

# Förderung der Motivation und der Selbstständigkeit im naturwissen- schaftlichen Anfangsunterricht

KLASSE 8  
CHEMIE



Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Bildung und Sport

## Impressum

**Herausgeber:**

Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Bildung und Sport  
Amt für Bildung - B 22 -  
Hamburger Straße 31, 22083 Hamburg

**Referatsleitung** Mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht: Werner Renz

**Fachreferentin:** Beate Proll

**Redaktion:**

Martina Beckmann (Gymnasium Corveystraße)  
Hans Fischer (Gymnasium Corveystraße)  
Dagmar Henkel (Gymnasium Lohbrügge)  
Dr. Maximilian Schäffler (Gymnasium Dörpsweg)

**Hamburg 2005**

# 1 Initiative zur Förderung der Motivation und der Selbstständigkeit von Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht

Die Qualitätsoffensive, die im Schuljahr 2005/2006 beginnt und auf zwei Schuljahre angelegt ist, hat die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an Gymnasien zum Ziel. Schwerpunkt des Vorhabens ist der Unterricht „Naturwissenschaften/Technik“ in der Klassenstufe 5/6 sowie der naturwissenschaftliche Unterricht zu Beginn der Sekundarstufe I in der Klassenstufe 7/8 in den Fächern Biologie, Chemie und Physik. Dabei soll insbesondere darauf eingegangen werden, wie durch altersgemäße Herangehensweisen und Methoden zum einen die Motivation, sich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und Fragestellungen zu beschäftigen, erhalten und zum anderen die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler stärker gefördert werden kann. Verantwortlich für die Ausgestaltung dieser Initiative sind die Schulaufsicht, die Fachreferate des Amtes für Bildung und das NW-Referat des Landesinstituts für Lehrerbildung und Schulentwicklung.

## Übersicht

Grundsätzlich zeigt sich, dass viele Schülerinnen und Schüler in der Grundschule im Rahmen des Sachunterrichtes und in der Klassenstufe 5/6 großes Interesse an naturwissenschaftlichen Unterrichtsinhalten haben. Dieses kehrt sich vor allem für die Fächer Chemie und Physik im Laufe der Sekundarstufe I um. Ein Großteil der Schülerinnen und Schüler wenden sich spätestens am Ende der Klassenstufe 10 von diesen Fächern ab. Häufig empfinden sie den Chemie- und Physikunterricht als zu schwierig, die Unterrichtsinhalte als zu abstrakt und zu lebensfern. Diese pauschale Ablehnung gilt gleichermaßen für Mädchen und Jungen, ist also heutzutage geschlechtsunspezifisch. Auch die Lebensphase Pubertät, die bei vielen Jugendlichen vor allem bei den Jungen zu deutlichen Leistungseinbrüchen führt, kann nicht als Erklärung für die Unbeliebtheit naturwissenschaftlicher Fächer herangezogen werden, da viele andere Fächer trotz der Einstellung „Schule ist uncool“ durchaus positiv bewertet werden. Folglich entscheiden sich viele von ihnen in der Sekundarstufe II gegen einen entsprechenden Leistungskurs im Fach Chemie oder Physik. Diese Fächer haben immer noch den Ruf, dass die dort behandelten Themenbereiche für Expertinnen und Experten sind und für einen durchschnittlich Begabten deshalb nicht in Frage kommen. Mit dem Wahlverhalten in der Sekundarstufe II werden für viele Schülerinnen und Schüler auch berufliche Weichen gelegt: Attraktive Berufsfelder im Bereich der so genannten „harten“ Naturwissenschaften und im Bereich Technik werden bei der Lebensplanung meist nicht in Erwägung gezogen.

## Problemlage

Ein weiterer Grund, sich mit dieser Initiative den naturwissenschaftlichen Fächern zuzuwenden, ist das schlechte Abschneiden Hamburger Schülerinnen und Schüler auch bei Pisa 2003. Im Rahmen der OECD-Zusatzstudie ist der Zusammenhang zwischen Motivation und erfolgreichem Lernen deutlich herausgearbeitet worden.

Hospitationen der Schulaufsicht in allen Hamburger Gymnasien zur Lesekompetenz u.a. im Fach Physik haben gezeigt, dass in vielen Fällen immer noch der klassische fragend-entwickelnde Unterricht dominiert. Vielfach scheint es so zu sein, dass durch die starke Steuerung vonseiten der Lehrerin bzw. des Lehrers Jugendliche nicht begründen können, welche naturwissenschaftlichen Konzepte bei der Bearbeitung von Sachverhalten herangezogen werden müssen und warum man sich für ein bestimmtes Konzept entscheidet. Schülerinnen und Schüler verfügen offensichtlich nicht über strukturiert angelegte Wissensbestände, die sie flexibel einsetzen können.

**Ziele der Initiative**

Die Qualitätsoffensive hat das Ziel, die Lehr- und Lernkultur in den oben genannten Fächern im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung noch stärker zu verändern. Gerade dem Anfangsunterricht in der Klassenstufe 5/6 kommt dabei eine wichtige „Brückenfunktion“ zu. Er muss für Anschlussfähigkeit in zwei Richtungen sorgen: Zum einen soll bewusst an die Unterrichtsmethodik der Grundschule angeknüpft werden; die Beobachtung von Phänomenen und die Einführung in das experimentelle Arbeiten finden dabei besondere Berücksichtigung. Zum anderen sollen in Klassenstufe 5/6 Grundlagen für den Fachunterricht in Klassenstufe 7 bzw. 8 gelegt werden. Deshalb brauchen Schülerinnen und Schüler Lernangebote, die an überschaubaren Sachverhalten das Kennenlernen und Einüben des Umgangs mit naturwissenschaftlichen Konzepten ermöglichen. Gleichzeitig bedeutet dies, dass sich der Anfangsunterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in der Klassenstufe 7 bzw. 8 – bezogen auf die Unterrichtsmethodik – stärker am Unterricht in Klassenstufe 5/6 orientieren muss. So kann es nicht darum gehen, die Lebenswelt der Jugendlichen nur als Unterrichtseinstieg aufzugreifen oder die Vorstellungen der Jugendlichen zu einer Fragestellung zu sammeln, um sie dann zügig aus fachlicher Sicht zu korrigieren und damit als Fehlvorstellungen zu entlarven, um möglichst schnell zu fachsystematisch angelegten Wissensbeständen zu kommen. Dass dieses Vorgehen nicht zu entsprechend abrufbaren und flexibel einsetzbaren Kenntnissen führt, zeigen u.a. die Pisa-Studien. Bei den Lernangeboten muss auch in den naturwissenschaftlichen Fächern berücksichtigt werden, dass heutzutage davon ausgegangen wird, dass verständnisvolles Lernen ein aktiver und konstruktiver Aufbau von Wissenssystemen ist. Dies ist immer ein individueller Konstruktionsprozess, der maßgeblich durch das verfügbare Vorwissen beeinflusst wird. Die NW-Initiative soll die wichtige Aufgabe von Unterricht unterstützen, sowohl Kontextorientierung und Phasen fächerübergreifenden Lernens zu berücksichtigen als auch gleichzeitig systematisches Lernen zum Kompetenzerwerb in den Bereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung zu ermöglichen.

Bezogen auf die Veränderung von Unterricht stehen folgende Aspekte im Vordergrund:

- Förderung eines die Fächer integrierenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Klassenstufe 5/6,
- Förderung der Motivation, z.B. durch Überschreiten von Fächergrenzen und durch Kontextualisierung,
- Förderung der Selbstständigkeit durch Erwerben von Methodenkompetenz der Lernenden, durch Veränderung der Unterrichtsgestaltung, durch Überprüfung der Lernprozesse sowie durch stärkere Reflexion der Lehrerrolle.

Lehrerinnen und Lehrer erhalten als Anregung für die Unterrichtsgestaltung Handreichungen mit Beispielen, die sich auf die jeweiligen Rahmenplaninhalte beziehen. Für die Klassenstufe 5/6 beziehen sich die Beispiele bewusst auf eine eher an klassischen Biologieinhalten orientierte Einheit „Pflanzen, Tiere und Menschen“ sowie auf eine Einheit „Luft und Fliegen“, die die Philosophie von integrierten naturwissenschaftlichen Modulen exemplarisch aufzeigt. Sowohl das Fach Chemie als auch das Fach Physik beteiligen sich in Hamburg an den bundesweiten Projekten „Chemie bzw. Physik im Kontext“. Diese Ansätze werden in den Einheiten „Coca-Cola – mehr als ein Erfrischungsgetränk“ und „Bau eines elektrifizierten Zimmermodells“ aufgegriffen.

Zusätzlich zu den Handreichungen wird das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung ein Fortbildungsangebot entwickeln, das im Laufe des Schuljahres 2005/06 jede einzelne Lehrkraft in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern erreichen wird. Diese fachbezogene Fortbildung wird dezernatsbezogen durchgeführt.

Weiterhin werden in den kommenden beiden Jahren Musteraufgaben bzw. Beispielaufgaben entwickelt, die zeigen sollen, was unter der so genannten „neuen Aufgabenkultur“, orientiert an Bildungsstandards, zu verstehen ist und wie diese umgesetzt werden kann.

**Geplante  
Maßnahmen**

## 2 Naturwissenschaftliches Arbeiten in Klasse 7/8

<b>Unterricht in den Fächern</b>	In der Klassenstufe 7/8 gilt es, einen sanften Übergang vom übergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht zum Fachunterricht zu gestalten. Gerade in dieser Phase ist es nötig, dem in der Praxis so oft beobachteten Absinken der Motivation von Schülerinnen und Schülern entgegenzuwirken. Daher sollte der Unterricht an alltagsrelevanten Kontexten anknüpfen, fächerübergreifende Aspekte nutzen und den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zu eigenständigem Arbeiten und Entdecken bieten.
<b>Kontextorientierung</b>	Der Unterricht knüpft an die Beobachtungen und Erlebnisse der Schülerinnen und Schüler sowie an aktuelle Probleme an und verbindet auf diese Weise die Themen des Unterrichts und der Lebenswelt. Dadurch stellt sich das naturwissenschaftliche Arbeiten für die Schülerinnen und Schüler als sinnhaft dar: Sie machen die Erfahrung, dass die erworbenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen im Alltag nützlich sind und sind eher bereit, sich auf den Unterricht einzulassen.
<b>Problemorientierung</b>	Der Unterricht sollte so gestaltet sein, dass er den Schülerinnen und Schülern Raum für eigene Überlegungen und Ideen bietet. Durch minimale Überforderung werden die Schülerinnen und Schüler zu eigenständigem Denken und Arbeiten herausgefordert. Arbeitsblätter abzuarbeiten, vorgegebene Wege abzuschreiten, Routinen zu bearbeiten wird von den Schülerinnen und Schülern in dieser Klassenstufe nicht selten abgelehnt. Eigene Wege zur Lösung von Problemen zu ermöglichen, ist zentrale Aufgabe des Unterrichts.
<b>Experimentieren</b>	Zu den vielfältigen Schüleraktivitäten gehören die Durchführung selbst entworfener Experimente, Praktika und Übungen und projektartige Arbeitsformen ebenso wie die Präsentation ihrer Ergebnisse mit geeigneten Medien oder die Beschaffung von Informationen. Dabei sollten kooperative Lernformen gewählt werden: Die Schülerinnen und Schüler können im Team naturwissenschaftliche Fragestellungen lösen, Vorschläge und Ideen entwickeln, Untersuchungen eigenständig planen, deren Ablauf organisieren und Ergebnisse bewerten.
<b>Fachsystematik</b>	Die systematische Betrachtung und Beschreibung von Gegenständen unter fachwissenschaftlicher Perspektive (Theoriemodule) steht am Ende des Lernprozesses. Erst wenn die Schülerinnen und Schüler eigene Erfahrungen gemacht haben, können sie Fachsprache, übergreifende Gesetzmäßigkeiten und Zusammenfassungen als nützliche Vereinfachungen ansehen und annehmen.

Die Gliederung des Unterrichts kann in drei Phasen dargestellt werden: **Gliederung des Unterrichts**

- Einstieg über Kontexte, Motivation, Schülerfragen
- Erarbeitung über möglichst eigenständiges, forschendes, selbst organisiertes und experimentelles Arbeiten
- Festigung, Vernetzung- und Vertiefung

## 1. Einstieg

### Einstieg über Kontexte, Motivation, Schülerfragen

**Anmerkungen:** Wir suchen Kontexte, die geeignet scheinen, das Interesse von Schülerinnen und Schülern zu wecken. Gleichzeitig sollten sie Chancen für eigenständiges Arbeiten und forschendes Lernen in der jeweiligen Klassenstufe eröffnen und einen Bezug zu den verbindlichen Inhalten des Rahmenplans haben.

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler sollen von Anfang an wissen, warum sie sich mit einem Unterrichtsgegenstand beschäftigen. Dieses gelingt gut mit einer leitenden Fragestellung, einem größeren Problem in einem interessanten, nach Möglichkeit lebensweltlichen Kontext.

**Methoden:** Geeignete Kontexte werden präsentiert, Fragen vorgelegt oder entwickelt, Methoden zum Einstieg vorgeschlagen.

## 2. Erarbeitung

### möglichst eigenständiges, forschendes, selbst organisiertes und experimentelles Arbeiten

**Anmerkungen:** Diese schüleraktive Phase der *Konstruktion* nimmt zeitlich großen Raum in Anspruch – Erarbeiten von Inhalten, Forschen und Experimentieren brauchen Zeit – der Weg ist hier das Ziel.

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler sollen im Sinne minimaler Überforderung so viel Raum wie möglich für eigene Idee und selbstständiges Handeln bekommen, da so nachhaltiges Lernen möglich wird.

**Kompetenzbereiche:** Erkenntnismethoden, Kommunikation, Bewertung

**Methoden:** Es sind vornehmlich kooperative Lernformen zu wählen wie z.B. Lernen an Stationen, arbeitsteiliger Unterricht und Gruppenarbeit.

## 3. Festigung, Vernetzung- und Vertiefung

### Vertiefung der Fachinhalte, Übungen, Bezug zu Basiskonzepten

**Anmerkungen:** Rückblickend wird das aus der Sicht der Fachwissenschaft Wesentliche zusammengefasst und verallgemeinert: Regeln, Formeln, Gesetze benannt und in einen größeren Zusammenhang gestellt. Dabei dienen die Kontexte und Erfahrungen aus der Erarbeitung als Anknüpfungspunkte und Erinnerungsanker. Diese Phase der *Instruktion* sollte straff geführt werden, möglichst wenig im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch durchgeführt und damit zeitlich effektiv gestaltet werden. Notwendige Übungen werden angeboten.

**Ziel:** Sichern der Ergebnisse, Vermittlung von Fachwissen und dessen Einordnung in Basiskonzepte

**Kompetenzbereiche:** Fachwissen

**Methoden:** Möglichst zeitsparende Methoden, Lehrervortrag und Übungen werden eingesetzt.

### 3 Übersicht zu den Unterrichtsbeispielen

Im Folgenden werden drei Unterrichtsbeispiele vorgestellt, die Anregungen für die Unterrichtsgestaltung geben sollen.

#### 1. Stoffe und ihre Eigenschaften – Sicherheit im Chemieunterricht

Sicherheit

In diesem Beispiel findet sich eine Zusammenstellung grundlegender und damit den Lehrerinnen und Lehrern bekannter Dinge, die im Einführungsunterricht unbedingt zur Sprache gebracht werden müssen. Gerade bei größeren Lerngruppen ist es unerlässlich, gleich zu Beginn des Fachunterrichtes einen gewissen Ordnungsrahmen mit verbindlichen Regeln einzuführen.

#### 2. Coca-Cola – mehr als ein Erfrischungsgetränk

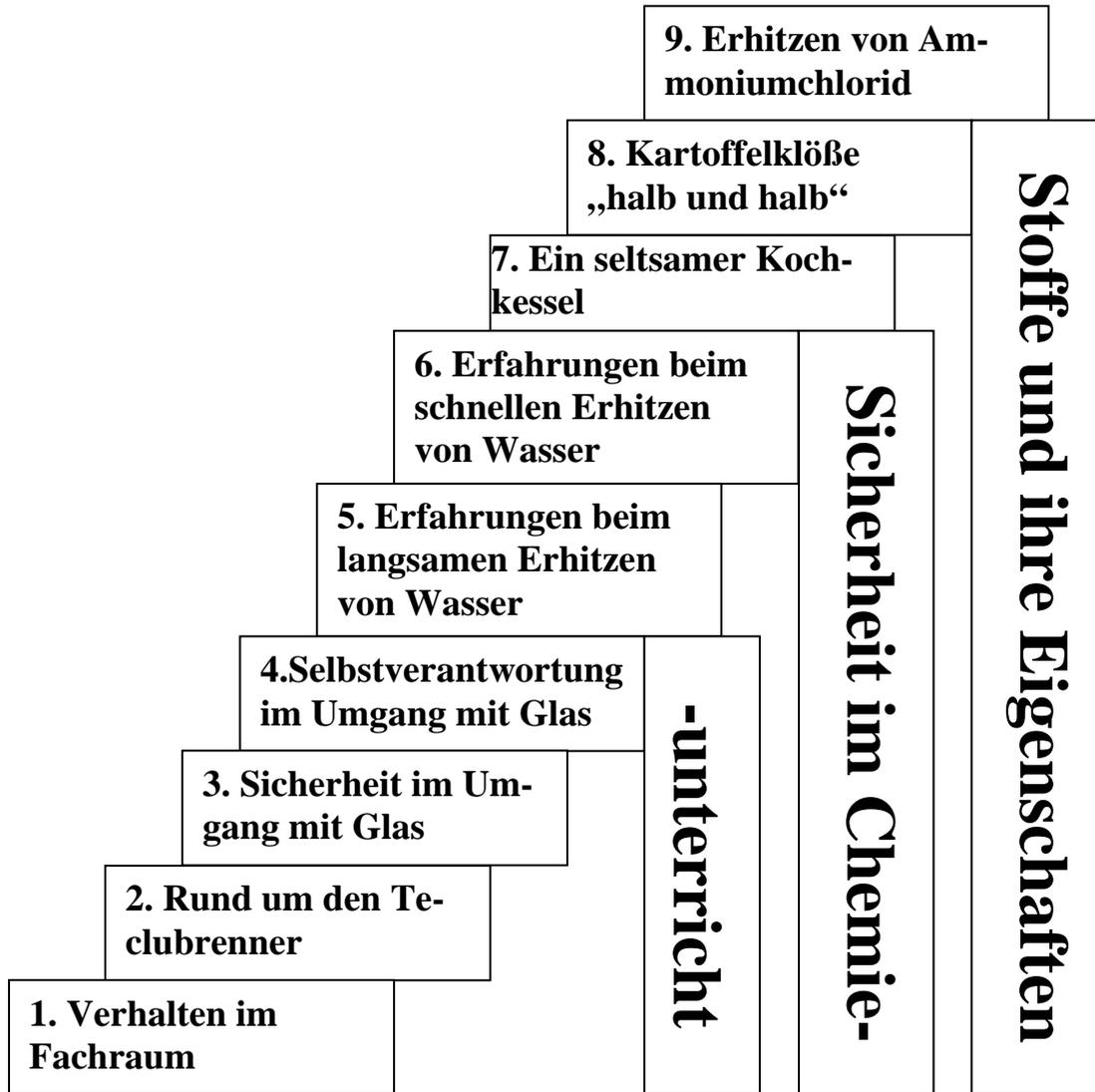
Chemie im Kontext

Bei diesem Beispiel aus dem Projekt „Chemie im Kontext“ steht der Alltagsbezug im Vordergrund. Eine Vielfalt von Materialien, aus denen die Lehrerin oder der Lehrer auswählen kann, wird angeboten.

#### 3. Das Teilchenmodell

Theorie

Gerade in Klassenstufe 8 ist darauf zu achten, dass der Unterricht Theoriemodule enthält, deren Abstraktionsgrad die Jugendlichen nicht überfordert und verschreckt. In diesem Beispiel finden sich viele einfache, den Lehrerinnen und Lehrern bekannte Versuche wieder.



## 1. Verhalten im Fachraum

In der ersten Unterrichtsstunde empfiehlt es sich, die Schülerinnen und Schüler von ihrem Klassenzimmer abzuholen und grundlegende Verhaltensregeln einzuführen. Als Erstes ist es nötig, auf den Teil der Schulordnung hinzuweisen, der das Betreten des Fachtrakts regelt.

Weiterhin werden organisatorische Fragen geklärt:

1. Gestaltung des Chemieheftes,
2. Bewertung: drei ASAs zu 40 %, mündlich (mit Heft und anderen Leistungen) zu 60 %,
3. Sitzordnung: muss festgelegt werden; dies gilt insbesondere wegen der damit verbundenen Verantwortlichkeit für den Arbeitsplatz.

Ein Vorschlag für einen Raumplan liegt bei (Name/Hausaufgaben u.ä./mündliche Noten/schriftliche Noten). Hier kann z.B. vierteljährlich eine Veränderung stattfinden (Rotation). Es ist von Vorteil, wenn von Beginn an auf eine Platzbesetzung geachtet wird, die sich für die Gruppenarbeit eignet (s. z.B. Mädchen- und Jungenverteilung). Ein schneller Wechsel der Schülerinnen und Schüler von Zweier- zu Dreier- oder Vierergruppen wird durch eine entsprechende Anordnung ermöglicht (z.B. das Umdrehen zweier Schülerinnen bzw. Schüler an den Tisch ihrer dahinter sitzenden Nachbarn). Dieser Wechsel in den entsprechenden Gruppengrößen sollte von der Lehrerin bzw. dem Lehrer ausdrücklich eingeführt und eingeübt werden; eine Vorlage für eine Folie liegt bei.

Häufiger benutzte Geräte und Arbeitsmittel wie Teclubrenner, Dreibeine, Schutzbrillen, Reagenzgläser, Bechergläser und Erlenmeyerkolben können gesichert und übersichtlich im Fachraum gelagert werden. Bestimmten Schülerinnen bzw. Schülern sollten z.B. in vierteljährlichem Wechsel die Verantwortung für die Ordnung dieser Teile übertragen werden.

Nach der Klärung organisatorischer Fragen wird das Arbeitsblatt „**Sicherheitsvorkehrungen beim Experimentieren**: Merkblatt für Schülerinnen und Schüler“ ausgeteilt und besprochen:

*zu 1.:* Ablageorte für Kleidung und Taschen festlegen, Gänge dürfen nicht blockiert werden;

*zu 2. , 3. und 4.:* In einer „Trockenübung“ einen Teclubrennerwart bestimmen und die Austeilung der Teclubrenner und Schutzbrillen reihenweise durchführen, den Brenner anschließen (Schlauch über den ersten Wulst mit Widerstand drücken, nicht so weit es die Kräfte erlauben) und ohne Gasaktivierung die Funktion des Gashahns der Energiesäule erfahren lassen;

*zu 5. bis 8.:* nur vorlesen lassen und kurz an einem Chemikalienbehälter vorführen; währenddessen auf die Einhaltung der Regel 2 achten;

*zu 9.:* die Teclubrenner abbauen lassen und mit den Schutzbrillen unter Aufsicht der verantwortlichen Schülerinnen und Schüler reihenweise einsammeln lassen;

*zu 10.:* das Auf- und Zudrehen der Wasserhähne einüben; darauf achten, dass die Hähne in der richtigen Richtung und nur bis zum Anschlag ohne Gewalt gedreht werden; demonstrieren, wie durch zu schnelles Aufdrehen z.B. Reagenzgläser aus der Hand gespült werden können.

Zum Abschluss sollte der untere Abschnitt des Merkblatts von den Schülern ausgefüllt und abgegeben werden. Er kommt in den Klassenordner der Fachlehrerin oder des Fachlehrers.

## **Sicherheitsvorkehrungen beim Experimentieren**

### **Merkblatt für Schülerinnen und Schüler**

1. Bringe deine Taschen und überschüssige Kleidungsstücke an einen sicheren Aufbewahrungsort, der von der Lehrerin bzw. dem Lehrer bestimmt wird.  
Gehe grundsätzlich an den dir zugewiesenen Platz und laufe nicht herum.  
Nur so kannst du Gefahren für dich und dein Eigentum vermindern.
2. Geräte und Armaturen dürfen nur nach Anweisung durch deine Chemielehrerin bzw. deinen Chemielehrer angefasst, betätigt oder verwendet werden.
3. Trage bei Experimenten nach Aufforderung durch deine Chemielehrerin bzw. deinen Chemielehrer eine Schutzbrille. Die Augen könnten durch Materialsplitter oder durch Chemikalien verletzt werden.
4. Längere Haare müssen beim Umgang mit dem Gasbrenner nach hinten gebunden werden.
5. Lies die Sicherheitsvorkehrungen und Versuchsbeschreibungen genau durch. Anweisungen zur Gefahrenvermeidung müssen beachtet werden.
6. Verwende für die Entnahme einer Chemikalie nur einen bestimmten Löffel.  
Schließe Chemikalienflaschen nach jeder Entnahme.  
Unbeabsichtigte Experimente durch nicht vorgesehene Mischungen müssen unbedingt vermieden werden.
7. Chemikalien dürfen grundsätzlich nicht gekostet oder angefasst werden.  
Im Chemiesaal darf nicht gegessen oder getrunken werden.
8. Entsorge Chemikalienreste im entsprechenden Entsorgungsgefäß, wenn es die Gefahrstoffliste verlangt.
9. Alle Arbeitsgeräte müssen durch die Arbeitsgruppen sorgfältig gesäubert und eventuell getrocknet werden. Nach der Reinigung befinden sich die Geräte wieder am Aufbewahrungsort, mit Ausnahme der Geräte, welche an das Abtropfgestell gehängt werden. Schäden sind sofort zu melden.
10. Vor dem Verlassen des Chemieraums sind der Arbeitsplatz und der darunter liegende Boden durch die Arbeitsgruppen gründlich zu säubern und zu trocknen.  
Die Hände müssen gewaschen werden.

-----  
Ich habe die Sicherheitsvorkehrungen gelesen und verpflichte mich, entsprechend zu handeln und verantwortungsbewusst zu experimentieren.

Ort: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_



## Schemata für Gruppeneinteilungen (Folienvorlage)

### Vierergruppen

<b>E</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>H</b>
<b>E</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>H</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

### arbeitsteilige Vierergruppen

<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>

### arbeitsteilige Zweiergruppen

<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>

## 2. Rund um den Teclubrenner

In jedem Lernbuch findet man zur Funktion des Teclubrenners die passenden Beschreibungen und Anleitungen zu Experimenten. Unter der Internetadresse

[http://www.uni-giessen.de/~ge1016/skripte/ac1/ac1\\_kapitel2.pdf](http://www.uni-giessen.de/~ge1016/skripte/ac1/ac1_kapitel2.pdf)

bekommt man eine sehr genaue Beschreibung der Gasbrenner und ihrer Funktion.

Für den Unterricht in Klasse 8 wird der folgende Ablauf vorgeschlagen:

1. Das Arbeitsblatt „Das Versuchsprotokoll“ wird ausgeteilt und besprochen.  
Wie alle Arbeitsblätter kann es kopiert, doppelt aufgelegt, auf A4 zweimal verkleinert und wieder als A3 kopiert werden. Je vier Schülerinnen bzw. Schüler erhalten dann einen A3 - Bogen, den sie sich aufteilen. Die Kopierkosten werden so geviertelt.
2. Das Arbeitsblatt „Flamme empor – die Funktion des Teclubrenners“ wird ausgeteilt.
3. Die Brenneraufsichtsperson ist für die reihenweise Abholung der Geräte (Zweiergruppen, bei hohen Außentemperaturen Vierergruppen) zu ständig. Die Unterlagen für die Tische werden ebenfalls ausgeteilt.
4. Der Anschluss der Gasbrenner wird zeitgleich koordiniert. Als erstes muss die Einstellung der Gasbrenner entsprechend der Abbildung A im Arbeitsblatt sichergestellt und als grundsätzliche Einstellung vor dem Anzünden verankert werden.
5. Die Schülerinnen und Schüler jeder Fachraumhälfte bekommen je einen Gaszünder und setzen nacheinander die Gasbrenner in Betrieb, denkbar ist das Weiterreichen der Flamme nach hinten, wodurch dem Gaszünderverlust entgegengewirkt wird.
6. Mit Hilfe des Lernbuchs wird (A) beschriftet und die Flamme eingezeichnet.
7. Der zu (A) passende Teil des Versuchsprotokolls wird erstellt und vorgelesen.
8. Die Schülerinnen und Schüler erledigen die Aufträge zu (B) und ergänzen das Versuchsprotokoll.
9. Zwei Nachbargruppen vergleichen noch einmal die Flammen und die Ergebnisse werden vorgetragen.
10. Es werden zwei Blätter DIN A4 ausgeteilt. Je Vierergruppe wird ein Blatt an den Schmalseiten mit beiden Händen waagrecht in Höhe des breitesten Flammenkegels in die nicht leuchtende Flamme gehalten. Hält man das Blatt für etwa eine halbe Sekunde, so resultiert ein brauner Ring. Man muss den Schülerinnen und Schülern vorab erklären, dass es darum geht, das Papier nicht zu lange in die Flamme zu halten und diejenigen ein „Plus“ bekommen, die den Flammenring schaffen ohne eine Flamme zu produzieren. Dazu wird demonstriert, wie durch schnelle Ablage eines eventuell angezündeten Blattes und Bedecken mit einem zweiten die Flamme problemlos gelöscht werden kann. Erfahrungsgemäß macht der Wettbewerbscharakter dieses Experiments den Schülerinnen und Schülern in diesem Alter sehr viel Spaß und nimmt die Angst vor dem Experiment mit Flammen. Die korrekten Produkte werden ausgeschnitten und als Versuchsbeobachtung zu einem neuen Versuchsprotokoll (Hausaufgabe) in das Chemieheft geklebt.

## Das Versuchsprotokoll

Bei jedem Experiment muss ein richtig gegliedertes Versuchsprotokoll erstellt werden. Präge dir die folgende Gliederung ein und verwende sie unaufgefordert im Chemieunterricht (bzw. in jedem naturwissenschaftlichen Fach):

### **Titel des Experiments**

#### 1. Versuchsaufbau: **VA**

- **Was wird für den Versuch benötigt:**
  - welche Chemikalien,
  - welche Geräte,
  - in welcher Zusammenstellung und Reihenfolge.
- Fertige bei komplizierteren Anordnungen eine beschriftete Skizze an, die nach a) - x) am besten waagrecht gegliedert ist.

#### 2. Versuchsbeobachtungen: **VB**

- **Was ist mit den Sinnen** (Auge, Ohr, Geruch, nur nach ausdrücklicher Aufforderung Geschmack) **zu beobachten?**
- Was ist mit Messinstrumenten oder Nachweisreaktionen zu erkennen?
- Fertige bei sichtbaren Veränderungen eventuell eine Skizze an. Bei mehreren Ergebnissen erleichtern oft Tabellen die Übersicht.
- Bei komplizierteren Versuchsaufbauten sollten die Ergebnisse entsprechend darunter nach a) - x) gegliedert sein.

#### 3. Versuchsdeutungen: **VD**

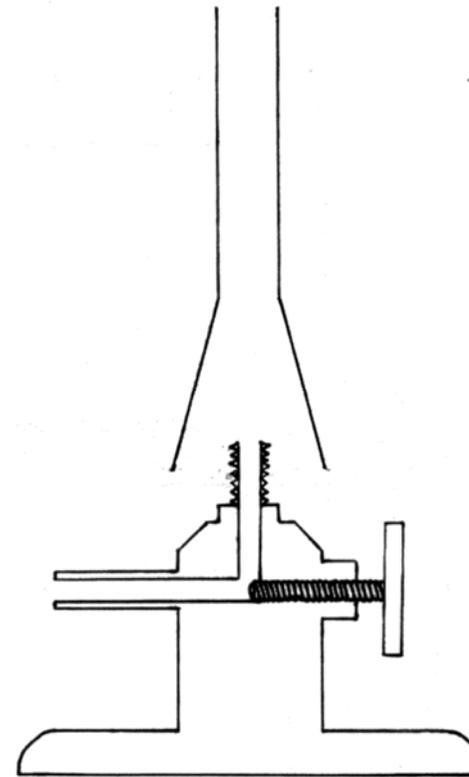
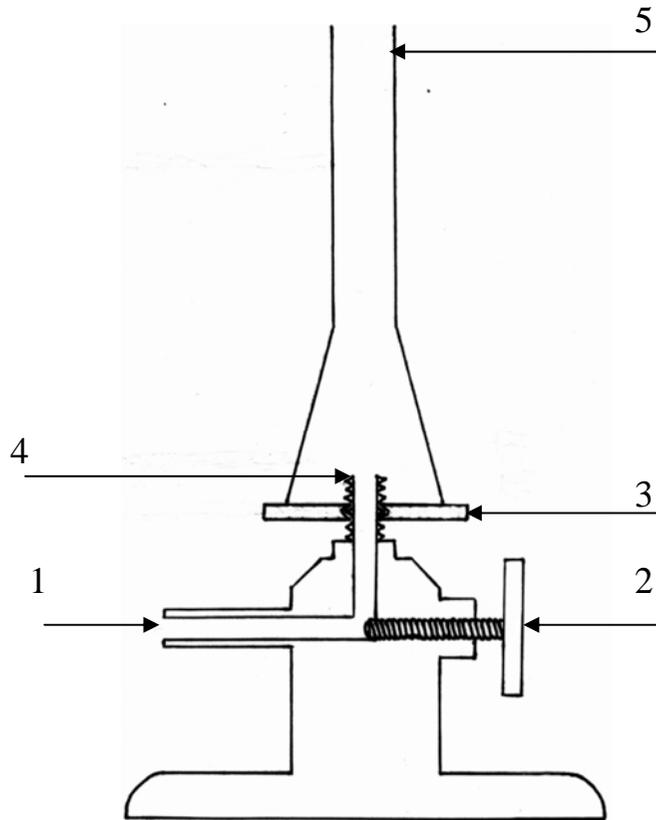
- **Wie kann man die Beobachtungen erklären?**
- Warum zeigen sich unter dem gegebenen VA die entsprechenden VB?
- Schlussfolgerungen aus den Beobachtungen gehören nur hierher, beziehe sie nicht bereits unter VB ein!

**„Flamme empor - wie funktioniert der Teclubrenner?“**

Beschrifte die mit Pfeilen gekennzeichneten Teile (A), skizziere in passender Farbe die Flammen (A und B) und ergänze die Veränderungen (B). Schreibe dazu ein Versuchsprotokoll.

A. In diesem Zustand wird der Gasbrenner immer gezündet:

B. Drehe (3) im Uhrzeigersinn





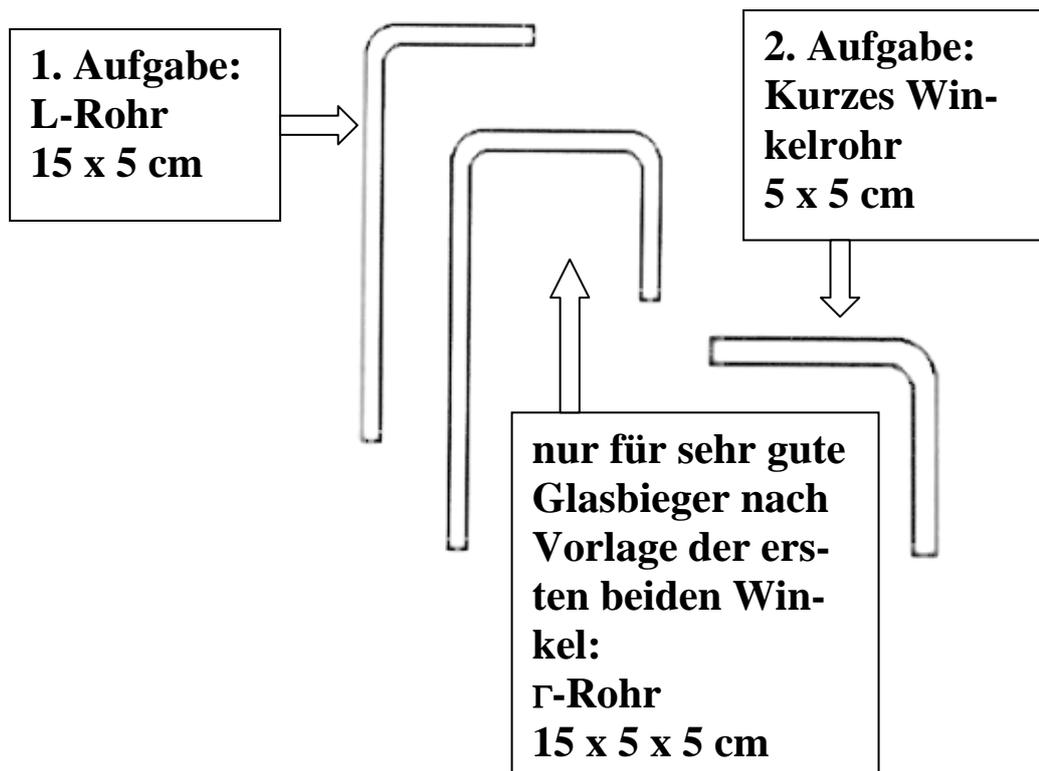
### 3. Sicherheit im Umgang mit Glas

Der verantwortungsvolle Umgang mit Glas und anderen Geräten ist wesentliche Grundlage für das Experimentieren im Chemieunterricht. Zunächst sollte man die Erkenntnisse der Unterrichtsstunde über die Funktion des Teclubrenners mit Erfahrungen im Umgang mit Glas kombinieren. Dazu werden Winkelrohre aus Biegeglas (AR-Glas, Durchmesser 8 mm, für Gummistopfen 17x21 mm mit einer Bohrung geeignet) hergestellt.

1. Hausaufgabenkontrolle; dabei Verteilung von Teclubrennern (richtige Luftregulierung beachten), Tiegelzangen aus Edelstahl und Unterlagen je Vierergruppe.
2. Vorführen der Glasbrennernaufgabe: Folie  
In jeder Gruppe muss eine Schülerin oder ein Schüler ein entsprechendes Kuvert aus einem Blatt DIN A3 falten, verkleben und mit einem Gruppennamen versehen.
3. Die Lehrerin oder der Lehrer führt das sichere Abschneiden der Rohrabschnitte vor, am besten mit einem vernickelten Glasrohrschneider mit Rädchen, zweimal rundum drehen, in einem Tuch mit beiden Daumen symmetrisch unter der Ritzstelle durch leichtes Verbiegen brechen; Herstellung von 10 cm, 20 cm und 25 cm langen Abschnitten (Tafellineal bereitlegen).
4. Abholung von zwei Abschnitten zu 10 und 20 cm durch je eine Schülerin oder eines Schülers einer Gruppe, Anzünden der Brenner auf den Unterlagen, fließend kaltes Wasser an den Arbeitsplätzen soll jederzeit für unvorsichtige Glasbieger schnell zur Verfügung stehen (Hinweis an die Schülerinnen und Schüler).
5. Beim Biegen der Glasröhren werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert die „richtige“ Flamme zu wählen. Die ersten korrekten Produkte können prämiert werden, diesen Gruppen wird auch die Herstellung eines  $\Gamma$ -Rohres erlaubt. Die Herstellung erfordert zuerst die Fertigung eines L-Rohres mit 15 x 10 cm, was von der Gruppe vorab geklärt werden soll. Extraanfertigungen werden nicht toleriert.
6. Besprechung der Erfahrungen beim Glasbiegen: Versuchsprotokoll!
  - Glas kann man nur in der heißesten Zone der Teclubrennerflamme anschmelzen (Klärung mit Hilfe der Hausaufgabe, des Buches, ca. 1200°C über dem Innenkegel der nicht leuchtenden Flamme);
  - Glas schmilzt nicht bei einer bestimmten Temperatur, wird über einen weiten Bereich plastisch verformbar („Wird das Glas beim Erhitzen flüssig?“);
  - Glas ist schnell wieder zäh und bricht dann beim gewaltsamen Verbiegen leicht;
  - ein einmal verbogenes Werkstück lässt sich nicht wieder herstellen;
  - Glas leitet Hitze schlecht und bleibt deshalb auch lange empfindlich heiß.
7. Aufräumen und Hausaufgabe: Wie wird Glas hergestellt?

## Glasrohre verbiegen

**Zuallererst: Die Enden der Glasrohre anschmelzen, damit sie nicht mehr scharfkantig sind.**



### Vorsicht:

- Glas wird sehr heiß
- nicht mit Druck biegen
- nur auf der Unterlage ablegen
- gut abkühlen lassen

#### 4. Selbstverantwortung im Umgang mit Glas

Die Erziehung zur Selbstverantwortung beginnt beim Bewusstsein über den Preis des „Verbrauchsmaterials“ und kann durch die Verpflichtung zum Schadensersatz bei unumsichtigem Verhalten gefördert werden. Eine Kopie aus einem Lernmittelkatalog kann als Folie gezeigt werden (ein Beispiel für eine Zusammenstellung ist im Folgenden abgebildet).

Einige Stoffeigenschaften von Glas wurden bereits beim Glasbiegen erfahren. Diese Erfahrungen werden konkretisiert und die Gefährdungen durch unsachgemäßen Umgang demonstriert.

1. Hausaufgabenkontrolle;
2. Filmvorführung zur Glasherstellung: Ausschnitt aus dem Katalog der Mediendatenbank des Landesinstituts Hamburg:

##### **Glasherstellung - Die Grundlagen 42 10250**

14 f VHS-Videokassette D 1994

Die wichtigsten Ausgangsstoffe für die Herstellung von "Normalglas" sind Sand, Soda und Kalk sowie ein hoher Anteil an Altglas. Neben der industriellen Herstellung und Wiederverwertung von Behälterglas werden mit Hilfe von Trickaufnahmen die Bildung von Glas sowie das besondere Schmelzverhalten dieses amorphen Feststoffes erklärt.

3. die Schülerinnen und Schüler sollten in Zweiergruppen für den Beginn ein Reagenzglas mit einem Reagenzglashalter bekommen (eine Schülerin oder ein Schüler verteilt die Reagenzgläser, ein zweiter oder eine zweite die Reagenzglashalter); die Geräte zeichnen und benennen;
2. die Preise für die erhaltenen Ausführungen berechnen und notieren lassen (Größenmessung, Umrechnung auf Einzelexemplare); dazu die Folie mit Katalogausschnitt bereitstellen;
3. auf die Beschreibung der Glassorten wird eingegangen; die Dichte im Vergleich zu Wasser wird erklärt, der Ausdehnungskoeffizient als Maß für das Verhalten beim Erhitzen (relative Längenänderung je °C) und die zulässige Betriebstemperatur als sichere Grenze gegen Verformungen;
4. Es wird demonstriert, wie sich erhitztes Glas beim plötzlichen Abkühlen verhält: Ein Reagenzglas wird stark erhitzt und Wasser aus einem Becherglas hinzugefügt (Schutzbrille und Sicherheitsscheibe/Abzug). Mit einem stabileren Bruchstück, z.B. einem frisch gebrochenen Glasrohr wird Papier geschnitten (Papier mit zwei Händen durch Schülerin oder Schüler ausgespannt halten lassen und ritzen). Die Schülerinnen und Schüler erstellen ein Versuchsprotokoll. Die Deutung erfolgt mit Hilfe der Begriffe zu 5. und der Härte!

## Auszüge aus einem Katalog mit Labormaterial:

### Die Glassorten im Überblick

Glasart	Dichte g/cm <sup>3</sup>	Linearer Ausdehnungskoeffizient °K <sup>-1</sup>	Zulässige Betriebstemperatur °C
Kalk-Soda-Glas	2,50	9,1 x 10 <sup>-6</sup>	500
Borosilikat 3.3 - Glas	2,23	3,3 x 10 <sup>-6</sup>	500
Fiolax-Glas	2,34	4,9 x 10 <sup>-6</sup>	550

### Reagenzgläser

Glassorte und Ausführung	Maße mm Ø x Länge	Stück je Verpackung	Preis in €je Verpackung
Fiolax-Glas mit Bördelrand	14 x 130	100	<b>15,00</b>
	16 x 160	100	<b>11,20</b>
	18 x 180	100	<b>13,00</b>
	30 x 200	50	<b>46,50</b>
Borosilikat-Glas mit Bördelrand	14 x 130	100	<b>39,00</b>
	16 x 160	100	<b>47,00</b>
	18 x 180	100	<b>54,00</b>
Fiolax-Glas ohne Bördelrand	16 x 160	100	<b>11,20</b>
	18 x 180	100	<b>13,00</b>

### Reagenzglasgestelle



Aus Holz mit Abtropfstäbchen, Bohrung 20 mm Ø für 6 Gläser	<b>6,00</b>
Aus Holz mit Abtropfstäbchen, Bohrung 20 mm Ø für 12 Gläser	<b>6,95</b>

<b>Reagenzglashalter</b>	Aus Holz für Gläser bis 18 mmØ	<b>0,41</b>
	Aus Holz für Gläser bis 30 mmØ	<b>0,51</b>

## 5. Erfahrungen beim langsamen Erhitzen von Wasser

In der Folge prüfen die Schülerinnen und Schüler den Siedepunkt von Wasser.

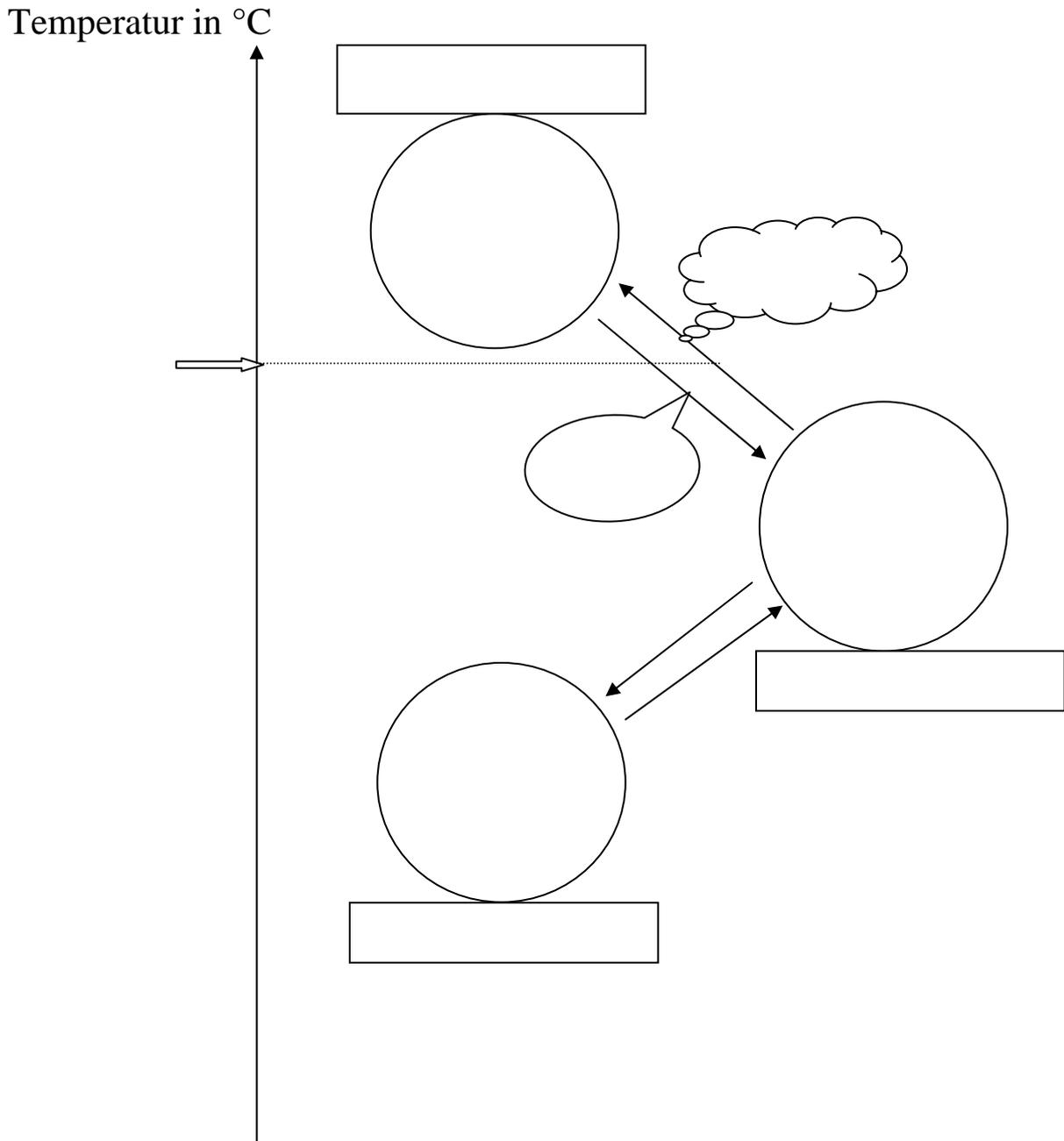
Geräte: ein Reagenzglas aus Fiolax-Glas 18 x 180 mm  
Reagenzglashalter  
Thermometer mit roter Spezialfüllung –10 bis +150°C  
selbst erstellte Glasrohre  
dazu passende Gummischlauchabschnitte  
Stopfen 17 x 21 mm mit einer Durchbohrung  
ein 200 ml Becherglas mit 50 ml Wasser

1. Geordnete Austeilung von je einem Reagenzglas mit Reagenzglashalter und Thermometer; Unterlage und Bunsenbrenner;
2. Wasserhähne auf dünnen Strahl einstellen, erst dann Reagenzgläser darunter halten und ca. 2 cm Wasser einfließen lassen, Hinweis auf Selbstverantwortung; parallel dazu Anschluss und Anzünden der Bunsenbrenner;
3. Erklärung zum Gebrauch des Thermometers durch eine Schülerin oder einen Schüler mit Korrektur durch die Lehrerin bzw. den Lehrer; zu beachten ist, dass
  - die Schutzbrillen verwendet werden;
  - das Thermometer aus der Hülle genommen wird, in die es nach Gebrauch sauber und trocken wieder gebracht wird;
  - das Thermometer langsam bis auf den Boden des Reagenzglases aufgesetzt wird;
  - es so positioniert wird, dass die Temperatur ablesbar ist;
  - die Reagenzglasöffnung nicht auf Personen gerichtet ist.

Auftrag: bei kleiner, entleuchteter Flamme langsam bis zum Sieden erhitzen → VA

4. VB: Die Schülerinnen und Schüler formulieren den Phasenübergang mit einem eng umgrenzten Siedepunkt, bei dem die Temperatur nicht weiter steigt, solange Wasser vorhanden ist.
5. Mit Hilfe des Buches wird die Beschriftung eines Phasendiagramms von Wasser durchgeführt. Als Vorlage kann die folgende Abbildung dienen.
6. Die Versuchsdeutung erfolgt mit einem einfachen Teilchendiagramm. In den oberen Kreis (gasförmig) des Phasendiagramms werden einzelne und doppelte Kreise für Wasserteilchen gezeichnet. In den mittleren Kreis kommen Verbände aus 3 bis 12 Wasserteilchen. Der Zusammenhang mit Temperatur und damit Bewegung wird besprochen.
7. Als Hausaufgabe kann die Ergänzung des festen Aggregatzustands im Diagramm mit entsprechenden Begriffen für die Übergänge der Phasen durchgeführt werden.

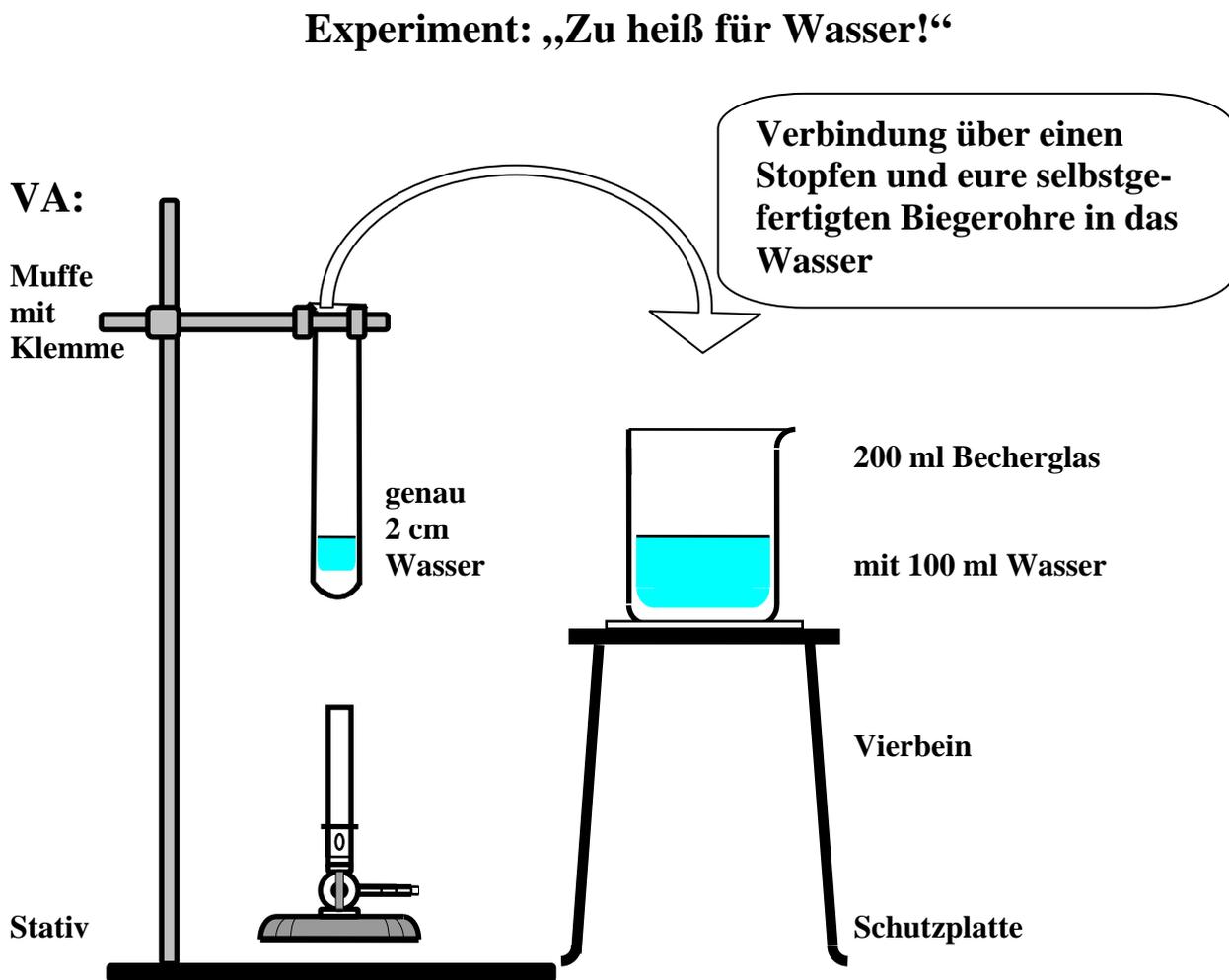
# „Dem Wasser wird es zu warm!“



## 6. Erfahrungen beim schnellen Erhitzen von Wasser

Die Schüler und Schülerinnen erleben einen Siedeverzug.

1. Hausaufgabenkontrolle, Ergänzungen am Phasendiagramm von Wasser;
2. mit den selbst erstellten, gebogenen Glasrohren, einem einfach durchbohrten Stopfen und Verbindungsstücken aus Gummischlauchabschnitten wird in etwa die Apparatur der Abbildung (als Folie auflegen und skizzieren lassen) aufgebaut. Vorsicht Verletzungsgefahr: es ist darauf hinzuweisen, dass beim Zusammenbauen unbedingt Scher- und Hebelwirkungen zu vermeiden sind (Teile in kurzem Abstand mit aufgeschnittenem Schlauchstück um die Finger halten und schieben), da gebogenes Glas Schwachstellen hat; Rohre nicht voll durch die Stopfen schieben;
3. erst nach genehmigtem Aufbau wird das Wasser im Reagenzglas (ein Daumen breit) bei großer, entleuchteter Flamme schnell **von der Seite** bis zum Sieden erhitzt; es soll die Erfahrung des Siedeverzugs gemacht werden; Unterlage und Schutzbrille; Versuchsbeobachtungen notieren; Gaszufuhr nach Siedeverzug abstellen lassen;
4. Deutung mit Hinweisen auf das Inhaltsverzeichnis des Buchs zu den Begriffen Aggregatzustand und Siedeverzug, Teilchendarstellung als Hausaufgabe.



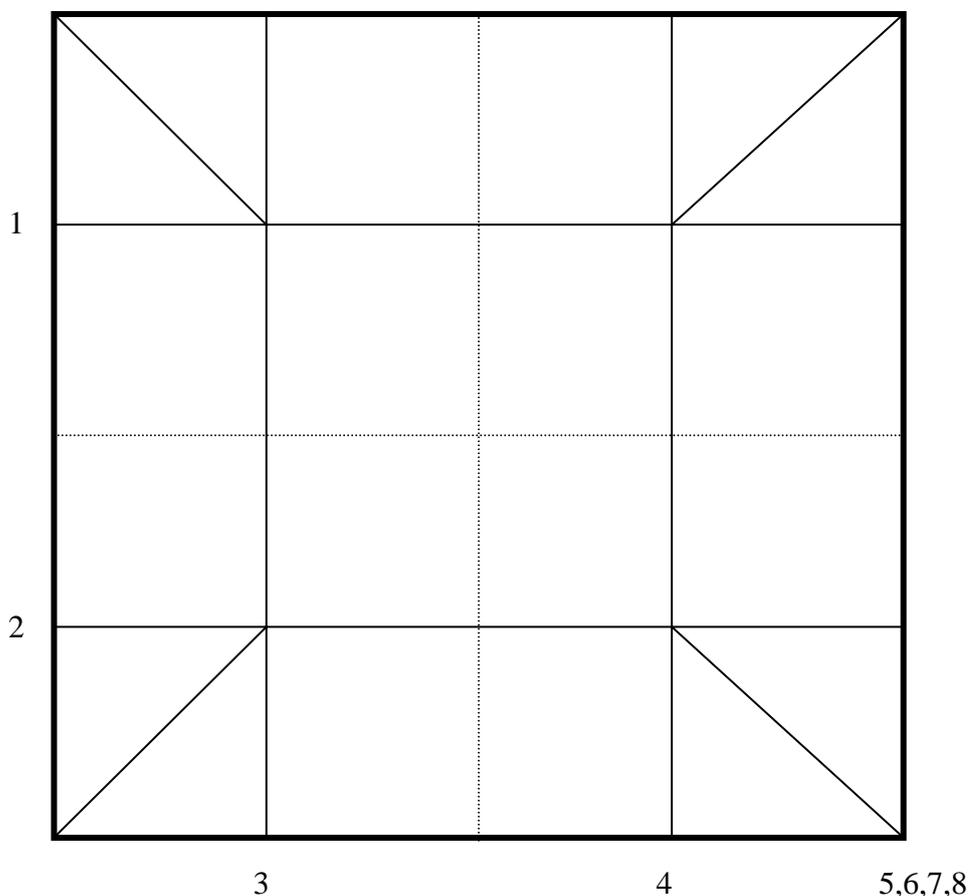
## 7. Ein seltsamer Kochkessel

Die folgende Unterrichtsidee ist dem Buch „Chemie ganz einfach“ von Hermann Raaf, erschienen im Kosmos/Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1982, entnommen. Benötigt werden für jede Gruppe ein quadratisches Stück Schreibpapier (mit der Schneidemaschine auf DIN A4-Breite in der Länge zuschneiden) und vier Büroklammern.

Nach der Vorlage (auf Folie projizieren) werden die Faltungen vorgenommen (die zwei gepunkteten Linien sind Hilfsfalten) und eine quadratische Schachtel an den Ecken mit den Büroklammern zusammengesteckt. Die Schüler füllen ca. 2 cm hoch Wasser ein und erhitzen mit entleuchteter aber nicht voll aufgedrehter Flamme den seltsamen Kochkessel auf einem Dreibein über einem Drahtnetz mit Keramikeinpressung oder noch beeindruckender einem Eisen-drahtdreieck mit Tonröhrchen. Die Flamme darf nicht die Seitenteile des Kochkessels oder die Ecken mit den Büroklammern erreichen. Die Gründe hierfür sollten nach der Deutung besprochen werden.

Das Experiment zeigt zur Verblüffung der Lerngruppe, dass man über offener Flamme in Papier Wasser bis zum Kochen erhitzen kann. Bei der Deutung werden die Begriffe Entzündungstemperatur (für Papier bei über 200°C) und Wärmeleitfähigkeit eingebracht. Durch das Experiment erfahren die Schüler, wie Wärmeenergie in Bewegungsenergie umgewandelt wird und sollten das durch eine entsprechende Teilchendarstellung mit Bewegung der vorgegebenen Fasern von Cellulose im Papier erklären können. Eine interessante Versuchsvariante wäre die Zugabe eines Teebeutels.

### Faltschema



## 8. Kartoffelklöße „halb und halb“

Zur Vertiefung der Kenntnisse über Stoffeigenschaften kann eine Stunde mit dem Kochen roher Kartoffelklöße verbracht werden (PdN-Ch 4/49, 2000, S. 46). Dafür benötigt man eine Packung „halb und halb Klöße“, den Teig bereitet man vor den Schülerinnen und Schülern zu und gibt dann jeder Vierergruppe einen gehäuften Esslöffel in kochendes Wasser :

1000 ml Becherglas mit 600 ml heißem Wasser aus dem Durchlauferhitzer, ein gestrichener Teelöffel Salz, auf dem Vierbein über dem Teclubrenner mit Schutzplatte bis zum Kochen erhitzt. Nach dem Aufkochen mit dem Kloß wird die Hitze so weit zurückgenommen, dass das Wasser gerade nicht siedet. Nach ca. 10 Minuten (größenbedingt evtl. kürzere Garzeit) wird der Kloß entnommen und sofort aufgeschnitten.

VB: Der Kloß sinkt zu Boden, schwimmt später an der Oberfläche. Beim Aufschneiden dampft er.

VD: Der Teig geht unter, da er eine höhere Dichte als das Salzwasser besitzt. Die Siedetemperatur von Salzwasser übersteigt  $100^{\circ}\text{C}$ , dabei wird das Wasser im Knödelteig dampfförmig. Da der Teig die Dampfblasen festhält, dehnt er sich aus. Der gare Kloß ist damit locker und besitzt eine geringere Dichte als das Salzwasser. Beim Aufschneiden entweicht der Wasserdampf.

Das Experiment kann in arbeitsteiligen Gruppen modifiziert werden: Salzwasser in höheren Konzentrationen, Erhitzen des Kloßes in warmem Wasser etc. (Schülerideen einholen, z.B. über die „Platzdeckchenmethode“). Auf jeden Fall wird anschaulich die Dichte erfahren. Es empfiehlt sich, das Rezept vorab auszuprobieren, da nicht jede Marke bzw. Charge gleich ist. Werden frische Bechergläser verwendet, so kann hier auch ausnahmsweise probiert werden.

Zum Abschluss kann man zur Verblüffung der Schülerinnen und Schüler tiefgefrorene Zuckerwasser- oder Salzwasserwürfel neben normalen Eiswürfeln in Wasser werfen und zuhause die Deutung erstellen lassen. Dabei verrät man nicht die unterschiedliche Zusammensetzung.

## 9. Erhitzen von Ammoniumchlorid

1. Nach der Besprechung der „Denkzettel“ lässt man geordnet Bunsenbrenner und Unterlagen austeilen.
2. Der Lerngruppe wird mitgeteilt, dass sie heute einen besonderen Stoff mit Namen Ammoniumchlorid erhitzen werden. Auf Folien hat man die Gefahrensymbole kopiert (z.B. von <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/Gefahren.htm>), die RS-Sätze (z.B. <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/RSSaetze.htm#S61>) und die entsprechenden Chemikalienhinweise zu Ammoniumchlorid:

<b>Name:</b>	AMMONIUMCHLORID
<b>Entsorgung:</b>	<u>14</u>
<b>WGK:</b>	1 - schwach wassergefährdender Stoff
<b>R-Sätze:</b>	<b>22</b> gesundheitsschädlich beim Verschlucken. <b>36</b> reizt die Augen.
<b>S-Sätze:</b>	<b>22</b> Staub nicht einatmen.
<b>Gefahrenhinweise:</b>	Xn - gesundheitsschädlich

Die Bedeutung des Gefahrenhinweises und der RS-Sätze wird kurz besprochen

3. Das Ammoniumchlorid wird unter vorheriger Anleitung durch eine gewissenhafte Schülerin oder einen gewissenhaften Schüler ausgeteilt (je eine gehäufte Spatelspitze). Dazu stellt sich je eine Schülerin oder ein Schüler einer Vierergruppe mit einem Reagenzglas an. Gleichzeitig besorgt die zweite Person eine Unterlage und die dritte Person holt den Brenner und schließt ihn an. Die vierte Schülerin oder der vierte Schüler einer Gruppe ist vorerst Protokollantin bzw. Protokollant und schreibt den Versuchsaufbau ab (s. Vorlage für die Folie).
4. Die Beobachtungen von verschiedenen Gruppen werden auf der Folie gesammelt und von allen Schülerinnen und Schülern notiert.
5. Zur Deutung des Verhaltens von Ammoniumchlorid wird zunächst das Phasendiagramm (s.u.) ausgefüllt.
6. Für die Deutung des Verhaltens von Wasser mit Ammoniumchlorid wird das Teilchenmodell herangezogen und die Stoffeigenschaft „Löslichkeit“ eingeführt. Hier können vereinfacht für Ammoniumchlorid zwei verschiedenfarbige Kugeln verwendet werden, die man an der Tafel mit Wasserverbänden einzeln umgibt.

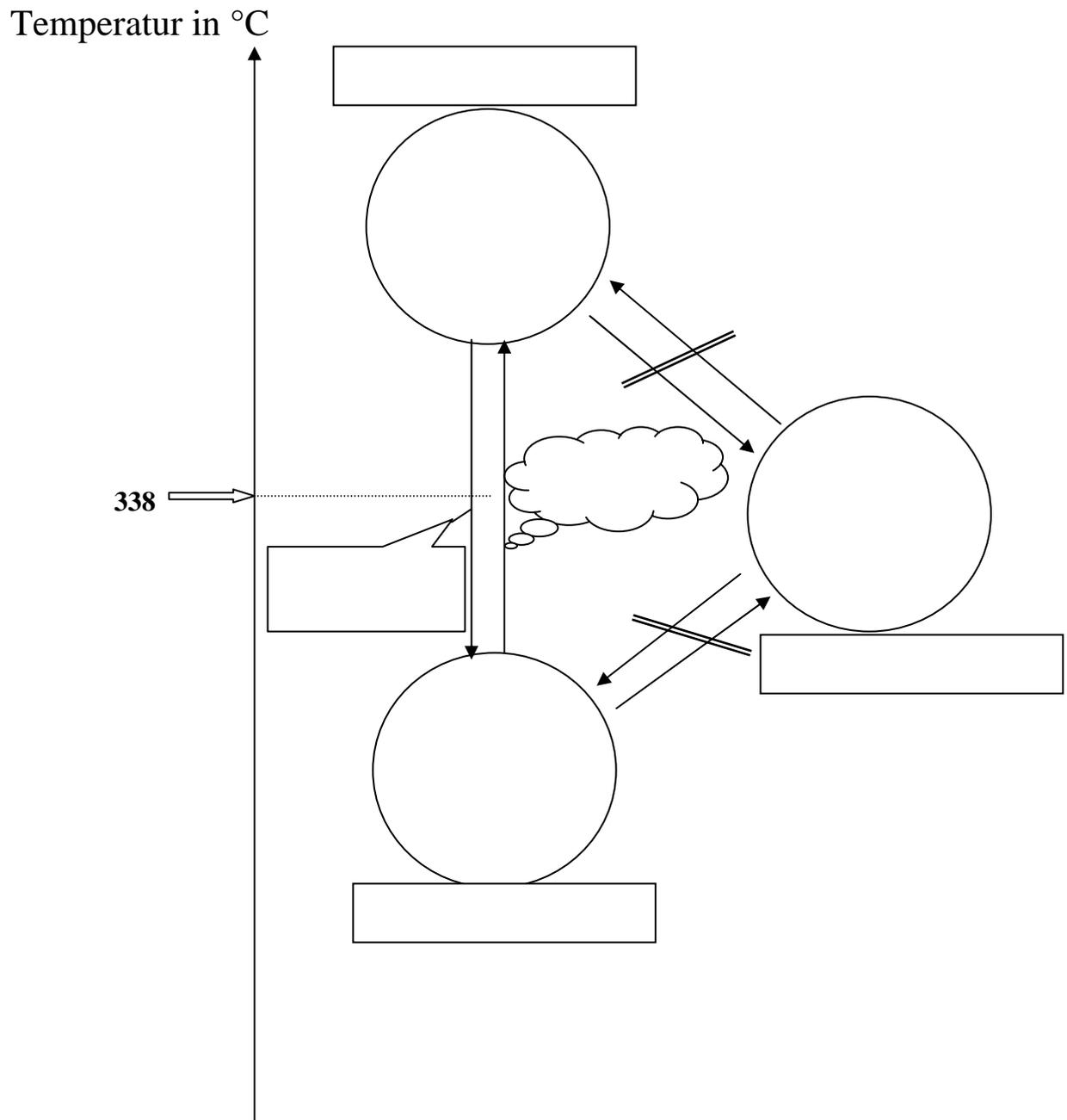
## „Was macht denn das Ammoniumchlorid?“

Versuchsaufbau	Versuchsbeobachtungen	Versuchsdeutungen
<b>A: Erhitze den Boden des schräggehaltenen Reagenzglas</b>		
<b>B: Erhitze eine weiße Stelle</b>		
<b>C: Gib zum abgekühlten Reagenzglas vorsichtig nur 1 cm hoch Wasser</b>		
<b>D: Erhitze bis zum vollständigen Verdampfen des Wassers</b>		
<b>E: Gib zum abgekühlten Reagenzglas vorsichtig 5 cm hoch Wasser</b>		

## Beispiellösung: „Was macht denn das Ammoniumchlorid?“

Versuchsaufbau	Versuchsbeobachtungen	Versuchsdeutungen
<b>A: Erhitze den Boden des schräggehaltenen Reagenzglas</b>	Das Ammoniumchlorid wird weniger und weißer Rauch steigt auf, an den Reagenzglaswänden weißer, kristalliner Niederschlag	Das Ammoniumchlorid geht direkt vom festen in den gasförmigen Zustand über und umgekehrt – Sublimation und Resublimation
<b>B: Erhitze eine weiße Stelle</b>	s. A	Es hat keine Stoffänderung stattgefunden, der Vorgang lässt sich wiederholen, Teilchendarstellung
<b>C: Gib zum abgekühlten Reagenzglas vorsichtig nur 1 cm hoch Wasser</b>	Das Ammoniumchlorid verschwindet vollständig im Wasser	Es findet eine Lösung statt, homogenes Gemisch fest in flüssig, Teilchendarstellung
<b>D: Erhitze bis zum vollständigen Verdampfen des Wassers</b>	Wasser verdampft und eine weiße kristalline Substanz bleibt zurück, die unter Bildung eines weißen Rauchs sublimiert/resublimiert	Ammoniumchlorid hat sich in Lösung nicht verändert und lässt sich durch Abdampfen unverändert zurückgewinnen
<b>E: Gib zum abgekühlten Reagenzglas vorsichtig 5 cm hoch Wasser</b>	Das Ammoniumchlorid verschwindet wieder vollständig im Wasser	Auch dieser Vorgang lässt sich wiederholen, gute Löslichkeit von Ammoniumchlorid

# „Dem Ammoniumchlorid wird noch wärmer!“





**Coca-Cola®**



**Mehr als ein Erfrischungsgetränk**

**Eine Unterrichtseinheit**

**für den**

**Chemie-Anfangsunterricht**

aus dem **CHiK**-Set Hamburg 2004/2005

Frank Boehnke, Christoph Borr, Christa Grimm, Volker Heldmann, Günter Kleinert,  
Sigrid Meyer-Welzk, Dr. Maximilian Schäffler, Heide Upowsky, Stefan Zoerner,  
Koordination: Dagmar Henkel

## **Vorbemerkungen:**

Die vorliegende Unterrichtseinheit wurde im Rahmen des BMBF-Projekts „Chemie im Kontext“ (CHiK), angelehnt an die Materialien von Schmidt/Parchmann/Rebentisch und an die Ausarbeitungen der niedersächsischen CHiK-Arbeitsgruppe, für den Chemieanfängsunterricht erstellt und an mehreren Hamburger Gymnasien und Gesamtschulen erprobt.

Ziel der Einheit ist es, Schülerinnen und Schüler in die spezifischen Denk- und Arbeitsweisen der Chemie einzuführen und die Bedeutung chemischer Kenntnisse sowie ihre Nutzbarkeit im Alltag an einem Beispiel deutlich zu machen. „Coca-Cola“ bietet die Möglichkeit, die klassischen Themen des Chemieanfängsunterrichts unter einem gemeinsamen Dach aufzugreifen. Ergänzungen oder Vertiefungen aus bewährten Konzepten sind jederzeit möglich und zum Zweck der Strukturierung auch erwünscht. Wesentliches Merkmal des Unterrichts nach dem ChiK-Konzept ist nicht nur das Anknüpfen an Schülererfahrungen und der Einsatz vielfältiger Methoden, sondern auch das ausdrückliche Einbeziehen von Schülerfragen und -ideen in die Planung des Unterrichtsverlaufs. Insofern hängt der benötigte Zeitrahmen für die Einheit eng mit den je nach Vorlieben der Lehrkraft oder der Schüler gewählten Themen und Exkursen und sowie mit den gewählten Methoden zusammen. Der Kontext „Coca-Cola“ ist nach den bisherigen Erfahrungen 10-12 Wochen tragfähig.

Einige wenige Voraussetzungen sind für diese UE erforderlich: die Kenntnis gängiger Geräte, z.B. des Gasbrenners, und die Belehrung über die Sicherheitseinrichtungen im Chemieraum bzw. das sichere Experimentieren (s. Beispiel „Sicherheit im Chemieunterricht“). Das Verständnis der Aggregatzustände, deren Übergänge sowie deren Erklärung mit einem einfachen Teilchenmodell (s. Beispiel „Das Teilchenmodell“) sind nützlich, können inhaltlich aber auch erst während der UE angesprochen werden. Insgesamt lässt sich mit der UE der Themenbereich 8-1 „Stoffe und ihre Eigenschaften“ und ein Einstieg in 8-2 „Chemische Reaktionen“ des Hamburger Rahmenplans abdecken.

Im Folgenden wird der vorgesehene Unterrichtsgang beschrieben, der zunächst den Geschmack als nichtspezifische Eigenschaft entlarvt und danach durch die Untersuchung der Eigenschaften und Inhaltsstoffe von Coca-Cola das Aufstellen von

Stoffsteckbriefen und Einblick in gängige Trennverfahren von Gemischen ermöglicht. Dabei haben alle Schüler-Arbeitsblätter einen einheitlich aufgebauten Kopf erhalten, der neben dem eigentlichen Thema auch immer den Kontext in Form eines Logos beinhaltet, so dass der Bezug zum Rahmenthema „Coca-Cola“ jederzeit vor Augen geführt wird, z.B.

 <p>CHiK Chemie im Kontext Klasse 8</p>	<p><b>Thema</b></p>	
--	---------------------	---

Die Verwendung des bei Schülerinnen und Schülern überaus beliebten Getränks bedingt eine hohe Alltagsrelevanz und Lebensnähe. Freude am Experimentieren und das Entwickeln und Diskutieren eigener Vorstellungen können gefördert werden. Variable Arbeits- und Sozialformen und viel Eigentätigkeit tragen im Rahmen des Kontextes „Coca-Cola“ dazu bei, Motivation und Interesse über einen längeren Zeitraum wach zu halten.

## Übersicht über die Unterrichtseinheit:

	<b>kontextlicher Inhalt</b>	<b>chemischer Inhalt</b>
<b>Begegnungs- und Neugierphase</b>	<b>OHP-Vorlage: Ein Vorkoster in Not</b>  <b>Geschmacksproben mit verschiedenen Cola-Sorten</b>	<b>Stoffeigenschaft Geschmack?</b>
<b>Planungsphase</b>	<b>OHP-Vorlage:</b> <b>Die Chemie ersetzt den Vorkoster</b>  <b><u>Sammlung und Strukturierung von Vorschlägen, die zur Untersuchung von Coca-Cola führen,</u></b> z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wie viel Zucker ist in Coca-Cola?</li> <li>○ Welche „Zutaten“ enthält Coca-Cola?</li> <li>○ Welche Wirkung hat Coca-Cola, z.B. auf Fleisch?</li> <li>○ Was geschieht beim Erhitzen von Coca-Cola?</li> <li>○ ...</li> </ul>	
<b>Erarbeitung I</b>	<b>Warum schmeckt etwas süß?</b>  <b>Wie viel Zucker ist in Coca-Cola?</b>	Teilchenmodell Schlüssel-Schloss-Prinzip  Dichte Löslichkeit, Konzentration
<b>Erarbeitung II</b>  <b>Gruppenarbeit</b>  <b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Plakaten / Referaten als Endprodukten</b>	<b>Experimente mit Coca-Cola:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eindampfen verschiedener Sorten</li> <li>○ Siedekurven</li> <li>○ Destillation</li> <li>○ Entfärbung von Coca-Cola</li> <li>○ ...</li> </ul> <b>Zutaten von Coca-Cola</b> A: Zucker B: Kohlensäure C: Phosphorsäure D: Koffein / Süßstoffe E: Zuckercouleur F: Geschichte G: Rezeptur H: Gesundheit	Aggregatzustände und Übergänge, Erklärung mit dem Teilchenmodell Schmelz- und Siedepunkte von Stoffen  Trennmethoden  Eigenschaftskombinationen / „Steckbriefe“ Nachweisreaktionen  <b>Basiskonzepte:</b> • Stoff-Teilchen-Konzept
<b>Vertiefungs- und Vernetzungsphase</b>  <b>Lehrbucharbeit</b>	Dekontextualisierung	Charakterisierung chemischer Reaktionen  Grundbegriffe chemischer Reaktionen

## 1. Begegnungs- und Neugierphase

Zeitbedarf: 1 Unterrichtsstunde

Materialien: OHP-Vorlage: Ein Vorkoster in Not,  
Arbeitsblatt: Der Geschmackssinn auf dem Prüfstand,  
3 Flaschen verschiedener Cola-Sorten (z.B. Cola-Classic, Cola-Light,  
Cola-Koffeinfrei) ohne Etiketten,  
1 Plastikbecher (20 ml) pro Schüler,  
OHP-Vorlage: Auswertung der Geschmacksproben.

Methoden: Unterrichtsgespräch, Schülerexperiment

Schülerinnen und Schüler werden mit einem aus einem Asterix-Heft abgewandelten Comic konfrontiert. Fragen nach Einsatz und Aufgaben von Vorkostern regen an, über Möglichkeiten und Grenzen des Geschmackssinns zu sprechen. Eine Geschichte über versehentlich (!) von Coca-Cola-Flaschen abgelöste Etiketten führt zu dem Wettstreit, ob die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Sorten unterscheiden können. Die Zahl der im Handel erhältlichen Cola-Sorten ist recht groß, jedoch muss man beim Kauf der Flaschen darauf achten, dass z.T. bereits Flaschenform oder Verschluss eine eindeutige Identifizierung zulassen könnten. Bewährt haben sich die drei oben erwähnten Typen.

Die Durchführung der Geschmacksproben in Gruppenarbeit und anschließende Auswertung im Plenum zeigen in der Regel, dass nur ein Teil der Schüler die verschiedenen Sorten richtig identifizieren kann. Der Geschmackssinn erweist sich also als relativ unzuverlässig, wobei natürlich auch thematisiert werden muss, dass solche Tests im Unterricht bzw. chemischen Labor schon allein aus Sicherheitsgründen nicht mehr angewendet werden dürfen. Dies leitet über zu den Eigenschaften von Stoffen, die eine eindeutige Stoffkennzeichnung ermöglichen, und zu den Verfahren zur Ermittlung dieser Eigenschaften.

# EIN VORKOSTER IN NOT....



aus: Uderzo und Goscinny: Asterix und Kleopatra  
verändert von D. Rebentisch

## Der Geschmackssinn auf dem Prüfstand



### To be or not to be...Cola light

**Bei einer kleinen sommerlichen Party haben Jugendliche ihre Getränke zum Kühlen in eine Wanne mit kaltem Wasser gelegt. Leider haben sich nach einiger Zeit die Etiketten von den Flaschen gelöst.**

**Jenna:** „Da liegen jetzt verschiedene Cola-Flaschen; ich hatte ´ne Cola light, die ist jetzt von den anderen Cola-Flaschen nicht mehr zu unterscheiden.“

**Eva:** „Hm, ... dann wirst du wohl von allen eine Geschmacksprobe nehmen müssen.“

**Jenna:** „Kann man die geschmacklich unterscheiden?“

**Magdalene:** „Ich glaub schon...“



**Eva:** „So genau habe ich das noch gar nicht ausprobiert...“

**Christian:** „In der Light ist doch kein Zucker, ... aber diese künstlichen Süßstoffe. Schmecken die nicht irgendwie chemisch?“

**Eva:** „Was heißt hier chemischer Geschmack? In normaler Cola ist sicher auch jede Menge

Chemie...Ist ja nicht allein der Zucker, der der Cola den Geschmack gibt.“

**Jenna:** „Aber Zucker ist - glaube ich - der Hauptbestandteil, mir hat mal jemand gesagt, in einer Literflasche wären 50 Würfel Zucker enthalten...Brrrr“

**Phillip:** *lacht* „Mensch, wo bleibt euer naturwissenschaftliches Grundwissen? Cola *Liiiiight!!!* Der Unterschied liegt doch auf der Hand: sie ist leichter als eine normale...!“

**Magdalene:** „Oh Mann, das bezieht sich auf die Kalorien!“

**Jenna:** „Ihr seid ´ne echte Hilfe! Ich warne euch, ich werde gleich alle testen!“

**Eva:** „Aber mal im Ernst: wer abnehmen möchte, hätte jetzt ein ernstes Problem!“

**Jenna macht sich an die Arbeit: von jeder Flasche wird eine Kostprobe genommen.**

**Das Problem der abgelösten Etiketten hat aber auch den Rest der Gruppe neugierig gemacht: Was ist denn nun in der Cola enthalten und was in der light?**

### Aufgaben:

- 1.) Vor dir stehen die Proben 1, 2 und 3 verschiedener Cola-Sorten (Coca-Cola normal, light, koffeinfrei). „Koste vor“ und versuche zuzuordnen, in welcher Probe sich welche Cola-Sorte verbirgt!
- 2.) Schreibe die oben dargestellte Szene auf der Rückseite weiter!

 <p>Chemie im Kontext</p> <p>Klasse 8</p>	<p><b>Der Geschmackssinn auf dem Prüfstand - Auswertung</b></p>	
--	---	---

*Zuordnungen: Welche Sorte befindet sich in welcher Flasche?*

Flasche Nr.	Cola normal	Cola light	Cola koffeinfrei	des Rätsels Lösung
1				
2				
3				

Ergebnis:

## **2. Planungsphase**

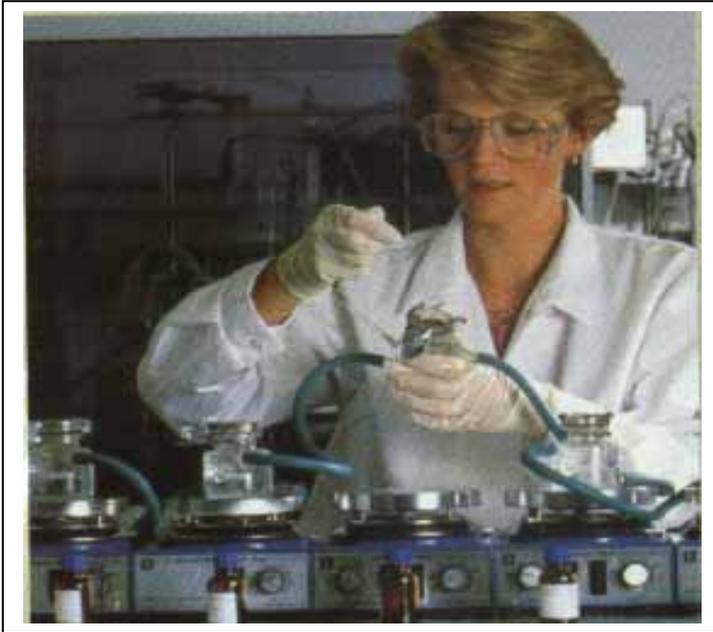
Zeitbedarf: 1 Unterrichtsstunde

Materialien: OHP-Vorlage: Die Chemie ersetzt den Vorkoster

Methoden: Brainstorming, Moderationsmethode

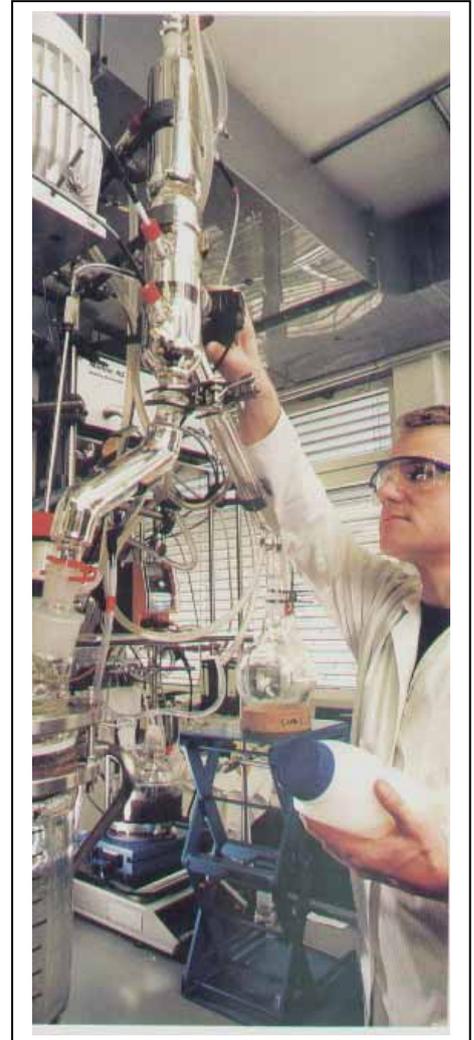
In dieser Stunde werden die Erfahrungen mit der Geschmacksprobe aufgegriffen, um Vorschläge und Ideen für weitere chemische Untersuchungen und weiterführende Fragen zu Eigenschaften und Zusammensetzung von Coca-Cola zu sammeln. Die durch ein Brainstorming gewonnenen Erwartungen können entweder auf einer Overheadfolie gesammelt oder direkt auf Karteikarten notiert und mit Magneten an der Tafel oder mit Nadeln auf einer Stellwand befestigt werden. Im Folgenden werden die Wünsche zusammengefasst und sortiert. Erfahrungsgemäß wünschen Schülerinnen und Schüler aufgrund ihrer Vorerfahrungen z.B. Aufklärung über die Süßkraft von Zucker und Süßstoff, über den Zuckergehalt von Coca-Cola, über andere Zutaten und deren Wirkung, fragen aber auch, was beim Erhitzen von Coca-Cola geschieht. Das Ordnen der Schülerfragen eröffnet so den weiteren Verlauf der Einheit. Der Ausgang dieses Brainstormings kann später immer wieder aufgegriffen werden, um Fortschritte sichtbar zu machen.

Selbst wenn fachinhaltlich in dieser Stunde wenig erarbeitet wird, hat sie große Bedeutung, da die Schülerinnen und Schüler in die Planung des Unterrichts einbezogen werden und so Verantwortung übernehmen.



Tausch- Wachtendonk, V. Chemie Stoff-Formel-Umwelt

## Die Chemie ersetzt den Vorkoster



Quelle: Bayer-AG



Häusler- Schmidkunz Natur und Technik Sek I

### **3. Erarbeitungsphase I**

Zeitbedarf: ca. 4 - 8 Stunden

Materialien: Memory: Gruppenfindung

Arbeitsblatt: Der Geschmackssinn auf dem Prüfstand (2)

Arbeitsblatt: Hintergrundinformationen zum Geschmackssinn

Informationsblatt: Formeln von drei Süßstoffen und Koffein

Arbeitsblatt: Dichtebestimmung von Coca-Cola und Cola-Light

Arbeitsblatt: Zuckergehalt von Coca-Cola

Methoden: Schülerexperimente, Gruppenarbeit

Die erste Erarbeitungsphase wird u.a. durch die Schülerfragen „Warum schmeckt etwas süß?“ und „Wie viel Zucker enthält Coca-Cola?“ motiviert. Die zugehörigen Experimente werden in Gruppen von maximal vier Schülerinnen und Schülern durchgeführt. Zur Gruppenfindung hat die Projektgruppe ein Memory mit zwölf verschiedenen Motiven zusammengestellt, das je nach Schülerzahl zu einem Kartenspiel vervielfältigt werden kann, aus dem jeder eine Karte zieht. Schülerinnen und Schüler, die das gleiche Motiv gezogen haben, bilden eine Gruppe

Am Beispiel laufend verdünnter Zuckerlösungen werden die chemischen Begriffe „Stoffgemisch“, „Lösung“, „Lösungsmittel“, „gelöster Stoff“ deutlich und es findet eine erste Begegnung mit Konzentrationsangaben (g/L oder %) statt. Tabellen aus dem Lehrbuch belegen, dass die Löslichkeit eine spezifische Stoffeigenschaft ist.

Die Verdünnungen und die Geschmacksproben der Zucker- bzw. Colalösungen sind zeit- und materialintensiv. Immerhin muss man für jede Schülergruppe zehn Probierbecher sowie zwei saubere, für Lebensmittel geeignete Messzylinder bereitstellen. Die Versuche zeigen dann wiederum die Grenzen des Geschmackssinns auf und erlauben die weiterführende Frage nach den Methoden der Chemie, um geringe Stoffmengen nachweisen zu können. Gleichzeitig bieten die Informationen zur Funktion des Geschmackssinns die Möglichkeit, ein erstes Teilchenmodell einzuführen, sofern dies noch nicht geschehen ist (s. Beispiel „Das Teilchenmodell“). Selbstverständlich ist hier zur Unterstützung die altbekannte Volumenverringerung beim Mischen von Alkohol und Wasser nebst zugehörigem Modellexperiment ohne Weiteres einsetzbar.

In einem Fall sind Schüler sogar auf die Idee gekommen, Formeln der Süßstoffe im

Internet zu recherchieren, so dass eine Erklärung des süßen Geschmacks von Zucker und Süßstoff mit Hilfe des Schlüssel-Schloss-Prinzips möglich wurde.

Das Teilchenmodell lässt sich sodann auf die Aggregatzustände und auf den Lösungsvorgang anwenden und erlaubt beim Betrachten der Auflösung von Zucker auch, deren Abhängigkeit von Zerteilungsgrad oder Temperatur zu untersuchen. Schülerinnen und Schüler haben dabei die Gelegenheit, untereinander die Einflüsse auf die Lösungsvorgänge zu diskutieren und zu erklären.

Den Zuckergehalt in Coca-Cola ermitteln Schülerinnen und Schüler in Gruppenarbeit mit Hilfe einer Eichgerade der Dichte verschieden konzentrierter Zuckerlösungen und den Eintrag der Dichte von abgestandener Coca-Cola bzw. Cola-Light. Hier fällt also die Dichte als spezifische Stoffeigenschaft ab. Je nach Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler (s. Rahmenplan Physik, 7/8-4) ist eine genauere Betrachtung der Dichte erforderlich – unterstützend können Dichteuntersuchungen von Feststoffen, Flüssigkeiten, Rechenaufgaben und zugehörige Lehrbuchseiten eingesetzt werden.

Der mit 12 % bestimmte Zuckergehalt ist für Schülerinnen und Schüler sehr eindrucksvoll zu veranschaulichen, indem die in einer Cola-Dose (0,33 l) enthaltene Menge durch 14 Zuckerwürfel dargestellt wird. In einer Klasse mit figurbewussten Schülerinnen wurde daraufhin sogar die Frage gestellt und mit Hilfe einiger Umrechnungen beantwortet, wie lange man joggen muss, um den aufgenommenen Zucker wieder abzubauen!

### Gruppenfindung

Motive, die als Kartenspiel (Motiv jeweils dreimal oder zweimal) für die Gruppenzusammensetzung herangezogen werden können.



## Der Geschmackssinn auf dem Prüfstand (2)



*Hinweis: Der Geschmackstest kann im Klassenraum stattfinden; wenn die Kostprobe jedoch im Chemieraum unternommen wird:*

**Ausnahme:** Da bei diesem Versuch besondere Geräte verwendet werden, ist das Kosten ausnahmsweise auch im Chemieraum erlaubt: Achte auf besonders saubere Tische und lege zur Sicherheit noch ein Reinigungspapier unter den Testbecher! Arbeite sauber und gewissenhaft!

### Demonstration:

Es werden 35 Würfel Zucker auf 500ml Wasser gelöst. Ein Stück Zucker wiegt \_\_\_\_g. Coca Cola enthält dieselbe Menge Zucker.



### Aufbau:

#### Geräte:

3 Gläser für Cola, Zuckerlösung und Wasser (0,2 l),  
10 Probebecher für die Verdünnungen,  
2 für Lebensmittel geeignete Messzylinder (25 ml),

Materialien: Augenbinde (Tuch o.ä.),

Chemikalien: Zuckerwürfel, Cola, Wasser.

### Durchführung:

1. Teste den Geschmack der vorbereiteten Zuckerlösung, teste zum Vergleich auch noch einmal Cola!
2. Verdünne die Zuckerlösung um das 2fache, 3-, 10-, 100-, und 1000fache und mache hier den Geschmackstest (mit verbundenen Augen).  
Gruppe A: Beginne mit der niedrigsten Konzentration!  
Gruppe B: Beginne mit der höchsten Konzentration!  
Kannst du die Verdünnungen unterscheiden? Kannst du den gelösten Zucker noch schmecken? Notiere!
3. Verfahre genauso mit den Verdünnungen von Coca Cola!
4. Zusatzversuch: Lege ein Stück Zucker auf deine Zunge und prüfe den Geschmack! Gib anschließend etwas Wasser hinzu und beschreibe bzw. vergleiche die Geschmacksempfindungen!

### Aufgaben:

- 1.) Protokolliere die Ergebnisse der einzelnen Versuche!
- 2.) Das Lösen von Zucker ist dir aus dem Alltag bekannt. Wodurch lässt sich das Lösen von Zucker in Wasser beschleunigen? Nenne verschiedene Möglichkeiten!
- 3.) Möglicherweise hast Du im Biologie-Unterricht bereits das Thema „Geschmackssinn“ behandelt. Wie könntest du die Ergebnisse der einzelnen Versuche mit Hilfe dieses Wissens erklären?
- 4.) Berechne die Konzentration der Zuckerlösung in g/L. Berechne auch die Konzentration der Verdünnungen. Halte deinen Rechenweg genau fest.
- 5.) Die Zuckerlösung ist klar und farblos: Weshalb schmeckst du etwas, was du nicht mehr siehst?

 Klasse 8	<h2>Der Geschmackssinn auf dem Prüfstand (2)</h2>	
---	---	---

### Mischungen für die Prüfung des Geschmackssinns:

Stammlösungen: Zucker-Stammlösung: **SZ**  
 Cola-Stammlösung (normale Cola): **SC**

Lösung	Mischverhältnis SZ bzw. SC zu Wasser	Volumen SZ oder SC	Volumen Wasser	Gesamt-volumen	Verdünnung
I	1:1	10 mL	10 mL	20 mL	1:2 (2fach)
II	1:2	10 mL	20 mL	30 mL	1:3 (3fach)
III	1:9	10 mL	90 mL	100 mL	1:10 (10fach)
IV	0,1:9,9	1 mL	99 mL	100 mL	1:100 (100fach)
V	0,01: 9,99	1 mL	999 mL	1000 mL	1:1000 (1000fach)
V	oder	10 mL Lösung aus IV	90 mL	100 mL	s.o

Das **Verhältnis** gibt die Volumenanteile der beiden jeweiligen Bestandteile eines Gemisches an (die Summe der beiden Volumina ergibt dann das Gesamtvolumen).

Die **Verdünnung** gibt den Volumenanteil eines Bestandteils bezogen auf die Gesamtmenge an.

#### Beispiel:

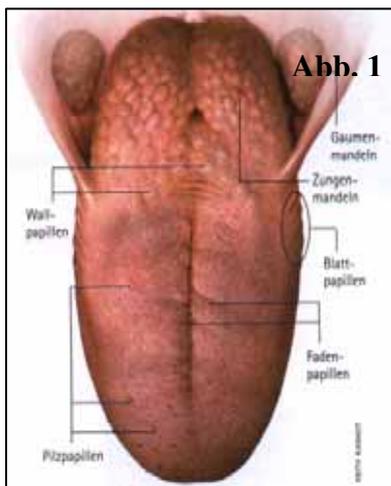
*Für Lösung I werden gleiche Teile Stammlösung und Wasser gemischt. Das bedeutet, dass das Verhältnis von Stammlösung und Wasser 1:1 beträgt.*

*Bezogen auf das Gesamtvolumen von 20 mL sind nur 10 ml Stammlösung in Lösung I enthalten, deshalb ist die Verdünnung der Stammlösung  $10 \text{ ml} : 20 \text{ mL} = 1:2$ .*

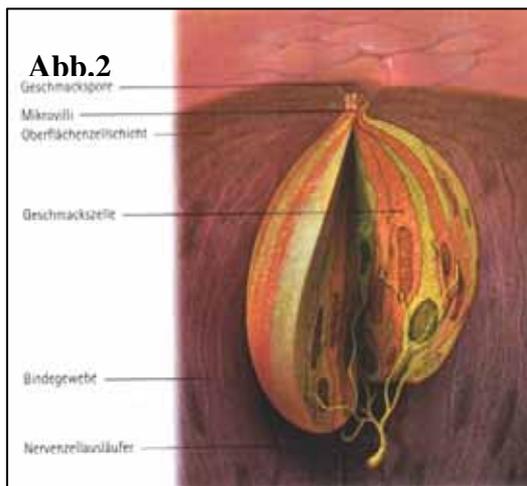
## Hintergrundinformationen zum Geschmackssinn



Das Phänomen des süßen Geschmacks beschäftigt den Menschen nachweislich schon seit der Antike. Wie Geschmackszellen Substanzen wie beispielsweise Zucker erkennen, beginnen Forscher aber erst jetzt zu verstehen. Die Sinneszellen für den Geschmack liegen in kleineren Wölbungen, den Geschmackspapillen in der Schleimhaut der Zungenoberfläche. Abbildung 1 zeigt die Struktur der Zungenoberfläche mit verschiedenen Papillen. In diesen Papillen liegen die Geschmacksknospen eingebettet. Abbildung 2 zeigt eine aufgeschnittene Geschmacksknospe, in die die Sinneszellen eingebettet liegen.



**Abb. 1**



**Abb. 2**

**Abb. 1:**

Geschmackspapillen auf der Zungenoberfläche

**Abb. 2:**

Geschmacksknospe im Längsschnitt

\* Mikrovilli:  
fingerförmige Zellfortsätze

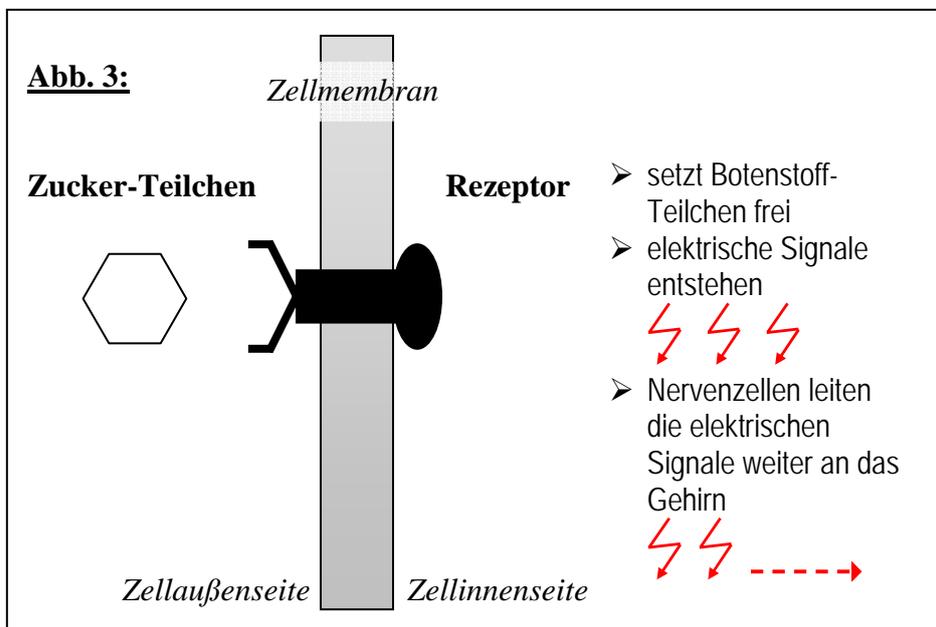


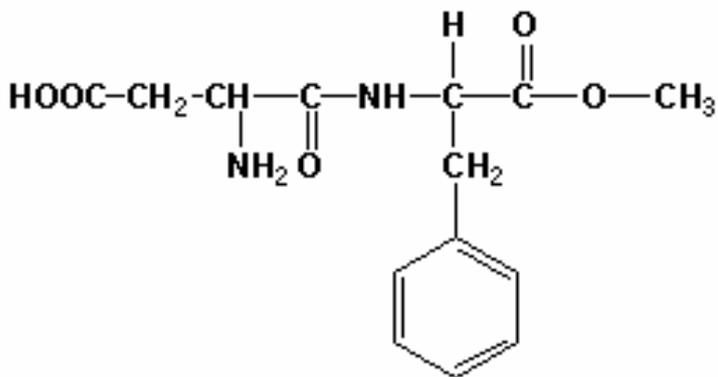
Abb. 1, 2 aus, Abb. 3 verändert nach  
**Spektrum 7/2001:**  
**D.V. Smith, R.F. Margolskee:**  
**Das Geheimnis des Geschmackssinns, S: 38-46**

Der Mensch kann mindestens zwischen vier verschiedenen **Geschmacksqualitäten** unterscheiden: süß, sauer, salzig und bitter. Eine fünfte Geschmacksrichtung (Glutamatempfindung „Umami“) wird angenommen. Für jede dieser Geschmacksqualitäten weisen Sinneszellen bestimmte Erkennungsstrukturen auf. Abbildung 3 zeigt das Funktionsprinzip solcher Erkennungsstrukturen am Beispiel eines Zuckerrezeptors. Jede Sinneszelle besitzt für alle Geschmacksqualitäten Erkennungsstrukturen und ist somit für alle Geschmacksstoffe empfänglich.

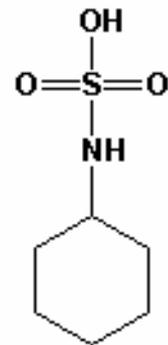
Weitere Hintergrundinformationen in:

**Plass, C., U. Huelsenbeck, et al. (1995). "Wie schaffen es Zuckerersatzstoffe dem Gehirn Süße vorzugaukeln?" Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie 6(27): 19-22. (Shallenberger-Modell)**

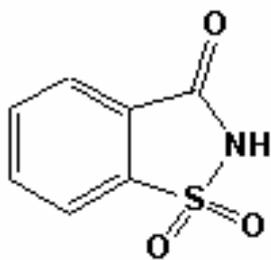
**Hintergrundinformation:  
Formeln von drei Süßstoffen und Koffein**



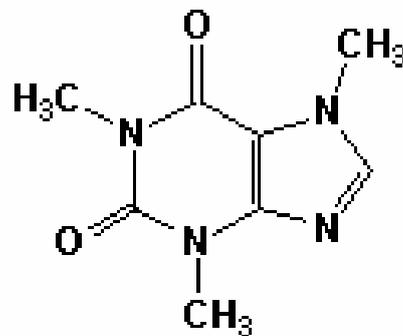
**E 950 Aspartam**



**E 952 Cyclamat**



**E 954 Saccharin**



**Koffein**

## Coca-Cola und Coca-Cola-light - der „leichte“ Unterschied



### Bestimmung der Dichte von Coca-Cola und Cola-Coca-Light

Aufbau:           Geräte:           Waage, 2 Messzylinder (10 ml),  
                          Materialien:   Cola-Light, Coca-Cola (Kohlensäure austreiben)

Durchführung:

Bestimme die Masse der leeren Zylinder (1) und (2), halte die Werte schriftlich fest.  
Gib in Zylinder (1) 10 ml Coca Cola, in Zylinder (2) 10 ml Cola light.  
Bestimme jeweils die Gesamtmasse (Zylinder + Lösung).

Aufgaben:

- 1.) Berechne jeweils die Masse der 10 ml Lösungen.
- 2.) Berechne daraus die Dichte  $\rho$  (ausgesprochen: *rho*) der beiden Lösungen!

Die **Dichte** ist eine physikalische Größe und bezeichnet die *spezifische Masse* eines Stoffes oder Stoffgemisches in der Einheit [g] bezogen auf ein bestimmtes Volumen. Um die Massen von Stoffen vergleichen zu können, müssen dieselben Volumina berücksichtigt werden. Dieses Einheitsvolumen lautet  $1 \text{ cm}^3$  bzw. 1ml.  
Die Dichte gibt die Masse pro Volumen an:

$$\text{Dichte } \rho = \frac{\text{Masse } \left[ \text{in g} \right]}{\text{Volumen } \left[ \text{in cm}^3 \right]} = \frac{m \left[ \text{in g} \right]}{V \left[ \text{in cm}^3 \right]}$$

Berechnung:

m (Zylinder 1, leer) = _____	
m (Zylinder 1 + Cola) = _____	
m (Cola) = _____	$\rho$ (Cola) = ----- = _____
m (Zyl. 2, leer) = _____	
m (Zyl. 2 + C.light) = _____	
m (C.light) = _____	$\rho$ (C.light) = ----- = _____

Aufgaben:

- 3.) Du hast beobachtet, dass die Coca-Cola-Light-Dose auf dem Wasser schwimmt, während die Coca-Cola-Dose untergeht. Gib hierfür auf Grundlage deiner Berechnungen eine Begründung an.
- 4.) In Physikbüchern wird als Einheit für die Dichte auch  $\text{kg/m}^3$  angegeben. Wie können diese Dichteangaben mit denen in  $\text{g/cm}^3$  verglichen werden?

## Wie viel Zucker enthält Coca-Cola?



Bei Zuckerlösungen unterschiedlicher Konzentrationen hat man festgestellt, dass ihre Dichte bei konstanter Temperatur (annähernd) linear mit der Konzentration steigt \*). Deshalb kann die Bestimmung des Zuckergehaltes von Coca Cola durch eine Dichtebestimmung erfolgen.

- ☞ Wiederhole: Was versteht man unter der Dichte eines Stoffes?
- ☞ Stelle fest: Wie kann man die Konzentration eines Stoffes angeben?

Misst man die Dichte zweier unterschiedlich konzentrierter Zuckerlösungen und trägt die Wertepaare graphisch auf, so erhält man eine „Eichgerade“. Diese kann man umgekehrt benutzen, um aus der gemessenen Dichte einer Lösung deren unbekanntes Zuckergehalt abzulesen.

### Aufbau:

Geräte: 100 ml Messzylinder, 100 ml Becherglas, Glasstab, Waage

Materialien: Haushaltszucker, **abgestandene** Cola, Wasser

### Durchführung:

1. Bestimme die Masse des trockenen, leeren Messzylinders und die des Becherglases.
2. Wiege genau 5 g Haushaltszucker in das Becherglas ab.
3. Gib so viel Wasser hinzu, dass das Becherglas gut halb voll ist. Rühre mit dem Glasstab so lange um, bis sich der Zucker vollständig aufgelöst hat. Bestimme die Masse.
4. Fülle die gesamte Lösung in den Messzylinder um und notiere deren Volumen.  
Führe die Schritte 2.-4. noch einmal, diesmal jedoch mit 30 g Haushaltszucker durch.
8. Fülle den Messzylinder etwa halb voll mit **abgestandener** Coca Cola.
9. Notiere das genaue Volumen der Cola.
10. Bestimme die Masse des Messzylinders mit der Cola.

### Aufgaben:

- a) Berechne die Konzentrationen der hergestellten Zuckerlösungen in %.
- b) Berechne die Dichten der hergestellten Zuckerlösungen in  $\text{g/cm}^3$ .
- c) Berechne die Dichte der abgemessenen Cola-Portion in  $\text{g/cm}^3$ .
- d) Stelle alle gemessenen und berechneten Werte in einer Tabelle zusammen.
- e) Zeichne in ein Koordinatensystem (x-Achse: Konzentration in %, y-Achse: Dichte in  $\text{g/cm}^3$ ) die Eichgerade aus den in a) und b) erhaltenen Werten.
- f) Trage die Dichte der Cola-Portion in die Eichgerade ein. Lies den Zuckergehalt ab!
  - ☞ Überlege und notiere: Warum musste die Cola abgestanden sein?
  - ☞ Überlege und notiere: Welche Fehlerquelle(n) enthält diese Bestimmung?
  - ☞ Stelle in einer leeren, ausgespülten Colaflasche eine Zuckerlösung her, deren Zuckergehalt dem der Cola entspricht. Teste den Geschmack. Was stellst du fest?

\*) Tabellen s. D'Ans/Lax: Taschenbuch für Chemiker und Physiker, Berlin, 1967

## 4. Erarbeitungsphase II

Zeitbedarf: ca. 6-12 Unterrichtsstunden

Materialien: Arbeitsblatt: Eindampfen von verschiedenen Cola-Sorten

Arbeitsblatt: Entfärben von Coca-Cola

Arbeitsblatt: Siedekurven

Arbeitsblatt: Destillation

Info- und Arbeitsblätter zu 8 Gruppenarbeitsthemen

Methoden: Schülerexperimente, Gruppenarbeit, Lehrbuchrecherche, Unterrichtsgespräch, Expertenrunden und Präsentation

Die zweite Erarbeitungsphase widmet sich weiteren experimentellen Untersuchungen der Coca-Cola, wie sie von den Schülerinnen und Schüler gewünscht wurden. Das Eindampfen verschiedener Cola-Sorten und das Entfärben können die Gruppen arbeitsteilig ausführen. Das fast rückstandsfreie Eindampfen von Cola-Light im Gegensatz zum Zuckerkohlenrest beim Eindampfen von Cola-Classic sind zunächst überraschend, können aber gut sowohl qualitativ und halbquantitativ selbstständig von den Schülerinnen und Schüler erklärt werden. Das Entfärben von Cola mit Aktivkohle gelingt nicht auf Anhieb und fordert den Forschergeist zur Optimierung des Verfahrens heraus. Gute Schülergruppen vollbringen dann auch den Transfer der Kenntnisse über den Zerteilungsgrad.

Anschließend wird die Klasse so in Gruppen aufgeteilt, dass in jeder Gruppe mindestens je ein Experte für jedes der beiden Experimente vertreten ist, so dass sich Schülerinnen und Schüler gegenseitig über Durchführung, Beobachtung und Auswertung informieren. Mit diesen motivierenden Experimenten erfolgt ein Einstieg in die Betrachtung von Trennverfahren für Stoffgemische.

Am Beispiel der Coca-Cola lassen sich zwar nicht alle üblichen Gemische und Trennverfahren sinnvoll darstellen, aber eine begleitende Lehrbuchrecherche eröffnet den allgemeinen Überblick für ein Unterrichtsgespräch. Unverzichtbar ist zusätzlich die Durchführung einer Destillation. Eventuell ist – sofern noch nicht geschehen – auch die

Aufnahme einer Siedekurve sinnvoll, wenn Schmelz- und Siedepunkte als typische Stoffeigenschaft klargestellt und die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen mit dem Teilchenmodell von Schülerinnen und Schüler erklärt werden.

Ein weiteres von Schülerseite erwünschtes Thema stellt die Untersuchung der Inhaltsstoffe von Coca-Cola dar. Hier muss je nach Zeitkontingent und Schülerinteresse entschieden werden, ob z.B. weiterhin (A) Zucker und/oder (B) Kohlensäure und/oder (C) Phosphorsäure betrachtet werden soll.

Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit lehrbuch- oder internetgestützter Recherche und anschließendem Gruppenpuzzle ermöglichen eine hohe Schüleraktivität. Jeder dieser Stoffe bietet die Gelegenheit, einen kompletten Stoffsteckbrief aufzustellen, seine Bedeutung in Alltag und Technik zu eruieren sowie eine chemische Nachweisreaktion einzuführen. Mit letzterer lässt sich einerseits die Frage nach dem Ersatz für den Geschmackssinn („Die Chemie ersetzt den Vorkoster“) beantworten und andererseits eine erste Begegnung mit der chemischen Umsetzung von Stoffen herbeiführen.

Die Nachweise erfolgen zunächst nur phänomenologisch: Zucker wird durch die Fehling-Probe nachgewiesen (hier wird – chemisch nicht ganz exakt! – nicht zwischen Rohrzucker und Traubenzucker unterschieden, und durch den hohen Phosphorsäure-Anteil in Coca-Cola fällt die Probe positiv aus), Kohlendioxid wird mit Hilfe von Kalkwasser identifiziert und die Phosphorsäure wird als Phosphat qualitativ mit Hilfe des Visocolor®-Tests bestimmt (der in der ursprünglichen Vorlage genannte Nachweis mit Ammoniummolybdat funktioniert nicht zuverlässig, der Ersatzversuch mit Cernitrat ist nicht an jeder Schule zugänglich, aber gute Erfahrungen liegen mit dem Visocolor-Testbesteck vor). Interessierte, hoch motivierte Schülerinnen und Schüler bringen an dieser Stelle bereits Formeln und Reaktionsgleichungen ein, so dass ein Einblick in die Symbolsprache erfolgt, ohne dass dies genauer thematisiert wird.

Eine zeitintensive, aber lohnende Variante besteht darin, über die drei genannten Stoffe hinaus weitere Inhaltsstoffe wie (D) Zuckercoleur, (E) Koffein und Süßstoffe sowie Themen wie die (F) Geschichte der Coca-Cola, (G) Cola-Rezeptur oder (H) gesundheitliche Aspekte des Cola-Genusses zum Gegenstand einer Gruppenarbeit zu machen.

Diese Gruppenarbeit kann mit dem Erstellen von Plakaten abgeschlossen werden. Jedes Plakat bildet die Grundlage für ein Referat, das von einem zufällig ausgelosten Gruppenmitglied gehalten wird. Die Ergebnissicherung für alle Schülerinnen und Schüler kann darin bestehen, dass alle Gruppen aufgefordert werden, drei inhaltliche Fragen zu ihrer Gruppenarbeit zu formulieren, deren Antworten als besonders wichtig erachtet werden.

Alle so erarbeiteten Aufgaben werden gesammelt und allen Schülerinnen und Schüler auf einem Blatt ausgehändigt. Die Schülerinnen und Schüler können selbst entscheiden, ob sie diese Fragen nach dem Expertenvortrag beantworten können oder ob noch ein Nachholbedarf an Informationen besteht. Die Bewertung der entstandenen Plakate obliegt der Lehrkraft, kann aber auch in Teilen auf die Schülergruppen übertragen werden, wenn vorher Kriterien der Bewertung festgelegt wurden. Die Plakate eignen sich zum Abschluss der Unterrichtseinheit auch sehr gut zu einer Ausstellung im Klassenraum oder auf einem „Tag der offenen Tür“.



**Aufbau:** Geräte: Teclubrenner, Dreibein mit Keramikdrahtnetz,  
50 ml Becherglas, Siedesteinchen, Kolbenhubpipette.

**Schutzbrille**

Materialien: Alu-Folie (oder Teelichthülsen),  
verschiedene Cola-Sorten.

**Durchführung:**

- a) Forme 3 Becher aus doppelwandiger Alu-Folie, indem du das kleine Becherglas als Formvorlage benutzt (ein Beispiel befindet sich auf dem Lehrerpult).
- b) Markiere die Becher durch 1, 2 oder 3 Kerben am Rand.
- c) Gib mit Hilfe der Kolbenhubpipette in jeden Alu-Becher 2 ml einer Cola-Sorte - notiere im Heft, welche Cola-Sorte sich in welchem Becher befindet (z.B. Pepsi in 1-Kerbe).
- d) Gib in jeden Behälter 2 Siedesteinchen, stelle sie alle auf ein Keramikdrahtnetz auf ein Dreibein und erhitze langsam, bis die Flüssigkeit gerade eben verschwunden ist.
- e) Lass die Alu-Becher 5 Minuten abkühlen.

**Aufgaben:**

- 1.) Notiere deine Beobachtungen sorgfältig.
- 2.) Vergleiche die Inhaltsstoffe der Cola-Sorten anhand der ausliegenden Etiketten und stelle einen Bezug zum erhaltenen Rückstand her.
- 3.) Unter dem Stichwort „Trennverfahren“ findest du in deinem Chemiebuch auch Informationen zu dem hier verwendeten Verfahren.  
Stelle diese für das hier angewendete Trennverfahren übersichtlich zusammen.

**Aufbau:**

Geräte: 2 Reagenzgläser, Reagenzglasklammer und -gestell, Spatel, Trichter, Filterpapier, Gasbrenner.

**Schutzbrille**

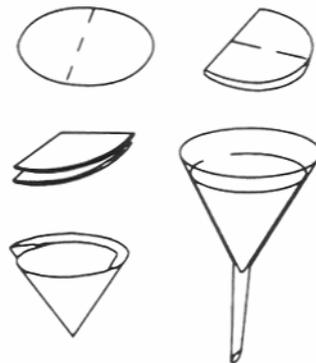
Chemikalien: Coca Cola, Aktivkohlepulver.

**Durchführung:**

Gib in ein Reagenzglas zwei daumenbreit hoch Coca Cola und gib einen Spatel Aktivkohlepulver hinzu, erhitze die Lösung ca. 3min lang in einer kleinen Brennerflamme.

Filtriere anschließend das Gemisch – gegebenenfalls mehrmals – bis das Filtrat klar und farblos ist.

Vorbereitung der Filtration:

**Aufgaben:**

1. Protokolliere alle Beobachtungen!
2. Erkläre die Beobachtungen mit dem Teilchenmodell!
3. Unter dem Stichwort „Trennverfahren“ findest du in deinem Chemiebuch auch Informationen zu dem hier verwendeten Verfahren. Stelle diese für das hier angewendete Verfahren übersichtlich zusammen.

**Aufbau:**

Geräte: 100 ml Becherglas, Stativ mit Muffe und Klemme, Thermometer, Brenner, Vierfuß mit Keramiknetz, Stoppuhr / Uhr mit Sekundenzeiger.

Materialien: Wasser, Coca-Cola, Siedeperlen.

**Durchführung:**

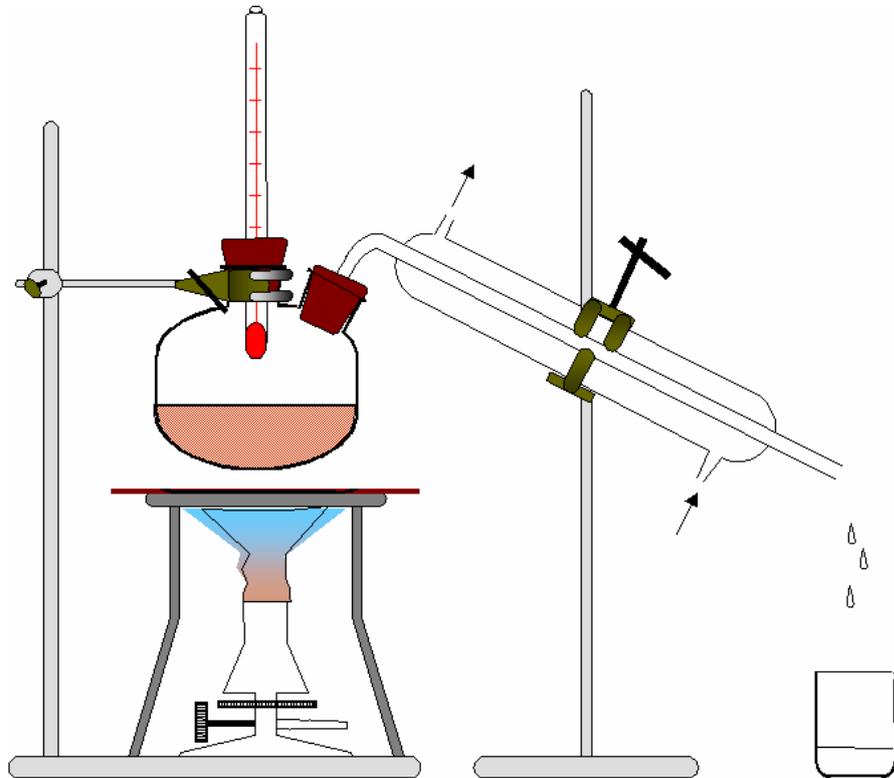
1. Fülle das Becherglas etwa zur Hälfte mit destilliertem Wasser /Coca-Cola. Gib drei Siedeperlen hinzu.
2. Stelle das Becherglas auf den Vierfuß. Klemme das Thermometer **vorsichtig** in die Klammer und befestige es mit der Muffe so am Stativ, dass es etwa in der Mitte in das Becherglas eintaucht.
3. Lies die Temperatur am Thermometer ab. Notiere sie in einer Tabelle.
4. Zünde den Brenner vorschriftsmäßig an und stelle eine etwa 10 cm hohe nichtleuchtende Flamme ein. Stelle den Brenner unter den Vierfuß.
5. Lies jetzt jede Minute die Temperatur ab und notiere sie in einer Tabelle.

**Aufgaben:**

Führe die Messungen wie angegeben durch.

Zeichne jeweils den Temperaturverlauf in ein Koordinatensystem auf Millimeterpapier (x-Achse: Zeit in Minuten, y-Achse: Temperatur in °C) und beschreibe.

Welche Unterschiede stellst du bei den beiden Temperaturkurven fest?



nach: Peter Maisenbacher

1. Beschrifte die Zeichnung mit folgenden Begriffen:  
Brenner, Destillat, Keramikplatte, Kühlwasserablauf, Kühlwasserzulauf, Liebig-Kühler, Stopfen, Thermometer, Vierfuß, Vorlage
2. Beschreibe den Destillationsvorgang von Coca-Cola. Zeichne den Weg der Stoffe ein. Benutze dunkelblau für flüssiges Wasser und hellblau für Wasserdampf.

---

---

---

3. Nenne Beispiele, bei denen die Destillation angewandt wird.

---

---



**B: Kohlensäure in Coca-Cola****Aufbau:**

Geräte:

Gasbrenner, Stativ mit Klammer und Muffe,  
Standzylinder, 2 Reagenzgläser, doppelt gebogenes  
Glasrohr mit Stopfen



Materialien:

Coca-Cola "klassisch" oder Coca-Cola "light"  
Würfelzucker,  
Kalkwasser

**Durchführung:**

1. Fülle einen Standzylinder zu etwa 2/3 mit Coca-Cola.  
Füge ein Stück Würfelzucker hinzu.
2. Fülle ein Reagenzglas etwa zur Hälfte mit Coca-Cola und spanne das Glas am Stativ ein. Setze ein doppelt gebogenes Glasrohr mit Stopfen auf, das in ein zweites Reagenzglas mit klarem Kalkwasser taucht.  
Nun erhitze die Coca-Cola vorsichtig mit der Sparflamme, ohne dass sie überkocht!

**Aufgaben:**

1. Protokolliere alle Beobachtungen!
2. Erkläre die Beobachtungen in Versuch 1. Nimm das Teilchenmodell zu Hilfe!
3. Werte die Nachweisreaktion aus!
4. Erläutere den prinzipiellen Unterschied der Vorgänge in den beiden Experimenten!
5. Stelle Informationen über Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von Kohlenstoffdioxid bzw. Kohlensäure zusammen.

**C: Phosphorsäure in Coca-Cola**

- Aufbau:**
- Geräte: Gasbrenner,   
zwei 100 ml Bechergläser, Reagenzgläser im Gestell,  
Reagenzglashalter, Spatel, Trichter, Filterpapier
- Materialien: Coca-Cola "klassisch",  
Frisches Fleisch, Salatgurke,  
Aktivkohlepulver,  
Verdünnte Phosphorsäure (Xi), verdünnte Salzsäure (Xi),  
Leitungswasser, Kochsalzlösung,  
Visicolor® - Testbesteck zur Phosphatbestimmung

**Durchführung:**

1. Fülle je ein 100 ml Becherglas etwa zu 2/3 mit Coca-Cola und gib ein Stück  
a) frisches Fleisch                      b) Salatgurke  
hinein. Überprüfe den Zustand nach etwa einer Stunde und am nächsten Tag!
  
2. a) Gib in ein Reagenzglas zwei daumenbreit hoch Cola und gib einen Spatel  
Aktivkohlepulver hinzu, erwärme die Lösung kurz (ca. 1min) über einer kleinen  
Brennerflamme.  
Filtrierte anschließend das Gemisch – gegebenenfalls mehrmals – bis das Filtrat  
klar und farblos ist.  
  
b) Fülle in ein Messglas 5 ml der entfärbten Cola-Lösung.  
Füge zunächst 6 Tropfen Lösung A hinzu, verschließe das Glas und mische gut  
durch. Gib danach 6 Tropfen Lösung B hinzu, verschließe das Glas und schüttle  
gut durch.  
Nach 10 Minuten wird das Glas geöffnet und die Lösung betrachtet.  
Spüle anschließend das Messglas gründlich und wiederhole das Experiment mit  
verdünnter Phosphorsäure, verdünnter Salzsäure, Leitungswasser und  
Kochsalzlösung.

**Aufgaben:**

1. Protokolliere alle Beobachtungen!
2. Werte die Nachweisreaktionen aus!
3. Überlege, weshalb auch z.B. Leitungswasser und Phosphorsäure im Versuch  
eingesetzt wurden!
4. Begründe, weshalb die Cola entfärbt werden musste!
5. Stelle Informationen über Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von  
Phosphorsäure zusammen!

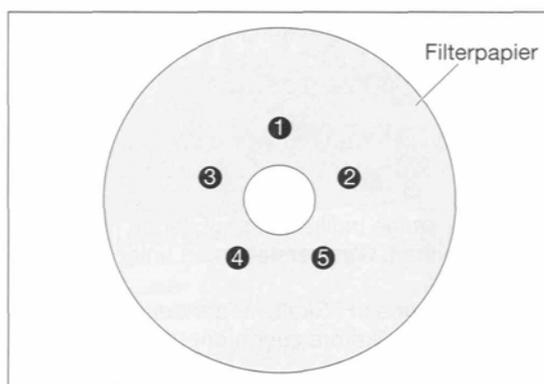


**Aufbau:** Geräte: Gasbrenner, Dreibein, Drahtnetz,   
Porzellanschale, Siedeperlen, Pipette mit Gummihütchen,  
Petrischale.

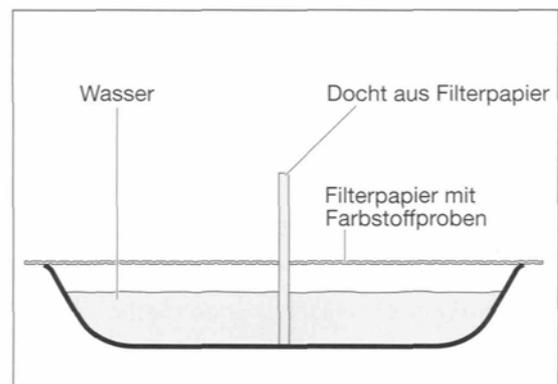
Materialien: Coca-Cola "klassisch" oder Coca-Cola "light",  
Schwarze wasserlösliche Filzstifte, Zuckercouleur,  
Rundfilter

### Durchführung:

1. Gib ca. 50 ml Coca-Cola in eine Porzellanschale und füge zwei Siedesteinchen hinzu. Erhitze mit dem Gasbrenner so lange, bis sich ein sirupartiger Stoff gebildet hat.
2. Trage in der Zwischenzeit mit einem Bleistift kreisförmig 5 Punkte, die etwa 3 cm vom Mittelpunkt entfernt sind, auf ein Rundfilter.
3. Drücke mit dem spitzen Bleistift ein Loch in die Mitte des Filterpapiers.
4. Fülle drei der fünf Punkte mit verschiedenen schwarzen Filzstiften aus.
5. Nimm mit einer Pipette eine kleine Portion des entstandenen Sirups auf und trage sie auf dem vierten Punkt auf.
6. Trage auf dem letzten Bleistiftpunkt mit einer Pipette etwas Zuckercouleur auf.
7. Rolle einen Streifen Filterpapier zu einem Docht zusammen und stecke ihn durch das Loch des Filterpapiers mit den Farbstoffproben.
8. Fülle die Petrischale etwa zur Hälfte mit Wasser und lege das vorbereitete Rundfilter darauf.



- ① = Cola  
② = Zuckercouleur  
③ ④ ⑤ = Filzstifffarbe



aus: Arbeitsblätter Chemie im Alltag, Klett-Verlag, Stuttgart, 2000

### Aufgaben:

1. Protokolliere alle Beobachtungen!
2. Weshalb wird die Cola-Lösung vor der Chromatographie eingedickt?
3. Werte die fünf Chromatogramme aus!
4. Stelle Informationen über Zuckercouleur zusammen! Weshalb findet man keine Formel?



Die nachstehenden Informationstexte stammen aus Faltblättern der Coca-Cola-GmbH:

**Koffein** ist ein natürlicher Stoff und kommt in Blüten, Samen und Früchten von mehr als 60 Pflanzen in aller Welt vor. Bekannte Beispiele sind die tropischen Kolanüsse, aber natürlich auch Teeblätter sowie Kakao- und Kaffeebohnen. Koffein begegnet uns jeden Tag in einer Vielzahl von Lebensmitteln, wie in Tee, Kaffee, Schokolade, Kakao, aber auch in einer Reihe von Medikamenten. Aber haben Sie gewusst, dass Koffein schon seit über 100 Jahren in geringen Mengen in Erfrischungsgetränken verwendet wird? Berühmtestes Beispiel ist eine der ersten koffeinhaltigen Limonaden, Coca-Cola, die seit 1886 als sprudelnd frisches, belebendes Getränk beliebt ist.

Viele Menschen schätzen Koffein aufgrund seiner anregenden Wirkung auf den Organismus als Zusatz in Lebensmitteln und Getränken. So kann das Trinken eines koffeinhaltigen Getränks den Körper bei Ermüdungserscheinungen oder Schwankungen der körperlichen Leistungsfähigkeit im Laufe des Tages neuen Schwung geben. Durch den Koffeinzusatz fühlen wir uns wieder leistungsfähiger und können uns besser konzentrieren. Koffeinhaltige Erfrischungsgetränke enthalten in der Regel zwischen 65 und 250 mg Koffein pro Liter. In koffeinhaltigen Erfrischungsgetränken aus dem Hause Coca-Cola, wie z. B. Coca-Cola oder Mezzo-Mix, ist drei- bis fünfmal weniger Koffein enthalten als in der gleichen Menge Kaffee. So entspricht der Koffeingehalt einer Tasse mittelstarken Bohnenkaffees in etwa dem eines Liters Coca-Cola. Anders ist es bei den so genannten Energydrinks, wie z. B. Burn, deren Koffeingehalt deutlich höher sein kann. Was viele nicht wissen: Coca-Cola wird auch in der Variante „light koffeinfrei“ angeboten.

Die Wirkung von Koffein auf den Organismus variiert von Mensch zu Mensch – Faktoren wie Alter, Tageszeit und Mahlzeitenverhalten spielen eine Rolle. Manche können mehrere Gläser koffeinhaltiger Limonaden trinken ohne etwas zu spüren, andere merken die anregende Wirkung bereits nach einem Glas. Für Kinder und Jugendliche sind die geringen Mengen Koffein in Erfrischungsgetränken unbedenklich, denn: Koffein hat bei ihnen zwar die gleiche belebende Wirkung wie bei Erwachsenen, wird aber von den Kindern doppelt so schnell ausgeschieden. Trotzdem gehören koffeinhaltige Getränke nicht auf den Speiseplan von jüngeren Kindern. Wissenschaftlich widerlegt ist inzwischen die These, dass Koffeinkonsum einen Einfluss auf die Entstehung bestimmter Krankheiten wie Herz-Kreislaufbeschwerden, Bluthochdruck oder Krebs haben könnte. Die gesundheitliche Unbedenklichkeit eines moderaten Konsums von Koffein ist durch viele medizinische Untersuchungen nachgewiesen und bestätigt.

**Süßstoffe** bieten den Genuss „süßer Lebensqualität“ mit nur geringem Brennwert. Der Begriff „Süßstoffe“ fasst alle synthetischen bzw. natürlichen Stoffe mit deutlich höherer Süßkraft als Zucker zusammen. Entdeckt wurden sie bereits vor über 100 Jahren. Der älteste Süßstoff ist Saccharin, der anfangs von Diabetikern als Zucker-Ersatz verwendet wurde. Aber die Zeiten, da Süßstoffe nur als Hilfsmittel zum Abbau von Übergewicht oder zum Halten des Normalgewichts beliebt waren, sind vorbei. Heute greifen auf Fitness und Wohlbefinden bedachte Menschen vermehrt zur „süßen Alternative“ und

benutzen Süßstoffe oder mit Süßstoff gesüßte Produkte, um sich kalorienbewusst zu ernähren.

Süßstoffe sind in einer Vielzahl kalorienarmer bzw. kalorienreduzierter Lebensmittel verarbeitet, angefangen von Süßspeisen über Konfitüren und Speiseeis bis hin zu Erfrischungsgetränken. Oft werden hierbei Mischungen verschiedener Süßstoffe eingesetzt – so auch in Erfrischungsgetränken. Die unter Verwendung von Süßstoffen hergestellten Erfrischungsgetränke von Coca-Cola enthalten ausschließlich solche, die vom Gesetzgeber zugelassen sind und deren gesundheitliche Unbedenklichkeit erwiesen ist. Dies gilt zum Beispiel für die folgenden vier süßen Alternativen:

<b>Saccharin</b>	1879 entdeckt, 450-550fache Süßkraft von Zucker, kalorienfrei;
<b>Cyclamat</b>	1937 entwickelt, 35fache Süßkraft von Zucker, kalorienfrei;
<b>Aspartam</b>	1965 entwickelt, 200fache Süßkraft von Zucker;
<b>Acesulfam</b>	1967 entwickelt, 200fache Süßkraft von Zucker, kalorienfrei.

***Die genannten vier Süßstoffe sind auch in vielen anderen Ländern von den zuständigen Gesundheitsbehörden zum Verzehr zugelassen.***

Es gibt kaum eine Zusatzstoffgruppe, die so intensiven Untersuchungen auf gesundheitliche Unbedenklichkeit unterworfen war, wie die Gruppe der Süßstoffe, die zu den bewährten Lebensmittelzusatzstoffen zählt. Zudem haben sich Verträglichkeit und Unbedenklichkeit der Süßstoffe in der langjährigen Anwendung bestätigt. Grundsätzlich gilt: Aufgrund ihrer im Vergleich zu Zucker um ein Vielfaches höheren Süßkraft werden Süßstoffe nur in geringen Mengen verwendet.

Manche Verbraucher verunsichert, dass von Zeit zu Zeit widerlegte Bedenken gegen Süßstoffe aufleben und von neuen Spekulationen begleitet werden. Dabei hat die Wissenschaft Süßstoffe beispielsweise längst von dem Verdacht freigesprochen, krebserregend zu sein. So hat der US-amerikanische Kongress auf Basis zahlreicher wissenschaftlicher Studien den Süßstoff Saccharin voll rehabilitiert und die gesundheitliche Unbedenklichkeit bestätigt. Auch die Annahme, Süßstoffe seien appetitanregend und führten zu vermehrter Nahrungsaufnahme, ist durch zahlreiche Studien widerlegt – ebenso wie die „Zappelphilipp-Theorie“. Neueste amerikanische Untersuchungen zeigen, dass Süßstoff oder Zucker-Konsum nicht wie angenommen Auslöser von Hyperaktivität bei Kindern ist. Vielmehr wurde in den Tests eine beruhigende Wirkung von Süße auf Kinder festgestellt.

Die Unbedenklichkeit von Süßstoff veranschaulicht am besten folgendes Rechenbeispiel: Ein Erwachsener mit einem Gewicht von 70 kg dürfte nach Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) lebenslang täglich bedenkenlos eine Süßstoff-Menge verzehren, die der Süßkraft von rund 1 kg Zucker entspricht – eine Größenordnung, die bei aller Lust auf Süßes kaum erreichbar ist.

Sollten Sie Fragen haben, wenden Sie sich bitte an uns, die Coca-Cola GmbH, Verbraucherservice, Tel.: 0201/821-1192 oder 0201/821-1418.  
Herausgeber: Coca-Cola GmbH, Max-Keith-Str. 66, 45136 Essen

### **Aufgaben:**

1. Welche wesentlichen Eigenschaften haben a) Koffein, b) Süßstoffen laut Text?
2. Wie viel a) Koffein, b) Süßstoff enthält ein Liter Coca-Cola?
3. Warum sollte Koffein nicht von jüngeren Kindern genossen werden?
4. a) Welche Bedenken werden gegen den Gebrauch von Süßstoffen genannt?  
b) Welche Position vertritt die Coca-Cola-GmbH ? Was meinst du dazu?  
c) Recherchiere, was die Verbraucherzentralen den Konsumenten raten!



Der Siegeszug von Coca-Cola begann im Mai 1886 in einem Drugstore namens "Jacob's Pharmacy". Der Arzt und Apotheker John S. Pemberton (1831-1888) aus Atlanta/Georgia hatte ein neuartiges Tonikum (Stärkungsmittel) aus Blättern und Nüssen zweier verschiedener Pflanzen, der Koka-Pflanze und der Kola-Nuss hergestellt. Er verkaufte es als Medizin gegen Kopfschmerzen und Müdigkeit. Der Sirup wurde für 5 Cent pro Glas, mit Sodawasser vermischt, in Drugstores und Sodabars angeboten. In der ersten Woche wurden im Schnitt 13 Coca-Cola Drinks täglich verkauft - schnell galten sie als erfrischend und durstlöschend. Pembertons Buchhalter, Frank M.

Robinson, erfand den Namen Coca-Cola und entwarf auch den bis heute typischen Schriftzug, die Grundlage des unverwechselbaren Coca-Cola Designs.

Der Name Coca-Cola leitet sich von den beiden Hauptbestandteilen Koka-Blätter und Kola-Nüsse ab. Jedoch dürfen seit 1903 keine Koka-Blätter mehr für die Colaherstellung verwendet werden, da man inzwischen die Gefahren des darin enthaltenen Rauschmittels Kokain erkannt hatte. Die Kola-Nuss enthält bis zu 2,7% Koffein und diente zusätzlich auch als Aromalieferant. Heute wird der Großteil an Koffein zugesetzt, aber ein wenig Kolasamenextrakt findet sich auch heute noch in der Cola.

So ist aus dem ursprünglichen Mittel gegen Kopfschmerzen und Müdigkeit ein Erfrischungsgetränk geworden – aber halt! Sagt man nicht: „Cola und Salzstangen helfen gegen Magenverstimmungen?“ Die heilende Wirkung beruht darauf, dass dem durchfallgeplagten Körper viel Flüssigkeit und Salz zugeführt werden. Die gleichzeitige Anwesenheit von Zucker und Salz erhöht die Fähigkeit des Darms, das Wasser aufzunehmen. Der Zucker wird vom Körper leicht verdaut und liefert genug Energie für den entkräfteten Körper. Wem sich beim Gedanken an Cola und Salzstangen der Magen noch mehr umdreht, der kann auch Zwieback und gesüßten Tee nehmen.

### Aufgaben:

1. Löst das Kreuzworträtsel auf dem Arbeitsblatt.
2. Unten sind ein paar „alte“ Werbeslogans abgedruckt. Seid kreativ und erfindet weitere Werbesprüche!



Durst kennt keine Jahreszeit



Mach mal Pause – trink Coca-Cola

Köstlich erfrischend



Lasst uns frischwärts geh'n



## Cola: der Flaschengeist

von Udo Pollmer

Coca Cola ist der globale Markenartikel schlechthin, das internationalste aller Wörter und Vorbild ganzer Marketing-Generationen. Doch bisher schickt sich nur der Hamburger von McDonalds an, eine ähnliche Position in der schönen neuen Welt des Essens zu erobern. Je mehr sich die Marketing-Experten mühen, den Erfolg zu wiederholen, desto magerer das Ergebnis. 97% aller neuen Lebensmittel verschwinden trotz aufwendiger Werbekampagnen innerhalb eines Jahres wieder aus den Regalen. Und der Rest folgt bald danach. Am Geld, an den Werbeetats, kann es nicht liegen.

Das Cola-Aroma ist eine künstliche Komposition ohne Vorbild. Die Food Designer sind überzeugt davon, hier habe einer der ihren den "Weltgeschmack" getroffen. Mit immer neuen Esserlebnissen kämpfen sie tagtäglich um die Gaumen-Gunst und das Wohlwollen der Kundschaft. Doch das Meisterstück gelang kein zweites Mal.

Psychologen führten an, dass Cola einst ein "verbotenes" Getränk war und deshalb so attraktiv wurde. Wenn es denn so gewesen wäre, müsste der Absatz heute sinken. Nun soll das Vorbild der colatrinkenden Eltern schuld sein. Doch ob ihre Eltern die braune Brause lieben oder hassen, verbieten oder aufdrängen, die Kids scheren sich einen Teufel um Psychologie und Pädagogik. Sie wollen ihre Cola.

Vielleicht beruht das Geheimnis ja doch auf jener rätselhaften Formel, die bis heute die Phantasie der Kundschaft fasziniert, auf einem exotischen Kräuterextrakt, einem Flaschengeist wie aus Tausendundeiner Nacht, einer magischen Kraft, die niemand kennt und keiner erahnt. Wer die Formel hätte, könnte das Geschäft seines Lebens machen. Doch die Cola-Formel ist nicht geheimer als die Rezeptur einer Leberwurst. Warum macht sie dann keiner nach? Aus den gleichen Gründen, aus denen BMW auch keinen Mercedes baut. Bestimmt fehlt den bayerischen Technikern nicht die "Geheimformel".

Es ist kein Zufall, dass es ein Apotheker war, der nach der Firmenlegende vor gut 100 Jahren den ersten berausenden Trank zusammenbraute. Das entscheidende Ingredienz der frühen Jahre war neben Wein auch Cocain, zu jener Zeit ein empfohlenes Mittel zur Entwöhnung der zahlreichen Opiumsüchtigen. So gewann das Unternehmen im Laufe der Jahre viele treue Kunden, die sehnsüchtig auf die nächste Lieferung warteten. Die zweite namensgebende Zutat, die koffeinhaltigen Cola-Nüsse aus Westafrika, wurde offenbar gar nicht verwendet, sondern nur als Stimulans beworben. Das Koffein bezog der US-Pharmazeut von Merck aus Darmstadt.

1903 verschwand das Cocain aus der Flasche. Heute liefern andere Komponenten die Wirkstoffe, etwa die auf dem Etikett ausgewiesenen Zutaten Zucker und Koffein. Beide erhöhen den Serotoninspiegel und hellen die Stimmung auf. Doch damit unterscheidet sich das Gebräu noch nicht von einer Tasse Kaffee mit ein paar Stückchen Würfelzucker.

Der Grundstein für den Welterfolg der Colagetranke liegt im Aromamix. Er enthält einige der Ingredienzien, die wir in der dunkelsten Zeit des Jahres, an Weihnachten, in Lebkuchen oder Glühwein zur Euphorisierung verwenden. Im Mittelpunkt steht ein Extrakt aus der Muskatnuss mit den Wirkstoffen Myristicin und Elemicin. Sie werden von der Leber zu Amphetaminen umgewandelt, die chemisch dem Mescaline und der Modedroge Ecstasy nahe stehen. Der Welterfolg von Cola hat ebenso wie das Weihnachtsfest eine pharmakologische Basis. Ein Verdienst der Marketing-Experten ist, dass dieser Erfolg den Namen bestimmter Firmen trägt.

# Cola

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



Verschiedene Cola Sorten.

(PEPSI, TAUfrisch Cola, PEPSI MAX, River Cola, Coca-Cola, Sinalco Cola, afri Cola, Coca-Cola light)

**Cola** ist ein beliebtes kohlenensäurehaltiges Erfrischungsgetränk. Seltener wird statt *Cola* auch der englische Begriff *Coke* verwendet, der jedoch ebenso wie Coca-Cola ein eingetragenes Warenzeichen der Coca-Cola Company ist.

Ursprünglich waren die Hauptzutaten der Cola: die koffeinreiche Kolanuss und der kokainhaltige Cocastrauch. Letzterer fiel jedoch 1903 aus der Rezeptur heraus, nachdem man die Gefährlichkeit des Kokains erkannt hatte. Heute wird entkokainisiertes Koka verwendet.

Ihren typischen Geschmack erhält die heutige Cola neben der Colanuss durch die Zutaten Vanille, Zimtöl, Nelkenöl und Zitrone, wobei der Zitronenanteil in Deutschland anders ist als in den USA. Gelegentlich werden auch Ysopkraut-, Mazisblüten-, und Kalmus-Tinktur, Korianderöl oder destilliertes Limettenöl als Bestandteile der geheimgehaltenen Formel genannt.

Darüber hinaus enthält es in der Regel Koffein, Phosphorsäure, große Mengen an Zucker, Kohlensäure und als Hauptbestandteil Wasser. Die unterschiedlichen Wasser- und Zuckersorten sind dafür verantwortlich, dass Cola in allen Regionen der Erde unterschiedlich schmeckt. In Asien wird Rohrzucker, in Europa meist Rübenzucker und in den USA Mais-Sirup verwendet. Die Phosphorsäure findet auch als Rostlöser Verwendung.

Fast alle Hersteller haben seit Mitte der 80er Jahre auch Light-Produkte im Angebot, die anstelle von Zucker Aspartam und Acesulfam verwenden. Weniger verbreitet sind koffeinfreie Varianten ("Kindercola"), sowie spezielle Geschmacksrichtungen (Kirsche, Vanille), die sich aber bisher nicht dauerhaft durchsetzen konnten.

Allen Cola-Getränken gemein ist die Phosphorsäure als Inhaltsstoff, sie ist auch für die bei Dauerkonsum bedenklichen Auswirkungen verantwortlich, da der Organismus zu ihrer Neutralisierung Kalzium abbaut.

Einige Mythen rund um Cola-Getränke beziehen sich vor allem auf die chemische Wirkung der Phosphorsäure, wobei viele jedoch übertrieben sind oder keine wahre Grundlage besitzen – etwa dass sich Fleisch darin auflöse.

Als Erfinder der Cola gilt der Pharmazeut John S. Pemberton, der 1886 ein Rezept für einen Sirup entwickelte und diesen, gemischt mit Sodawasser, unter dem Namen Coca-Cola (siehe dort) verkaufte.

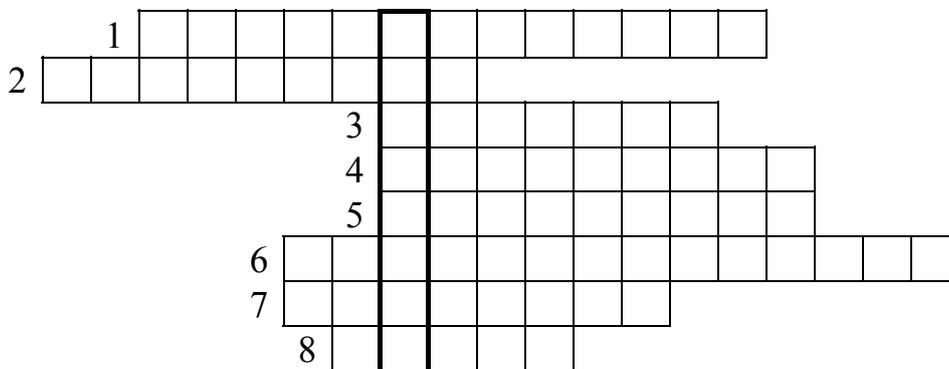
Neben *Coca-Cola* entstanden zahlreiche weitere Marken, die jedoch die weltweite Marktführerschaft der *Ur-Cola* nicht dauerhaft gefährden konnten. Die bekannteste unter ihnen ist die ebenfalls aus den USA stammende *Pepsi-Cola*. Daneben entwickelten sich aber auch in Europa zumindest zeitweise populäre Marken, so zum Beispiel die seit 1931 in Deutschland hergestellte *Afri-Cola* oder die in der DDR entstandene *Club Cola*.

Cola gilt in den meisten Ländern der Erde als *typisch amerikanisch*. Der Genuss des Getränks, insbesondere der Marken *Coca-Cola* und *Pepsi*, war und ist in bestimmten Regionen deshalb auch immer wieder der Ausdruck einer *westlichen Weltanschauung* (vgl. etwa den bekannten Cocktail *Cuba Libre*). Im Jahr 2002 kam *Mecca-Cola* als *nicht-westliche* Alternative auf den Markt. Die aus Frankreich stammende Cola zielt auf muslimische Konsumenten ab. Der Hersteller gibt an, einen Teil des Erlöses an die Palästinenser sowie an lokale Wohltätigkeitsorganisationen abzuführen.



Wie lautet das Lösungswort? Viel Spaß beim Rätseln (ä = ae usw.)

- 1) Cola war ursprünglich ein Medikament gegen?
- 2) Der Erfinder der Coca-Cola heißt?
- 3) Dieser Stoff wirkt anregend.
- 4) Der Erfinder der Cola war von Beruf?
- 5) Ein Naturprodukt, welches zur ursprünglichen Herstellung verwendet wurde.
- 6) Ein Inhaltsstoff der Cola.
- 7) Frucht aus Afrika.
- 8) Wie lautete der Werbeslogan? Mach mal ???????



### **Aufgaben:**

Stelle die wesentlichen Stationen der Herstellung und Verbreitung von Coca-Cola übersichtlich zusammen. Beziehe auch die Anfänge in Deutschland mit ein!

Weitere Daten findest du unter [www.coca-cola.de](http://www.coca-cola.de).

 Klasse 8	<b>G: Coca-Cola - Rezeptur</b>	
---	--------------------------------	---

„Die Coca-Cola-Rezeptur gilt landläufig als das wohl am besten gehütete Geheimnis der Industrie. Es soll so geheim sein, dass es nach einer Marketing-Sage [...] in einem Banktresor [...] in Atlanta aufbewahrt wird“

Quelle:

[www.eule.com](http://www.eule.com)

aber:



Zutaten: Wasser, Zucker, Kohlensäure, Farbstoff 150d, Säuerungsmittel Phosphorsäure, Aroma, Koffein

Abb. Etikett einer Coca-Cola Flasche

Das ominöse Geheimnis liegt im Bestandteil *Aroma*! Nähere chemische Untersuchungen ergaben, dass dieses besteht aus:

- *kokainfreien* Extrakten der Blätter des Koka-Strauchs
- Stoffen der Kola-Nüsse
- Koffein und anderen Bestandteilen aus Kaffee und Kakao
- Inhaltsstoffen von Mandarinenblättern, Limetten und anderen ätherischen Ölen
- den Gewürzen Zimt und Ingwer sowie Extrakten der Vanille

**Geschichte:**

„1886 stellte der Apotheker Dr. John S. Pemberton in Atlanta einen Sirup her, der mit Sodawasser vermischt, zunächst gegen Kopfschmerzen und Müdigkeit gedacht war“....

Die Mischung trat als „Erfrischungsgetränk einen unbeschreiblichen Siegeszug in über 160 Ländern der Welt“ an.

[<http://schulen.eduhi.at/chemie/cola.htm>]

Hinweis: weitere Angaben zur Zusammensetzung und Funktion der einzelnen Bestandteile z.B. unter: <http://www.geschwister-scholl.de/2000/jukoonline/info-cola.html>

**G: Beispiel eines Cola-Rezepts****Für 10 Liter:**

- 8,8 Liter Wasser
- 1070 Gramm Zucker
- 90 Gramm Kohlendioxid (E 290)
- 18 Gramm Zuckercouleur (E 150d)
- 5 Gramm Phosphorsäure (E 338)
- 3 Gramm Zitronensäure (E 330)
- 2 Gramm Saccharoseacetatisobutytrat (SAIB)
- 2 Gramm Koffein und Theobromin
- 10 Gramm Aromamix

**Der Aromamix besteht aus:**

- 34,5 % Colasamenextrakt
- 15 % Limetten-Destillat
- 10 % Zitronenschalen- Destillat
- 8,5 % Kakao-Destillat
- 7 % Kaffee-Destillat
- 5 % Mate-Destillat
- 4 % Mandarinenblätter-Tinktur
- 3 % Johanniskraut-Tinktur
- 3 % Bittere-Orangen-Tinktur
- 2 % Kokainfreie Cocablätter-Tinktur
- 1,7% Ingwer-Tinktur
- 1 % Zitwer-Destillat
- 1 % Holunderblüten-Tinktur
- 1 % Mazisblüten-Tinktur
- 1 % Kalmus-Tinktur
- 1 % Mimosenbaumrindenextrakt
- 0,5 % Ysopkraut-Tinktur
- 0,5 % Zimtextrakt
- 0,3 % Vanilleextrakt

**Diese Rezeptur kann durch folgende Mischung ätherischer Öle verstärkt werden:**

- 50 % Zimtöl
- 15 % destilliertes Limettenöl
- 15 % Zitronenöl
- 10 % Orangenöl
- 5% Ingweröl
- 5 % Kaianderöl

Zusammengestellt aus:

Kraatz, M. (1999): Cola verdaut Fleisch und den genannten Internetadressen (s.v.)



## Kokastrauch

Die Kokapflanze (Erythroxylum coca) ist an den Osthängen der Anden von Peru bis Kolumbien beheimatet und wird bis zu 5 m hoch. Schon die Indianer nutzten die Blätter und so die Wirkung von Kokain aus.



(Erythroxylum Anden von Peru wird bis zu 5 m hoch. Schon die Indianer nutzten die Blätter und so die Wirkung von Kokain aus.)



*Cola acuminata* (P. Beauv.) Schott & Endl.  
Image processed by Thomas Schoepke  
[www.plant-pictures.de](http://www.plant-pictures.de)

Der Kokastrauch (Cola acuminata) ist in den tropischen Westafrikas beheimatet. Die Blüte ist langgestreckt, die Früchte sind klein.

„Kolanüsse“ sind die Samen der Pflanze.

Die Früchte werden wegen ihres hohen Koffeingehalts schon seit Jahrhunderten von Afrikanern gegen Hunger, Durst und Müdigkeit genutzt.

## Kolabaum

Der Kolabaum (Cola acuminata) kommt in den tropischen Regenwäldern als Unterholz vor. Aus den Früchten entstehen 8-12 cm lange, holzige Früchte. Die Früchte werden fälschlicherweise als Kolanüsse bezeichnet. Wegen des hohen Koffeingehalts werden die Früchte schon seit Jahrhunderten von Afrikanern gegen Durst und Müdigkeit genutzt.

## Aufgaben:

Informiere dich über die anderen Zutaten und deren Gewinnung. Weiteres Material findest du unter [www.coca-cola.de](http://www.coca-cola.de).



## Arme dicke Kinder

**Übergewicht: Die Pfunde sollen purzeln - Renate Künast will eine Ernährungsbewegung für Deutschland anstoßen.**

Von Thomas Kärst



Verbraucherschutzministerin Renate Künast (Grüne). Foto: dpa

Manche Experten halten Pommes und Cola für die Schuldigen, andere ziehen über Computer und Fernseher her. Fest steht nur: Die Kinder in Deutschland werden immer dicker. Jedes fünfte Kind und jeder dritte Jugendliche gelten als übergewichtig. Von einer «Epidemie sprach Verbraucherschutzministerin Renate Künast gestern in Berlin.

Doch Pfunde sind kein Schicksal - neben den Genen beeinflusst vor allem die Erziehung das Gewicht. Dabei hilft es wenig, einzelne Lebensmittel oder Süßigkeiten zu verbieten. «Es komme immer auf die Gesamternährung an, so Mathilde Kersting vom Forschungsinstitut für Kinderernährung in Dortmund. Die Faustregel lautet: «"Pflanzliche Lebensmittel und Getränke reichlich, tierische Lebensmittel mäßig, fett- und zuckerreiche Lebensmittel sparsam". Ein Verbot lehnt auch Malaika Fuchs von der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) ab. Besser sei es, den Konsum zu kontrollieren.

Auch ein gelegentlicher (!) Besuch im Fastfood-Imbiss sei nicht schädlich.

Doch die Wirklichkeit sieht oft anders aus, so der Bundesverband der Verbraucherzentralen. Verzehre ein Zehnjähriger einen Hamburger (54 Gramm (g) Fett), eine Portion Pommes (10 g Fett) mit Soße (10 g Fett) und einen Schokodonut (14 g Fett), habe er mit 88 g bereits die empfohlene Tagesdosis eines Erwachsenen von 70 g Fett deutlich überschritten. Für viele Kinder berufstätiger Eltern sei ein solches Essverhalten mittlerweile die Regel.

Begründet wird eine falsche Ernährung schon früh. «"Es gibt Hinweise, dass Stillen das Adipositas-Risiko verringern kann", sagt Kersting. Gestillte Kinder können selbst bestimmen, wie viel sie trinken. Flaschenkinder dagegen würden oft so lange gefüttert, bis die Flasche leer ist - und das ist oft zu viel. Ein Fehler sei es auch, den Kleinen zu viel auf den Teller zu laden: Lieber sollte man die Kinder einen Nachschlag fordern lassen, rät Kersting.

Im Alter von fünf bis sechs Jahren erlebten die meisten Kinder einen Wachstumsschub, sie nehmen dabei zu. Hier sollten die Eltern aufmerksam beobachten, wie sich ihr Kind entwickle, um notfalls gegensteuern zu können, so Fuchs. Das gelte auch für die Pubertät.

Ob Kinder übergewichtig werden, hängt auch entscheidend davon ab, wie viel sie sich bewegen, so Fuchs. Kinder sollten früh zur Bewegung im Alltag angehalten werden, Treppen steigen statt Fahrstuhl fahren und Rad fahren statt im Auto zu sitzen. Am besten sei es, Sport im Verein zu treiben.

Renate Künast will mit der "Plattform Ernährung und Bewegung", an der die Lebensmittelwirtschaft, Eltern, Sportverbände, Mediziner, Krankenkassen und Gewerkschaften mitwirken sollen, eine "Ernährungsbewegung für Deutschland" initiieren. Denn gesunde Ernährung und Gesundheit sei ein wichtiges Startkapital ins Leben.

erschienen am 18. Juni 2004 in Wissen / Hamburger Abendblatt

aus E.U.L.E.n-Spiegel 6/1998: **Cola-Getränke**

## Mach´ mal Durst

Tamura, T et al: Deleterious effect of short-term exposure to Coca-Cola on rats. *Journal of Toxicological Sciences* 1979/4/363-376  
"Durstlöscher" wie Cola erzeugen zumindest bei der Ratte großen Durst. Versuchstiere, die über vier Wochen ein kohlenstoffsaures Handelsprodukt ad libitum trinken durften, konsumierten 2- bis 3mal soviel Flüssigkeit wie Vergleichstiere, die nur Wasser erhielten. Dafür sank ihre Futtermittelaufnahme auf etwa die Hälfte, entsprechend niedrig war auch die Calciumzufuhr. Dies kompensierten die Ratten durch eine verminderte Calcium-Ausscheidung.

Obwohl die Studie dem Mineralhaushalt galt, fehlen Angaben zum Phosphat. Des Weiteren bestätigte sich hier die Kariogenität von Cola. Unerklärlicherweise verlor das Fell der Ratten den Glanz, und die Tiere litten an Durchfällen. Obwohl Langzeitstudien eine Degeneration von Leber- und Nierengewebe erbracht hatten, blieben die Funktionswerte von Leber und Nieren unverändert.

Anmerkung: Dieser Versuch ist zu kurz, um Rückschlüsse auf einen regelmäßigen Colakonsum beim Menschen ziehen zu können. Interessant ist, dass Cola den Durst nicht löscht, sondern verstärkt.

## Zahnlos durch Zahnpasta, Fruchtsaft und Cola

Johansson, AK et al: Dental erosion associated with soft-drink consumption in young Saudi men. *Acta Odontologica Scandinavica* 1997/55/S.390-397

Säure- und zuckerhaltige Speisen greifen bekanntlich die Zähne an. Eine Untersuchung an saudi-arabischen Rekruten bestätigt diesen Zusammenhang. Am stärksten waren jene betroffen, die regelmäßig Cola tranken. Sie litten unter Karies, offenen Zahnhalsen und Zahnausfall. Eine ausgeprägte, wenn auch deutlich geringere Kariogenität wiesen phosphatfreie Limonaden sowie Fruchtsäfte auf.

Ein Kuriosum am Rande: Diejenigen, die regelmäßig ihre Zähne mit Zahnpasta putzten, litten zwar seltener unter Zahnfleischbluten, sie verloren jedoch mehr Zahnschmelz. Die Autoren erklären dies mit einem verstärkten Abrieb durch den Putzkörper, der den Zähnen der Colatrinker so arg zusetzen konnte, weil der Zahnschmelz von dem sauren Getränk angegriffen und damit "chemisch modifiziert" war. Zähneputzen ohne Zahnpasta erwies sich als günstiger, da der angegriffene Zahnschmelz in diesem Fall durch Speichelbestandteile remineralisiert werden konnte.

Anmerkung: Ein besonderes Problem stellt Zahnersatz dar. Dort, wo er an anderen Zähnen befestigt ist, kommt es zu Schäden am Enamel, die durch Cola verstärkt werden. Personen, die solchen Zahnersatz tragen, sollten vor dem Konsum von Cola gewarnt werden (*Angle Orthodontist* 1996/66/S.449-456).

Der weit verbreiteten Ansicht, durch regelmäßiges Zähneputzen ließe sich Karies mit Sicherheit vermeiden, sollte in Zukunft mit Skepsis begegnet werden, umso mehr, als dass Zähneputzen unter bestimmten Umständen sogar Karies fördern kann.

## Cola als "Pille danach"

Umpierre, S et al: Effect of "Coke" on sperm motility. *New England Journal of Medicine* 1985/313/S.1351

Oyelola, O et al: In vitro inhibition of sperm motility by some local mineral water drinks. *Contraception* 1987/36/S.435-440

Nwoha, PU et al: The immobilization of all spermatozoa in vitro by bitter lemon drink and the effect of alkaline pH. *Contraception* 1992/46/S.537-542

Als es noch keine Pille gab, behelfen sich die Frauen mit den unterschiedlichsten Verhütungsmethoden. Die alten Ägypter empfahlen, Honig und Natriumbikarbonat, sauren Fruchtsaft oder verschiedene Öle nach dem Geschlechtsverkehr zu verwenden.

Billige und leicht verfügbare Verhütungsmittel sind in Entwicklungsländern auch heute noch gefragt. Zu den populären Methoden gehören postcoitale Scheidenspülungen mit Coca-Cola. Zumindest in vitro ließ sich deren Wirksamkeit bestätigen. Alle getesteten Colagetränke wirkten innerhalb einer Minute spermizid, egal, ob mit Zucker, Süßstoff oder koffeinfrei. Am schwächsten wirkte Pepsi, am effektivsten war "Classic Coke", das allerdings noch von einem Bitter Lemon übertroffen wurde.

Die Säure kommt als Ursache für die kontrazeptive Wirkung nicht in Frage: Eine Erhöhung des pH-Wertes von durchschnittlich 2,4 auf 7,5 schwächte den spermiziden Effekt der meisten Getränke nur leicht ab, bei Coca-Cola stieg er sogar noch an.

Anmerkung: Hong et al. (*Human Toxicology* 1987/6/S.395-396) fanden keinen nennenswerten Einfluss irgendeiner Colasorte auf die Beweglichkeit der Spermien. Allerdings hatten sie für ihren Test doppelt soviel Ejakulat wie Cola eingesetzt. Die Autoren empfehlen aber zu Recht, sich nicht auf die Wirkung einer Cola-Spülung zu verlassen, zumal innerhalb weniger Minuten nach dem Coitus bereits Spermien im Eileiter nachweisbar sind.

10.12.2002, 18:57

Hi

Ich habe in der Schule einen Chemie WPK (Wahl Pflicht Kurs) in dem wir Untersuchungen zum Thema Coca-Cola machen. Nun mein eigentliches Problem: Wir sollen herausfinden was es mit dem Gerücht auf sich hat, dass man bei Durchfall Salzstangen und Coca-Cola trinken soll.

Könnt ihr mir da vielleicht helfen? Es wäre sehr nett

Danke schon mal Ritzi

10.12.2002, 19:05

Nur ein Gerücht sollte es doch nicht sein. Da dem Körper beim Durchfall ziemlich viele Mineralstoffe verloren gehen, versucht man bei der 'Salzstangen-Therapie' den Mineralstoff-Haushalt auszugleichen. Das sollte dann allerdings auch mit anderem Salz-Gebäck funktionieren. Die Cola sollte dann doch den Zucker-Haushalt wieder regulieren, also dann bitte keine Cola light, auch wenn sie vielleicht besser schmeckt.

10.12.2002, 19:06

Das in den Salzstangen enthaltene Kochsalz ( $\text{NaCl}$  = Natriumchlorid) ist ein lebenswichtiger Elektrolyt. (Elektrolyt: griech.= gelöst d.h. Verbindung, die in wässriger Lösung zu Ionen (elektr.geladene Teilchen) zerfallen) Kochsalz zerfällt im Körper zu  $\text{Na}^+$  und  $\text{Cl}^-$  Ionen. Diese Ionen sind wichtig für das osmotische Gleichgewicht innerhalb jeder einzelnen Zelle. Mit Kochsalz wird der Wasserhaushalt des Körpers geregelt.

Der mit dem Durchfall auftretende Mineralstoffverlust wird mit der Aufnahme von Kochsalz ausgeglichen.

Der Gebäckteig aus Weizenmehl enthält fast nur Kohlehydrate und hat das Vermögen Wasser im Magen/Darm Trakt zu binden. So kann es nicht „durchfließen“ sondern wird über die Darmschleimhaut in den Körper aufgenommen. Die Kohlehydrate verwandelt der Körper in sog. Einfachzucker, der die Energiequelle für unseren Organismus darstellt.

Cola besteht hauptsächlich aus Wasser und Zucker (=Glucose - reinstes Kohlenhydrat). Wasser und Weizenmehl quellen zu einem Teig, der im Darm wieder das Wasser an den Körper abgibt. Zucker dient als Energiequelle für Körper und Hirn.

Möglicherweise sind die anderen „geheimen“ Aroma- und Inhaltsstoffe der Cola auch in irgendeiner Form an dem Heilungsprozess beteiligt. z.B. Fiebersenkend (das in Schwebes enthaltenes Chinin wirkt auch fiebersenkend) Koffein z.B. wirkt sich positiv auf den allgemein Zustand aus da es kreislaufanregend wirkt.

Beide „Medikamente“ zusammen geben dem Körper die nötigsten Nährstoffe ohne zu belasten und beschleunigen nicht zuletzt durch den „Psychotrick“(Naschen und Cola bis zum Abwinken) den Selbstheilungsprozess des Körpers.

10.12.2002, 19:12

Das ist kein Gerücht, das ist eine Empfehlung der WHO (natürlich nicht "Cola und Salzstangen"): Aufgrund des starken Durchfalls bei Infektionen mit *Vibrio cholerae* verliert der Körper stark an Flüssigkeit und darin gelösten Elektrolyten. Deshalb empfiehlt die WHO eine oral anzuwendende Lösung, welche folgende Inhaltsstoffe haben soll:- Glucose: 20,0 g/l, -  $\text{Na}^+$ -Bicarbonat: 2,5 g/l, -  $\text{NaCl}$ : 3,5 g/l, -  $\text{KCl}$ : 1,5 g/l. In meinem Buch steht dann noch in Klammern "Salzstangen und Coca Cola".

10.12.2002, 19:36

... also das mit den Salzstangen macht schon Sinn, aber nicht COLA !!  
Bereits aus einfachen medizinischen Überlegungen heraus ist davon dringend abzuraten, vor allem bei Kindern. Colagetränke enthalten sehr viel Zucker (zu viel !!!) und bewirken deshalb im Darm als hyperosmolare Lösung eine noch größere Wasserausscheidung. Cola liefert so gut wie kein Kalium und ist deshalb als "Elektrolytersatzlösung" völlig ungeeignet, zumal das Koffein den realen Kaliumverlust noch verstärkt. Cola wirkt deshalb bei einer Diarrhö und dem dadurch bedingten Flüssigkeits- und Elektrolytverlust geradezu kontraproduktiv ... wenn nichts anderes verfügbar ist, sollte Cola zumindest 1:1 mit Wasser verdünnt werden

Sehr plausibel; wird tatsächlich auch nicht mehr empfohlen.

### **Aufgaben:**

1. Bearbeite die obigen Quellen und kläre offene Fragen mit Hilfe deiner Gruppe.
2. Stelle eine Übersicht über die genannten gesundheitlichen Auswirkungen des übermäßigen Cola-Genusses zusammen und erkläre die Auswirkungen. Kann man Empfehlungen aussprechen?
3. Recherchiere im Internet nach zusätzlichen Informationen.

 Klasse 8	<h2 style="margin: 0;">Plakatbewertung</h2>	
---	---	---

Aufgaben für jede Gruppe:

- Streicht die Spalte für euer eigenes Plakat durch.
- Betrachtet jedes „fremde“ Plakat zuerst im Überblick und bewertet Aufmachung und Überschrift mit einer Skala von 1 (verführt zum Stehen bleiben und Lesen) bis 4 (macht nicht neugierig und führt zum Vorübergehen).
- Lest gründlich die Informationen auf dem Plakat und bewertet die anderen Kriterien mit einer Skala von 1 bis 4.
- Wenn euch Anderes zu einem Plakat auffällt, vermerkt dies bitte auf der Rückseite.

Gruppe:	A: Zucker	B: Kohlen- säure	C: Phosphor- säure	D: Koffein / Süßstoffe	E: Zucker- couleur	F : Ge- schichte	G: Rezeptur	H: Gesund- heit
Aufmachung und Überschrift (regt zum Lesen an – führt zum Vorübergehen)								
Gliederung (klar und ansprechend – durcheinander)								
Gestaltung (einheitlich – vielseitig)								
Sauberkeit (ansprechend – liederlich)								
Lesbarkeit (gut leserlich – schwer lesbar)								
Verständlichkeit (alles klar – schwer verständlich)								
Formulierungen (prägnant – ausschweifend)								
Informationsgehalt (interessant – unwichtig)								
Informationsfülle (reich – gering)								
Wiederholungen (ja – nein)								

## **5. Vertiefungsphase**

In der Vertiefungsphase sollen die erarbeiteten Begriffe aufgegriffen und in einem neuen Zusammenhang angewandt werden („Dekontextualisierung“). Nach der UE „Coca-Cola“ ist es z.B. möglich, eine Mind-Map mit den Grundbegriffen aus dem Chemie-Anfangsunterricht zu erstellen. Sofern noch nicht geschehen, sollte man die entsprechenden Passagen im Chemiebuch bearbeiten lassen, um nötige Ergänzungen vornehmen zu können. Ein besonderer Schwerpunkt liegt an dieser Stelle auf der Charakterisierung chemischer Reaktionen als stoff- und energieumsetzende Prozesse. Hier eignet sich die Blaufärbung von weißem Kupfersulfat nach Zusatz von Wasser bzw. analog die Blaufärbung von rosa Cobaltchlorid mit Wasser sehr gut als weitere wichtige Nachweisreaktion, die im Schülerexperiment sogar neue Sichtweisen (z.B. endotherm-exotherm, Aktivierungsenergie, Umgruppierung von Teilchen) eröffnet.

## **6. Quellen** (sofern nicht bei den Materialien bereits angegeben)

### **1.) S. Schmidt, I. Parchmann, D. Rebentisch:**

Chemie im Kontext für die Sekundarstufe I: Cola und Ketchup im Anfangsunterricht. CHEMKON 10(1): 6-16, [www.ipn.uni-kiel.de/abt\\_chemie/ChiK/sites/ue.htm](http://www.ipn.uni-kiel.de/abt_chemie/ChiK/sites/ue.htm)

### **2.) CHiK – CD,**

Materialien: Unterrichtsmaterial – Konzeption – Hilfsmittel

### **3.) CHiK – CD**

Unterrichtseinheiten: entwickelt und erprobt von Lehrerarbeitsgruppen im Rahmen des Projekts

### **4.) M. Kratz:** Cola verdaut Fleisch, AOL-Verlag, Lichtenau 1997

### **5.) elemente chemie I,** Klett-Verlag, Stuttgart 1995

### **6.) Chemie heute SI,** Schroedel-Verlag, Hannover 2001



# **T e i c h n o d e i i**

# Inhalt

Überblick zum Ablauf der Einheit

Methodik

1. Diffusion
  - a) Versuch zum Stundeneinstieg – Ausbreitung von Geruchstoffen
  - b) Versuch zum Stundeneinstieg – Zaubertrick
  - c) Diffusionsversuch mit Kaliumpermanganat
  - d) Diffusionsversuch mit Kristallviolett
  - e) Praktische Hausaufgabe
2. Brown'sche Molekularbewegung
3. Das Kugelteilchenmodell
  - a) Volumenkontraktion eines Ethanol-Wasser-Gemisches
  - b) Modellversuche zur Volumenkontraktion und Teilchenbewegung
4. Die Aggregatzustände
  - a) Demonstration der Aggregatzustände
  - b) Untersuchung von Eis
  - c) Untersuchung von Wasser im Kolbenprober
  - d) Untersuchung von Gas (Luft)
  - e) Versuch zur Volumenvergrößerung bei den Übergängen vom festen zum gasförmigen Zustand
  - 4.1 Mögliche Schülerversuche
    - a) Bestimmung von Siedetemperaturen
    - b) Teilchenbewegung beim Erhitzen von Kerzenwachs
    - c) Bestimmung der Schmelztemperatur
    - d) Kristallzüchtung
    - e) Teilchenbewegung und Wärme am Beispiel eines Wärmekissens
    - f) Sublimation und Resublimation
5. Aufgabenvorschläge und Experimente

## Arbeitsblätter

- Modell und Wirklichkeit
- Aggregatzustände
- „Dem Wasser wird es zu warm!“
- Aggregatzustände des Wassers

## Überblick zum Ablauf der Einheit:

Ausgehend von Beobachtungen bzw. selbst durchgeführten Versuchen sollen die Schülerinnen und Schüler eine Modellvorstellung über den Aufbau von Stoffen aus Teilchen, Teilchenbewegung, Aggregatzustände, den Eigenschaften von Teilchen bis hin zu Atomen entwickeln.

Ausgehend von Beobachtungen, die sich aus Versuchen zur **Diffusion** ergeben, können die Schülerinnen und Schüler schließen, dass die Stoffe aus Teilchen bestehen, die unterschiedlich stark miteinander verbunden sind und ihren Verband verlassen können, wenn sie in Wasser kommen bzw. dies sogar von selbst machen, wenn genügend Energie vorhanden ist. Somit wird die Eigenbewegung der Teilchen erarbeitet.

Die **Brown'sche Molekularbewegung** zeigt im Experiment die Eigenbewegung der Teilchen und macht gleichzeitig Teilchen sichtbar, so dass die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung von Teilchen bekommen.

Die gewonnene Vorstellung von Teilchen als Kugeln soll für die **Beschreibung des Aufbaus** von Stoffen mit Hilfe des Kugelteilchenmodells aufgegriffen werden. Aus den Versuchen zur Volumenkontraktion eines Alkohol-Wasser-Gemisches und den Modellexperimenten aus verschieden großen Kugeln (Erbsensamen und Senfsamen oder Smarties und Liebesperlen) kann auf die Modellvorstellung geschlossen werden, dass jeder Stoff aus kleinsten Teilchen mit bestimmter Größe besteht und die kleinsten Teilchen eines Reinstoffs untereinander gleich sind.

Da Stoffe in unterschiedlichen **Aggregatzuständen** vorliegen können, müssen diese durch das gewonnene Teilchenmodell erklärt werden. Die Untersuchung der Aggregatzustände von Wasser und das Erhitzen von Eis in einem mit einem Luftballon verschlossenen Reagenzglas lassen auf die Anordnung der Teilchen im jeweiligen Aggregatzustand schließen. Die Anordnung der Teilchen in dem jeweiligen Aggregatzustand soll in Übungen und Experimenten verdeutlicht werden (Drücken von Luft bzw. Wasser im Kolbenprober). Da jeder Reinstoff aus Teilchen bestimmter Größe aufgebaut ist, sind Schmelz- und Siedetemperatur eines jeden Reinstoffs charakteristisch. Diese Tatsache kann zur Trennung von Stoffgemischen verwendet werden. Dies kann am Beispiel einer Destillation oder an der Trennung eines Jod-Sand-Gemisches durch Sublimation und Resublimation gezeigt werden.

## Methodik:

Die Schülerinnen und Schüler sollten sich möglichst in eigenständiger Arbeit die Inhalte zu Kugelteilchenmodell und Aggregatzuständen erschließen. Die ausgesuchten Versuche eignen sich als Lehrerexperiment und für Schülerversuche in Gruppenarbeit und können teilweise auch als experimentelle Hausaufgabe gegeben werden.

Viele der Versuche können in Gruppenarbeit erarbeitet und ausgewertet werden, so dass es sich anbietet, dass diese teilweise arbeitsteilig durchgeführt und den anderen Gruppen präsentiert werden.

Das folgende Vorgehen soll Vorschläge geben, wie mit einfachen Experimenten eine Vielzahl von Gesichtspunkten des Kugelteilchenmodells anschaulich gemacht werden kann.

Nicht alle aufgeführten Aspekte des Kugelteilchenmodells werden in den Unterricht der 8. Klassen Eingang finden können.

## 1. Diffusion:

- a) Zum Stundeneinstieg kann eine Geruchsprobe dienen: Ein Tropfen Marzipanaroma (Benzaldehyd) oder ein Tropfen Parfüm wird auf ein Filterpapier aufgetragen und auf den Labortisch gelegt, ohne dass dies kommentiert wird.  
Die Ausbreitung des Geruchs wird relativ schnell festgestellt werden.
- b) Im Lehrerversuch bzw. durch eine Schülergruppe kann ein Zaubertrick präsentiert werden:

V: Geräte und Chemikalien: Standzylinder; Uhrglas; Ammoniaklösung ( $c \approx 1 \text{ mol/l}$ ); weiße Stoffblume; Phenolphthalein-Wasser-Gemisch;  
In einen Standzylinder wird wenig Ammoniak (verdünnte Lösung ca.  $1 \text{ mol/l}$ ) gegeben. Dieser wird mit einem Uhrglas abgedeckt, so dass sich nach kurzer Zeit Ammoniakdämpfe im Standzylinder ausbreiten.  
Eine Stoffblume wird in ein Gemisch aus Wasser und Phenolphthalein getaucht. Die noch feuchte Kunstblume wird in den Standzylinder, ohne einzutauchen, gehalten. Eine Violettfärbung stellt sich je nach Ammoniakkonzentration unterschiedlich schnell und intensiv ein.  
*Hinweis: Es empfiehlt sich wegen eventueller Geruchsbelästigung auf zu hohe Konzentrationen zu verzichten und eine schwächere Färbung in Kauf zu nehmen.*

Beim Zaubertrick und bei der Geruchsprobe erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Teilchen aus den Flüssigkeiten austreten und sich im Raum verteilen. Die Teilchen von Ammoniak verlassen die Flüssigkeit und bewegen sich im Gasraum, indem sie sich gleichmäßig verteilen. Ein Kontrollversuch mit einem Standzylinder ohne Ammoniak bzw. direktes Eintauchen der Blume in Ammoniak kann zur Klärung des Phänomens beitragen. Parfümteilchen erreichen die Geruchsinneszellen der Nase, müssen also den Tropfen verlassen und sich im Raum gleichmäßig verteilen.

Die Eigenbewegung der Teilchen wird durch die Versuche a) und b) verdeutlicht.

- c) Ein kleiner Kristall von Kaliumpermanganat wird in ein Becherglas mit Wasser gegeben. Das Auflösen und die langsame gleichmäßige Färbung der Lösung werden beobachtet.
- d) Eine möglichst geringe Menge (kaum sichtbar) an Kristallviolett wird in ein Becherglas mit Wasser gebracht. Die langsame Ausbreitung der Farbe kann beobachtet werden.

Die Teilchen von Kaliumpermanganat (c) und Kristallviolett (d) sind sehr eng gepackt und werden in Wasser aus dem Teilchenverband gelöst und bewegen sich eigenständig. Die Teilchen verteilen sich so, dass sie möglichst weit voneinander entfernt sind.

Der Begriff „**Diffusion**“ als selbstständige Durchmischung von Stoffen auf Grund der Eigenbewegung der Teilchen kann erarbeitet werden.

Der Begriff **Lösung** kann an diesen Beispielen erörtert werden, indem geklärt wird, dass sich in einem flüssigen Lösungsmittel feste wie gasförmige Stoffe lösen.

- e) Ein Teebeutel mit Früchtetee (z.B. Hagebutte) wird a) in heißes Wasser b) in kaltes Wasser gegeben und die Ausbreitung der Farbe muss ohne Umzurühren beobachtet werden. Die Veränderung der Farbverteilung wird über mehrere Minuten protokolliert.  
Dieser Versuch eignet sich auch als *praktische Hausaufgabe*.

## 2. Brown'sche Molekularbewegung

Nachdem erarbeitet ist, dass Stoffe aus Teilchen bestehen, die über Eigenbewegung verfügen, kann mit den Schülerinnen und Schülern überlegt werden, wie diese Teilchen sichtbar gemacht werden können.

Eine mikroskopische Betrachtung der Bewegung von Teilchen in einer Flüssigkeit muss vorgenommen werden. Dazu eignet sich verdünnte Milch oder eine sehr stark verdünnte Tuschesuspension, die bei 400facher Vergrößerung mikroskopiert werden. Die Eigenbewegung wird durch „Zittern“ der Teilchen deutlich. Die Teilchen werden durch Betrachtung anschaulich gemacht und als kugelähnliche Gestalten erkannt.

## 3. Das Kugelteilchenmodell – Aufbau der Stoffe

Es soll eine Modellvorstellung für die Beschreibung des Aufbaus von Stoffen aus Teilchen entwickelt werden. Dazu eignen sich die Stoffe Wasser und Alkohol, die optisch nicht unterscheidbar und als Flüssigkeit räumlich lückenlos aufgebaut erscheinen.

a)

V: Materialien: 6 Messzylinder (50 ml), 3 Messzylinder 100 ml, Wasser, Ethanol.

- Es werden 50 ml Wasser zu 50 ml Wasser in einen 100 ml fassenden Messzylinder gegeben.
- Es werden 50 ml Alkohol zu 50 ml Alkohol in einen 100 ml fassenden Messzylinder gegeben.
- Es werden 50 ml Alkohol zu 50 ml Wasser in einen 100 ml fassenden Messzylinder gegeben.

*(Hinweis: Falls die Flüssigkeiten unterschieden werden sollen, kann Wasser eingefärbt werden)*

Wie zu erwarten addieren sich die Volumina der Flüssigkeiten, wenn die Reinstoffe untereinander gemischt werden. Werden Alkohol und Wasser gemischt, ergibt sich eine Volumenverringerung, da nur 97 ml gemessen werden.

Die Schülerinnen und Schüler vermuten, dass die Volumenverminderung auf Grund unterschiedlicher Größen der Teilchen zustande kommt und die kleineren Teilchen in die Zwischenräume der größeren gelangen.

Um diese Annahme zu überprüfen, muss ein entsprechender Modellversuch durchgeführt werden.

- b) Um den Modellversuch durchzuführen, können verschiedene Materialien benutzt werden:
- Es eignen sich je 50 ml verschieden große und unterschiedlich gefärbte Kugeln,
  - es können auch je 50 ml Erbsensamen und Senfsamen gemischt werden oder
  - man mischt je 50 ml Smarties mit 50 ml Liebesperlen.

Die Schülerinnen und Schüler können aus diesen Experimenten die Schlüsse ziehen, dass

- Stoffe aus kleinsten Teilchen bestehen,
- die kleinsten Teilchen eines Reinstoffs untereinander gleich sind, z.B. in Größe und Masse,
- und wir sie uns kugelförmig vorstellen.
- Auch wenn die Teilchen eng aneinander liegen und sich berühren, ist leerer Raum zwischen ihnen.

Der Begriff „leerer Raum“ muss am Kugelmodell verdeutlicht werden. Er bedeutet, dass „Nichts“ in diesen Zwischenräumen ist und dass in diese Räume eventuell noch kleinere Kugeln passen.

Die Schülerinnen und Schüler haben ein Kugelteilchenmodell erarbeitet, das eine Vorstellung über den Bau der Stoffe ermöglicht. Es muss auch deutlich gemacht werden, dass diese Modellvorstellung den wirklichen Aufbau der Teilchen nicht wiedergeben kann, aber die Eigenschaften von Stoffen erklären soll.

Dass Modellvorstellungen und Modelle in vielen wissenschaftlichen und technischen Bereichen eine Rolle spielen, sollte an mehreren Beispielen verdeutlicht werden. Ebenso kann anschaulich gemacht werden, dass man über Modelle Vorhersagen erarbeiten kann, aber Modelle nicht der Wirklichkeit entsprechen.

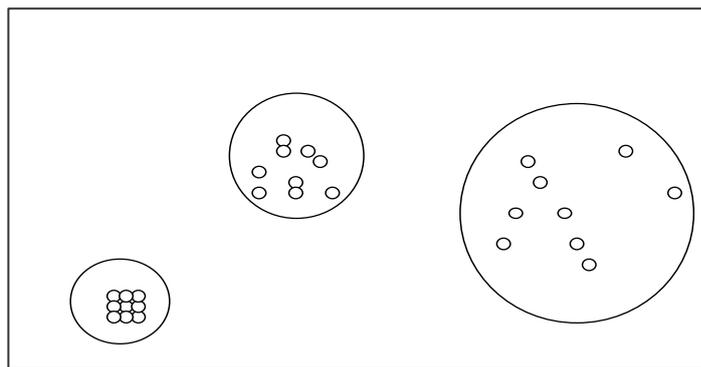
Als Beispiele können dienen:

- Der Globus als Modell für die Erde (*siehe Arbeitsblatt „Modell und Wirklichkeit“*)
- Schiffsmodelle, um Strömungswiderstand zu testen
- Modelleisenbahn; Modellauto (Vergleich mit Wirklichkeit)
- Modellexperimente (z.B. zum Sieden und Schmelzen anhand von Kugeln in Uhrglas und Petrischale)

V: Materialien: kleine gleich große Kugeln aus Holz, Eisen oder Glas; Uhrglas; Petrischale und große Glasschale.

1. Man ordnet viele kleine Kugeln symmetrisch auf dem Uhrglas an.
2. Die Kugeln werden vom Uhrglas in die Petrischale gegeben, die leicht bewegt wird.
3. Die Kugeln werden in die große Glasschale geschüttet, die stark hin- und herbewegt wird.
4. Anschließend werden die Kugeln wieder zurück in die Petrischale und dann in das Uhrglas zurückgegeben.

Es könnte sich ein ähnliches Bild wie im Folgenden dargestellt ergeben.



Jede Kugel stellt z.B. ein Wasserteilchen dar. Durch Bewegung der Petrischale bzw. der Glasschale wird die Teilchenbewegung simuliert, so dass ein Modellexperiment das Schmelzen und Sieden veranschaulicht.

#### 4. Die Aggregatzustände

Im Zusammenhang mit Modellvorstellungen kann auf die Aggregatzustände aller Stoffe verwiesen werden. Die Änderung der Aggregatzustände sollte mit dem Kugelteilchenmodell erklärt werden können.

Aggregatzustände sollten an einem konkreten Beispiel erläutert und definiert werden.

Wasser eignet sich dazu besonders gut, weil viele anschauliche Beispiele aus der Erfahrungswelt der Schüler aufgegriffen werden können.

Die Aggregatzustände des Wassers lassen sich leicht demonstrieren.

- a) Demonstration von Eis, Wasser und Wasserdampf.
- b) Untersuchung der Eigenschaften von Eis, indem versucht wird, es mit Gewichten zusammenzudrücken, bzw. versucht wird es mit Krafteinwirkung zu verformen.
- c) Untersuchung von flüssigem Wasser, indem versucht wird es im Kolbenprober zusammenzudrücken.
- d) Zusammenpressen von Luft (Ersatz für Wasserdampf) im Kolbenprober.

Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgabe, die Anordnung der Teilchen von Wasser im jeweiligen Aggregatzustand zu beschreiben.

Wenn die Schülerinnen und Schüler anhand des Kugelteilchenmodells die Anordnung der Teilchen in Eis als dicht, regelmäßig und nicht verschiebbar, in Wasser als unregelmäßig, beweglich aber auch noch dicht und in Wasserdampf als unregelmäßig und frei beweglich beschrieben haben, kann eine Hypothese über den Raumbedarf der Aggregatzustände entwickelt werden. Diese Hypothese kann in einem Schülerexperiment verifiziert werden.

e)

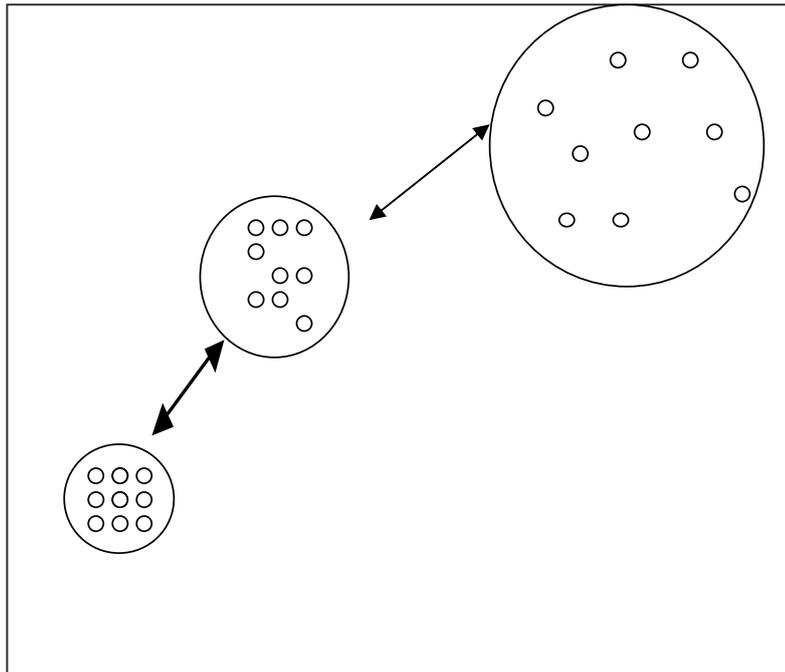
V: Materialien: Reagenzglas; Reagenzglashalter; Luftballon; Brenner; Streichhölzer, Schutzbrille.

Ein etwa würfelzuckergroßes Eisstück wird in ein Reagenzglas gegeben und mit einem Luftballon verschlossen. Mit dem Bunsenbrenner wird das Eis erhitzt, bis es schließlich vollständig verdampft ist. Dabei soll die Ausdehnung des Luftballons beobachtet werden.

In der Auswertungsphase des Versuchs sollten die Aggregatzustände anschaulich dargestellt werden, indem die Anordnungen der Teilchen zeichnerisch festgehalten werden (*siehe Arbeitsblatt Aggregatzustände*).

Um Modellvorstellungen und Modelle zu üben, können die Schülerinnen und Schüler das Modellexperiment zum Sieden und Schmelzen mit Kugeln in Uhrglas und Petrischale durchführen. Das Bild, das sich im Modellversuch ergibt, kann auf die Aggregatzustände übertragen werden.

Als Modellvorstellung kann eine mit Paaren halb gefüllte Tanzfläche angeführt werden, die sich bei langsamer Musik bewegen und geringen Platzbedarf haben. Dieser wird mit schnellerer Musik bis hin zu Rock'n Roll immer größer und der Abstand der Paare erhöht sich. Jedes Paar auf der Tanzfläche kann als eine Kugel angesehen werden. Ohne Musik erfolgt keine Bewegung und die Paare stehen geordnet nebeneinander. Bei langsamer Musik entfernen sich Paare voneinander, bis sie bei Rock-Musik die ganze Tanzfläche beanspruchen.



- Die Schülerinnen und Schüler können in diesem Zusammenhang das Arbeitsblatt „*Dem Wasser wird es zu warm!*“ bearbeiten, das aus der Einheit „Sicherheit im Chemieraum“ bekannt ist.
- Die Schülerinnen und Schüler tragen in das Bild die Begriffe für die Aggregatzustände ein.
- Den Pfeilen müssen die Begriffe „Schmelzen“, „Sieden“, „Kondensieren“ und „Erstarren“ zugeordnet werden.

Um die Modellvorstellung zu den Aggregatzuständen und den Umgang mit den Begriffen Schmelzen, Erstarren, Sieden oder Verdampfen und Kondensieren zu üben sowie erweiterte Kenntnisse über den Wechsel der Aggregatzustände zu erlangen, können unterschiedliche Schülerversuche dienen.

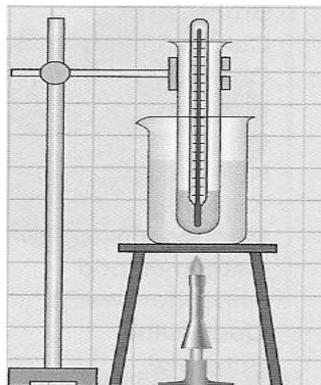
## 4.1 Schülerversuche

- a) Anhand der Bestimmung der Siedetemperatur von Wasser und Alkohol kann geübt werden, dass
- Reinstoffe konstante physikalische Eigenschaften haben,
  - die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen verschiedener Reinstoffe unterschiedlich sind und somit die Eigenbeweglichkeit unterschiedlich schnell zunimmt
  - und mit zunehmender Geschwindigkeit der Abstand zwischen den Teilchen beim Erhitzen zunimmt.

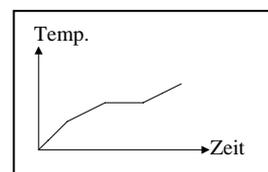
V: Materialien: Becherglas, Reagenzglas, Thermometer, Dreifuß mit Drahtnetz, Gasbrenner oder Heizplatte, Stativ mit Klemme und Muffe.

In das Reagenzglas wird etwa 3 cm hoch Ethanol bzw. Wasser gegeben. Das Becherglas wird zu 2/3 mit Wasser gefüllt. In das Becherglas taucht, am Stativ befestigt, das Reagenzglas. Es wird zum Sieden erhitzt. Mit dem Thermometer wird die Siedetemperatur der Flüssigkeit bestimmt.

Versuchsordnung:



- b) Das Erhitzen von Kerzenwachs in einer Porzellanschale bis hin zur Entzündung macht die Teilchenbewegung der Wachsmoleküle anschaulich.
- c) Bei der Bestimmung der Schmelztemperatur von Stearinsäure kann das Auftragen der Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit in einem Koordinatensystem deutlich machen, dass sich die Temperatur beim Schmelzvorgang selbst nicht ändert.



Daraus kann mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden, dass

- die kleinsten Teilchen von Stearinsäure beim Schmelzpunkt die Energie aufnehmen und diese in Bewegungsenergie umsetzen, was zur Änderung des Aggregatzustands führt.
- Umgekehrt muss beim Erstarren, die Temperatur konstant bleiben, weil die Teilchen wieder feste Plätze einnehmen.

V: Materialien: Becherglas, Reagenzglas, Thermometer, Dreifuß mit Drahtnetz, Gasbrenner oder Heizplatte, Stativ mit Klemme und Muffe, Stoppuhr, Schutzbrille.  
In das Reagenzglas wird etwa 2 cm hoch Stearinsäure gegeben. Das Becherglas wird zu 2/3 mit Wasser gefüllt. In das Becherglas taucht, am Stativ befestigt, das Reagenzglas. Das Wasserbad wird erhitzt. Das Thermometer wird in die Stearinsäure im Reagenzglas gegeben. Man beginnt mit der Messung bei etwa 50°C und misst alle 30 Sekunden die Temperatur. Vor dem Ablesen wird jeweils umgerührt.  
Bei etwa 70°C beginnt die Stearinsäure zu Schmelzen. Die Messung wird fortgeführt, bis die Temperatur der Schmelze ansteigt.  
Die Versuchsanordnung entspricht der auf S7 zur Bestimmung der Siedetemperaturen von Wasser und Ethanol.

- d) Das Züchten von Kristallen aus einer Salzlösung macht deutlich, dass die Teilchen sich in geordneter Weise zusammenfinden. Es kann erarbeitet werden, dass sich die Teilchen in einem Kristall nach einem bestimmten Muster zusammenfinden.  
In einem Modellversuch, der kugelförmige Objekte verwendet, kann dies gezeigt werden, indem runde Früchte, wie Äpfel oder Orangen, in Schichten übereinander gestapelt werden. Man kann so den Begriff der dichtesten Kugelpackung einführen.

V: Materialien: zwei Bechergläser (400 ml), ein Becherglas (100 ml), Thermometer, Heizplatte, Filterpapier, Trichter, Alaun od. Kupfersulfat, dünner Faden, Schutzbrille.  
Man erstellt eine gesättigte Lösung, indem im warmen Wasser (etwa 50°C) soviel Salz gelöst wird, bis die letzten Kristalle am Boden bleiben. Man lässt die Lösung abkühlen, dabei fallen die ersten Kristalle aus. Die Lösung wird abfiltriert und die gewonnene gesättigte Lösung wird einige Tage lang ruhig aufbewahrt.  
Nachdem sich erste Kristalle gebildet haben, gibt man einen Teil der überstehenden Lösung in das kleine Becherglas, befestigt einen Kristall an dem Faden und hängt ihn in die Lösung, so dass er ganz von Flüssigkeit umgeben ist. Wenn sich im Lauf der Zeit zusätzliche Kristalle bilden, werden diese entfernt. Bei zu großer Verdunstung von Flüssigkeit, muss gesättigte Lösung nachgefüllt werden.

- e) Eine etwas schwierigere, aber für Schülerinnen und Schülern interessante Anwendung kann in Form eines Wärmekissens demonstriert werden, bei dem in etwa 60°C heißem Wasser der Schmelzvorgang einsetzt. Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur ist der Inhalt des Wärmekissens immer noch flüssig. Erst das Auslösen der Kristallisation mit dem Metallplättchen führt zur Wärmeabgabe.  
Dieser Versuch kann mit Schülerinnen und Schülern im Experiment nachgemacht werden, indem im Wasserbad in einem Reagenzglas Natriumthiosulfatkristalle zum Schmelzen gebracht werden. Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur liegt das Natriumthiosulfat immer noch flüssig vor. Durch Zugabe eines Kristalls kann die Kristallisation ausgelöst werden und die Temperatur steigt stark an.  
Mit den Schülerinnen und Schülern kann diskutiert werden, dass die Teilchen beim Schmelzen Energie aufnehmen und in Bewegungsenergie umsetzen. Beim Abkühlen bleiben die Teilchen in Bewegung und nehmen bei der Schmelztemperatur nicht feste Plätze ein. Erst die Zugabe eines Kristalls zwingt sie dazu, feste Plätze einzunehmen. Die gespeicherte Bewegungsenergie wird nun frei.

V: Materialien: Becherglas, Reagenzglas, Thermometer, Dreifuß mit Drahtnetz, Gasbrenner oder Heizplatte, Stativ mit Klemme und Muffe, Schutzbrille.

Die Versuchsanordnung zur Bestimmung der Siedetemperatur kann übernommen werden.

In das Reagenzglas wird kristallines Natriumthiosulfat etwa 5cm hoch eingefüllt.

Das Wasserbad wird auf etwa 70°C aufgeheizt. Mit dem Thermometer wird die Schmelztemperatur von Natriumthiosulfat bestimmt.

Durch Ersatz des heißen Wasserbads durch eines mit kaltem Wasser kühlt die Schmelze schnell ab, ohne jedoch zu erstarren.

Man lässt bis auf Zimmertemperatur abkühlen. Man versucht durch Rühren bzw. durch Zugabe eines zusätzlichen Kristalls die Kristallisation auszulösen. Der Temperaturanstieg kann an dem Thermometer beobachtet werden.

Hinweis: Die Reinigung der Geräte ist mit heißem Wasser leicht möglich.

Auch über das Problematisieren von Alltagsbeobachtungen kann die Modellvorstellung zu Kugelteilchenmodell und Aggregatzuständen geübt werden.

- Warum bildet sich im Kühlschrank im Gefrierfach Eis?
- Wie entsteht ein Kondensstreifen eines Flugzeugs?
- Warum verdunstet Wasser auch bei Zimmertemperatur langsam?
- Was geschieht beim Fönen der Haare?
- Warum wird einem kalt, wenn Wasser auf der Haut verdunstet?

Weitere Alltagsbeobachtungen wie Trocknen von Wäsche bei Minustemperaturen im Freien oder die Bildung von Eisblumen an Fensterscheiben führen zu den Erscheinungen der **Sublimation** und der **Resublimation**.

Der direkte Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand und umgekehrt kann anhand des Kugelteilchenmodells erörtert werden. Die Begriffe Sublimieren für den Übergang von fest zu gasförmig und umgekehrt Resublimieren werden den Begriffen Schmelzen, Erstarren, Sieden oder Verdampfen, und Kondensieren gegenübergestellt.

- f) In einem Schülerpraktikum kann ein Stoffgemisch durch Sublimation und Resublimation getrennt werden.

Dazu eignen sich ein Iod-Sand-Gemisch bzw. ein Gemisch aus Ammoniumchlorid und Sand.

Wenn in einem Erlenmeyerkolben ein derartiges Gemisch erhitzt wird und das Gefäß mit einem Uhrglas verschlossen wird, auf das Eiswürfel gelegt werden, kann die Sublimation und Resublimation von Iod bzw. Ammoniumchlorid gut beobachtet werden.

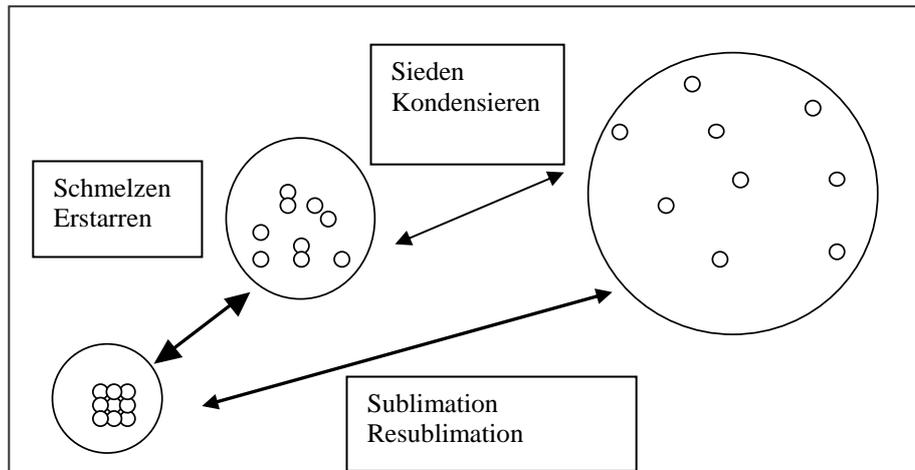
V: Materialien: 250 ml Weithalserlenmeyerkolben; Dreifuß; Keramiknetz; Gasbrenner, Uhrglas, Spatel, Iod oder Ammoniumchlorid, Sand, Eiswürfel, Schutzbrille.

Das Iod-Sandgemisch wird in den Erlenmeyerkolben gegeben. Dieser wird mit dem Uhrglas abgedeckt. Das Gemisch wird auf dem Dreifuß mit dem Bunsenbrenner erhitzt. Auf das Uhrglas wird ein Eiswürfel gegeben.

Der Versuch sollte möglichst im Abzug durchgeführt werden [Iod: Xn (mindergiftig), R:22, S2]

Als Alternative bietet sich Ammoniumchlorid an Stelle von Iod an.

In einem Arbeitsblatt sollten die möglichen Übergänge zwischen den Aggregatzuständen festgehalten und gefestigt werden.



Das Arbeitsblatt „Die Aggregatzustände des Wassers“ eignet sich dazu, zusätzlich zum Schmelzen und Sieden die Begriffe „Sublimation und Resublimation“ einzuführen, wenn Alltagsphänomene wie Bildung von Eisblumen an Fensterscheiben als Beispiel herangezogen werden.

## 5. Aufgabenvorschläge und Experimente

Nachdem das Kugelteilchenmodell und die Aggregatzustände mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet und angewandt wurden, können verschiedene Übungen und Schülerexperimente mit Auswertung zur Festigung des Gelernten beitragen. Im Folgenden wird ein Überblick über mögliche anschauliche Experimente und Aufgaben gegeben.

- Bearbeitung des Arbeitsblatts „Überblick Teilchenmodell“ (*Chemie heute SI*), bei dem die Aggregatzustände anhand des Teilchenmodells anhand des Schmelzens eines Schneemanns im Frühjahr erarbeitet werden. Die richtigen Fachbegriffe müssen dabei Verwendung finden.
- Das Beispiel vom Erhitzen von Wasser in einem Topf, bei dem man bereits bei geringer Wärmezufuhr Gasblasen aufsteigen sieht, macht deutlich, dass sich in Wasser Gase gelöst haben, die zum Sieden kommen, so dass sich die Teilchen dieser Stoffe so schnell bewegen, dass sie das Wasser verlassen.
- An den Vorgängen beim Erwärmen eines Thermometers kann die Ausbreitung der Teilchen auf Grund erhöhter Bewegung aufgegriffen werden.
- In einen Exsikkator wird ein nur leicht aufgeblasener Luftballon gegeben. Nachdem mit einer Wasserstrahlpumpe ein Unterdruck im Exsikkator erzeugt wurde, vergrößert sich das Volumen des Luftballons. Dieser Versuch kann auch mit Schaumküssen gemacht werden, wenn diese im Schokoladenüberzug Bruchstellen haben.
- Mit Hilfe des Teilchenmodells wird durch die äußere Verringerung der Teilchenzahl erklärt, dass die Teilchen im Luftballon nun mehr an Platz zur Verfügung haben, diesen einnehmen und die Gummihülle somit nach außen gewölbt wird.
- In einem Schülerversuch kann das Prinzip der Fernwärme aufgezeigt werden.

V: Materialien: Rundkolben, Stopfen mit zwei Durchbohrungen, zwei Thermometer, Ableitungsrohr, Wanne, Brenner, Dreifuß, Siedesteinchen, Schutzbrille.  
In einem Rundkolben wird Wasser zum Sieden erhitzt (Siedesteinchen) und der Wasserdampf wird über ein Ableitungsrohr in ein Becherglas (Wanne) mit kaltem Wasser (mit Eis) eingeleitet. Über die Thermometer wird sowohl die Siedetemperatur als auch die Temperatur im kalten Wasser über 10 Minuten protokolliert. Danach wird die Verbindung zwischen Siedekolben und Vorlage getrennt um einen Unterdruck im Siedekolben zu verhindern.

Aus dem Versuch wird ersichtlich, dass die Siedetemperatur  $100^{\circ}\text{C}$  nicht übersteigt und der Wasserdampf im Eisbad schnell kondensiert. Die Temperatur des Eiswassers steigt an.

- Im Siedekolben wird Wasser verdampft. Die Wärme, die zum Verdampfen benötigt wurde, wird beim Kondensieren des Wassers wieder frei. So kommt es zu einem deutlichen Temperaturanstieg des Wassers in der Wanne.  
Dieser Versuch zeigt, dass bei der Siedetemperatur die dem Wasser zugeführte Energie nicht mehr zur weiteren Erwärmung des Wassers dient, sondern in die Teilchenbewegung des Wasserdampfes fließt. Diese Energie wird beim Kondensieren wieder frei.
- An einer Blechdose, die erhitzt wird und dann, am besten verschlossen, in kaltes Wasser gegeben wird, kann nach Eindellen dieser am Kugelteilchenmodell der Raumbedarf der Teilchen erkannt werden. Dieser Versuch macht eindrucksvoll klar, dass die Gasteilchen der Luft bei Hitze einen größeren Raumbedarf haben. Am Kugelteilchenmodell lässt sich sowohl die Ausbreitung der Teilchen als auch der geringere Raumbedarf der Teilchen und der damit erklärbare Unterdruck anschaulich machen.
- Wenn die Schülerinnen und Schüler das Auftreten von Tau am Morgen, obwohl es nicht geregnet hat, erklären sollen, können sie sich mit Hilfe des Kugelteilchenmodells eine Lösung erarbeiten.

- Am Beispiel der Wasserstoffbusse des HVV kann der Platzbedarf von Gasen diskutiert werden. Wenn ein Linienbus Wasserstoff tankt, muss möglichst viel Gas auf engem Raum gepresst werden. Am Kugelteilchenmodell kann erarbeitet werden, dass es dadurch zu einer Verflüssigung des Wasserstoffs kommen kann.

*(Hinweis: Bestellung von Schulmaterialien zum Thema Wasserstofftechnologie und Wasserstoffbus, wie Schulordner, CD im PDF-Format, sowie Schulführungen auf der Wasserstofftankstelle ist bei der Hochbahn, Steinstraße 20, 20095 Hamburg, Fax. 040/3288-2770 möglich.)*

Literatur:

- L. Jäkel, Fertig ausgearbeitete Unterrichtsmaterialien für das Fach Chemie, WEKA Media GmbH Co.KG, Kissing  
W. Asselborn, M.Jäckel, K.T. Risch, Chemie heute – Sekundarbereich I, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 2001  
Chemie heute – Sekundarbereich I, Arbeitsheft 1 Gymnasium, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 2001  
K.H. Scharf, Natur Plus, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998  
J. Hann, Spannendes aus Wissenschaft und Technik, Kaleidoskop Buch, Christian Verlag, München, 1999  
G. Ulmer, Naturphänomene – Wasser, Arbeitsheft Gymnasium Baden Württemberg, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1997

## Modell und Wirklichkeit



Aus Beobachtungen des Sternenhimmels und der Entdeckung neuer Kontinente durch Weltumsegler ist die Idee entwickelt worden, dass die Erde die Gestalt einer Kugel hat.

Als **Modell** ist der Globus entwickelt worden.

Man benutzt Modelle als Hilfen, um Beobachtungen zu erklären und vereinfacht und anschaulich darzustellen.

Das Teilchenmodell soll die Eigenschaften von Stoffen erklären.

1. Nenne Eigenschaften der Erde, die mit dem Globus erklärbar sind.

---

---

---

2. Finde eine Eigenschaft der Erde, die mit dem Modell „Globus“ nicht erklärbar ist.

---

---

---

3. Welche Aussagen macht das Teilchenmodell?

---

---

---

---

---

4. Welche Eigenschaften von Wasser lassen sich mit dem Teilchenmodell erklären?

---

---

---

---

---

5. Erkläre mit Hilfe des Teilchenmodells, dass eine Flüssigkeit immer die Form des Gefäßes annimmt, in dem es sich befindet.

---

---

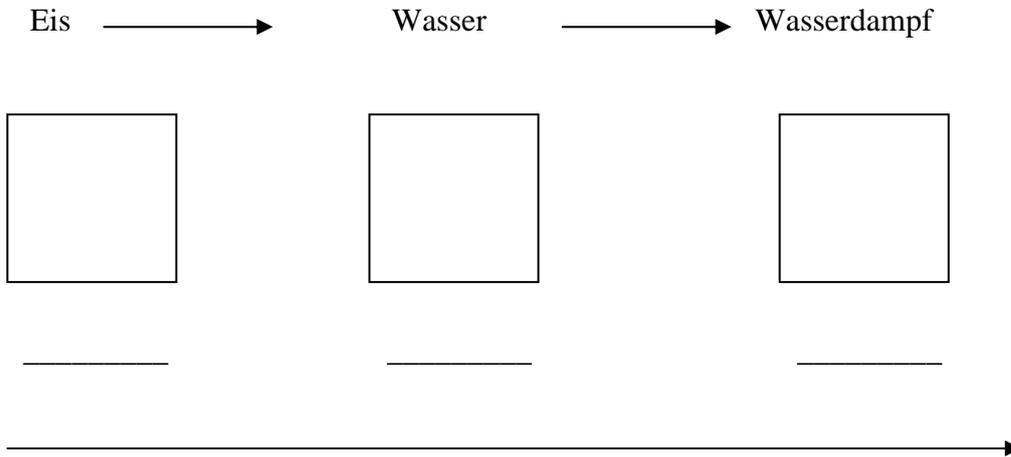
---

---

---

# Aggregatzustände

1. Erkläre die Änderung der Aggregatzustände und den Raumbedarf der Wasserteilchen beim Erhitzen von Eis, indem du anhand des Kugelteilchenmodells die Anordnung der Teilchen angibst.  
Ordne jedem Kasten einen Aggregatzustand zu und Mache eine Aussage über die Änderung des Volumens auf dem angegebenen Pfeil.



2. Entscheide, wie sich die Eigenschaften der Wasserteilchen ändern, wenn sie erhitzt werden.

Die Eigenbewegung der Wasserteilchen nimmt \_\_\_\_\_ .  
 Die Anziehungskraft zwischen Teilchen nimmt \_\_\_\_\_ .  
 Die Entfernung zwischen den Teilchen nimmt \_\_\_\_\_ .  
 Die Geschwindigkeit der Teilchen nimmt \_\_\_\_\_ .  
 Die Anordnung der Wasserteilchen wird \_\_\_\_\_ .

3. Beim Erhitzen von Wasser ändern sich die Aggregatzustände. Bringe folgende Begriffe in die richtige Reihenfolge.

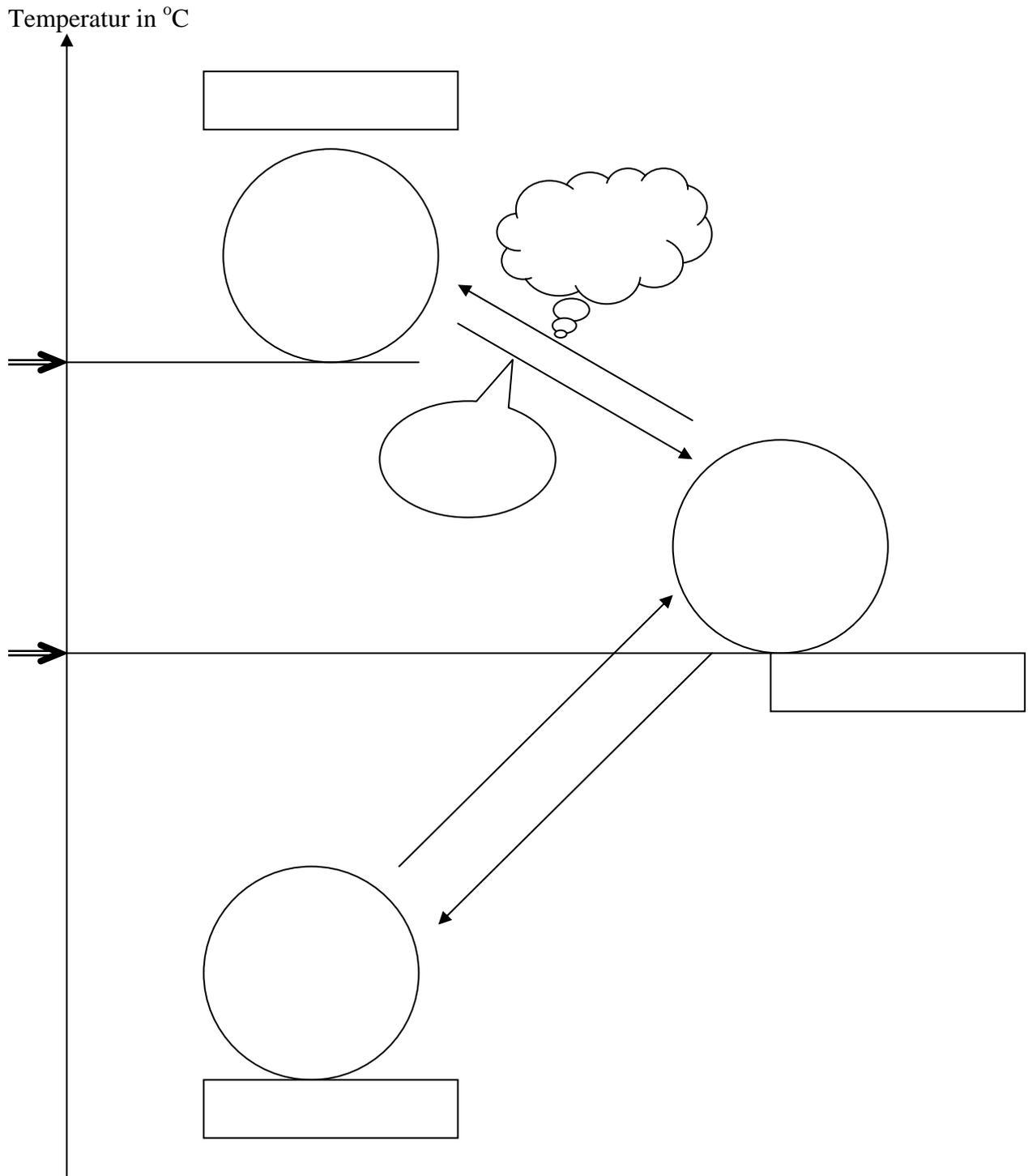
Sieden – Erstarren – Schmelzen – Kondensieren

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

4. Wie werden die Temperaturen bezeichnet, wenn a) Wasser vom festen in den flüssigen und b) vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht.

a) \_\_\_\_\_ b) \_\_\_\_\_

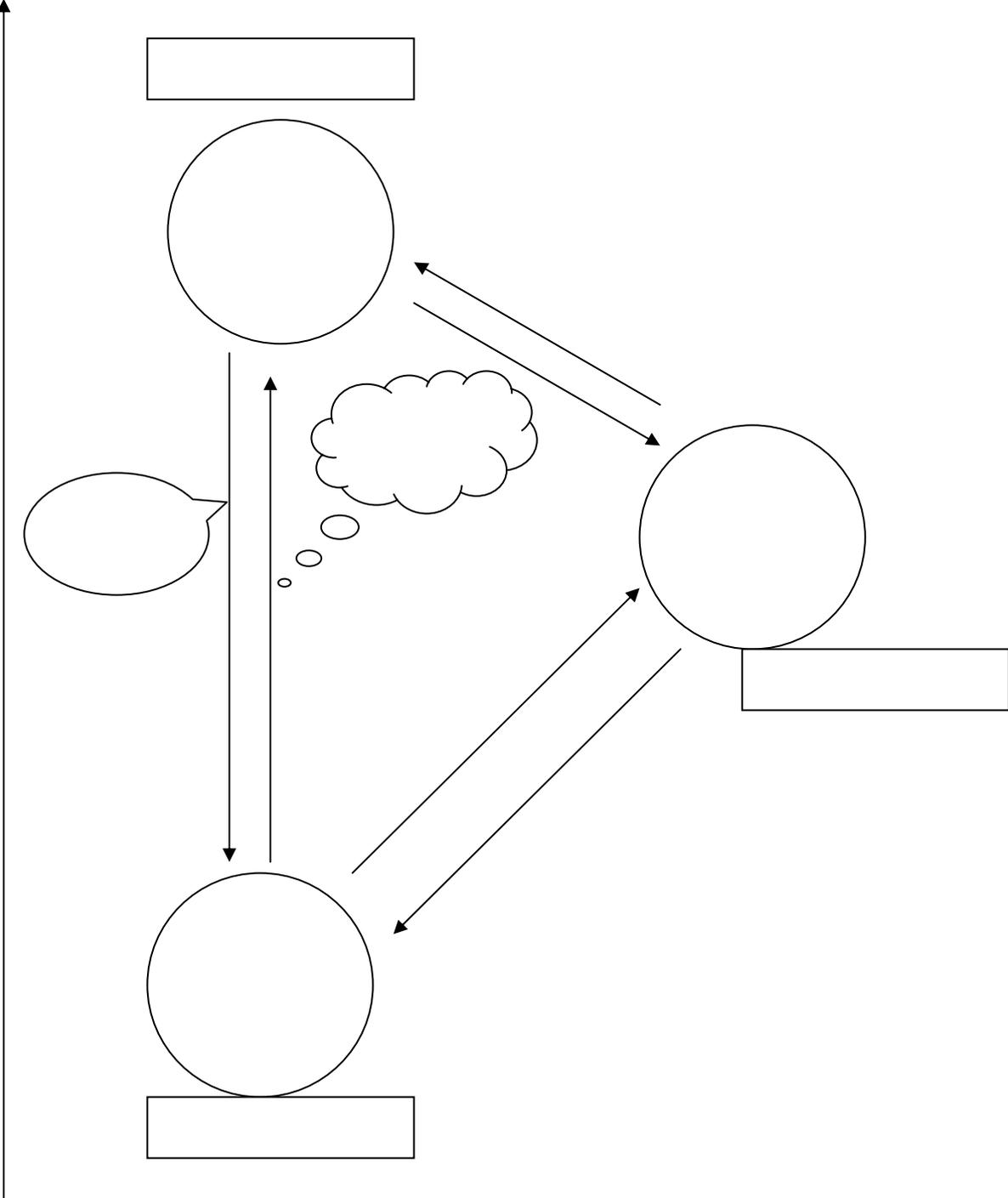
„Dem Wasser wird es zu warm!“



1. Zeichne in die Kreise die Anordnung der Wasserteilchen.
2. Ordne den Pfeilen die Begriffe „Erstarren, Sieden, Schmelzen, Kondensieren“ zu.
3. Benenne die Temperaturen, bei denen Aggregatzustandsänderungen eintreten.

# Aggregatzustände des Wassers

Temperatur in °C



1. Zeichne in die Kreise die Anordnung der Wasserteilchen.
2. Ordne den Pfeilen die Begriffe „Erstarren, Sieden, Schmelzen, Kondensieren“ zu.
3. Erkläre, warum sich a) an einer kalten Fensterscheibe Eisblumen bilden können und b) Schnee im Winter weniger wird, auch wenn kein Tauwetter einsetzt.