

## Hinweis

Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite [http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen\\_experimentalvortrag.html](http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html) eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite [www.chids.de](http://www.chids.de) weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

UE: *Übungen im Experimentalvortrag  
für Lehramtskandidaten*

**603**

***Thema :  
Haushaltsreinigungsmittel***

*Vortrag vom: 27.11.1996*

***Veranstaltungsleiter: Dr. J. Butenuth  
Dr. E. Gerstner  
Prof. H. Perst***

***Vortragende: Karin Goldbach***

# Gliederung:

	<i>Seite</i>
1. <i>Allgemeine Einführung</i> .....	4
2. <i>Scheuermittel</i> .....	5
3. <i>Allzweckreiniger</i> .....	6
4. <i>Spezialreiniger</i> .....	7
4.1. <i>Backofenreiniger</i> .....	7
4.2. <i>Rohrreiniger</i> .....	9
4.3. <i>Sanitär- und WC-Reiniger</i> .....	10
4.4. <i>Metallreiniger (Bsp.: Silberreiniger)</i> .....	13
5. <i>Kombinieren verschiedener Reinigungsmittel</i> .....	15
6. <i>Angaben zu den verwendeten Reinigungsmitteln</i> .....	16
7. <i>Literaturangaben</i> .....	17

# Übersicht über die Versuche:

	<i>Seite</i>
<i>V1: Historische Anwendung von Scheuerpulver.....</i>	<i>5</i>
<i>V2: Schädigung von Aluminium durch Backofenreiniger.....</i>	<i>8</i>
<i>V3: Lockerung des Schmutzverbandes (Rohrreiniger).....</i>	<i>9</i>
<i>V4: Lockerung des Schmutzverbandes (Sanitärreiniger).....</i>	<i>11</i>
<i>V5: Quantitative Bestimmung des Peroxid- gehaltes durch indirekte Iodometrie.....</i>	<i>12</i>
<i>V6: Silberreinigung mittels Tauchbad.....</i>	<i>14</i>
<i>V7: Elektrochemische Silberreinigung.....</i>	<i>15</i>
<i>V8: Chlorentwicklung durch falsche Anwen- dung.....</i>	<i>16</i>

## 1. Allgemeine Einführung

Der Verbrauch von chemischen Produkten zur Pflege und Reinigung stieg während der vergangenen zwei Jahrzehnte sprunghaft an. Man darf annehmen, daß dieses Indiz für steigende Reinlichkeit - auch häufig übertrieben - unter anderem der nicht nachlassenden Werbung auf diesem umkämpften Markt zuzuschreiben ist. Mit welchen Mitteln hier um Marktanteile gerungen wird, und wie unsachlich die Aussagen zu den Produkten oft sind, ist zum Teil erschütternd. Und da die Spitzenprodukte in Zusammensetzung und Wirkung nur geringe Unterschiede aufweisen, läuft Werbung auf Ebenen ab, die jenseits von Sachargumenten liegen.

Da die Hauptaufgabe der Reinigungsmittel die Schmutzentfernung ist, folgt an dieser Stelle eine Definition von Schmutz:

„Als Schmutz kann man jede organische und anorganische Substanz bezeichnen, die Haltbarkeit, Aussehen, Geschmack und Geruch eines Fertigproduktes negativ beeinflusst.“  
 aber auch eine kürzere Definition der Firma Henkel möchte ich erwähnen: „Schmutz ist Substanz am falschen Ort!“

Doch ist dieses nicht die einzige Aufgabe, die ein Produkt erbringen muß. Berücksichtigt man dann noch, daß neben dem primären Nutzen der Reinigung und Materialschonung von einem Reinigungsmittel verlangt wird, daß es sich bequem anwenden läßt, keine sichtbaren Rückstände hinterläßt, hautverträglich, toxikologisch und ökologisch unbedenklich, sowie lange haltbar sein soll, so wird deutlich, daß dies ein einziges Reinigungsmittel alleine gar nicht leisten kann.

Berücksichtigt man neben den unterschiedlichen Anforderungen noch die verschiedenen Empfindlichkeiten der zu behandelnden Oberflächen (hier nur anhand unterschiedlicher Bodenbeläge gezeigt), so zeigt sich, daß eine breite Produktpalette nötig ist, um den Bedarf an Reinigungsmitteln zu decken.

Bodenbelag	Reinigungs- und Pflegemittel			
	mit org. Löse- mitteln	ohne org. Lösemittel		
		neutral	basisch	sauer
Naturstein	+	+	+	-
Kunststein	+	+	+	-
Asphalt	-	+	-	-
Hobeldielen	+	-	-	-
Parkett	○	-	-	-
Holzpfaster	○	-	-	-
Korkbeläge	+	+	-	+
Linoleum	+	+	-	+
Gummibeläge	○	○	○	○
PVC-Beläge	○	+	+	+
Vinylharz-Asbest	○	+	+	+
Kunsthharz-Asbest	-	+	+	+
Fugenlose				
Kunststoffbeläge	○	+	+	+
Feltbase	+	+	+	+

- + kann benutzt werden
- darf nicht benutzt werden
- die Hinweise des Bodenbelag-Herstellers beachten!

Um diesen Bedarf an verschiedenen Reinigungsmitteln zu decken werden von immer mehr Firmen immer mehr Reiniger angeboten, wobei sich dann die verschiedenen Reiniger meist nur für bestimmte Zwecke eignen.

Die Vielzahl dieser Reinigungsmittel läßt sich in drei Gruppen zusammenfassen:

- \* Scheuermittel,
- \* Allzweckreiniger,
- \* Spezialreiniger.

Scheuermittel sind hauptsächlich für die mechanische Reinigung hartnäckiger Verschmutzungen (z.B. in Küche und Bad) gedacht.

Allzweckreiniger werden meist mit Wasser verdünnt, säubern Küchenmöbel, Fußböden, Kacheln und alle abwaschbaren Flächen in der Wohnung und sollen ihnen meistens Glanz geben. Bei hartnäckigen, besonders fetthaltigen Ansammlungen werden sie ebenso unverdünnt angewendet.

Spezialreiniger haben einen engen, in der Regel sehr spezifischen Anwendungsbereich, wirken innerhalb dieser Grenzen aber besonders gut.

Die Wahl des Reinigungsmittels und des Reinigungsverfahrens richtet sich zum einen nach der Art des Schmutzes und zum anderen nach dem zu reinigenden Material.

Im folgenden möchte ich nun einmal näher auf die drei Gruppen eingehen:

## 2. Scheuermittel

Scheuermittel sind Reinigungsmittel mit einem hohen Gehalt an wasserunlöslichen Abrasivstoffen. Sie dienen der Reinigung mechanisch widerstandsfähiger Oberflächen von hartnäckigen (eingebraunten, gealterten) Verschmutzungen.

Die typische Zusammensetzung der Scheuermittel bestand früher über Jahrhunderte hindurch aus feinem Sand, der eventuell noch mit Holzasche vermischt war. Das war *das* bevorzugte Scheuermittel zum Reinigen von Töpfen, Kesseln, Pfannen und anderer Gegenstände im Haushalt.

### Versuch 1: Historische Anwendung von Scheuerpulver

Eine eingebraunte Verschmutzung auf einer harten Unterlage (Kachel oder ähnliches) wird mit Hilfe des „historischen“ Scheuerpulvers gereinigt. Das Scheuerpulver wird, aus feinem Sand (gesiebt) mit etwas zermörserter Holzkohle vermischt, selbst hergestellt und auf die Verunreinigung aufgetragen. Anschließend wird mit einem Lappen solange an der Verunreinigung gerieben (die Zugabe von Wasser erleichtert die Reinigung), bis die Verunreinigung sich langsam entfernt.

Man kann dabei erkennen, daß der Reinigungsprozeß eine lange, aufwendige Prozedur ist, weshalb man dann auch nach und nach die Scheuerpulver verbessert hat.

Heute unterscheidet man nach ihren Einsatzmöglichkeiten zwischen Scheuerpulvern und flüssigen Scheuermitteln. Bei letzteren, gelegentlich auch ungenau als „Scheueremulsion“ bezeichneten viskosen Flüssigkeiten handelt es sich um „Suspensionen“, d.h. feinst zerteilten Feststoffen in Wasser.

Die Reinigung erfolgt hauptsächlich durch die mechanische Wirkung des Abrasivstoffs während des Wischens, die zusätzlichen Wirkstoffe haben unterstützende Funktion.

Die Inhaltsstoffe von Scheuerpulvern und flüssigen Scheuermitteln gibt folgende Tabelle wieder:

Richtrezepturen für Scheuermittel:

Inhaltsstoffe	Scheuerpulver	flüssige Scheuermittel
Anion-Tenside	1–5%	0–5%
Niotenside	0–2%	0–5%
wasserlösliche Lösemittel	–	0–5%
Gerüststoffe	0–2%	0–5%
Acrylsäure-Methacrylsäure-Copolymere	–	0–2%
Basen	0,5–2%	0–2%
Bleichmittel	0–2%	–
Duftstoffe/Farbstoffe	+	+
Quarzmehl	ad 100%	–
Marmormehl	–	20–60%
Wasser	–	ad 100%

+ = in geringen Mengen vorhanden  
 – = nicht vorhanden

Diese festen Scheuermittel enthalten als Abrasivstoff vorwiegend Quarzmehl. Bei schlechten Email-Qualitäten, weichen Metallen (Aluminium, Messing, Silber usw.), Kunststoffen (Plexiglas, PVC-Kacheln usw.) und lackierten Oberflächen hinterlassen sie Kratzspuren, und selbst gute Email-Qualitäten werden in Gegenwart von heißem Wasser stumpf.

Bei den flüssigen Scheuermitteln ist das abrasive Element im Vergleich zum Quarzmehl ein weicheres Marmormehl. Daher werden empfindliche Oberflächen schonender behandelt. Weiterhin sind flüssige Scheuermittel bequemer in der Handhabung, allerdings aufwendiger und teurer in der Herstellung.

Als Alternativen zum Scheuerpulver lassen sich zum Abscheuern von eingebrannten oder eingetrockneten Speiseresten Schaumstoffschwämme mit abrasiver Einlage aus hartem Kunststoffgeflecht oder feine Stahlwolle in Kombination mit einem Handgeschirrspülmittel verwenden. Ebenso sind mit Seife präparierte „Stahlwollekissen“ im Handel erhältlich. Wie die Scheuerpulver mit grobkörnigen und harten Scheuerstoffen, zerkratzen diese Reinigungshilfen allerdings gleichfalls Oberflächen aus Edelstahl, eloxiertem Aluminium oder aus Kunststoffen, wie z.B. Teflon.

### **3. Allzweckreiniger**

Allzweckreiniger sind pulverförmige oder flüssige Produkte, die dem Putzwasser als universell einsetzbarer Haushaltsreiniger („Reiniger für jeden Zweck“) beigegeben werden. Auf dem Markt erschienen sie um 1950 als Ergänzung der Scheuerpulver, der bis dahin wichtigsten Hilfe im Kampf gegen hartnäckigen Schmutz, und waren vorwiegend alkalische, insbesondere sodahaltige Produkte. Heute sind sie mit Abstand die meistverkauften Haushaltsreinigungsmittel.

Zusammensetzung der Allzweckreiniger:

a) flüssige Mittel                    5-20 % waschaktive Substanzen  
    5-15 % Polymerphosphate  
    0-10 % Harnstoff  
    0-10 % Alkohol  
    0 - 2 % Hautschutzmittel  
    Farb- und Duftstoffe  
ad 100 % Wasser

b) pulverförmige Mittel            20-40 % waschaktive Substanzen  
    20-40 % Polymerphosphate  
    0- 2 % Hautschutzmittel  
    Stabilisatoren  
    Natriumsulfat  
    Duftstoffe

Flüssige Allzweckreiniger werden bei normalen Verschmutzungen mit Wasser verdünnt angewandt. Bei stärkeren Verschmutzungen setzt man sie unverdünnt ein. Diese Reinigungsmittel sind verhältnismäßig hautverträglich, bei empfindlicher Haut empfiehlt es sich Gummihandschuhe zu tragen.

Die pulverförmigen Allzweckreiniger haben den Vorteil der raumsparenden Lagerung (denn flüssige Konzentrate enthalten noch etwa 80% Wasser).

Eine Sonderposition nehmen die stark basisch eingestellten Pulver- Allzweckreiniger ein. Denn mit ihrer Hilfe gelingt es, selbst starke Verschmutzungen, vor allem Öle und Fette (in Metzgerei und Küche) zu beseitigen. Sowohl die flüssigen als auch die meisten pulverförmigen Allzweckreiniger sind nämlich unter dem Gesichtspunkt einer optimalen Materialverträglichkeit neutral bis schwach basisch eingestellt und zeigen bei starken Verunreinigungen oft unbefriedigende Ergebnisse. Hier haben, außer bei stark empfindlichen Oberflächen, stark basische Pulverreiniger ihren Platz.

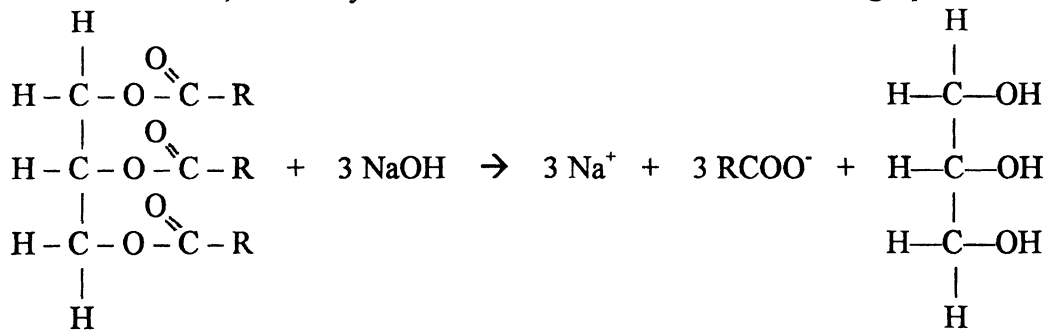
## 4. Spezialreiniger

Um auch verschiedenen Reinigungsansprüchen gerecht zu werden, wurden dann die Spezialreiniger als weitere Ergänzung zu den Reinigungsmitteln aus den Allzweckreinigern entwickelt, um für bestimmte Zwecke eine optimale Wirkung zu erzielen. Die Anforderungen an die Spezialreiniger sind meist komplex und sehr spezifisch.

### 4.1. Backofenreiniger

Die im Innenraum von Grillgeräten und Backofen angebrannten, teilweise auch stark verkohlten Speisereste haften besonders stark. Ihre Entfernung gelingt leichter, wenn man sie etwas quellen läßt. Geeignete Mittel hierfür sind Natron- oder Kalilauge vorzugsweise in Kombination mit Tensiden sowie Lösungsvermittlern und wasserlöslichen Lösemitteln. Um auch an senkrechten Wänden eine ausreichende Einwirkzeit zu gewährleisten, werden die Reiniger entweder mit Hilfe von Verdickungsmitteln hochviskos eingestellt, oder aber als Aerosole angeboten, so daß sie als gut haftender Schaum auf die Oberfläche kommen. Wegen der stark alkalischen Einstellung sind die auf den Reinigern angebrachten Warnhinweise zu beachten. So sind diese Reiniger zum Beispiel für Lacke und Aluminium nicht geeignet. Nach der Behandlung des Gerätes sollte man es mit Essigwasser nachwaschen, um die überschüssige Lauge zu neutralisieren.

Die Wirkungsweise des Reinigers beruht auf der Einwirkung von Natronlauge auf die vorhandenen Fette, die in Glycerin und die Salze der freien Fettsäure gespalten werden:



Die so entstandene Seife wirkt emulgierend auf die noch vorhandenen Fette, die sich somit leichter entfernen lassen. Da dies eine organische Molekülreaktion ist, die sehr langsam abläuft, benötigt die Reinigung mehrere Stunden.

Da, wie schon erwähnt, die Reiniger Aluminium beschädigen können, und dieses durch die lange Einwirkzeit zusätzlich noch begünstigt wird, möchte ich die dabei freiwerdenden Aluminiumionen nachweisen.

### Versuch 2: Schädigung von Aluminium durch Backofenreiniger

Geräte: 2 Reagenzgläser, Filter und Filterpapier, UV - Lampe, Becherglas

Chemikalien: gesättigte Lösung von Morin in Ethanol, konz KOH, Eisessig, Backofenreiniger

Man trägt etwas Backofenreiniger auf Aluminiumfolie auf und läßt diesen dann einige Zeit einwirken (1 Stunde - 1 Tag).

Die starken Basen greifen das Aluminium an, wobei unter Wasserstoffentwicklung die Aluminiumionen komplex im Natrium-di-aquo-tetra-hydroxo-aluminat gebunden werden:

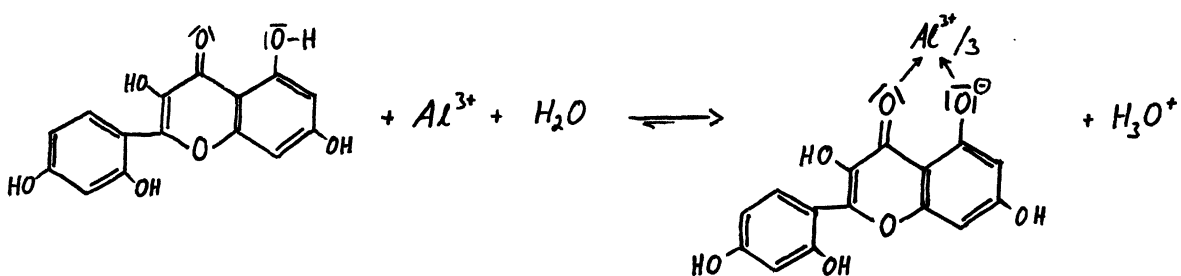


Die auf diese Weise entstandenen Aluminationen kann man mittels Morin-Lösung nachweisen. Dazu kratzt man das Aluminat von der Folie ab und gibt es in ein Reagenzglas. Anschließend versetzt man es mit etwas heißem Wasser und läßt es einige Zeit stehen. Um mit einer klaren Lösung weiterarbeiten zu können, filtriert man ab.

Die Aluminiumionen bilden in neutraler oder essigsaurer Lösung mit Morin eine grün fluoreszierende, kolloidale Suspension einer inneren Komplexverbindung.

Die Probenlösung wird mit KOH (nicht NaOH) stark alkalisch gemacht und anschließend einige Tropfen davon mit Essigsäure angesäuert. Durch die Zugabe einiger Tropfen der Morinlösung erscheint eine grüne Fluoreszenz, die Aluminiumionen anzeigt.

Unter UV - Licht kann man dieses Ergebnis wesentlich einfacher und deutlicher beobachten. Ferner wird eine Blindprobe mit der verwendeten KOH durchgeführt.



## 4.2. Rohrreiniger

Auf dem Markt werden sowohl pulverförmige, alkalische sowie auch flüssige Produkte angeboten, deren Zusammensetzung folgende Tabelle zeigen soll:

Richtrezepturen für basische Rohrreiniger:

Inhaltsstoffe	Pulverförmige Rohrreiniger	Flüssige Rohrreiniger
Natriumhydroxid	25–100%	5–25%
Natriumnitrat	0–35%	–
Natriumchlorid	0–30%	–
Aluminium	0–6%	–
Anion-Tenside	–	0–10%
Kation-Tenside	–	0–10%
Natriumhypochlorit	–	1–10% Aktivchlor
Wasser	–	ad 100%

Verstopfungen in Abflußrohren entstehen z.B. durch Haare, Fette, Öle, Textilfasern, Speisereste, „Kalkseife“ (die bei der Einwirkung von hartem Wasser aus Seife entstehenden unlöslichen Calciumsalze) und durch viele andere Verschmutzungen.

Die stark basisch wirkenden Rohrreiniger helfen, solche Verstopfungen in Abflußrohren aufzulösen. Sie spalten Eiweißmoleküle (von Haaren, Wollfasern, eiweißhaltigen Speisereste usw.) zu löslichen Aminosäuren und anderen wasserlöslichen Stoffen. Fette und Öle werden in Glycerin und Fettsäuren bzw. Seife gespalten.

Bei häufiger und längerer Einwirkzeit können Abflüsse und Rohre aus Blei durch die starken Basen angegriffen und korrodiert werden:



Kunststoffrohre sind gegenüber Basen zwar unempfindlich, können sich jedoch bei Überdosierung der festen Rohrreiniger durch die starke Wärmeentwicklung verformen.

Wie in der Tabelle (s.o.) zu erkennen ist, enthalten die pulverförmigen Produkte Aluminium - Körner, um in basischer Lösung Gase freizusetzen, die eine Lockerung des Schmutzverbandes auf mechanischem Wege fördern. Diese Gasentwicklung soll der nächste Versuch zeigen:

### Versuch 3: Lockerung des Schmutzverbandes (Rohrreiniger)

Geräte: Dreihalskolben, Waschflasche, Tropftrichter, Magnetrührer, Rührfisch

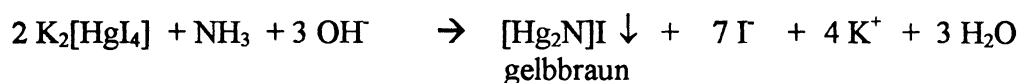
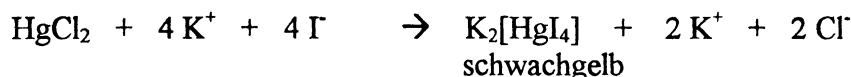
Chemikalien: Rohrreiniger, Neblers - Reagenz, Wasser

Um diesen sogenannten „Wirbeleffekt“ zu demonstrieren, gibt man ca. 4 Spatel des Reinigers in einen Dreihalskolben und verschließt ihn wieder. Über einen Tropftrichter läßt man einige Milliliter Wasser hinzutropfen, wodurch die Gasreaktion eingeleitet wird.

Durch die Reaktion der Metalle mit Wasser wird Wasserstoffgas gebildet, dessen Gemisch mit dem Sauerstoff der Luft explosiv sein kann (Knallgasreaktion). Durch die beigemischten Nitrate wird die Explosionsgefahr verhindert, da durch die Reaktion des Wasserstoffs (statui nascendi) mit den Nitraten das nicht brennbare Ammoniakgas entsteht:



Das entstandene Gas wird in eine Waschflasche geleitet und dort anschließend mittels Neßlers-Reagenz nachgewiesen:



Die dabei auftretende gelbbraune Farbe des Neßler-Reagenzes zeigt den entstandenen Ammoniak an, wobei das Iodid der Millonschen Base entsteht.

Eine ähnliche Reaktion kann man auch bei Sanitärreinigern beobachten, jedoch möchte ich, bevor ich zu dem Versuch komme, diese Reiniger einmal näher erläutern.

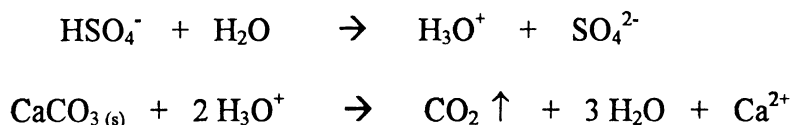
#### 4.3. Sanitär- und WC- Reiniger

Die häufigsten Verschmutzungen von Toiletten und Naßräumen im Sanitärbereich sind Kalk- und Urinsteinablagerungen. Sie lassen sich nur durch saure Reiniger beseitigen. Gegen Verunreinigungen durch Fett und Eiweiß nimmt man basische Sanitärreiniger. Die Inhaltsstoffe gibt folgende Tabelle wieder:

Richtrezepturen für Sanitärreiniger:

Inhaltsstoffe	saure Reiniger (Pulver)	saure Reiniger (flüssig)	basische Reiniger (flüssig)
Anion-Tenside	0–2%	0–5%	0–5%
Niotenside	0–2%	0–2%	0–2%
Säuren/sauer reagierende Salze	58–100%	5–25%	–
Natriumhydrogencarbonat/ Natriumcarbonat	0–40%	–	–
Natriumhydroxid	–	–	0–5%
Natriumhypochlorit	–	–	1–5% Aktivchlor
Farbmittel	+	–	–
Duftstoffe	+	+	+
Wasser	–	ad 100%	ad 100%

Die sauren Reiniger arbeiten mit anorganischen oder organischen Säuren oder sauer reagierenden Salzen (Natriumhydrogensulfat). Die reinigende Wirkung beruht darauf, daß die Hydrogensulfate mit Wasser in einer Säure-Base-Reaktion Protonen bilden, die anschließend mit Kalkablagerungen unter Kohlenstoffdioxid - Entwicklung reagieren:



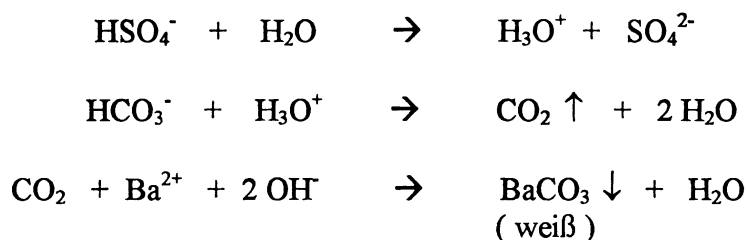
Auch bei den sauren Reinigern beruht, wie oben erwähnt, die Lockerung des Schmutzverbandes, auf einer Gasreaktion, wobei allerdings das entstehende Gas ein anderes, nämlich Kohlenstoffdioxid, ist.

#### Versuch 4: Lockerung des Schmutzverbandes (Sanitärreiniger)

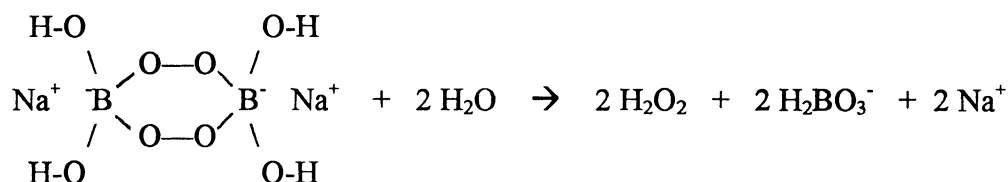
Geräte: Reagenzglas, Gärröhrchen

Chemikalien: Sanitärreiniger, Wasser, Barytwasser

Gibt man zu einer Probe des WC-Reinigers Wasser, so entsteht  $\text{CO}_2$ , welches man mit Hilfe von Barytwasser nachweisen kann. Dazu versetzt man ca. 2 g WC-Reiniger mit etwas Wasser und verschließt das Glas mit einem Stopfen-Gärröhrchen. Das Gärröhrchen wurde mit Barytwasser so gefüllt, daß das aufsteigende Gas ( $\text{CO}_2$ ) mit dem Reagenz zu  $\text{BaCO}_3$  reagiert, das als weißer Niederschlag sichtbar wird:



Die basischen, alkalischen Reiniger enthalten als Hauptwirkstoff Natriumhypochlorid (Aktivchlor) bzw. Natriumcarbonat auch Natriumperoxide (Aktivsauerstoff). Sie entfernen fettartige sowie eiweißhaltige Verschmutzungen. Kalk und Urinstein vermögen sie jedoch nicht zu lösen. Ferner wirken sie durch „Aktivchlor“ oder „Aktivsauerstoff“ bleichend und desinfizierend:



Diese Wirkung beruht auf dem Zusatz von Natriumperborat, dem Salz der Peroxosäure, das in wäßriger Lösung unter Bildung von  $\text{H}_2\text{O}_2$  dissoziiert.

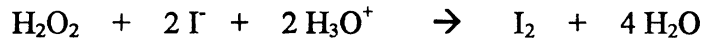
Das entstandene  $\text{H}_2\text{O}_2$  kann mittels indirekter Iodometrie quantitativ bestimmt werden. Die Iodometrie stellt die vielseitigste Redox-titrationsmethode dar, da sie als Oxidations- und Reduktionsverfahren eingesetzt werden kann; man nutzt einerseits die oxidierende Wirkung von elementarem Iod, andererseits die reduzierende Wirkung von Iodid.

Reduktionsmittel werden in neutraler Lösung direkt mit Iodlösung titriert; Oxidationsmittel werden zunächst mit überschüssigem Kaliumiodid reduziert und das ausgeschiedene Iod mit Thiosulfat zurücktitriert, das dabei im neutralen bis schwach sauren Medium zum Tetrathionat oxidiert wird. Die Oxidationsmittel werden somit indirekt bestimmt.

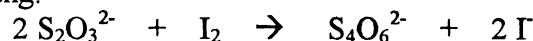
**Versuch 5:** Quantitative Bestimmung des Peroxidgehaltes mittels indirekter Iodometrie

Geräte: 25 ml Bürette, Bürettenklammer, Iodzahlkolben, Rührfisch, Magnetrührer, 10 ml Vollpipette, Peleusball, Erlenmeyerkolben, Stativmaterial  
 Chemikalien: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Lösung (c=0,1mol/L), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (c=1mol/L), KI, 10%ige frische Stärkelösung, Sanitärreiniger (mit Aktivsauerstoff)

Man wiegt 5 g des Sanitärreinigers ab, überführt es in einen Iodzahlkolben und löst es in 50 ml dest. Wasser. Nach dem Ansäuern mit 10 ml Schwefelsäure verdünnt man auf 100 ml und gibt 2,5 g festes Kaliumiodid hinzu. Der Kolben wird fest verschlossen und eine Stunde im Dunkeln stehen gelassen.



Anschließend nimmt man eine 10 mL - Probe und titriert das ausgeschiedene Iod mit Natriumthiosulfatlösung bis gelb. Nun gibt man etwas Stärkelösung hinzu und titriert bis zur ersten Entfärbung der Lösung.



Die Endpunktserkennung beruht auf der sehr empfindlichen Iod-Stärke-Reaktion, denn das Verschwinden von elementarem Iod im Äquivalenzpunkt wird durch Zugabe der Stärkelösung, die mit elementarem Iod eine tiefblaue Einschlußverbindung bildet, besonders deutlich. Die hohe Empfindlichkeit der Iod- Stärke- Reaktion ist jedoch an die gleichzeitige Anwesenheit von Iodid-Ionen gebunden. Die blaue „Iodstärke“ ist eine Einschlußverbindung, die Iod mit Amylose, einer unverzweigten Polyglucose-Kette mit Helixstruktur, bildet (s. Abb.1). Die Amylose ist ein Bestandteil des Polysaccharidgemisches Stärke und besteht aus schraubenförmig angeordneten Molekülketten (helixartige Struktur). In den kanalartigen Hohlräumen im Innern dieses Schraubenganges wird das elementare Iod in Form linearer Atomketten eingelagert (s. Abb.2):

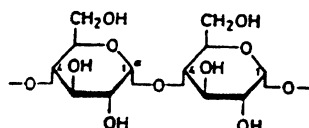


Abb. 1 Ausschnitt aus Kettenstruktur der Amylose (α-1,4-Glucosidbindung)

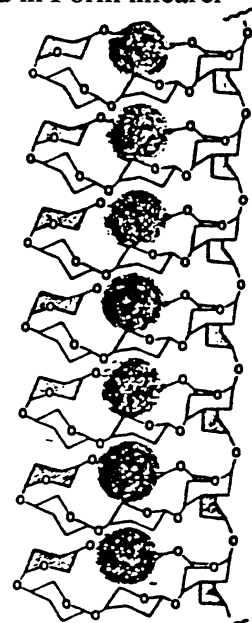


Abb. 2 Iod-Stärke Einschlußverbindung

Zur Bestimmung des Peroxidgehaltes wird die bei der Titration benötigte Menge an  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  - Lösung festgestellt: 11,4 mL

Bei einer Konzentration der Lösung  $c_{\text{eq}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(1/1 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,106 \text{ mol/L}$  (Titer mit einbezogen) entspricht 1ml Thiosulfatlösung etwa 1,802 mg  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Bei einem Verbrauch von 11,4 mL ergibt sich eine Menge an  $\text{H}_2\text{O}_2$  von 20,54 mg.

Bezogen auf die eingesetzte Menge (5000mg), enthält der Reiniger 4,11 % Peroxide bzw. „Aktivsauerstoff“. Da in dem Reiniger üblicherweise 4,4 % Peroxide enthalten sind, diese aber durch längere Aufbewahrung sich langsam zersetzen können, liegt der gemessene Wert doch recht gut.

#### 4.4. Metallreiniger (Bsp. Silberreiniger)

Für die Metallreinigung im Haushaltsbereich bieten sich flüssige, pastöse oder feste Präparate an. Meistens setzen sie sich aus mehreren Substanzen mit verschiedenen Aufgaben zusammen. Die Metallputzmittel können auf eine ganze Metallgruppe (z.B. Eisenmetalle oder „Buntmetalle“) oder auf ein einzelnes Metall (wie Silber) zugeschnitten sein. (Unter „Buntmetallen“ versteht man unedle Schwermetalle, außer Eisen, die selbst farbig sind oder farbige Legierungen bilden, wie Blei, Zink, Zinn, Nickel, Kupfer.)

##### Silberreiniger:

Silber ist ein weiches und dehnbares Edelmetall und wird, um seine Härte und den Verschleißwiderstand zu verbessern, meist mit anderen Metallen legiert. Auskunft über den Silber-Gehalt der Legierung ist dem Silber-Stempel zu entnehmen.

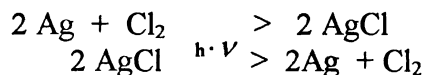
An der Luft überzieht sich Silber mit einer dünnen, durchsichtigen Oxidschicht, die das Metall vor einem weiteren Angriff wirksam schützt.



Enthält die Luft aber Schwefelwasserstoff, läuft das Silber unter Bildung von Silbersulfid braunschwarz an:



Ebenso bewirkt ein hoher Chloranteil im Wasser oder im Spülmittel (vor allem bei Maschinen-Geschirrspülmitteln) eine Korrosion. Chlor und Hypochlorit reagieren mit Silber zu Silberchlorid, das sich unter dem Einfluß von Licht photochemisch zu Chlor und feinverteiltem braunschwarzem Silber zersetzt:



Das Anlaufen des Silbers kann man auch verhindern. Den sichersten Schutz erhält man, wenn man Gegenstände aus Silber mit einer dünnen Oxidschicht aus einem Zaponlack (Zaponlacke sind bindemittelarme Cellulosenitrat-Lacke) überzieht. Dies ist jedoch nur bei solchen Gegenständen zweckmäßig, die kaum mechanische Belastungen ertragen müssen, also bei Vasen, Obstschalen, Kuchenplatten, Pokalen usw.. Bestecke und Geschirr, die zu lackieren nicht sinnvoll ist, sollte man nicht mit schwefelhaltigen Nahrungsmitteln (z.B. Eiern, Hülsenfrüchten, Zwiebeln usw.) in Berührung bringen (außer dem Anlaufen der Gegenstände wird auch der Geschmack der Nahrungsmittel beeinträchtigt). Nach dem Essen sollte man möglichst direkt Spülen, um die Kontaktzeiten gering zu halten und die Gegenstände anschließend in dicht schließenden Schränken verwahren, um schwefelwasserstoffhaltige Luft fernzuhalten. Den Schwefelwasserstoff kann man auch absorbieren, indem man Stoffe dazu gibt, zu denen dieser eine größere Affinität als zu Silber hat. Bewährt haben sich hier Kupferpfennige oder imprägnierte Anlauftücher.

Zur Silberreinigung werden Flüssigkeiten, Pulver, Pasten und Tauchbäder angeboten. Beim Putzen mit imprägnierten Tüchern reibt man solange, bis das Silber blank ist. Der hohe Glanz beim Silberputzen entsteht dadurch, daß man mit den Kratzern und Flecken auch eine dünne Silberschicht abreibt. Die Wirkung chemisch reinigender Silber-Putzmittel (Tauchbäder) lösen die Anlaufschichten durch Bildung wasserlöslicher Silber-Komplexsalze. Zu den geeigneten Komplexbildnern zählen Thioharnstoff sowie Thiosulfat-Anionen.

Diese reinigende Wirkung des Tauchbades soll der folgende Versuch zeigen:

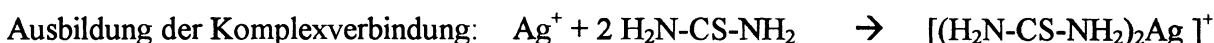
### Versuch 6: Silberreinigung mittels Tauchbad

Geräte: Silberelektrode bzw. Silberstreifen, Lappen

Chemikalien: Tauchbad (handelsüblich)

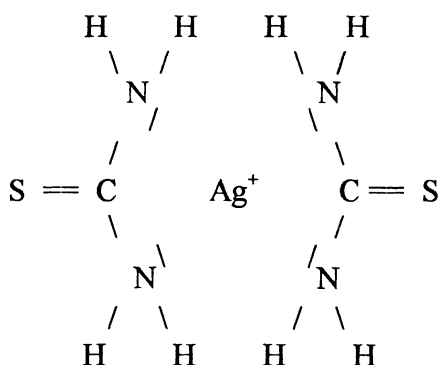
Bei diesen rasch wirkenden Flüssigkeiten handelt es sich um saure Thioharnstofflösungen, die außerdem Niotenside zur besseren Benetzung sowie Anlaufschutzmittel enthalten. Starke Säuren, wie Salzsäure, Schwefelsäure oder Phosphorsäure sorgen für ein schnelles Ablösen der Silberverbindungen, so daß nur ein kurzes Eintauchen des Silbergegenstandes nötig ist. Zur Demonstration dieser sehr schnellen Reinigungsmethode taucht man die Silberelektrode oder den -gegenstand (der eine Anlaufschicht enthält) für ca. 10 sec in das Tauchbad ein, spült ihn anschließend mit Wasser gut ab und poliert etwas nach. Man kann im Vergleich zu vorher eine deutliche reinigende Wirkung erkennen.

Die Reinigung beruht auf der Bildung wasserlöslicher Komplexverbindungen der beim Anlaufen entstandenen Silbersalze.



Der Thioharnstoff ist in der Lage die Silberionen zu komplexieren, wobei zwei Moleküle Thioharnstoff ein  $\text{ Ag}^+$  „binden“. Die Struktur sieht folgendermaßen aus:

Komplexstruktur:



Eine schonendere Methode, die völlig ohne Silberverlust arbeitet, ist die elektrochemische Reinigung, die der nächste Versuch zeigen soll:

## Versuch 7: Elektrochemische Silberreinigung

Geräte: Becherglas, Heizplatte, Silbergegenstand

Chemikalien: Aluminiumfolie, NaCl, dest. H<sub>2</sub>O

Bei der elektrochemischen Reinigung wird das Silber einige Zeit auf einer Aluminiumfolie in heißem Wasser, das mit einer Portion Kochsalz versetzt wurde, liegengelassen. Eine elektrochemische Reaktion zwischen dem metallischen Aluminium und den Silbersalzen ermöglicht die Reinigung.

Redoxvorgänge:  $6 \text{Ag}^+ + 6 \text{e}^- \rightarrow 6 \text{Ag}$   $E^0_1 = +0,81 \text{ kJ/mol}$

$2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{e}^-$   $E^0_2 = -1,69 \text{ kJ/mol}$

Das Silbersalz wird durch Elektronenaufnahme wieder zu Silber reduziert, das Aluminium hingegen durch Elektronenabgabe zum Aluminiumsalz oxidiert. Das so entstandene Aluminiumsulfid reagiert mit Wasser vollständig zu Aluminiumhydroxid und Schwefelwasserstoff, da das Hydroxid ein äußerst kleines Löslichkeitsprodukt hat:

Reaktionen:  $3 \text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 + 6 \text{Ag}$

$3 \text{S}^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{HS}^- + 3 \text{OH}^-$

$3 \text{HS}^- + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_2\text{S} \downarrow + 3 \text{OH}^-$

$2 \text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 6 \text{OH}^- + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 [\text{Al}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3]$

---

$2 \text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{S}^{2-} + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 [\text{Al}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3] + 3 \text{H}_2\text{S} \downarrow$

## 5. Kombinieren verschiedener Reinigungsmittel

Das Kombinieren von verschiedenen Reinigungsmitteln untereinander geschieht zum einen meist unbewußt, oder aber auch weil nach dem Motto „viel hilft viel“ gehandelt wird, was nicht unbedingt zu einer verbesserten Wirkung führt, sondern wobei es eben auch zur Aufhebung der Wirksamkeit kommen kann. Ammoniakhaltige Reiniger sollen nicht mit hypochlorithaltigen Reinigern zusammengebracht werden, da der Ammoniak mit Hypochloriten unter Bildung von Chloriden und elementarem Stickstoff reagiert, und die Reiniger ihre Wirksamkeit einbüßen:

$3 \text{OCl}^- + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + 3 \text{Cl}^- + 3 \text{H}_2\text{O}$

Allgemein sind saure und basische Reiniger hautreizend oder sogar ätzend.

Eine Erwärmung von hypochlorithaltigen Reinigungslösungen, etwa durch Zugabe von heißem Wasser, führt zum Entstehen von Chlorgas:

$\text{Cl}^- + \text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + \text{OH}^-$

Saure Reiniger sollten auch niemals mit basischen Reinigern auf der Basis von Hypochlorit angewandt werden, denn bei deren Kontakt entwickelt sich giftiges Chlorgas. Dieser Effekt tritt bereits bei der Zugabe von Essigsäure oder anderen schwachen Säuren zu hypochlorithaltigen Reinigern ein:

$\text{Cl}^- + \text{OCl}^- + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 3 \text{H}_2\text{O}$

Der abschließende Versuch soll diese Chlorentwicklung zeigen, da das entstehende Gas aber hochgiftig ist, wird der Versuch im Abzug durchgeführt.

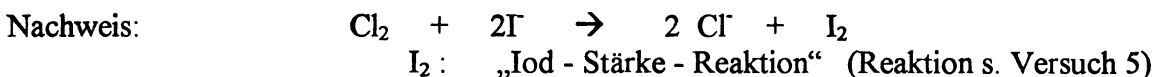
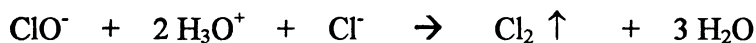
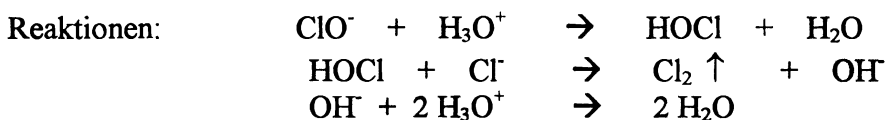
### Versuch 8: Chlorentwicklung durch falsche Handhabung

Geräte: Dreihalsrundkolben (200 mL), Tropftrichter ohne Druckausgleich, gewinkeltes Glasrohr, Quickfithülse, Stativmaterial

Chemikalien: 6 g festen WC-Reiniger, 5 mL hypochlorithaltigen Reiniger, Iod-Stärke-Papier

In den Dreihalsrundkolben wird der feste WC-Reiniger vorgegeben und dann mit Hilfe des Tropftrichters langsam der flüssige hypochlorithaltige Reiniger hinzugefügt. Nach den ersten Tropfen unterbricht man die Zugabe kurz, da eine starke Schaumentwicklung einsetzt, und gibt anschließend den Rest hinzu.

Bei diesem Versuch reagiert das Hypochlorit mit den Protonen des sauren Reinigers zu hypochloriger Säure und Wasser. Die Säure reagiert mit den im Reiniger vorhandenen Chlorid-Ionen, in einer Symproportionierungsreaktion, zu gasförmigem Chlor und Hydroxidionen. Diese werden durch die überschüssigen Protonen „weggefangen“, sodaß das Gleichgewicht der Reaktion vollständig auf der rechten Seite liegt. Das entstandene Gas kann mit Hilfe des Iod-Stärke-Papiers eindeutig als Chlorgas identifiziert werden, da sich auf dem Iod-Stärke-Papier die dunkelblaue Einschlußverbindung des Iod-Stärke-Komplexes erkennen läßt.



## 6. Angaben zu den verwendeten Reinigungsmitteln:

Alle die in den Versuchen verwendeten Reinigungsmittel werden an dieser Stelle einmal genau aufgeführt. Bei Benutzung anderer Reinigungsmittel müssen die Versuche auf ihre Durchführbarkeit überprüft werden.

Versuch 2: Sidol Backofen- und Grillreiniger, Firma Henkel, Thompson GmbH Düsseldorf

Versuch 3: Drano Rohrfrei, Firma Henkel, Thompson GmbH Düsseldorf

Versuch 4: 00 Null Null WC-Reiniger, Yakee Polish, Reinbek

Versuch 5: Domestos Sanitärreiniger, Lever GmbH Hamburg

Versuch 6: Silber Schmuck Bad, Delu Rheinbreitbach

Versuch 8: Dan Clorix Sanitärreiniger, Firma Roth GmbH

## 6. Literaturverzeichnis:

Chemie in unserer Zeit, Band 21 / 1987

Chemische Silberrestauration

Christen, H.R.: Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie, Salle & Sauerländer, 1988, 9. Auflage

Fluck / Mahr: Anorganisches Grundpraktikum

Dr. Gerstner, E.: Skript zum Anorganisch-Chemischen Grundpraktikum für Lehramtskandidaten

Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie, Silber, 8. Auflage Teil B 7

Holleman/ Wiberg: Lehrbuch der anorganischen Chemie, de Gruyter, 1985

Jander / Blasius: Anorganik

Praxis der Naturwissenschaften Chemie: (Aulis-Verlag)

Rzehak, H. : Haushaltsmittel im Schülerversuch

Reiss:

Alltagschemie im Unterricht

aus: Unterrichtshilfen Naturwissenschaften, Aulis-Verlag Deubner & Co  
KG, Köln

Römpps:

Chemie - Lexikon

Schormüller:

Handbuch der Lebensmittelchemie, Band 9

Reinigungs- und Desinfektionsmittel im Lebensmittelbetrieb

Ullmanns-Enzyklopädie der technischen Chemie, Band 8, Reinigungsmittel (222 ff)

Vollmer / Franz:

Chemie in Haus und Garten, Band 3, Thieme Verlag 1994

Chemie in Bad und Küche, Band 1, Thieme Verlag 1994