flöry, Johannes Jaklin, Andrea Kiss, Brigitte Koliander, Otto  
Lang, Hubert Weiglhofer, Johann Wiesinger, Rudolf Ziegelbecker, Christian Dorninger)*

## INHALT

<b>VORWORT DER STEUERGRUPPE</b> .....	<b>3</b>
<b>1. DAS KOMPETENZMODELL</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 Der Beitrag der Naturwissenschaften (BIO, CH, PH) zur Bildung</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Das dreidimensionale Kompetenzmodell</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 Dimension: Handlungskompetenz.....	8
1.2.2 Dimension: Inhaltsdimension.....	9
1.2.2.1 Inhaltsbezogene Dimension Biologie.....	10
1.2.2.2 Inhaltsbezogene Dimension Chemie.....	11
1.2.2.3 Inhaltsbezogene Dimension Physik.....	12
1.2.3 Dimension: Anforderungsniveau:.....	13
<b>1.3 Die Vernetzung der 3 Dimensionen</b> .....	<b>14</b>
<b>2 DESKRIPTOREN FÜR ALLGEMEINE NATURWISSENSCHAFTLICHE KOMPETENZEN</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 Bereich A1: Beobachten und Erfassen</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2 Bereich A2: Untersuchen und Bearbeiten</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3 Bereich A3: Bewerten und Anwenden</b> .....	<b>17</b>
<b>3 KOMMENTIERTE AUFGABENBEISPIELE</b> .....	<b>17</b>
<b>ANHANG: Kompetenzmodelle in den Naturwissenschaften</b> .....	<b>25</b>

# VORWORT DER STEUERGRUPPE

## 1 Vielfalt und Qualität der Berufsbildung

Die Bildungssysteme in den Mitgliedstaaten der EU weisen vor allem im Bereich der Berufsbildung eine beachtliche Vielfalt auf. Diese Vielfalt ist auch ein Erfolgsfaktor für eine immer mehr von innovativen Produkten geprägten Wirtschaft. Die Vielfalt der Bildungswege fördert unterschiedliche Denk- und Handlungsansätze und schafft ein Potential an Qualifikationen, das zu originellen Problemlösungen befähigt. Dieses Potential kann in einem europäischen Bildungs- und Arbeitsmarkt aber nur wirksam werden, wenn die vielfältigen Qualifikationen transparent gemacht und ihrem Wert entsprechend anerkannt werden. Die Anerkennung und Verwertbarkeit erworbener Qualifikationen beruht zu einem wesentlichen Teil auf dem Vertrauen in die Qualität der einzelnen Bildungsanbieter. Das Bekenntnis zu einer nachhaltigen Sicherung und Weiterentwicklung der Qualität von Bildungsprozessen, die im Besonderen eine transparente Darstellung von Lernergebnissen einschließt, steht daher auch im Mittelpunkt der großen bildungspolitischen Themen der Gegenwart, wie der Schaffung eines nationalen und europaweiten Qualifikationsrahmens (NQR bzw. EQF) sowie eines europäischen Leistungspunktesystems (ECVET)<sup>1</sup>.

## 2 Transparente Darstellung von Lernergebnissen

Die Bildungsstandards der österreichischen Berufsbildung verstehen sich als Beitrag zur transparenten Darstellung von Lernergebnissen; sie unterstützen die entsprechenden Initiativen auf der europäischen Ebene, in dem sie eine bessere Vergleichbarkeit und Bewertung von Bildungsabschlüssen ermöglichen. Bildungsstandards sind zugleich ein integraler Bestandteil der Qualitätsinitiative QIBB; sie setzen am Kernprozess „Unterricht“ an und beschreiben zentrale fachliche und fachübergreifende Ziele auf der Grundlage von so genannten Kompetenzmodellen. Besondere Bedeutung kommt dabei der nachhaltigen Sicherung von Lernergebnissen zu. Bildungsstandards tragen ferner zur Weiterentwicklung des Bildungssystems bei; durch Formulierung von gemeinsamen Zielvorstellungen wird die österreichweite Umsetzung von Ausbildungsprofilen unterstützt; Systemrückmeldungen in standardisierter Form geben die Möglichkeit, Auskunft über die Erreichung der vorgegebenen Lernergebnisse zu erhalten und in der Folge steuernd auf das System einzuwirken.

Es gehört zur guten Praxis in der Entwicklung von Bildungsstandards, von einem überschaubaren Kompetenzbegriff aus zu gehen. Zu diesem Zwecke wird der im Allgemeinen recht komplexe Kompetenzbegriff über ein sogenanntes Kompetenzmodell auf Grunddimensionen zurückgeführt. Zu den Grunddimensionen zählen die „Inhaltsdimension“ sowie die „Handlungsdimension“. Die Inhaltsdimension weist die für einen Gegenstand oder eine Fachrichtung relevanten Themenbereiche aus. Mit der Handlungsdimension wird die im jeweiligen Gegenstand oder in der jeweiligen Fachrichtung zu erbringende kognitive Leistung zum Ausdruck gebracht und z.B. durch die Stufen Wiedergeben, Verstehen, Anwenden, Analysieren und Entwickeln abgebildet. Ergänzend zur kognitiven Leistungsdimension finden auch persönliche und soziale Kompetenzen aus dem jeweiligen Berufsfeld Berücksichtigung, d.h. die verwendeten Kompetenzmodelle umfassen neben fachübergreifenden Wissen und Fertigkeiten auch personale Kompetenzen. Man gelangt so zu einem Kompetenzverständnis, das dem im Europäischen Qualifikationsrahmen verwendeten Ansatz grundsätzlich entspricht<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Nationaler Qualifikationsrahmen NQR, Europäischer Qualifikationsrahmen EQF, Europäisches System zur Übertragung, Akkumulierung und Anerkennung von Lernleistungen im Bereich der Berufsbildung ECVET.

<sup>2</sup> Indikatoren des EQF: Kenntnisse, Fertigkeiten, persönliche und fachliche Kompetenz (Selbstständigkeit und Verantwortung, Lernkompetenz, Kommunikationskompetenz und soziale Kompetenz, fachliche und berufliche Kompetenz)

### 3 Die Bildungsstandards für die Berufsbildung

Bei deren Erarbeitung von bundesweit gültigen Standards für die Berufsbildung wurde auf bereits bestehenden Entwicklungen aufgebaut. So orientierten sich die Bildungsstandards in Deutsch und Englisch am Europäischen Sprachenreferenzrahmen, die Bildungsstandards für Angewandte Mathematik lehnen sich an in der Fachdidaktik anerkannte Strukturen (u.a. aus dem Bereich der Allgemeinbildung) an. Im Bereich der fachübergreifenden Bildung wurde die Standardentwicklung auch für die Gebiete „Wirtschaft“, „Naturwissenschaften“ und „Informatik“ in Angriff genommen. Die große Herausforderung stellen aber die Standards für die berufliche Fachbildung dar. Anders als in den bisher angeführten Bereichen, die jeweils einem (z.B. Angewandte Mathematik) oder einigen Unterrichtsgegenständen (z.B. Naturwissenschaften) entsprechen, zielen die Standards für die berufliche Fachbildung auf das Berufsfeld eines Bildungsganges ab. Diese Standards haben daher die Kernbereiche aller fachbezogenen Unterrichtsgegenstände zu berücksichtigen, die in ihrer Gesamtheit auf die fachlichen Erfordernisse des Berufsfeldes abgestimmt sind, für das der Lehrplan ausbildet. Hier betreten wir Neuland, denn es gibt weder auf der nationalen noch auf der internationalen Ebene Ansätze, die auf die Situation der österreichischen Berufsbildung adaptiert werden könnten.

Auch in der beruflichen Fachbildung gelangen zweidimensionale Kompetenzmodelle zur Anwendung. Die inhaltlichen und kognitiven Anforderungen werden durch so genannte **Deskriptoren** zum Ausdruck gebracht, d.h. durch Umschreibungen der Anforderungen in Form von Zielen oder Themenvorgaben. Zusätzliche Erläuterungen und Klarstellungen vermitteln die beigefügten **prototypischen Aufgaben**. Diese haben den Charakter von Unterrichtsbeispielen. Das Kompetenzmodell, die Deskriptoren und die prototypischen Aufgaben sind die Instrumente, die für die Darstellung der **Standards in der Berufsbildung** verwendet werden.

Der Prozess Standardentwicklung ist in Phasen angelegt. **Phase 1** betrifft die Erstellung des **Kompetenzmodells** und die Formulierung der zu erreichenden Ziele in Form von **Deskriptoren**. In den Fachgebieten Deutsch, Angewandte Mathematik, Englisch, Informatik, Wirtschaft und Naturwissenschaften sind die Bildungsstandards (also die Kompetenzmodelle, die Deskriptoren und die prototypischen Aufgaben) bereits entwickelt und ausformuliert. Die Standards für die berufliche Fachbildung werden derzeit erarbeitet und sollen bis zum Ende des Schuljahres 2006/07 fertig gestellt sein. Wichtig ist, dass die Standards zunächst nur auf die **Abschlussqualifikation** abzielen, also auf die 13. Schulstufe hin formuliert sind. Mit der Konzentration auf diese Schnittstelle sollen optimale Übergänge ins Berufsleben oder zu weiterführenden Studien unterstützt werden.

In **Phase 2** werden die **Unterrichtsbeispiele** ausgearbeitet. Unterrichtsbeispiele stellen in sich geschlossene Aufgaben dar, die in den Unterricht eingebaut werden können. Bei Erarbeitung der Beispiele wird bewusst nicht auf die Testung geachtet. Die Beispiele eignen sich zur Anregung im Unterricht, zur Orientierung, aber auch zur Selbstevaluation. Hier sollen sie zur Verbesserung der Unterrichtsqualität beitragen.

Transparenz und Vergleichbarkeit der Lernergebnisse sind wichtige Qualitätsindikatoren. In Phase 2 sind alle Schulen eingeladen, die Standards möglichst breit zu diskutieren, sie in den Unterricht einzubeziehen (standardbezogener Unterricht) und die Erfahrungen an die Arbeitsgruppen rückzumelden.

Für die Steuergruppe: Ursula Fritz, Josef Lackner, Werner Timischl

# 1. Das Kompetenzmodell

Wie gut können Schülerinnen und Schüler an den berufsbildenden Sekundarstufen naturwissenschaftliche Phänomene beobachten, untersuchen, bewerten und anwenden? Sind sie in der Lage, populärwissenschaftliche Berichte zu verstehen? Können sie Belege und Folgerungen interpretieren und von Meinungen ohne wissenschaftlichen Hintergrund unterscheiden? Darauf versuchen die Bildungsstandards in den Naturwissenschaften eine deutlichere Antwort zu geben, als dies bisher im berufsbildenden Schulwesen der Fall war. Die Formulierung eines Kompetenzmodells soll hier mehr Klarheit schaffen und Übersicht vermitteln.

In Anlehnung an die Definition von Weinert (2001, S. 27f.) verstehen wir unter Kompetenzen „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Die SchülerInnen sollen:

- Fähigkeiten und Fertigkeiten nutzen
- auf Wissen zurückgreifen bzw. beschaffen
- Motivation aufbauen
- zentrale Zusammenhänge verstehen
- lösungsorientierte Handlungsdimensionen entwickeln
- Erfahrungen sammeln

## 1.1 Der Beitrag der Naturwissenschaften (BIO, CH, PH) zur Bildung

Unterrichtsgegenstände können heute nicht mehr nur dadurch gerechtfertigt werden, dass sie traditionell schon immer Bestandteil des Fächerkanons waren. Jedes Fach hat nachzuweisen, welchen Beitrag es zur Bildung der jungen Menschen liefert.

Die eingesetzte Arbeitsgruppe aus Lehrenden aller berufsbildenden Schulformen hat sich nach längerer Diskussion entschlossen, die Naturwissenschaften Physik, Chemie und Biologie integrativ zu betrachten, d.h. Gemeinsamkeiten in der Struktur zu betonen und interdisziplinäre Bezüge mitzudenken. Dies entspricht dem Trend vieler internationaler und europäischer Projekte (z.B. dem OECD – PISA – Framework Naturwissenschaften – siehe Anhang). Viele wichtige Forschungsgebiete sind heute prinzipiell disziplinübergreifend angelegt – von der europäischen Raumfahrt bis zu Arbeiten mit nanotechnischen Entwicklungen.

Dabei wurden zwei Schwierigkeiten bewusst in Kauf genommen: Die recht unterschiedlichen Lehrplanstrukturen der naturwissenschaftlichen Fächer im berufsbildenden höheren Schulwesen führen dazu, dass gemeinsame Lehrinhalte für alle Schulformen nicht in allen Bereichen gefunden werden konnten; außerdem begünstigt die disziplinentriente Lehrerbildung an den Universitäten die gewünschte Vernetzung der Fächer derzeit nicht.

Unsere Gesellschaft wird durch Naturwissenschaft und Technik in allen Bereichen geprägt. Durch ein Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und technischen Anwendungen werden Fortschritte auf vielen Gebieten bewirkt, so z.B. in der Medizin, der Bio- und Gentechnologie, der Umwelt- und Energietechnik, der Nanotechnologie bzw. der Informationstechnologie.

Die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technologie birgt jedoch auch Risiken. Diese müssen erkannt und bewertet werden. Dazu ist Wissen in den naturwissenschaftlichen Fächern notwendig.

**Naturwissenschaftliche Bildung** ist ein wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung. Sie ermöglicht eine aktive Teilnahme an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung.

**Ziele** der naturwissenschaftlichen Grundbildung sind:

- Phänomene erfahrbar zu machen,
- die Sprache und die Entwicklung der Naturwissenschaften zu verstehen,
- die Erkenntnisse der Naturwissenschaften zu kommunizieren,
- sich mit den speziellen naturwissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung und ihren Grenzen auseinanderzusetzen und
- die erworbenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen im Leben vorteilhaft für sich und andere zu verwenden.

Dazu gehört das naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine Betrachtung der Welt in analytischer und rationaler Weise ermöglicht. Naturwissenschaftliche Grundbildung soll weiters eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder geben und Grundlagen für anschlussfähiges, berufsbezogenes Lernen schaffen.

Der **Beitrag des Faches Biologie** liegt in der Auseinandersetzung mit dem Lebendigen. „Lebendige Natur“ bildet sich in verschiedenen Systemen ab, so z. B. in der Zelle, im Organismus, im Ökosystem und der Biosphäre sowie in deren Wechselwirkungen und in ihrer Geschichte.

Biologische Systeme zu verstehen erfordert zwischen den verschiedenen Systemen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen.

Im Biologieunterricht kann multiperspektivisches und systemisches Denken entwickelt werden. In der angewandten Biologie ist auch das Erkennen des Lebensmittel- und Warencharakters biologischer Produkte für das umweltbewusste Denken im Alltag wichtig. Dies liefert die Grundlage für ein gesundheitsbewusstes und umweltverträgliches Handeln in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung. Für ein aktives Teilhaben fördert der Biologieunterricht die Kompetenzen Kommunizieren und Bewerten.

Die **Chemie** liefert Erkenntnisse über den Aufbau und die Herstellung von Stoffen sowie für den sachgerechten Umgang mit ihnen. Sie untersucht und beschreibt die stoffliche Welt. Dabei berücksichtigt sie im Besonderen die chemische Reaktion als Einheit aus Stoff- und Energieumwandlung durch Teilchen- und Strukturveränderungen und Umbau chemischer Bindungen.

Durch den Chemieunterricht sollen die Schülerinnen und Schüler Phänomene der Lebenswelt auf der Grundlage ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen erklären, bewerten, Entscheidungen treffen, Urteile fällen und dabei kommunizieren können.

Sie erkennen die Bedeutung der Wissenschaft Chemie, der chemischen Industrie und chemierelevanter Berufe für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Sie sollen für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisiert werden unter Berücksichtigung eines verantwortungsbewussten Umgangs mit Chemikalien und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt sowie des sicherheitsbewussten Experimentierens.

Auf Grundlage ihrer chemischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten nutzen die SchülerInnen insbesondere das Experiment als Methode zum Erkenntnisgewinn. Darüber hinaus ziehen sie Kompetenzen aus anderen Fächern heran und erfahren die Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnis. Die SchülerInnen verknüpfen experimentelle Ergebnisse mit Modellvorstellungen und erlangen im Teilchenbereich ein tieferes Verständnis der chemischen Reaktionen und der Stoffeigenschaften.

Die **Physik** stellt eine wichtige Grundlage für das Verstehen natürlicher Phänomene und die Erklärung und Beurteilung von Entwicklungen und technischen Systemen dar. Der Physikunterricht fördert durch Inhalte und Methoden die für das Fach typischen

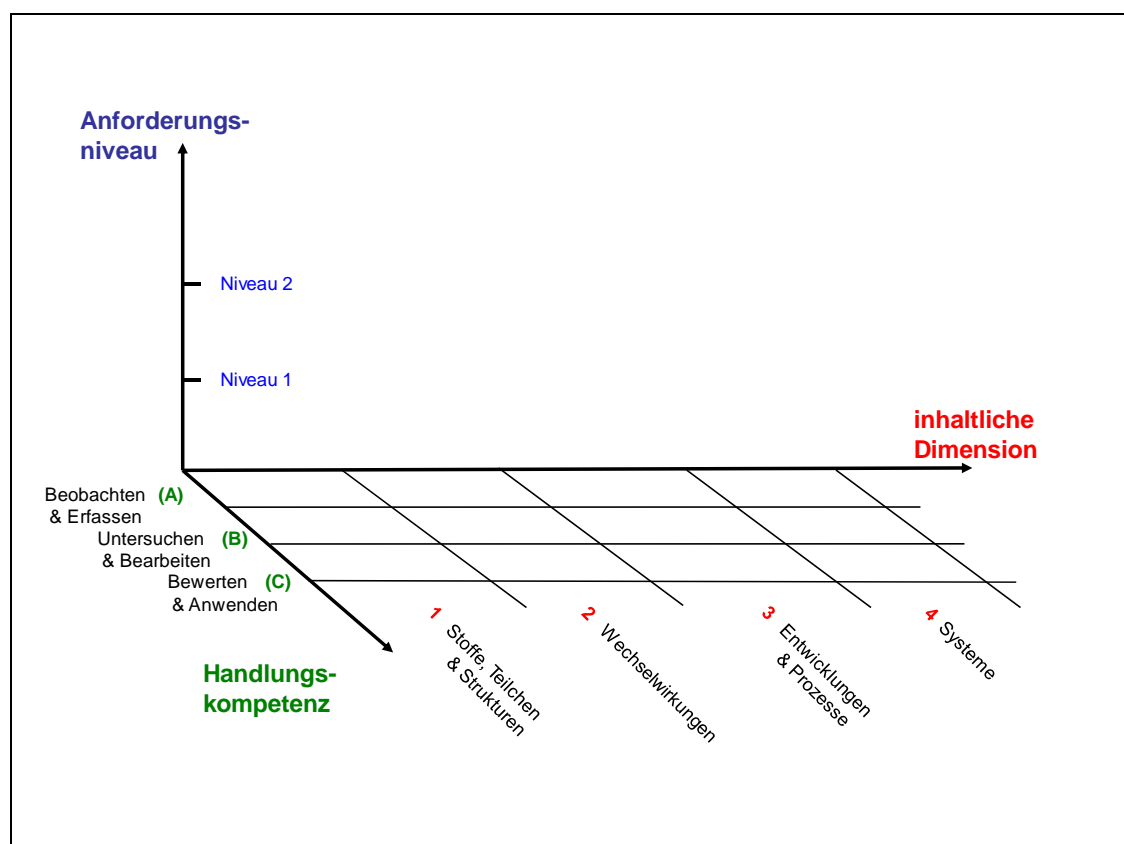
Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme sowie die Entwicklung einer spezifischen Weltansicht. Physik ermöglicht Weltbegegnung durch Modellierung von Phänomenen und die Vorhersage der Ergebnisse von Wirkungszusammenhängen. Dabei spielen die strukturierte und formalisierte Beschreibung von Phänomenen als auch die Erarbeitung ihrer wesentlichen physikalischen Eigenschaften eine Rolle.

Im Physikunterricht soll eine Grundlage für die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen und ihren gesellschaftlichen Zusammenhängen gelegt, ein Beitrag zu anderen Fächern geleistet und ein anschlussfähiges Orientierungswissen gegeben werden.

## 1.2 Das dreidimensionale Kompetenzmodell (NAWI)

Das Kompetenzmodell umfasst eine Handlungsdimension, eine Inhaltsdimension und beschreibt zwei unterschiedliche Niveaustufen auf diesen beiden Dimensionen.

Bei den beiden fachlichen Teildimensionen sind folgende Dimensionen zu unterscheiden:



- **Allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenzen (naturwissenschaftliche Handlungskompetenz)**  
Hierbei handelt es sich um ein dreistufiges Modell, das sich an der Vorgehensweise beim naturwissenschaftlichen Arbeiten orientiert. Durch die Unterteilung in Kompetenzklassen werden charakteristische Handlungsbereiche spezifiziert, die eine logische Abfolge erkennen lassen.
- **Inhaltsbezogene Dimension (aufgegliedert nach Biologie, Chemie und Physik)**  
Aus der Heterogenität der drei naturwissenschaftlichen Disziplinen ergab sich die Notwendigkeit die Inhaltsebene in 3 Teilbereiche (nach den Fächern Biologie, Chemie

und Physik) zu gliedern. Die angeführten Kompetenzklassen entsprechen den im Lehrplan enthaltenen Inhaltsbereichen.

Die dritte Dimension beschreibt die unterschiedlichen Anspruchsniveaus:

- **Anforderungsniveau**

Durch die beiden Kompetenzstufen sollen kognitive Leistungen mit unterschiedlichem Anspruchsniveau spezifiziert werden. Das Erreichen einer Kompetenzstufe sagt etwas über die Fähigkeit aus, mit einfacheren oder komplexeren Sachverhalten umgehen zu können. Bei der fächerübergreifenden Behandlung von drei naturwissenschaftlichen Disziplinen geht es dabei auch um die Zuordnung von Fragestellungen zu einzelnen Fachgebieten interdisziplinäre Lösungsansätze.

## 1.2.1 Dimension Handlungskompetenz

Ausgangspunkt zur Bestimmung der Kompetenzbereiche ist die in 1.1 beschriebene naturwissenschaftliche Arbeitsweise. Daraus ergeben sich die drei im Folgenden angeführten

### Allgemeinen naturwissenschaftlichen Kompetenzen:

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| A. | Beobachten und Erfassen    |
| B. | Untersuchen und Bearbeiten |
| C. | Bewerten und Anwenden      |

### Sie können wie folgt beschrieben werden:

<b>A</b>	<b>Beobachten &amp; Erfassen:</b>	Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur zu beobachten, gegebenenfalls durch Formeln und Symbole zu beschreiben und sich in der entsprechenden Fachsprache auszudrücken. Dazu gehören das Einordnen, Darstellen und Erläutern dieser Phänomene mit Hilfe von Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien.
<b>B</b>	<b>Untersuchen &amp; Bearbeiten:</b>	Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt mit fachspezifischen Methoden zu untersuchen, zu analysieren und auf ihre Glaubwürdigkeit zu prüfen. Dazu gehören das Stellen geeigneter Untersuchungsfragen, die Informationsbeschaffung und die Modell- und Hypothesenbildung. Daraus ergibt sich die begründete Auswahl von Bearbeitungsmethoden (z. B. Fallstudien, Experimente, Messungen und Berechnungen).
<b>C</b>	<b>Bewerten &amp; Anwenden:</b>	Umfasst die Kompetenz Daten, Fakten und Ergebnisse bezüglich ihrer Aussage und Konsequenzen zu bewerten, zu dokumentieren, zu präsentieren und anzuwenden. Dazu gehören die begründete Auswahl von Bewertungskriterien und das Erkennen der Gültigkeitsgrenzen und Anwendungsbereiche naturwissenschaftlicher Aussagen und Prognosen. Entsprechend der zu Grunde liegenden Kompetenzdefinition von Weinert geht es auch um den Aufbau von Motivation und Handlungsbereitschaft, woraus sich eine förderliche Anwendbarkeit im persönlichen und gesellschaftlichen Handlungsbereich ergibt.



Die angeführten Kompetenzbereiche gehen von allgemeinen, fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Denkweisen aus, sind jedoch für jedes einzelne Unterrichtsfach in typischer Weise umzusetzen. Die angeführten Kompetenzbereiche beschreiben Handlungen, die für die Bearbeitung und Nutzung der inhaltlichen Teilbereiche aus Biologie, Chemie und Physik erforderlich sind.

## 1.2.2 Inhaltsdimension

Die im jeweiligen Fach angegebenen Dimensionsklassen spiegeln die wesentlichen Inhaltsbereiche der Lehrpläne der verschiedenen berufsbildenden Schultypen wider. Da darüber hinaus das Erkennen von Zusammenhängen über die Grenzen des einzelnen Unterrichtsfaches hinweg für die Entwicklung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen notwendig ist, wurden für jedes Unterrichtsfach dieselben vier Dimensionsklassen festgelegt. Dabei handelt es sich um grundlegende Basiskonzepte, durch die Phänomene naturwissenschaftlich beschrieben und geordnet werden können. Die Strukturierung und Systematisierung der Inhalte wird damit erleichtert und der Erwerb eines grundlegenden, vernetzten Wissens ermöglicht.

### Allgemeine inhaltliche Dimension:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 | Stoffe, Teilchen und Strukturen |
| 2 | Wechselwirkungen                |
| 3 | Entwicklungen und Prozesse      |
| 4 | Systeme                         |

Zusätzlich war es notwendig für Biologie, Chemie und Physik unterschiedliche inhaltliche Dimensionen zu formulieren und innerhalb dieser „Teildimensionen“ eine inhaltliche - thematische Auswahlmöglichkeit zu schaffen, um den unterschiedlichen Ansprüchen der einzelnen Berufsbildenden Schultypen gerecht zu werden. Wesentlich erscheint es, durch die dargelegte Rahmenstruktur eine Zuordnung und Vernetzung der einzelnen Fachinhalte zu ermöglichen, auch wenn der inhaltliche Abdeckungsgrad je Schultype unterschiedlich sein wird.

### Inhaltliche Dimension Biologie:

- |         |   |
|---------|---|
| 1.1-bio | Vom Molekül zur Zelle zum Organismus        |
| 1.2-bio | Arbeitsweise der Biologie                   |
| 2.1-bio | Stoffwechsel & Steuer- und Regelmechanismen |
| 2.2-bio | Humanökologie                               |
| 3.1-bio | Vererbung und Evolution                     |
| 3.2-bio | Bio- und Lebensmitteltechnologie            |
| 4.1-bio | Zelle als System                            |
| 4.2-bio | Ökologie                                    |

## Inhaltliche Dimension Chemie:

1.1-ch	Aufbau der Materie
1.2-ch	Arbeitsweise der Chemie
2.1-ch	Chemische Bindungen
2.2-ch	Chemische Reaktionen
3.1-ch	Chemische Technologie
3.2-ch	Chemie und Gesellschaft
4.1-ch	Periodensystem der Elemente
4.2-ch	Chemische Grundlagen der Ökologie

## Inhaltliche Dimension Physik:

1.1-ph	Eigenschaften der Materie
1.2-ph	Arbeitsweise der Physik
2.1-ph	Wechselwirkungsarten
2.2-ph	Wellen und Materie
3.1-ph	Physikalische Weltbilder
3.2-ph	Physik und Gesellschaft
4.1-ph	Erhaltungsgrößen in Systemen
4.2-ph	Raum und Zeit

### 1.2.2.1 Inhaltsdimension Biologie

Zu den inhaltlichen Dimensionen wurden „Teildimensionen“ formuliert (1.1-bio, etc.). Um eine inhaltlich - thematische Auswahlmöglichkeit zu schaffen, wurden dazu Beispiele angegeben.

<b>1</b>	<b>Stoffe, Teilchen und Strukturen</b>	<b>1.1-bio Vom Molekül zur Zelle zum Organismus</b> Biomoleküle, RNA, DNA; Viren, Zelle (Prokaryoten, Eukaryoten) , Organellen, Gewebe und Organe; Bau und Funktion von Organsystemen; Pilze, Algen <b>1.2-bio Arbeitsweisen der Biologie</b> Bildgebende Verfahren, Zellkulturen, systematische Einteilung
<b>2</b>	<b>Wechselwirkungen</b>	<b>2.1-bio Stoffwechsel &amp; Steuer- und Regelmechanismen</b> Baustoffwechsel, Nährstoffe; Energiestoffwechsel, Photosynthese, Zellatmung, Gärung; Hormonsystem, Nerven- und Sinnessystem, Muskulatur, Immunsystem, Proteinsynthese. <b>2.2-bio Humanökologie</b> Lernbiologie, Sexualhygiene, Psychohygiene, Ergonomie, Ernährung, Drogen

3	<b>Entwicklungen und Prozesse</b>	<b>3.1-bio Vererbung und Evolution</b> klassische Genetik, Tier- und Pflanzenzucht; Molekulargenetik, Mutation, Meiose, Befruchtung, Erbkrankheiten; Evolutionstheorie <b>3.2-bio Bio- und Lebensmitteltechnologie</b> Gentechnik, Stammzellen, Klonen, Lebens- und Genussmittel
4	<b>Systeme</b>	<b>4.1-bio Zelle als System</b> Diffusion, Osmose, Organellen; Mitose <b>4.2-bio Ökologie</b> abiotische und biotische Faktoren, Ökosysteme, Stoffkreisläufe, Ökobilanzen, ökologisches Wirtschaften, Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Bevölkerungsentwicklung

### 1.2.2.2 Inhaltsdimension Chemie

Zu den inhaltlichen Dimensionen wurden „Teildimensionen“ formuliert (1.1-ch, etc.). Um eine inhaltlich - thematische Auswahlmöglichkeit zu schaffen, wurden dazu Beispiele angegeben.

1	<b>Stoffe, Teilchen und Strukturen</b>	<b>1.1-ch Aufbau der Materie</b> Atome, Atommodelle; Moleküle, Organische Moleküle, Makromoleküle; Reinstoff/Gemenge, Elemente/Verbindung, Aggregatzustände, Kristalle <b>1.2-ch Arbeitsweisen der Chemie</b> chemisch-physikalische Größen, Formelschreibweise und Nomenklatur, physikalische Trennverfahren, Analyse – Synthese; Sicherheit im Umgang mit gefährlichen Stoffen
2	<b>Wechselwirkungen</b>	<b>2.1-ch Chemische Bindungen</b> Atombindung, Ionenbindung, Metallbindungen, Wasserstoffbrückenbindungen, Van der Waals Kräfte <b>2.2-ch Chemische Reaktionen</b> Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie, Chemisches Gleichgewicht, Endotherme / exotherme Reaktionen, Katalyse; Protolysereaktionen, Redoxreaktionen, Spannungsreihe, galvanische Elemente; Fotosynthese, Atmung, Gärung
3	<b>Entwicklungen und Prozesse</b>	<b>3.1-ch Chemische Technologie</b> anorganische und organische Grund- und Alltagsstoffe: Düngemittel, Erzeugnisse der Petrochemie, Kunststoffe, Farbstoffe, Metallgewinnung, Katalysatoren, Waschmittel; Nahrungsmitteltechnologie, Biotechnologie

		<b>3.2-ch Chemie und Gesellschaft</b> Geschichte der Chemie, Entwicklung der Atommodelle, vom Phänomen zum Modell; aktuelle Forschungsbereiche: Brennstoffzelle, erneuerbare Energieträger, Nanotechnologie
<b>4</b>	<b>Systeme</b>	<b>4.1-ch Periodensystem der Elemente</b> Ordnungszahl, Massenzahl, Nuklide, Isotope <b>4.2-ch Chemische Grundlagen der Ökologie</b> Luft, Wasser, Boden, Stoffkreisläufe; Umweltprobleme: Ozonproblematik, Treibhauseffekt

### 1.2.2.3 Inhaltsdimension Physik

Zu den inhaltlichen Kompetenzen wurden „Teilkompetenzen“ formuliert (1.1-ph, etc.). Um eine inhaltlich - thematische Auswahlmöglichkeit zu schaffen, wurden dazu Beispiele angegeben.

<b>1</b>	<b>Stoffe, Teilchen und Strukturen</b>	<b>1.1-ph Eigenschaften der Materie</b> Aggregatzustände, Temperatur, Wärme Elektrische Leitfähigkeit, Stromkreise <b>1.2-ph Arbeitsweise der Physik</b> Internationales Einheitensystem: Grundgrößen, abgeleitete Größen, Vorsilben; Größenordnungen; vom Experiment zur Theorie
<b>2</b>	<b>Wechselwirkungen</b>	<b>2.1-ph Wechselwirkungsarten</b> Kräfte und ihre Wirkungen: Newtonsche Axiome, Reibung, Federkraft, statischer und dynamischer Auftrieb, elektrostatische Kraft, Magnetismus; Vereinheitlichung der Kräfte, Standardmodell <b>2.2-ph Wellen und Materie</b> Ionisierende Strahlung (Radioaktive Strahlung) Elektromagnetische Wellen (elektromagnetisches Spektrum) Mechanische Wellen: Schall Interaktionen Materie und Wellen: Reflexion, Emission, Absorption, Beugung, Brechung Interaktionen Wellen mit Wellen: Interferenz
<b>3</b>	<b>Entwicklungen und Prozesse</b>	<b>3.1-ph Physikalische Weltbilder</b> Atommodelle; geozentrisches und heliozentrisches Weltbild, Urknalltheorie; Von der klassischen zur modernen Physik <b>3.2-ph Physik und Gesellschaft</b> Energiebereitstellung, Wirkungsgrade, Energiebilanzen Verarbeitung, Übertragung und Speicherung von Informationen
<b>4</b>	<b>Systeme</b>	<b>4.1-ph Erhaltungsgrößen in Systemen</b>

		Energieformen, Energieerhaltung, Energieumwandlung; weitere Erhaltungsgrößen <b>4.2-ph Raum und Zeit</b> Bezugssysteme: Translation, Rotation; Relativitätstheorie; Feldbegriff
--	--	---

### 1.2.3 Dimension Anforderungsniveau:

Das Anforderungsniveau beschreibt Anforderungsstufen mit mehr oder weniger komplexen Denkprozessen.

Im Gegensatz zu den bei Prüfungen und Tests überprüften und im laufenden Lernprozess erworbenen kurzfristigen Kompetenzen **beschreiben Standards langfristige Kompetenzen** die bis zum Ende der Ausbildung erworben werden sollen.

Es besteht Einigkeit darüber, dass langfristige Kompetenzen, wie sie mit Standards angesprochen werden, ein wesentlich niedriges Anforderungsniveau aufweisen als kurzfristig erworbene Kompetenzen im Rahmen einer Prüfung oder eines Tests. In diesem Modell werden zwei Anforderungsniveaus definiert:

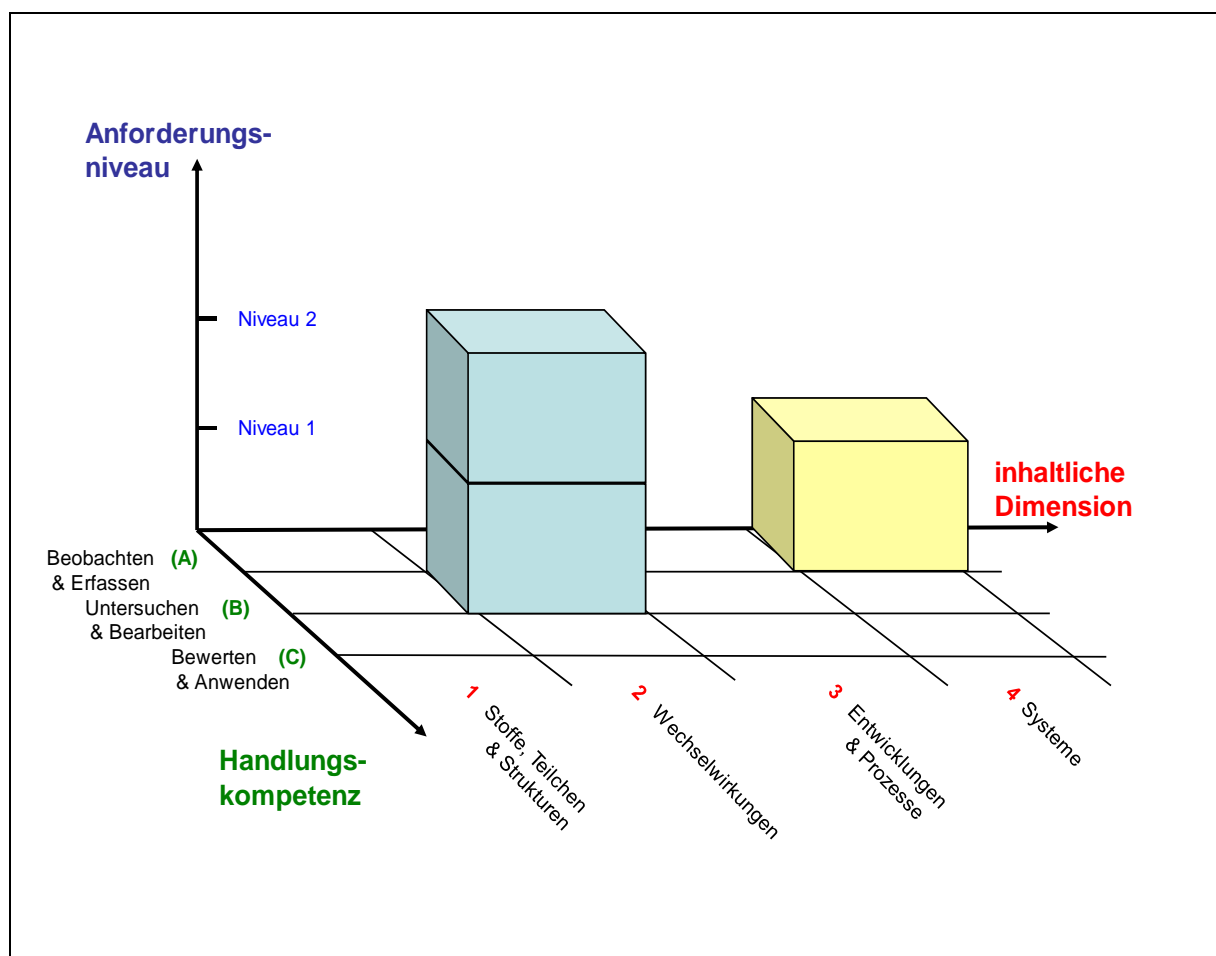
<p>Niveau 1:</p> <p><b>Naturwissenschaftliche Sachverhalte, Methoden und Anwendungen reproduzieren:</b></p>	<p>Das Anforderungsniveau 1 umfasst die Fähigkeiten und Methoden,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache naturwissenschaftliche Sachverhalte zu reproduzieren,</li> <li>- einfache Experimente und Arbeitsweisen nachzuvollziehen bzw. zu beschreiben,</li> <li>- Auswirkungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen zu benennen,</li> <li>- einfache Kontexte aus naturwissenschaftlicher Sicht zu erläutern.</li> <li>- Informationsbeschaffung zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten</li> </ul>
<p>Niveau 2:</p> <p><b>Naturwissenschaftliche Sachverhalte und Methoden, auch interdisziplinär zu transferieren und auf neue Sachverhalte anwenden:</b></p>	<p>Das Anforderungsniveau 2 umfasst die Fähigkeiten und Methoden,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- umfangreiche und über die Fächergrenzen zusammenhängende naturwissenschaftliche Sachverhalte zu analysieren,</li> <li>- naturwissenschaftliche Sachverhalte zu kombinieren und Analogieschlüsse zu ziehen,</li> <li>- naturwissenschaftliche Sachverhalte zu reflektieren und zu bewerten,</li> <li>- Phänomene in einen naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen,</li> <li>- auf Basiskonzepte zurückzugreifen, Wissen selbstständig zu erwerben und auf naturwissenschaftliche Sachverhalte im Kontext anzuwenden,</li> <li>- interdisziplinäre Experimente zu planen, durchzuführen, sowie gewonnene Beobachtungen und Daten auszuwerten.</li> </ul>

Vom Anforderungsniveau zu unterscheiden ist der Begriff der persönlich Fassbarkeit, der eher individuumsbezogen gesehen werden muss, also von der Vorbildung der einzelnen Schülerin / des einzelnen Schülers beeinflusst wird.

### 1.3 Die Vernetzung der 3 Dimensionen

Naturwissenschaftliche Grundbildung zeigt sich erst dann, wenn allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenzen und Inhaltsdimensionen vernetzt miteinander auftreten, das heißt, wenn Schülerinnen und Schüler in wechselnden Situationen allgemeine Handlungskompetenzen aktivieren und dabei auf Inhalte zurückgreifen können. Je nach gestellter Aufgabe geschieht dies auf zwei unterschiedlichen Anforderungsniveaus.

Die Vernetzung der Handlungskompetenz und der inhaltlichen Dimension wird in der folgenden Grafik dargestellt. Die Realisierung einer solchen Verknüpfung in Form von Aufgaben kann in verschiedenen Anforderungsniveaus erfolgen.



Die Verknüpfung der Dimensionen wird in der Form von „Deskriptoren“, also verbalisierte Kompetenzanforderungen, dargestellt.

Ein Deskriptorcode für naturwissenschaftliche Standards hätte folgendes Aussehen:  
**NAWI-1.22-A.1-ch** (Inhalt 1.2, Anforderung 2, Handlung A.1, Chemie)

In den Feldern einer Matrix werden beispielhaft solche Verknüpfungen dargestellt:

		Inhaltliche naturwissenschaftliche Dimension			
		Stoffe, Teilchen und Strukturen  1	Wechsel- wirkungen  2	Entwicklungen & Prozesse  3	Systeme  4
Naturwissenschaftliche Handlungskompetenz	Beobachten & Erfassen  A	Deskriptor (1.1-A-bio) Niveau 1			Deskriptor (4.2-A-ch) Niveau 1
	Analysieren & Bearbeiten  B		Deskriptor (2.1-B-ph) Niveau 2		
	Bewerten & Anwenden  C			Deskriptor (3.2-C-ch) Niveau 2	

### Beispiele für vernetzte Kompetenzen:

- (1) Stoffe Teilchen und Strukturen: Zelle (1.1-A-bio):  
Die Schülerinnen / die Schüler erfassen anhand einer Abbildung die Bestandteile einer Zelle. Sie ordnen den Zellorganellen ihre jeweiligen Funktionen zu.
- (2) Wechselwirkungen: Steuer- und Regelmechanismen: Auge (2.1-B-bio):  
Die Schülerinnen / die Schüler analysieren den Aufbau des Auges sowie die Korrektur der Altersweitsichtigkeit mittels vorgesetzter Linse (Brille). Daraus leiten Sie die Erklärung für die Altersweitsichtigkeit ab und formulieren die Begründung in allgemein verständlichen Worten.
- (3) Entwicklungen und Prozesse: Biotechnologie (3.2-C-bio):  
Die Schülerinnen / die Schüler beantworten die Frage: „Welche sachlichen Gründe sprechen Ihrer Meinung nach eher für einen Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft und welche eher dagegen? Gehen Sie dabei auf ökologische und ökonomische Fragen ein!“ nach dem intensiven Studium einer thematisch passenden Internetseite.
- (4) System: Ökologie, Ökosystem (4.2-A-bio):  
Die Schülerinnen / die Schüler ermitteln aus einem Text die Umweltfaktoren, die Einfluss auf das Leben der Sardelle haben und ordnen diese den abiotischen sowie biotischen Faktoren zu.

Zwecks besserer Lesbarkeit werden in den folgenden Kapiteln zunächst Standards für die naturwissenschaftlichen Handlungskompetenzen formuliert. Die Standards für die inhaltsbezogene Dimension sind schon ausführlich im Kapitel 1.2.2 beschrieben worden. Die Vernetzung sowie die Zuordnung zu den Anforderungsniveaus erfolgen dann bei den prototypischen Aufgaben, die erst eine leistungsmäßige Erfassung und Messung der Erreichbarkeit der Standards ermöglichen.

## **2 Deskriptoren für allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenzen**

Im Gegensatz zum Lehrplan, der in Form einer Inputsteuerung vorgibt, was Schülerinnen und Schüler lernen sollen, beschreiben die Deskriptoren des Standardmodells, was Schülerinnen und Schüler zu bestimmten Zeitpunkten ihres Bildungsweges können sollen. Daher werden hier aus der Perspektive der Schülerin /des Schülers („Ich kann...“) Deskriptoren für die Handlungs- oder Methodenkompetenz angeführt:

### **2.1 Bereich A: Beobachten und erfassen**

- A.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur beobachten und naturwissenschaftliche Zusammenhänge erfassen.
- A.2 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt systematisch Basiskonzepten oder Prinzipien zuordnen und in der entsprechenden Fachsprache beschreiben.
- A.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur mit Hilfe von Formeln, Größen und Einheiten beschreiben.
- A.4 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur mit Hilfe von einfachen Gesetzmäßigkeiten beschreiben, darstellen und erläutern.
- A.5 Ich kann die Bedeutung naturwissenschaftlicher Vorgänge für Wirtschaft, Technik und Umwelt erfassen und verstehen.

### **2.2 Bereich B: Untersuchen und bearbeiten**

- B.1 Ich kann aus unterschiedlichen Medien fachspezifische Informationen beschaffen.
- B.2 Ich kann naturwissenschaftliche Fragestellungen analysieren und Untersuchungsfragen stellen.
- B.3 Ich kann mögliche Untersuchungsmethoden nennen, Lösungsansätze formulieren und mögliche Untersuchungsergebnisse vorab abschätzen.
- B.4 Ich kann einfache naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, typische naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden und entsprechende Ergebnisse erhalten.
- B.5 Ich kann gewonnene Ergebnisse interpretieren und dokumentieren.



## **2.3 Bereich C: Bewerten und anwenden**

- C.1 Ich kann gewonnene Ergebnisse der Naturwissenschaften mit gültigen wissenschaftlichen sowie aktuellen kulturell-gesellschaftlichen Kriterien bewerten.
- C.2 Ich kann die Verlässlichkeit einer Aussage hinterfragen und Gültigkeitsgrenzen von naturwissenschaftlichen Aussagen und Prognosen erkennen.
- C.3 Ich kann die Konsequenzen von naturwissenschaftlichen Aussagen abschätzen und Schlussfolgerungen daraus ziehen.
- C.4 Ich kann die förderliche Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Prognosen für mich sowie für die Gesellschaft (Wirtschaft, Umwelt und Technik) erkennen und diese beschreiben.
- C.5 Ich kann naturwissenschaftliche Inhalte präsentieren sowie persönliche Standpunkte darlegen und begründen.

## **3 Kommentierte Aufgabenbeispiele**

Auch im Bereich der prototypischen Aufgabenbeispiele erscheint es sinnvoll eine Aufgliederung nach den drei Fachbereichen in

- ☺ kommentierte Aufgabenbeispiele Biologie,
- ☺ kommentierte Aufgabenbeispiele Chemie und
- ☺ kommentierte Aufgabenbeispiele Physik

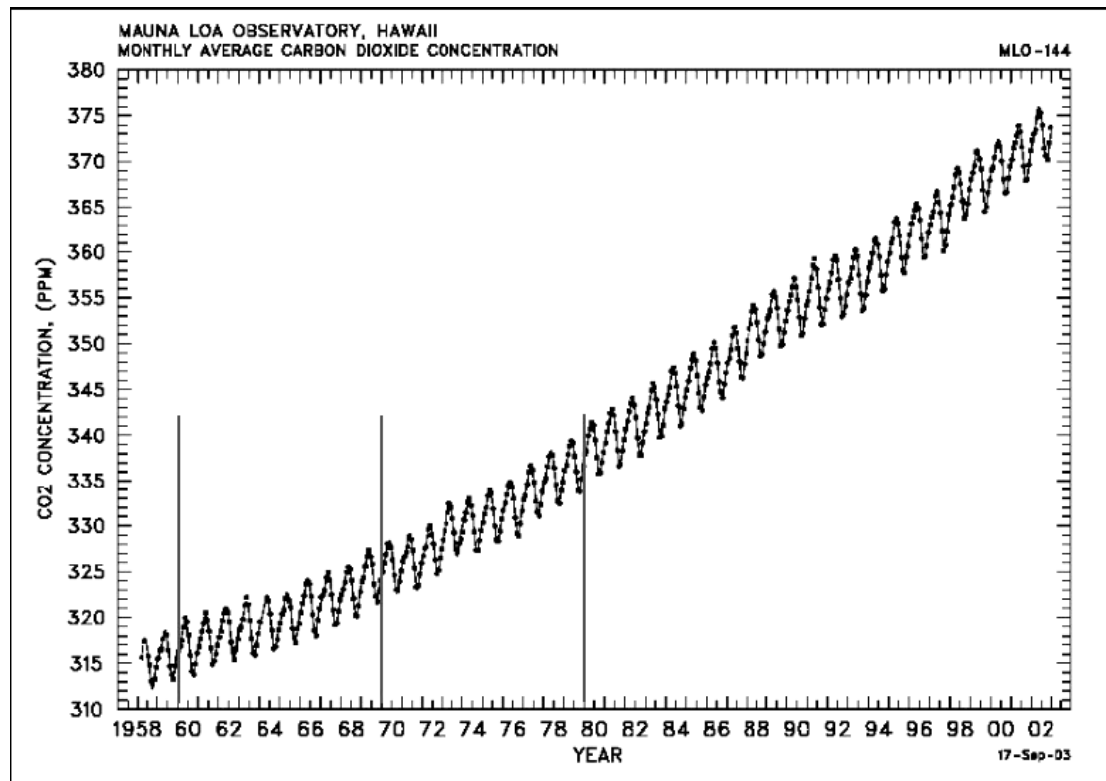
durchzuführen.

Im Folgenden finden Sie exemplarische Beispiele aus allen naturwissenschaftlichen Fachbereichen.

## Beispiel Biologie: Mauna Loa Ökologie (auszugsweise)

### Material 1:

Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre, Mess-Station Mauna Loa Observatorium, Hawaii:



### Material 2:

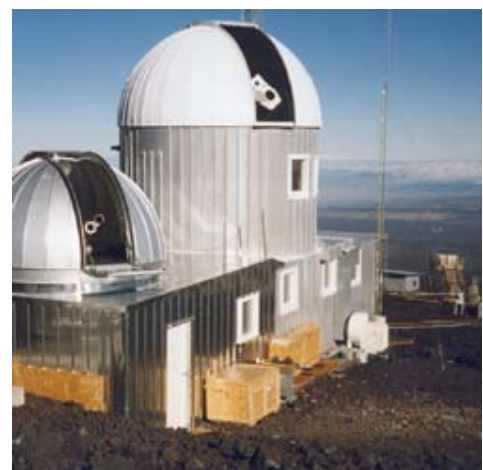
Die Mess-Station Mauna Loa Observatorium auf Hawaii liegt auf einem Vulkanberg und gilt als idealer Messort, denn die Insel befindet sich in großer Entfernung zu den Kontinenten, auf denen in ganz unterschiedlicher Weise große Ausstöße von Kohlenstoffdioxid erfolgen. Solche große CO<sub>2</sub>-Quellen stellen beispielsweise die Kohlekraftwerke und der Verkehr in den Industrienationen dar. Auch durch Brandrodungen in tropischen Wäldern wird viel CO<sub>2</sub> freigesetzt. Bedeutsam ist auch die Größe der Kontinente. So ist die Landmasse der Nordhalbkugel größer als die der Südhalbkugel.

Auf der Nordhalbkugel wird auch deshalb mehr CO<sub>2</sub> freigesetzt als auf der Südhalbkugel, weil dort mehr Menschen leben.

Die Messwerte von Mauna Loa zeigen zuverlässig Änderungen der Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der unteren Atmosphäre. Sie spiegeln in erster Linie die atmosphärischen Veränderungen der Nordhalbkugel wider, in zweiter die der gesamten Erdatmosphäre. Die Durchmischung mit der Atmosphäre der Südhalbkugel über den Äquator erfolgt verhältnismäßig langsam.

### Aufgabenstellung:

1. 1959 begannen Forscher auf Hawaii die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Erdatmosphäre zu messen (siehe Material 1). Diskutieren Sie in der Kleingruppe die jährlichen Schwankungen der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre mit Ihren Kenntnissen zu Fotosynthese und Atmung sowie der hohen Besiedlungsdichte in der Nordhalbkugel und erklären



Sie diese in Stichworten:

2. Außer den zu verzeichnenden Schwankungen innerhalb eines Jahres ist auch ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration von Jahr zu Jahr zu messen. Nennen Sie Gründe für den kontinuierlichen Anstieg.

### Zuordnung Kompetenzmodell

Fragen	Handlungs-kompetenz	Inhalts-dimension	Anforderungs-niveau
Frage 1: Schwankungen der CO <sub>2</sub> -Konzentration	A.5 C.3	2.1-bio 4.2-bio	2
Frage 2: Anstieg der CO <sub>2</sub> -Konzentration von Jahr zu Jahr	A.5 C.3	2.1-bio 4.2-bio	2

### Beispiel Chemie: COCA-COLA (auszugsweise)

#### Material 1:

Coca-Cola ist der als Warenzeichen eingetragene Name für ein koffein- und kohlenensäurehaltiges Erfrischungsgetränk. Es ist die weltweit erste und umsatzstärkste Cola-Marke. Inhaber ist *The Coca-Cola Company* aus Atlanta in den USA, der größte Softdrinkhersteller weltweit.



#### Offizielle Zutatenliste

Auf den Etiketten der Cola sind folgende Zutaten in absteigender Reihenfolge angegeben:

Coca-Cola	Coca-Cola Light:
Wasser	Wasser
Zucker	Kohlensäure
Kohlensäure	Lebensmittelfarbstoff E 150d (Zuckerkulör)
Lebensmittelfarbstoff E 150d (Zuckerkulör)	Süßstoffe E 950, E 951, E 952 (Natriumcyclamat, Acesulfam-K, Aspartam (enthält Phenylalanin))
Säuerungsmittel: E 338 (Phosphorsäure)	Säuerungsmittel: E 338 (Phosphorsäure) und E 330 (Zitronensäure)
Aroma	Aroma
Koffein	Koffein
100 ml Coca Cola enthalten 10 g Zucker und 10 mg Koffein.	100 ml Coca Cola Light enthält 10 mg Koffein

#### Aufgabenstellung:

1. In welchen Zutaten unterscheiden sich Coca-Cola und Coca-Cola Light?
2. Welcher der Inhaltsstoffe beider Cola-Getränke ist für die „prickelnde Wirkung“ verantwortlich:

- Wasser
- Süßstoffe
- Aroma
- Zucker
- Phosphorsäure
- Koffein
- Kohlensäure
- Zitronensäure
- Zuckerkulör

3. Der Hauptunterschied zwischen Coca Cola und Coca Cola Light besteht im Kaloriengehalt, deshalb die Bezeichnung Coca-Cola Light für die kalorienreduzierte Variante. Die folgende Abbildung eines Experimentes mit 2 Colaflaschen in Wasser zeigt, dass die Bezeichnung „Leicht“ auch wörtlich genommen werden kann.



Welche physikalisch-chemische Größe beschreibt das Ergebnis dieses Experimentes?

4. Folgende Messergebnisse wurden bei der Untersuchung zweier Cola-Proben gewonnen:

Probe	Coca-Cola	Coca-Cola Light
Volumen [l]	0,33	0,33
Masse [kg]	0,366	0,348
.....	.....[.....]	.....[.....]

Ermitteln Sie aus den gegebenen Messergebnissen für beide Proben die physikalisch-chemische Größe aus Frage 3 und geben sie die Einheit an.

5. Erläutern Sie in eigenen Worten die Abbildung aus Frage 3 und die ermittelten physikalisch-chemischen Größen aus Frage 4.
6. Begründen Sie mithilfe einer Internetrecherche die Schädlichkeit von übermäßigem Colagenuss. Verwenden Sie eine Suchmaschine (z.B.: Google) und die Suchbegriffe Coca-Cola, light, Gesundheit, schädlich.

Quellen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Coca-Cola>,

## Zuordnung Kompetenzmodell

Fragen	Handlungs-kompetenz	Inhalts-dimension	Anforderungs-niveau
Frage 1: Zutaten	A.1	1.1-ch, 3.1-ch	1
Frage 2: Prickelnde Wirkung	A.2	1.1-ch 3.1-ch	1
Frage 3: Physikalisch-chemische Größe	A.5	1.2-ch 1.2-ph	2
Frage 4: Physikalisch-chemische Größe ermitteln	A.3	1.2-ch	2
Frage 5: Erläutern	A.4	1.1-ch 1.2-ch	2
Frage 6: Internetrecherche	B.1 C.3	1.2-ch 3.2-ch	2

### Beispiel Physik : Sicherheit beim Auto (auszugsweise)

#### Material 1:

Noch immer gibt es „Gurtenmuffel“ unter den Autofahrer/innen. Dabei sind selbst kräftige Männer bei einer niederen Geschwindigkeit von ca. 12 – 15 km/h nicht in der Lage, sich bei einem Aufprall mit den Händen am Lenkrad abzustützen. Sie "knallen" in den Sicherheitsgurt, der eine Verletzung verhindern kann. Der Gurt verhindert bei Aufprallunfällen mit nicht zu hoher Geschwindigkeit das Schlimmste.

Die Autokonstrukteure haben sich zum Schutz der Insassen neben dem Sicherheitsgurt jedoch noch mehr einfallen lassen:

Die Front eines Wagens besteht nicht mehr aus starren, massiven Bauteilen, sondern sie ist so gebaut, dass sie sich beim Zusammenstoß "zusammenknautschen" kann. Die Knautschzone bewirkt, dass die Insassen nicht mehr auf einer Strecke von wenigen Zentimetern von z.B. 50 km/h auf 0 km/h abgebremst werden. Es steht so eine größere "Bremsstrecke" zur Verfügung. Dadurch wird die einwirkende Bremskraft gemindert.

Durch den Sicherheitsgurt wird der Rumpf am Sitz angeschnallt und dieser wird mit Hilfe der Knautschzone verlangsamt abgebremst. Damit ist der Körperrumpf bei nicht zu hohen Aufprallgeschwindigkeiten abgesichert - der Kopf jedoch nicht, da dieser nicht angeschnallt ist. Aufgrund seiner Trägheit bewegt sich der Kopf beim Aufprall fast ungehindert weiter. So kann es zur Überdehnung der Bänder und Muskeln am Hals kommen und schließlich wird die Halswirbelsäule und nach dem Aufprall am Lenkrad der Kopf schlimm verletzt.

Einen großen Fortschritt zur Vermeidung der Unfallfolgen beim Frontalzusammenstoß brachte die Einführung des Airbag. Durch einen elektrischen Impuls wird ein Treibgas entzündet, der im Lenkrad zusammengefaltete Nylonsack füllt sich in einigen Millisekunden und reißt das Lenkradpolster auf. Dadurch steht eine weiche und große Aufprallfläche für den Kopf zur Verfügung.

Trotz dieser Sicherheitsmaßnahmen und weiteren technischen Neuerungen (z.B. Abknicken

der Lenksäule u.ä.) führen Auffahrunfälle mit mehr als 80 km/h immer noch zu erheblichen und oft tödlichen Verletzungen.



*Sie haben vergessen sich anzuschnallen, und Ihr Auto prallt mit Tempo 80 frontal gegen einen dicken Baum. Unfallforscher haben Ihre letzte Lebenssekunde rekonstruiert. Der Countdown der letzten Sekunde in Ihrem Leben läuft ab:*

- 1,0 Sekunden Die Bremsen haben blockiert. Sie sind starr vor Schreck. Es gibt kein Ausweichen mehr.*
- 0,9 Sekunden Mit weißen Knöcheln umklammern Sie das Lenkrad,*
- 0,8 Sekunden Die vordere Stoßstange und der Kühlergrill werden zermalmt.*
- 0,6 Sekunden Mit 80 km/h rast Ihr Körper nach vorn. Sie wiegen jetzt mehr als drei Tonnen und werden mit 20-facher Schwerkraft aus dem Sitz gehoben. Ihre Beine brechen am Kniegelenk.*
- 0,5 Sekunden Ihr Körper löst sich aus dem Sitz, der Rumpf ist starr aufgerichtet, die gebrochenen Kniegelenke werden gegen das Armaturenbrett gepresst. Umhüllung und Stahlfassung des Lenkrades biegen sich unter Ihren Händen.*
- 0,4 Sekunden 60 Zentimeter des Autobugs sind total deformiert. Der Körper rast weiter mit 80 km/h; fast eine halbe Tonne schwer, stößt in das Hindernis.*
- 0,3 Sekunden Ihre Hände, in Todesangst starr verkrallt, biegen das Lenkrad fast vertikal, die Gelenke und Unterarme brechen. Durch die andauernde Schwerkraft werden Sie von der Lenksäule durchbohrt, Stahlsplitter dringen in den Brustkorb, reißen Löcher, in die Lunge und zerfetzen die inneren Arterien. Blut dringt in die Lungenflügel.*
- 0,2 Sekunden Ihre Füße werden aus den Schuhen gerissen das Bremspedal bricht ab, das Fahrgestell knickt in der Mitte ein, Bolzen lösen sich, Schrauben reißen, ab, Ihr Kopf kracht gegen die Windschutzscheibe, Sie haben nicht einmal mehr die Zeit, zu schreien.*
- 0,1 Sekunden Das Auto krümmt sich, die Sitze haben sich aus der Verankerung gelöst, schnellen nach vorn und pressen Ihren Brustkorb unbarmherzig gegen die gesplitterte Lenksäule. Blut schießt aus Ihrem Mund. Durch den Schock bleibt Ihr Herz stehen.*
- 0,0 Sekunden Sie leben nicht mehr!*

### Aufgabenstellung 1:

Versuche mit einem Partner/ einer Partnerin die folgenden Fragen zu beantworten:

#### Frage 1:

Öffne zunächst die Datei „crash1.avi“ und sieh dir das kurze Video an!  
Erkläre die Gefährlichkeit eines Frontalzusammenstoßes für nicht angeschnallte Autoinsassen mit Hilfe des Trägheitssatzes.

---

#### Frage 2:

Warum bieten Sicherheitsgurt und Knautschzone beim Auto einen gewissen Schutz bei Frontalzusammenstößen?

---

#### Frage 3:

Erkläre, warum der Sicherheitsgurt bei Frontalzusammenstößen für den Kopf des Fahrers zu wenig Schutz bietet, wohl aber der Airbag.

---

#### Frage 4:

Warum muss man sich bei einem Auto, das mit Airbag ausgestattet ist, trotzdem anschnallen?

### Aufgabenstellung 2:

Öffne die PowerPoint- Datei „Traegheit“. Lies dir den Text durch, sieh dir das Video an und beobachte genau, was dir die animierten GIF- Dateien zeigen! Alternativ:

Das Video ist auch zu finden auf der Homepage <http://www.uni-heidelberg.de/media/physik/anderthalb4.html> unter „Trägheit“.

Die animierten GIFS sind zu finden unter  
<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/mmedia/newtlaws/cci.html>  
<http://www.physicsclassroom.com/mmedia/newtlaws/mb.html>  
<http://www.physicsclassroom.com/mmedia/newtlaws/il.html>

---

#### Frage 5:

Beschreibe deine Beobachtungen und erkläre sie!

Motorradfahrer /Wand		
LKW/Auto		
PKW/Wand		

## Zuordnung Kompetenzmodell

<b>Fragen</b>	<b>Handlungs- kompetenz</b>	<b>Inhalts- dimension</b>	<b>Anforderungs- niveau</b>
Frage 1:	A.1 A.2	2.1-ph	2
Frage 2:	C.3	2.1-ph	2
Frage 3:	C.3	2.1-ph	2
Frage 4:	C.3	2.1-ph	2
Frage 5:	A.1 A.4	2.1-ph	2



## Anhang: Kompetenzmodelle in den Naturwissenschaften

Um die Überlegungen zum Kompetenzmodell gut abzusichern, werden Ansätze in unterschiedlichen Projektzusammenhängen aus fachdidaktischer Sicht im Überblick präsentiert.

Wie gut können SchülerInnen naturwissenschaftliche Phänomene untersuchen, beschreiben, erklären oder vorhersagen? Sind sie in der Lage, populärwissenschaftliche Berichte zu verstehen? Können sie Belege und Folgerungen interpretieren und von Meinungen ohne wissenschaftlichen Hintergrund unterscheiden?

Mit den folgenden Betrachtungen sollen Kompetenzmodelle von naturwissenschaftlichen Grundbildungen verglichen werden. Der Vergleich festigt einen Zugang zum gewählten Kompetenzmodell für die Bildungsstandards.

### Das PISA-Framework

Diese Fragen versucht PISA unter dem Titel „Scientific Literacy“ (Naturwissenschaftliche Grundkompetenz) zu beantworten. Die OECD hat als wirtschaftsvergleichende supranationale Institution Interesse daran, dass sich Jugendliche in einer naturwissenschaftlich geprägten Welt mit den ökologischen, ökonomischen und sozialen Einflüssen zurechtfinden und diese auch mitgestalten können. Die Aufgaben zielen also auf breites allgemeines Interesse ab, wo man mit den Ergebnissen und Berichten wissenschaftlicher Arbeit umgehen können soll und entsprechend journalistisch aufbereitete Botschaften und „Geschichten“ auf der Grundlage von Basiswissen einschätzen können soll. Sie haben nichts mit Spezialinteressen zu tun und benötigen kein Spezialwissen.

Im PISA-Framework wird die naturwissenschaftliche Grundkompetenz folgendermaßen beschrieben „Scientific literacy use scientific knowledge to identify questions and to draw evidence-based conclusions, understand and help make decisions of the natural world and the changes made to it through human activity... (OECD, 2003, S133). „Naturwissenschaftskompetenz ist die Fähigkeit, dieses 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“.

Die Aufgaben stammen aus den Fachgebieten der Physik, Chemie, Biologie, Erdwissenschaften und Weltraumwissenschaften. In Österreich werden diese Belange in Gegenständen Physik, Chemie, Biologie und Umweltkunde sowie Geographie unterrichtet; nicht unbedingt in allen Schultypen und auch in den allgemein bildenden Lehrplänen mit Lücken.

Daher werden bei PISA ausgewählte Themen aus Physik, Chemie, Biologie sowie Erd- und Weltraumwissenschaften in längeren Texten in lebensnahe Probleme verpackt, zu deren Lösung naturwissenschaftliche Kenntnisse benötigt werden. Für die **Wahl der Inhalte** wurden als erste Beschreibung der gesamten Domäne folgende Kriterien erstellt:

- Relevanz und Nützlichkeit in alltäglichen Situationen
- Bedeutung für die Lebensverhältnisse im nächsten Jahrzehnt
- Verknüpfung mit ausgewählten naturwissenschaftlichen Prozessen.

Folgende Themen zum Testen von Grundkompetenzen werden angeführt (in der Klammer sind Unterbereiche ohne Anspruch der Vollständigkeit):

- Struktur und Eigenschaften von Materie (thermische und elektrische Eigenschaften);
- Atmosphärische Änderungen (Strahlung, Transmission, Druck);

- Chemische und physikalische Änderungen;
- Energieumwandlung (Energieerhaltung, Photosynthese);
- Kräfte und Bewegung (Kräfte im (Un)gleichgewicht, Kinematik, Dynamik);
- Formen und Funktionen (Zelle, Skelett, Anpassung);
- Humanbiologie (Gesundheit, Hygiene, Ernährung);
- Physiologische Änderungen (Hormone, Elektrolyse, Neuronen);
- Biodiversität (Arten, Gene, Evolution);
- Genetische Kontrolle (Dominanz, Vererbung);
- Ökosysteme (Nahrungsketten, Nachhaltigkeit);
- Die Erde im Universum (Sonnensystem, tägliche und saisonale Änderungen);
- Physische Geographie (Kontinentaldrift, Wetter).

Diese Themen werden als naturwissenschaftliches Wissen und als wesentliche Konzepte für eine Grundkompetenz festgelegt. Viele Bereiche fehlen – auf die exemplarische Behandlung wird immer wieder hingewiesen.

Da Wissen weniger im Vordergrund steht als das Verstehen dieser **naturwissenschaftlichen Prozesse** (zweite Beschreibungsform der Domäne), also das Beurteilen und Interpretieren von wissenschaftlichen Belegen, wurden folgende Prozesse ausgewählt:

- Beschreiben, Erklären und Vorhersagen von wissenschaftlichen Phänomenen;
- Verstehen von Untersuchungen
- Interpretieren von Belegen und Folgerungen.

Hauptaugenmerk wird weniger auf die Fähigkeit gelegt, naturwissenschaftliche Belege zu produzieren, sondern eben referierte Belege beurteilen und interpretieren und die Anlage von Untersuchungen verstehen zu können. Hier gibt es eine große Spannweite von Schwierigkeitsstufen; durch Kalibrierungen werden nur Fragenkategorien gewählt, die dem Niveau von 15-Jährigen SchülerInnen entsprechen.

Alle Aufgaben und Fragestellungen sind in einen realitätsnahen Kontext eingebettet (dritte Beschreibung der Domäne – **Situationen und Kontext**), der aus dem Unterricht, aber auch von Lernsituationen außerhalb der Schule angewendet werden soll. Folgende Situationen wurden in folgende Anwendungsgebiete integriert:

- Wissenschaft im Bereich Leben und Gesundheit: Gesundheit, Krankheit und Ernährung; Erhaltung der biologischen Arten, Wechselwirkung zwischen physikalischen und biologischen Systemen; zugehöriges PISA-Beispiel: Semmelweis Tagebuch)
- Wissenschaft im Bereich Erde und Umwelt: Umweltverschmutzung, Bodenbewirtschaftung und Erosion, Wetter und Klima; zugehörige PISA-Beispiele: Tageslicht, Klimaänderung)
- Wissenschaft im Bereich Technologie: Biotechnologie, Verwendung von Materialien, Vermeidung von Abfällen, Energienutzung, Transport; zugehörige PISA-Beispiele: Klonen, Mais).

Gerade für eine internationale Untersuchung ist die Wahrung der Balance, bei Fragestellungen kein Land und keinen Kulturkreis zu begünstigen, sehr wichtig.

## **Bildungsstandards in Deutschland**

Laut dem BRD-KMK-Beschluss über Bildungsstandards (16.12.2004) ermöglicht „naturwissenschaftliche Bildung dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung. Dabei geht es bei naturwissenschaftlicher Grundbildung um die Zielsetzung, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie von Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren und sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete

naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Darüber hinaus bietet naturwissenschaftliche Grundbildung eine Orientierung für entsprechende Berufsfelder und schafft Grundlagen für anschlussfähiges berufsbezogenes Lernen“; soweit der Text über Grundkompetenzen, der in der Folge nach den Fächern Biologie, Chemie und Physik gegliedert wird.

Als Kompetenzbereiche des Faches Biologie werden Fachwissen (Lebewesen, biologische Phänomene, begriffe, Prinzipien, Fakten kennen und den Basiskonzepten zuordnen), Erkenntnisgewinnung (Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Modelle nutzen und Arbeitstechniken anwenden), Kommunikation (Informationen erschließen und austauschen) und Bewertung (biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten) unterschieden. Als Basiskonzepte werden System, Struktur, Funktion und Entwicklung angeführt.

Die Handlungsdimension bezieht sich auf grundlegende Elemente der Erkenntnisgewinnung. Also auf experimentelles und theoretisches Arbeiten, auf Kommunikation und auf die Bewertung und Anwendung biologischer Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

Als Kompetenzbereiche der Chemie wird bei derselben Einteilung wie oben auf chemische Phänomene und Sachverhalte in verschiedenen Kontexten Wert gelegt. Die Handlungsdimensionen sind gleich formuliert.

Die Kompetenzbereiche der Chemie und Physik taucht beim Fachwissen der Begriff „Gesetzmäßigkeiten“ deutlich auf; beim Fachwissen wird in der Physik zwischen den Kapiteln „Materie“, „Wechselwirkung“, „System“ und „Energie“ unterschieden. Die zentrale Stellung des Experimentes in beiden Fächern wird immer wieder betont.

Für die Chemie ist ein „Bildungsplan Gymnasium“ definiert, der neben den oben angeführten Darstellungen auf Wechselwirkungen zu Chemie als Kulturleistung und auch auf den Erwerb allgemeiner Kompetenzen wie Geduld, Genauigkeit, Sorgfalt und Ausdauer Bezug nimmt. Ein sehr hübscher Satz aus den Leitgedanken: „Für die Chemie ist das Denken auf zwei Ebene, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen, Strukturen) typisch. (..) Um die teilweise komplexen Zusammenhänge zu vermitteln, bedarf es einer **guten Strukturierung** (des Lehrstoffes) und oftmals einer sorgfältig gewählten **didaktischen Reduktion**“ (Hervorhebungen durch den Autor).

## **Standards beim IMST <sup>(1)</sup> -Projekt**

Im Rahmen des österreichischen Entwicklungsprojektes Innovations in Math, Science and Technology Teaching“ wurde ein Grundbildungskonzept entwickelt, also ebenfalls eine Darstellung von grundlegenden Konzepten der Naturwissenschaften (und der Mathematik). Als Leitlinien für die Auswahl von Inhalten werden folgende Leitlinien angeführt: „Weltverständnis“, also fundamentale Ideen, Basiskonzepte und Grundvorstellungen;

„Kulturelles Erbe“, d.h. geschichtliche Zusammenhänge, Kulturerbe, gesellschaftlicher Hintergrund;

„Alltagsbewältigung“ meint die Bedeutung der Themen für sich und das Umfeld;

„Gesellschaftsrelevanz“ bedeutet Vorbereitung für öffentliche Diskussionen und Meinungsbildung;

„Wissenschaftsverständnis“ geht davon aus, Vorwissen für spätere Studien mit höherer Abstraktion und Modellbildung zu erlangen und

„Berufliche Orientierung und Studienfähigkeit“ soll der Orientierung in der Berufswelt, aber auch der Beschäftigungsfähigkeit dienen.

Alle diese Inhalte sollen methodisch von einem gemäßigt konstruktivistischen Ansatz ausgehen und am Vorwissen der SchülerInnen anknüpfen. Alltagsvorstellungen, Interessen und Gefühle fließen mit Unterstützung entsprechender Methoden (Brainstorming, Concept mapping) in die Aufbereitung der Inhalte ein. Es soll dabei anwendungsbezogen und authentisch, erfahrungsgeleitet, in unterschiedlichen Kontexten und im sozialen Umfeld gearbeitet werden. Instruktion kann unterstützend verwendet werden; hier spielen auch neue Medien ihre Rolle.

Krainer (2005) geht in seiner Stellungnahme zu den nationalen Bildungsstandards von einer neuen Prüfungskultur aus und sieht gerade in der Entkopplung von der derzeitigen Leistungsbeurteilung eine Chance auf Vielfalt und Verständigung zwischen den parallel laufenden Vereinbarungskulturen. Bildungsstandards können, wenn sie auf die Unterrichtsentwicklung belebend wirken, eine „Vision von Bildungsprozessen“ ausmachen.

### **Was sagt die „alte“ Reformpädagogik?**

In seinem pädagogischen Büchlein „Verstehen lernen“ hat der leider 1988 verstorbene Martin Wagenschein der Projektkultur mit der Triade „Entdecken-Denken-Verstehen“ (oder genetisch-sokratisch-exemplarisch) ein Denkmal gesetzt.

Er zeigt am Beispiel des naturwissenschaftlichen Lernens eine „Annäherung an das genetische Lehren“. Verstehen heißt dabei selber einsehen, „wie es kommt“.

1. Regel: Nicht immer erst das Selbstverständliche, Einfache (und Langweilige) sondern oft erst etwas Erstaunliches, etwas Kompliziertes und Problematisches vor den Schülern ausbreiten; dann: in dem Erstaunlichen als produktives Denken ein Verständliches und Gewohntes erkennen lassen, auf dem es „beruht“ (einen „alten Bekannten“ wieder erkennen).
2. Regel: Erst das Naturphänomen, dann das Laborphänomen.
3. Regel: Erst „qualitativ“, dann „quantitativ“.
4. Regel: Erst das Phänomen aufnehmen, dann die Modellvorstellung oder Theorie erarbeiten;
5. Regel: Erst die Entdeckung, dann die Erfindung oder: erst der fertige (noch durchschaubare) Apparat, dann das „Ausgraben“ des „Natürlichen“ in ihm.
6. Regel: Erst den Einzelfall anwesend sein lassen und mit dem einfachsten, seiner Besonderheit zugewandten Denkmitteln verstehen; dann: ihn, falls nötig, nach allgemeinen Regulativen entscheiden.
7. Regel: Erst die Muttersprache, dann die Fachsprache anwenden (die Muttersprache ist die Sprache des Verstehens, die Fachsprache besiegelt das Ergebnis im letzten Arbeitsgang).
8. Regel: Nicht erst die Schnellen gewinnen, dann die Langsamen nachschleppen. Sondern: Erst die Langsamen, dann die Schnellen (Tutorprinzip).
9. Erst die Mädchen, dann die Burschen (die Mädchen dafür sorgen lassen, dass die Burschen die Abstraktion nicht abspalten statt sie anwachsen zu lassen).

Es wäre schön, wenn diese didaktische und pädagogische Weisheit auch bei der Umsetzung der Bildungsstandards in prototypische Beispiele im Hinterkopf bliebe.

### **Aktuelle Fragestellungen**

Einer der Motoren didaktischer Entwicklungen in den Naturwissenschaften ist die Umsetzung **gemäßigt konstruktivistischer Ideen**. Aus der Perspektive naturwissenschaftsdidaktischer Lehr-Lernforschung votieren Duit und Möller (2000) für eine "inklusive konstruktivistische Sicht

von Lernen" und einen moderat konstruktivistischen Ansatz, der klassische Lerntheorien des Konzeptwechsels (conceptual change) mit sozial-konstruktivistischen Positionen (z.B. kollaborative Wissenskonstruktion in kooperativen Lerngruppen) und Theorien der situierten Kognition verknüpft.

Nach Möller (2000) lässt sich der Lernprozess in einem moderat konstruktivistisch orientierten Unterricht durch folgende Lernformen kennzeichnen:

Eigenaktives konstruktives Lernen, situatives Lernen, soziales und kooperatives Lernen, selbstgesteuertes und unterstütztes Lernen.

Dabei spielen nicht nur kognitive Aspekte, sondern auch die Vorerfahrungen („Präkonzepte“) und Interessen der Lernenden, emotionale Kontexte und die persönliche Identifikation mit den Lerninhalten eine Rolle. Inhaltlich muss sich der Unterricht an komplexen, lebens- und berufsnahen, ganzheitlich zu betrachtenden Problembereichen orientieren.

Wesentlich ist auch der **Umgang mit Prüfungsvorgängen** in den Naturwissenschaften, der durch ein Projekt des Programms „IMST (=Innovationen machen Schulen top) besonders befördert wurde (Koenne et al. 2008). Das Programm Prüfungskultur geht davon aus, dass die Art der Leistungsfeststellung wesentlich bestimmt, wie und welche Inhalte von den SchülerInnen behalten werden. Innovativer Unterricht muss auch auf die Prüfungskultur einwirken, um die Bildungsziele der Gegenwart erfüllen zu können. Die bestehende Prüfungskultur soll reflektiert und alternative Prüfungsmodelle sollen diskutiert werden. Das Programm vernetzt Lehrer/innen, die sich mit Prüfungskultur beschäftigten. Das Projekt Prüfungskultur und die Fortbildungsveranstaltungen werden wissenschaftlich begleitet und evaluiert.

In mehrtägigen Seminaren werden interessierte Lehrer/innen zur Reflexion der bestehenden Prüfungskultur motiviert. Sie setzen sich mit Bildungszielen auseinander, diskutieren Kompetenz-Modelle (z. B. PISA-Framework) und erproben neue und alternative Prüfungsformen. Adressat/innen sind Lehrer/innen in naturwissenschaftlichen Fächern und Mathematik.

### **Was zeigt dieser Vergleich?**

Auch unterschiedliche Vorstellungen von Grundkompetenzen laufen in den Naturwissenschaften immer auf ähnliche Deutungsmuster bezüglich Inhalt und Methoden hinaus. Die inhaltliche und methodische Dimension des praktizierten Kompetenzmodells sind gut abgesichert, die Dimension der Anforderungsniveaus bildet sich eher implizit ab (PISA-Framework: Spannweite der Schwierigkeitsstufen; Bildungsplan Gymnasium: Denken auf „zwei Ebenen in der Chemie“; IMST: unterschiedlich „konstruktivistisch“ ausgeprägte Lernszenarien; Wagenschein: Kompliziertes und Einfaches; „erst qualitativ, dann quantitativ“).

Das PISA-Framework zeigt einen modernen polyglotten Ansatz, der auch in unterschiedlichen Lebens- und Lernkulturen bestehen muss. Er wirkt dort am stärksten, wo ein klares Gerüst Ausgangspunkt für messbare Aufgabenbeispiele sein muss.

Die moderne lebensweltlichen Zugänge des PISA-Frameworks lassen die anderen Ansätze inhaltlich alt oder zumindest strikt (fach)kanonisiert aussehen. Am Framework wird man also nicht vorbeikommen, wenn man Bildungsstandards für die Naturwissenschaften finden will.

Nicht zuletzt zeigen der PISA-Framework-Ansatz und das genetische Lernen von Martin Wagenschein eine Betrachtung der Naturwissenschaften in ihrer Gesamtheit mit all den interdisziplinären Bezügen, die auch die heutige Arbeits- und Forschungswelt eindeutig prägen. Dass dies noch lange keine gemeinsamen Fächer in den Lehrplänen bedeutet, ist eine Sache. Ein andere aber auch, dass eine Darstellung und gemeinsame Erarbeitung ohne fächerübergreifende Bezüge und eine gemeinsame Nomenklatur heute nicht mehr möglich sein soll. Das Naturwissenschafts-Bildungsstandardprojekt wird diese fächerübergreifende Anlage in jeder Hinsicht ernst nehmen, aber keine „Fächerzusammenlegungen“ propagieren.

Ob die Ausgangssituation immer in einer langen, fast essayistischen Darstellung beschrieben werden muss (und damit den geduldigen „Lesern“ entgegenkommt), oder auch in kurzen Faktendarstellungen oder qualitativen inhaltlichen Bezügen (Proportionen, reziproke Verläufe,

Abschätzung von Größenordnungen, u.a.) verlaufen kann, soll offen gelassen werden. Exemplarische Beispiele zu den Bildungsstandards können eine „österreichische Färbung“ haben, d.h. auch biologisches, chemisches und physikalischen Grundwissen im Kernstoffbereich voraussetzen, ohne vorher eine ganze Geschichte erzählen zu müssen. Jedenfalls ergibt sich aus den inhaltlichen Darstellungen fast zwanglos ein graphisch darstellbares Modell der gewünschten Kompetenzen von SchülerInnen. Dies wird, mit einem gemeinsamen Gerüst für alle drei Naturwissenschaften, mit einer hohen Stringenz umzusetzen sein.

### **Literaturnachweise:**

Weinert, F.E.: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel 2001, S. 17-31

Literaturbezüge für den Anhang:

OECD, Schülerleistungen im internationalen Vergleich – naturwissenschaftliche Grundbildung, OECD-Publikation, 2003.

Ständige Konferenz der Kultusminister in der BRD, Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss, Beschluss der KMK, 16.12.2004

Bildungsstandards für Chemie, Bildungsplan Gymnasium, KMK - Bonn 2003.

IMST-S1, ein dynamisches Konzept für die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung – Handreichung für die Praxis, Klagenfurt, 25.8.2003

Krainer K., Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards, in: Journal für Schulentwicklung 4/2004, Innsbruck.

Wagenschein M., Verstehen lernen, Weinheim und Basel 1968, Beltz-Verlag.

Duit, R. , Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischen Ansatz. In: Duit, R. & Rhöneck, C.v. (Hrsg.): Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung. Kiel: IPN, S. 77-103, 2000.

Möller, K.: Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: Duit, R. & Rhöneck, C.v. (Hrsg.): Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung. Kiel: IPN, S. 131-156, 2000.

Koenne C. et al, Prüfungskultur –Leistung und Bewertung (in) der Schule, IUS-Klagenfurt, 2008.