

# Bildungsstandards Chemie

Konkretisierung der Bildungsstandards und Kompetenzbereiche  
an Beispielen für den Chemieunterricht  
Empfehlungen für die Umsetzung der KMK-Standards Chemie S I



Herausgeber:  
Deutscher Verein zur Förderung  
des mathematischen  
und naturwissenschaftlichen  
Unterrichts e.V.

[www.mnu.de](http://www.mnu.de)

## V

Vorwort

## 01

Von den Bildungsstandards über ein Kerncurriculum zu einem schulinternen Curriculum

## 02

Gestaltung von Unterricht nach den Bildungsstandards

## 03

Aufgabenkultur

## 04

Ausblick und Forderungen

## T

Teilnehmer

## Impressum

## Herausgeber

MNU Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.

Robert Stephani

## Bildquellenverzeichnis

Robert Stephani  
Viola Blumrich, Medienzentrum Rheinland, Düsseldorf

## Gestaltung

www.launchcontrol.de

ISBN 978-3-9405 16-02-2

1. Auflage  
© 2007, Verlag Klaus Seeberger  
Vossenacker Str. 9, 41464 Neuss

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede auch teilweise Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der schriftlichen Einwilligung des Verlages.

## Vorwort

## Empfehlungen für die Umsetzung der KMK-Standards Chemie S I

Die Chemie-Lehrplantagegen des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V. (MNU) haben eine über 20-jährige Tradition. So fand die erste 1983 statt und weitere folgten 1988, 1994 und 1999. Die daraus entstandenen Empfehlungen<sup>1</sup> haben in den Lehrplänen der Bundesländer ihren Niederschlag gefunden. Darüber hinaus finden sich die „Basiskonzepte“, ein Ergebnis der Tagung von 1999,<sup>2</sup> in den „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie“ und in den „Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Bildungsabschluss“ der Kultusministerkonferenz (KMK) wieder.

Als Folge der Verabschiedung der Bildungsstandards durch die KMK im Dezember 2004 wurden in den Bundesländern ministerielle Arbeitsgruppen ins Leben gerufen, die Kernlehrpläne (Kerncurricula) formulieren sollen. Diese Arbeit hat in den einzelnen Ländern zu unterschiedlichen Ansätzen und Ergebnissen geführt. Wie erhofft war, wird auch in den Lehrerzimmern, also auf der Schulebene, über die Umsetzung der Bildungsstandards diskutiert, denn in den Fachschaften sind Schulcurricula (Arbeitspläne) auszuarbeiten.

Wegen der sehr heterogenen Entwicklung in den Bundesländern hat der Förderverein MNU seine Mithilfe bei dem Versuch angeboten, eine Konvergenz der Überlegungen zu den Themen Kerncurriculum, Schulcurriculum sowie Unterricht und Aufgabenkultur herbeizuführen. MNU hat Vertreter der 16 Bundesländer mit Erfahrung in der Lehrplanarbeit und der Unterrichtsentwicklung eingeladen. Ein Anliegen des Fördervereins MNU war und ist es, ein Kommunikationsforum für die Länder zu bieten. Die „neutrale Plattform“ der vom MNU ausgerichteten Tagung erleichterte den entsandten Vertretern, sich über ihre Arbeit auszutauschen und auf die vorliegenden „Empfehlungen zur Konkretisierung der Bildungsstandards und Kompetenzbereiche an Beispielen für den Chemieunterricht“ zu verständigen.

Die Tagung hatte die Themenschwerpunkte: Kerncurriculum, Schulcurriculum, Unterricht und Aufgabenkultur.

<sup>1</sup> MNU 37/3 (1984), 161ff; MNU 43/3 (1989), Einleger; MNU 47/7 (1994), Einleger; MNU 53/3 (2000), Einleger  
<sup>2</sup> MNU 53/3 (2000), Einleger Seite VI

Zu diesen Themenfeldern bietet dieses Heft:

- einen exemplarischen Einblick in die jetzt in den einzelnen Bundesländern erstellten Kerncurriculum-Entwürfe
- Anregungen zum Erstellen eines Schulcurriculums,
- Hilfsmittel zur Umsetzung der Bildungsstandards im Unterricht,
- Aufgabenbeispiele, die auf die verschiedenen Kompetenzbereiche spezifiziert sind.

Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus allen Bundesländern, außer Saarland und Thüringen, trafen sich in der Zeit vom 24. bis 28. April 2006 im Hessischen Landesinstitut für Pädagogik Reinhardswaldschule Fulda. In einzelnen Gruppen wurden die Texte erarbeitet, gegenseitig vorgestellt, diskutiert, modifiziert und schließlich als gemeinsam getragene Empfehlung verabschiedet. Der Förderverein dankt allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern für die sachorientierte Arbeit in einem guten, produktiven Arbeitsklima. Das Ambiente der Tagungsstätte war für das Gelingen der Tagung sicherlich förderlich.

Den Kultusbehörden der Bundesländer sei Dank dafür gesagt, dass sie bei der Auswahl Vertreterinnen und Vertreter der administrativen und der schulpraktischen Ebene berücksichtigt haben. Außerdem danken die Unterzeichner den folgenden Damen und Herren für die Vorbereitung der Tagung, die Leitung der Arbeitsgruppen und die Mitarbeit bei der Formulierung der jetzt vorliegenden Texte: Frau Prof. Dr. I. PARCHMANN, Herrn R. KLÜTER, Herrn M. KREMER, Frau L. HAAS, Frau N. KLEBBA, Frau KRUMM als Vertreterin der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh, Herrn J. MEYER, Frau Dr. M. SGOFF, Herrn R. WAGNER, Frau M. WEBER und Frau E. ZIMMERER.

Der Förderverein MNU und alle Tagungs-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer wünschen sich, mit diesen Empfehlungen Impulse für eine erfolgreiche Umsetzung der Bildungsstandards und insbesondere für einen attraktiven und effizienten Chemieunterricht in Deutschland zu geben.

Kaiserslautern, Hagen Oktober 2006

ROBERT STEPHANI  
Vorstandsmitglied Chemie  
Tagungsleiter

ARNOLD A CAMPO  
Bundesvorsitzender

## 01

# Von den Bildungsstandards über ein Kerncurriculum zu einem schulinternen Curriculum

- 1.1 Einführung in Begrifflichkeiten**
  - 1.1.1 Bildungsstandards (Definition BMBF)
  - 1.1.2 Kerncurriculum
  - 1.1.3 Kompetenzen
- 1.2 Vergleich der Länder: Kerncurricula, Kriterien und Beispiele**
  - 1.2.1 Rheinland-Pfalz: Erwartungshorizont Chemie
  - 1.2.2 Niedersachsen: Entwurf des Kerncurriculums Chemie für Gymnasien
  - 1.2.3 Nordrhein-Westfalen: Entwurf des Kerncurriculums Chemie (alle Schulformen)
  - 1.2.4 Baden-Württemberg
  - 1.2.5 GDCh Empfehlungen für die Umsetzung der Bildungsstandards Chemie im fächerverbindenden naturwissenschaftlichen Unterricht in den Klassen 5 und 6
- 1.3 Gestaltungskriterien für ein Kerncurriculum**
- 1.4 Anregungen für die Erstellung eines schulinternen Fachcurriculums**
- 1.5 Feststellung des Lernstandes**

## 1.1 Einführung in Begrifflichkeiten

Eine reflektierte Teilhabe an der modernen Welt ist ohne eine naturwissenschaftliche Grundbildung nicht möglich. Naturwissenschaftlicher Unterricht und damit Chemieunterricht soll sich stärker als bisher auf eine naturwissenschaftliche Grundbildung der Schülerinnen und Schüler fokussieren.

Naturwissenschaftliche Grundbildung ist mehrdimensional angelegt. Sie umfasst neben kognitiven Fähigkeiten auch nichtkognitive Dimensionen wie Interesse, Motivation, Neugierde und Erstaunen, die in Anlehnung an Noris & Phillips 2003<sup>3</sup> nicht ohne weiteres überprüfbar sind. Überprüfbare Dimensionen dagegen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

<sup>3</sup> in Anlehnung an Noris & Phillips 2003

Dimensionen von Scientific Literacy <sup>4</sup>	
1.	Das Wesen der Naturwissenschaften beschreiben und von anderen Wissenschaften abgrenzen
2.	Die Fähigkeit besitzen, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und zu formulieren
3.	Die Fähigkeit besitzen, naturwissenschaftliches Wissen zum Problemlösen zu nutzen
4.	Wissen besitzen, um auf intelligente Art und Weise an naturwissenschaftlich motivierten gesellschaftlichen Fragestellungen zu partizipieren
5.	Naturwissenschaften kritisch reflektieren und mit naturwissenschaftlicher Expertise umgehen können

<sup>4</sup> in Anlehnung an Noris & Phillips 2003



### 1.1.1 Bildungsstandards (Definition BMBF)

Um eine bundesweit einheitliche und damit vergleichbare Grundlage der fachspezifischen Anforderungen zu legen, hat die Kultusministerkonferenz Bildungsstandards u. a. in den Fächern Biologie, Chemie und Physik verabschiedet. „Diese benennen präzise verständlich und fokussiert die wesentlichen Ziele der pädagogischen Arbeit, ausgedrückt als erwünschte Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler.“

#### Die vorgelegten Bildungsstandards<sup>5</sup>

- beschreiben die fachbezogenen Kompetenzen einschließlich zugrunde liegender Wissensbestände, die Schülerinnen und Schüler bis zu einem bestimmten Zeitpunkt ihres Bildungsganges erreicht haben sollen und
- weisen ein mittleres Anforderungsniveau (Regelstandards) aus.<sup>6</sup>

Hiermit wird ein Paradigmenwechsel eingeleitet, der den Ergebnissen der Lernprozesse in der Schule besondere Bedeutung beimisst. Nicht mehr die Frage: „Was sollen Schüler lernen?“ steht im Mittelpunkt, sondern die Frage: „Was sollen Schüler können?“

### 1.1.2 Kerncurriculum

Die Länder haben sich verpflichtet, die Bildungsstandards zu implementieren und anzuwenden. Daher werden in

<sup>5</sup> KLIEME, E. et al.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards

– Eine Expertise 18.2.2003

<sup>6</sup> Argumentationspapier KMK S. 6.

einigen Bundesländern die klassischen Lehrpläne durch Kerncurricula bzw. Kernlehrpläne ersetzt. Bisherige Lehrpläne stehen für die so genannte „Input-Orientierung“; sie geben in kanonisierter Form einzelne Lernziele und Lehrinhalte wieder. Bezogen auf die Kerncurricula gibt es zurzeit keine eindeutige Definition.

Der MNU wählt deshalb einen pragmatischen Ansatz: Kerncurricula werden als ein „Umsetzungsinstrument“ der Bildungsstandards auf Länderebene begriffen. Sie sind Rahmenvorgaben, die die in den Bildungsstandards formulierten Ziele und Kompetenzen konkretisieren. In ihnen wird der „unentbehrliche“ Kern des Faches abgebildet. Es werden bewusst Freiräume für curriculare Ausgestaltung geschaffen. Aufgabe des Fachkollegiums einer Schule ist es deshalb, Akzentuierungen und Erweiterungen in einem schulinternen Curriculum festzulegen.

### 1.1.3. Kompetenzen

Kerncurricula und Lehrpläne beschreiben dementsprechend nicht nur Inhalte, sondern müssen Kompetenzen benennen, über die Lernende messbar verfügen sollen. Weinert beschreibt Kompetenzen als „bei Individuen verfügbare oder von ihnen erlernbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“<sup>7</sup>

<sup>7</sup> WEINERT, F.E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In WEINERT, F.E. (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, S. 17-31

### 1.1.3.1 Kompetenzbereiche im Fach Chemie

Inhaltliche Dimension	Fachwissen	chemische Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten kennen und Konzepten zuordnen
	Erkenntnisgewinnung	experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Handlungsdimension	Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
	Bewertung	chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Es wird hier die Nomenklatur der Kultusministerkonferenz (KMK) verwendet, auch wenn sich in den verschiedenen Bundesländern das Vokabular unterscheidet.

### 1.1.3.2 Kompetenzerwerb

Der Kompetenzerwerb beginnt bereits vor der Einschulung, wird in der Schule in zunehmender qualitativer Ausprägung fortgesetzt und auch im beruflichen Leben weitergeführt. Die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen bilden hierbei die gemeinsame Grundlage der einzelnen Fachwissenschaften Biologie, Chemie und Physik. Jedoch blickt jede dieser drei Disziplinen durch eine eigene „Brille“ auf die Welt und betrachtet unterschiedliche Teilaspekte der naturwissenschaftlichen Welterschließung. Die Chemie zeichnet sich durch den Wechsel zwischen Bearbeiten und Beobachten auf stofflicher Ebene und Denken in submikroskopischen Modellen sowie Verwendung einer eigenen Symbolsprache aus.



Abb. 1: Zusammenwirken der inhaltsbezogenen Basiskonzepte mit den prozessbezogenen Kompetenzbereichen (verändert nach<sup>11</sup>)

8 PARCHMANN, I.; BÜNDER, W.; DEMUTH, R.; FREIENBERG, J.; KLÜTER, R.; RALLE, B.: Lernlinien zur Verknüpfung von Kontextlernen und Kompetenzentwicklung. CHEMKON 13/3 (2006) S. 124-131

9 GDCh (Hrsg.): Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung. Empfehlungen der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen, Frankfurt 2005

Schon in der Grundschule beobachten Kinder Stoffe und Stoffumwandlungen auf der Basis ihrer Alltagserfahrungen. Spätestens in den Klassen 5 und 6 soll sich mit der Fokussierung auf Stoffe eine „chemische Brille“ entwickeln, um erste Kompetenzen der geforderten Bildungsstandards zu erwerben. Dabei soll in den darauf folgenden Jahrgängen ein zunehmend planvoll strukturiertes Vorgehen und eine Vertiefung der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsformen das sehr an den Phänomenen orientierte Lernen ablösen<sup>9</sup>. Um auf den Kompetenzen der Lernenden aufbauen zu können, ist es notwendig, die fachwissenschaftlichen Inhalte in allen naturwissenschaftlichen Fächern durch Basiskonzepte zu strukturieren und zu beschreiben. Bei einem naturwissenschaftlichen Basiskonzept handelt es sich um eine „strukturierte Vernetzung aufeinander bezogener Begriffe, Theorien und erklärender Modellvorstellungen, die sich aus der Systematik eines Faches zur Beschreibung elementarer Prozesse und Phänomene als relevant herausgebildet haben“.<sup>8</sup>

Für das Fach Chemie sind dies laut Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Bereich Fachwissen: das Stoff-Teilchen-Konzept, das Konzept der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, die Konzepte der chemischen Reaktion und das Energie-Konzept (bezogen auf chemische Prozesse).

Für ein vertieftes Verständnis der chemischen Reaktion sind nachfolgend in der Sekundarstufe II detaillierte Betrachtungen der Donator-Akzeptor-Prozesse und quantitativer Reaktionsverläufe sowie Steuerungsmöglichkeiten (chemisches Gleichgewicht, Reaktionskinetik) erforderlich. Diese Basiskonzepte erfüllen ebenfalls den Zweck einer „Brille“, da die Schülerinnen und Schüler ihr Konzeptverständnis nutzen können, um die wachsenden Kenntnisse zu strukturieren und zu vernetzen, aber auch den eigenen Lernprozess zu reflektieren und neu zu strukturieren. Diese kumulative Vernetzung muss durch fachübergreifende und fächerverbindende Fragestellungen ergänzt werden. Auf diese Weise kann ein intelligent geordnetes, in sich vernetztes Wissen aufgebaut werden, das in verschiedenen Situationen und Kontexten anwendbar ist<sup>10</sup>.

10 TERNOTH, E. (Hrsg.): Kerncurriculum Oberstufe – Expertisen - im Auftrag der Ständigen Konferenz der Kultusminister. Beltz, Weinheim und Basel 2001

11 GDCh (Hrsg.): Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung. Empfehlungen der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen, Frankfurt 2005



Daneben benötigen auch die drei stärker prozessbezogenen Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung eine inhaltliche, systematische Grundlage. Ein Kompetenzerwerb in diesen Bereichen wirkt sich wiederum positiv auf die Erweiterung des Fachwissens und die damit verbundenen Lernprozesse (aus Abb. 1). Daneben erlangen das zunehmend strukturierte und zielgerichtete Vorgehen beim Experimentieren und der Erwerb manueller Fähigkeiten in der Chemie eine zunehmende Bedeutung.

## 1.2 Vergleich der Länder: Kerncurricula, Kriterien und Beispiele

Einige Länderausführungen für die Umsetzung der Bildungsstandards liegen derzeit im Entwurf vor. Anhand der folgenden Fragestellungen kann eine Einschätzung in Hinsicht auf unterschiedliche Schwerpunkte getroffen werden:

- Wie werden die Bezüge zu den KMK-Bildungsstandards eingearbeitet?
  - Wie werden die verschiedenen Schulformen berücksichtigt?
  - Wie wird eine Progression nach Klassenstufen berücksichtigt?
  - Ist eine Differenzierung in Niveaustufen (Anforderungsbereiche) dargestellt?
  - Wie erfolgt die Verknüpfung von inhalts- und handlungsbezogenen Kompetenzen?
  - Wird eine Verbindung zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern hergestellt?
- Bespiele verdeutlichen im Folgenden die unterschiedlichen (geplanten) gesetzlichen Vorgaben oder Empfehlungen.

### 1.2.1 Rheinland-Pfalz: Erwartungshorizont Chemie

In Rheinland-Pfalz wurden so genannte Erwartungshorizonte (<http://bildungsstandards.bildung-rp.de/194.0.html>) für die Naturwissenschaften aller Schulformen formuliert. Sie beschreiben die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen und geben anhand von Beispielen Orientierungshilfen für die Arbeit bis zum Ende der Jahrgangsstufen 6, 8 und 10. Sie zeigen auf, wo in den Standards aller drei Fächer gemeinsame Kompetenzen formuliert sind, die zur naturwissenschaftlichen Grundbildung beitragen. Die zugehörigen Aufgabenbeispiele illustrieren exemplarisch den Grad der Kompetenzausprägung. Sie ergänzen die Erwartungshorizonte und zeigen sowohl die Entwicklung bei den fachbezogenen Kompetenzen als auch bei Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung auf. Die derzeitigen Lehrpläne bleiben parallel dazu in Kraft. Von den Fachkonferenzen der Schulen wird erwartet, dass sie einen schuleigenen Arbeitsplan erstellen, damit die Bildungsstandards entsprechend berücksichtigt werden.

### 1.2.2 Niedersachsen: Entwurf des Kerncurriculums Chemie für Gymnasien

In separaten Tabellen werden die jeweiligen Basiskonzepte konkretisiert. Die handlungsbezogenen Kompetenzbereiche werden den Inhalten zugeordnet. Zu jedem fachlichen Inhalt werden eine Lehrabsicht und meist mehrere Lernprozesse operationalisiert beschrieben. Das anzustrebende Ergebnis des Lernprozesses ist der Standard.

Eine Progression nach Jahrgangsstufen wird für das Ende der Klassenstufen 6, 8 und 10 in den Inhalten festgelegt. Fächerverbindende Bezüge werden durch farbliche Unterlegungen verdeutlicht. Es wird versucht, durch zunehmende Komplexität Niveaustufen in den Kompetenzen mit den verwendeten Operatoren zu beschreiben.

## Beispiel: Basiskonzept Stoff-Teilchen

Progression von ...			
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Schülerinnen und Schüler...			
<b>Stoffe bestimmen unsere Lebenswelt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden Stoffe anhand ihrer mit den Sinnen erfahrbaren Eigenschaften</li> <li>unterscheiden Stoffe anhand ausgewählter messbarer Eigenschaften</li> </ul>	<b>Chemische Fragestellungen erkennen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>beobachten und beschreiben sorgfältig</li> <li>experimentieren sachgerecht nach Anleitung</li> <li>beachten Sicherheitsaspekte</li> </ul>	<b>Chemische Sachverhalte korrekt formulieren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>protokollieren einfache Versuche</li> <li>stellen Ergebnisse vor</li> </ul>	<b>Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>erkennen, dass Chemie sie umgibt</li> </ul>
Am Ende der Klasse 6 sollen anhand von Themenfeldern folgende Inhalte erarbeitet worden sein: <b>Stoff-Begriff, Stoffeigenschaften (Aggregatzustände, Farbe, Geruch, Brennbarkeit, Löslichkeit, saure, neutrale, alkalische Lösungen, Siedetemperatur, Schmelztemperatur)</b>			
<b>Stoffe besitzen typische Eigenschaften</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden Stoffe anhand ausgewählter messbarer Eigenschaften</li> <li>nutzen diese zur Trennung von Gemischen</li> </ul>	<b>Chemische Fragestellungen entwickeln und einfache Ergebnisse aufbereiten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellen Steckbriefe</li> <li>planen selbstständig Experimente und wenden Nachweisreaktionen an</li> <li>stellen gewonnene Daten in Diagrammen dar</li> </ul>	<b>Chemische Sachverhalte recherchieren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen verschiedene Informationsquellen</li> <li>erklären chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>Protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen in angemessener Form (Text, Tabelle, Grafik)</li> </ul>	<b>Chemie als bedeutungsvolle Wissenschaft erkennen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar</li> <li>erkennen Bezüge zur Physik (Dichte, Umgang mit Größen) und zur Mathematik (proportionale Zuordnung)</li> </ul>
<b>Stoffe lassen sich nachweisen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>identifizieren einige Stoffe anhand von Nachweisreaktionen</li> </ul>			
<b>Stoffe bestehen aus Bausteinen /Teilchen</b> (kann übersprungen werden) <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben anhand geeigneter Modelle den submikroskopischen Bau von Stoffen</li> </ul>	<b>Modelle einführen und anwenden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden zwischen Stoffebene und Teilchenebene</li> <li>erkennen den Nutzen des Teilchenmodells</li> <li>wenden ein einfaches Atommodell an</li> <li>gehen kritisch mit Modellen um</li> <li>erkennen die Allgemeingültigkeit von Gesetzen</li> </ul>	<b>Modellsprache entwickeln</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>prüfen Darstellungen zum Teilchenmodell in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erkennen Bezüge zur Biologie (Kohlenstoffkreislauf, Fotosynthese, Atmung)</li> </ul>
<b>Atome bauen Stoffe auf</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben den Bau von Stoffen mit dem Atommodell nach Dalton und unterscheiden so Elemente und Verbindungen</li> <li>erkennen in Stoffkreisläufen den Kreislauf der Atome</li> </ul>			

## 1.2.3 Nordrhein-Westfalen: Entwurf des Kerncurriculums Chemie (alle Schulformen)

Im Beispiel ist die Ausführung des gymnasialen Curriculums dargestellt. Die Pläne für die anderen Schulformen und die anderen naturwissenschaftlichen Fächer haben dieselbe Matrix und eine gemeinsame tabellarische Übersicht für die handlungsbezogenen Kompetenzen. Eine Spezifizierung nach Fächern ist in Planung.

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen im Curriculum Chemie werden in einer Tabelle für drei Übergangprofile nach Jahrgangsstufen gegenüber gestellt und mit Operatoren wird ein kumulativer Lernprozess deutlich. Eine

am Kontext orientierte Unterrichtsgestaltung wird vorgeschrieben, indem Rahmenthemen vorgegeben werden, die in ihrer Sequenz verbindlich sind und einen fachlichen „roten Faden“ darstellen. Kumulatives Lernen wird somit gewährleistet. Niveaus der Standards werden nicht konkretisiert. Fächerübergreifende Bezüge werden nicht ausgewiesen.

Beispiel: Kompetenzen zum Basiskonzept „Struktur der Materie“

Es beinhaltet die Standards des „Stoff-Teilchen-Konzeptes“ und des „Struktur-Eigenschafts-Konzeptes“ aus den KMK-Bildungsstandards.

## Beispiel:

Am Ende von Jahrgangsstufe 6	Am Ende von Jahrgangsstufe 7/8	Am Ende von Jahrgangsstufe 10
Die Schülerinnen und Schüler haben auf der Grundlage einfacher Phänomene das Konzept zur Struktur der Materie so weit entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie erweitert, so dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie so weit differenziert, dass sie ...
zwischen Gegenstand und Stoff unterscheiden.	Ordnungsprinzipien für Stoffe auf Grund ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung nennen, beschreiben und begründen. (Reinstoffe, Gemische, Metalle, Nichtmetalle, Element, Verbindung, Oxide, Salze, organische Stoffe)	Aufbauprinzipien des Periodensystems der Elemente beschreiben und seine Informationen nutzen.
	Atome als kleinste Teilchen eines Elementes benennen.	
Stoffe auf Grund ihrer Eigenschaften identifizieren. (Farbe, Geruch, Löslichkeit, elektrische Leitfähigkeit ... Schmelz-, Siedetemperatur, Aggregatzustände, Brennbarkeit, Magnetisierbarkeit)	Stoffe auf Grund ihrer Zusammensetzung und Teilchenstruktur ordnen. (Atome, Elemente, Moleküle, Verbindungsteilchen)	Die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis von Bindungsmodellen erklären. (Funktionelle Gruppen in organischen Verbindungen, Ionenverbindungen, anorganische Molekülverbindungen, polare – unpolare Stoffe)

	Rahmenthemen	Kontexte (Thema)	Prozessbezogene Kompetenzen	Konzeptbezogene Kompetenzen
1	Boden-Wasser-Luft (I)	- sauberes (reines) Wasser - Wasser als Rohstoff - Boden ist nicht gleich Boden - Schätze im Boden - Raumstation		
2	Feuer und Luft	- Grillen - erwünschte Brände – unerwartete Folgen - Luftverschmutzung - Feuerlöscher - Feuerwerk - auch Metalle brennen - unerwartete Brände - stille Oxidation (Rost)		
3	Rohstoffe – Gebrauchsmaterialien (I)	- vom Erz zum Nagel - vom Malachit zum Euro - Das Beil des Ötzi - vom Bauxit zum Flugzeug - Es ist nicht alles Gold, was glänzt		

### 1.2.4 Baden-Württemberg

Die Entwicklung von Bildungsstandards erfolgte in Baden-Württemberg zeitlich noch vor den KMK-Standards. Insofern sind die Begrifflichkeiten und Formate anders gewählt, entsprechen jedoch inhaltlich weitgehend den Beschlüssen der KMK. Im Gymnasium beginnt der Chemieunterricht erst in der Klasse 8, vorangestellt ist das Fach Naturphänomene, in dem auch chemische Inhalte und Arbeitsweisen eingeführt werden. Eine Besonderheit des baden-Württembergischen Plans stellen die Niveauekonkretisierungen dar, welche die Bildungsstandards ergänzen. Sie stellen Regelzielvorgaben für die Planung und Reflexion von Unterricht dar, sind jedoch keine Aufgaben, die Schülern gestellt werden sollen.

#### Beispiel zur Niveauekonkretisierung:<sup>12</sup>

Folgende Kompetenzen des Bildungsplans sollen konkretisiert werden:

Die Schülerinnen und Schüler können

- Hypothesen bilden und experimentell überprüfen;
- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- Experimente planen, durchführen, protokollieren, auswerten und Fehler analysieren.
- bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden;
- ein einfaches quantitatives Experiment durchführen.

#### Problemstellung

Die Gasentwicklung bei der Reaktion von unedlen Metallen mit Wasser steht zur Diskussion. Die Schüler haben Vermutungen darüber aufgestellt, was die Menge des entstehenden Gases beeinflusst und schlagen nun Experimente zur Bestätigung ihrer Vermutungen vor. 3 Vorschläge werden vorgestellt.

Als Versuchsmetall zum Experimentieren sollen sie Lithium verwenden, ein relativ ungefährliches Alkalimetall. Die entstehende Gasportion fangen sie in einem Kolbenprober auf.

Niveaustufe A	Niveaustufe B	Niveaustufe C
Die Schülerinnen und Schüler können die Vermutungen formulieren, die den Vorschlägen 1 und 2 zu Grunde liegen: 1. Höhere Temperatur ergibt mehr Gas. 2. Mehr Metall ergibt mehr Gas. Sie erkennen, dass im 3. Vorschlag zwei Bedingungen verändert wurden und dass deshalb dieser Vorschlag nicht sinnvoll ist. Einfach zu erkennende mögliche Fehlerquellen werden genannt: z. B. Undichtigkeiten der Apparatur, Fehler beim Abwiegen.	Die Schülerinnen und Schüler können zusätzlich die Vermutungen nennen, die im 3. Vorschlag angestellt wurden: Die zur Verfügung stehende Wassermenge sowie der Zerteilungsgrad des Feststoffes spielen eine Rolle für die Größe der entstehenden Gasportion. Sie können zusätzlich erklären, dass man die dem Vorschlag 3 entsprechenden Experimente in zwei verschiedenen Apparaturen überprüfen muss und dass jedes Experiment mindestens einmal wiederholt werden muss. Weitere Fehlerquellen werden angegeben, z. B. zu langsames Verschließen der Apparatur nach Zugabe der Metallportion. Sie erkennen außerdem, dass die Aussage des Experimentes nicht ohne Überprüfung auf alle unedlen Metalle übertragbar ist.	Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass man eine Reihe von Experimenten durchführen muss, um alle Faktoren untersuchen zu können. Sie können das Experiment planen: 4 Apparaturen, in denen jeweils eine der genannten Änderungen überprüft wird; jeder Versuch wird mehrfach durchgeführt. Auch „versteckte“ mögliche Fehlerquellen werden angegeben, z. B. Temperaturunterschiede bei der Messung der Gasvolumina. Sie können darüber hinaus einwenden, dass die bei Vorschlag 3 angeführten Unterschiede in den Wasserportionen zu gering sein könnten und dass bei Verwendung von noch weniger Wasser möglicherweise die Lithiumportion nicht mehr vollständig reagiert und so weniger Gas zu erwarten ist.

<sup>12</sup> [http://www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/Gym/faecher/Ch/listing\\_niveauekonkretisierung](http://www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/Gym/faecher/Ch/listing_niveauekonkretisierung)  
Beispiel „Hypothesen“, erstellt von M. Kremer

#### Vorschlag 1:

Apparatur 1	Apparatur 2
25 mL demineralisiertes Wasser	25 mL demineralisiertes Wasser
Zimmertemperatur	Erwärmen auf 50°C
Zugabe von 25 mg Lithium	Zugabe von 25 mg Lithium
Lithiumportion in einem Stück	Lithiumportion in einem Stück

#### Vorschlag 2:

Apparatur 1	Apparatur 2
25 mL demineralisiertes Wasser	25 mL demineralisiertes Wasser
Zimmertemperatur	Zimmertemperatur
Zugabe von 25 mg Lithium	Zugabe von 30 mg Lithium
Lithiumportion in einem Stück	Lithiumportion in einem Stück

#### Vorschlag 3:

Apparatur 1	Apparatur 2
25 mL demineralisiertes Wasser	30 mL demineralisiertes Wasser
Zimmertemperatur	Zimmertemperatur
Zugabe von 25 mg Lithium	Zugabe von 25 mg Lithium
Lithiumportion in einem Stück	Lithiumportionen klein geschnitten

### 1.2.5 GDCh<sup>13</sup>: Empfehlungen für die Umsetzung der Bildungsstandards Chemie im fächerverbindenden naturwissenschaftlichen Unterricht in den Klassen 5 und 6

Um einen durchgängigen kumulativen Lernaufbau über die Schulstufen hinweg zu gewährleisten, sollen die Schnittstellen zwischen dem Unterricht in der Primarstufe und

dem fächerspezifischen Unterricht der Sekundarstufe I festgelegt werden. In den Empfehlungen werden daher auf drei Niveaustufen die fachlichen Inhalte, Basiskonzepte und Kompetenzen, aber auch Themenvorschläge jahrgangsspezifisch in Beispielen aufgelistet.

Ein kleiner Auszug ist hier abgebildet:

#### Fachliche Inhalte:

	Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 - 4)	Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 - 6)	Chemie (ab Jahrgangsstufe 7,8)
Lösen	Salz und Zucker lösen sich in Wasser	Gut, schlecht löslich in Wasser: z. B. Vitamin-tabletten, Kochsalz, Kalk	Löslichkeit in Abhängigkeit von der Temperatur: Kupfersulfat, Kaliumnitrat
Aggregatzustände	fest – flüssig – gasförmig als Phänomene, Beobachtung von Übergängen (fest-flüssig, flüssig-gasförmig)	Änderung der Aggregatzustände in Abhängigkeit von der Temperatur, ggf. Teilchenvorstellung	Phasenübergänge: Sublimieren, Kondensieren, Erstarren
Brennen	Brennbar oder nicht, ohne Luft keine Verbrennung, einfaches Löschen	Verbrennungsprodukte suchen, Verbrauch von Sauerstoff und Bildung von Kohlenstoffdioxid, Voraussetzungen für Brände	Rolle des Sauerstoffs, Luftzusammensetzung
...			

#### Basiskonzepte:

	Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 - 4)	Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 - 6)	Chemie (ab Jahrgangsstufe 7,8)
Stoff-Teilchenkonzept	Duftverbreitung, Verschwinden von Wasser als Phänomene	Einfache Modelle zur Erklärung der Phänomene (z. B. Kugeln, Legobausteine)	Konkretisierung der Modellvorstellung hinsichtlich der Betrachtung von Stoff- und Teilchenebene
Konzepte zur chemischen Reaktion	Veränderung von Stoffen im Alltag (an der Luft, beim Erwärmen, beim Verbrennen)	Einfache chemische Reaktionen als Stoffumwandlungen	Merkmale einer chemischen Reaktion
...			

#### Kompetenzbereiche: Beispiel: Erkenntnisgewinnung

Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 - 4)	Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 - 6)	Chemie (ab Jahrgangsstufe 7,8)
Die Schülerinnen und Schüler ...  erkennen in einzelnen Beispielen, wie man ein Experiment als Frage an die Natur ausdenkt, plant und ausführt	Die Schülerinnen und Schüler ...  wissen, dass man Phänomene mit Hilfe von Experimenten kontrolliert untersuchen kann	Die Schülerinnen und Schüler ...  erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe von chemischen Kenntnissen und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind
finden Lösungen von Problemstellungen häufig durch Versuch-und-Irrtum oder durch intuitives Vorgehen	entwickeln und begründen Lösungsvorschläge problemorientiert	planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen
...		

<sup>13</sup> GDCh: Empfehlungen der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen; 2005

## 1.3 Gestaltungskriterien für ein Kerncurriculum

Die Länder haben bisher unterschiedliche Wege gefunden, um die Vorgaben der KMK-Bildungsstandards in ihren Curricula zu berücksichtigen. Sie befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Entwicklung (s. Kapitel 2). Der MNU empfiehlt, folgende Kriterien bei der Konkretisierung der Bildungsstandards in den länderspezifischen Kerncurricula zu berücksichtigen:

1. Diskussion der Differenzierung für die einzelnen Schulformen
2. Progression aller Kompetenzen in den verschiedenen Klassenstufen/Doppeljahrgängen
3. Formulierung der Regelstandards für die verschiedenen Anforderungsbereiche
4. Konzeptionen für die unterrichtliche Umsetzung
5. Verknüpfung von inhalts- und handlungsbezogenen Kompetenzen
6. Berücksichtigung fächerverbindender Aspekte

### 1.3.1 Diskussion der Differenzierung für die einzelnen Schulformen

Die KMK-Standards sind als Regelstandards für den Mittleren Schulabschluss für alle Schulformen verbindlich. Sie definieren nur das Ende der Sekundarstufe I. Für folgende Fragen müssen dabei Antworten gefunden werden:

- Ist es erforderlich, dass die inhaltsbezogenen Kompetenzen schulformspezifisch ausdifferenziert werden?
- Können die handlungsbezogenen Kompetenzen in allen Schulformen in gleicher Weise erfüllt werden?
- Ist bei schulfornbezogenen Kerncurricula gewährleistet, dass eine einheitliche Struktur vorliegt und sich Unterschiede auf Umfang und Schwierigkeitsgrad beschränken?
- Ist die Anschlussfähigkeit vom Primarbereich im Sekundarbereich gewährleistet?
- Ist die fächerverbindende Kompetenzentwicklung in ausreichendem Maße gewährleistet?

### 1.3.2. Progression aller Kompetenzen in den verschiedenen Klassenstufen

Die im Laufe des Unterrichts zunehmenden Kompetenzen zeigen sich darin, dass die Schülerinnen und Schüler komplexere Problemstellungen bearbeiten können. Diese Problemstellungen erfordern eine höhere Fach- und Handlungskompetenz. Eine Progression ist sicherzustellen.

### 1.3.3 Formulierung der Regelstandards für die verschiedenen Anforderungsbereiche

Standards erfordern eine Konkretisierung der Anforderungsbereiche. Die dreistufige Matrix der fachspezifischen Anforderungsbereiche findet man im Anhang zu den KMK-Bildungsstandards<sup>14</sup>. Die Anforderungsbereiche für die

einzelnen Standards sollten stufenspezifisch entweder zentral oder schulintern von den zuständigen (Fach-)Konferenzen festgelegt werden. Eine weitergehende Ausdifferenzierung der Anforderungsbereiche sollte erst dann Anwendung finden, wenn empirisch abgesicherte Kompetenzstufenmodelle vorliegen.

### 1.3.5 Verknüpfung von inhalts- und handlungsbezogenen Kompetenzen

Nicht jede handlungsbezogene Kompetenz lässt sich mit jedem Inhalt erwerben. Um das Erstellen des Schulcurriculums zu optimieren, ist es wünschenswert, Verknüpfungen von inhalts- und handlungsbezogenen Kompetenzen im Kerncurriculum aufzuzeigen.

### 1.3.6 Fächerverbindende Aspekte

Fächerverbindende Inhalte sollen im Kerncurriculum ausgewiesen werden, damit sie in der Planung des Schulcurriculums wegweisend sind.

## 1.4. Anregungen für die Erstellung eines schulinternen Fachcurriculums

Die zuständige Konferenz einigt sich auf die zu unterrichten fachlichen Inhalte und ordnet diesen die von den Schülerinnen und Schülern zu erreichenden handlungsorientierten Kompetenzen zu. Besonderheiten des Schulprogramms werden bei dieser Zusammenstellung eingebunden. Sinnvoll erscheint die Absprache über die Fächergrenzen hinaus im inhaltlichen und methodischen Bereich, um z.B. Doppelungen zu vermeiden. Fächerverbindende Aspekte sollen genauso berücksichtigt werden wie eine Progression in methodischen Handlungskompetenzen.

Die Tabelle auf Seite 13 zeigt exemplarisch eine Vorgehensweise zur Erstellung eines schulinternen Fachcurriculums.

## 1.5. Feststellung des Lernstandes

Lehrerinnen und Lehrer, aber auch die Lernenden benötigen in regelmäßigen Abständen eine Diagnose des Leistungsstandes. Die Kenntnis der Lernvoraussetzungen und des aktuellen Lernstandes vermitteln einen Einblick über den Lernfortschritt. Zu Tage tretende Defizite können durch unterrichtliche Maßnahmen aufgefangen werden.

Ausgewählte Zeitpunkte zur Diagnose und Rückmeldung des Leistungsstandes ohne Selektion – z.B. als formative Lernkontrollen – können am Beginn, aber auch im Verlauf einer Unterrichtsreihe angeboten werden, um den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zur Selbstvergewisserung zu geben.

Die zuständigen Konferenzen – möglichst fächerübergreifend – sollten sich auf eine Kultur klarer Trennung von

Lern- und Leistungssituationen und dazugehörigen Instrumenten einigen. Leistungssituationen, z.B. in Form Lernkontrollen oder Klassenarbeiten, müssen als solche explizit ausgewiesen werden

Jg	Thema	Basiskonzepte	Handlungsorientierte Kompetenzen			Evaluationsinstrumente
			Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung	
5/6	Bestandteile von Schokolade	Stoff-Teilchen-Konzept: F1.1: nennen und beschreiben bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften  Fachliche Inhalte: Aggregatzustand, Härte, Farbe, Geschmack, ...	E1: entwickeln Fragestellungen  E2: planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen	K2: Wählen themenbezogene aussagekräftige Informationen aus (Verpackung, Reklame, Infozettel zur Ernährung)  K5: stellen Zusammenhänge zwischen Alltagssprache und Fachsprache her  K6: protokollieren	B2: erkennen Fragestellungen mit Bezug zu anderen Unterrichtsfächern (Biologie, Erdkunde, Geschichte)	An einem anderen Beispiel aus dem Lebensmittelbereich (z.B. Suppenwürze) ein Trennverfahren vorschlagen  (Überprüfung von E1, E2, K2)

<sup>14</sup> Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10), Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004, S. 14

## 02

# Gestaltung von Unterricht nach den Bildungsstandards

- 2.1 Grundüberlegungen
- 2.2 Unterrichtsgestaltung durch die Verknüpfung von Kompetenzen
- 2.3 Kompetenzzuwachs
- 2.4 Kompetenzentwicklung innerhalb der einzelnen Kompetenzbereiche

## 2.1 Grundüberlegungen

Lernprozesse werden von Schülerinnen und Schülern selbstständig mit starker Situationsbindung vollzogen. Wissen wird dabei nicht eingearbeitet oder absorbiert, sondern auf Basis der bereits vorhandenen Wissensstruktur, der individuellen Erfahrungen und der eigenen Interpretation konstruiert.<sup>15,16</sup>

Bei der Gestaltung von Lernprozessen ist zu beachten, dass Wissen „träges“, an spezifische Lernkontexte gebundenes Wissen bleibt, wenn es nicht aktuell und in verschiedenen Erschließungsbereichen genutzt werden kann. Die Anwendung des Gelernten auf neue Themen, die Verankerung des Neuen im schon Bekannten und Gekonnten, der Erwerb und die Nutzung von Lernstrategien und die Kontrolle des eigenen Lernprozesses spielen beim Kompetenzerwerb eine wichtige Rolle.<sup>17</sup>

Kompetenzzuwachs können Schülerinnen und Schüler demnach nur dann erzielen, wenn im Unterricht auch ausrei-

chend geübt wird. Hierzu schrieb Heinrich ROTH bereits in den siebziger Jahren: „Übungen unter immer wieder neuen Gesichtspunkten, an immer wieder neuem Material, in immer wieder neuen Zusammenhängen, anderen Anwendungen, unter immer wieder neuen größeren Aufgaben – darin steckt das Geheimnis des Übens.“<sup>18</sup> Ergebnisse der Hirnforschung belegen, dass neuronale Netze erst durch Üben stabilisiert werden müssen, bevor sie feste Anschlusspunkte für Neues bieten können. Können muss im impliziten Gedächtnis verankert werden. Es wird über längere Zeit erworben und nicht auf einmal, durch ein einfaches Kennenlernen, durch Belehrung eines Lehrers oder durch die Sache selbst.<sup>19</sup> Erfolgreiches Üben setzt Einsicht in das Übungsziel voraus.

Lernstrategien wie Organisieren, Wiedergabe von auswendig Gelerntem (Memorieren) und Verknüpfung des Neuen mit bekanntem Wissen (Elaborieren) sind in der Regel fachspezifisch lehr- und lernbar und führen dazu, dass Lernprozesse bewusst gestaltet werden können, um die Schülerinnen und Schüler auf ein lebenslanges Lernen im Erwachsenenalter vorzubereiten.

15 TERHARD, E.: Konstruktivismus und Unterricht, Zeitschrift für Pädagogik, 45. Jg. 1999, Nr.5, S. 629 – 647

16 PETERSSEN, W. H.: Lehrbuch Allgemeine Didaktik, 6. Auflage, Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, München, Düsseldorf, Stuttgart, 2001  
17 vgl. MNU 53 (2000) II

18 ROTH, H.: Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens, Hannover 1976

19 Vgl. REICH, E.: Hirnforschung und pädagogische Praxis, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 2005

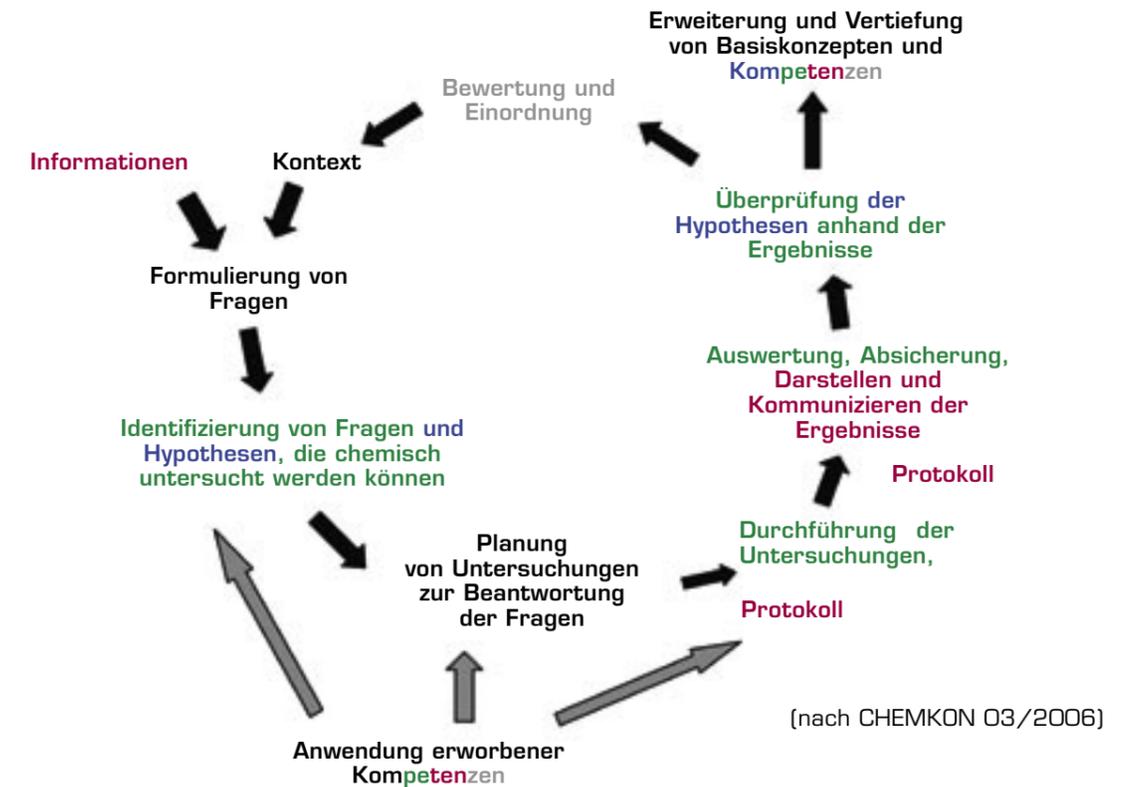


Abb.2 Schematische Darstellung der Denk- und Arbeitsweisen in einem kontextorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht (Kompetenzbereiche sind farblich dargestellt: **Fachwissen**, **Erkenntnisgewinnung**, **Kommunikation**, **Bewertung**)

Die dazu benötigten „Arbeits- und Lernstrategien werden am besten trainiert, wenn Schülerinnen und Schüler Übungsaufgaben erhalten, für die sie keine fertigen Wissensstrategien abrufen können, sondern für die sie ihr bestehendes Wissen neu ordnen müssen.“<sup>20</sup> Die MNU-Lehrplanempfehlungen von 1999<sup>21</sup> beschreiben stichwortartig Konzeptionen für die Sekundarstufe I und Qualifikationen, die am Ende der Sekundarstufe I erreicht sein sollen. Auch zur Aufgabenkultur werden wertvolle Hinweise und Anforderungskriterien in Text und Bild dargestellt.

Auf der Grundlage der Bildungsstandards wollen wir in diesen Empfehlungen exemplarisch und in Ausschnitten ein kompetenzorientiertes Vorgehen im Unterricht und kompetenzorientierte Aufgaben vorstellen. Planung, Kontrolle und Reflexion des Lernprozesses ermöglichen die Einsicht darin, was, wie und wie gut gelernt wurde.

## 2.2 Unterrichtsgestaltung durch die Verknüpfung von Kompetenzen

Unterricht, der die Ziele der Bildungsstandards verfolgt, muss die dort dargestellten vier Kompetenzbereiche „Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“

und „Bewerten“ berücksichtigen und sinnvoll miteinander verbinden. Dies muss bei näherer Betrachtung keineswegs eine gravierende Umorientierung bedeuten, sondern stellt vielmehr die Umsetzung der charakteristischen Denk- und Arbeitsweisen der Chemie dar: Ausgehend von den zu erforschenden Fragestellungen werden zunächst Informationen recherchiert. Anknüpfend an den bereits vorhandenen Kenntnisstand werden Hypothesen formuliert und Verfahren ausgewählt. Die Durchführung, Auswertung und Diskussion der weiterführenden Untersuchungen führt bei erfolgreicher Umsetzung zu einem dazu, dass die gewählte Fragestellung in ihrem Kontext beantwortet werden kann. Zum anderen sollten auch die Basis des chemischen Wissens bzw. Kompetenzen für die Anwendung auf andere Fragestellungen erweitert worden sein.

Im Projekt Chemie im Kontext wurde diese Verknüpfung der Kompetenzbereiche anhand einer Abbildung veranschaulicht<sup>22</sup>, die auch für andere Vorgehensweisen hilfreich sein kann und daher als Orientierung hier in erweiterter Form dargestellt ist (Abb. 2). Ein Kontext erschließt sich für die Lernenden durch altersadäquate und zielgerichtete Informationen, die zu Fragen führen. Das Formulieren sinnvoller Hypothesen basiert auf den schon erworbenen Kompetenzen. Wissen und experimentelles Know-how versetzen Schülerinnen und Schüler in Zusammenarbeit mit der Lehrerin, dem Lehrer in die Lage, Untersuchun-

20 STERN, E.: Inhalt statt Methode: Durch Lehrertraining allein wird der Unterricht nicht besser, Die Zeit, 20.04.2006

21 MNU 53 (2000) V-VI

22 PARCHMANN, I.; BÜNDER, W.; DEMUTH, R.; FREIENBERG, J.; KLÜTER, R.; RALLE, B.: Lernlinien zur Verknüpfung von Kontextlernen und Kompetenzentwicklung. Chemkon 13/3 (2006), S.128

gen zu planen, die die aufgeworfenen Fragen beantworten können. Diese Phase erfordert Kompetenzen aus den Bereichen Fachwissen und Erkenntnisgewinnung. Die geplanten Versuche werden durchgeführt und ausgewertet, wodurch die Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung geschult werden. Das Protokollieren, Darstellen und Kommunizieren der Durchführung, der Beobachtung und der Auswertung fordert vor allem kommunikative Kompetenzen. Im Anschluss werden die aufgestellten Hypothesen anhand der Ergebnisse überprüft. Dadurch werden neue Kompetenzen erworben bzw. alte erweitert und vertieft. Dies kann im Kompetenzbereich Fachwissen zu einer Abstraktion, Erweiterung und Neuorientierung von Basiskonzepten<sup>23,24</sup> führen.

Eine Phase der Bewertung schließt den Kontext ab, indem die zu Beginn gestellten Fragen den neu erworbenen Erkenntnissen gegenübergestellt werden und der Kontext für den persönlichen Lernfortschritt und Lernprozess bewertet wird.

Eine analoge Vorgehensweise ist problemlos auch auf andere Konzeptionen zu übertragen, wobei die Startpunkte einer Erarbeitung dann unterschiedlich sind. Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren nach SCHMIDKUNZ und LINDEMANN beginnt beispielsweise nicht mit einer Kontextfrage, sondern stellt bereits eine chemische Beobachtung oder Fragestellung in den Blickpunkt der nachfolgenden Erarbeitung. Die nachfolgende Verknüpfung mit einem Anwendungskontext würde auch hier die geforderte Verknüpfung aller vier Kompetenzbereiche ermöglichen, wenn tatsächlich relevante Fragestellungen aufgezeigt und geklärt werden können.

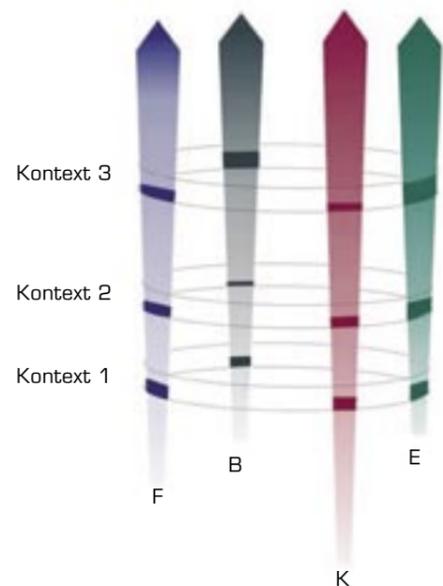


Abb. 3 Kompetenzzuwachs durch kontextorientiertes Arbeiten im Chemieunterricht F = Fachwissen, E = Erkenntnisgewinnung, K = Kommunikation, B = Bewertung.

Durch die gewählte Abbildung (Abb.2) wird sichtbar gemacht, dass durch einen solchen Unterricht Input- und Outputorientierung gemeinsam umgesetzt werden.

## 2.3 Kompetenzzuwachs

Das Gestalten von Unterricht auf der Grundlage von Bildungsstandards fordert ein Planen und Durchführen des Unterrichts auf der Basis der vier Kompetenzbereiche: Fachwissen, Erkenntnisgewinn, Kommunikation und Bewertung. In jedem Chemieunterricht wurden bisher und werden auch zukünftig Kompetenzen aus den genannten Kompetenzbereichen geschult. Die KMK-Vereinbarung macht die Kompetenzbereiche bewusst und fordert ihre Umsetzung ein.

Bei der Planung von Unterricht auf der Grundlage von Bildungsstandards sind die Kompetenzbereiche als gleichwertig zu betrachten. Das bedeutet nicht, dass in jedem Unterricht alle Kompetenzbereiche in gleichen Anteilen berücksichtigt werden müssen. In summa muss aber in jedem Kompetenzbereich eine kontinuierliche Progression gewährleistet sein. Das Fachwissen hat eine leitende oder orientierende Funktion, dominiert aber nicht durchgehend das unterrichtliche Geschehen. Abbildung 3 veranschaulicht unterschiedliche Zuwächse in den einzelnen Kompetenzbereichen in zeitlich aufeinander folgenden Kontexten bzw. Unterrichtseinheiten. Insgesamt nehmen die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler von einer Unterrichtssequenz zur nächsten zu, was durch die stärkere Farbintensität und die Verbreiterung der Säulen verdeutlicht wird.

## 2.4 Kompetenzentwicklung innerhalb der einzelnen Kompetenzbereiche

Das Arbeiten mit den Bildungsstandards wird im Folgenden beispielhaft durch den Kontext „Säuren im Alltag“ aufgezeigt. Die vorliegenden Ausarbeitungen stellen allerdings keinen vollständigen Unterrichtsgang dar. Es wurden aus dem Kompetenzbereich „Fachwissen“ zutreffende Bildungsstandards ausgewählt und auf mögliche zu erwerbende Kompetenzen spezifiziert. Aus den Kompetenzbereichen „Erkenntnisgewinn“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ sind zu allen Bildungsstandards Beispiele für einen möglichen Kompetenzerwerb formuliert. Den jeweiligen Zuwachs im zugehörigen Kompetenzbereich zeigen vier Stufenmodelle (s. Abb. 4-7). Hier wird auch davon ausgegangen, dass in einem Kompetenzbereich die Kompetenzen von einander abhängig sind. Diese Abhängigkeit wird dahingehend angenommen, dass eine höhere Kompetenz auf einer niedrigeren aufbaut. Es ist aber auch wichtig, im Sinne von Lernvoraussetzungen für Unterrichtsplanung und -realisation auf niedrige Kompetenzen zurückgreifen zu können, selbst wenn schon höhere erreicht worden sind. Dieses Zusammenwirken ver-

schiedener Kompetenzebenen wird durch die Doppelpfeile deutlich gemacht. Die Anwendung erworbener Kompetenzen soll durch kumulatives Lernen gewährleistet sein. Hierzu trägt einerseits wesentlich die Aufgabenkultur bei und andererseits die Basiskonzepte, die zum systemati-

schon Erwerb von strukturiertem Wissen sowie Fähigkeiten und Fertigkeiten führen. Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren ihren Kompetenzzuwachs innerhalb der Basiskonzepte.

Abb.4: Entwicklung und Wechselwirkung innerhalb des Kompetenzbereichs Fachwissens – illustriert am Beispiel „Säuren im Alltag“ –

Stoff-Teilchen-Beziehung Struktur-Eigenschafts-Beziehung				chemische Reaktion/energetische Betrachtung bei Stoffumwandlung	
Gegenstände und Eigenschaften	Stoffe und Eigen- schaften  Stoffklassen	Bausteine der Stoffe  Teilchen	Atommodelle  Bindungsmodelle	Reaktionsschema / Reaktionsgleichung	Energetische Betrachtung und modellbasierte Deutung chemischer Reaktionen <sup>1)</sup>
				Nennen: - Zitronensaft, Speiseessig als sauer schme- ckend - Antikalk und Salzsäure als Alltagsgegen- stände; Beschreiben ihre Eigenschaften als ätzend und ge- fährlich.	Geben für die Stoffklasse der Säuren z.B. die Reaktion saurer Lösungen mit Metallen unter Wasserstoff- entwicklung an.

1) Das Anspruchsniveau in diesem Bereich ist an die mittlere Leistungsfähigkeit der Lerngruppe sowie an die Stundentafel anzupassen. Das Vergleichen von starken und schwachen Säuren als unvollständig ablaufende Reaktionen sollte der Oberstufe vorbehalten bleiben.

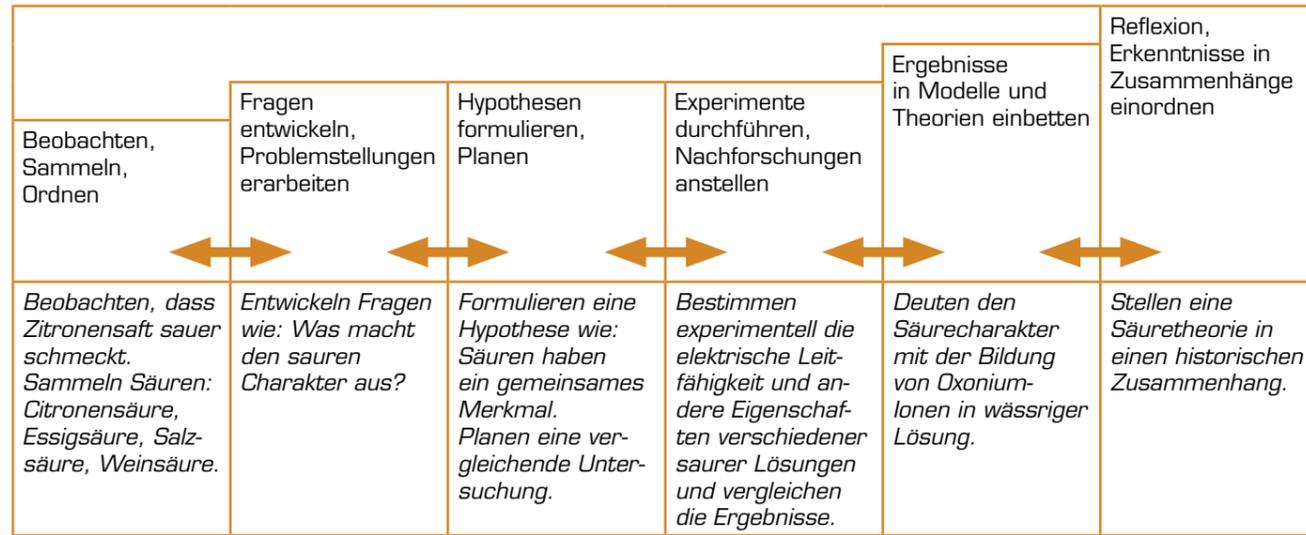
Die Stufen sollen die Zunahme an Komplexität und Abstraktion veranschaulichen. Für das Fachwissen resultieren drei Stufen, nämlich:

- Phänomenebene,
- Teilchenebene,
- Ebene der Vernetzung, des differenzierten Ausdrucks sowie der differenzierten Zuordnung.

23 Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004, S. 7

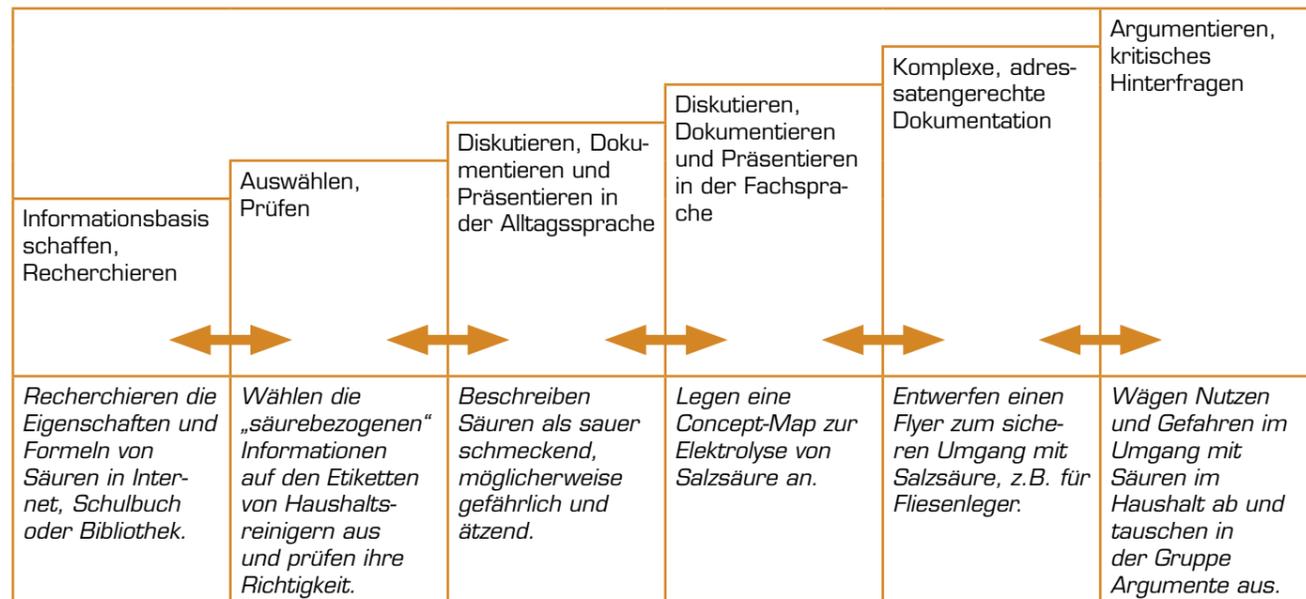
24 Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie. Beschluss der KMK vom 1.12.1989 i. d. F. vom 5.2.2004, S. 8-9

**Abb.5: Entwicklung und Wechselwirkung innerhalb des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung**  
 – illustriert am Beispiel „Säuren im Alltag“ –



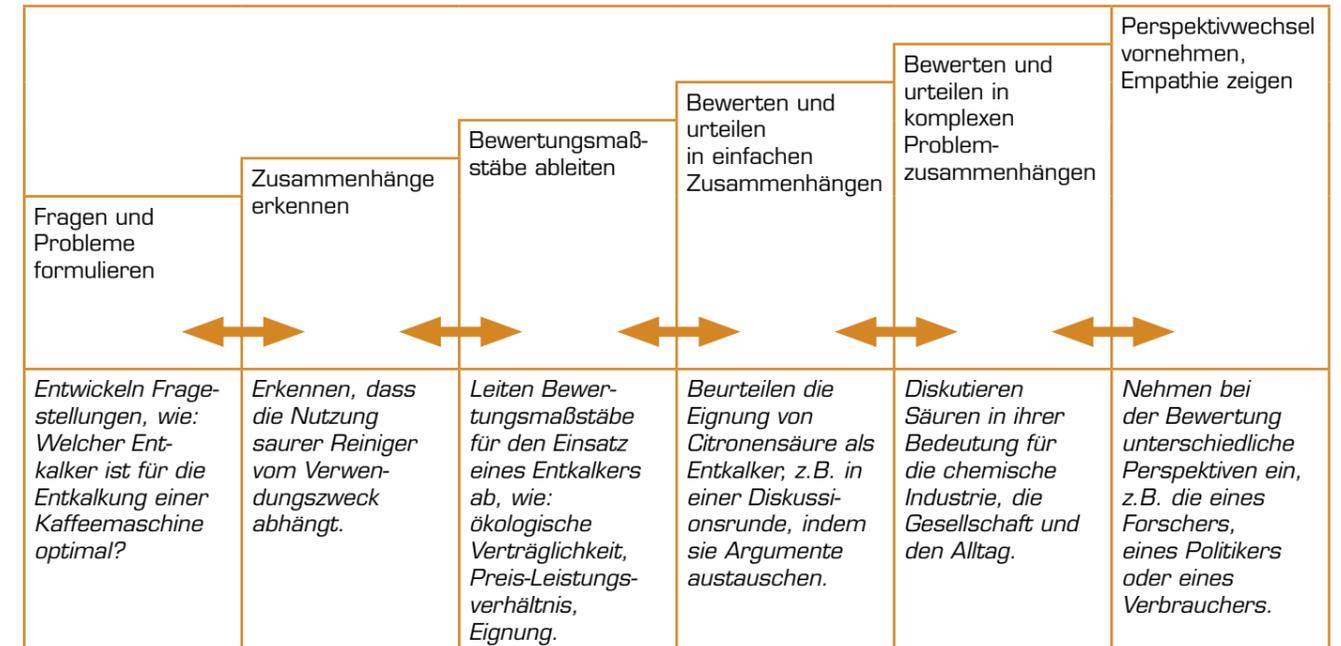
Im Bereich der Erkenntnisgewinnung steigen die Anforderungen:  
 - vom sinnlichen Wahrnehmen  
 - über das Verarbeiten der Wahrnehmung zu Fragen, Hypothesen oder in Experimenten  
 - hin zur theoretischen Interpretation der Ergebnisse und  
 - letztendlich zum Erkennen von Zusammenhängen.

**Abb. 6: Entwicklung und Wechselwirkung innerhalb des Kompetenzbereichs Kommunikation**  
 – illustriert am Beispiel „Säuren im Alltag“ –



Die Stufen im Bereich Kommunikation ergeben sich aus den jeweiligen Operatoren der Standards.

**Abb. 7: Entwicklung und Wechselwirkung innerhalb des Kompetenzbereichs Bewertung**  
 – illustriert am Beispiel „Säuren im Alltag“ –



Die Stufen im Bereich Bewertung ergeben sich aus den jeweiligen Operatoren der Standards.

## 03

## Aufgabenkultur

- 3.1 Vorbemerkungen
- 3.2 Aufgabenbeispiele
- 3.3 Zusammenfassung

## 3.1 Vorbemerkungen

Aufgabenbeispiele sind wichtig für Lehrer, da sich daran Anforderungen an den Unterricht konkret erkennen lassen. Aus diesem Grund wurden solche Beispiele in die Bildungsstandards der KMK aufgenommen. Wenn es nun um die weitere Konkretisierung der Bildungsstandards geht, liegt es nahe, dies über weitere auch einfache und möglichst direkt in den Unterricht übertragbare Aufgabenbeispiele zu versuchen. Der neue Akzent der unten aufgeführten Beispiele liegt auf den außer dem Fachwissen zu fördernden Kompetenzen aus den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Nach dem Vorschlag von HAMMANN<sup>25</sup> wurden folgende Aspekte bei der Aufgabenstellung berücksichtigt: geförderte Kompetenzen, benötigtes Wissen, Kontext der Aufgabe und Merkmale, die für die Lernenden interessant und motivierend sind.

Da Untersuchungen ergeben haben, dass für viele Schüler die bisher gestellten Aufgaben zu schwer waren, werden außerdem Maßnahmen zur Binnendifferenzierung angegeben. Dies soll allen Schülern eine erfolgreiche Bearbeitung der Aufgabe ermöglichen.

<sup>25</sup> HAMMANN, M.: Kompetenzförderung und Aufgabenentwicklung. MNU 59/2 (2006) S. 85-95

## 3.1.1 Niveaustufen und Anforderungsbereiche

Um den Grad des Erreichens der in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen zu überprüfen, müssten Niveaustufen definiert werden, wofür wiederum ein Pool pilotierter Aufgaben angelegt werden muss, an welchen man messen kann, inwieweit ein Schüler bestimmte Kompetenzen erworben hat (Kompetenzstufenmodell). Bei der Entwicklung von Niveaustufen spielen demnach empirische Untersuchungen eine große Rolle.

Hier befinden wir uns noch im Entwicklungsstadium. Erste Erfahrungen liegen bereits im Fach Mathematik vor, wo derzeit ein Feldtest für einen Aufgabenpool durchgeführt wird. Im Bereich der Naturwissenschaften gibt es Vorarbeiten im Fach Biologie, die in den Empfehlungen für die Umsetzung der KMK-Standards<sup>26</sup> veröffentlicht sind. Für Physik werden im Rahmen von Dissertationen an der Uni Essen Schwierigkeitsgrade von Aufgaben in Schulen getestet.

Die Ermittlung von Schwierigkeitsgraden erfolgt häufig durch eine intuitive Einschätzung der Lehrkraft (vom Unterricht abhängige Einschätzung der Komplexität einer

<sup>26</sup> Arbeiten mit den Bildungsstandards im Fach Biologie fachspezifisch und fachübergreifend, dimensioniert und niveuavoll. MNU 59/2 (2006) Einleger



Aufgabe, z. B. Anforderungsbereiche I bis III der KMK-Bildungsstandards)

Die Festlegung von Niveaustufen dagegen wäre vom Unterricht unabhängig und würde es leisten, die Anforderungen einer Aufgabenstellung zu kennen, um individuell fördern zu können und um Binnendifferenzierung zu ermöglichen.

Die Angabe von Schwierigkeitsgraden erscheint nicht sinnvoll, weil eine solche Festlegung ohne Kenntnis der unterrichtlichen Voraussetzungen nicht allgemein gültig ist. Und da die empirische Absicherung fehlt, musste natürlich auch auf eine Formulierung von Niveaustufen quasi „am grünen Tisch“ verzichtet werden.

## 3.1.2 Binnendifferenzierung und Förderung

Die Einführung von Standards geht einher mit dem Wunsch, präziser feststellen zu können, inwieweit die Schüler bestimmte Kompetenzen erworben haben. Ein Sinn der Beschäftigung mit Aufgabenbeispielen liegt darin, Diagnosemöglichkeiten dafür zu schaffen. Der Schüler soll dabei weniger den Aspekt der Überprüfung erfahren als vielmehr die Bemühung, ihn auf den geforderten Stand zu bringen. Daher werden bei den Aufgabenbeispielen Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung vorgegeben, und ein Beispiel zur Lernstandsanalyse durch Partnerarbeit bringt den wichtigen Aspekt der individuellen Förderung ins Spiel.

In den Schulen werden Diagnoseinstrumente und passende Fördermaßnahmen dringend benötigt. Auf diesem Feld muss weitergearbeitet werden.

## 3.2 Aufgabenbeispiele

Die folgenden Beispiele steuern jeweils einen der vier Kompetenzbereiche der KMK-Bildungsstandards (Fachwissen F, Erkenntnisgewinnung E, Kommunikation K, Bewertung B) in besonderer Weise an. Dieser Schwerpunkt wird in der Überschrift schattiert hervorgehoben, wobei das Fachwissen als selbstverständliche Voraussetzung für jegliche Aufgabe gesehen wird und sich keine Aufgabe lediglich mit genau einem Bereich befassen kann.

Die Aufgaben bestehen jeweils aus vier Teilen: Zunächst wird das Problem bzw. das Material vorgestellt. Dann folgen konkrete Aufgabenstellungen, denen die entsprechenden Kompetenzen aus den Bildungsstandards in Kurzformulierung und mit Nummerierung zugeordnet sind. Im letzten Abschnitt finden die Lehrerinnen und Lehrer Hinweise zum Einsatz der Aufgabe im Unterricht, zum Beispiel notwendige Voraussetzungen, mögliche Lösungen und vor allem auch Vorschläge zur Binnendifferenzierung, mit deren Hilfe möglichst vielen Schülern ermöglicht werden soll, zu einem Lösungsvorschlag zu kommen, ohne unter- oder überfordert zu sein.

F	E	K	B
---	---	---	---

### Aufgabenbeispiel 1: Gasentwicklung von Brausetabletten<sup>27</sup> Erkenntnisgewinnung aus Experimenten

#### Problemstellung

In der kalten Jahreszeit versuchen wir gelegentlich unsere Abwehrkräfte mit Vitaminen aus Brausetabletten zu stärken. Dies ist auch eine Gelegenheit für physikalische und chemische Untersuchungen. Ihr könnt das Auflösen von Brausetabletten einzeln oder im Team beobachten und genauer untersuchen.

#### Materialien

- für das praktische Arbeiten: Bechergläser, pneumatische Wanne o. ä.  
Stand- oder Messzylinder, Reagenzgläser o. ä.  
Luftballons  
Brausetabletten  
Stoppuhr  
Kerzen
- für die Zusatzaufgabe: Film- oder Brausetablettendosen  
Düsen, z. B. Ventile, Trinkhalme o. ä.  
Styropor o. ä.

Aufgabenstellung	Kompetenzen
a) Plane Experimente, um das Gas zu identifizieren und führe diese durch!	Die Schülerinnen und Schüler... nennen und beschreiben typische Eigenschaften (F1.1) erkennen und entwickeln Fragestellungen (E1) planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Hypothesen (E2) führen qualitative Experimente durch und protokollieren diese (E3)
b) Eine, zwei oder drei Brausetabletten werden nacheinander in Wasser gelöst. Plane dazu ein Experiment, um das Gasvolumen möglichst genau zu bestimmen und führe dieses im Anschluss durch!	beachten Sicherheitsaspekte (E4) planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Hypothesen (E2) führen quantitative Experimente durch und protokollieren diese (E3) protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse (K6)
c) Entwickle eine begründete Vermutung zu überraschenden Beobachtungen, diskutiere und interpretiere diese!	protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse (K6) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K8) vertreten Standpunkte und reflektieren selbstkritisch (K9) planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren ihre Arbeit (K10)
Zusatzaufgabe: Baue ein Raketenboot mit Düsenantrieb!	nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, erschließen Zusammenhänge (B3) binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese an (B6)

#### Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer

Das selbstständige Anfertigen von Versuchsprotokollen wird erwartet.

Zu 1 a)

**Hypothese:** Bei dem entstehenden Gas handelt es sich um Sauerstoff, Kohlendioxid, (Stickstoff oder Wasserstoff). Nachdem die Schülerinnen und Schüler geeignete Methoden zur Überprüfung begründet ausgewählt und beschrieben haben, führen sie die Experimente nach ihrem Plan durch.

<sup>27</sup> s.a. LI-Materialien: PISA macht NATEX, Aufgabe: Gasentwicklung von Brausetabletten. Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Bildung und Sport. Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, AB Chemie, Felix-Dahn-Str. 3, 20357 Hamburg, 2006. In dieser Broschüre werden anhand von Schülerbeiträgen die Niveaustufen der Schülerantworten, der experimentellen Lösungen und der Dokumentation der quantitativen Versuchsergebnisse beschrieben. Zu dieser Aufgabe liegen etwa 1000 Antworten von Schülerinnen und Schülern vor.

zu 1 b)

- Planen eines Experimentes zur Ermittlung der Gasmenge aus einer Brausetablette
- Wiederholung des Experimentes mit zweiter und dritter Tablette führt zum kognitiven Konflikt, da mehr Gas entsteht, als die Schüler von Versuch 1 her vermutet haben.

zu 1 c)

Die für Schülerinnen und Schüler überraschende Beobachtung ist, dass beim Auflösen von zwei oder drei Brausetabletten mehr als das doppelte bzw. dreifache Gasvolumen entsteht.

Hypothese: Ein Teil des gebildeten Gases löst sich in Wasser.

An dieser Aufgabe wird nachvollziehbar, ob die Schülerinnen oder Schüler über die Kompetenz verfügen, eine Hypothese zu erstellen und Vorschläge zur experimentellen Überprüfung entwickeln können.

Die experimentelle Überprüfung der Vorschläge kann durchgeführt oder zunächst soweit diskutiert werden, dass ihr Bezug zur angemessenen Erklärung erkennbar wird<sup>28</sup>.

Vorschläge zur Binnendifferenzierung:

Bei Bedarf sollte eine Tabelle zur Löslichkeit von Gasen in Wasser bereitgestellt werden, etwa folgende:

Name des Gases	maximale Löslichkeit g/L bei 20°C
Kohlendioxid	ca. 1,7
Sauerstoff	0,044
Stickstoff	0,019

Je nach Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler können die Beobachtungen zum Gasvolumen in Tabellenform oder als Diagramm visualisiert und kritisch reflektiert werden. Leistungsschwache Schülerinnen und Schüler sollten auf die Lösung der Teilaufgabe 1c) verzichten, aber dafür Hilfestellung zur Realisierung der Zusatzaufgabe „Bau eines Bootes mit Düsenantrieb“ erhalten.

F	E	K	B
---	---	---	---

### Aufgabenbeispiel 2: Aufleiten von Wasserstoffchlorid (Chlorwasserstoff) auf Wasser

Leitfähigkeits-, Temperatur- und pH-Messungen  
Umgang mit grafischen Darstellungen und Texten

#### Problemstellung

Bei Gebäudebränden ist die Rauchentwicklung für die Bewohner weitaus lebensbedrohlicher als die Flammen selbst. Das unter anderem im Rauchgas enthaltene Wasserstoffchlorid führt beim Einatmen zu oft lebensbedrohlichen Rauchvergiftungen. Es entsteht, wenn der Kunststoff PVC mit verbrennt - PVC wird z. B. für Fensterrahmen, Abdichtungen, Elektrokabel oder Rohrleitungen verwendet. Die folgenden Materialien erklären das Verhalten von Wasserstoffchlorid in Gegenwart von Wasser, wie es beispielsweise in der Lunge gegeben ist.

#### Materialien

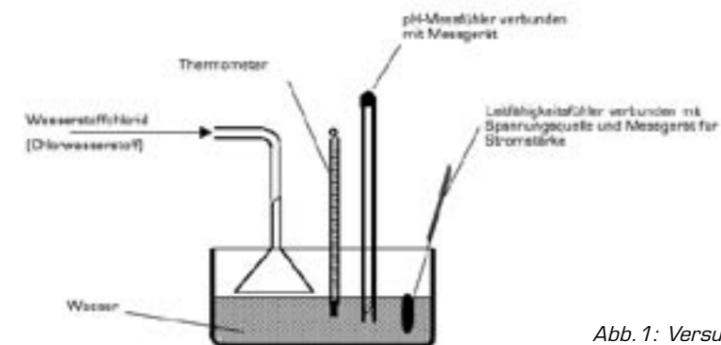


Abb. 1: Versuchsaufbau, beschriftet

<sup>28</sup> s.a. STÄUDEL, L.: Gasentwicklung von Brausetabletten, Versuchsergebnisse deuten. In: Naturwissenschaftliches Arbeiten, Erhard Friedrich Verlag GmbH, 2004, S.90 – 93

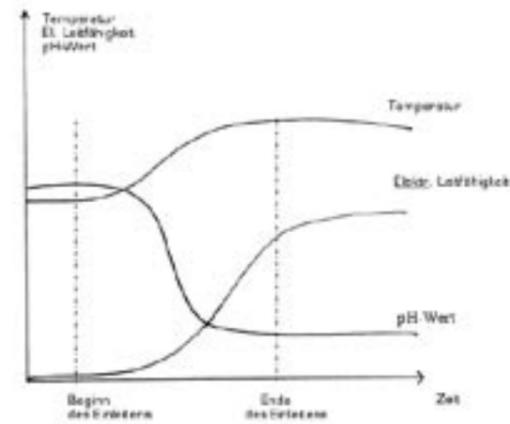


Abb. 2: Qualitativer Verlauf von Temperatur, elektrischer Leitfähigkeit, pH-Wert bei Aufleitung von Wasserstoffchlorid auf Wasser

Aufgabenstellung	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...
<p>Gruppe 1: Beschreibe die Aussagen des Diagramms in Form eines präzisen Textes, so dass die andere Gruppe damit weiterarbeiten kann! Welche Schlussfolgerungen kannst Du aus dem Verlauf der Kurve ziehen? Versuche daraus auch eine Erklärung der toxischen Wirkung von Wasserstoffchlorid in der Lunge abzuleiten.</p>	<p>deuten Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich des Umbaus chemischer Bindungen (F 3.2.) finden in erhobenen Daten Strukturen und ziehen geeignete Schlussfolgerungen (E 6) beschreiben chemische Sachverhalte (K 4) dokumentieren situationsgerecht und adressatenbezogen (K 7) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K 8)</p>
<p>Gruppe 2: Übersetze den Text von Gruppe 1 in eine aussagekräftige, grafische Darstellung! Welche Schlussfolgerungen kannst Du aus deiner Darstellung ziehen? Versuche daraus auch eine Erklärung der toxischen Wirkung von Wasserstoffchlorid in der Lunge abzuleiten.</p>	<p>deuten Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich des Umbaus chemischer Bindungen (F 3.2.) finden in erhobenen Daten Strukturen und ziehen geeignete Schlussfolgerungen (E 6) veranschaulichen chemische Sachverhalte mit Hilfe von Darstellungen (K 4) dokumentieren situationsgerecht und adressatenbezogen (K 7) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K 8)</p>

#### Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer

Das primäre Ziel dieser Aufgabe ist die Förderung der fachspezifischen Ausdruckfähigkeit und der bewusste Umgang mit Kommunikationsproblemen im naturwissenschaftlichen Unterricht.

#### Methodische Hinweise:

1. Die Gruppe 1 erhält ihre Aufgabe beispielsweise als Hausaufgabe und dokumentiert ihre Ergebnisse.
2. Die Ergebnisse sowie die Materialien (ohne das Diagramm!) werden an die Mitglieder der Gruppe 2 weitergegeben. Nun lösen diese die zweite Aufgabe ebenfalls zu Hause.
3. In der anschließenden Unterrichtsstunde erfolgt die Diskussion der Ergebnisse als Vergleich der Schlussfolgerungen und eventueller Übertragungsfehler.
4. Die anschließende Durchführung des Experiments kann durch die Verwendung eines Indikators erweitert werden.

F	E	K	B
---	---	---	---

#### Aufgabenbeispiel 3: Autoabgase

Umgang mit wissenschaftlichen Texten im Chemieunterricht

#### Problemstellung

Luftschadstoffe stellen ein wichtiges gesundheitliches, gesellschaftliches und politisches Problem dar. Der folgende vereinfachte Presstext befasst sich mit dem Auto als Ursache der Luftverschmutzung.

#### Material

#### Abgaswolken am Straßenrand

Auf Autobahnen herrscht dicke Luft. Besonders Stickstoffoxide und Ozon erreichen Rekordwerte. Bemerkenswert ist, dass eine Anreicherung von Stickstoffoxiden in der Atmosphäre noch in einer horizontalen Entfernung von 12 km nachweisbar ist. Vertikal besteht sie bis über 300 m hinaus. Die einzelnen Substanzen reagieren untereinander und mit der Umgebungsluft. Die erste und schnellste Reaktion dabei ist die Oxidation des emittierten Stickstoffmonoxids durch Ozon ( $O_3$ ) zu Stickstoffdioxid. Außerdem werden durch Oxidationsvorgänge und nachfolgende Reaktionen mit Wasser aus dem Stickstoffdioxid und auch aus im Abgas enthaltenem Schwefeldioxid Stoffe wie Salpetersäure und Schwefelsäure gebildet, die dann saure Niederschläge bilden. Parallel zu den Messungen vom Flugzeug aus wurde ein Messfahrzeug auf der Autobahn eingesetzt. Hier wurden Stickstoffdioxid-Konzentrationen bis zu 1000 ppb gemessen. Der vorgeschriebene Grenzwert liegt bei 100 ppb im Falle kurzzeitiger Belastung, der Langzeitwert bei 40 ppb. Ein Autofahrer ist im Stau für längere Zeit stark überhöhten Schadstoffkonzentrationen ausgesetzt.

Quelle: LÜDTKE, Presstexte Umwelt und Chemie, Köln 1994

ppb: parts per billion (1 billion = 1 Milliarde)

Aufgabenstellung	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...
a) Erstelle ein Fließdiagramm für die im Text dargestellte Situation und ordne den einzelnen Schritten jeweils einen der folgenden Begriffe zu Emission, Immission.	finden in Daten Beziehungen (E 6) wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus (K 2) veranschaulichen chemische Sachverhalte mit Hilfe von Darstellungen (K 4)
b) Gib für die genannten Substanzen die chemischen Formeln an. Formuliere für die beschriebenen chemischen Prozesse die Reaktionsgleichungen.	dokumentieren situationsgerecht und adressatenbezogen (K 7) erstellen Reaktionsschemata bzw. Reaktionsgleichungen (F 3.4) wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus (K 2) beschreiben chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache (K 4)
c) Äußere dich umfassend zu der im Presseartikel dargestellten Situation sowie zu den Folgen, die sich daraus für die Umwelt ergeben können. Denke bei deinen Ausführungen an: - die Eigenschaften und die Reaktionen der beschriebenen Stoffe - die Wirkung auf Mensch und Umwelt (Gewässer, Böden...) - die Möglichkeiten der Schadensbekämpfung	nennen und beschreiben bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften (F 1.1) recherchieren zu einem chemischen Sachverhalt in unterschiedlichen Quellen (K 1) vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten (K 9) binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien (B 6)
d) Erkläre deinen Mitschülerinnen und Mitschülern anhand der von dir erstellten Materialien die Aussagen des Presstextes.	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K 8)

#### Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer:

Die Schülerinnen und Schüler werden in verschiedene Arbeitsgruppen eingeteilt. Sie können alle denselben Text oder auch unterschiedliche Presstexte zu der Thematik erhalten.

Den Schülerinnen und Schülern können abgestufte Hilfe zur Verfügung gestellt werden, z.B. die Formeln der Verbindungen oder Hinweise über die Zwischenstufen der Säurebildung.

F	E	K	B
---	---	---	---

**Aufgabenbeispiel 4: Eine Magnesiumfackel brennt überall!?**

Diskussion auf der Grundlage von tabellierten Werten

**Problemstellung**

Magnesiumfackeln sind dafür bekannt, nicht nur an der Luft, sondern auch unter Wasser zu brennen. Daher ist der Vorschlag naheliegend, Astronauten sollten auf künftigen Flügen ins All Magnesiumfackeln mitführen, um im Notfall Licht zu haben.

**Material**

Vergleich der Erdatmosphäre mit den Gashüllen von Venus und Mars:

	Venus	Erde	Mars
Masse in Erdmassen	0,815	1	0,107
Gasdruck an der Oberfläche in kPa	10000	100	6
Temperatur an der Oberfläche in °C	480	15	- 60
Zusammensetzung der Atmosphäre:			
Kohlenstoffdioxid	93-98 %	0,04 %	95,3 %
Stickstoff	2-5 %	78,1 %	2,7 %
Argon	ca. 30 ppm	0,93 %	1,6 %
Sauerstoff	ca. 30 ppm	20,9 %	0,13 %
Kohlenstoffmonoxid	ca. 30 ppm	0,05-0,2 ppm	0,07 %
Neon	ca. 15 ppm	18 ppm	2,5 ppm
Krypton	ca. 1 ppm	1 ppm	0,3 ppm
Xenon	-	0,08 ppm	0,08 ppm
Ozon	-	0,02-10 ppm	0,03 ppm

ppm: parts per million

Aufgabenstellung	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...
a) Veranschauliche jeweils den Anteil der vier häufigsten Bestandteile der drei Atmosphären in einer angemessenen grafischen Darstellung.	protokollieren die Ergebnisse von Untersuchungen in angemessener Form. (K 6)
b) Warum brennt die Magnesiumfackel auf dem Planeten Erde? Erkläre den chemischen Hintergrund.	nennen und beschreiben bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften. (F 1.1) beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mit Hilfe von Modellen und Darstellungen. (K 4)
c) Alternativen: für „Chemiecracks“: Ist die Magnesiumfackel als Notlicht im Weltall und auf den Planeten Venus und Mars verwendbar? Leite deine Aussagen aus den Angaben der obigen Tabelle ab. Für Fortgeschrittene: Erkläre anhand der chemischen Zusammensetzung der jeweiligen Atmosphäre der Planeten Mars und Venus, ob die Magnesiumfackel dort brennt. Für „Einsteiger“: Erkläre, weshalb die Magnesiumfackel auf der Erde mit weißem Rauch, auf der Venus dagegen mit schwarzem Rauch brennen könnte.	nennen und beschreiben bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften. (F 1.1) wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus. (K 2) erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache (K 4)
d) Stelle eine Hypothese über die unterschiedlichen Mengenanteile der Gase Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid auf der Erde und dem Mars auf.	beschreiben Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen (F 3.1) beschreiben Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen. (F 3.6) nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen. (B 3)

**Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer:**

Das Reaktionsverhalten von Magnesium sollte aus dem Unterricht bekannt sein.

Zu 4 a):

z. B.: Säulendiagramm oder drei Tortendiagramme mit einheitlicher Legende

Zu 4 b):

Die Schüler beschreiben die Reaktion von Magnesium mit Sauerstoff bzw. aufgrund des einleitenden Textes auch die Reaktion mit Wasser. Die Erstellung von Reaktionsgleichungen weist auf ein höheres Kompetenzniveau hin.

Zu 4 c):

Es handelt sich hierbei um eine fiktive Aufgabe. Die Möglichkeit der Reaktion mit Kohlenstoffdioxid sollte für beide Planeten erkannt werden. Sehr gute Schülerinnen und Schüler könnten unter Berücksichtigung der physikalischen Angaben auch zu dem Schluss kommen, dass die Fackel auf dem Mars nicht entzündbar ist, da der geringe Druck und die geringe Temperatur keine sichtbare Reaktion zulassen. Die Faktoren auf der Venus könnten zur Vermutung Anlass geben, dass die Magnesiumfackel mit dem in hoher Konzentration vorhandenem Kohlenstoffdioxid eine für die gewünschte Anwendung zu heftige Reaktion zeigen könnte.

Die beiden Alternativaufgaben sind einfacher zu lösen und können durch eine weniger umfangreiche Tabelle noch zusätzlich vereinfacht werden.

Zu 4 d):

Als Hilfestellung für weniger leistungsstarke Schüler bieten sich abgestufte Hilfen an:

Angeblich gibt es zwar sowohl auf der Erde als auch auf dem Mars grüne Lebewesen. Während Marsmännchen aber eher in der Fiktion eine Rolle spielen, gilt die Existenz grüner Pflanzen auf der Erde als gesichert.

F	E	K	B
---	---	---	---

**Aufgabenbeispiel 5: Braunkohlekraftwerke**

Begründen und bewerten aufgrund chemischer Überlegungen.

**Problemstellung**

Die letzte Bundesregierung hat ein Gesetz verabschiedet, das den Betrieb von Kernkraftwerken zeitlich begrenzt. Nach heutigem Kenntnisstand planen die Kraftwerksbetreiber als Konsequenz daraus einen verstärkten Einsatz von Kohlekraftwerken. Die dabei eingesetzte Braunkohle enthält Schwefelverbindungen mit einem Massenanteil  $w(S)$  von 3 bis 4 %.

Aufgabenstellung	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...
a) Nimm Stellung zu den Konsequenzen, die sich aus dem verstärkten Einsatz des Brennstoffs Braunkohle ergeben. Berücksichtige die dabei ablaufenden chemischen Reaktionen mit ihren Reaktionsgleichungen.	beschreiben Stoff- und Energieumwandlungen (F 3.1) erstellen Reaktionsgleichungen (F 3.4) beschreiben chemische Sachverhalte (K 4) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K 8) nutzen fachtypische Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen (B 3) diskutieren gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven (B 5)
b) In einem See in Schweden sind wegen eines zu niedrigen pH-Wertes alle Fische gestorben. In Schweden gibt es aber kaum Industrie und Kraftwerke, die dafür verantwortlich gemacht werden könnten. Stelle eine Verknüpfung zu den oben genannten Informationen her. Diskutiere diese Information im Zusammenhang mit den Informationen aus dem obigen Material.	finden in erhobenen Daten Beziehungen und ziehen geeignete Schlussfolgerungen (E 6) erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen (B 2) nutzen fachtypische Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen (B 3)

**Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer**

Diese Aufgabe ist als Lernaufgabe und/oder Überprüfungsaufgabe geeignet.

Für die Teilaufgabe 5 b) werden Grundkenntnisse über die Strömungsverhältnisse der Gase in der Atmosphäre benötigt. Erwartete Schülerleistungen

Zu 5 a):

Folgende Zusammenhänge sollten angesprochen werden:

- Bei der Verbrennung von Kohle entsteht durch Oxidation Kohlenstoffdioxid, wobei thermisch Energie abgegeben wird. (Reaktionsgleichung)
- Dieser Vorgang verstärkt den Treibhauseffekt. Eventuell Erläuterungen zu diesem Effekt.
- Bei der Verbrennung von Schwefelverbindungen entsteht durch Oxidation Schwefeldioxid oder auch Schwefeltrioxid. (Reaktionsgleichung)
- Nichtmetalloxide reagieren mit Wasser zu Säuren. In den Wolken entstehen also Lösungen von Schwefliger Säure bzw. Schwefelsäure (saurer Regen).
- Notwendigkeit der Rauchgasentschwefelung.
- Auch Kohlenstoffdioxid leistet einen geringen Beitrag zur Versauerung des Regens (Entstehung von Kohlensäure).
- Kohlevorräte sind nur begrenzt vorhanden, deshalb ist der zusätzliche Bau von Kohlekraftwerken keine dauerhafte Alternative.

Zu 5 b):

- Niedriger pH-Wert zeigt eine saure Lösung an. Durch hohe Schornsteine gelangen die Kraftwerksabgase in obere Schichten der Atmosphäre, in denen sie durch Luftströmungen aus Mitteleuropa nach Schweden transportiert werden. Dort gelangen sie als saurer Regen in die Gewässer.

#### Hinweise zur Binnendifferenzierung:

Folgende Hilfekarten können bereitgehalten werden:

- Darstellung des Zusammenhangs Schwefel – Schwefeltrioxid – Schwefelsäure
- Darstellung des Zusammenhangs Kohlenstoff – Kohlenstoffdioxid - Kohlensäure
- Ein niedriger pH-Wert deutet auf eine saure Lösung hin.
- Karte eines Tiefdruckgebietes über Mitteleuropa<sup>29</sup>

Die Aufgabe 5 b) kann bei geringem Anspruchsniveau weggelassen werden.

F	E	K	B
---	---	---	---

#### Aufgabenbeispiel 6: Wassersynthese

##### Problemstellung

Die Trinkwasserknappheit in zahlreichen Gebieten der Erde wird thematisiert.

Aufgabenstellung	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...
Bewerte die folgende Aussage: „In einer Diskussion wird behauptet, man könne Wasser bei Wasserknappheit auch durch chemische Reaktion erzeugen.“	beschreiben modellhaft den submikroskopischen Bau von Stoffen (F 1.2) erstellen Reaktionsschemata durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome in Verbindungen (F 3.4) beschreiben Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik (F 3.6) erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen (B 2) binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien (B 6)

##### Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer:

Diese Aufgabe ist vorwiegend als Lernaufgabe geeignet. Wenn sie als Überprüfungsaufgabe eingesetzt wird, muss im Unterricht dieser offene Aufgabentyp gründlich vorbereitet und geübt werden. In diesem Fall könnte man die Aufgabe konkretisieren, z.B. „Bewerte die folgende Aussage unter chemischen (und/oder ökonomischen/energetischen) Gesichtspunkten“.

Denkbar ist ein Einsatz im Anfangsunterricht nach dem Thema Wasser. Hier wird aber vermutlich nicht die Problematik der Herkunft von Wasserstoff fundiert analysiert werden können. Somit wäre ein Einsatz nach einer Unterrichtseinheit Elektrolyse eher sinnvoll. Energetische Aspekte sollten hier berücksichtigt werden. Unterschiedliche Möglichkeiten der Wasserstoffgewinnung könnten berücksichtigt werden.

<sup>29</sup> z.B. Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik: Luft, Cornelsen / Volk und Wissen, 2002, S. 32

Hinweise zur Binnendifferenzierung:

Folgende Hilfekarten können bereitgehalten werden:

- Vorkommen bzw. Herstellung von Sauerstoff bzw. Wasserstoff
- Hinweis zu energetischen Aspekten bei der Herstellung von Wasserstoff

F	E	K	B
---	---	---	---

#### Aufgabenbeispiel 7: Molkereiabwasser

##### Material

Reinhard Wald  
Bürgermeister der Gemeinde Fuldata

An das  
Ökologisch-ökonomische Institut Kassel

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir wenden uns an Sie in einer heiklen Angelegenheit: Als wir neulich routinemäßig die Abwässer der Molkerei Fuldata untersuchten, stellten wir einen pH-Wert von 3,8 fest. Die Analyse ergab einen stark erhöhten Gehalt an Chlorid-Ionen. Das Abwasser fließt in einen Bach. Der Pressesprecher der Firma hat uns auf unser Nachfragen geantwortet, dies sei gar nicht schlimm, schließlich seien die Bedingungen in unserem Magen wesentlich extremer. Als wir um Abänderung der Zustände baten, entgegnete man uns, dass die Kosten für die Abwasserreinigung so hoch seien, dass man zwei bis drei Arbeitsplätze abbauen müsste.

Wie bitten Sie nun um Rat in dieser heiklen Frage. Wir erwarten eine Stellungnahme Ihrerseits, die sowohl chemische, ökologische als auch wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt.

Mit freundlichem Gruß  
Reinhard Wald  
Bürgermeister

Aufgabenstellung	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...
Erstelle einen Antwortbrief	nennen und beschreiben bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften (F 1.1) beschreiben Phänomene der Stoffumwandlung (F 3.1) erstellen Reaktionsgleichungen (F 3.4) diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven (B 5) nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen (B 3)

##### Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer

Die Aufgabe ist als Hausaufgabe einsetzbar. Sie könnte auch als Einstieg für eine Podiumsdiskussion dienen.

Erwartete Schülerleistung:

Folgende Zusammenhänge sollten sinngemäß angesprochen werden:

- Das Abwasser und der Magensaft enthalten Salzsäure. (Begründung)
- Einordnung und Bewertung des pH-Wertes
- Magensaft hat einen pH-Wert von 1.
- Die Salzsäure ist mit einer Lauge neutralisierbar. Dabei entsteht eine Salzlösung.
- Das Bachwasser wird durch die ungeklärte Einleitung saurer bzw. nach Neutralisation salzhaltiger.
- Ansatzweise Bewertung der Folgen für Flora und Fauna.
- Die Behauptung des Arbeitsplatzabbaus erscheint unrealistisch, Neutralisation ist nicht so teuer. Die Molkerei sollte durch Auflagen zur Neutralisation gezwungen werden.

##### Hinweise zur Binnendifferenzierung

Folgende Hilfekarten können bereitgehalten werden:

- Tabelle zum Lebensraum von Organismen in Abhängigkeit vom pH-Wert.
- Magensaft hat einen pH-Wert von 1
- Neutralisation ist ein sehr preiswertes Verfahren.
- Auch erhöhte Salzkonzentrationen in Gewässern können zu Schäden führen.

Vertiefung:

Wie kann man die qualitative Analyse der Chlorid-Ionen durchführen?

#### Techniken zur Erstellung kompetenzorientierter Aufgaben<sup>29</sup>

Es soll gezeigt werden, wie aus gängigen Aufgaben mit Hilfe verschiedener Techniken, die einem Vorschlag aus der Mathematik folgen,<sup>30</sup> die Aufgabenstellung so verändert werden kann, dass verschiedene fachliche Kompetenzen, aber auch Schülerkompetenzen der Bereiche Kommunikation, Erkenntnisgewinnung oder Bewertung eingefordert werden. Zur Veranschaulichung dieses Vorgehens werden an einem einzigen Beispiel verschiedene Aufgabenvarianten durchgespielt und in der Tabelle zusammen mit den angesteuerten Kompetenzen der KMK-Bildungsstandards dargestellt. Es ergeben sich Aufgabenskizzen, die so ähnlich in zahlreichen Schulbüchern und Fachzeitschriften schon erschienen sind. Sinn der Zusammenstellung ist somit vor allem, den Blick auf verstehensorientierte Aufgaben und prozessorientierte Kompetenzen zu lenken. Die Aufgaben müssen für den Unterrichtseinsatz noch sorgfältig formuliert und an den Stand der Klasse angepasst werden. Vielleicht ist die große Zahl von Varianten in der Tabelle, die sich zum Teil nur um Nuancen unterscheiden, Anreiz und Hilfe bei der Erstellung von Lern- und Übungsaufgaben für Ihren Unterricht.

#### Ausgangsaufgabe:

Stelle die Reaktionsgleichungen für die vollständige Verbrennung von Methan, Ethen und Ethanol auf.

Technik	Kompetenzorientierte Aufgabenvarianten	Kompetenzen aus den KMK-Bildungsstandards Die Schülerinnen und Schüler ...
Fragestellung umkehren	Die drei Reaktionsgleichungen werden angegeben. Erläutere den beobachtbaren Vorgang, der durch die drei Reaktionsgleichung beschrieben wird.	beschreiben Phänomene der Stoffumwandlung (F 3.1) erklären unter Verwendung der Fachsprache (K 4)
Makroskopische Vorgänge beschreiben oder mit Teilchenmodellen erklären lassen	Beschreibe die Reaktion der vollständigen Verbrennung von Methan und erkläre sie mit Hilfe des Teilchenmodells.	deuten Stoffumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen (F 3.2) erklären unter Verwendung der Fachsprache (K 4)
Vergleiche / Analogien bewerten lassen	$2 \text{CH}_4 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO} + 4 \text{H}_2\text{O}$ Bewerte die folgende Aussage: Durch diese Reaktionsgleichung wird die vollständige Verbrennung von Methan beschrieben.	erklären auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnung von Teilchen (F 1.5): argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K 8) entwickeln Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können (B 4)
Darstellung wechseln (z.B. Nutzen eines anderen Modells)	Stelle die vollständige Verbrennung von Ethen mit geeigneten Molekülmodellen dar.	nutzen geeignete Modelle (E 7) veranschaulichen mit Hilfe von Modellen (K 4)
Zurückgehen auf weniger exakte Angaben („Schätzen“)	Mit wie vielen Produkten ist bei der vollständigen Verbrennung der Stoffe mit folgenden Formeln zu rechnen: a) Methan ( $\text{CH}_4$ ) b) Ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) c) Chlorethen ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ )?	erklären auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnung von Teilchen (F 1.5)

<sup>30</sup> Wir danken Prof. Dr. M. Tausch, Universität Wuppertal, der uns bei der Überarbeitung des folgenden Abschnitts durch einige Hinweise und Formulierungsvorschläge unterstützt hat.

<sup>31</sup> Leuders, T.: „Erläutere an einem Beispiel...“, in: Diagnostizieren und Fördern, Friedrich Jahresheft 2006, S. 78 - 83

richtige oder falsche Hypothesen diskutieren lassen	Der Kunststoff Polyethen wird ohne Hinzufügen eines anderen Stoffes aus vielen Ethenmolekülen hergestellt. Demnach müssten die Reaktionsprodukte der vollständigen Verbrennung von Polyethen dieselben sein wie beim Ethen. Diskutiere den Wahrheitsgehalt dieser Hypothese.	erkennen Fragestellungen, die durch Experimente zu beantworten sind (E 1) planen Untersuchungen zur Überprüfung von Hypothesen (E 2) erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mit Hilfe von Modellen und Darstellungen (K 4)
Anwenden: Probleme lösen (wissenschaftlich orientiert)	Bei der vollständigen Verbrennung eines gasförmigen Kohlenwasserstoffs ist das Volumen des benötigten Sauerstoffs dreimal so groß wie das des Brennstoffes. Ermittle die Formel des Brennstoffes und begründe sie.	erstellen Reaktionsgleichungen durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome (F 3.4) finden in Daten Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen (E 6)
Anwenden: Probleme lösen (Alltagsorientierung)	Im Winter kann man beobachten, dass aus dem Auspuff eines benzinierten Autos weiße Wolken abgegeben werden. Benzin ist ein Gemisch aus Kohlenwasserstoffen. Erläutere, um welchen Stoff es sich bei der weißen Wolke handelt.	stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her (K 5) nutzen fachtypische Kenntnisse, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen (B 3)
Anwenden: Argumentieren	Peter meint, wenn bei einer vollständigen Verbrennung nur Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen, muss der Brennstoff ein Kohlenwasserstoff gewesen sein. Kannst du ihn auch ohne Reaktionsgleichung davon überzeugen, dass er nicht Recht hat? Argumentiere dabei fachlich korrekt und folgerichtig.	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig (K 8) vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten (K 9)
Beispiel geben lassen	Erläutere den Vorgang der „vollständigen“ und der „unvollständigen“ Verbrennung an je einem Beispiel.	beschreiben Phänomene der Stoffumwandlung (F 3.1) erklären unter Verwendung der Fachsprache (K 4)
Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen herstellen lassen	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ Bei der Zubereitung von Speisen macht man sich gelegentlich die obige Reaktion zunutze. Erläutere die Reaktion und ihren Zweck.	nutzen fachtypische Kenntnisse, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen (B 3) diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven (B 5) stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und übersetzen dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt (K 5)

#### Arbeitsaufträge zur Durchführung der Lernstandsanalyse in Form einer Partneraufgabe:

1. Bearbeite die Aufgabenstellungen. (Anmerkung: alle oder eine Auswahl der obigen Aufgabenvariationen)
2. Arbeitet im Team eure Lösungen durch. Wenn ihr dabei Fehler entdeckt, dann berichtigt diese.  
Verwendet bei der Verbesserung einen Stift in einer anderen Farbe, damit ihr und euer Lehrer erkennen könnt, wo ihr noch Hilfe braucht!

#### Lernstandsanalyse als Partneraufgabe

Die vorgestellte Aufgabe „Stelle die Reaktionsgleichungen für die vollständige Verbrennung von Methan, Ethen und Ethanol auf“ zielt vor allem auf die Reproduktion von Fachkenntnissen und kann auch von Schülern bearbeitet werden, die das Ausgleichen von Reaktionsgleichungen vorwiegend formal vornehmen.

Die oben angeführten Aufgabenvariationen sind geeignet, anhand einer konkreten Problemstellung eine Lernstandsanalyse durchzuführen, um offen zu legen, inwieweit die Schüler die Reaktion der vollständigen Verbrennung verstehen und ihre Kenntnisse anwenden können. Die Schüler machen sich ihren individuellen Lernstand bewusst, indem sie mit dem Partner diskutieren und Lösungen berichtigen.

- Die Schüler sind aufgefordert, Verständnisprobleme dem Mitschüler bzw. der Lehrkraft mitzuteilen.
- Die Lehrkraft kann gezielt Fördermaßnahmen ergreifen.

Die folgende Grafik fasst die durch die obigen Fragetechniken angestrebten Schülerkompetenzen zusammen:



### 3.3 Zusammenfassung

- Aufgaben sollen nicht nur Fachwissen abfragen, sondern sich auch an den anderen Kompetenzbereichen (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewerten) orientieren.
- Ein zu hoher Schwierigkeitsgrad kann zur Demotivation beitragen. Diesem Effekt kann man durch den Einsatz differenzierter Hilfen entgegenwirken.
- Aufgaben sollen Merkmale enthalten, die für die Lernenden interessant und motivierend sind.
- Das für die Aufgabe benötigte Wissen muss aus dem stattgefundenen Unterricht vorhanden sein oder durch das Aufgabenmaterial bereitgestellt werden.
- Chemieaufgaben sollen neben Darstellungen in Formelsprache auch häufiger fordern, die Sachverhalte zu verbalisieren.
- Es gibt einfache Techniken, zu einem Basisthema Aufgaben zu entwickeln, die unterschiedliche Kompetenzen einfordern.
- Partneraufgaben können Schüleraktivitäten fördern und bieten die Möglichkeit, Schüler an der Feststellung des individuellen Lernstands zu beteiligen.
- Der Diagnose sollte möglichst eine individuelle Förderung folgen, wenn es die realen Umstände erlauben.
- Den Lehrern müssen von den dazu vorgesehenen Institutionen Instrumente zur Diagnose und Förderung an die Hand gegeben werden, da eine individuelle Erstellung dieser Materialien bei der derzeitigen Belastung kaum zu leisten ist.

## 04

# Ausblick und Forderungen

### Beleben der Fortbildungskultur

Die Notwendigkeit der Umsetzung einer Standard- und Curriculumskultur führt einerseits zu einem erhöhten Bedarf geeigneter Lehrerfortbildungsmaßnahmen. Andererseits benötigen die Kolleginnen und Kollegen dringend Freistellungen/Ressourcen für:

- Fortbildungen,
- Fachschafts-/Teambesprechungen
- Entwicklung des Schulcurriculums/
- Integration der Bildungsstandards
- Evaluation
- Methodentraining

### Experimente

Will man die Handlungsdimension der Bildungsstandards umsetzen, muss das gedanklich gut vor- und nachbereitete Experiment im Unterricht ein hohes Gewicht bekommen. Denn nur so kann die Ebene der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung vom Experiment her bestimmt/gelenkt werden. Diese Tendenz sollte sich auch in Prüfungen niederschlagen, damit Unterricht und Lernerfolgskontrollen nicht auseinander driften. Dieses hat zur Folge, dass zukünftig vermehrt Experimente in die Aufgabenstellung integriert werden sollen.

Dieses Experimentverständnis hat zwei Folgen:

1. Es wirkt der fachliche Überfrachtung der Lehrpläne und in Folge der experimentellen Verarmung des Unterrichts entgegen.
2. Es fordert ein stärkeres Angebot an experimentell angelegten Fortbildungen.

### Fachräume

Fachräume werden zu klein (bzw. Klassen zu groß) und gleichzeitig werden Klassen für weniger häufig für den Experimentalunterricht geteilt. Die Fachräume müssen die Möglichkeit für Unterricht nach den Bildungsstandards, also Teamarbeit, Präsentationen u. ä. sowie insbesondere Experimentalunterricht bieten.

### Sammlungsleiter, Fachbetreuer

Die Umsetzung der Handlungsdimension der Bildungsstandards bringt Mehrarbeit für Betreuer der naturwissenschaftlichen Sammlungen, die auch in Anerkennung ihres Engagements dafür entsprechende Ressourcen benötigen (Geld, Anrechnungen).

# Teilnehmer

## Teilnehmer

ARNOLD A CAMPO	MNU	Tagungsleitung
MATTHIAS KREMER	Baden-Württemberg	Leiter AG Aufgaben
RAINER WAGNER	Hamburg	Leiter AG Aufgaben
JOCHEN FLOHN	Rheinland-Pfalz	AG Aufgaben
SUSANNE GERING	Sachsen-Anhalt	AG Aufgaben
ERIKA HAMMER	Baden-Württemberg	AG Aufgaben
BIRGITTA KRUMM	GDCh	AG Aufgaben
JOCHEN MEYER	Bayern	AG Aufgaben
BURKHARD ROLOFF	Berlin	AG Aufgaben
JÖRG SCHMIDT	Schleswig-Holstein	AG Aufgaben
BARBARA SCHUMACHER	Mecklenburg-Vorpommern	AG Aufgaben
ELISABETH ZIMMERER	Bayern	AG Aufgaben
ROBERT STEPHANI	MNU	Leiter AG Chemieunterricht
UDO KLINGER	Rheinland-Pfalz	AG Chemieunterricht
JOACHIM KRANZ	Berlin	AG Chemieunterricht
DR. FRANK MEHLHAFF	Mecklenburg-Vorpommern	AG Chemieunterricht
RÜDIGER PÄNKE	Berlin	AG Chemieunterricht
SIGRID PANKOW	Brandenburg	AG Chemieunterricht
PROF. DR. ILKA PARCHMANN	Uni Oldenburg	AG Chemieunterricht
DR. CHRISTOPH RABBOW	Schleswig-Holstein	AG Chemieunterricht
BRITTA STÄCKER	Schleswig-Holstein	AG Chemieunterricht
BEATE UCKEL	Berlin	AG Chemieunterricht
HELMUT ZIMMERMANN	Bremen	AG Chemieunterricht
REINHOLD KLÜTER	Nordrhein-Westfalen	Leiter AG Kerncurriculum
BIRGIT EILERS-BORN	Bremen	AG Kerncurriculum
HANS-ULRICH GOSEMANN	Niedersachsen	AG Kerncurriculum
LIANE HAAS	Niedersachsen	AG Kerncurriculum
EVA HEINRICH	Baden-Württemberg	AG Kerncurriculum
NICOLE KLEBBA	Niedersachsen	AG Kerncurriculum
ILSE KÜHN	Hessen	AG Kerncurriculum
HANS-DIETER LEONHARDT	Rheinland-Pfalz	AG Kerncurriculum
PROF. DR. WOLFGANG PHILIPP	MNU	AG Kerncurriculum
BEATE PROLL	Hamburg	AG Kerncurriculum
DR. MARIANNE SGOFF	Hessen	AG Kerncurriculum
MARLIES WEBER	Hessen	AG Kerncurriculum
JÜRGEN LANGLET	MNU	Referent
PETER NENTWIG	IPN Kiel	Referent
KATHARINA SCHABRAM	Uni Duisburg-Essen	Referentin

# Werden Sie Mitglied im MNU!

Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde 1891 gegründet und ist heute mit ca. 6000 Mitgliedern einer der großen Fachlehrerverbände Deutschlands.

Er vertritt die Fachinteressen der Lehrerinnen und Lehrer für Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und Informatik aller Schulformen in den Ländern und über die Landesgrenzen hinaus.

Er tritt für die Stärkung des Interesses junger Menschen an den Naturwissenschaften und der Technik als Berufsperspektive ein.

**Besonderes Angebot  
für Studenten und Referendare:  
Beitragsfreie Mitgliedschaft  
im 1. Mitgliedsjahr.**

## Der Förderverein MNU bietet:

- den Bezug der renommierten Zeitschrift alle sechs Wochen
- jährlich eine neue Archiv-CD mit den Inhalten mehrerer Jahre zur Erleichterung der Unterrichtsvorbereitung und zur Erstellung von Arbeitsblättern
- praxisbezogene Lehrerfortbildung durch Landesverbandstagungen
- jährlich einen großen Fortbildungskongress mit bis zu 2000 Teilnehmern
- Lehrplantagungen zur Koordinierung der Lehrplanarbeit in den Bundesländern
- Fachleitertagungen über die Ländergrenzen hinweg



Weitere Informationen finden Sie unter: [www.mnu.de](http://www.mnu.de)