



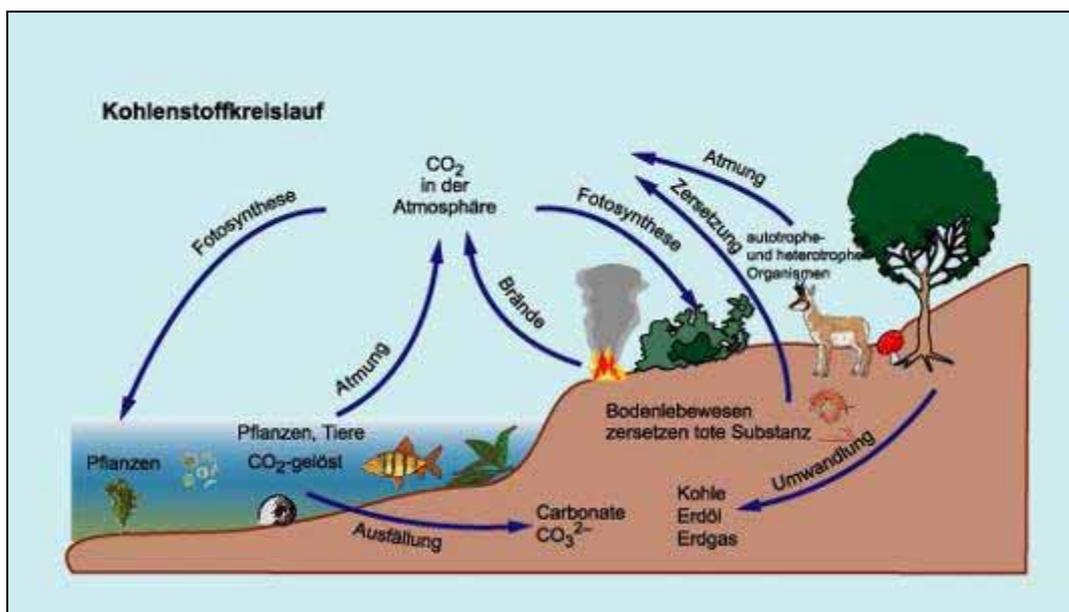
<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b> .....	<b>3</b>
1.1	KOHLENSTOFFDIOXID ALS TREIBHAUSGAS.....	3
1.2	ALLTAGSVORSTELLUNGEN VON GASEN .....	4
<b>2</b>	<b>SACHINFORMATIONEN ZU DEN EXPERIMENTEN</b> .....	<b>5</b>
2.1	STECKBRIEF: KOHLENSTOFFDIOXID (CO <sub>2</sub> ) .....	5
2.2	KOHLENSTOFFDIOXID AUS BRAUSETABLETTEN UND BACKPULVER .....	6
2.3	MINERALWASSER (MIT KOHLENSÄURE) .....	7
2.4	VOM „KALK“ ZUM KOHLENSTOFFDIOXID.....	7
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTE</b> .....	<b>8</b>
3.1	DAS BRAUSETABLETTENGAS .....	8
3.1.1	<i>Gasentwicklung beim Lösen einer Brausetablette in Wasser</i> .....	8
3.1.2	<i>Brausetabletten pusten einen Ballon auf</i> .....	8
3.1.3	<i>Ein Gas mit überraschenden Eigenschaften</i> .....	8
3.1.4	<i>Der Brausetabletten-Feuerlöscher</i> .....	9
3.1.5	<i>Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Zementwasser</i> .....	9
3.1.6	<i>Auffangen von Kohlenstoffdioxid durch Verdrängung von Wasser</i> .....	10
3.1.7	<i>Zauberei: Ein Gas „ausgießen“?</i> .....	10
3.1.8	<i>Die Brausetabletten-Kanone</i> .....	10
3.1.9	<i>Die fliegende Filmdose</i> .....	11
3.1.10	<i>Die Geisterhand aus dem Blumentopf</i> .....	11
3.1.11	<i>Ein Schaum-Vulkan</i> .....	12
3.2	WAS MACHT DEN TEIG LOCKER? EXPERIMENTE MIT BACKPULVER.....	13
3.2.1	<i>Backpulvergas = Brausetablettengas?</i> .....	13
3.2.2	<i>Kohlenstoffdioxid durch Erhitzen von Backpulver</i> .....	13
3.2.3	<i>Kohlenstoffdioxid durch Erhitzen von Natron</i> .....	14
3.2.4	<i>Natron als Löschpulver</i> .....	14
3.2.5	<i>Auch das ist Chemie: „Schlangen des Pharao“</i> .....	15
3.3	EXPERIMENTE MIT NATRON UND ZITRONENSÄURE .....	16
3.3.1	<i>Herstellen von Sprudelwasser</i> .....	16
3.3.2	<i>Der Nassfeuerlöscher</i> .....	16
3.4	MINERALWASSER „MIT GAS“?.....	17
3.4.1	<i>Was sprudelt denn da?</i> .....	17
3.4.2	<i>Der Rosinenlift</i> .....	17
3.5	KOHLENSTOFFDIOXID ALS VERBRENNUNGSPRODUKT .....	18
3.5.1	<i>Untersuchen gasförmiger Verbrennungsprodukte z.B. einer Kerze</i> .....	18
3.5.2	<i>Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Ausatemluft</i> .....	18
3.6	WAS HAT KOHLENSTOFFDIOXID MIT KALK ZU TUN? .....	19
3.6.1	<i>Nachweisen von Kalk in Muschelschalen, Eierschalen, Kreide oder Marmor</i> .....	19
3.6.2	<i>Welches Gas entsteht beim Einwirken von Säuren auf Kalk?</i> .....	19
3.6.3	<i>„Ei-Pellen“ einmal anders</i> .....	20
3.6.4	<i>Kariesschutz für Eier</i> .....	20
3.6.5	<i>Kreidecocktail</i> .....	21
<b>4</b>	<b>EINKAUF- UND BESCHAFFUNGSLISTE</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>LITERATUR</b> .....	<b>23</b>

# 1 Einführung

## 1.1 Kohlenstoffdioxid als Treibhausgas

Das Gas Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) steht im Mittelpunkt der aktuellen Klimadiskussion: Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ist Kohlenstoffdioxid hauptverantwortlich für die Erderwärmung und damit für den Klimawandel auf der Erde. Es gibt keinen Zweifel mehr: Der Klimawandel wird vom Mensch verursacht und er wird katastrophale Folgen haben. Die Kenntnis dieser Umweltprobleme und der daraus resultierenden Bedrohung der Menschheit ist Voraussetzung für notwendiges rasches Handeln.

Indem die Schüler frühzeitig das Gas Kohlenstoffdioxid kennenlernen mit seinen Eigenschaften, dem Vorkommen und seiner Verwendung, werden wichtige Grundlagen für das Begreifen der aktuellen Umwelt- und Klimadiskussion geschaffen. Nur eine solide naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht das Verstehen der gesellschaftlichen Auseinandersetzung über den Klimawandel. Auf diesem Wege erwerben die Schüler wesentliche Kompetenzen über naturwissenschaftliche Zusammenhänge, die ihrerseits wieder das Denken und Handeln der heranwachsenden Generation positiv beeinflussen.



*Kohlenstoffdioxid ist eine Schlüsselverbindung im Kohlenstoffkreislauf der Natur. Der Mensch greift zunehmend in diesen Kreislauf ein und zerstört den natürlichen Gleichgewichtszustand.*

Der Volumenanteil von 0,03 % Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre ist für den Wärmehaushalt der Erdoberfläche von großer Bedeutung (natürlicher Treibhauseffekt).

Seit Beginn der Industrialisierung wird ein Anstieg des  $\text{CO}_2$ -Anteils registriert. Der Gehalt an Kohlenstoffdioxid ist im Verlauf der letzten 100 Jahre um mehr als 25 % gestiegen. Ursachen sind die verstärkte Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie die großflächige Waldrodung. Als Konsequenz ist eine kontinuierliche Erwärmung der Erdoberfläche (zusätzlicher, anthropogener Treibhauseffekt) und als Folge eine weltweite Klimaänderung zu beobachten. Auch wenn andere Gase ebenfalls zum zusätzlichen Treibhauseffekt beitragen (z.B. Methan, FCKW, Ozon...), so hat Kohlenstoffdioxid mit 50 % das größte Treibhauspotential.

## 1.2 Alltagsvorstellungen von Gasen

Aus der Tatsache, dass viele Gase farblos und daher optisch nicht wahrnehmbar sind, ergeben sich Verständnisschwierigkeiten sowohl beim Erfassen bzw. der Aneignung des allgemeinen Gasbegriffs als auch speziell bei konkreten Gasen wie z.B. Luft, Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff.

Auch die Wissenschaftler vergangener Jahrhunderte hatten Probleme mit dem Gasbegriff. Sie erkannten weder die Luft als konkreten Stoff noch unterschieden sie andere farblose Gase von der Luft.

Ähnliche Schwierigkeiten treten auch heute noch auf: Nicht nur Kinder, auch Erwachsene haben oft Schwierigkeiten, sich Gase als verschiedene Stoffe mit bestimmten Eigenschaften vorzustellen.

Eine Befragung von 3700 Schülern brachte interessante Ergebnisse darüber zu Tage, was Kinder unterschiedlicher Altersstufen unter einem Gas verstehen. Die Antworten waren äußerst vielfältig und zeigten, dass der Gasbegriff vielschichtig im Alltag angewendet wird. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Altersabhängigkeit der Begriffsbildung.

Besonders bei Schülern der 3.-6. Jahrgangsstufe prägen natürliche **Alltagserfahrungen** die Vorstellungen über Gase.

Folgende Kategorien / Gruppen des kindlichen Gasbegriffs wurden erfasst:

- *Gase werden mit **Erdgas** gleichgesetzt. Sie sind brennbar, man braucht sie zum Heizen oder Kochen. Sie sind gefährlich, sie können explodieren.*
- *Gase sind **luftähnlich**. Sie sind durchsichtig, unsichtbar, farblos oder in der Luft enthalten.*
- *Gase sind **flüssig**. In Feuerzeugen ist flüssiges Gas / Flüssiggas. Gas ist eine Mischung aus Wasser und Luft.*
- *Gase werden mit **Abgasen** verglichen. Sie verschmutzen die Luft / Umwelt. Sie sind giftig. Gase sind meistens gefährlicher als feste Stoffe.*

Bei der Planung des Unterrichtsprozesses für die Behandlung der Inhalte rund um das Kohlenstoffdioxid sollten diese Alltagsvorstellungen von Gasen berücksichtigt werden.

Bei älteren Schülern enthielten die Aussagen verstärkt physikalische und chemische Eigenschaften und Merkmale, was natürlich auf den Einfluss des Fachunterrichts zurückzuführen ist.

Vor allem im 7. – 9 Schuljahr findet ein Übergang von kindlich naiven zu wissenschaftlichen Inhalten statt. Neue Begriffsmerkmale werden übernommen und in die eigenen vorwissenschaftlichen Vorstellungen eingliedern. Diese können dann zusammenhangslos neben den alten Vorstellungen stehen, können aber teilweise auch mit den alten Vorstellungen verknüpft werden, so dass daraus ein neuer Inhalt entsteht. Es kommt immer darauf an, wie stabil die ursprünglichen Vorstellungen im Denken verankert waren. Erst von der 10. Jahrgangsstufe an beginnen die Jugendlichen, die wissenschaftlichen Deutungen nicht nur zu übernehmen, sondern auch die vorhandenen Begriffsauffassungen dem Neuen anzupassen, d.h. die alten Vorstellungen umzudeuten. Die Untersuchungen zeigen allerdings, dass alte Denkgewohnheiten oftmals nicht vollkommen überwunden werden. Das Denken älterer Schüler enthält häufig immer noch Restvorstellungen des ursprünglichen Denkens. Wie schwierig das ganze ist, zeigt das Ergebnis der Untersuchungen, dass in der 10. Klasse nur etwa 60 % aller Schüler eine richtige Vorstellung davon hatten, was ein Gas ist.

## 2 Sachinformationen zu den Experimenten

### 2.1 Steckbrief: Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)

#### Vorkommen:

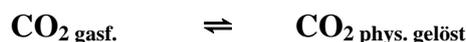
in **freiem** Zustand als Bestandteil

- der Luft (0,03 %)
- des Meerwassers (0,005 %)
- sowie natürlicher Mineralquellen

in **gebundenem** Zustand vor allem in Form von Calciumcarbonat (CaCO<sub>3</sub>) als **Marmor, Kalk oder Kreide**

#### Eigenschaften:

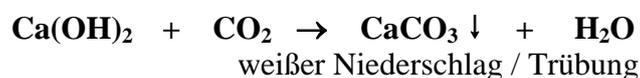
- farbloses, geruchloses Gas, in Abhängigkeit von der Konzentration leicht säuerlich schmeckend
- nicht brennbar und die Verbrennung und Atmung nicht unterhaltend; wirkt erstickend auf Flammen sowie auf Mensch und Tier
  - ⇒ Ein Volumenanteil von 8 – 10 % CO<sub>2</sub> in der Luft führt beim Menschen zur Bewusstlosigkeit und zum Tod.
- die Dichte ist mit 1,977 g/l anderthalb mal so groß wie die der Luft
- CO<sub>2</sub> lässt sich leicht unter Druck zu einer farblosen Flüssigkeit verdichten, die bei weiterer Abkühlung erstarrt
- festes CO<sub>2</sub> (Trockeneis) sublimiert bei Normaldruck bei -78 °C ohne zu schmelzen
- CO<sub>2</sub> ist in Wasser löslich (1 l Wasser löst bei 20 °C 0,9 l Kohlenstoffdioxid)
  - ⇒ Lösungen von Wasser und Kohlenstoffdioxid enthalten im Wesentlichen physikalisch gelöste CO<sub>2</sub>-Moleküle.



Nur etwa 0,1 % CO<sub>2</sub> reagiert mit Wasser zu Kohlensäure. Kohlensäure ist eine schwache (zweiprotonige) Säure.



**Nachweis** von CO<sub>2</sub> mit Kalkwasser bzw. Zementwasser:



#### Verwendung:

- In der Getränkeindustrie zur Herstellung kohlesäurehaltiger Getränke
  - ⇒ als **Lebensmittelzusatzstoff E 290** (Konservierungsstoff): z.B. Schutzgas bei verpackten Lebensmitteln
- Einsatz in Feuerlöschern
- Trockeneis als Kühlmittel
- CO<sub>2</sub>-Begasung in Gewächshäusern (höhere Erträge in der Photosynthese)
- Schutzgas beim Schweißen
- in großtechnischen Prozessen zur Harnstoff- und Methanolsynthese, Ausgangsstoff für die Sodaproduktion sowie Herstellung von Düngemitteln

## 2.2 Kohlenstoffdioxid aus Brausetabletten und Backpulver

In Drogeriemärkten bzw. im Supermarkt erhältlich:

### Multivitamin – Brausetabletten: Was sprudelt denn da?

Eine Brausetablette ist ein *Stoffgemisch* mit folgenden Zutaten:

**Zitronensäure, Natriumhydrogencarbonat**, Fruchtzucker, Stärke, versch. Vitamine, Rote-Beete-Saft-Pulver, Aroma, Süßstoff.....

Was sprudelt beim Lösen einer Brausetablette in Wasser?

Inhaltsstoffe, die das Sprudeln bewirken:

**Natriumhydrogencarbonat** ( $\text{NaHCO}_3$ )  
*Alltagsbezeichnung:* Natron

weißes, alkalisch schmeckendes, geruchloses Pulver

erhältlich als:  
**Kaiser Natron (Holste)**  
**Hausnatron (Dr. Oetker)**

**Zitronensäure**

weißer, kristalliner, geruchloser Feststoff

erhältlich z.B. als:  
**HEITMANN Reine Zitronensäure**  
(fest oder flüssig)  
Universeller Kalklöser

Chemische Reaktionen:



Werden Natron und Zitronensäure in Wasser gelöst, entsteht eine sprudelnde Salzlösung. Das Aufbrausen der Lösung wird durch entweichendes Kohlenstoffdioxid bewirkt.

Bei Erwärmung zerfällt Natron (ca. 300°C) vollständig:



*Natron und eine feste Säure sind wesentliche Inhaltsstoffe z.B. von:*

- **Backpulver**
- Badetabletten
- Feuerlöschern (Nassfeuerlöscher)

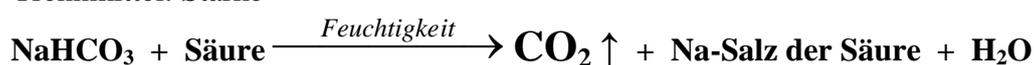
### Informationen zum Backpulver: Was lässt Brot- und Kuchenteig aufgehen?

**Geschichtliches:**

- 1833 entwickelte Justus von Liebig das erste Backpulver (Natron und Salzsäure)
- um 1900 brachte Dr. August Oetker sein erstmals industriell gefertigtes Backpulver „Backin“ auf den Markt (Natron, Weinstein und Stärke)

**Zusammensetzung von Backpulver:**

- Backtriebmittel: Natriumhydrogencarbonat (Natron)
- Säure(träger): z.B. Zitronensäure, Weinsäure, Weinstein, Phosphate...
- Trennmittel: Stärke



## 2.3 Mineralwasser (mit Kohlensäure)

In vielen Erfrischungsgetränken ist Kohlenstoffdioxid unter Druck gelöst:

- Bier: 5 g/l
- Mineralwasser: 7-8 g/l
- Sekt: 9 g/l

So erhalten die Getränke einen erfrischenden, leicht säuerlichen Geschmack.

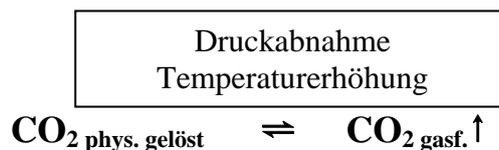
**Die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser ist abhängig von Druck und Temperatur:**

Temperatur	Löslichkeit in 1 l Wasser
0 °C	1,7 l
10 °C	1,19 l
20 °C	0,88 l
60 °C	0,27 l

Druck in bar	Löslichkeit in 1 l Wasser
1 bar	1 l
2 bar	2 l
3 bar	3 l
4 bar	4 l

**Welches Gas entweicht beim Öffnen einer Mineralwasserflasche?**

Druckabnahme (Öffnen der Flasche) und Erwärmung von Mineralwasser verringern die Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser. ⇒ Das Gas Kohlenstoffdioxid entweicht!



## 2.4 Vom „Kalk“ zum Kohlenstoffdioxid

**Vorkommen von Calciumcarbonat (CaCO<sub>3</sub>) in der Natur als**

- **Marmor:** sehr reines, grobkristallines CaCO<sub>3</sub>, unter Druck und Temperatur aus Kreide oder Kalkstein umkristallisiert
- **Kalkstein, Kalk:** mit Ton verunreinigtes, feinkristallines CaCO<sub>3</sub>, Gesteinsbildner waren Schnecken und Muscheln
- **Kreide:** weiße, abfärbende Form von CaCO<sub>3</sub>, die in der „Kreidezeit“ aus Schalentrümmern von Einzellern (Foraminiferen) gebildet wurde

**Besondere Eigenschaften:**

Löslichkeit in Wasser: 0,014 g/l (20 °C) ⇒ *schwer löslich!*

Schmelzpunkt: 825 °C (Zersetzung)

**Mit Säuren reagiert Calciumcarbonat unter Bildung von Kohlenstoffdioxid:**



**Reines, feinpulvriges Calciumcarbonat wird verwendet:**

in der Medizin als Antacidum, in der Lebensmittelindustrie als **Lebensmittelzusatzstoff E 170** (Säureregulator, Trennmittel und Farbstoff), in kosmetischen Präparaten wie Puder und Zahncreme, in Reinigungsmitteln als mildes Scheuerpulver (Mohssche Härte 3), als Schlämmeerde als Grundlage für Wandfarbe und Weißmacher in der Papierindustrie, als Tafelkreide

**Ist Tafelkreide wirklich „Kreide“?**

**Unterscheiden von *Kalkkreide* (CaCO<sub>3</sub>) und *Gipskreide* (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) mit Säure!**

## 3 Experimente

### 3.1 Das Brausetablettengas

#### 3.1.1 Gasentwicklung beim Lösen einer Brausetablette in Wasser



Das Auflösen einer Brausetablette in Wasser ist genau zu beobachten:

Es bilden sich kleine Gasbläschen, die in der Lösung aufsteigen sowie eine farbige Lösung.

#### 3.1.2 Brausetabletten pusten einen Ballon auf



##### **Durchführung:**

Der Ballon sollte vor dem Versuch aufgepustet werden, damit er sich später leichter ausdehnt. 4 halbierte Brausetabletten werden in die Flasche (250 ml) gegeben und ca. 100 ml Wasser hinzugefügt. Dann ist der Ballon möglichst schnell auf die Flasche zu setzen.

##### **Auswertung:**

Beim Auflösen der Brausetabletten entstehen wieder Gasblasen, die in dem Ballon aufgefangen werden. Der Ballon wird langsam aufgepustet.

#### 3.1.3 Ein Gas mit überraschenden Eigenschaften



##### **Durchführung.**

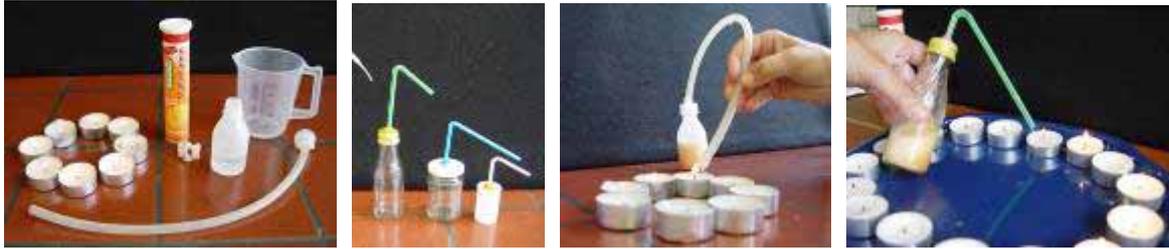
Zum Vergleich ist zunächst ein brennender Span in ein mit Luft gefülltes Glas einzuführen. Anschließend lässt man das „Brausetablettengas“ langsam in das Glas einströmen. Dann wird wiederum ein brennender Span in das Glas eingeführt.

##### **Auswertung:**

In dem mit Luft gefüllten Glas brennt der Span normal weiter. Beim zweiten Versuch ist das Glas wieder mit einem farblosen Gas gefüllt. Diesmal erlischt der Span in dem Glas. Das Brausetablettengas hat die Luft aus dem Glas verdrängt.

Das farblose „Brausetablettengas“ hat eine erstickende Wirkung auf Flammen.

### 3.1.4 Der Brausetabletten-Feuerlöscher



#### Durchführung:

Man benötigt eine kleine Flasche (50 – 100 ml) sowie einen durchbohrten Verschluss mit einem Gasableitungsschlauch. Ersatzweise kann auch ein Trinkhalm zurechtgeschnitten werden, der mit Knete in die Öffnung des Deckels eingepasst werden kann. Eine zerkleinerte Tablette wird in die Flasche gegeben und ca. 25 ml Wasser hinzugefügt. Die Flasche wird sofort verschlossen und das Schlauchende **seitlich** an die Kerzenflammen gehalten. Für diesen Versuch sind Teelichte einzusetzen.

#### Auswertung:

Das aus der Flasche abgeleitete „Brausetablettengas“ erstickt die Kerzenflammen. Mit einer Tablette lassen sich bis zu 20 Teelichte löschen!

### 3.1.5 Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Zementwasser



#### Herstellen von Zementwasser:

2 Teelöffel Blitzzement und ca. 100 ml destilliertes Wasser sind in eine 250 ml Flasche zu geben. Anschließend ist die Flasche **mindestens 1 Minute lang** zu schütteln! Nach dem Absetzen der Aufschlammung ist die Lösung zu filtrieren. (Evtl. muss ein zweites Mal filtriert werden.) Die Flasche mit dem Zementwasser wird beschriftet. Die Zementreste sind in den Papierfilter zu spülen, der nach Abfließen der Flüssigkeit in den Hausmüll entsorgt wird.



#### Durchführung:

Wasser und eine Brausetablette werden in eine Flasche mit Ableitungrohr gegeben und das Gas in das Zementwasser eingeleitet.

#### Auswertung:

Beim Einleiten von „Brausetablettengas“ trübt sich das klare Zementwasser. Es bildet sich ein Niederschlag. Mit diesem Experiment wird das Gas Kohlenstoffdioxid erkannt; der Chemiker sagt „nachgewiesen“. *Beim „Brausetablettengas“ handelt es sich also um Kohlenstoffdioxid!*

### 3.1.6 Auffangen von Kohlenstoffdioxid durch Verdrängung von Wasser



#### **Durchführung:**

Eine Kunststoffwanne ist mit Wasser zu füllen. Ein Glas (0,2 l) wird in die Wanne gelegt (es muss vollständig unter Wasser tauchen), das randvoll mit Wasser gefüllte Glas ist mit der Öffnung nach unten in der Wanne aufzurichten.

Nun werden 1-2 Tabletten unter die Öffnung des Glases geschoben und die Veränderungen beobachtet (Wasserstand).

#### **Auswertung:**

Das entstehende Kohlenstoffdioxid verdrängt das Wasser aus dem Glas. Das Gas wird dabei im Glas aufgefangen.

### 3.1.7 Zauberei: Ein Gas „ausgießen“?



Das unsichtbare Gas kann auf eine Kerzenflamme „gegossen“ werden.

Kohlenstoffdioxid ist ein „schweres“ Gas. Es hat eine größere Dichte als Luft.

Wegen seiner erstickenden Wirkung und seiner großen Dichte wird es als Löschgas verwendet.

### 3.1.8 Die Brausetabletten-Kanone



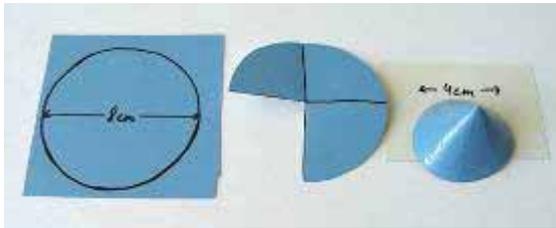
#### **Durchführung:**

Ein leeres Tablettenröhrchen wird mit ca. 20 ml Wasser gefüllt, eine Tablette dazugegeben und das Röhrchen schnell verschlossen. Das Tablettenrohr muss so gehalten werden, dass der Deckel ungehindert wegfliegen kann!

#### **Auswertung:**

Durch das entstehende Kohlenstoffdioxid entsteht in dem Tablettenrohr ein stetig ansteigender Druck, der schließlich den Deckel herausdrückt. Wird das Tablettenrohr sofort wieder verschlossen, lassen sich mindestens 6 Deckel abschießen.

### 3.1.9 Die fliegende Filmdose



**Vorbereitung:**  
Eine Filmdose ist entsprechend der Anleitung als Rakete zu gestalten.



**Durchführung:**

Die Filmdose ist ca. 1 cm hoch mit Wasser zu füllen. Eine Tablette wird hinzugefügt und sofort der Deckel auf die Dose gedrückt.

Die Filmdose ist **mit dem Deckel nach unten** schnell in ein standsicheres Glas zu stellen. Achtung! Die „Rakete“ startet nach wenigen Sekunden!

**Auswertung:**

analog zum vorherigen Versuch

Diesmal wird aber die Filmdose mit hoher Geschwindigkeit in die Höhe gedrückt.

### 3.1.10 Die Geisterhand aus dem Blumentopf



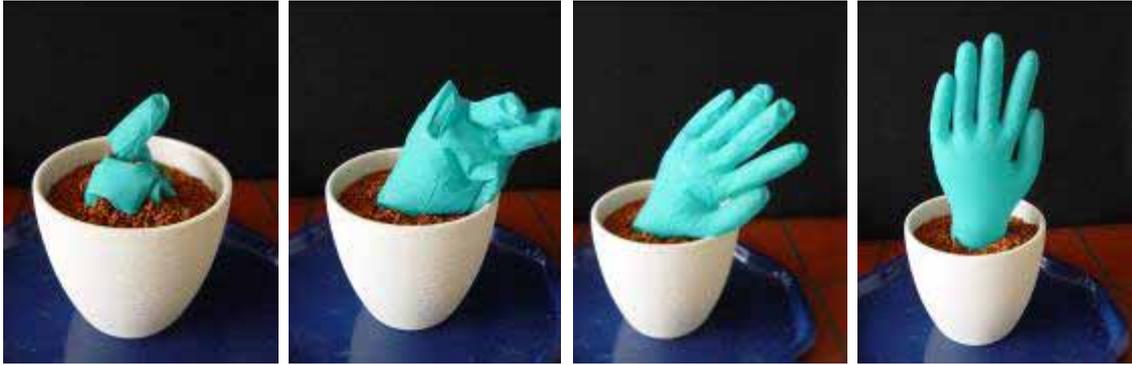
**Folgende Materialien werden benötigt:** 2 Brausetabletten, 50 ml Wasser, 150-ml-Konservenglas, Verschlussstopfen von einer Tablettenröhre, Gummihandschuh (evtl. Gummiringe), Seramis, Blumentopf



**Vorbereitung:**

Das Konservenglas ist mit 50 ml Wasser zu füllen. Der Verschlussstopfen wird in das Wasser gestellt. Nun werden 2 Brausetabletten auf den Stopfen gelegt (Vorsicht!). Der Gummihandschuh wird vorsichtig über die Öffnung des Glases gezogen. Notfalls muss mit Gummiringen für einen dichten Abschluss gesorgt werden.

Anschließend wird das Glas vorsichtig in den Blumentopf gestellt und mit Seramis aufgefüllt bis der Handschuh nicht mehr zu sehen ist.



**Durchführung:**

Der Blumentopf wird *kopfschüttelnd* betrachtet: Keine Pflanze ist trotz bester Pflege zu sehen. Vielleicht hilft kräftiges Schütteln??

**Auswertung:**

Schon nach kurzer Zeit „wächst“ ein Handschuh aus dem Topf und stellt sich wackelnd aufrecht.

Durch das Schütteln fallen die Brausetabletten in das Wasser. Diese lösen sich unter Bildung von Kohlenstoffdioxid, das den Handschuh aufbläht.

**3.1.11 Ein Schaum-Vulkan**



**Vorbereitung:**

Ein der Höhe der Flasche entsprechender Vulkanberg kann aus einem Halbkreis aus bemaltem stabilem Papier bzw. aus Kunststofffolie gefertigt werden.

Aufwändiger - aber haltbarer - ist ein Vulkan aus bemaltem und lackiertem Pappmache.



**Durchführung:**

4 zerkleinerte Brausetabletten sind in eine Flasche (250 ml) zu füllen. Der „Vulkan“ wird aufgesetzt.

Ca. 70 ml Wasser mit **einigen Tropfen Spülmittel** werden zügig in die Flaschenöffnung gegossen. Zugabe von Lebensmittelfarbe verstärkt den Effekt.

**Auswertung:**

Auch hier entsteht wieder Kohlenstoffdioxid beim Lösen der Brausetabletten in Wasser.

Durch die Zugabe des Spülmittels wird die Lösung zusätzlich aufgeschäumt. Die Folge ist der zu beobachtende Ausbruch eines „Schaum – Vulkans“.

## 3.2 Was macht den Teig locker? Experimente mit Backpulver

### 3.2.1 Backpulvergas = Brausetablettengas?



#### **Durchführung:**

Ein Teelöffel Backpulver wird in ein Gefäß gefüllt und mit wenig Wasser übergossen. Nach kurzer Zeit ist ein brennender Span in das Gefäß zu halten.

#### **Auswertung:**

Bei Zugabe von Wasser schäumt das Backpulver auf, man erkennt Bläschen. Es entsteht ein farbloses Gas, das die Flamme erstickt. Bei Zugabe von Wasser zu Backpulver entsteht Kohlenstoffdioxid. Es handelt sich um das Gas, das den Teig lockert, „aufgehen“ lässt.

### 3.2.2 Kohlenstoffdioxid durch Erhitzen von Backpulver



#### **Durchführung:**

Etwas Backpulver wird in ein Reagenzglas gefüllt, das über einen durchbohrten Stopfen mit einer Einwegspritze verbunden ist. Das Backpulver im verschlossenen Reagenzglas wird erhitzt. Hat sich die Spritze mit ca. 20 ml Gas gefüllt, wird sie vom Stopfen abgenommen. Das Gas wird langsam in einen kleinen Becher mit Zementwasser geleitet.

#### **Auswertung:**

An der Trübung des Zementwassers erkennt man Kohlenstoffdioxid.

Auch beim Erhitzen von Backpulver entsteht Kohlenstoffdioxid.

Kohlenstoffdioxid ist das Gas, das den Teig „aufgehen“ lässt. Es entsteht sowohl beim Anrühren z.B. des Kuchenteigs unter Einwirkung von Feuchtigkeit (Vortrieb) als auch beim Erhitzen des Teigs im Backofen (Nachtrieb).

### 3.2.3 Kohlenstoffdioxid durch Erhitzen von Natron

**Durchführung:**

Reagenzglas etwa ein Drittel mit Natron füllen und mit einem festsitzenden Luftballon (vordehnen) verschließen. Anschließend Natron erhitzen, der Ballon bläht sich dabei auf. Anschließend lässt man das Gas langsam in einen Standzylinder einströmen. Das Gas wird mit einem brennenden Span geprüft.

**Auswertung:**

Natron wird durch Wärme zerlegt (über  $300^{\circ}\text{C}$  vollständig). Dabei entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf. Das farblose Gas hat eine erstickende Wirkung auf Flammen.

### 3.2.4 Natron als Löschpulver

**Durchführung:**

Einige Tropfen Fleckenwasser (F) werden in einer Schale entzündet. Die Flammen werden mit Natron aus einem feinen Sieb bestäubt bis sie erlöschen. Eine Abdeckplatte ist bereitzuhalten.

**Auswertung:**

In der Hitze wird Natron zerlegt. Das entstehende Kohlenstoffdioxid legt sich über den Brandherd und erstickt die Flammen. Natron wird als Löschpulver in Trockenlöschern verwendet.

### 3.2.5 Auch das ist Chemie: „Schlangen des Pharao“



#### **Durchführung:**

Auf eine feuerfeste Unterlage (Teller, Kachel, Backblech) wird ein kleiner Haufen Seesand bzw. gesiebter Kies geschüttet. Etwa 20 ml Brennspiritus (F) werden auf die Spitze des Sandhaufens gegossen, der Sand muss gut durchtränkt sein. 3 Emser-Pastillen (EMCUR) werden aufrecht in die Spitze des Sandhügels gesteckt. (Günstig ist es, wenn die Emser-Pastillen vorher kurz in etwas Brennspiritus gelegt, anschließend auf Filterpapier abgetropft und mit etwas Zigarettenasche bestäubt werden.) Abschließend wird der durchtränkte Sand entzündet (Achtung: Die Flamme ist zunächst fast farblos und kaum zu sehen!). Nun kann das Geschehen in Ruhe beobachtet werden.

#### **Auswertung:**

„Emser Pastillen“ enthalten vor allem Natron ( $\text{NaHCO}_3$ ) und Zucker. Beim Erhitzen in der Flamme schmilzt der Zucker zunächst und bildet sich dann um zu schwarzen, festen Kohlenstoff (Zucker verkohlt). Gleichzeitig wird Natron in der Hitze zerlegt, dabei entsteht Kohlenstoffdioxid. Dieses Gas bläht den Kohlenstoff auf, so dass leichte, aufgeschäumte schlangenähnliche Gebilde entstehen. Zigarettenasche begünstigt die Reaktion als Katalysator.

### 3.3 Experimente mit Natron und Zitronensäure

#### 3.3.1 Herstellen von Sprudelwasser



##### **Durchführung:**

Fülle zwei Becher mit etwa 100 ml Wasser und rühre jeweils einen gehäuften Teelöffel Zitronensäure bzw. Natron in das Wasser und beobachte. Anschließend wird die Zitronensäurelösung mit Schwung in die Natronlösung gegossen.

##### **Auswertung:**

Das Lösen von Zitronensäure und Natron in Wasser verläuft ohne Sprudeln bzw. Gasentwicklung. Beim Zusammengießen beider Lösungen entsteht spontan eine heftig sprudelnde Lösung. Die Lösung schäumt stark über.

Bei Zusammengabe der Lösungen von Zitronensäure und Natron entsteht das Gas Kohlenstoffdioxid, das den Sprudeleffekt verursacht.

#### 3.3.2 Der Nassfeuerlöscher



##### **Vorbereitung:**

Aus einer 250 ml Getränkeflasche, einer 20 ml Einwegspritze, einem knickbaren Trinkhalm sowie Knete kann das Modell eines Nassfeuerlöschers gebaut werden. Die Öffnungen für Trinkhalm bzw. Spritze lassen sich mit einem erhitzten Nagel in den Deckel bzw. die Flasche einschmelzen. Mit Knete können die Öffnungen abgedichtet werden.

##### **Durchführung:**

In etwa 200 ml Wasser werden 4 Teelöffel Natron gelöst. Die Lösung wird in die Flasche gefüllt. Die Einwegspritze wird mit 20 ml Zitronensäurelösung gefüllt und auf die vorgesehene Öffnung in der Flasche gesetzt. Das Papier wird entzündet und die Zitronensäurelösung zügig in die Flasche gedrückt.

**Vorsichtig! Die Reaktion setzt sehr schnell ein! Der Löschstrahl ist gezielt auf das Feuer zu richten!**

##### **Auswertung:**

Dieser Versuch nutzt die Erkenntnisse aus dem vorherigen Experiment. Durch das gebildete Gas Kohlenstoffdioxid entsteht in der Flasche ein Druck, der das Sprudelwasser über das Steigrohr nach draußen drückt. Kohlenstoffdioxid ist in diesem Fall das *Treibgas*!

### 3.4 Mineralwasser „mit Gas“?

#### 3.4.1 Was sprudelt denn da?

**Durchführung:**

Aus einer Flasche kohlenstoffhaltiges Mineralwasser ist etwa ein Viertel abzugießen.

Dann wird ein vorbereiteter Verschluss mit Ableitungsrohr aufgeschraubt. Die Flasche wird geschüttelt ohne dass Flüssigkeit in das Ableitungsrohr gelangt. Das Ableitungsrohr ist dabei auf ein brennendes Teelicht bzw. eine kleine Pyramidenkerze zu richten. Die Kerze sollte in einem kleinen Gefäß stehen.

**Auswertung:**

Die Kerze erlischt nach kurzer Zeit. Aus dem Mineralwasser entweicht Kohlenstoffdioxid, das die Kerze erstickt.

Beim Öffnen der Flasche verringert sich der Druck in der Flasche und damit die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in der Lösung. Unter Sprudeln entweicht das *Gas*.

#### 3.4.2 Der Rosinenlift

**Durchführung:**

Befülle ein höheres Glasgefäß (z.B. eine Vase) mit Mineralwasser. Dann werden einige Rosinen in das Mineralwasser gegeben. Die Rosinen sind zu beobachten.

**Auswertung:**

Die Rosinen fallen zunächst auf den Boden des Glases. An den Rosinen sind nun viele Gasbläschen zu beobachten. Wenn sich genug gebildet haben, wirken sie wie Schwimmflügel und tragen die Rosine an die Flüssigkeitsoberfläche. Dort entweichen die Gasbläschen an die Luft, die Rosine fällt zurück auf den Glasboden und der Vorgang beginnt von neuem. Die Rosinen bewegen sich eine Zeit lang im Mineralwasser auf und ab.

## 3.5 Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt

### 3.5.1 Untersuchen gasförmiger Verbrennungsprodukte z.B. einer Kerze



#### Durchführung (Variante 1):

Halte mit Hilfe einer Reagenzglasklammer ein Reagenzglas mit der Öffnung nach unten ca. 30 Sekunden über eine Teelichtflamme. Anschließend wird etwas Zementwasser in das Reagenzglas gegeben und geschüttelt.



#### Vorbereitung (Variante 2):

Ein Teelichtbecher ist am oberen Rand mit 2 Löchern zu versehen, die zur Befestigung von 2 Blumendrähten gedacht sind. Die Drähte sind der Höhe des Glasgefäßes anzupassen und dienen als „Haltebügel“ für das Teelicht.

#### Durchführung:

In das Glasgefäß ist ca. 2 cm hoch Zementwasser zu füllen. Dann wird die Kerze in das Glas gehängt und entzündet. Nachdem sie richtig brennt, ist der Deckel locker aufzulegen. Die Vorgänge in dem Gefäß sind zu beobachten. Nachdem die Kerze erloschen ist, wird sie aus dem Glas herausgenommen. Der Deckel ist wieder aufzusetzen und das Glas ist zu schütteln.

#### Auswertung:

Die Glaswandung beschlägt von innen. Bei der Verbrennung entsteht farbloser Wasserdampf, der an der kalten Glaswand kondensiert.

Nachdem die Kerze entfernt und der Deckel wieder aufgeschraubt worden ist, wird das Glas geschüttelt. Das bei der Verbrennung gebildete Kohlenstoffdioxid verbindet sich mit Zementwasser. Die beobachtete Trübung des Zementwassers ist ein Nachweis für Kohlenstoffdioxid.

### 3.5.2 Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Ausatemluft



#### Durchführung:

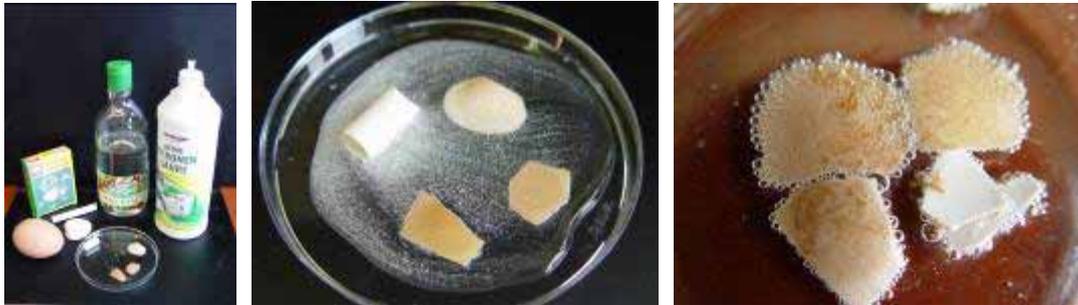
Entferne das Rohr aus einem Spritzverschluss und ziehe den Ballon über den Verschluss. Puste den Ballon auf und schiebe das Spritzrohr wieder durch das Loch. Die Ausatemluft soll nun langsam durch das Zementwasser blubbern. Zum Vergleich kann der Ballon mit einer Ballonpumpe gefüllt werden.

#### Auswertung:

Das Zementwasser trübt sich nach kurzer Zeit. Die Ausatemluft enthält Kohlenstoffdioxid. Bei normaler Luft trübt sich Zementwasser viel langsamer. Sie enthält weniger Kohlenstoffdioxid.

### 3.6 Was hat Kohlenstoffdioxid mit Kalk zu tun?

#### 3.6.1 Nachweisen von Kalk in Muschelschalen, Eierschalen, Kreide oder Marmor



**Durchführung:**

Lege zerkleinerte Eierschalen, Muscheln oder Kreide in eine Petrischale. Übergieße die Materialien mit Zitronensäurelösung oder Essig-Essenz. Beobachte die Veränderungen (evtl. mit einer Lupe).

**Auswertung:**

An den Rändern der Eierschalen, der Muschel sowie an der Kreide bilden sich kleine Gasbläschen.

#### 3.6.2 Welches Gas entsteht beim Einwirken von Säuren auf Kalk?



**Vorbereitung:**

Man benötigt eine kleine Flasche (50-100 ml) mit einem durchbohrten Verschluss, durch den ein Trinkhalm gesteckt wird. Die Öffnung sollte mit Knete abgedichtet werden.

**Durchführung:**

Ein kleines Stück Kreide wird in die Flasche gegeben und mit Essig-Essenz übergossen. Die Flasche wird mit dem Deckel mit Ableitungsrohr verschlossen. Anhand der Bläschenbildung erkennt man die Gasentwicklung. Das Gas wird über das Ableitungsrohr in das Zementwasser geleitet.

**Auswertung:**

Das Zementwasser trübt sich. Bei der Einwirkung von Säure auf Kalkkreide entsteht Kohlenstoffdioxid. Ist kein Sprudeln in der Flasche und keine Veränderung des Zementwassers zu beobachten, handelt es sich um Kreide, die vorwiegend aus Gips besteht.

### 3.6.3 „Ei-Pellen“ einmal anders

**Durchführung:**

Lege ein gekochtes Ei in ein Glas und gieße soviel Essig-Essenz dazu, dass das Ei halb bedeckt ist. Beobachte die Veränderungen an der Eischale. Nun kann das Ei mehrere Stunden stehen.

**Auswertung:**

Es bilden sich sofort viele Gasbläschen an der Eischale. Nach mehreren Stunden hat sich der Teil der Eischale, der mit der Säure Kontakt hatte, scheinbar „aufgelöst“. Wenn man das Ei vorsichtig abspült, erhält man ein halbseitig gepelltes Ei. Die Kalkschale hat mit der Säure reagiert, sie hat sich umgewandelt zu Kohlenstoffdioxid und einem leicht löslichen Stoff.

### 3.6.4 Kariesschutz für Eier

**Durchführung:**

Bestreiche das Ei zur Hälfte mit „elmex gelee“ und lasse das Zahngel etwa 2 Minuten einwirken. Dann wird es wieder mit Wasser abgespült.

Lege das Ei in ein Glas und übergieße es mit Essig-Essenz.

**Auswertung:**

Gasbläschen bilden sich nur an der Seite, die nicht mit Zahngel eingestrichen wurde. Die Seite, die mit „elmex gelee“ behandelt worden ist, wird von der Säure nicht so stark angegriffen.

Übrigens: Auch Zähne werden von Säuren angegriffen. Zucker und Speisereste werden durch Bakterien im Zahnbelag zu Säure umgewandelt, die den ungeschützten Zahnschmelz angreift und zerstört. Zahngel schützt nachhaltig vor Karies durch eine intensive Zahnschmelzhärtung.

### 3.6.5 Kreidecocktail

**Durchführung:**

Brich von der Kreide ein ca. 2 cm großes Stück ab, lege es in ein Papiertaschentuch und zerdrücke die Kreide mit einem harten Gegenstand (z.B. mit einem Glas).

Gib 2 Löffel feste Zitronensäure in das Sektglas und schüttele das Kreidepulver auf die Zitronensäure. Fülle den kleinen Kunststoffbecher mit 10 ml Wasser und füge einige Tropfen Spülmittel hinzu. Gieße das mit Spülmittel versetzte Wasser zügig in das Sektglas und rühre noch einmal kurz mit einem Löffel um.

**Auswertung:**

Bei Zugabe von Wasser reagiert die Säure mit dem Kreidepulver (Kalk) unter Bildung von Kohlenstoffdioxid, welches in den Schaumblasen festgehalten wird. Durch Zugabe des Spülmittels wird die Schaumbildung verstärkt. Am Ende ist das ganze Glas mit buntem Schaum gefüllt.

## 4 Einkaufs- und Beschaffungsliste



Mulivitamin-Brausetabletten  
Mineralwasser mit Kohlensäure  
Reine Zitronensäure von Heitmann (fest und flüssig)  
Backpulver  
KAISER<sup>®</sup> NATRON von HOLSTE  
Tafelessig / Essig-Essenz  
Destilliertes Wasser (Drogeriemarkt)  
Blitz- oder Schnellzement (Baumarkt)  
Bunte Kalkkreide z.B. (GIOTTO Robercolor)  
Elmex gelee  
Kaffeefilter  
Teelichte  
Luftballons  
Knete  
Holzspäne (Schaschlikspieße)  
Einwegspritzen (20 ml) (Apotheke)  
Muschel- und Eierschalen, Schneckengehäuse  
Marmor-Bruch (Fliesen, Kacheln, Fensterbänke...)

## 5 Literatur

- **GALIOT LEHRMITTEL**

Anton-Saefkow-Str.2

18069 Rostock

Tel.:0381/8087758

Fax.:0381/8087760

e-mail:galiotlehrmittel@t-online.de

**Experimentierkasten: Warum geht Brausepulver ab wie eine Rakete?  
Anleitungsheft**

- **Cornelsen Experimenta**

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

e-mail:info@corex.de

Lehrmedien aus Berlin

-Lehrmedien für Sachkunde, Mathematik und Technik

-Natur und Technik 5/6

-Lernen und Begreifen (Sachkunde, Technik, Mathematik)

- **Weerda, Jutta:**

Zur Entwicklung des Gasbegriffs beim Kinde, NiU-P/C 29(1981), Heft 3

- **Grundschulmagazin**

Verlag Oldenbourg . bsv

Nr. 1/07

Themenheft: Schwerpunkt-Naturwissenschaften

- [www.zeitbild.de](http://www.zeitbild.de)

Shop: Chemie in der Grundschule? Na klar!

Grundschulaktion Chemie in der Grundschule

Loewenzahn: Peter Lustig entdeckt die Geheimnisse der Chemie

Download: Junior: Entdeckt die Chemie

Unterrichtseinheit für die Grundschule

- **Autorenteam unter der Leitung von Prof. Dr. W. Jansen**

Chemol-Mappe: Heranführen von Kindern im Grundschulalter an Chemie und Naturwissenschaften, Aulis-Verlag

[www.chemol.uni-oldenburg.de](http://www.chemol.uni-oldenburg.de)

- **Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie**

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

Tipp des Monats: Chemie mit Kaisernatron

Medienangebot: Chemie für Grundschule und für den Chemie-Eingangsunterricht

„Kohlenstoffdioxid: Freund und Feind“

- <http://www.bmu-kids.de/>

Arbeitsblätter "Klimaschutz und Klimapolitik"

In diesem Themenbereich finden Sie Arbeitsblätter zum kostenlosen Download.