

**Bildungsplan 2004**  
Grundschule, Hauptschule, Realschule,  
Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für alle Fächer/Fächerverbünde/Themenorientierten Projekte

**Vorwort zu den Niveaunkretisierungen**

Februar 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

Die Niveaunkretisierungen ergänzen die Bildungsstandards und veranschaulichen an konkreten Beispielen, welche verbindlichen Anforderungen in den einzelnen Kompetenzformulierungen gestellt werden. (vgl. BP 2004 S.9 / GYM S.11)

Die Niveaunkretisierungen richten sich an die Lehrkräfte und definieren einen Leistungskorridor als Leitlinien für die Unterrichtsplanung und dienen zur Überprüfung des Unterrichtserfolges. Sie verdeutlichen also das erwartete Anspruchsniveau einzelner Kompetenzen oder einer Reihe von aufeinander bezogenen Kompetenzen (Kompetenzbündel).

Jede Niveaunkretisierung ist nach folgendem Schema aufgebaut:

- Vorbemerkungen (wenn notwendig)
- Bezug zu den Bildungsstandards
- Problemstellung
- Niveaubeschreibungen
  - Niveaustufe A
  - Niveaustufe B
  - Niveaustufe C

Die **Vorbemerkungen** enthalten didaktisch methodische Hinweise und erläutern besondere Voraussetzungen.

Der **Bezug zu den Bildungsstandards** zeigt, auf welche fachlichen und gegebenenfalls methodischen, sozialen und personalen Kompetenzformulierungen des Bildungsplanes sich die vorliegende Niveaunkretisierung bezieht.

Die **Problemstellung** beschreibt eine spezifische Unterrichtssituation an der die Schülerinnen und Schüler die in den Standards geforderten Kompetenzen erwerben können. Die Beispiele dienen der Illustration und sind weder verpflichtend noch als Unterrichts- oder Prüfungsaufgabe gedacht.

Die **Niveaubeschreibungen (A, B, C)** zeigen an den gewählten Beispielen verbindlich das – der Schulart und Jahrgangsstufe angemessene – Anspruchsniveau auf.

Die Differenzierung der Niveaustufen bezieht sich in der Regel auf die Systematik der Anforderungsbereiche:

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
- Wiedergabe von Begriffen und Sachverhalten unter Verwendung von gelernten und geübten Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet.	- selbstständiges Bearbeiten bekannter Sachverhalte - selbstständiges Übertragen von Kenntnissen auf neue Fragestellungen oder Zusammenhänge	- Bearbeiten komplexer Gegebenheiten, um selbstständig zu Lösungen, Begründungen, Folgerungen und Wertungen zu gelangen
A _____	B _____	C _____
A                      B _____	C _____	
	A _____	B                      C _____
A                      B                      C _____		A                      B                      C _____
	A                      B                      C _____	

Die Niveaubeschreibungen können sich auf nur einen, zwei oder drei dieser Anforderungsbereiche beziehen.

Beispielsweise können innerhalb des **Anforderungsbereichs I** die Anwendung von einfachen oder von zunehmend anspruchsvolleren Verfahrensweisen in **A, B** und **C** beschrieben sein.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Biodiesel

Oktober 2005 / verändert im April 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Unter dem Titel „Rollenspiel“ gibt es eine weitere Niveaunkretisierung, die Hinweise dafür gibt, welches Niveau der Kommunikationsfähigkeit man in Klasse 10 ansteuern sollte. Dabei werden Kenntnisse aus dem Bereich Biodiesel vorausgesetzt, um deren Erwerb es in dieser vorliegenden Niveaunkretisierung geht.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb für Naturwissenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- verschiedene Informationsquellen erschließen, nutzen und Informationen kritisch und gezielt auswählen;
- Texte und grafische Darstellungen interpretieren, Kernaussagen erkennen, diese mit erworbenem Wissen verknüpfen und daraus Schlüsse ziehen;
- eigene Darstellungen strukturieren, auf das Wesentliche reduzieren und sachlogisch argumentieren;
- Sachverhalte verständlich, übersichtlich und adressatengerecht dokumentieren und präsentieren;
- Datenmaterial und Statistiken interpretieren und bezüglich ihrer Aussagekraft bewerten;
- die Folgen naturwissenschaftlicher und technischer Prozesse bewerten;
- den Menschen in seiner Doppelrolle als Teil der Natur und als Gestalter der Natur verstehen und aktiv für die Erhaltung der Umwelt eintreten.

#### Kompetenzen und Inhalte

##### 3. CHEMISCHE REAKTIONEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionsschemata (*Wortgleichungen*) als qualitative Beschreibung von Stoffumsetzungen und Reaktionsgleichungen als quantitative Beschreibung des Teilchenumsatzes formulieren;
- die Rolle der Kohlenwasserstoffe als Energieträger beurteilen;
- die chemischen Grundlagen für einen Kohlenstoffkreislauf in der belebten oder unbelebten Natur darstellen und die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe erläutern;
- am Beispiel eines Stoffes, der Gegenstand der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion ist, die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie für eine nachhaltige Entwicklung darstellen;

##### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- am Beispiel eines Stoffes, der Gegenstand der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion ist, die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie für eine nachhaltige Entwicklung darstellen;

### (2) Problemstellung

Die Schüler bearbeiten in Gruppen das ausgeteilte Material und werden aufgefordert,

- a) die Chemie der beiden Kraftstoffarten und ihrer Verbrennungsprozesse zu klären,
- b) die Ökobilanzen der richtigen Quelle zuzuordnen.

Nach der Besprechung dieser Aufgaben sollen

- c) die Angaben der Texte durch zusätzliche Recherchen geprüft und ergänzt werden.

**Material<sup>1</sup>**

Eine europäische Richtlinie besagt, dass bis Ende 2005 in allen EU-Mitgliedstaaten der Anteil von Biokraftstoffen am Gesamtkraftstoffmarkt 2 %, bis Ende 2010 sogar 5,75 % betragen muss. Ein solcher Biokraftstoff ist Biodiesel ( $C_{17}H_{32}O_2$ ), hergestellt aus Rapsöl.

Die folgende tabellarische Übersicht zeigt zwei Ökobilanzen für die Kraftstoffe Biodiesel und Diesel (hergestellt aus Erdöl, Hauptbestandteil Undecan  $C_{11}H_{24}$ ). Diese wurden von unterschiedlichen Auftraggebern erstellt (s. Quellen A und B).

Aspekte	Ökobilanz 1	Ökobilanz 2
<b>Energiebilanz</b>	Die heutige Produktionskette von Diesel verbraucht zweimal mehr Energie als die von Biodiesel.	Die Energiebilanz für Diesel und Biodiesel ist eindeutig positiv, d.h., die Produkte liefern mehr Energie als für deren Herstellung aufzubringen ist.
<b>Gesamtemission klimarelevanter Gase</b> ( $CO_2$ -Ges.) <sup>2</sup> je kg Dieselkraftstoff	- Diesel 3,5-3,6 kg; - Biodiesel 0,9 kg	- Diesel 3,5-3,6 kg; - Biodiesel 1,9-3,0 kg
<b>Kohlenstoffdioxid</b>	- Diesel 4 kg; - Biodiesel 0,3-0,8 kg	- Diesel 3,4-3,5 kg; - Biodiesel 0,8-1,4 kg
<b>Schwefelverbindungen</b>	- Biodiesel-Abgas frei von Schwefeloxiden, die den sauren Regen bewirken	- keine wesentlichen Unterschiede mehr in der Belastung durch Schwefelverbindungen
<b>Umweltauswirkungen der Verbrennung im Motor</b>	Die meisten Abgaswerte für Biodiesel liegen niedriger: - Kohlenwasserstoffe 20-40% niedriger, - Ruß 40-50% niedriger, - Partikel 0-40% niedriger, - NO motorspezifisch, meist 0-15% höher, oft auch niedriger, - CO etwa gleich.	Bei Verwendung von Biodiesel ergeben sich nur teilweise Vorteile, z.B. bei den Partikelemissionen. Nachteile ergeben sich durch die Stickstoffoxidemissionen.
<b>Wirtschaftlichkeit</b>	Die Preise liegen auf dem Niveau der Preise für fossile Dieselkraftstoffe.	Um Biodiesel am Markt eine Wettbewerbschance zu eröffnen, sind hohe Subventionen erforderlich. Eine solche Subventionierung ist sowohl aus Umweltsicht als auch von der Kosten-Nutzen-Relation negativ zu bewerten.
<b>Fazit</b>	Wird ein fossiler Kraftstoff durch Biodiesel ersetzt, so entgeht dem Staat lediglich die Mineralölsteuer. Der $CO_2$ -Einspareffekt beträgt jedoch 3,5-4,0 kg $CO_2$ -Ges pro Liter ersetzten Kraftstoffes. Zusätzlich werden die fossilen Energieressourcen geschont.	Die Förderung des Einsatzes von Biodiesel als Ersatz von Dieselkraftstoff ist auch weiterhin aus Umweltsicht nicht zu befürworten.

**Text verändert nach:**

**Quelle A:** Gesellschaft für Entwicklungstechnologie: Biodiesel. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V., Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, 1995

**Quelle B:** W. Drechsler, K. Kraus, J. Landgrebe: Ökobilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz für Dieselkraftstoff. Gesellschaft für Erdöl-, Erdgas- und Kohleforschung

<sup>1</sup> Verändert nach: Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, KMK, Dezember 2004  
[http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Chemie\\_MSA\\_16-12-04.pdf](http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Chemie_MSA_16-12-04.pdf)

<sup>2</sup> ( $CO_2$ -Ges.): Wert für die Gesamtemission, bei dem nicht nur die Autoabgase, sondern auch die  $CO_2$ -Anteile berücksichtigt werden, die im Herstellungsprozess des Treibstoffes entstehen.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

- a) Die Strukturformeln von Biodiesel und Undecan werden richtig angegeben, die Verbrennungsprodukte Kohlenstoffdioxid und Wasser genannt.
- b) Die Zuordnung der Texte wird richtig vorgenommen: Ökobilanz 1: Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Ökobilanz 2: Gesellschaft für Erdölforschung. Als Grund wird ein deutliches Signal genannt, etwa die günstigere Einschätzung der Abgaswerte für Biodiesel bei Ökobilanz 1.
- c) Es wird eine Internetseite zu einer speziellen verbraucherrelevanten Frage gesucht und gelesen, etwa zur "Zusammensetzung der Abgase" (Umweltbundesamt).

#### *Niveaustufe B*

- a) Zusätzlich werden die Reaktionsgleichungen für die vollständige Verbrennung angegeben:  
 $C_{17}H_{32}O_2 + 24 O_2 \rightarrow 17 CO_2 + 16 H_2O$  und  $C_{11}H_{24} + 17 O_2 \rightarrow 11 CO_2 + 12 H_2O$
- b) Es werden weitere Argumente zur Zuordnung der Texte angeführt, z. B. keine besondere Betonung der Vorteile des Biodiesels, Erwähnen der eingeschränkten Vorteile der Abgaswerte von Biodiesel, Hervorheben der Subventionierung von Biodiesel bei Ökobilanz 2.
- c) Zu einer speziellen Frage werden mehrere Quellen konsultiert und verglichen, etwa zur "Verfügbarkeit, Gewinnung und Verarbeitung" Tankstellen, Raffinerie, Ölmühle und Raps-Anbauer.

#### *Niveaustufe C*

- a) Es wird zusätzlich erkannt, dass reale Verbrennungen im Motor unvollständig sind. Kohlenstoffmonoxid, Ruß und Stickstoffoxid werden als weitere Bestandteile des Abgases genannt.
- b) Die Zuordnung der beiden Bilanzen zu den Gesellschaften wird durch Textzitate eindeutig mehrfach belegt. Auch übereinstimmende Aussagen (keine Probleme mit Schwefelverbindungen, Gesamtemission klimarelevanter Gase bei Diesel höher) werden aufgefunden.
- c) Mehrere Aspekte werden bei mehreren Quellen recherchiert und mit den Angaben der Ökobilanzen verglichen: zum Beispiel
  - Abgaswerte: Umweltbundesamt, Untersuchungsämter, Hersteller, TÜV
  - Schwefelbelastung: Umweltbundesamt
  - Verbrennungsprozesse im Motor: Physik- und Chemiebücher, Internet
  - Wirkungsgrad: Hersteller, Verbraucherorganisationen
  - Infrastruktur Tankstellen: Mineralölgesellschaften
  - Verfügbarkeit, Gewinnung, Verarbeitung: Ölmühlen, Ö raffinerien

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

## Chemische Reaktionen und Energie – Reaktionssysteme und ihre Umgebung

Juli 2008



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne



## Vorbemerkungen

Diese Niveaunkretisierung thematisiert den energetischen Aspekt chemischer Reaktionen.

Zunächst ist es bei chemischen Reaktionen wichtig, auf eine qualitative Bilanzierung der Energie auf der Grundlage festgelegter Systemgrenzen einzugehen: ein Teil der in den Stoffen gespeicherten Energie wird bei chemischen Reaktionen an die Umgebung abgegeben oder es wird – bei anderen Reaktionen – Energie aus der Umgebung vom Reaktionssystem aufgenommen. Zur Vermeidung irriger Vorstellungen sollte anhand von Beispielen mit der Zeit deutlich werden, dass die Richtung des Energieaustausches mit der Umgebung nichts mit dem freiwilligen Ablauf chemischer Reaktionen zu tun hat. Deshalb sollten immer wieder freiwillig ablaufende Reaktionen im Unterricht vorkommen, bei denen das Reaktionssystem Energie aus der Umgebung aufnimmt.

Zum zweiten wird die Umwandlung eines Teils der in den Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen als Ursache energetischer Erscheinungen verstanden. Die in der Chemie übliche vorrangige Betrachtung des thermischen Aspekts soll bewusst vorgenommen werden, allerdings ohne Einführung des Fachbegriffs „Reaktionsenthalpie“.

Nach *NW 1 „Knotenpunkte der Naturwissenschaften“, LS Stuttgart 2006, S. 22* ist alternativ zur Vorstellung von der „Umwandlung der *Energieformen* ineinander“ genauso die Darstellung im „*Energie-trägerkonzept*“ möglich. Dies setzt eine verbindliche Abstimmung der naturwissenschaftlichen Lehrkräfte einer Schule über das zu verwendende Konzept voraus.

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Kompetenzen und Inhalte

#### 3. CHEMISCHE REAKTIONEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten erläutern.

## (2) Problemstellung

Eine Brausetablette in einem Reagenzglas und ein Stück gebrannter Kalk auf einem Teller werden jeweils mit lauwarmem Wasser übergossen. Beim gebrannten Kalk soll die verwendete Wassermenge etwa die halbe Masse des Feststoffs haben. Die Brausetablette soll mit einer etwa 2 cm hohen Wasserschicht bedeckt sein. Es wird längere Zeit beobachtet, wobei auch immer wieder die Hand an die Unterseite des Tellers bzw. des Reagenzglases gelegt wird.

## (3) Niveaubeschreibung

### Niveaustufe A

Die Schülerinnen und Schüler halten die Beobachtungen fest: Aufsteigen von Gasportionen, Bewegungen von Feststoffpartikeln, Abkühlung des Reagenzglases bei der Brausetablette und Erwärmung des Tellers beim gebrannten Kalk. Sie folgern aus den beobachteten Bewegungen, Eigenschafts- und Temperaturänderungen, dass es sich bei den Vorgängen um chemische Reaktionen handelt, da jeweils neue Stoffe entstehen und Energie thermisch und mechanisch mit der Umgebung ausgetauscht wird. Als Richtung des Energieaustausches wird angegeben: beim gebrannten Kalk geht Energie vom System in die Umgebung über, bei der Brausetablette geht sie von der Umgebung ins System.

*Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler können die beteiligten Energieformen (chemische, thermische, mechanische) bzw. die Energieträger (Stoffportion, Entropie, Impuls) den Beobachtungen zuordnen. Sie können durch Reduktion auf den thermischen Aspekt die Betrachtungen vereinfachen und vergleichen so den Energieinhalt der beiden Reaktionssysteme sowie der beiden Umgebungen vor und nach der Reaktion ohne Berücksichtigung anderer Energieformen (bzw. -träger). Sie fertigen dazu Energiediagramme an. Die Bezeichnungen „exotherm“ und „endotherm“ werden den beiden Reaktionen richtig zugeordnet.

*Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler können den Energieerhaltungssatz auf die beiden beobachteten Reaktionen anwenden. Sie beschreiben den Energieaustausch mit der Umgebung korrekt, vermeiden die Begriffe „Energieverbrauch“ bzw. „Energieerzeugung“ und erläutern die Vorgänge anhand der Umwandlung von Energieformen ineinander bzw. durch Wechsel des Energieträgers. Sie geben in eigenen Worten an, dass bei der Brausetablette Energie mechanisch an die Umgebung abgegeben, thermisch jedoch aus der Umgebung aufgenommen wird (bzw. entsprechende Formulierung im Trägerkonzept).

Sie erkennen beim Vergleich der beiden Reaktionen, dass der freiwillige Ablauf von chemischen Reaktionen nicht von ihrer Eigenschaft „exotherm“ oder „endotherm“ abhängt. Sie wenden auf Hinweis der Lehrkraft den im Physikunterricht behandelten Entropiebegriff an, indem sie für die Reaktion der Brausetablette die Entropiebilanz betrachten und aus der Temperaturabsenkung des Reagenzglases folgern, dass während dieser Reaktion Entropie aus der Umgebung ins Reaktionssystem aufgenommen werden muss.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

**Eis**

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

**(1) Bezug zu den Bildungsstandards****Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“**

hier Methodenkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Sachverhalte verständlich und übersichtlich dokumentieren und präsentieren.

**Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“**

hier Fachkompetenz

Die Chemie ... liefert Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten über die *Eigenschaften*, den *Aufbau* ... von Stoffen.

Für ... Chemie ist das *Denken auf zwei Ebenen*, der Ebene der *Phänomene* (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der *Modelle* (Teilchen, Deutungen, Strukturen) besonders typisch.

**Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“**

## 1. Stoffe und ihre Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- wichtige Eigenschaften und Kombinationen von Eigenschaften (*Aggregatzustand, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeiten*) ausgewählter Stoffe (*Wasser*) angeben.

## 2. Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen (*Molekül*);
- den Informationsgehalt einer chemischen Formel erläutern (*Verhältnisformel, Molekül-Formel, Strukturformel*);
- polare und unpolare Elektronenpaarbindungen unterscheiden (*Elektronegativität*);
- den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Dipol-Eigenschaft herstellen;
- die besonderen Eigenschaften von Wasser erklären (räumlicher Bau des Wasser-Moleküls, Wasserstoffbrücken).

## 4. Ordnungsprinzipien

Die Schülerinnen und Schüler können

- Verbindungen nach dem Bindungstyp ordnen (*Elektronenpaarbindung*).

## 6. Umwelt und Gesellschaft

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemische Fachsprache auf Alltagsphänomene anwenden.

**(2) Problemstellung**

Gefrierendes Wasser kann Wasserrohre zum Platzen bringen, Felsen sprengen und zu Frostaufbrüchen in Asphalt führen. Dieses Phänomen beim Gefrieren von Wasser wird mit den Eigenschaften und der molekularen Struktur von flüssigem Wasser und Eis sowie den Vorgängen auf molekularer Ebene beim Gefrieren erklärt. Zur Veranschaulichung werden Skizzen angefertigt.

---

**(3) Niveaubeschreibung***Niveaustufe A*

Der größere Platzbedarf von Eis gegenüber Wasser aufgrund der geringeren Dichte wird genannt und mit einem größeren Abstand der Wasser-Moleküle im Eis erklärt.

*Niveaustufe B*

Der Aufbau von Eis wird mit der Anordnung der Wasser-Moleküle in Form einer Struktur mit Hohlräumen erklärt, die durch Wasserstoffbrücken stabilisiert ist.

Eine Skizze mit Wasserstoff-Brücken zwischen Wasser-Molekülen wird angefertigt.

*Niveaustufe C*

Die räumliche Anordnung der Wasser-Moleküle im Eis wird erläutert, dabei werden auch die Wasserstoffbrücken mit der Polarität der Bindungen in den Wasser-Molekülen erklärt.

In einer Skizze werden Strukturformeln der Wasser-Moleküle, ihre Anordnung im Eis und die Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen dargestellt.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Elektrolyse

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“

hier Methoden- und personale Kompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen.

### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

hier Fach-, Sozial- und personale Kompetenz

Die Chemie ... liefert Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten über die *Eigenschaften*, den *Aufbau* und die *Umwandlungen* von Stoffen.

Der Chemieunterricht soll Einblicke in die *Arbeitsweisen* und *Denkweisen* der Chemie geben.

Für das Fach Chemie ist das *Denken auf zwei Ebenen*, der Ebene der *Phänomene* (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der *Modelle* (Teilchen, Deutungen, Strukturen) besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden.

Sie erfahren, dass Kooperation eine Voraussetzung für erfolgreiches Arbeiten im Team ist. Bei der Arbeit im Team erwerben sie personale und soziale Kompetenz.

### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

#### 1. Stoffe und ihre Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- wichtige Eigenschaften und Kombinationen von Eigenschaften (*elektrische Leitfähigkeit, Löslichkeiten*) ausgewählter Stoffe angeben (*Chlor, Kupfer*).

#### 2. Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen (*Atom, Molekül, Ion*);
- erläutern, wie positiv und negativ geladene Ionen entstehen (*Elektronenübergänge, Edelgasregel*).

#### 3. Chemische Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionsschemata (Wortgleichungen) als qualitative Beschreibung von Stoffumsetzungen und Reaktionsgleichungen als quantitative Beschreibung des Teilchenumsatzes formulieren;
- chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten erläutern (*endotherme und exotherme Reaktionen*);
- Redoxreaktionen als Elektronenübergang erklären.

#### 4. Leitlinie: Ordnungsprinzipien

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel von Elektronenübergängen anwenden (*Elektrolyse einer Salzlösung*).

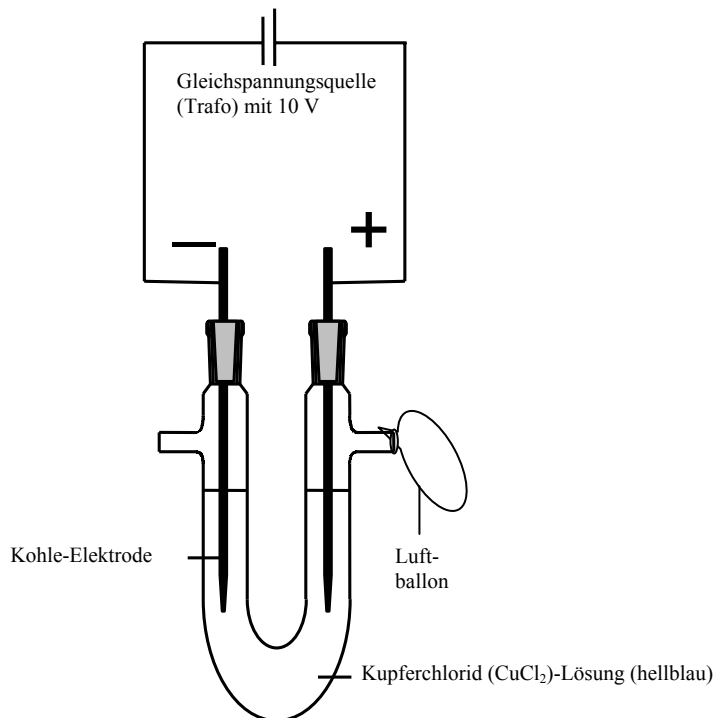
#### 5. Arbeitsweisen

Die Schülerinnen und Schüler können

- bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden (Erfassung des Problems, Hypothese, Planung von Lösungswegen, Prognose, Beobachtung, Deutung und Gesamtauswertung, Verifizierung und Falsifizierung).

**(2) Problemstellung**

Im Schülerpraktikum wird ein Versuch nach unten stehender Skizze durchgeführt und ausgewertet.

**(3) Niveaubeschreibung***Niveaustufe A*

Die Beobachtungen und die gebildeten Stoffe werden angegeben und eine Gesamt-Reaktionsgleichung formuliert.

*Niveaustufe B*

Es werden die Teilgleichungen für die Elektrodenvorgänge notiert.

*Niveaustufe C*

Genauere Angaben zu den vorliegenden Teilchen, den Vorgängen an den Elektroden, den beteiligten Ladungsträgern (in der Lösung, in den Kabeln und an den Elektroden) oder der Funktion der Spannungsquelle werden gemacht. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird auf die Elektrolyse angewendet.



# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

**Ester**

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“

hier Methoden- und personale Kompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- Sachverhalte verständlich, übersichtlich und adressatengerecht dokumentieren und präsentieren;
- an Beispielen üben, den eigenen Lernprozess zu strukturieren, zu organisieren und zu reflektieren.

### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

hier Fach-, Sozial- und personale Kompetenz

Der Chemieunterricht macht deutlich, dass die Erkenntnisse der Chemie eine bedeutende Kulturleistung darstellen. Er schärft das Bewusstsein dafür, dass die Anwendungen chemischer Kenntnisse erheblich zur Lebensqualität und zum gegenwärtigen Lebensstandard beitragen.

Sie erfahren, dass Kooperation eine Voraussetzung für erfolgreiches Arbeiten im Team ist. Bei der Arbeit im Team erwerben sie personale und soziale Kompetenz.

### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

#### 1. Stoffe und ihre Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- typische Eigenschaften ausgewählter organischer Stoffe beschreiben (*Alkanole, Alkansäuren, Ester*).

#### 2. Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischenmolekulare Wechselwirkungen (VAN-DER-WAALS-Wechselwirkungen, Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken) nennen und erklären.

#### 3. Chemische Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionsschemata (Wortgleichungen) als qualitative Beschreibung von Stoffumsetzungen und Reaktionsgleichungen als quantitative Beschreibung des Teilchenumsatzes formulieren.

#### 5. Arbeitsweisen

Die Schülerinnen und Schüler können

- bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden (Erfassung des Problems, Hypothese, Planung von Lösungswegen, Prognose, Beobachtung, Deutung und Gesamtauswertung, Verifizierung und Falsifizierung);
- einfache Experimente mit organischen Verbindungen durchführen (*Estersynthese*).

#### 6. Umwelt und Gesellschaft

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemische Fachsprache auf Alltagsphänomene anwenden.

## (2) Problemstellung

In einem experimentellen Gruppenpuzzle erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler das Thema Ester.

---

**(3) Niveaubeschreibung***Niveaustufe A*

Die durchgeführte Estersynthese wird beschrieben. Eine schematische Reaktionsgleichung wird formuliert. Typische Beispiele für die Verwendung von Estern im Alltag werden angegeben (z. B. Aromastoffe, Löse-mittel, natürliche Öle und Fette, Wachse).

*Niveaustufe B*

Estersynthesen aus beliebigen Alkansäuren und Alkanolen werden beschrieben, die zugehörigen Reaktio-nen erklärt und als Reaktionsgleichungen in Strukturformeln dargestellt. Der Vergleich der Eigenschaften des hergestellten Esters mit den Eigenschaften der Ausgangsstoffe wird auf der Basis des „Struktur-Eigenschafts-Denkens“ durchgeführt.

*Niveaustufe C*

Die Esterbildung wird auf Beispiele aus Alltag und Technik übertragen (z. B. Fett, Salpetersäureester, Poly-ester, Acetylsalicylsäure).

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Forscherpersönlichkeit

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Thema: Forscherpersönlichkeit

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“

hier Methoden- und personale Kompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- eigenständig Sachverhalte erschließen sowie verständlich und übersichtlich präsentieren;
- an Beispielen üben, den eigenen Lernprozess zu strukturieren, zu organisieren und zu reflektieren;
- die Entstehung bedeutender Forschungsergebnisse vor dem geschichtlichen Hintergrund und als Werk bedeutender Persönlichkeiten nachvollziehen.

#### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

Der Chemieunterricht macht deutlich, dass die Erkenntnisse der Chemie eine bedeutende *Kulturleistung* darstellen.

Aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen allein lassen sich keine Werte und Normen für das gesellschaftliche Leben ableiten. Deshalb ist für eine verantwortungsvolle Anwendung des chemischen Wissens innerhalb der Gesellschaft die Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachrichtungen, anderen gesellschaftlichen Gruppen, Institutionen und Betrieben notwendig.

#### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

6. Umwelt und Gesellschaft

Die Schülerinnen und Schüler können

- an einem Beispiel die Leistungen einer Forscherpersönlichkeit beschreiben (*PAULING*).

### (2) Problemstellung



Bild von der Internetseite:

<http://harvardsquarelibrary.org/unitarians/images/pauling6.jpg>

zeigt den Chemiker Linus Pauling.

Er hat sich mit ganz verschiedenen Problemen beschäftigt.

---

**(3) Niveaubeschreibung***Niveaustufe A*

Linus Pauling lebte im 20. Jahrhundert in den USA. Er hat den Chemie- und den Friedensnobelpreis erhalten. Er hat sich mit Problemen der chemischen Bindung beschäftigt.

*Niveaustufe B*

Er prägte den Begriff „Elektronegativität“ für die Fähigkeit von Atomen, bindende Elektronenpaare anzuziehen. Für seine Arbeiten über die Natur der chemischen Bindung erhielt er den Chemie-Nobelpreis. Er setzte sich mit seiner Autorität als Wissenschaftler gegen die Anwendung von Kernwaffen ein und erhielt dafür auch den Friedensnobelpreis.

*Niveaustufe C*

Linus Pauling stellte die theoretischen Aspekte der Wissenschaft in den Vordergrund und versuchte mit Hilfe von physikalischen Erkenntnissen experimentelle Ergebnisse der Chemie zu erklären.

Er fühlte sich verpflichtet, als bekannter Wissenschaftler politische Entwicklungen zu beeinflussen und protestierte gegen Kernwaffentests. Er wollte die Anwendung dieser Waffen, deren Folgen er wissenschaftlich untersucht hat, verhindern und nahm dafür Anfeindungen und Unannehmlichkeiten in Kauf.

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

## Fragestellungen entwickeln

Dezember 2008



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaunkretisierung thematisiert das Entwickeln von Fragestellungen an aktuellen und lebensweltbezogenen Themen. Die Schülerinnen und Schüler lernen daran, welche unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können und suchen nach Antworten.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen und Inhalte

##### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- am Beispiel eines Stoffes, der Gegenstand der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion ist, die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie für eine nachhaltige Entwicklung darstellen;
- die chemische Fachsprache auf Alltagsphänomene anwenden;
- die Rolle der Kohlenwasserstoffe als Energieträger beurteilen.

### (2) Problemstellung

Aus einem aktuellen Text zur Klimaproblematik (z.B. Billigflieger, Kerosin, ...) sollen die Schülerinnen und Schüler Fragestellungen ableiten, die nach den Zuständigkeitsbereichen „Politik“, „Ethik“ und „Chemie“ zu sortieren sind. Die Entwicklung von nachhaltigen Lösungsstrategien sowie die Reflexion des eigenen Handelns werden dabei miteinbezogen.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler formulieren zu jedem Bereich eine zentrale Frage (z.B. Bereich Ethik: „Welche Flüge sind ethisch vertretbar, welche nicht?“, Bereich Chemie: „Wie viel Kohlenstoffdioxid entsteht bei einer Flugreise?“, Bereich Politik: „Soll das Flugbenzin besteuert werden?“, ...). Sie recherchieren in verschiedenen Medien nach Antworten auf ihre Fragen.

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln zu den drei Rubriken mehrere Fragen. Im chemischen Bereich fragen sie nach dem Zusammenhang zwischen der Erderwärmung, dem Stoff Kohlenstoffdioxid und dem Bau des CO<sub>2</sub>-Moleküls. Sie stellen Ideen zur Lösung zusammen.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler bereiten ein Interview mit einem naturwissenschaftlichen Experten, eines Politikers und eines Umweltschützers zum Thema vor.

Zu den erhaltenen Antworten können sie Nachfragen stellen und einen eigenen Standpunkt begründen.

Sie können Modellexperimente zum Thema nachvollziehen und stellen präzise Fragen nach Unterschieden zwischen ihnen und der Realität.



# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

## **Gefahren von Alkohol als Suchtmittel**

Oktober 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

In dieser Niveaunkretisierung werden aufbauend auf Grundkenntnisse aus dem Fach Biologie der Jahrgangstufe 7/8 die Kenntnisse der Auswirkungen durch Alkohol im menschlichen Körper vertieft und die Folgen des Alkoholmissbrauchs aufgezeigt.

Es werden ebenfalls Voraussetzungen für Sucht und Suchtverhalten diskutiert sowie Suchtpräventionsmaßnahmen besprochen.

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Kompetenzen und Inhalte

#### 6. LEITTHEMA: UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Gefahren des Alkohols als Suchtmittel erläutern.

## (2) Problemstellung

Ein Zeitungsartikel über den Alkoholkonsum von Jugendlichen (Stichwort „Kampftrinken“ s. u.) ist Grundlage eines Arbeitsauftrages, Fragestellungen zu entwickeln bezüglich der Themen:

- Persönliche Voraussetzungen für Sucht
- Rolle der Gesellschaft
- Wirkung auf den Körper (Vergiftungserscheinungen)
- Umgang mit Süchtigen
- Möglichkeiten zur Vorbeugung im politischen und privaten Bereich

Anschließend werden durch Recherchen und Kontakte mit außerschulischen Fachleuten Antworten zusammengestellt.

## (3) Niveaubeschreibung

### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler stellen die Hauptaussagen eines Artikels über erhöhten Alkoholkonsum korrekt dar.

Sie nennen Probleme der Gesundheit und geben eventuelle Folgen von Alkoholmissbrauch für Verkehr und Mitmenschen an.

Einfache Berechnungen zum Abbau des Alkohols im Körper werden von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt.

Sie entwickeln allgemeine Fragen zu gesellschaftlichen Hintergründen von Sucht und ermitteln Antworten von Fachleuten.

### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben darüber hinaus Folgen überhöhten Alkoholgenusses auf den menschlichen Körper.

Sie nennen eine Methode zur Messung des Blutalkoholgehaltes und diskutieren, was als Suchtpräventionsmaßnahmen im privaten Bereich von Fachleuten vorgeschlagen wird.

Die Absichten der von der Gesellschaft auf politischer Ebene ergriffenen Gegenmaßnahmen können die Schülerinnen und Schüler erläutern.

*Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Weg des Alkohols im Körper, geben einfache ablaufende Stoffumwandlungen an und erklären diese.

Sie nennen die Kriterien für Suchtgefährdung und können darstellen, wie sie sich einem suchtgefährdeten Mitmenschen gegenüber verhalten sollen.

Zu den von der Gesellschaft auf der politischen Ebene ergriffenen Gegenmaßnahmen können die Schülerinnen und Schüler Stellung nehmen.

**Möglicher Artikel:**

<http://www.das-parlament.de/2009/03-04/Themenausgabe/23222198.html>

(aufgerufen am 14.10.2009)

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Größengleichungen

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Thema: Größengleichungen

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

Für das Fach Chemie ist das Denken auf zwei Ebenen, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen, Strukturen), besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden.

#### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

##### 5. Arbeitsweisen

Die Schülerinnen und Schüler können

- ein einfaches quantitatives Experiment durchführen (*Ermittlung eines Massenverhältnisses*);
- verschiedene Informationsquellen zur Ermittlung chemischer Daten nutzen;
- wichtige Größen erläutern (Teilchenmasse, Stoffmenge, molare Masse, Stoffmengenkonzentration);
- Berechnungen durchführen und dabei auf den korrekten Umgang mit Größen und deren Einheiten achten.

### (2) Problemstellung

Folgendes Schülerexperiment wird nach Anleitung durchgeführt:

In einem Reagenzglas befinden sich 10 mL einer blauen Kupfersalzlösung mit der Konzentration  $c$  (Kupfer-Ion) = 1 mol/L.

Ein Zinkstab wird gewogen und dann in die Lösung gestellt. Nach einiger Zeit ist die Lösung vollständig entfärbt. Der Zinkstab wird vorsichtig abgewischt, getrocknet und wieder gewogen. Seine Masse hat um 0,65 g abgenommen.

### (3) Niveaubeschreibung

#### Niveaustufe A

Es wird erkannt, dass Zink reagieren muss. Die molare Masse  $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$  wird aus dem Periodensystem entnommen und die Stoffmenge der Zink-Portion, die reagiert hat, mithilfe der Gleichung  $n = m/M$  ermittelt [ $n(\text{Zn}) = 0,65 \text{ g} / 65,4 \text{ g mol}^{-1} = 0,01 \text{ mol}$ ]. Die Größengleichung  $c = n/V$  wird notiert, deren Verwendung aber nicht genauer erklärt.

#### Niveaustufe B

Es wird erkannt, dass die Kupfer-Ionen zu Kupfer-Atomen reagieren müssen.

Die Stoffmenge der entstandenen Kupferportion wird mithilfe der Gleichung  $n = c \cdot V$  berechnet ( $n(\text{Cu}) = 1 \text{ mol/L} \cdot 0,01 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$ ).

Die Rechnungen sind korrekt, der Rechengang wird nicht genauer beschrieben.

#### Niveaustufe C

Der Rechengang wird verdeutlicht. Die Reaktionsgleichungen (Teilgleichungen) für die Bildung von Kupferatomen aus Kupfer-Ionen und Zink-Ionen aus Zink-Atomen werden formuliert und die Elektronenübergänge dargestellt.

Aus der Gleichheit der Stoffmengen wird geschlossen, dass die Zink- und die Kupfer-Ionen die gleiche Ladung tragen müssen.

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

## Hypothesenbildung und Experimentieren

November 2005



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkung

Die Bedeutung des Experimentierens als Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung soll den Schülerinnen und Schülern möglichst früh vermittelt werden. Die Durchführung von Experimenten soll dabei in einen Kontext gestellt werden, so dass den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung der Hypothesenbildung bewusst wird. Der Experimentalunterricht kann sich nicht auf die mechanische Durchführung eines Experiments nach einer „Gebrauchsanweisung“ beschränken, vielmehr sollen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, Fragen zu stellen, die mit Hilfe von Experimenten überprüft werden können. Sie sollen in der Lage sein, verschiedene Faktoren zu unterscheiden, die als Variable im Experiment auftreten. In Klasse 8, üblicherweise dem ersten Jahr des Chemieunterrichts, kommt es darauf an, die Experimente so auszuwählen, dass sie für die jungen Schülerinnen und Schüler überschaubar sind und möglichst zu eindeutigen Ergebnissen führen. In dem folgenden Beispiel wird nur der Aspekt der Hypothesenbildung beschrieben. Vorausgegangen sind Experimente verschiedener unedler Metalle mit Wasser, bei denen die Gasentstehung qualitativ gezeigt wurde. Eine Kolbenproberapparatur zum Auffangen von Gasen ist den Schülern ebenfalls bekannt. Die praktische Durchführung der vorgeschlagenen Experimentalreihe schließt sich im Unterricht unmittelbar an. Angesteuert wird damit das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### *Leitgedanken Naturwissenschaften*

Die Schülerinnen und Schüler können

- Hypothesen bilden und experimentell überprüfen;
- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- Experimente planen, durchführen, protokollieren, auswerten und Fehler analysieren.

#### *Bildungsstandards Chemie Klasse 10*

Die Schülerinnen und Schüler können

- ...bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden;
- ...ein einfaches quantitatives Experiment durchführen.

### (2) 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 Alkali-metall. Die entstehende Gasportion fangen sie in einem Kolbenprober auf.

Vorschlag 1:

<b>Apparatur 1</b>	<b>Apparatur 2</b>
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	Lithiumportion kleingeschnitten

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

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.

#### *Niveaustufe B*

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 dem Vorschlag 3 entsprechende Experiment in zwei verschiedenen Apparaturen überprüfen muss und dass jedes Experiment mindestens einmal wiederholt werden muss.

Als 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.



*Niveaustufe C*

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.

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

## Kohlenstoffdioxid

Juli 2008



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaue Konkretisierung bringt das Phänomen „Stoffkreislauf“ in Zusammenhang mit der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. Auf der Teilchenebene betrachtet beruhen beide Erscheinungen auf der Erhaltung der Atome bei chemischen Reaktionen.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen und Inhalte

#### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemischen Grundlagen für einen Kohlenstoffkreislauf in der belebten [...] Natur darstellen und die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe erläutern.

### (2) Problemstellung

Ein Stück Holzkohle wird in einem geschlossenen mit Sauerstoff gefüllten Rundkolben erhitzt, bis alles reagiert hat. Kann aus dem nun vorhandenen farblosen, gasförmigen Inhalt des Kolbens wieder fester, schwarzer Kohlenstoff gewonnen werden?

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler weisen nach, dass bei der Reaktion Kohlenstoffdioxid gebildet wurde. Sie wissen, dass Kohlenstoffdioxid und Wasser von Pflanzen aufgenommen und bei der Photosynthese zu Pflanzenbestandteilen verarbeitet werden. Sie erkennen, dass die beim Verkohlen von Pflanzen gewonnene Kohle über den Stoff Kohlenstoffdioxid in die Pflanze gekommen ist.

Sie können den einfachen Kreislauf der Kohlenstoffatome „Kohle – verbrennen zu Kohlendioxid – Photosynthese zu Holz – verkohlen zu Kohle“ darlegen und erläutern.

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler erläutern die prinzipielle Möglichkeit, durch Verbrennung organischen Materials erzeugtes Kohlenstoffdioxid wieder zur Bildung organischen Materials einzusetzen und stellen den Kreislauf der Kohlenstoffatome mit Hilfe von Reaktionsgleichungen dar.

Sie können beschreiben, wie der Weg eines Kohlenstoffatoms in einem Benzinmolekül aussehen könnte: „Meeresorganismus vor Millionen Jahren, Erdöllager, Benzin, Kohlenstoffdioxid, lebender Baum“. Sie erkennen, dass sich mit fossilen Brennstoffen kein Kreislauf schließen lässt und können den Begriff „nachwachsende Rohstoffe“ erklären.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler können die Herkunft der Kohlenstoffatome in den von ihnen ausgeatmeten Kohlenstoffdioxidmolekülen erläutern, dies schematisch aufzeichnen und zu einem Kreislauf der Kohlenstoffatome ergänzen.

Sie können berechnen, welche Kohlenstoffmasse sich aus einer vorgegebenen Menge Kohlenstoffdioxid gewinnen lässt.

Sie können mit Biodiesel als Treibstoff aus nachwachsendem Rohstoff verbundene Probleme darlegen.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

**Kohlenstoffdioxid  
- Kohlenstoffkreislauf**

Juli 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaunkretisierung bringt das Phänomen „Stoffkreislauf“ in Zusammenhang mit der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. Auf der Teilchenebene betrachtet beruhen beide Erscheinungen auf der Erhaltung der Atome bei chemischen Reaktionen.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen und Inhalte

#### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemischen Grundlagen für einen Kohlenstoffkreislauf in der belebten [...] Natur darstellen und die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe erläutern.

### (2) Problemstellung

Ein Auto fährt 100 km weit. Damit verbundene stoffliche Veränderungen der Welt sollen dargestellt werden.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler schätzen die verbrannte Benzinmenge ab.

Sie wissen, dass Kohlenstoffdioxid und Wasser sowie noch weitere zum Teil giftige Abgasprodukte gebildet werden und dass Kohlenstoffdioxid und Wasser von Pflanzen aufgenommen und durch die Photosynthese zu Pflanzenbestandteilen verarbeitet werden.

Sie erläutern: Wurde das Benzin aus Erdöl gewonnen, ist mit der Autofahrt zusätzliches Kohlenstoffdioxid in den Kreislauf geschleust worden, bei Treibstoff aus nachwachsenden Rohstoffen nicht.

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler schätzen die benötigte Luftmenge sowie die entstandene Kohlenstoffdioxid- und Wasserdampfmenge ab. Sie schlagen vor, Pflanzen zu verkohlen, um den Kohlenstoff sichtbar zu machen, der über das Kohlenstoffdioxid in die Pflanze transportiert wurde. Sie nennen die „Stationen“ der C-Atome auf dem Weg vom Benzin bis zur gewonnenen Kohle aus einer Pflanze und schätzen ab, wie viel Gramm Kohlenstoff man maximal aus der Benzinmenge gewinnen könnte, die auf der Autofahrt verbrannt wurde.

Sie erläutern die prinzipielle Möglichkeit, durch Verbrennung organischen Materials erzeugtes Kohlenstoffdioxid wieder zur Bildung organischen Materials einzusetzen.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler können die Herkunft der Kohlenstoffatome in den von ihnen ausgeatmeten Kohlenstoffdioxidmolekülen erläutern, dies schematisch aufzeichnen und zu einem Kreislauf der Kohlenstoffatome ergänzen.

Sie können mit Biodiesel als nachwachsendem Rohstoff verbundene Probleme darlegen.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Makromolekül

Juli 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaunkretisierung soll Schülerinnen und Schüler mithilfe eines Experimentes zeigen, wie Makromoleküle zustande kommen können und welche Voraussetzungen bei den Ausgangsstoffen dafür vorhanden sein müssen. Die Esterbildung als Kondensationsreaktion ist ihnen bereits bekannt.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen und Inhalte

#### 3. CHEMISCHE REAKTIONEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Aufbauprinzip von Makromolekülen an einem Beispiel erläutern.

### (2) Problemstellung

Folgender Versuch wird von den Schülern unter Beachtung aller relevanten Sicherheitsrichtlinien durchgeführt. Sie sollen Hypothesen über die dabei abgelaufenen Vorgänge aufstellen.

Aus den vier Stoffen Ethanol, Propantriol (= Glycerin), Ethansäure und Butandisäure (= Bernsteinsäure) werden in Reagenzgläsern alle vier möglichen Alkohol-Säure-Gemische hergestellt. Dabei wird jeweils 1 ml Alkohol mit der etwa dreifachen Menge an Säure gemischt. Es wird jeweils ein Tropfen konzentrierte Schwefelsäure zugegeben und unter Beachtung der Sicherheitsrichtlinien erhitzt. Nachdem Veränderungen beobachtbar sind, lässt man abkühlen.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler deuten die Beobachtungen damit, dass in jedem Reagenzglas Reaktionen abgelaufen sind. Sie beschreiben die Produkte als schlecht wasserlöslich und aromatisch riechend. Sie geben als Reaktionstyp für alle vier Gemische die Esterbildung an.

Der Sonderfall des zähflüssigen Produkts aus Glycerin und Butandisäure wird diskutiert. Sie begründen diese Eigenschaft mit besonders starken zwischenmolekularen Kräften, die auf eine deutlich größere Oberfläche als bei den anderen Estern zurückzuführen sei. Als Voraussetzung für die Bildung dieser großen Moleküle geben sie an, dass die Ausgangsteilchen an drei Stellen mit dem anderen Molekül reagieren können.

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler stellen darüber hinaus die Reaktionsgleichungen für die Esterbildungen auf. Sie erläutern, dass nicht alle Makromoleküle des entstandenen Produktes genau gleich groß sind. Sie stellen dar, dass kein Makromolekül entstehen kann, wenn nur ein Ausgangsstoff ein bi- oder trifunktionelles Molekül besitzt.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler verallgemeinern das Ergebnis zu einem Aufbauprinzip für Makromoleküle und planen weitere Experimente zur Überprüfung mit anderen Stoffgruppen. Sie diskutieren, welche Änderungen der Einsatz difunktionaler Moleküle mit sich bringen würde.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

**Nitrat**

Oktober 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne



## Vorbemerkungen

In dieser Niveaue Konkretisierung wird am Beispiel Nitrat dessen Einsatz in Technik und Alltag, sowie seine Wirkung auf Natur und Umwelt dargestellt. Es werden Gegenmaßnahmen durch verantwortungsbewussten Umgang in Industrie und Landwirtschaft aufgezeigt.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

Der Chemieunterricht soll Einblicke in die Arbeitsweisen und Denkweisen der Chemie geben und darüber hinaus Grundkenntnisse vermitteln, die für das Verständnis von chemischen Prozessen in Natur, Umwelt, Technik und Alltag unabdingbar sind.

#### Kompetenzen und Inhalte

##### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- an einem ausgewählten Stoff schädliche Wirkungen auf Luft, Gewässer oder Boden beurteilen und Gegenmaßnahmen aufzeigen.

### (2) Problemstellung

In einem Artikel über die Wasserqualität (Gewässerbelastung) eines Sees werden die chemischen Verbindungen des Stickstoffs diskutiert. Es wird hauptsächlich auf das Nitrat, aber auch weitere anorganische Stickstoffkomponenten wie Ammonium und Nitrit hingewiesen. Vergleiche der Nitratwerte zu vorigen Jahresmessungen und zur Trinkwassergrenze folgen. Darüber hinaus steht ein Artikel über die Trinkwasserqualität zur Zubereitung von Babynahrung zur Verfügung.

Die Schülerinnen und Schüler sollen mithilfe des Artikels und weiteren Materialien den Einfluss des Nitratgehalts auf die Wasserqualität erarbeiten bzw. Folgen für Mensch und Umwelt abschätzen.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler nennen die in der Landwirtschaft eingesetzten Düngemittel als Hauptlieferanten von Stickstoffverbindungen und erläutern den Bezug zum Nitratgehalt im Gewässer. Sie nennen Gründe für Überdüngung und diskutieren Lösungsansätze.

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Weg des Nitrats von der Düngung auf den Feldern, über die Anreicherung und Abschwemmung im Boden bis zum Gewässer. Sie erklären die Auswirkungen des Nährstoffeintrags (Eutrophierung) und nennen die entscheidenden Faktoren für den Gewässerschutz. Sie bewerten den Düngemiteleinsatz in der Landwirtschaft und erläutern dessen Auswirkung auf unsere Trinkwasserqualität.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler erläutern, dass Pflanzen Stickstoff nur als gelöste Stickstoffverbindungen aufnehmen können und erklären den Stickstoffkreislauf in der Natur. Sie diskutieren eine mögliche Senkung der Nitratbelastung durch angepasstes ökologisches Verhalten und ermitteln bestehende Düngevorschriften. Sie planen Experimente zur Bestimmung des Nährstoffgehalts verschiedener Bodenproben. Sie diskutieren darüber hinaus über die Trinkwasserqualität und erklären die Wirkung eines zu hohen Nitratgehalts auf die Nahrungszubereitung.

**Mögliche Artikel:**

<http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=2876>

<http://www.salzburg.gv.at/themen/nuw/wassererangelegenheiten/gewaesserschutz/quete/gw/gwaesserverunreinigung.htm>

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

**Ozon**

Juli 2008



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaunkretisierung hat das für die Chemie besonders typische Denken auf zwei Ebenen, der Ebene der Phänomene und der Ebene der Modelle, zum Thema. Dieses Denken soll immer wieder geschult und angewendet werden. Dabei soll den Schülern bewusst werden, dass durch die Möglichkeit der unterschiedlichen Kombinationen und Anordnungen sehr wenige Atome genügen, um die große Vielfalt der Stoffe hervorzubringen. Besonders deutlich wird dies bei unterschiedlichen Stoffen wie zum Beispiel Sauerstoff und Ozon, die beide nur aus einer einzigen Atomsorte aufgebaut sind. Hier ergibt sich außerdem die Möglichkeit, Umweltthemen anzusprechen.

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Kompetenzen und Inhalte

#### 2. STOFFE UND IHRE TEILCHEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen;
- den räumlichen Bau von Molekülen mithilfe eines geeigneten Modells erklären.

## (2) Problemstellung

### 1. Versuchsschritt:

Durch einen Ozonisator (z. B. eine UV-Lampe) wird Luft waagrecht vor einen Fluoreszenzschirm (z. B. eine DC-Folie mit Fluoreszenzindikator) geblasen, der mit einer UV-Lampe (256 nm) bestrahlt wird. Man erkennt dunkle Schatten, die vor dem Schirm nach unten sinken.

### 2. Versuchsschritt:

Der Versuch wird mit reinem Sauerstoff wiederholt. Die Schatten treten in gleicher Weise auf, sind aber etwas dunkler.

## (3) Niveaubeschreibung

### Niveaustufe A

Die Schülerinnen und Schüler können aus den Beobachtungen im ersten Versuchsschritt schließen, dass im Ozonisator eine chemische Reaktion abgelaufen ist mit einem neuen gasförmigen Stoff als Produkt, der die Eigenschaft hat, UV-Licht zu absorbieren. Sie erfahren seinen Namen Ozon.

Sie ordnen dem Stoff Ozon die Stoffart „Reinstoff (Element oder Verbindung)“ und die Teilchenart „Molekül“ zu. Als mögliche Atomarten, die am Aufbau des Moleküls beteiligt sind, werden die Atome der Luftbestandteile, also vor allem N, O, C und H genannt.

Im zweiten Versuchsteil wird Sauerstoff als alleiniger Ausgangsstoff bei der Ozonbildung erkannt und der Schluss gezogen, dass die Ozon-Moleküle lediglich aus O-Atomen aufgebaut sein können. Dem Stoff Ozon wird die Stoffart „Element“ zugeordnet.

### Niveaustufe B

Zusätzlich zu den Erkenntnissen auf Niveaustufe A wird aus dem Absinken vor dem Schirm auf eine Gasdichte geschlossen, die größer ist als die von Luft. Als einfachste Möglichkeit für die Ozonformel wird  $O_3$  genannt und bestätigt. Die Reaktionsgleichung für die Bildung dieser Moleküle wird aufgestellt.

Die Schülerinnen und Schüler stellen den Zusammenhang zur Ozon-Schutzschicht in der Stratosphäre her.

*Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler können unter Beachtung der Edelgasregel eine Strukturformel des O<sub>3</sub>-Moleküls zeichnen und auf seine gewinkelte Struktur schließen.

Die Schülerinnen und Schüler schlagen Experimente zur Untersuchung spezifischer Eigenschaften von Ozon vor.

Es wird der Frage nach anderen Beispielen nachgegangen, bei denen verschiedene Moleküle aus Atomen derselben Sorte gebildet werden.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Protonenübergang

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Thema: Protonenübergang

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“

hier Methoden- und personale Kompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- eigenständig Sachverhalte erschließen sowie verständlich und übersichtlich präsentieren;
- an Beispielen üben, den eigenen Lernprozess zu strukturieren, zu organisieren und zu reflektieren.

#### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

hier Fach-, Sozial- und personale Kompetenz

Für das Fach Chemie ist das Denken auf zwei Ebenen, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen, Strukturen), besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden.

Sie erfahren, dass Kooperation eine Voraussetzung für erfolgreiches Arbeiten im Team ist. Bei der Arbeit im Team erwerben sie personale und soziale Kompetenz.

#### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

##### 1. Stoffe und ihre Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- Nachweise wichtiger Stoffe bzw. Teilchen beschreiben (*Wasser; saure, neutrale, alkalische Lösungen*);
- Beispiele für alkalische und saure Lösungen angeben (*Natronlauge, Ammoniaklösung, Salzsäure*).

##### 2. Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler können

- die typischen Teilchen in sauren und alkalischen Lösungen nennen (*Oxonium-Ionen, Hydroxid-Ionen*).

##### 3. Chemische Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionen von Säuren mit Wasser als Protonenübergang erkennen und erläutern (*Reaktion von Chlorwasserstoff*).

### (2) Problemstellung

In einem experimentellen Lernzirkel erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler das Thema Protonenübergang.

### (3) Niveaubeschreibung

#### Niveaustufe A

Typische Eigenschaften von Chlorwasserstoff werden aufgelistet. Die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Chlor und Wasserstoff wird mit Molekülformeln formuliert. Der Unterschied zwischen Chlorwasserstoff und Salzsäure wird verbal und mithilfe von Formeln beschrieben. Das Oxonium-Ion ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) wird als typisches Teilchen einer sauren und das Hydroxid-Ion als typisches Teilchen einer alkalischen Lösung angegeben.

#### Niveaustufe B

Die Reaktionsgleichungen für die Reaktionen von Chlor mit Wasserstoff, von Chlorwasserstoff mit Wasser und von Ammoniak mit Wasser werden mit Strukturformeln dargestellt.

*Niveaustufe C*

Die Protonenübertragung wird durch Angabe von Donator und Akzeptor gekennzeichnet. Vom Chlorwasserstoff-Molekül geht ein Proton (beschrieben als ein Wasserstoff-Ion ohne Elektron) an eines der beiden freien Elektronenpaare des Sauerstoff-Atoms im Wasser-Molekül bzw. vom Wasser-Molekül wird ein Proton auf das freie Elektronenpaar des Stickstoff-Atoms im Ammoniak-Molekül übertragen.



# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Rollenspiel

Juli 2008



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Wenn auch die Methode Rollenspiel im Chemieunterricht nicht sehr häufig eingesetzt wird, bietet sie doch die Möglichkeit, das Vertreten von Standpunkten zu üben und mit Einwänden anderer umzugehen. Auf diese Weise werden Kompetenzen aus den Bereichen Kommunikation und Bewertung angestreut, wobei vor allem die Ausbildung eigener Standpunkte und deren selbstkritische Überprüfung gefördert werden sollen.

Diese Niveaunkretisierung nimmt eine Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel als Grundlage, da so eine aktuelle Diskussion über Für und Wider von „Alternativtreibstoffen“ aufgegriffen werden kann.

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb für Naturwissenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- eigene Darstellungen strukturieren, auf das Wesentliche reduzieren und sachlogisch argumentieren;
- Sachverhalte verständlich, übersichtlich und adressatengerecht dokumentieren und präsentieren;
- Möglichkeiten und Folgen ihres eigenen Handelns erkennen und Konsequenzen im Sinne der Nachhaltigkeit ziehen;
- den Menschen in seiner Doppelrolle als Teil der Natur und als Gestalter der Natur verstehen und aktiv für die Erhaltung der Umwelt eintreten.

### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb für Chemie

Mit der Dokumentation und gemeinsamen Interpretation der [...] gewonnenen Untersuchungsergebnisse lernen sie Fachprobleme vorurteilsfrei zu bewerten und zu diskutieren.

### Kompetenzen und Inhalte

#### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT“

Die Schülerinnen und Schüler können

- am Beispiel eines Stoffes, der Gegenstand der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion ist, die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie für eine nachhaltige Entwicklung darstellen.

## (2) Problemstellung

Zur Vorbereitung eines Rollenspiels wird im Unterricht das Thema „Biodiesel“ behandelt. Die Schülerinnen und Schüler recherchieren selbstständig Argumente, die sie in ihrer zugeteilten Rolle eines Experten verwenden oder denen sie entgegen möchten.

Das Rollenspiel läuft als "Experten"gespräch mit dem Thema "Bio – auch bei Diesel?".

## (3) Niveaubeschreibung

### Niveaustufe A

Es wird im Wesentlichen ein Argument vertreten, pro Biodiesel etwa die positive CO<sub>2</sub>-Bilanz, pro Diesel die bessere Verfügbarkeit. Die Notwendigkeit, Kohlenstoffdioxid einzusparen, wird mit der Gefahr des Klimawandels begründet.

*Niveaustufe B*

Es werden mehrere Argumente vorgebracht, wobei auch auf Gegenargumente eingegangen wird. Bei der Argumentation über den Kohlenstoffkreislauf wird ausgeführt:

Rapspflanzen entnehmen jährlich über die Photosynthese den Anteil an Kohlenstoffdioxid wieder aus der Atmosphäre, der durch die Verbrennung hinzugefügt wurde, während die Verbrennungsprodukte der fossilen Brennstoffe zusätzlich in die Atmosphäre gebracht werden.

*Niveaustufe C*

Die Argumentation ist schlüssig, geht auf Gegenargumente ein und führt zu einer persönlichen Stellungnahme.

Die Rolle des Biodiesels für den Kohlenstoffkreislauf wird präzisiert durch die Berücksichtigung des Kohlenstoffdioxid-Anteils, der durch die Herstellung des Biodiesels zusätzlich freigesetzt wird.

Probleme zuungunsten des Nahrungsmittel-Anbaus durch die Möglichkeit des wirtschaftlichen Vorteils durch die hohe Nachfrage nach Rapsöl vor allem auch in Entwicklungsländern werden in die Diskussion aufgenommen.

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

**Rost**

Juli 2008



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

In dieser Niveaunkretisierung werden Grundkenntnisse für das Verständnis von chemischen Prozessen in Natur, Umwelt, Technik und Alltag in Zusammenhang mit der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation der Reaktionsbedingungen am Beispiel des Rostens von Eisen gebracht. Dabei werden verschiedene experimentelle Untersuchungswege realisiert und dokumentiert.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Kompetenzen und Inhalte

#### 3. CHEMISCHE REAKTIONEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten erläutern (*endotherme und exotherme Reaktionen, Aktivierungsenergie, Katalysator*);
- Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragung [...] erklären.

### (2) Problemstellung

Den Schülerinnen und Schülern werden folgende Materialien zur Verfügung gestellt:

Eisenwolle/Stahlwolle, Kochsalz, verdünnte Natronlauge, verdünnte Salzsäure, Spiritus, Essigsäure, Kupferpulver, Kupferdraht, Speiseöl, Aceton (oder Ersatzstoff), Wasser, Reagenzgläser im Gestell

Der Prozess des Rostens von Eisen soll unter verschiedenen Reaktionsbedingungen durchgeführt werden.

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler setzen mehrere Versuche an. Sie beobachten und dokumentieren, dass das Rosten von Eisen in feuchter und warmer Umgebung schneller verläuft als unter trockenen und kühlen Bedingungen. Sie können Reaktionsbedingungen für die schnellere Bildung von Rost formulieren (Luft, Feuchtigkeit).

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler sammeln aus ihren Beobachtungen Versuchsbedingungen, die das Rosten beschleunigen (Entfetten, feuchte und warme Umgebung, Berührung mit Kupfer, Zusatz von Kochsalz, Natronlauge oder Salzsäure) oder nicht beschleunigen (Speiseöl, trockene und kühle Umgebung). Sie erkennen, dass Kupfer nicht an der Reaktion teilnimmt und schließen auf seine Katalysatorwirkung. Sie vermuten aufgrund der Anwesenheit von Luft bzw. des darin enthaltenen Sauerstoffs, dass Rost ein Oxid ist.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler klären zusätzlich die Reaktionsgleichung(en), testen durch selbst entwickelte Versuche die Katalysatorwirkung weiterer Metalle und überlegen sich Rostschutzmaßnahmen.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Salzbildung NaCl

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Thema: Salzbildung NaCl

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“

hier Methoden- und personale Kompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- Sachverhalte verständlich und übersichtlich dokumentieren und präsentieren.

#### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

hier Fachkompetenz

Der Chemieunterricht soll Einblicke in die Arbeitsweisen und Denkweisen der Chemie geben...

Für das Fach Chemie ist das Denken auf zwei Ebenen, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen, Strukturen), besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden.

#### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

##### 2. Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen (*Atom, Molekül, Ion*);
- erläutern, wie positiv und negativ geladene Ionen entstehen (*Elektronenübergänge, Edelgasregel*);
- die Ionenbindung erklären und damit typische Eigenschaften der Salze begründen.

##### 3. Chemische Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionsschemata (Wortgleichungen) als qualitative Beschreibung von Stoffumsetzungen und Reaktionsgleichungen als quantitative Beschreibung des Teilchenumsatzes formulieren;
- chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten erläutern (*endotherme und exotherme Reaktionen, Aktivierungsenergie*).

##### 4. Ordnungsprinzipien

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung der Atome im PSE erklären (Ordnungszahl, Protonenanzahl, Elektronenanzahl, Massenzahl, Valenzelektronen, Hauptgruppe, Periode);
- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel von Elektronenübergängen anwenden (*Reaktion eines Metalls mit einem Nichtmetall*).

### (2) Problemstellung

Die Reaktion von Natrium mit Chlor wird unter Berücksichtigung der Sicherheitsrichtlinien durchgeführt und von den Schülerinnen und Schülern selbstständig ausgewertet.

### (3) Niveaubeschreibung

#### Niveaustufe A

Die Beobachtungen und der daraus abgeleitete Energieumsatz werden notiert.

Die Reaktionsgleichung wird mit Verhältnisformeln formuliert.

*Niveaustufe B*

Die Bildung der Ionen aus den Atomen wird in Worten beschrieben und mithilfe eines energetisch differenzierten Atommodells veranschaulicht. Dazu wird eine entsprechende Skizze mit Beschriftung und Erläuterung angefertigt.

*Niveaustufe C*

Die Ionenbindung wird erläutert und damit die Bildung des Ionengitters sowie der Aggregatzustand und die hohe Schmelztemperatur des Salzes erklärt. Die Ionenbildung durch Elektronenübergang wird als ein Beispiel für das Donator-Akzeptor-Prinzip bei Reaktionen interpretiert.



# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Teilchenmodell

Januar 2004



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Thema: Teilchenmodell – Klasse 10

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Bezug zu „Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften“

hier Methodenkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Sachverhalte verständlich und übersichtlich dokumentieren und präsentieren.

#### Bezug zu „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“

hier Fachkompetenz

Für das Fach Chemie ist das *Denken auf zwei Ebenen*, der Ebene der *Phänomene* (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der *Modelle* (Teilchen, Deutungen, Strukturen) besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden.

#### Bezug zu „Kompetenzen und Inhalte“

##### 1. Stoffe und ihre Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- wichtige Eigenschaften und Kombinationen von Eigenschaften (*Aggregatzustand, Schmelztemperatur*) ausgewählter Stoffe angeben (*Luft, Wasser*).

##### 2. Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen anwenden.

##### 6. Umwelt und Gesellschaft

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemische Fachsprache auf Alltagsphänomene anwenden.

### (2) Problem



Im Winter kommt es häufig vor, dass auf trockenen Oberflächen bei Minusgraden und leichtem Wind winzige Eiskristalle wachsen. Man bezeichnet dieses Phänomen auch als „Raureif“. Scheint die Sonne darauf, verschwinden die Kristalle ohne eine Spur von Wasser zu hinterlassen.

Auf dem gleichen Effekt beruht das Wäschetrocknen bei Dauerfrost oder die Herstellung von gefriergetrocknetem Tee- oder Kaffeepulver.

### (3) Niveaubeschreibung

#### Niveaustufe A

Die Aggregatzustände von Wasser und der Übergänge werden mit dem Teilchenmodell beschrieben.

#### Niveaustufe B

Die Raureif-Bildung und das „Verschwinden“ der Eiskristalle werden mit dem Teilchenmodell als Resublimieren und Sublimieren dargestellt und beschrieben.

#### Niveaustufe C

Das Gefriertrocknen von Tee- oder Kaffeepulver wird als Sublimieren mithilfe des Teilchenmodells ausführlich erklärt.

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

## Verbrennungsprodukte von Erdgas

Aussagekraft von Experimenten bewerten

November 2005



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### *Leitgedanken Naturwissenschaften*

Die Schülerinnen und Schüler können

- Hypothesen bilden und experimentell überprüfen;
- Beobachtungen und Experimente zum Erkenntnisgewinn nutzen;
- Experimente planen, durchführen, protokollieren, auswerten und Fehler analysieren;
- Experimente im Hinblick auf ihre Aussagekraft analysieren und bewerten.

### *Bildungsstandards Chemie Klasse 10*

Die Schülerinnen und Schüler können

- ... Nachweise wichtiger Stoffe beziehungsweise Teilchen beschreiben (... , Kohlenstoffdioxid, Wasser, ...);
- ... mit Laborgeräten sachgerecht umgehen und die Sicherheitsmaßnahmen anwenden.

Die Brennerflamme ist zwar schon sehr lange bekannt, aber bis zur Behandlung der Organischen Chemie eigentlich nie als Ort einer chemischen Reaktion betrachtet worden. An diesem Beispiel soll nun das bereits erworbene Wissen eingesetzt werden, um den Brennstoff Erdgas und seine Verbrennungsprodukte chemisch genauer zu untersuchen. Der Nachweis des Wassers durch Blaufärben von weißem Kupfersulfat ist genauso bekannt wie der von Kohlenstoffdioxid durch Bildung einer weißen Kalksuspension beim Einleiten des Gases in Calciumhydroxidlösung.

## (2) Problemstellung

Ein Gasbrenner in Betrieb wird betrachtet. Die Frage nach dem Brennstoff Erdgas und den evtl. entstehenden „Abgasen“ wird gestellt. Dabei wird vereinfachend davon ausgegangen, dass es sich bei Erdgas um eine einzige Verbindung handle, nicht um ein Gasgemisch. Die Klasse überprüft experimentell die Vermutungen. Dazu werden Arbeitsgruppen gebildet. Es gibt Kisten mit folgendem Inhalt:

Brenner, Metalltrichter, U-Rohr, Wanne oder großes Becherglas, Waschflasche, Wasserstrahlpumpe, Rundkolben, Erlenmeyerkolben, Reaktionsrohr;

Weißes Kupfersulfat, Wasser, Eis, Calciumhydroxidlösung, Spülmittel, Holzstab für Glimmspanprobe, Stativmaterial, Schlauchverbindungsstücke.

## (3) Niveaubeschreibung

### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Erdgas nicht „spurlos“ verbrennt, sondern ein Verbrennungsprodukt entstehen muss. Sie vermuten Kohlenstoffdioxid und verwenden mithilfe weniger Hinweise der Lehrerin/des Lehrers die sinnvollen Teile zum Aufbau einer Apparatur, in der Kohlendioxid als Verbrennungsprodukt nachgewiesen werden kann:

*Brenner - Trichter - Waschflasche mit Calciumhydroxidlösung - Pumpe.*

Beim Experimentieren setzen sie ohne Aufforderung die Schutzbrillen auf und können mit dem Gasbrenner sachgerecht umgehen.

Die nach dem Experiment sichtbaren Wasserspuren können sie nicht eindeutig als Verbrennungsprodukt erkennen, sondern suchen andere Erklärungsmöglichkeiten („Luftfeuchtigkeit“).

Erdgas wird als Kohlenstoffverbindung bezeichnet.

*Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass man zwei Verbrennungsprodukte nachweisen kann und bauen die Apparatur im Prinzip richtig auf, wobei höchstens „technische“ Hinweise (z. B. zur Standfestigkeit) notwendig sind:

*Brenner - Trichter - U-Rohr mit Eiskühlung - Waschflasche mit Calciumhydroxidlösung - Wasserstrahlsaugpumpe.*

Sie berücksichtigen die Sicherheitsvorschriften.

Sie weisen das Wasser mit weißem Kupfersulfat nach und können seine Herkunft erklären und erkundigen sich nach der korrekten Entsorgung des Kupfersulfats und der entstandenen Kalksuspension. Sie stellen die Behauptung auf, Erdgas ist eine Verbindung aus Kohlenstoff und Wasserstoff, wobei noch weitere Verbindungsbestandteile möglich sind. Sie erkennen nicht, dass die Frage, ob Erdgas eine Sauerstoffverbindung ist, mit diesem Experiment nicht lösbar ist.

*Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler bauen die Apparatur selbstständig auf, beachten die Sicherheitsrichtlinien beim Umgang mit dem Brenner und den Chemikalien selbstständig, weisen die beiden Verbrennungsprodukte nach und erkennen, dass man bei dieser Versuchsanordnung nicht ermitteln kann, ob Erdgas eine Sauerstoff-Verbindung ist oder nicht. Erdgas wird als Verbindung aus Kohlenstoff, Wasserstoff, evtl. Sauerstoff und möglicherweise weiteren Elementen bezeichnet.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

### Wiederverwertung eines Stoffes

Juli 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaue Konkretisierung soll Schülerinnen und Schüler bewusst werden lassen, dass Wiederverwertungsprozesse aus ökologischen und ökonomischen Gründen sinnvoll und in der Industrie selbstverständlich sind. Außerdem soll erkannt werden, dass die Umweltrelevanz eines Gegenstandes wie z. B. eines Autos nicht nur beim Betrieb betrachtet und bewertet werden darf, sondern dass Produktion und Entsorgung in diesem Zusammenhang eine noch größere Rolle spielen können.

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb für Naturwissenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- Möglichkeiten und Folgen ihres eigenen Handelns erkennen und Konsequenzen im Sinne der Nachhaltigkeit ziehen.

### Kompetenzen und Inhalte

#### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Wiederverwertung eines Stoffes an einem Beispiel erklären.

## (2) Problemstellung

Im Jahresbericht 2008 des Verbandes der deutschen Automobilindustrie\* wird das Umweltkonzept wie folgt dargestellt:



Die Schülerinnen und Schüler ermitteln mithilfe von Materialien Aspekte für jeden der vier genannten Teilbereiche. Dabei wird besonderer Wert auf das Recycling gelegt.

\* <http://www.vda.de/de/publikationen/jahresberichte/index.html> (aufgerufen am 15.07.2009)

### (3) Niveaubeschreibung

#### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler stellen dar, dass verschiedene Teile des Autos wiederverwertet werden: Kunststoffe der Innenraumverkleidung, Metalle der Karosserie, Glas der Scheiben. Sie nennen Möglichkeiten der Wiederverwertung: Kunststoffe umschmelzen, Eisenschrott als Ausgangsstoff der Stahlherstellung, Glas pulverisieren und in Gehwegplatten verarbeiten.

#### *Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen einen Wiederverwertungsprozess (Eisenherstellung oder Kunststoffherstellung) mit dem Herstellungsprozess aus natürlichen Ressourcen und beschreiben die Probleme der Ressourcenknappheit bei Stoffen und bei Energie. Der ökologische Aspekt wird durch den ökonomischen ergänzt.

#### *Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler erläutern, dass auch Recyclingmaßnahmen der Energie bedürfen und damit umweltrelevant sind. Sie diskutieren die Frage, ob der Neukauf eines Autos mit geringerem Kraftstoffverbrauch umweltfreundlicher ist als die längere Nutzung des im Betrieb weniger umweltfreundlichen Altautos unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten und nehmen persönlich dazu Stellung.



# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Klasse 10

Zeitungsartikel  
„Feuer aus dem Wurstwecken“

April 2009



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Vorbemerkungen

Diese Niveaue Konkretisierung soll Schüler zum kritischen Lesen von Zeitungsmeldungen ermuntern und ihnen den eigenen Kompetenzzuwachs deutlich machen, der sie befähigt, die Darstellung in der Zeitung im Gegensatz zum Verfasser des Artikels fachlich richtig zu erläutern.

Der Inhalt des Artikels gibt Anlass, die Ursache von Bränden und Maßnahmen zum Brandschutz zu wiederholen.

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

#### Leitgedanken zum Kompetenzerwerb für Naturwissenschaften

Die Schülerinnen und Schüler können

- Texte und grafische Darstellungen interpretieren, Kernaussagen erkennen, diese mit erworbenem Wissen verknüpfen und daraus Schlüsse ziehen.

#### Kompetenzen und Inhalte

##### 5. ARBEITSWEISEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- Maßnahmen zum Brandschutz planen, durchführen und erklären.

##### 6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemische Fachsprache auf Alltagsphänomene anwenden.

### (2) Problemstellung

*Schwäbische Zeitung*

**FREITAG, 15. FEBRUAR 1985 / NR. 39**

## Feuer aus dem Wurstwecken dank Sauerstoffs

Reiner Sauerstoff und Wurstsemmeln ergeben eine hochexplosive Mischung – diese Erfahrung machte ein 61-jähriger Tiroler Rentner an der Innsbrucker Universitätsklinik. Der Mann, der mit reinem Sauerstoff beatmet wurde, spuckte plötzlich Feuer, als er einen Wurstwecken aß. Nur das rasche Eingreifen anderer Patienten bewahrte den Mann vor schweren Verbrennungen. Die Innsbrucker Ärzte stehen vor einem Rätsel.

Das Unglück ereignete sich an der medizinischen Abteilung der Innsbrucker Universitätsklinik bereits am Freitag voriger Woche. In der Nacht zum Freitag gab ein Bett Nachbar dem hungrigen Tiroler einen Wecken mit fetter Wurst. Beim Verspeisen des Weckens rutschte dem Tiroler die Kanüle aus

der Nase, durch die reiner Sauerstoff in seine Lungen strömte. Als er den Schlauch mit den Fingern wieder hinschieben wollte, entflammte der Sauerstoff explosionsartig. Um den Mund und an den Händen brannte der Patient. Mit Bettdecken löschten Mitpatienten die Flammen. Der 61-jährige mußte wegen der erlittenen Verbrennungen in die Hautabteilung verlegt werden.

Wieso der Sauerstoff Feuer fing, ist noch ungeklärt. Die medizinische Abteilung der Innsbrucker Universitätsklinik verweigerte am Donnerstag jede Auskunft. Nach inoffiziellen Informationen soll der Rest des Wurstweckens der Innsbrucker Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung übergeben worden sein. Es werde nicht ausgeschlossen, daß ein Nitroglycerinpräparat die Explosion auslöste, das dem Patienten kurz vor dem Unglück in den Mund gesprüht wurde. Es sollte die Herzaktivität des Mannes stärken. Dem unglücklichen Wurstweckenesser geht es inzwischen wieder besser. (1b)

Die Schüler suchen die Lösung des Rätsels, vor dem laut Artikel die Innsbrucker Ärzte stehen.

**(3) Niveaubeschreibung***Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass einige Formulierungen im Artikel nicht richtig sein können, insbesondere, dass an der Luft Sauerstoff nicht entflammen kann, sondern für die Bildung einer Flamme immer auch ein Brennstoff vorhanden sein muss.

*Niveaustufe B*

Die Schülerinnen und Schüler nennen das Fett der Wurst als möglichen Brennstoff und geben die richtigen Brandschutzmaßnahmen für die geschilderte Situation an.

Sie erkennen die richtigen und falschen Aussagen im Artikel und formulieren den Vorgang in korrekter Fachsprache.

*Niveaustufe C*

Die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass auch Sauerstoff entflammen kann, wenn er in einer Brennstoffatmosphäre (z. B. Wasserstoff) ausströmt (Phänomen der inversen Flamme).

Sie formulieren den Zeitungsartikel so um, dass er gut lesbar, aber fachlich korrekt wird.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Kurstufe (4-stündig)

**Elektrochemie**  
**Brennstoffzelle**

Mai 2007



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Leitgedanken

- Verständnis von chemischen Prozessen in *Natur, Umwelt, Technik und Alltag*
- Der Chemieunterricht macht deutlich, dass die Erkenntnisse der Chemie eine bedeutende *Kulturleistung* darstellen. Er schärft das Bewusstsein dafür, dass die Anwendungen chemischer Kenntnisse erheblich zur *Lebensqualität* und zum gegenwärtigen *Lebensstandard* beitragen.

### Kompetenzen und Inhalte

#### 7. LEITTHEMA: ELEKTROCHEMIE

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Reaktionen mit Elektronenübergang anwenden (*Oxidation, Reduktion, Angabe von Redoxpaaren*);
- den Aufbau einer galvanischen Zelle beschreiben;
- die wesentlichen Prozesse bei Elektrolysen und galvanischen Zellen nennen und beschreiben;
- herkömmliche Stromquellen mit aktuellen und zukunftsweisenden Entwicklungen bei elektrochemischen Stromquellen (*Brennstoffzelle*) vergleichen;
- Möglichkeiten zur elektrochemischen Speicherung von Energie beschreiben.

## (2) Problemstellung

### Material:

Schematische Abbildungen einer Brennstoffzelle und eines Bleiakkus mit Beschriftung der jeweiligen Bauteile

Bisher wurde in Kraftfahrzeugen elektrische Energie überwiegend mithilfe von *Bleiakkumulatoren* zur Verfügung gestellt. Seit einigen Jahren gewinnen *Brennstoffzellen* zunehmend an Bedeutung. Sie arbeiten nach einem anderen Prinzip. Man verspricht sich vom Einsatz der Brennstoffzellen u.a. eine nachhaltige Energienutzung.

## (3) Niveaubeschreibung

### Niveaustufe A

Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Bauteile sowie die Potenzial bildenden Vorgänge (Reaktionen an den Elektroden) und die Erzeugung eines Elektronenstroms in der Brennstoffzelle (z.B. Knallgaszelle) und im Bleiakkumulator.

Sie geben die beiden Reaktionsgleichungen beim Betrieb an.

Sie geben als Vorteil der Brennstoffzelle die Schonung fossiler Energiereserven und das Fehlen von Abgasen an. Ökologische Probleme durch die Verwendung des Schwermetalls Blei werden erkannt.

### Niveaustufe B

Die Schülerinnen und Schüler notieren die Reaktionsgleichungen für die Potenzial bildenden Vorgänge in der Knallgaszelle und im Bleiakku unter Angabe der Begriffe „Oxidation“ und „Reduktion“.

Beide Systeme werden miteinander verglichen („Brennstoffe“, Elektrodenmaterial, Zufuhr der Reaktanten, Umweltproblematik).

*Niveaustufe C*

Die Aufgabe der Membran als Vorrichtung zur räumlichen Trennung des Oxidations- vom Reduktionsraum wird beschrieben.

Die beiden Systeme werden kritisch hinterfragt, ist z.B. die Brennstoffzelle immer die richtige Wahl (Energiedichte, Bereitstellung des Brennstoffs, Energiebilanz der Systemkomponenten)? Es werden Perspektiven im Hinblick auf Brennstoffzellen und solaren Wasserstoff entworfen bzw. alternative Brennstoffe diskutiert.

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ wird auf das vorliegende Beispiel übertragen.

# Bildungsplan 2004

## Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Kurstufe (2-stündig)

**Elektrochemie**  
**Brennstoffzelle**

August 2007



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Bezug zu den Leitgedanken

Verständnis von chemischen Prozessen in *Natur, Umwelt, Technik und Alltag*

Der Chemieunterricht macht deutlich, dass die Erkenntnisse der Chemie eine bedeutende *Kulturleistung* darstellen. Er schärft das Bewusstsein dafür, dass die Anwendungen chemischer Kenntnisse erheblich zur *Lebensqualität* und zum gegenwärtigen *Lebensstandard* beitragen.

### Bezug zu "Kompetenzen und Inhalte"

#### 4. LEITTHEMA: ELEKTRISCHE ENERGIE UND CHEMIE

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionsgleichungen für Redoxreaktionen formulieren und den Teilreaktionen die Begriffe Elektronenaufnahme (Reduktion) und Elektronenabgabe (Oxidation) zuordnen;
- Redoxreaktionen beschreiben, die der Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie dienen (Galvanische Zellen, Brennstoffzelle);
- die Bedeutung einer Brennstoffzelle für die zukünftige Energiebereitstellung beurteilen

## (2) Problemstellung

*Material:*

Skizze einer Brennstoffzelle mit der Darstellung einer Anode, einer Kathode, einer Elektrolytmembran, der Zufuhr von Wasserstoff und Luft, sowie der Abgabe von Wasser (Beispiel siehe unter <http://www.solarserver.de/solarmagazin/artikeloktober2000.html>)

Viele Firmen betreiben Versuchsfahrzeuge mit solchen "Brennstoffzellen". Man verspricht sich u.a. eine nachhaltige Energienutzung.

## (3) Niveaubeschreibung

### *Niveaustufe A*

Die Schülerinnen und Schüler erkennen in der schematischen Darstellung die Knallgaszelle. Sie erklären die Energiebereitstellung in dieser Zelle in Worten.

Sie geben die Reaktionsgleichung der Oxidation des Wasserstoffs durch den Sauerstoff der Luft an. Sie geben als Vorteil dieser Antriebsform die Schonung fossiler Energiereserven und das Fehlen von Abgasen an.

### *Niveaustufe B*

Sie beschreiben die Potenzial bildenden Vorgänge (Reaktionen an den Elektroden) und die Erzeugung eines Elektronenstroms mithilfe von Reaktionsgleichungen, denen sie die Begriffe Oxidation und Reduktion zuordnen.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Problematik der Gewinnung und Bereitstellung des Wasserstoffs.

### *Niveaustufe C*

Die Aufgabe der Membran als Vorrichtung zur räumlichen Trennung des Oxidations- vom Reduktionsraum wird beschrieben.

Die Brennstoffbeschaffung wird unter ökologischen Gesichtspunkten dargestellt, ein Bezug zur nachhaltigen Energienutzung beschrieben. Es wird kritisch hinterfragt, z. B. unter welchen Bedingungen die Brennstoffzelle die richtige Wahl darstellen kann.



# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Kurstufe (4-stündig)

**Grenzen der energetischen  
Betrachtungsweise**

Oktober 2005



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## Grenzen der energetischen Betrachtungsweise – Kursstufe (4-stündig)

### (1) Bezug zu den Bildungsstandards

*Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften*

#### Methodenkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können

- Sachverhalte verständlich und übersichtlich dokumentieren und präsentieren;
- Probleme analysieren, Lösungsstrategien entwickeln und diese sachgerecht diskutieren;
- eigene Darstellungen strukturieren, auf das Wesentliche reduzieren und sachlogisch argumentieren;
- qualitative und quantitative Betrachtung als Möglichkeiten der Beschreibung und Erklärung nutzen;
- Datenmaterial [...] interpretieren und bezüglich ihrer Aussagekraft bewerten;
- naturwissenschaftliche Ergebnisse und Prognosen überprüfen und beurteilen;

*Kompetenzen und Inhalte*

#### 1. Chemische Energetik

Die Schülerinnen und Schüler können

- die GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung auf geeignete Beispiele anwenden (*Freie Reaktionsenthalpie*);
- an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise aufzeigen (*metastabiler Zustand, unvollständig ablaufende Reaktionen*).

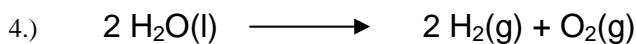
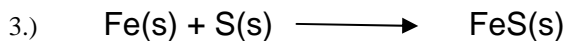
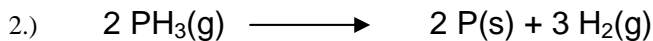
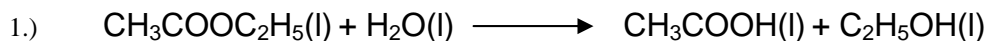
#### 2. Chemische Gleichgewichte

Die Schülerinnen und Schüler können

- umkehrbare Reaktionen und die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes beschreiben (*Veresterung und Ester-Hydrolyse*);
- die Rolle eines Katalysators für die Gleichgewichtseinstellung erläutern.

### (2) Problem

Je ein mol Teilchen der Ausgangsstoffe folgender Reaktionen werden bei Zimmertemperatur (25°C) in ein geschlossenes Gefäß gegeben. Nur bei 1.) wird im Laufe der Zeit eine Veränderung beobachtet. Die anderen Reaktionen sollen durch geeignete Maßnahmen in Gang gebracht werden.



## Material

## Energetische Daten

Stoff (Formel)	Aggregat- zustand	Molare Standard- bildungsenthalpie $\Delta_f H^0 / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	Molare Standard- entropie $S^0 / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Fe	s	0	27,3
FeS	s	- 101,7	60,3
H <sub>2</sub>	g	0	130,7
O <sub>2</sub>	g	0	205,1
H <sub>2</sub> O	l	-286	70
P (weiß)	s	0	41,1
PH <sub>3</sub> *	g	5,6	210,3
S	s	0	32,1
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	l	- 277	160,7
CH <sub>3</sub> COOH	l	- 484	160
CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	l	- 479	259,5

\* Der Name des Stoffes lautet: Phosphan

## (3) Niveaubeschreibung

## Niveaustufe A

Die molaren Standard-Reaktionsenthalpien werden berechnet.

1.  $\Delta_r G^0 = + 6,6 \text{ kJ} > 0 \text{ kJ}$ , endergonisch
2.  $\Delta_r G^0 = - 27,2 \text{ kJ} < 0 \text{ kJ}$ , exergonisch
3.  $\Delta_r G^0 = - 102,0 \text{ kJ} < 0 \text{ kJ}$ , exergonisch
4.  $\Delta_r G^0 = + 474,7 \text{ kJ} > 0 \text{ kJ}$ , endergonisch

Dann wird argumentiert:

Von der einfachen energetischen Betrachtungsweise her dürften bei 25°C nur die exergonischen Reaktionen 2. und 3. freiwillig ablaufen.

Diese beiden Reaktionen 2. und 3. laufen aber wahrscheinlich deshalb nicht ab, weil keine Aktivierungsenergie zugeführt wurde. Die Verbindung mit der Formel PH<sub>3</sub> (Phosphan) und das Eisen-Schwefel-Gemenge befinden sich demnach in einem metastabilen Zustand.

Reaktion 1. wird als Ester-Hydrolyse erkannt, die freiwillig (allerdings unvollständig) abläuft, weil sich ein chemisches Gleichgewicht einstellt. Bei diesem dynamischen Gleichgewicht laufen immer endergonische und exergonische Reaktionen ab.

Dass Reaktion 4. nicht sichtbar abläuft, wird mit dem positiven Wert von  $\Delta_r G^0$  erklärt.

*Niveaustufe B*

Es wird zusätzlich erläutert, warum das chemische Gleichgewicht von beiden Seiten angestrebt werden kann: Die freie Enthalpie des Gleichgewichtssystems ist immer niedriger als die der beiden Systeme, die durch die Formeln rechts bzw. links vom Gleichgewichtssymbol beschrieben werden. Dies liegt u. a. an der höheren Entropie in den gemischten Systemen. Wird nicht das andere System als Endpunkt der Reaktion betrachtet, sondern das Gleichgewichtssystem, gilt von beiden Seiten:  $\Delta G < 0$  kJ. Somit ist die Einstellung des chemischen Gleichgewichts immer ein exergonischer Vorgang, gleichgültig von welcher Seite es erreicht wird.

Ist das Gleichgewicht eingestellt, gilt  $\Delta G = 0$  kJ.

Die Reaktionen 1., 2. und 3. werden als sehr langsam ablaufende Reaktionen beschrieben, die entweder durch Temperaturerhöhung oder durch Zugabe eines Katalysators beschleunigt werden können. Der Anteil der zur Reaktion fähigen (ausreichend mit Energie versehenen) Teilchen wird durch diese beiden Maßnahmen in unterschiedlicher Weise erhöht. Phosphan ( $\text{PH}_3$ ) wird als metastabile, Wasser als energetisch stabile Verbindung charakterisiert. Bei 4.) wird die Möglichkeit der Einstellung eines Gleichgewichtes im geschlossenen System) erkannt, das aber bei Zimmertemperatur weit auf der Seite des Wassers liegt. Diese Lage und die wohl sehr langsame Einstellung des Gleichgewichtes machen es unmöglich, eine Veränderung der Zusammensetzung im Laufe der Zeit zu erkennen.

*Niveaustufe C*

Hier stehen Rechnungen nicht im Vordergrund. Zur Erläuterung der Beobachtung genügt eine qualitative Argumentation.

Wie bei *B* wird das Abflauen von Reaktion 1. mit der Gleichgewichtseinstellung erläutert.

Der Begriff "metastabil" wird anhand der Reaktionen 2. und 3. erläutert:

Reaktion 3. wird als Bildungsreaktion, die Reaktionen 2. und 4. werden als Zerfallsreaktionen (also umgekehrte Bildungsreaktionen) charakterisiert. Die positive molare Standardbildungsenthalpie von Phosphan spricht für einen freiwilligen Zerfall, da der umgekehrte Vorgang (die Bildung) ja endotherm ist. Dieser wird aber nicht beobachtet, da er allenfalls sehr langsam abläuft. Die Entropieeffekte kann man bei der relativ niedrigen Temperatur vernachlässigen. Entsprechend wird bei der Bildung von Eisensulfid argumentiert.

Die Rolle der Temperaturerhöhung bzw. Katalysatorzugabe wird betrachtet:

Die Reaktionen 1., 2. und 3. werden jeweils beschleunigt.

Wegen der Entropiezunahme bei Reaktion 4. (Gasentstehung) ist bei sehr hohen Temperaturen nach der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung mit einem freiwilligen Ablauf der Wasserzersetzung zu rechnen. Allerdings sind die Tabellenwerte nicht völlig unabhängig von der Temperatur, so dass eine Voraussage der Grenztemperatur nicht präzise erfolgen kann. Ein ungefährender Wert kann berechnet werden.

# Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovatives  
Bildungsservice*

Niveaunkretisierung  
für Chemie  
Kurstufe (2-stündig)

**Kunststoffe**  
**Polymilchsäure**

Juli 2007



Landesinstitut  
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung  
und Evaluation

Schulentwicklung  
und empirische  
Bildungsforschung

Bildungspläne

## (1) Bezug zu den Bildungsstandards

### Bezug zu den Leitgedanken

Der Chemieunterricht soll Einblicke in die *Arbeitsweisen* und *Denkweisen* der Chemie geben und darüber hinaus *Grundkenntnisse* vermitteln, die für das Verständnis von chemischen Prozessen in *Natur, Umwelt, Technik* und *Alltag* unabdingbar sind.

### Bezug zu "Kompetenzen und Inhalte"

#### 2. LEITTHEMA: KUNSTSTOFFE

Die Schülerinnen und Schüler können

- Kunststoffe typisieren (*zum Beispiel mechanische, thermische Eigenschaften, Molekülstruktur, Thermoplaste, Duroplaste, Elaste*);
- das Prinzip der Polykondensation und Hydrolyse aus dem Leitthema „Moleküle des Lebens“ auf die Bildung von Kunststoffen übertragen;
- jeweils ein Experiment zur Herstellung eines Polymerisats und eines Polykondensats durchführen.

## (2) Problemstellung

Ein Becher aus Polymilchsäure (PLA) und ein Stück eines Duroplasten werden im Trockenschrank bei 160°C erhitzt. Nach kurzer Zeit ist der Becher zu einer Platte zusammengeschmolzen, der Duroplast unverändert.

Außerdem wird der Gegenstand aus PLA mit Naturstoffen und weiteren synthetischen Polymeren verglichen.

## (3) Niveaubeschreibung

### Niveaustufe A

Die Schülerinnen und Schüler erkennen Polymilchsäure als Thermoplasten und beschreiben die Struktur des Makromoleküls. Der Zusammenhang zwischen unverzweigten Makromolekülen und thermoplastischer Eigenschaft wird dargelegt. Für die Duroplast-Moleküle wird die räumliche Vernetzung als kennzeichnend angegeben. Ähnlichkeiten und Unterschiede zu den natürlichen Makromolekülen (Kohlenhydrate, Proteine) werden zusammengestellt.

Das Experiment zur Bildung von PLA wird nach Anleitung durchgeführt.

### Niveaustufe B

Analog zur Synthese von Proteinen schlagen die Schülerinnen und Schüler die Reaktion zwischen Diaminen und Disäuren zur Bildung von thermoplastischen Kunststoffen vor.

Sie planen Experimente zur Synthese von Kunststoffen aus diesen Monomeren und notieren die zugehörigen Reaktionsgleichungen.

### Niveaustufe C

Es werden andere Monomere aufgelistet, die zur gezielten Synthese von Thermoplasten bzw. Duroplasten durch Polykondensation geeignet sind (z. B. Hydroxybuttersäure, Aminohexansäure, Glycerin und Phthalsäure).

Sie planen Versuche zum Abbau der Kunststoffe durch Hydrolyse.