

Philipps-Universität Marburg  
Fachbereich Chemie

Übungen im Experimentalvortrag  
Leitung: Dr. J. Butenuth, Dr. E. Gerstner, Prof. Dr. H. Perst

Protokoll zum  
Experimentalvortrag zum Thema

**REINIGUNGSMITTEL**

Vortrag vom 21.1.1999

Vorgelegt von:

Christiana Stute  
Schwanallee 46  
35037 Marburg

## **Inhalt:**

1. Geschichtliches
2. Allgemeines zu modernen Reinigungsmitteln
3. Allzweckreiniger
4. Scheuermittel
5. Spezialreiniger
  - a) saure WC-Reiniger
  - b) alkalische Sanitärreiniger
  - c) Grill- und Backofenreiniger
6. Toxikologie
7. Angaben zu verwendeten Reinigungsmitteln
8. Literatur

## 1. Geschichtliches

Die Geschichte der Reinigungsmittel ist zunächst einmal aus die Geschichte der Seife, dem ältesten Reinigungsmittel neben einfachen Hilfen, wie warmem Wasser oder Steinen.

Der älteste Hinweis auf die Herstellung von Seifen findet sich auf einer Keilschrifttafel der Sumerer, die ca. 5000 Jahre alt ist. Für die Seifenherstellung benutzten sie Tier – oder Pflanzenfett und Holzasche.

Um 2500 v.Chr. begannen auch die Ägypter Seife aus Sodagemischen herzustellen.

Sehr bekannte Seifenhersteller waren die Germanen, deren Seifen bei den Römern sehr beliebt waren, aber von diesen hauptsächlich zu kosmetischen Zwecken benutzt wurden z.B. zusammen mit Farbstoffen als Haarfärbemittel. Erst der römische Arzt *Galenus* beschrieb die Seifen als Heil- und Reinigungsmittel.

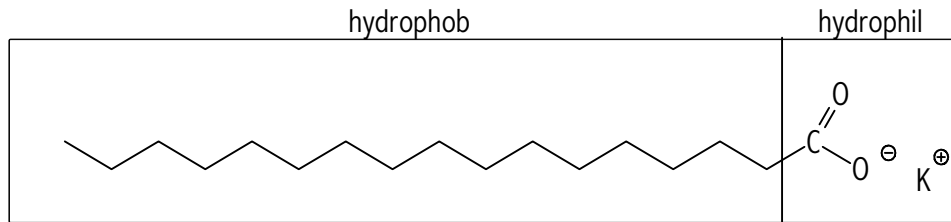
1334 wurde in Augsburg die Zunft der Seifensieder gegründet. Die Rezepte wurden streng geheimgehalten und in der Regel nur in der Familie weitergeben, da die Seifensiederei ein angesehenes Handwerk war und der Familie in der Regel ein gutes Auskommen sicherte. Mit der Entdeckung der Fettsäurehydrierung und der künstlichen Soda um 1800 konnte die Seife nun endlich zum Massenartikel werden, da die teure Pottasche ersetzt wurde. Außerdem wurde zu dieser Zeit immer mehr bekannt, daß Sauberkeit und Hygiene helfen können, Krankheiten zu verhindern.

Das erste Spezialreinigungsmittel wurde um die Jahrhundertwende auf die Anregung einer Apothekersfrau entwickelt, die ihren Mann bat, ein Mittel zur Erleichterung der sehr kraftaufwendigen Kupferkesselreinigung zu entwickeln. Das resultierende Mittel *Vitrolin* bestand aus den Mineralstoffen Kieselgur und Quarzmehl sowie Schwefelsäure und beseitigte leicht die Oxidschicht in den Kupferkesseln.

Da die Nachteile der Seifen, vor allem die Bildung von Kalkseifen mit zunehmender Wasserhärte immer gravierender wurden, wurde intensiver nach Ersatzstoffen gesucht. 1928 wurde dann das erste anionische Tensid synthetisiert. Hiermit war dann der Weg frei für die Entwicklung des ersten Allzweckreinigers Ende der 40er Jahre.

Ich möchte nun kurz auf das älteste Reinigungsmittel, die Seife, eingehen.

Als Seife bezeichnet man die wasserlöslichen Natrium- und Kaliumsalze der gesättigten und ungesättigten natürlich vorkommenden Fettsäuren mit 8 – 20 C-Atomen. Bei kürzeren Ketten ist die Grenzflächenaktivität noch nicht genügend ausgebildet, während längere Ketten die Seifen zu schwerlöslich machen. Die Seifenanionen bestehen aus einer hydrophoben Kohlenstoffkette und einer hydrophilen Carboxylgruppe.

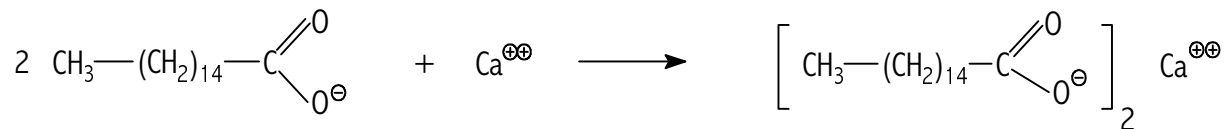


Kaliumstearat (Schmierseife)

Dieser zweigeteilte Aufbau ist dafür verantwortlich, daß sich die Seifenmoleküle bevorzugt an Grenzflächen anlagern. Sie sind daher Oberflächenaktiv und besitzen Suspendier- und Emulgiervermögen.

Vorteile der Seife gegenüber anderen grenzflächenaktiven Substanzen sind der geringe Preis, die hohe Waschkraft, das gute Schmutztragevermögen sowie die gute Hautverträglichkeit.

Nachteile sind hingegen die Bildung schwerlöslicher Salze mit Magnesium- und Calciumionen im Wasser (Kalkseifen).



Des weiteren sind Seifen säureempfindlich, d.h. sie werden durch die Säure protoniert und damit waschunwirksam. Außerdem zeigen sie in Wasser, als Salze einer schwachen Säure, eine alkalische Reaktion. Die Hydroxidionen greifen Fasern und Gewebe an.

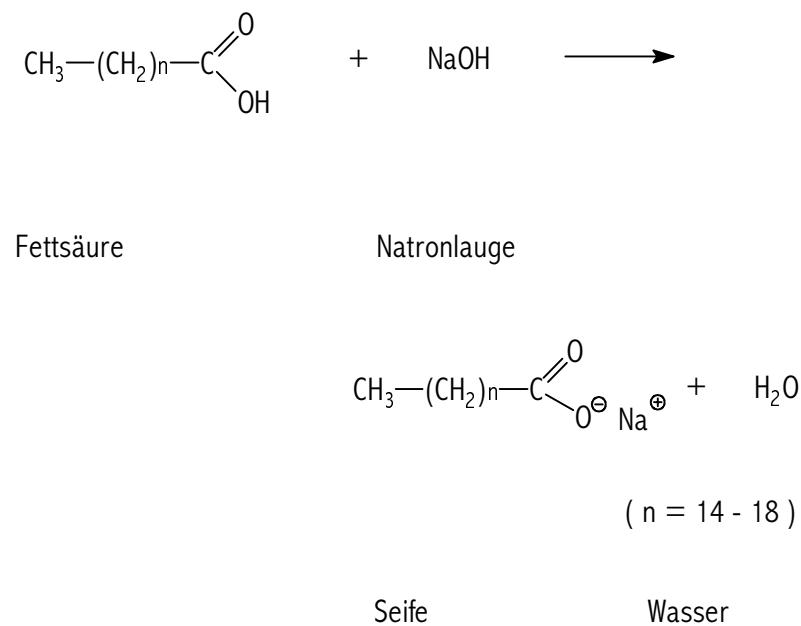
Ich möchte nun auf einfachem Wege Seife herstellen und deren Grenzflächenaktivität demonstrieren.

## Versuch 1: Gewinnung von Seife

Geräte: Bechergläser, Glasstab, Enghalsflasche

Chemikalien: flüssiges Fettsäuregemisch (Edenor), NaOH-Lösung (30%ig), Speiseöl mit Sudanrot angefärbt

Durchführung: Zu der flüssigen Fettsäure wird unter ständigem Rühren 30%ige Natronlauge zugegeben. Das Gemisch beginnt sehr schnell zähflüssig zu werden. Durch die Zugabe der Lauge wurden die Fettsäuren hydrolysiert (verseift), wodurch die Alkalisalze der Fettsäuren entstehen.



Ein Teil der so hergestellten Seife wird nun in ein wenig Wasser gelöst und in ein mit Wasser gefülltes Becherglas gegeben, in dem sich eine Enghalsflasche mit durch Sudanrot angefärbtem Öl befindet. Da die Seife die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzt kann das Öl nun aus der Flasche hinaustreten und gemäß seiner geringeren Dichte auf der Wasseroberfläche schwimmen.

Normalerweise wird Seife großtechnisch durch das Seifensieden hergestellt hierbei werden Fette in der Hitze mit Natronlauge versetzt. Das Hydroxidion, welches ein starkes Nucleophil ist, addiert hierbei an den Carbonylkohlenstoff. In dieser instabilen Zwischenstufe wird die Acylsauerstoffbindung nach einem  $B_{AC}2^-$  Mechanismus gespalten. Man erhält Glycerin und die Fettsäure.

## 2. Allgemeines zu modernen Reinigungsmitteln

Der Verbrauch an modernen Reinigungsmitteln stieg in den letzten Jahrzehnten sprunghaft an und betrug 1995 ca. 5,4 kg Reinigungsmittel pro Haushalt. Hingegen nahm die für das Putzen aufgewandte Zeit ab. Der früher übliche Großputztag wurde von häufigeren, aber weniger zeitaufwendigen Reinigungsarbeiten, abgelöst und auch die wachsende Zahl von Single-Haushalten stellt andere Anforderungen in puncto Zeitaufwand und Reinigungsbedarf.

Außerdem wird ein sauberer Haushalt nicht mehr nur als Visitenkarte für die Hausfrau gesehen, sondern mehr und mehr als Weg zu mehr Gesundheit und Lebensqualität.

Die Anforderungen die heute an ein Reinigungsmittel gestellt werden, sind Schmutzentfernung, Materialschonung, rückstandslose Anwendung, gute Hautverträglichkeit und toxikologische und ökologische Unbedenklichkeit. Diese unterschiedlichen Anforderungen sind bei den unterschiedlichen Materialarten und Schmutzarten nicht von einem Reinigungsmittel alleine zu erfüllen. Hierdurch ist die große Vielfalt an Reinigungsmitteln bedingt die sich heute in den Läden finden läßt. Schon alleine durch ihren unterschiedlichen pH-Wert unterscheiden sich die verschiedenen Reinigungsmittel deutlich.

### Demonstrationsversuch 1: pH-Werte von Reinigungsmitteln

Geräte: Demonstrationsreagenzgläser

Chemikalien: verschiedene Reinigungsmittel, pH-Indikator (pH 4-10)

Durchführung: Die Reinigungsmittel werden mit Wasser verdünnt und dann mit dem Indikator versetzt. Anschließend ordnet man sie gemäß ihres pH-Wertes.

Insgesamt lassen sich die Reinigungsmittel jedoch in 3 Gruppen einteilen:

1. Allzweckreiniger
2. Scheuermittel
3. Spezialreiniger.
- 4.

Da die Hauptaufgabe der Reinigungsmittel die Schmutzentfernung ist möchte ich an dieser Stelle eine Definition von Schmutz geben: „Als Schmutz kann man jede organische und anorganische Substanz bezeichnen, die Haltbarkeit, Aussehen, Geschmack und Geruch eines Fertigprodukts negativ beeinflusst“ oder „Schmutz ist Substanz am falschen Ort“.

### 3. Allzweckreiniger

Allzweckreiniger sind die am meisten verkauften Reinigungsmittel. Sie sind universell auf allen abwaschbaren Flächen einsetzbar und finden sich als Schaum- oder Sprühreiniger im Sanitärbereich, wodurch sie auch an senkrechten Flächen länger haften und wirken können. Bei starken Verschmutzungen werden Allzweckreiniger unverdünnt angewandt.

Es gibt die Allzweckreiniger als Pulver in stark basischer Form zur Entfernung von Nahrungsmittelfetten auf alkalibeständigen Oberflächen oder als neutrale Flüssigreiniger, die im normalen Haushalt gewöhnlich zu finden sind. Die Anforderungen, die an den Allzweckreiniger gestellt werden, sind: Reinigen in einem Arbeitsgang, d.h. ohne Nachwischen und sehr gute Haut- und Materialverträglichkeit.

Der Hauptwirkstoff der Allzweckreiniger sind die Tenside. Nebenwirkstoffe sind Komplexbildner und Lösungsmittel, wobei die Flüssigreiniger bis zu 80% Wasser enthalten können.

Bevor ich den Tensidgehalt eines Allzweckreinigers photometrisch bestimme, möchte ich nun zunächst kurz auf die Stoffklasse der Tenside eingehen.

Der Name Tensid leitet sich vom lateinischen *tensio* = *Spannung* ab. Sie sind in fast allen Reinigungsmitteln vorhanden und dort ausschließlich oder teilweise für die Reinigungswirkung verantwortlich. (Reinigungsmittel die ohne die Hilfe von Tensiden wirken sind z.B. die Rohrreiniger.)

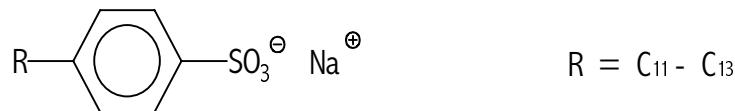
Sie sind wie schon bei der Seife erwähnt, die mit zu den Tensiden zählt, aus einer hydrophoben Kohlenwasserstoffkette und einer hydrophilen polaren Gruppe aufgebaut. Die Konstitution dieser beiden Teile, sowie ihr Größenverhältnis, bestimmen ihre Eigenschaften. Die Tensidteilchen lagern sich, wie sie Seifenmoleküle auch, an Grenzflächen an. Sie setzen die Ober- und Grenzflächenspannung von Wasser herab, da sich H-Brücken zwischen der polaren Gruppe des Tensids und den Wassermolekülen ausbildet. Die Alkylreste ragen aus der Wasseroberfläche heraus.

Tensidlösungen sind, im Gegensatz zu reinem Wasser, in der Lage Oberflächen zu benetzen. Sie besitzen Dispergier- und Emulgiervermögen.

Bei einer Öl-Wasser-Emulsion z.B. bilden die Tensidteilchen Micellen aus in deren Inneres kleine Öltröpfchen eingelagert werden, während die hydrophilen Teile der Tenside nach außen zeigen. Die zusätzliche gleichsinnige Aufladung dieser Moleküle bei Aniontensiden verhindert außerdem, daß sich die Öltröpfchen wieder zusammenlagern. Sie werden so in der Emulsion gehalten.

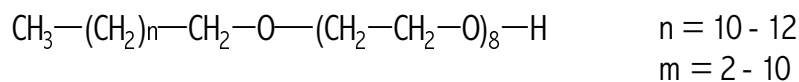
Insgesamt kann man 4 Gruppen von Tensiden unterscheiden:

1. Aniontenside: Zu dieser Gruppe gehören die Seifen. Sie stellen die häufigsten Tenside in Reinigungsmitteln dar und sind die ersten synthetisch hergestellten. Am häufigsten verwandt werden die linearen Alkylbenzolsulfonate, die neben sehr guten anwendungsrelevanten Eigenschaften sehr gut biologisch abbaubar sind.



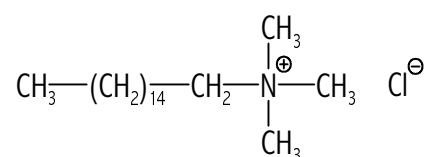
2. Niotenside: Diese steigern schon bei geringen Konzentrationen synergistisch die Reinigungswirkung der Aniontenside. Sie sind unempfindlich gegenüber Calcium- und Magnesiumionen. Niotenside kommen auch in der Natur in Form von Saponinen vor. Als Saponine bezeichnet man pflanzliche Glykoside, die in Wasser kolloidale, seifenartige Lösungen bilden. Man findet sie zum Beispiel in der Panamarinde, im Seifenkraut oder auch in der Kastanie.

Beispiel: Fettalkoholpolyglykolether



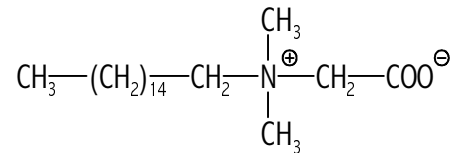
3. Kationtenside: Sie haben nur eine geringe Reinigungswirkung und bilden mit den Aniontensiden wasserunlösliche Neutralsalze. Verwendung finden sie als Wäscheweichspüler.

Beispiel Cetylmethylammoniumchlorid



4. Amphotenside: Sie verhalten sich im alkalischen wie Aniontenside, im sauren wie Kationtenside. Sie zeigen eine sehr gute Reinigungswirkung und Hautverträglichkeit, sind aber sehr teuer und werden deshalb fast ausschließlich in Kosmetika verwendet.

Beispiel: Cetyldimethylglycin:



Umweltbedenken gegenüber den Tensiden traten besonders im Sommer 1959 auf, als sich auf Flüssen und Seen Schaumberge bildeten, die auf die Tensidgruppe der Tetrapropylbenzolsulfonate zurückzuführen war. Diese sind zwar nicht fisch- und algentoxisch, aber aufgrund ihrer verzweigten Struktur nur schwer biologisch abbaubar. Heute gilt die gesetzliche Bestimmung das Tenside zu 80% biologisch abbaubar sein müssen um erneute starke Schaumbildung zu verhindern.

#### Mechanismus der Schmutzentfernung durch Tenside:

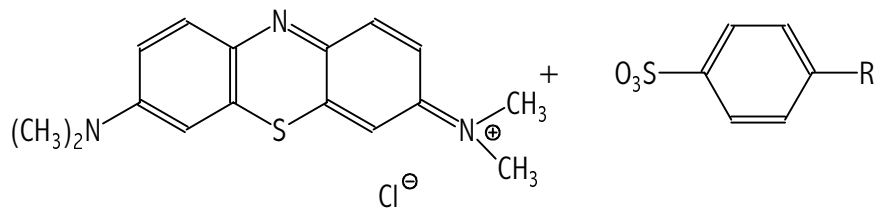
Wird zu einer mit fettigem Schmutz bedeckten Oberfläche Wasser gegeben, so kann dies den Schmutz nicht entfernen, da die Oberflächenspannung des Wassers zu hoch ist und somit eine ausreichende Benetzung verhindert wird. Allerdings werden die Schmutz und Materialoberflächen durch sie umgebende Hydroxidionen negativ aufgeladen, was eine geringe Abstoßung von zu reinigender Oberfläche und Schmutz bewirkt. Werden nun Tenside der Lösung zugegeben, so werden die hydrophoben Enden der Tensidmoleküle von der Grenzfläche zwischen Wasser und Schmutz angezogen und schieben sich auch zwischen den Schmutz und die Oberfläche. Zudem erhöhen die Aniontenside die Abstoßung aufgrund der negativen Aufladung. Durch die Anlagerung der hydrophoben Enden der Tensidmoleküle an die Schmutzoberfläche kann der Schmutz nun durch mechanische Einwirkung entfernt werden. Der Schmutz wird in der Lösung suspendiert gehalten, weil die Tensidmoleküle eine Schicht auf der gereinigten Oberfläche bilden und außerdem die Schmutzteilchen umgeben.

#### Versuch 2: Bestimmung von Aniontensiden in Allzweckreinigern:

Geräte: 250 ml Scheidetrichter, Glastrichter, 50 ml Meßkolben, 100 ml Meßzylinder, 10 ml Meßpipette, 10 ml Vollpipette, 5 ml Vollpipette, Peleusball, 1 cm Quarzküvetten, Photometer,

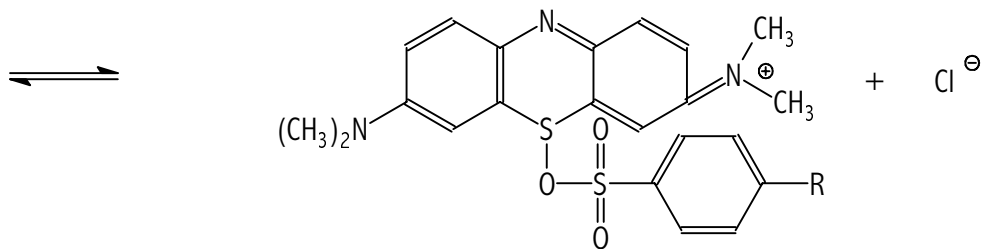
Chemikalien: Chloroform, ethanolische Salzsäure, saure Methylenblaulösung, neutrale Methylenblaulösung, alkalische Phosphatlösung, TBS-Stammlösung

Durchführung: Man wiegt eine Probe des Allzweckreinigers ein, die zwischen 300 und 500 mg liegen sollte. Diese wird verlustfrei in einen 1000 ml Meßkolben überführt und bis zur Marke aufgefüllt. Hiervon wird eine 1 ml Probe genommen auf 100 ml ergänzt und in einem Scheidetrichter nacheinander mit 10 ml alkalischer  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -Lösung, 5 ml neutraler Methylenblaulösung und 15 ml Chloroform versetzt und gut geschüttelt. Nach Absetzen der Chloroformphase wird diese in einen zweiten Scheidetrichter überführt, der 110 ml Wasser und 5 ml saure Methylenblaulösung enthält. Es wird wiederum kräftig geschüttelt und dann die Chloroformphase zu 50 ml im Meßkolben ergänzt. Da die Kationen des Phenothiazinfarbstoffs Methylenblau mit Aniontensiden in Wasser eine blaue Additionsverbindung bilden, die mit Chloroform extrahiert werden kann, kann nun durch Meßung der Extinktion bei 653 nm gegen eine analog behandelte Blindprobe aus 100 ml bidest. Wasser, photometrisch die Menge an Aniontensid bestimmt werden.



Methylenblau (wasserlöslich)

Aniontensid



Additionsverbindung ( blau, chloroformlöslich)

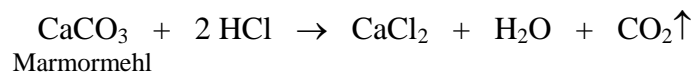
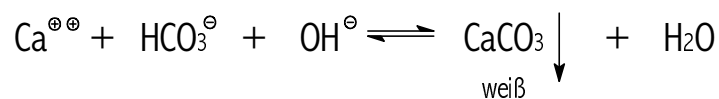
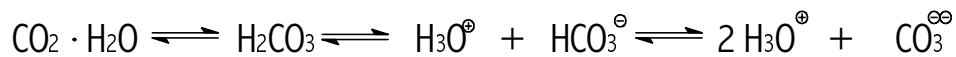
Auswertung: Aus einer zuvor mit Hilfe unterschiedlicher Konzentrationen an Tetrapropylenbenzolsulfonat Stammlösung erstellten Kalibriergeraden, wird die Konzentration an Aniontensid interpolativ bestimmt. Die photometrische Bestimmung ergab, daß 1 ml einer Allzweckreinigerlösung mit der Allzweckreinigerkonzentration 404 mg/1000ml 73,5µg Aniontensid enthält. Dies entspricht einer Konzentration von 73,5 mg Aniontenside in 404 mg Allzweckreiniger, d.h. der Allzweckreiniger enthält ca. 18% waschaktive Substanz.

## 4. Scheuermittel

Scheuermittel sind Reinigungsmittel die zur Reinigung mechanisch widerstandsfähiger Oberflächen wie Glas, Metall, Email, Keramik oder Stein von hartnäckigen Verschmutzungen ohne Vorbehandlung verwendet werden. Die reinigende Wirkung beruht hierbei fast ausschließlich auf den mechanischen Schleif- und Poliervorgänge der Abrasiva. In Scheuermitteln werden hier hauptsächlich Marmor- und Quarzmehl sowie Kreide Feldspat oder Bimstein verwendet. Scheuerpulver und Scheuermilch unterscheiden sich in der Regel durch die verwendeten Abrasiva. Während im Scheuerpulver hauptsächlich Quarzmehl mit der Mohs'schen Härte 7 verwendet wird, findet sich in der Scheuermilch fast ausschließlich Marmormehl mit der Mohs'schen Härte 3. In der Scheuermilch stellt sich durch den hohen Anteil an Mineralmehl das Problem, daß diese Mineralmehle in der Regel ein doppelt so hohes spezifische Gewicht wie die Flüssigkeit haben. Sie müssen daher durch Polymere verdickt und stabilisiert werden. Im Scheuerpulver hingegen machen selbst die hohen Anteile von 90-95 % Mineralmehle keinerlei Probleme. Die Abrasiva in den Scheuermitteln müssen zudem eine sehr feine einheitliche Körnung, in der Regel zwischen 0,02 und 0,05 mm Durchmesser, aufweisen, da durch wenige gröbere Partikel leicht Kratzer auf den Oberflächen hervorgerufen werden können. Unterstützende Inhaltsstoffe in Reinigungsmitteln sind Tenside Phosphate und Soda. Insgesamt zeichnen sich Scheuermittel durch eine geringe Umweltbelastung aus, da sie einen hohen Anteil an Mineralmehlen haben die in den Kläranlagen absedimentieren und ohne Probleme entsorgt werden können.

Versuch 3 Vergleich eines Scheuerpulvers mit einer ScheuermilchGeräte.Reagenzglas, Zweihalskolben, Stativmaterial, Glasrohr, durchbohrter Stopfen, Pipette,Chemikalien: HCl, Scheuerpulver, Scheuermilch, Ca(OH)<sub>2</sub>

Durchführung: Aus den beiden Scheuermitteln wird durch wiederholtes versetzen mit Wasser und anschließendem abdekantieren die Abrasivkomponente isoliert und anschließend getrocknet. Dann wird diese in einen Zweihalskolben gegeben und mit Salzsäure versetzt. Das entstehende Gas wird über ein Glasrohr in Calciumhydroxidlösung eingeleitet.

Reaktionsgleichungen:Scheuerpulver:Scheuermilch:Nachweis des CO<sub>2</sub>:

Auswertung: Nur im Falle der Scheuermilch, die die weichere Abrasivkomponente Marmormehl enthält ist eine Gasentwicklung zu beobachten. In der Calciumhydroxid Lösung fällt weißes Calciumcarbonat aus.

## 5. Spezialreiniger

Diese Reinigergruppe wurde entwickelt, um sehr spezifischen Reinigungsansprüchen gerecht zu werden. Die Anforderungen, die an die Spezialreiniger gestellt werden, sind in der Regel sehr komplex und spezifisch. Daher ist eine optimale Wirkung nur unter sehr speziellen Voraussetzungen zu erwarten

### a) Saure WC-Reiniger

Saure WC-Reiniger findet man als Pulver oder in flüssiger Form. Sie werden dazu verwendet, Kalk- und Urinsteinablagerungen im WC zu beseitigen. Dies geschieht nach dem selben Prinzip mit dem man auch das Marmormehl in Scheuermittel nachweisen kann. Der Kalk, der aus Calciumcarbonat besteht wird durch die Protonen zu Calcium-Ionen und Kohlendioxid umgesetzt:



Da die sauren WC-Reiniger lange Kontaktzeiten benötigen werden sie als hochviskose Flüssigkeiten angeboten. Die verwendeten Säuren sind Natriumhydrogensulfat in festen Reinigern, bzw. Phosphor-, Ameisen-, Salz- oder Zitronensäure in flüssigen Reinigern.

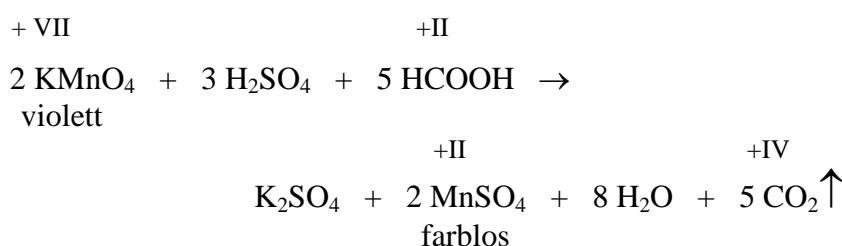
#### Versuch 4: Oxidation von Ameisensäure im WC-Reiniger durch $\text{KMnO}_4$

Geräte: Reagenzglas, Stativmaterial, Quickfithülse, Gasableitungsrohr, Zweihalskolben

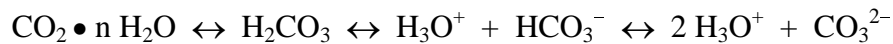
Chemikalien: WC-Reiniger flüssig, Schwefelsäure (10%ig), Kaliumpermanganatlösung (6%ig), gesättigte Calciumhydroxidlösung

Durchführung: In einem Zweihalskolben werden 50 ml WC-Reiniger flüssig mit 10 ml Kaliumpermanganatlösung und 10 ml Schwefelsäure vermischt. Dann wird das Gefäß durch einen Stopfen mit Gasableitungsrohr verschlossen. Das entstehende Gas wird in die Calciumhydroxidlösung eingeleitet.

Beobachtung: Die violette Lösung wird zunächst durch entstehende Mangan (+III)-Ionen braun gefärbt. Später ist die Lösung aufgrund der Mangan (+II)-Ionen farblos



Das entstehende Kohlendioxid ruft in der Calciumhydroxidlösung eine weiße Fällung durch Calciumcarbonat hervor.



## b) Alkalische Sanitärreinger

Diese Reinigerart entfernt fettige und eiweißhaltige Verschmutzungen im Sanitärbereich. Gegenüber Kalk- und Urinsteinablagerungen sind sie allerdings wirkungslos. Der Hauptwirkstoff ist entweder Natriumhypochlorid, bei Reinigern, die auf der Basis von Aktivchlor arbeiten, bzw. Wasserstoffperoxid bei Aktivsauerstoffreinigern. Sie wirken bleichend und desinfizierend, wobei diese Wirkung auch beim hypochloridhaltigen Reiniger auf naszierendem Sauerstoff beruht:



Aufgrund der Zersetzung des Aktivchlors zeigen diese Reiniger nur eine begrenzte Haltbarkeit.

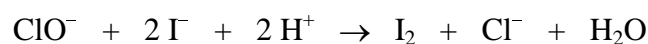
Da bei der Verwendung von alkalischen hypochloridhaltigen Reinigern in Kombination mit sauren Reinigern Chlorgas entstehen kann, werden die hypochloridhaltigen Reiniger nicht für die WC-Beckenreinigung empfohlen.

### Versuch 5: Bestimmung des Chlorgehalts in Sanitärreinigern

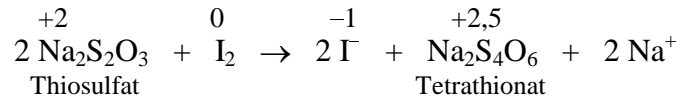
Geräte: 10 ml Vollpipette, 100 ml Meßzylinder, 250 ml Erlenmeyerkolben, 50 ml Bürette, Magnetrührer, Rührfisch,

Chemikalien: Sanitärreinger, KI-Lösung (0,1 mol/l), HCl (5%ig), Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Lösung ( 0,1 mol/l), frischer Stärkekleister

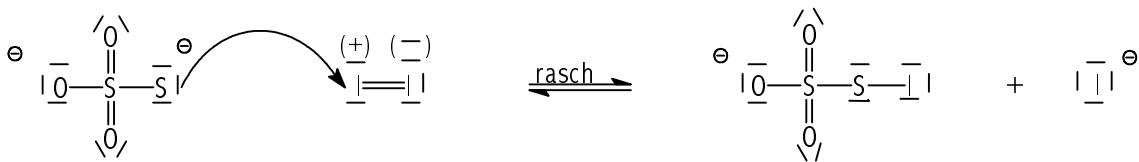
Durchführung: 10 ml Sanitärreinger werden mit Wasser auf 100 ml verdünnt. Von dieser Lösung werden wiederum 10 ml für die Titration entnommen, so daß schließlich der Chlorgehalt von 1 ml Sanitärreinger bestimmt wird. Zu diesen 10 ml gibt man nun 60 ml Wasser, 30 ml der KI-Lösung und 1,5 bis 2 ml HCl um einen pH von ca. 5 einzustellen. Das mit der KI-Lösung zugegebene Iodid wird unter diesen Bedingungen zu Iod oxidiert:



Unter ständigem Rühren wird nun so lange  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung zugegeben bis die Lösung nur noch schwach gelb ist. Nun gibt man einige ml frischen Stärkekleister zu und titriert solange weiter bis sich die nun tiefblaue Lösung vollständig entfärbt hat. Das zuvor gebildete Iod wird nun durch die Zugabe äquivalenter Mengen  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung wieder zu Iodid reduziert, wodurch der blaue Iod-Stärkekomplex wieder verschwindet.



### Reaktionsmechanismus:



Berechnung: Ein mol  $\text{ClO}^-$  oxidiert 2 mol  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Ein Verbrauch von 15,2 ml 0,1 molarer  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung zeigt, daß die Hypochloridlösung 0,76 molar war.

Der Gewichtsanteil (in %) bezieht sich auf durch Säure freisetzbares Chlorgas(MM71).

Daraus ergibt sich:

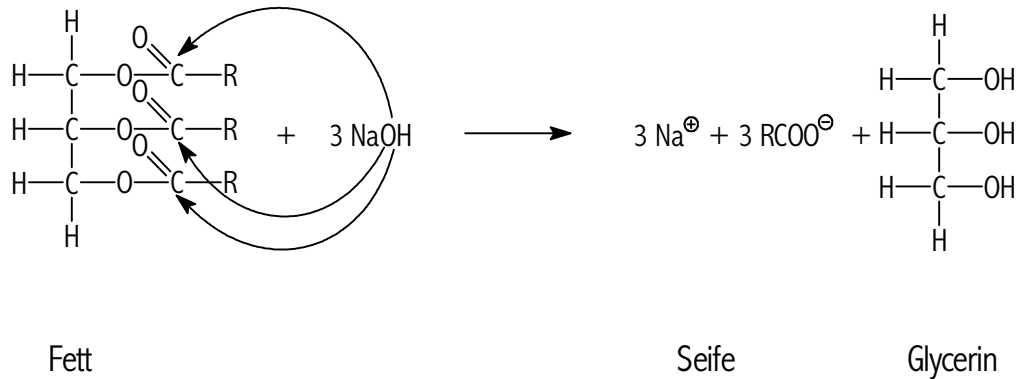
$$0,76 \text{ mol/l} \times 71 \text{ g/mol} = 54 \text{ g/l} = 5,4\% \text{ aktives Chlor.}$$

( Die Packung weißt unter 5% aktives Chlor aus.)

### **c) Backofen- und Grillreiniger**

Die im Innenraum von Grillgeräten und Backöfen angebrannten und teilweise auch stark verkohlten Speisereste haften sehr stark an. Sie lassen sich leichter entfernen wenn man sie etwas quellen läßt. Besonders geeignet hierfür sind wäßrige Lösungen von NaOH oder KOH in Kombination mit Tensiden und Lösungsvermittlern. Da sie lange Einwirkzeiten benötigen, werden sie als Schaum oder hochviskos angeboten. Durch Erwärmung der zu reinigenden

Geräte kann man die Einwirkzeit jedoch verkürzen. Die Wirkung des Backofenreinigers besteht darin, daß er die zumeist fetthaltigen Speisereste in Seife und Glycerin spaltet. Dadurch wird der Schmutzverband gelockert und zum anderen der Schmutz wasserlöslich gemacht.



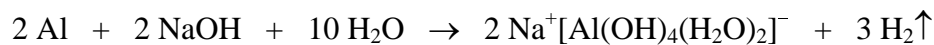
Wegen der hohen Alkalität der Reiniger sind die Warnhinweise auf der Packung zu beachten. So sind diese Reiniger zum Beispiel für Lacke und Aluminium nicht geeignet. Die Wirkung des Backofenreinigers auf Aluminium möchte ich in meinem nächsten Versuch nachweisen.

#### Versuch 6: Schädigung von Aluminium durch Backofenreiniger

Geräte: Demonstrationsreagenzgläser, Filter, Filterpapier, UV-Lampe, Becherglas, Spatel

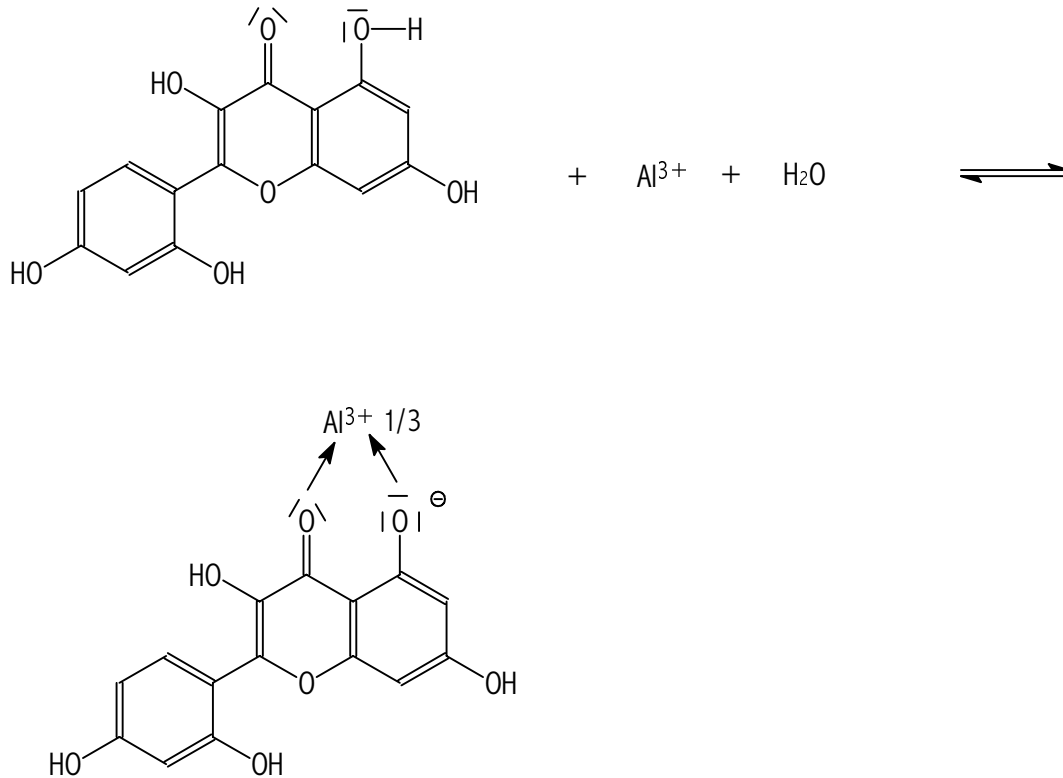
Chemikalien: gesättigte Lösung von Morin in Ethanol, Eisessig, Backofenreiniger

Durchführung: Zunächst sprüht man etwas Backofenreiniger auf Aluminiumfolie und läßt diesen einige Zeit einwirken (1 Stunde bis 1 Tag). Der stark basische Backofenreiniger greift das Aluminium an, so daß die Aluminiumionen unter Wasserstoffbildung komplex im Natrium-di-aquo-tetra-hydroxo-aluminat gebunden werden:



Die Aluminationen werden nun von der Folie mit Hilfe eines Spatels abgekratzt und in einem Reagenzglas mit heißem Wasser versetzt. Nachdem man dies eine Zeit stehen gelassen hat wird abfiltriert um mit einer klaren Lösung weiterarbeiten zu können.

Die so erhaltene Lösung wird nun mit Eisessig angesäuert und anschließend mit einigen Tropfen Morin-Lösung versetzt. Unter UV-Licht erscheint eine grüne Fluoreszenz, die Aluminationen anzeigt.



Ferner wird eine Blindprobe mit Backofenreiniger durchgeführt der nicht auf Aluminiumfolie eingewirkt hat.

## 6 Toxikologie

Durch unsachgemäße Aufbewahrung der Reinigungsmittel kommt es vor allem bei kleineren Kindern zu Vergiftungsunfällen durch Verschlucken. So wurden allein im Jahr 1988 in der Giessener Uni-Klinik, 206 Kinder im Alter bis zu 14 Jahren wegen Vergiftungsunfällen ins Krankenhaus gebracht. Die Folgen des Verschluckens von Reinigungsmitteln sind häufig symptomlos. Gelegentlich kann es jedoch zu Übelkeit, Erbrechen, Durchfall oder Reizung der Schleimhäute kommen. Außerdem können Reinigungsmittel Hautreizungen und Allergien auslösen. Der Trend geht daher zu immer mildereren Reinigungsmitteln. Eine weitere Unfallgefahr bei falscher Verwendung von Reinigungsmittel ist die zuvor schon erwähnte Chlorgasentwicklung. Unter dem Motto „viel hilft viel“, werden häufig verschieden

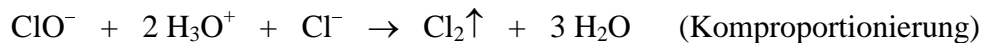
Reinigungsmittel miteinander kombiniert, was häufig zu einer Aufhebung der Wirkung führen kann. Im schlimmsten Fall, bei dem Mischen eines sauren Reinigers mit einem hypochloridhaltigen basischen Reinigers kann es dann zur Chlorgasentwicklung kommen. Diesen Effekt möchte ich in meinem letzten Versuch demonstrieren.

Versuch 7 Chlorgasentwicklung durch Reaktion eines alkalischen, hypochloridhaltigen Reinigers mit einem sauren WC-Reiniger

Geräte: Dreihalskolben, Tropftrichter, Gasableitungsrohr, Waschflasche, Stopfen, Stativmaterial, Magnetrührer, Rührfisch, PVC-Schläuche

Chemikalien: alkalischer, chlorhaltiger Sanitärreiniger (1:1 mit Wasser verdünnt), saurer WC-Reiniger (fest), NaOH ( 2mol/l), KI-Stärke-Lösung

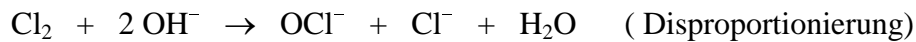
Durchführung: In den Dreihalskolben werden einige Spatelspitzen des festen WC-Reinigers gegeben. Dann wird mit einem Stopfen verschlossen und der verdünnte Sanitärreiniger über den Tropftrichter zugetropft.



Das entstehende Chlorgas wird in eine Iodit-Stärke-Lösung eingeleitet.



Das überschüssige Gas wird in eine NaOH-Lösung eingeleitet und dort absorbiert.



## 7. Verwendete Reiniger:

Versuch 2: Putzmeister, Gallon, 32602 Vlotho

Versuch 3: Frosch Orangen-Scheuermilch, Erdal Rex D-55120 Mainz; Ajax Scheuerpulver, Colgate-Palmolive, 92401 Courbevoie Cedex GMBH Hamburg

Versuch 4: WC Frisch, Thompson GmbH, Düsseldorf

Versuch 5: Dan Klorix, Colgate Palmolive GmbH, Hamburg

Versuch 6: Express Backofen Spray, Yankee Polish, 21454 Reinbek

Versuch 7: Dan Klorix, Colgate Palmolive GmbH, Hamburg; 00 WC-Reiniger, Yankee Polish, 21454 Reinbek

## 8. Literatur:

- Christen, H.R., Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie, Salle & Sauerländer, 1988
- Fluck/Mahr, Anorganisches Grundpraktikum
- Dr. Gerstner, E, Skript zum anorganisch-chemischen Grundpraktikum für Lehramtskandidaten
- Hollemann/Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie, de Gruyter, 1985
- Naturwissenschaft im Unterricht Physik/Chemie:
  - Gräber, W. Backofen- und Grillreiniger
  - Lieber, W. Ausgewählte Experimente zu Reinigungsmitteln im Haushalt
  - Lindemann, H. Didaktische Aspekte der Haushaltsreinigungsmittel
  - Lutz, B. Haushaltsreiniger im Unterricht
  - Jünger, G: Einfache Untersuchungen von Reinigungsmitteln
  - Heitland, Zusammensetzung und Wirkung von Reinigungsmitteln für den Haushalt
- Praxis der Naturwissenschaften Chemie:
  - Sommerfeld, H. Chemie im Haushalt
- Römpp, Chemie Lexikon
- Ullmanns-Enzyklopädie der technischen Chemie
- Vollmer/Franz, Chemie in Haus und Garten, Band 3, Thieme Verlag 1994