

## Chemie fürs Leben:

Für jeden Zweck das richtige Mittel?  
Experimentieren mit Reinigungsmitteln  
im Chemieunterricht



Dr. Gabriele Lange  
Universität Rostock  
Institut für Chemie / Abt. Didaktik  
Dr.-Lorenz-Weg 1  
18059 Rostock  
e-mail: [gabriele.lange@uni-rostock.de](mailto:gabriele.lange@uni-rostock.de)  
Tel.: 0381 / 498 6482  
Fax: 0381 / 498 6481

<b>1</b>	<b>TENSIDE ALS HAUPTBESTANDTEILE IN WASCH- UND REINIGUNGSMITTELN .....</b>	<b>4</b>
1.1	KERNSEIFE ALS ÄLTESTES TENSID.....	4
	<i>Versuch 1: Herstellen von Kernseife: Vom Fett zur Seife („Seifensieden“)</i> .....	5
1.2	EIGENSCHAFTEN VON TENSIDEN .....	6
1.3	EXPERIMENTE ZUR UNTERSUCHUNG DER WIRKUNG VON TENSIDEN.....	7
	<i>Versuch 2: Wasser hat eine „Haut“</i> .....	7
	<i>Versuch 3: Tenside wirken „entspannend“</i> .....	7
	<i>Versuch 4: Tenside wirken benetzend</i> .....	8
	<i>Versuch 5: Tenside wirken emulgierend</i> .....	8
	<i>Versuch 6: Tenside wirken dispergierend</i> .....	8
<b>2</b>	<b>SAURE UND BASISCHE HAUSHALTSREINIGER.....</b>	<b>9</b>
2.1	SÄUREN UND LAUGEN ALS HAUPTINHALTSSTOFFE .....	9
2.2	UNTERSUCHEN DER REAKTIONEN SAURER UND BASISCHER REINIGER MIT INDIKATOREN.....	10
	<i>Versuch 7: Rotkohlsaft – ein natürlicher Universalindikator</i> .....	10
	<i>Versuch 8: Herstellen von Rotkohl - „Indikator“ - Papier</i> .....	10
	<i>Versuch 9: Testen des Reaktionsverhaltens von Reinigungsmitteln</i> .....	10
	<i>Versuch 10: Malen mit Reinigern / Herstellen eines „Rotkohl-Graffiti“</i> .....	11
	<i>Versuch 11: Entwickeln einer Geheimschrift mit Rotkohlsaft</i> .....	11
	<i>Versuch 12: Aber bitte mit Farbe! Verschiedene „Rotkohl“ - Cocktails</i> .....	11
<b>3</b>	<b>GLASREINIGER.....</b>	<b>12</b>
3.1	TYPISCHE ZUSAMMENSETZUNG VON GLASREINIGERN .....	12
3.2	ALKOHOLE UND AMMONIAK ALS INHALTSSTOFFE .....	12
	<i>Versuch 10: Nachweis von Alkohol in Glasreinigern</i> .....	12
	<i>Versuch 11: Nachweis von Alkohol in Brillenputztüchern</i> .....	12
	<i>Versuch 12: Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff</i> .....	13
	<i>Versuch 13: Reaktion von Ammoniak mit Phenolphthalein</i> .....	13
<b>4</b>	<b>SCHUERMITTEL.....</b>	<b>14</b>
4.1	ZUSAMMENSETZUNG VON SCHUERPULVER UND SCHUERMILCH.....	14
4.2	UNTERSUCHEN DER SCHUERKOMPONENTEN .....	14
	<i>Versuch 14: Vergleich der Schleifstoffe in Schuermilch und -pulver</i> .....	14
	<i>Versuch 15: Redoxreaktion zwischen Magnesium und Quarzsand</i> .....	14
<b>5</b>	<b>ABFLUSS– BZW. ROHRREINIGER .....</b>	<b>15</b>
5.1	HAUPTINHALTSSTOFFE EINES ROHRREINIGERS .....	15
5.2	UNTERSUCHEN DER HAUPTINHALTSSTOFFE EINES ROHRREINIGERS.....	15
	<i>Versuch 16: Untersuchen des Reaktionsverhaltens von Rohrreiniger</i> .....	15
	<i>Versuch 17: Analyse von Rohrreiniger und Untersuchen der Reaktion von Natronlauge mit Aluminium</i> .....	15
<b>6</b>	<b>WC-REINIGER UND SANITÄRREINIGER.....</b>	<b>16</b>
6.1	VERGLEICH VON WC-REINIGER UND SANITÄRREINIGER .....	16
6.2	EXPERIMENTE MIT NULL-NULL WC-AKTIV PULVER UND DANKLORIX.....	17
	<i>Versuch 18: Vergleich des Reaktionsverhaltens von WC-Reinigern und Sanitärreinigern</i> .....	17
	<i>Versuch 19: Bildung von Kohlenstoffdioxid beim Entkalken</i> .....	17
	<i>Versuch 20: „Kreide-Cocktail“</i> .....	18

	<i>Versuch 21: Gefährliche Mischung aus Sanitär- und WC-Reiniger.....</i>	<i>18</i>
<b>7</b>	<b>OXI-REINIGER: BLEICHMITTEL AUF SAUERSTOFFBASIS.....</b>	<b>19</b>
7.1	NATRIUMPERCARBONAT ODER NATRIUMPERBORAT ALS HAUPTKOMPONENTEN .....	19
7.2	EXPERIMENTE MIT OXI-REINIGERN .....	20
	<i>Versuch 22: Sauerstoffnachweis beim Erhitzen von festem Oxi-Reiniger .....</i>	<i>20</i>
	<i>Versuch 23: Sauerstoffnachweis aus einer Oxi-Reiniger-Waschlösung .....</i>	<i>20</i>
	<i>Versuch 24: „Knalleffekt“ mit Kerzenwachs .....</i>	<i>20</i>
	<i>Versuch 25: Oxi-Reiniger als Sauerstoffquelle: Verbrennen von Holzkohle in Sauerstoff... ..</i>	<i>21</i>
	<i>Versuch 26: Nachweis von Natriumperborat als Bleichmittel.....</i>	<i>21</i>
	<i>Versuch 27: Flammenfärbung mit fit® Fleckensalz .....</i>	<i>21</i>
<b>8</b>	<b>FLECKENWASSER.....</b>	<b>22</b>
8.1	KETTENFÖRMIGE KOHLENWASSERSTOFFE ALS HAUPTBESTANDTEILE .....	22
8.2	EXPERIMENTE MIT K2R ® FLECKENWASSER.....	23
	<i>Versuch 28: Fleckenwasser als Lösungsmittel für Fette und Öle .....</i>	<i>23</i>
	<i>Versuch 29: Untersuchen der Brennbarkeit.....</i>	<i>23</i>
	<i>Versuch 30: Vorsicht: Leichtentzündliche Dämpfe! .....</i>	<i>23</i>
	<i>Versuch 31: Zündung eines Fleckenwasserdampf-Luft-Gemisches.....</i>	<i>23</i>
<b>9</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>24</b>

# 1 Tenside als Hauptbestandteile in Wasch- und Reinigungsmitteln

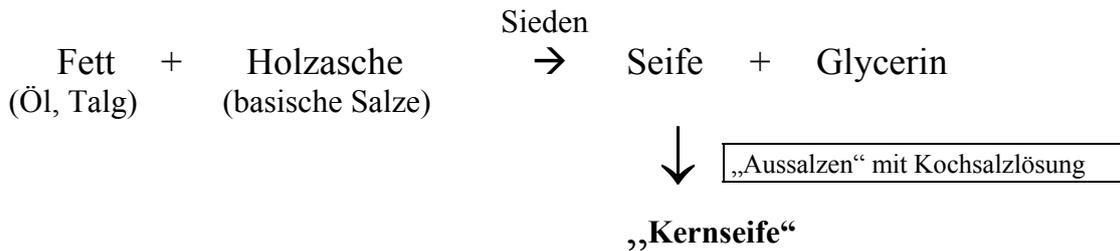
## 1.1 Kernseife als ältestes Tensid

Die Seifenherstellung zählt zu den ältesten chemischen Umsetzungen.

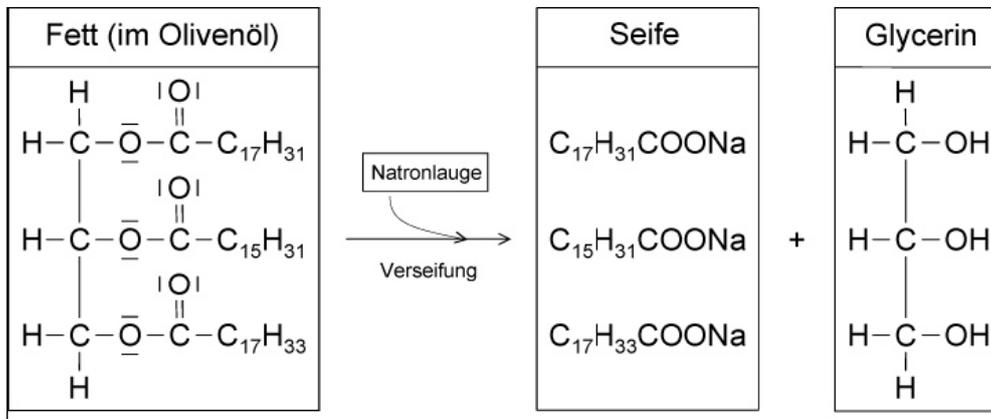
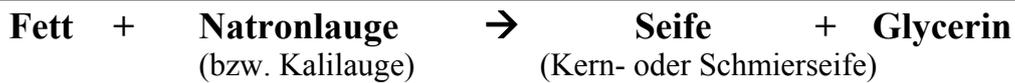
2500 v. Chr.: Erstes Seifenrezept stammt von den Sumerern auf Keilschrifttafeln:  
 „1 Teil Öl und 5 Teile Pottasche“

Seife wurde für medizinische und kosmetische Zwecke verwendet.

14 Jh.: erste Seifenzünfte der Seifensieder in Mitteleuropa



Heute:

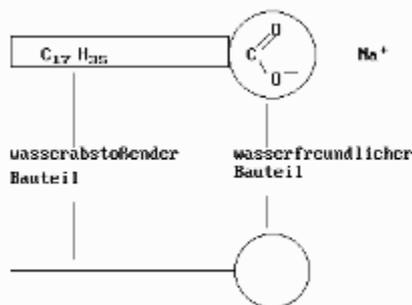


### Bau eines Seifenmoleküls

Beispiel:



Natriumstearat



schematische Darstellung

Aus der charakteristischen Molekülstruktur (hydrophober und hydrophiler Molekülteil) resultiert die Waschaktivität (Grenzflächenaktivität) der Tenside.

## Versuch 1: Herstellen von Kernseife: Vom Fett zur Seife („Seifensieden“)

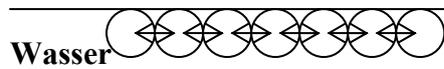


### Spritzgefahr! Schutzbrille! Handschuhe!

- **10 g Pflanzenfett (Kokosfett)** langsam in einem Becherglas schmelzen
- nach und nach ca. **20 ml Natronlauge (10 %ig)** hinzufügen und die Mischung auf kleiner Flamme sieden lassen (*ständig rühren!*)
  - Alternativ kann natürlich ein **Magnetrührer mit Heizplatte** eingesetzt werden (das Becherglas ist abzudecken).
- Bildung einer zähflüssigen, leimartigen Masse (sog. Seifenleim) nach etwa **10 Minuten**
- Brenner löschen bzw. Magnetrührer abschalten; Becherglas von der Wärmequelle nehmen
- Zugabe von etwa **50 ml ges. Kochsalzlösung** um den Seifenkern „auszusalzen“ (Trennung von Seife und Glycerin)
- Abschöpfen des festen Seifenkerns, der zum Formen in eine Streichholzschachtel gedrückt werden kann
- Schaumbildung prüfen durch Schütteln einiger Seifenkrümel in warmen Wasser

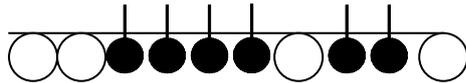
## 1.2 Eigenschaften von Tensiden

Luft



Wasser

Wassermoleküle sind untereinander  
in Wechselwirkung



„Wasser hat eine Haut“  
(große Oberflächenspannung)



Tensidmoleküle verringern die  
Oberflächenspannung des Wassers.

Begriff Tensid (lat.: *tensio* = Spannung)  
veraltet: waschaktive Substanz (WAS)

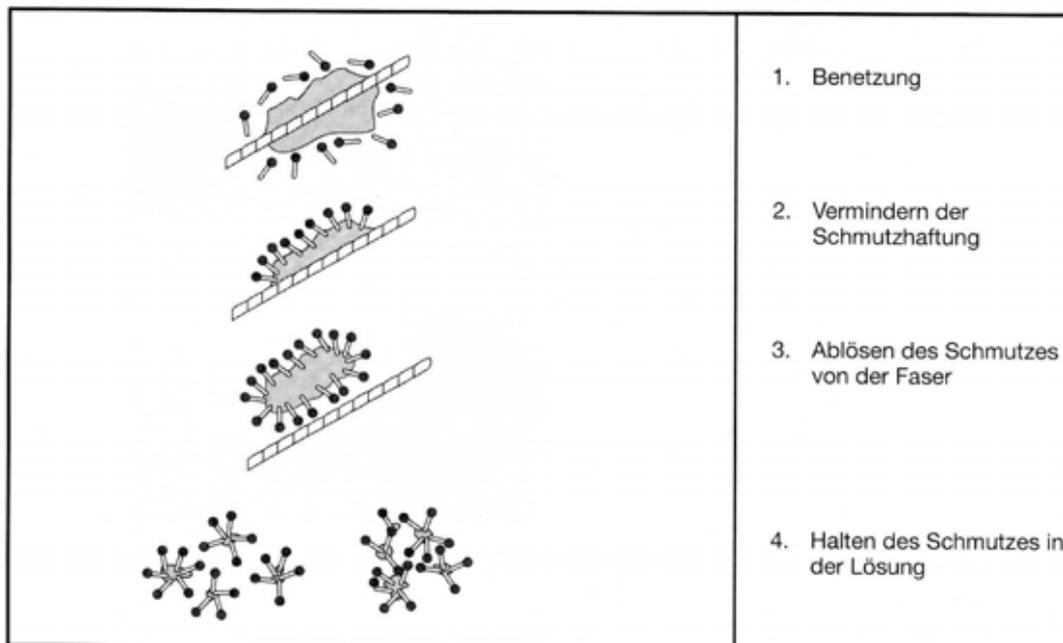
Kernseife: erstes natürliches Tensid

Wasch- und Reinigungsmittel enthalten heute synthetische Tenside (Erdölprodukte bzw. auf pflanzlicher Basis hergestellte Tenside).

### Waschwirkung von Tensiden:

- Herabsetzung der Oberflächen- bzw. Grenzflächenspannung des Wassers
- Schaumvermögen
- benetzende Wirkung
- Schmutzablöse- und Schmutztragevermögen

### Schematische Darstellung der Schmutzablösung:



### Beim Schmutzablösen wird unterschieden zwischen:

- Fetter bzw. öliger Schmutz wird emulgiert: Schmutzlösung ist eine **Emulsion**.
- Fester (erdiger) Schmutz wird dispergiert: Schmutzlösung ist eine **Suspension** (Dispersion).

### 1.3 Experimente zur Untersuchung der Wirkung von Tensiden

#### Versuch 2: Wasser hat eine „Haut“



- Reagenzglas bis zum Rand mit Wasser (angefärbt) füllen
- vorsichtig mit einer Pipette weiter auf die Oberfläche tropfen
- Tropfenzahl bis zum Überlaufen ermitteln

#### Versuch 3: Tenside wirken „entspannend“



##### Variante 1:

- Petrischale mit Wasser füllen und Oberfläche gleichmäßig z.B. mit Holzkohlepulver bestreuen
- etwas Spülmittel in die Mitte der Oberfläche tropfen



##### Variante 2:

- Metallgegenstände vorsichtig mit einer Pinzette auf die Wasseroberfläche legen
- etwas Spülmittel auf die Wasseroberfläche tropfen



##### Variante 3:

- Fläschchen mit enger Öffnung mit Speiseöl (angefärbt mit Sudanrot) füllen und in ein Becherglas mit Wasser stellen
- etwas Spülmittel langsam über die Flaschenöffnung tropfen



## Versuch 4: Tenside wirken benetzend



### Variante 1:

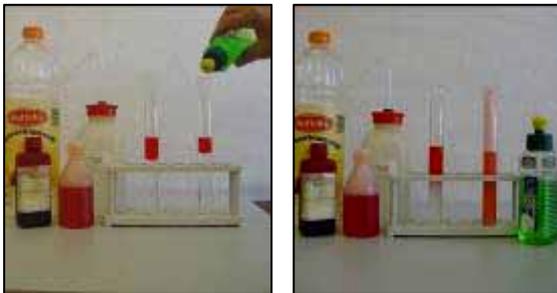
Auf ein Tuch aus Synthefasern nebeneinander einen Tropfen Leitungswasser und einen Tropfen mit Spülmittel versetztes Wasser geben.



### Variante 2:

Je einen Standzylinder mit Leitungswasser bzw. mit Spülmittel versetztes Wasser füllen und jeweils ein Papierknäuel auf die Oberfläche legen.

## Versuch 5: Tenside wirken emulgierend



- zwei Reagenzgläser mit Wasser füllen und mit Speiseöl (angefärbt mit Sudanrot) überschichten
- in eines der Reagenzgläser etwas Spülmittel tropfen, anschließend beide Reagenzgläser schütteln
- nach einigen Minuten beide Reagenzgläser vergleichen

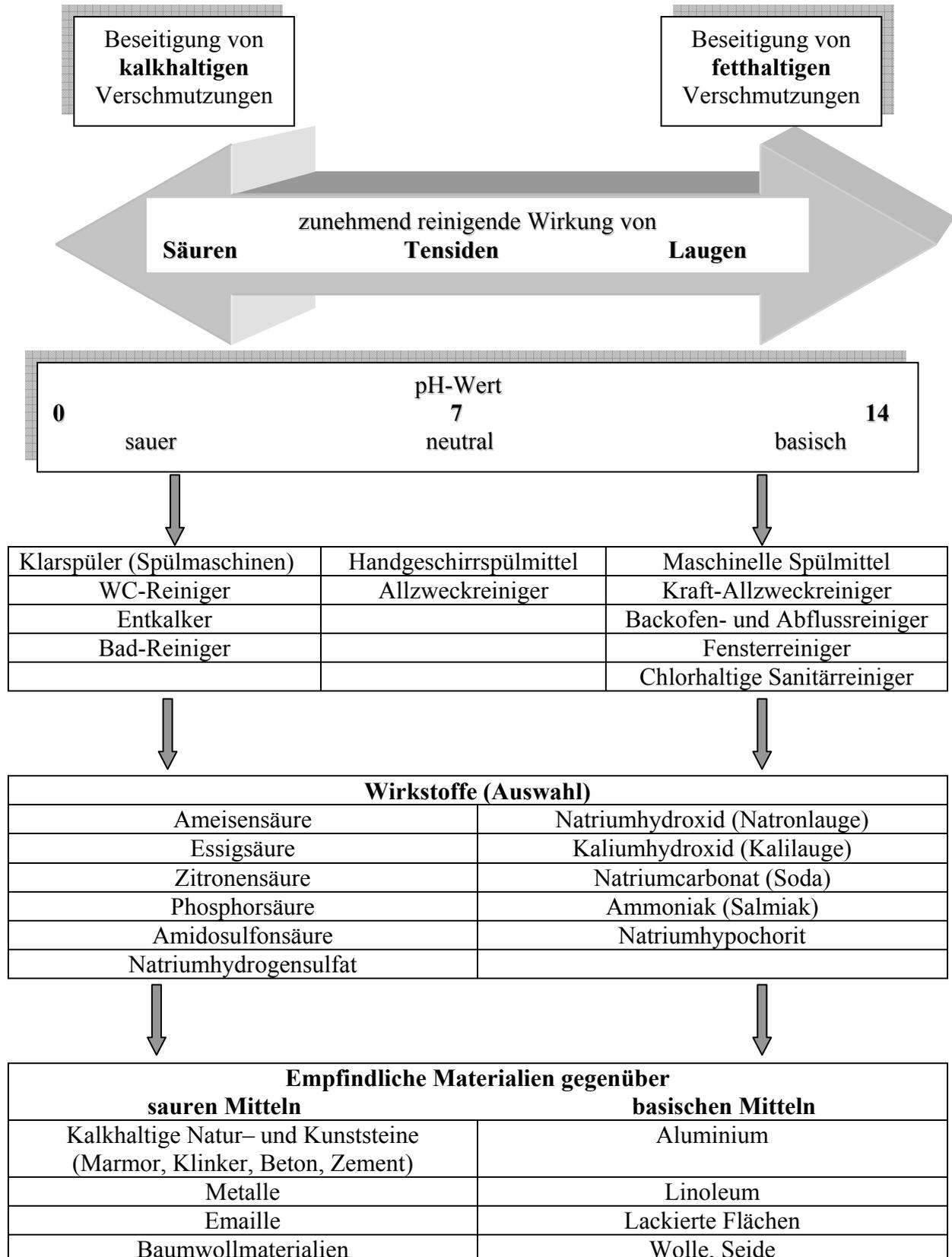
## Versuch 6: Tenside wirken dispergierend



- zwei Bechergläser mit Leitungswasser bzw. mit Spülmittel versetztes Wasser füllen
- in beide Gefäße Holzkohlepulver geben und kräftig schütteln
- beide Suspensionen filtrieren; das Filtrat ist zu vergleichen

## 2 Saure und basische Haushaltsreiniger

### 2.1 Säuren und Laugen als Hauptinhaltsstoffe



## 2.2 Untersuchen der Reaktionen saurer und basischer Reiniger mit Indikatoren

### Versuch 7: Rotkohlsaft – ein natürlicher Universalindikator

Rotkohlsaft ist ein idealer Universalindikator, da die im Saft enthaltenen Anthocyane in Abhängigkeit vom pH-Wert ihre Farbe ändern.



#### Herstellen von Rotkohl-Saft

##### Variante 1:

- Rotkohlblatt in kleine Stücke schneiden, mit Wasser (möglichst **dest. Wasser**) übergießen und einige Minuten kochen, bis der Saft eine kräftige Farbe hat
- nach dem Abkühlen Rotkohlsaft abgießen oder filtrieren

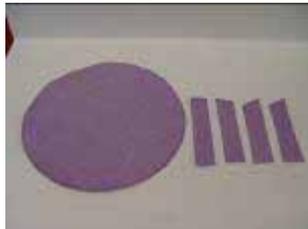
Der so hergestellte Saft ist nur **begrenzt** haltbar (Kühlschrank).

##### Variante 2:

- Rotkohlblatt in kleine Stücke schneiden und mit **Brennspiritus** übergießen, das Gefäß abgedeckt so lange stehen lassen, bis die Lösung eine deutliche Rotfärbung hat
- nach 1 – 2 Tage den Farbstoffextrakt abgießen bzw. filtrieren

Der so hergestellte Rotkohlindikator ist **unbegrenzt** haltbar.

### Versuch 8: Herstellen von Rotkohl - „Indikator“ - Papier



Saugfähige Papiere (Filterpapier, weiße Kaffeefilter, Löschpapier, Papiertaschentücher) sind mit Rotkohlsaft zu tränken. Anschließend werden sie getrocknet. Wenn es schnell gehen soll, kann ein Fön verwendet werden. Der Vorgang ist zu wiederholen bis das Papier eine kräftige Färbung hat. Aus größeren Stücken können auch kleinere Teststreifen geschnitten werden.

### Versuch 9: Testen des Reaktionsverhaltens von Reinigungsmitteln



Verschiedene Reinigerlösungen sind mittels Pinsel oder Wattetupfer auf Unitest-Papier bzw. Rotkohl-Papier aufzutragen.

Alternativ sind kleine Plastebecher zur Hälfte mit Rotkohlsaft zu füllen, dann können verschiedenen Reiniger Lösungen hinzugefügt werden.

Aufgrund der beobachteten Farbänderungen kann das Reaktionsverhalten bzw. der pH-Wert ermittelt werden.

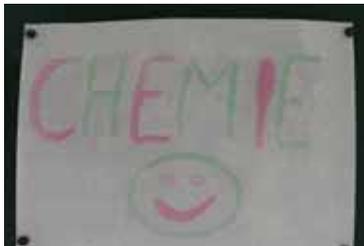
Reinigungsmittel	Universalindikator (Unisol)		Rotkohlsaft Farbumschlag	Reaktionsverhalten
	Farbumschlag	pH-Wert		
Allzweckreiniger				
Handspülmittel				
Entkalker				
WC-Reiniger				
Sanitärreiniger				
Backofenreiniger				
Abflussreiniger				
Glasreiniger				

### Versuch 10: Malen mit Reinigern / Herstellen eines „Rotkohl-Graffitis“



- weißes Filterpapier mit Rotkohlsaft tränken und anschließend trocknen
  - das rot-violett gefärbte Papier mit verschiedenen sauer bzw. basisch reagierenden Reinigungsmitteln besprühen oder mittels Pinsel bemalen
- Mit viel Phantasie entsteht ein dekoratives „Kunstwerk“!

### Versuch 11: Entwickeln einer Geheimschrift mit Rotkohlsaft



- weißes, saugfähiges Papier mittels Pinsel / Wattetupfer mit verschiedenen farblosen stark sauren und basischen Reinigerlösungen beschreiben
- nach dem Trocknen die unsichtbare Botschaft durch Besprühen mit Rotkohlsaft sichtbar machen

### Versuch 12: Aber bitte mit Farbe! Verschiedene „Rotkohl“ - Cocktails



6 Kunststoff-Sektkelche sind etwa zu einem Drittel mit farblosen Lösungen, z.B. Entkalker, Seifenlösung, dest. Wasser, Leitungswasser, Flüssige Soda und flüssigen Backofen- bzw. Grillreiniger zu füllen.

Die Lösungen sind mit dest. Wasser auf etwa zwei Drittel der Höhe der Kelche zu verdünnen.

Nun können die farblosen Lösungen mit Rotkohlsaft (möglichst den wässrigen Extrakt einsetzen) aufgefüllt werden, die Lösungen sind dabei umzurühren.

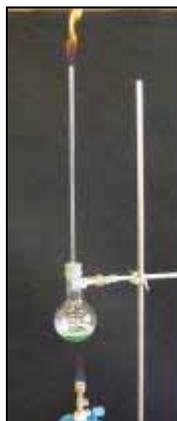
## 3 Glasreiniger

### 3.1 Typische Zusammensetzung von Glasreinigern

Inhaltsstoffe	Anteil in %	Funktion
Anionische und nichtionische Tenside	< 5	Benetzung, Verstärkung der Reinigungswirkung
Niedere Alkohole (Ethanol oder 2-Propanol) und/oder Glycoether	10 - 30	Lösemittel
Ammoniak oder Ethanolamine	0 - 1	Einstellen einer schwachen basischen Reaktion
Farbstoffe, Parfümöle	+	Produktästhetik
Konservierungsmittel	+	Verlängerung der Haltbarkeit
Wasser	ad 100	Lösemittel

### 3.2 Alkohole und Ammoniak als Inhaltsstoffe

#### Versuch 10: Nachweis von Alkohol in Glasreinigern



- ca. 50 ml eines „Spiritus“-Glasreinigers in einem 250 ml - Rundkolben vorsichtig erhitzen (Siedesteine)
- die am Ende des Steigrohres entweichenden Dämpfe sind mit einem brennenden Span zu entzünden

Hierbei handelt es sich um eine erstaunlich empfindliche Methode. Alkoholgengen von ca. 1 % lassen sich so **nachweisen**.

#### Versuch 11: Nachweis von Alkohol in Brillenputztüchern



- gefaltetes Brillenputztuch aus der Verpackung nehmen, einmal längst kniffen und in ein Reagenzglas schieben
  - Reagenzglas mit durchbohrtem Stopfen und Ableitungrohr verschließen und **vorsichtig** erhitzen (Das Brillentuch darf nicht verkohlen!)
  - sobald Dämpfe sichtbar werden, diese am Ende des Ableitungrohres entzünden und mit kleiner Flamme das Reagenzglas weiter erhitzen
- Achtung:** Es muss relativ zügig gearbeitet werden, da der in den Feuchttüchern enthaltene Alkohol schnell verdunstet!

## Versuch 12: Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff



Die Öffnung einer Flasche mit ammoniakhaltigem Glasreiniger ist über die Öffnung einer Flasche mit konz. Salzsäure zu halten. Es bildet sich weißer Rauch.



## Versuch 13: Reaktion von Ammoniak mit Phenolphthalein



### „Umfärben“ weißer Blüten:

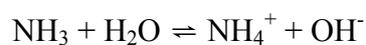
- weiße Stoffblumen mit einer ca. 1 %igen alkoholischen Phenolphthaleinlösung imprägnieren
- nach dem Trocknen mit Glasreiniger besprühen

### „Vergängliche Liebe“:

- Filterpapier mit Phenolphthaleinlösung bemalen
- nach dem Trocknen mit Glasreiniger besprühen

Die bei Blumen bzw. Symbolen auftretende rot-violette Färbung beginnt schnell wieder zu verblassen.

Durch Verdunstung von Ammoniak bzw. Wasser verschiebt sich das Gleichgewicht auf die linke Seite:



## 4 Scheuermittel

### 4.1 Zusammensetzung von Scheuerpulver und Scheuermilch

Inhaltsstoff	Scheuerpulver Anteil in %	Scheuermilch Anteil in %	Funktion
Tenside	0 - 5	0 - 5	Benetzung von Oberflächen und Schmutz, Ablösen von fettigen Verschmutzungen
Abrasiva, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmormehl (<math>\text{CaCO}_3</math>)</li> <li>• Quarzmehl (<math>\text{SiO}_2</math>)</li> <li>• Tonerden (<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>)</li> <li>• Silikate</li> </ul>	80 - 90	30 - 40	Beseitigung von Verschmutzungen durch mechanische Einwirkung
Soda	0 - 5	0 - 5	Verstärkung der Reinigungswirkung
Parfümöle, Farbmittel	0 - 1	0 - 1	Ästhetik
Wasser	< 5	ad 100	

Scheuermittel sind gut geeignet für starke Verschmutzungen. Sie enthalten als Hauptinhaltsstoffe **Abrasivstoffe** (Schleif- und Polierstoffe).

Der Schleifstoff in flüssigen Scheuermitteln besteht aus weicherem **Marmormehl** (Härte 3 nach der MOHS'schen Härteskala). Der Schleifstoff in Scheuerpulvern kann aus dem härteren **Quarzmehl** (Härte 7) bestehen. Marmorhaltige Flüssigprodukte sind wesentlich oberflächenschonender als Pulver.

### 4.2 Untersuchen der Scheuerkomponenten

#### Versuch 14: Vergleich der Schleifstoffe in Scheuermilch und -pulver



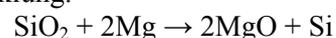
- Zugabe von Säure (Flüssigkalk) zu verschiedenen Proben (Overheadprojektor)
- Gasbläschen weisen auf  $\text{CaCO}_3$  in den Scheuermitteln hin
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
- Nachweis von  $\text{CO}_2$  mit Kalkwasser
$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
  - a) Gärröhrchen - Variante
  - b) Low-Cost - Ersatzvariante

#### Versuch 15: Redoxreaktion zwischen Magnesium und Quarzsand



- 0,5 g Mg-Späne und 1,5 g Scheuerpulver (Quarzmehl) gut vermischt auf ein Drahtnetz geben
- mit scharfer Brennerflamme bis zum Einsetzen der Reaktion erhitzen

Die Redoxreaktion verläuft relativ heftig unter starker Wärmeentwicklung.



*Achtung! Schutzscheibe!*

## 5 Abfluss- bzw. Rohrreiniger

### 5.1 Hauptinhaltsstoffe eines Rohrreinigers

Hauptinhaltsstoffe	Aussehen	Funktion
Natriumhydroxid (ca. 50 %)	glasig, zerfließend	Zersetzung org. Stoffe, Verseifung fetthaltiger Ablagerungen
Aluminium (Körner)	metallisch-glänzend	Bildung von H <sub>2</sub> durch die Reaktion von NaOH mit Al; zusätzliche Lockerung der Verstopfung $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2$
Kaliumnitrat	größere weiße Kugeln	KNO <sub>3</sub> oxidiert naszierenden Wasserstoff zu NH <sub>3</sub> (Vermeidung von Verpuffungen) $8\text{H} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$

### 5.2 Untersuchen der Hauptinhaltsstoffe eines Rohrreinigers

#### Versuch 16: Untersuchen des Reaktionsverhaltens von Rohrreiniger

- etwa 2 cm Rohrreiniger in ein Reagenzglas füllen, mit etwa 5 ml Wasser versetzen und Rohrreiniger **lösen** (rühren bzw. schütteln)
- nach Einsetzen der Reaktion den **pH-Wert** und die **Temperatur** der Lösung ermitteln
- **Gasentwicklung** untersuchen:
  - angefeuchtetes Unitest-Papier an die RG-Öffnung halten
  - Geruchsprobe (Vorsicht!)
  - Glasstab mit konz. Salzsäure an die RG-Öffnung halten

#### Versuch 17: Analyse von Rohrreiniger und Untersuchen der Reaktion von Natronlauge mit Aluminium



- etwa 1 Spatellöffel Rohrreiniger ist auf einem Rundfilter locker zu verteilen
- die einzelnen Komponenten sind genau zu betrachten
- mit einer Pinzette sind die größeren KNO<sub>3</sub>-Kugeln zu entfernen
- das Gemisch aus Ätznatron und Aluminium-Körnchen ist in ein Reagenzglas zu geben



- das Gemisch aus Ätznatron und Aluminium mit ca. 3 ml Wasser versetzen
- nach Einsetzen der Reaktion noch 2-3 Kügelchen aus Alu-Folie in das Reagenzglas geben
- Reagenzglas mit einem mit Ableitungsrohr versehenen Stopfen verschließen und entweichendes Gas durch Luftverdrängung in einem Halbmikroglas auffangen
- mit dem Gasgemisch ist eine Knallgasprobe durchzuführen (kann mehrfach wiederholt werden)

**Nach jeder Knallgasprobe ist das Reagenzglas zu wechseln!!!!**

## 6 WC-Reiniger und Sanitärreiniger

### 6.1 Vergleich von WC-Reiniger und Sanitärreiniger

WC-Reiniger Beispiel: Null-Null WC-Aktiv Pulver	Sanitärreiniger (Hygienereiniger) Beispiel: Danklorix
<p><i>Wirkstoff:</i> Natriumhydrogensulfat (NaHSO<sub>4</sub>)</p> <p>Reinigungsmittel reagiert sauer</p>	<p><i>Wirkstoff:</i> Natriumhypochlorit (NaOCl) „Bleichmittel auf Chlorbasis“ Reinigungsmittel reagiert basisch</p>
<p>Beseitigung von Kalk und Urinstein</p> <p><math>\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2</math></p>	<p>Wirkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reinigend</li> <li>• desinfizierend</li> <li>• entfärbend</li> </ul> <p>aber: keine kalklösende Eigenschaft</p> <p>NaOCl bewirkt die bleichende Wirkung (oxidierende Eigenschaft von Hypochlorit im alkalischen Bereich).</p> $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ $\text{HOCl} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}$ <p>Die unterchlorige Säure spaltet Sauerstoff ab. Die bleichende und desinfizierende Wirkung der Hypochloritlösung wird letztlich durch <b>naszierenden</b> Sauerstoff hervorgerufen.</p>
<p><i>Warnhinweis:</i> „Nicht in Verbindung mit chlorhaltigen oder anderen Sanitärreinigern verwenden!“</p>	<p><i>Warnhinweis:</i> „Nicht zusammen mit Säuren und sauren Reinigern, z.B. WC-Reiniger und Entkalker verwenden!“</p>

**Bei der Mischung von saurem WC-Reiniger und chlorhaltigem Sanitärreiniger wird elementares Chlor freigesetzt:  $\text{NaOCl} + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$**

Nordkurier 19.02.1985

#### Hausfrau mischte WC-Reiniger: Erstickt!

Bad Hersfeld (dpa)

Die Mischung zweier handelsüblicher Sanitärreiniger hat einer 48jährigen Hausfrau aus Philippsthal (Kreis Hersfeld-Rotenburg) das Leben gekostet. Die Frau starb nach Mitteilung der Polizei vom Freitag an den giftigen Chlordämpfen, die sich bei der Säuberung des Badezimmers mit der Reinigermischung entwickelten. Die Kripo nahm diesen Fall zum Anlaß, die Benutzer solcher Reinigungsmittel auf die aufgedruckten Hinweise und Gebrauchsanweisungen aufmerksam zu machen.

## 6.2 Experimente mit Null-Null WC-Aktiv Pulver und Danklorix

### Versuch 18: Vergleich des Reaktionsverhaltens von WC-Reinigern und Sanitärreinigern



- Proben verschiedener Reiniger in ein Becherglas geben, evtl. etwas verdünnen
- mittels **Rotkohlpapier** oder **Unitest-Papier** den pH-Wert ermitteln; gleichzeitig kann die bleichende Wirkung getestet werden
- zusätzlich kann die bleichende Wirkung durch Hinzufügen in eine farbige Lösung (Früchtetee oder Rotkohlsaft) geprüft werden

### Versuch 19: Bildung von Kohlenstoffdioxid beim Entkalken



#### *Reaktion in einem offenen Erlenmeyerkolben*

- Kalk in Form von Muscheln, Eierschalen, Kalkkreide oder Marmor in einen Erlenmeyerkolben geben und 1 Spatellöffel WC-Aktiv Pulver dazugeben
- die Mischung mit etwas Wasser versetzen
- mit einem brennenden Span das entstehende Gas prüfen

#### *Reaktion in einem geschlossenen Gefäß mit Gasableitungsrohr bzw. Gärröhrchen*

- Bei Durchführung der Reaktion in einem geschlossenen Gefäß mit Ableitungsrohr bzw. mit Aufsatz eines Gärröhrchens kann das Gas in Kalkwasser eingeleitet werden.

## Versuch 20: „Kreide-Cocktail“



- ca. 15 g OO WC-Aktivpulver in Sektkelche (0,1 l) geben
- ca. 1 cm zermahlene **Kalkkreide** in die Gläser füllen
- 10 ml Wasser (mit Spülmittel versetzt) auf die Kreide gießen und umrühren

## Versuch 21: Gefährliche Mischung aus Sanitär- und WC-Reiniger



### **Versuch unter dem Abzug durchführen!**

- 20 ml DanKlorix und 2 Spatellöffel OO WC-Reiniger (fest) in einem Standzylinder mischen
- einen z.B. mit „Rote-Bete“-Saft getränkten (feuchten) Rundfilter auf den Standzylinder legen (evtl. zusätzlich mit Glasplatte abdecken)

## 7 Oxi-Reiniger: Bleichmittel auf Sauerstoffbasis

### 7.1 Natriumpercarbonat oder Natriumperborat als Hauptkomponenten

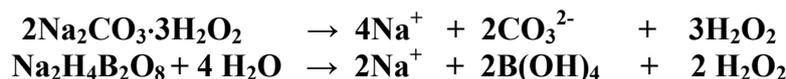
Aktuell auf dem Markt: Mehrzweck Fleckentferner auf Sauerstoffbasis: „Oxi-Reiniger“



**Hauptwirkstoff: > 30 % Bleichmittel auf Sauerstoffbasis**

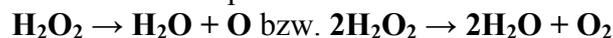
**Natriumpercarbonat:**  $2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}_2$   
(Natriumcarbonat-Peroxyhydrat als korrekte Bezeichnung)  
oder  
**Natriumperborat:**  $\text{Na}_2\text{H}_4\text{B}_2\text{O}_8$

In Wasser zerfallen Natriumpercarbonat und Natriumperborat unter Bildung von Wasserstoffperoxid:



Wasserstoffperoxid wirkt als Bleichmittel (stark temperatur- und pH-abhängig).

In wässriger Lösung zerfällt Wasserstoffperoxid allmählich nach:



Der in *statu nascendi* entstehende Sauerstoff wirkt bleichend und desinfizierend.

Gibt man einen Oxi-Reiniger in Wasser, so entsteht aufgrund der enthaltenen Bleichmittelkomponenten eine alkalische Lösung, in der Wasserstoffperoxid enthalten ist. Wird die Lösung erhitzt, so kann man ab 40 °C eine immer stärker werdende Gasentwicklung beobachten. Dabei handelt es sich zum größten Teil um Sauerstoff. Es entsteht aber auch in geringeren Mengen Kohlenstoffdioxid.

Auch im trockenen Zustand werden durch einfaches Erhitzen nennenswerte Mengen Sauerstoff freigesetzt. Gleichzeitig entsteht auch wieder Kohlenstoffdioxid. Je schärfer erhitzt wird, desto größer wird der Anteil an Kohlenstoffdioxid, da auch enthaltene Tenside und weitere Inhaltsstoffe zersetzt werden.

Durchschnittlich lassen sich aus 1 g z.B. des Produktes SODASAN etwa 90 ml Gasmisch mit einem Sauerstoffanteil von etwa 90 % herstellen.

## 7.2 Experimente mit Oxi-Reinigern

### Versuch 22: Sauerstoffnachweis beim Erhitzen von festem Oxi-Reiniger



Anstelle von Kaliumpermanganat kann ein fester **Oxi-Reiniger** erhitzt werden. Als Wärmequelle reicht ein Teelicht. Der entstehende Sauerstoff wird mit der Spanprobe nachgewiesen.

### Versuch 23: Sauerstoffnachweis aus einer Oxi-Reiniger-Waschlösung



- etwa 100 ml Wasser werden auf **ca. 60 °C** erhitzt, anschließend den Brenner entfernen
  - dann 4 g Oxi-Reiniger hinzufügen
  - bei Bildung einer Schaumkrone aus **größer**en Blasen kann mit einem **glimmenden Span** wiederholt in die Sauerstoffblasen hineingestochen werden
- Der immer wieder entflammende Span erzeugt den Eindruck von „**brennendem Schaum**“!

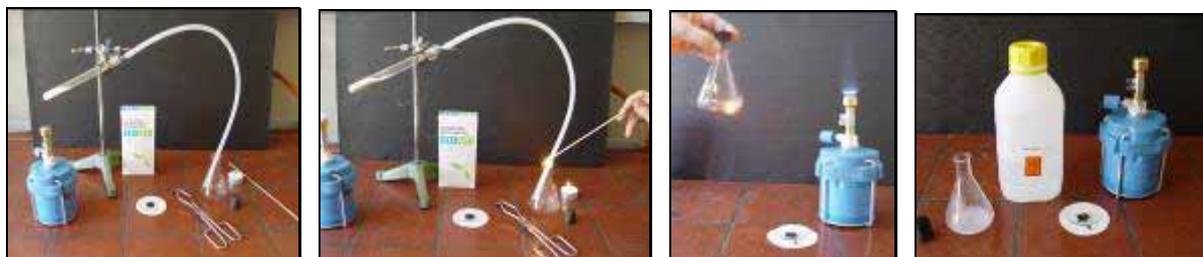
### Versuch 24: „Knalleffekt“ mit Kerzenwachs



- Reagenzglas etwa 2 cm hoch mit Oxi-Reiniger füllen und darauf etwas Glaswolle bringen
- direkt auf die Glaswolle einige Krümel Kerzenwachs geben
- möglichst **gleichzeitig** Oxi-Reiniger und Kerzenwachs **scharf erhitzen**

Nach kurzer Zeit erfolgt eine heftige Verbrennung der Paraffindämpfe in der Sauerstoffatmosphäre.

## Versuch 25: Oxi-Reiniger als Sauerstoffquelle: Verbrennen von Holzkohle in Sauerstoff



- den durch Erhitzen von Oxi-Reiniger entstehenden Sauerstoff in einen Erlenmeyerkolben leiten; die Füllung des Kolbens ist mit der Spanprobe an der Öffnung zu prüfen (möglichst langen Ableitungsschlauch verwenden zur Kondensation von entstehendem Wasserdampf)
- ein kleines Stück Holzkohle ist zu entzünden und in den Kolben zu geben; dieser ist locker mit einem Stopfen zu verschließen und bei der Verbrennung leicht zu schwenken
- das Verbrennungsprodukt ist mit Kalkwasser nachzuweisen

## Versuch 26: Nachweis von Natriumperborat als Bleichmittel



- je einen Spatellöffel **fit® Fleckensalz** sowie einen anderen Oxi-Reiniger in eine Abdampfschale geben
- je 10 ml Methanol (T) sowie 1 ml konz. Schwefelsäure (C) hinzufügen und Mischungen verrühren
- anschließend mit einem Span die Mischungen entzünden und Flammenfärbung vergleichen  
(Vorsicht: Glasplatten zum Abdecken bereithalten!)

In der Schale mit **fit® Fleckensalz** bildet sich eine grüne Flamme, der andere Oxi-Reiniger zeigt eine gelb-orange Flammenfärbung.

Oxi-Reiniger enthalten *Natriumpercarbonat* oder *Natriumperborat* als Bleichmittel.

Mit Schwefelsäure wird aus Perboraten Borsäure freigesetzt. Mit Methanol bildet sich unter dem katalytischen Einfluss der Schwefelsäure der flüchtige **Borsäuremethylester**, dessen Dämpfe mit grüner Flamme brennen. Diese Reaktion ist ein empfindlicher qualitativer Nachweis für Bor.

## Versuch 27: Flammenfärbung mit fit® Fleckensalz



- einen 100 ml-Rundkolben mit 15 ml Methanol (T) und 1 ml konz. Schwefelsäure (C) füllen; einen Spatellöffel **fit® Fleckensalz** dazugeben
- den Rundkolben mit durchbohrtem Stopfen mit Ableitungrohr verschließen und vorsichtig erwärmen
- entweichende Dämpfe entzünden, wobei die Flammenhöhe durch die Wärmezufuhr reguliert werden kann

## 8 Fleckenwasser

### 8.1 Kettenförmige Kohlenwasserstoffe als Hauptbestandteile

*Flecke werden durch verschiedene Stoffe verursacht, daher kann es kein universelles Fleckenentfernungsmittel geben!*

#### K2r® entfernt fett- und ölhaltige Flecken

*Hauptwirkstoff:* aliphatische Kohlenwasserstoffe

*Eigenschaften flüssiger Kohlenwasserstoffe:*

- farblose Flüssigkeiten mit typischen Benzingeruch
- niedrige Siedetemperaturen und Flammpunkte  
→ leichtentzündliche Stoffe
- brennbar, bilden mit Luft explosive Gemische (innerhalb bestimmter Explosionsgrenzen)
- unlöslich in Wasser, gute Lösemittel für Fette und Öle  
„Ähnliches löst sich in Ähnlichem“

#### **Flammpunkt:**

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus der Flüssigkeit (unter festgelegten Bedingungen) Dämpfe in solchen Mengen entwickeln, dass sich durch Fremdzündung ein brennbares Dampf-Luft-Gemisch bildet.

n-Pentan: <-20 °C  
Octan: +8 °C  
Testbenzin: +21 °C

	hoch- entzündlich	<b>F+</b> mit R 12	R 12 Hochentzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt < 0 °C und Siedepunkt ≤ 35 °C. Gasförmige Stoffe und Zubereitungen, entzündlich bei normaler Temperatur und normalem Druck bei Luftkontakt.
	leicht- entzündlich	<b>F</b> mit R 11 R 15 R 17	R 11 Leichtentzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt < 21 °C, die nicht hochentzündlich sind. Feste Stoffe und Zubereitungen, die durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernung weiterbrennen oder weiterglimmen können R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Gase R 17 Selbstentzündlich an der Luft

#### **Explosionsgrenzen (Zündgrenzen):**

Darunter versteht man die untere und obere Grenzkonzentration eines brennbaren Gases (Dampfes) im Gemisch mit Luft, zwischen denen das Gas(Dampf)-Luftgemisch durch Erhitzen (Zündung) gerade noch zur Explosion gebracht werden kann.

Zündgrenzen für flüssige Alkane in Luft: ca. 1.....8 Vol. %

*Bedingungen für die explosionsartige Verbrennung von Fleckenwasser:*

- Fleckenwasser(dampf)/Luft-Gemisch innerhalb der Zündgrenzen
- gute Durchmischung mit Luft
- Zündung

## 8.2 Experimente mit K2r® Fleckenwasser

### Versuch 28: Fleckenwasser als Lösungsmittel für Fette und Öle



- 2 Reagenzgläser sind mit Speiseöl zu füllen (angefärbt mit Sudanrot)
- anschließend ein Reagenzglas mit Wasser, das zweite mit Fleckenwasser versetzen

### Versuch 29: Untersuchen der Brennbarkeit



Wenige Tropfen Fleckenwasser in einer Schale entzünden!  
(Abdeckplatte bereithalten)

### Versuch 30: Vorsicht: Leichtentzündliche Dämpfe!



- mit einer Einwegspritze ist **aus dem Gasraum** einer Fleckenwasserflasche eine Gasprobe aufzunehmen
- die Brennbarkeit der Fleckenwasser-Dämpfe ist zu demonstrieren
- erst nach Abkühlung der Kanüle den Versuch wiederholen

**Vorsicht! Niemals eine heiße Kanüle in den Gasraum einführen!**

### Versuch 31: Zündung eines Fleckenwasserdampf-Luft-Gemisches



#### Plexiglasrohrvariante:

- 12 Tropfen Fleckenwasser in das Rohr geben
- anschließend gut schütteln!!
- Zündung mit dem Piezozünder

#### „Pringles“-Variante:

- 10 Tropfen in das Rohr geben
- Zündung mit brennendem Span an der vorbereiteten Bohrung (Ø 1 cm)



## 9 Literatur

V. Dietrich:

Vom Waschen, Reihe Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik, Volk und Wissen Verlag, Berlin 2000

G. Schwedt:

Fleckenentfernung - Chemie und Praxis, gestern und heute, Aulis Verlag, Köln 2001

**Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V.**

<http://www.ikw.org>

**Informationen und Fakten über Wasch- und Reinigungsmittel  
Möglichkeit der Bestellung kostenloser Materialien, z.B.:**

G. Wagner:

Lehrbuch Waschmittel

Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit

Wiley-VCH, Weinheim

Informationsserie: Wasch- und Reinigungsmittel, CD-ROM

H. G. Hauthal, G. Wagner:

Reinigungs- und Pflegemittel im Haushalt

Verlag für chemische Industrie, Augsburg 2007

Fonds der Chemischen Industrie: Folienserie Tenside und viele andere Materialien

[www.vci.de/fonds](http://www.vci.de/fonds)

Nützliche Internetadressen zum Themenkreis Wasch- und Reinigungsmittel:

- [www.uni-bielefeld.de](http://www.uni-bielefeld.de)
- [www.henkel.de](http://www.henkel.de)
- [www.persil.de](http://www.persil.de)
- [www.theoprax.de](http://www.theoprax.de)  
viele Informationen über Wasch- und Reinigungsmittel der Fa. Henkel KGaA
- [www.procterundgamble.de](http://www.procterundgamble.de)
- [www.quarks.de](http://www.quarks.de)  
Broschüre über Schmutz online abrufbar
- [www.oekotest.de](http://www.oekotest.de)
- [www.stiftung-warentest.de](http://www.stiftung-warentest.de)