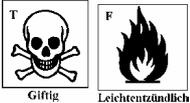
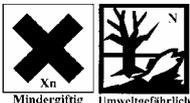


**Versuche 31-39**
**1.4 Reinigungsmittel**

**Betriebsanweisung**  
 nach §20 Gefahrstoffverordnung

*Verwendete Chemikalien*

Bezeichnung	R-Sätze	S-Sätze	Gefährlichkeitsmerkmale	Gefahrensymbol
Aceton (2-Propanon)	11-36-66-67	9-16-26	leicht entzündlich, reizend	 
Aluminiumsulfat-18-Hydrat	-	24/25	-	-
Ammoniak-Lösung, konz.(26%) (Salmiakgeist)	34-50	26-36/37/39-45-61	ätzend, umweltgefährlich	 
Ammoniumchlorid (Salmiak)	22-36	22	gesundheitsschädlich, reizend	
Ammoniummolybdat-Tetrahydrat (Ammoniummolybdat)	-	-	-	-
Bariumchlorid	20-25	45	giftig	
Calciumchlorid (Chlorcalcium)	36	22-24	reizend	
Calciumhydroxid-Lösung (Kalkwasser)	41	22-24-26-39	reizend	
Chloroform (Trichlormethan)	22-38-40-48/20/22	36/37	gesundheitsschädlich, reizend, krebserzeugend	
Citronensäure	36	26	reizend	

EDTA-Lösung (0,1 mol/l) (Titriplex II)	36-52/53	61	reizend, umweltgefährlich	
Eriochromschwarz T (Chromogenschwarz)	36-51/53	26-61	reizend, umweltgefährlich	
Ethanol (99%) (Weingeist, Spiritus)	11	7-16	leicht entzündlich	
Fettalkoholoxethylat				
Indikator-Puffertablette (Zur Bestimmung der Wasserhärte mit Titriplex-Lösungen)	22-36- 42/43	22-24-37- 45	gesundheits- schädlich, reizend, sensibilisierende	
Lithiumdodecylsulfat (Lithiumlaurylsulfat, LDS)	22-36/38	-	gesundheits- schädlich, reizend	
Magnesiumoxid	22	-	-	-
Methanol	11- 23/24/25- 39/23/24/ 25	7-16- 36/37-45	leicht entzündlich, giftig	
Methylenblau	22	-	gesundheits- schädlich	
Methylorange (Helianthin, Goldorange)	25	37-45	giftig	
di-Natriumhydrogenphosphat	-	-	-	-
Natriumhydroxid (wasserfrei)	35	26-37/39- 45	ätzend	
Natriumhydroxid-Lsg. (10%)	35	26-37/39- 45	ätzend	
Natriumsilicat (Natronwasserglas)	-	-	-	-
N-Cetyl-N,N,N- trimethylammoniumbromid (RonaCare)	22-36/38- 50/53	26-39-61	gesundheits- schädlich, reizend, umweltgefährlich	

Centrimoniumbromid)			lich	
Salpetersäure (verd.)	35	23.2-26- 36/37/39- 45	ätzend	
Salzsäure, konz.(98%)	35	26-30-45	ätzend	
Salzsäure (10%)	34-37	26- 36/37/39- 45	ätzend	
Zeolith A (Degussa)				

*Gefahren für Mensch und Umwelt*

eingesetzte Stoffe	Anmerkungen
Aceton (2-Propanon)	Leichtentzündlich. Bildet mit Oxidationsmitteln explosive Peroxide. Reagiert explosionsartig u.a. mit Wasserstoffperoxid und Königswasser. Reagiert heftig u.a. mit Chloroform, Alkalien und Brom.
Ammoniak-Lösung (konz.)	Verursacht Verätzungen. Sehr giftig für Wasserorganismen. Greift Kupfer und seine Legierungen an. Reagiert u. a. mit Halogenen und Silbernitrat. Bildet mit Iod und Iodlösungen explosionsgefährliches Iodazid.
Ammoniumchlorid	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen. Reagiert explosionsartig mit Kaliumchlorat. Wässrige Lösungen wirken korrosiv auf Metalle.
Bariumchlorid	Giftig beim Verschlucken. Gesundheitsschädlich beim Einatmen. Entwickelt bei thermischer Zersetzung Salzsäuregas, -nebel, -dämpfe.
Calciumchlorid	Reizt die Augen. Entwickelt bei thermischer Zersetzung Salzsäuregas, -nebel, -dämpfe.
Ethanol (99%)	Leichtentzündlich. Greift viele Kunststoffe an. Reagiert heftig mit Oxidationsmitteln. Entwickelt mit Alkali- und Erdalkalimetallen Wasserstoffgas.
Indikator-Puffertabletten (zur Bestimmung der Wasserhärte mit Titriplex-Lösungen)	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen. Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich. Staub nicht einatmen. Berührung mit der Haut vermeiden. Geeignete Schutzhandschuhe tragen. Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen.

Lithiumdodecylsulfat	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen und die Haut.
Methanol	Giftig beim Einatmen und Verschlucken. Berührung mit der Haut vermeiden. Leichtentzündlich. Zündquellen fernhalten. Kann mit Luft explosionsartiges Dampf/Luft-Gemisch, reagiert heftig mit Alkalien und Chloroform.
Methylenblau	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.
Methylorange	Giftig beim Verschlucken. Berührung mit der Haut und den Augen vermeiden.
Natriumhydroxid (wasserfrei)	Zerstört viele organ. Substanzen, insbesondere auch organ. Gewebe und Textilien. Greift Metalle, Glas, Quarz und Kunststoffe an. Wirkt korrodierend auf Leichtmetalle, reagiert heftig mit Säuren unter Salzbildung und Wärmeentwicklung. reagiert mit Ammoniumsalzen. Löst sich in Wasser unter Wärmeentwicklung. Verursacht in konzentrierter Form Hautnekrosen, besondere Gefährdung für die Augen (Gefahr der Erblindung).
Natriumhydroxid-Lsg. (10%)	Verursacht schwere Verätzungen. Denaturiert Eiweiß. In Kontakt mit Al, Zn und Messing entsteht Wasserstoffgas. Setzt aus Ammoniumsalzen NH <sub>3</sub> frei. Korrodiert viele Werkstoffe. Greift Metall, Glas, Quarz und Kunststoffe an. Reagiert heftig mit Säuren.
N-Cetyl-N,N,N-trimethylammoniumbromid	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen und die Haut. Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben.
Salpetersäure (verd.)	Verursacht Verätzungen. Starkes Oxidationsmittel. Spaltet bei thermischer Zersetzung nitrose Gase ab. Reagiert mit vielen organischen Stoffen.
Salzsäure (10%)	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. Wirkt stark korrodierend auf nahezu alle metallischen Werkstoffe. Reagiert heftig mit einer Vielzahl von anorganischen und organischen Stoffen.
Salzsäure (konz.)	Verursacht Verätzungen. Reizt die Atmungsorgane. wirkt stark korrodierend auf nahezu alle metallischen Werkstoffe. Reagiert heftig mit einer Vielzahl von anorganischen und organischen Stoffen.

Trichlormethan  
(Chloroform)

Reagiert heftig mit Alkalien Reagiert in Gegenwart von Basen heftig mit Aceton. Geht unter Licht und Sauerstoffeinfluss in Phosgen und HCl über, deshalb in braunen Flaschen aufbewahren und Ethanol als Stabilisator hinzugeben. Wirkt bei Inhalation und oraler Aufnahme narkotisch.

#### *Verhalten im Gefahrenfalle*

Verschüttete Natriumhydroxid-Lösung, Ammoniak-Lösung und Kalkwasser wird verdünnt, mit Natriumhydrogencarbonat neutralisiert und mit einem Schwamm aufgenommen.

Verschüttete Salzsäure und Salpetersäure wird vorsichtig (!) verdünnt, mit Natriumcarbonat neutralisiert und mit einem Schwamm aufgenommen.

Verschüttetes Trichlormethan, Methylorange, Eriochromschwarz, Ethanol, und Methanol wird mit Chemizorb<sup>®</sup> aufgenommen (Schutzhandschuhe!) und im vorgesehenen Behältnis gesammelt. Bei der Aufnahme von Trichlormethan (Chloroform) ist darauf zu achten, dass es nicht eingeatmet wird.

Nach dem Verschütten von Substanzen ist die Laboraufsicht zu benachrichtigen!

## Experimente

---

### *Benötigte Ausrüstung*

„Merckoquant Nitrat-Teststäbchen 1.10020“

Bechergläser, Becherglas 1l, Büchnertrichter, Bürette, Bürettenhalter, Bunsenbrenner, Ceranplatte, Chromatographiekammer, Erlenmeyerkolben, Filterpapier, Filtriergestell, Fön, Glasrohr (gebogen), Glasschale, Glasfalteriegel D3, Glastrichter, Gummistopfen mit Loch, Kapillarröhrchen, Magnetrührer mit Rührmagnet, Messkolben (100ml, 500ml, 1l), Messpipette (10ml), Messzylinder, Peleusball, Reagenzglas mit Olive, Saugflasche, Schlauchstück, Standzylinder, Stativmaterial, Tiegelzange, Trockenschrank 120°C, Tropfpipette, Tropftrichter, Uhrglas (durchlocht), Universalindikatorpapier, Vierfuß, Wasserstrahlpumpe.

### *Alltagschemikalien*

Abflussreiniger (Abflussfrei), Blütenblätter, ECE-Farbechtheitswaschmittel 77  
Sanitärreiniger (Dan Klorix), Scheuermilch, Scheuerpulver, Tinte, Waschmittel, WC-Reiniger (Plusit)

### *Versuchsbeschreibungen*

## 1 Problemfeld "Elemente und ihre Verbindungen in der Lebenswelt"

### 1.4 Reinigungsmittel

#### Versuch 31

In einer Gasentwicklungsapparatur ca. 2ml flüssiger WC-Reiniger mit ca. 4ml Leitungswasser versetzt. Dann werden 3-4ml Dan Klorix Sanitärreiniger zugetropt (Abzug!) und sofort mit einem Gummistopfen verschlossen. Das Reaktionsprodukt wird über ein Glasrohr in einen Standzylinder, der mit einem durchlochten Uhrglas abgedeckt ist, geleitet. Mit einer Tiegelzange werden farbige, vorher mit Aceton entfettete Blütenblätter und mit Tinte angefärbte und getrocknete Papierstreifen in den mit Gas gefüllten Standzylinder gehalten. Das überschüssige Gas ist anschließend in verdünnte Natriumhydroxid-Lösung einzuleiten (das Ableitungsrohr muss oberhalb der Natriumhydroxid-Lösung enden!).

### Versuch 32

- a) In einen Erlenmeyerkolben wird ca. 1cm hoch trockener Abflussreiniger (Abflussfrei) gegeben und dieser mit kaltem Leitungswasser übergossen, so dass die Substanz ca. 1-2cm überdeckt wird (Abzug!). Sobald die Reaktion erkennbar einsetzt, wird ein mit konzentrierter Salzsäure benetzter Glastrichter über den Kolben gestülpt und anschließend der Gasraum sowie die Lösung mit Indikatorpapier geprüft.
- b) Der Abflussreiniger wird nochmals gemäß a) aufgelöst und die entstandene Lösung wie auch die Lösung aus a) nach der Reaktion auf Nitrat-Ionen mit „Merckoquant Nitrat-Teststäbchen 1.10020“ geprüft.

### Versuch 33

Zunächst werden folgende Lösungen hergestellt:

- a) Standard-Lösung: 1,4g Magnesiumoxid werden in einer minimalen Menge verdünnter Salzsäure gelöst und auf 1 l mit demineralisiertem Wasser verdünnt;
- b) Indikator-Lösung: 0,5g Eriochromschwarz z T werden in 100ml Methanol gelöst;
- c) Puffer-Lösung: 67,5g Ammoniumchlorid werden in 570ml konzentrierter Ammoniak-Lösung gelöst und mit demineralisiertem Wasser auf 1l aufgefüllt.

Nun wird eine Bürette mit einer konzentrierten Lösung des ECE-Farbestoffwaschmittels 77 befüllt. In einen Erlenmeyerkolben werden 20ml der Standard-Lösung gegeben und 5ml der Puffer-Lösung hinzugefügt. Anschließend wird mit demineralisiertem Wasser auf 125ml aufgefüllt. Zu dieser Lösung werden 5 Tropfen der Indikator-Lösung hinzugefügt und solange titriert, bis die Farbe der Lösung von weinrot nach blau umschlägt.

### Versuch 34

Zwei Spatelspitzen Scheuerpulver werden in einem Becherglas mit reichlich demineralisiertem Wasser versetzt. Dann wird schnell soviel verdünnte Salpetersäure hinzugegeben, dass die Lösung farblos wird. Die klare, farblose Lösung wird mit Ammoniummolybdat-Lösung versetzt.

### Versuch 35

In einem Erlenmeyerkolben werden 10ml Scheuermilch mit verdünnter Salzsäure versetzt und das entstehende Gas in Kalkwasser eingeleitet.

**Versuch 36          Synthese von Zeolith A**

Für die Synthese wird Natriumsilicat (112g/l Na<sub>2</sub>O, 370g/l SiO<sub>2</sub>), eine Natriumaluminatlösung 1 (90g/l Na<sub>2</sub>O, 14g/l Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und eine Natriumaluminatlösung 2 (148g/l Na<sub>2</sub>O, 103g/l Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) benötigt.

Die Aluminatlösungen werden aus frisch gefälltem und salzfrei gewaschenem Al(OH)<sub>3</sub> und den entsprechenden Mengen NaOH wie folgt bereitet:

*Bereitung einer Aluminat-Stammlösung:*

71,9g Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 18 H<sub>2</sub>O werden in einem 1l-Becherglas in 400ml dest. Wasser gelöst und langsam bei 70-80°C unter Rühren mit einer Lösung von 24,2g NaOH in 100ml aqua dest. versetzt. Dann wird unter Rühren solange konz. Ammoniaklösung zugegeben, bis ein pH-Wert von ca. 8 erreicht ist. Etwa 5min wird nachgerührt, dann der Niederschlag über einen großen Büchnertrichter abgesaugt und mit viel Wasser neutral und sulfatfrei gewaschen (nach dem Ansäuern mit HNO<sub>3</sub> mit BaCl<sub>2</sub>-Lösung prüfen). (Hinweis: Das Waschen geht schneller und ist effektiver, wenn der Niederschlag von der Nutsche genommen und in einem Becherglas mit Wasser auskocht, absaugt und dieser Vorgang mehrfach wiederholt wird).

Den Niederschlag wird dann in ein 200ml Becherglas gegeben und mit einer Lösung von 20,4g NaOH in ca. 20ml Wasser versetzt. Die resultierende Aluminatlösung muss ggf. auf ein Volumen unter 100 ml eingedampft werden. Wenn sie auf Raumtemperatur abgekühlt ist, wird die Aluminatlösung in einen 100ml Messkolben gegeben und dieser bis zur Marke mit dest Wasser aufgefüllt.

*Bereitung der Natriumaluminatlösung 1:*

Mittels einer skalierten Pipette werden der Aluminat-Stammlösung 6,4ml entnommen und in eine Lösung von 4,56g NaOH in 30ml Wasser gegeben. Die Lösung wird dann auf 50ml aufgefüllt.

*Bereitung der Natriumaluminatlösung 2:*

Die Aluminat-Stammlösung wird nach der Entnahme zur Herstellung der Natriumaluminat 1 wieder mit dest. Wasser auf 100ml aufgefüllt.

*Synthese von Zeolith A:*

27g Natriumsilicat werden bei 50-55°C innerhalb von 20min tropfenweise mit 40g Natriumaluminatlösung 1 und anschließend innerhalb von 25min mit 9g Natriumaluminatlösung 2 versetzt. Dann wird auf 75°C erwärmt. Innerhalb von 65min werden weitere 75g Natriumaluminatlösung 2 zugetropft. Die Reaktionsmischung wird noch 1,5h bei 90°C nachgerührt, das ausgefallene Produkt dann abgesaugt, weitgehend neutral gewaschen (mehrfach von der Nutsche nehmen und in Wasser auskochen) und 6h bei 250°C getrocknet.

**Versuch 37            Messung der Calciumaufnahmekapazität von Zeolith A**

0,8mg gut getrocknetes und pulverisiertes Produkt werden in 200ml dest. Wasser suspendiert und mit 100ml einer CaCl<sub>2</sub>- Lösung, die ca. 10mg Ca/ml enthält (bereitet durch Auflösen von ca. 4g CaCl<sub>2</sub>• 2 H<sub>2</sub>O in 1l aqua dest.; Bestimmung des genauen Ca-Gehalts durch Titration mit 0,1mol/l EDTA-Maßlösung), versetzt. Es wird 10min leicht gekocht, filtriert und der Filtrerrückstand mit etwas dest. Wasser gewaschen. Zu dem auf Raumtemperatur abgekühlten Filtrat wird eine Indikator-Puffertablette und nach deren Auflösung 1ml konz. Ammoniaklösung gegeben und mit 0,1mol/l EDTA-Maßlösung von Rot nach Grün titriert. So wird die Ca-Menge bestimmt, die nicht im Zeolith gebunden wurde, so dass die Ca-Aufnahme des eingesetzten Zeoliths berechnet werden kann.

Um die Qualität (Calciumaufnahmekapazität) des hergestellten Zeoliths beurteilen zu können, empfiehlt es sich, parallel auch die Ca-Aufnahmekapazität, angegeben in mg Ca pro g Zeolith, eines Handelsproduktes (Degussa) zu messen.

**Versuch 38            Identifizieren anionischer, nichtionischer und kationischer Tenside durch Papierchromatographie**

*Herstellen der Tensidlösungen:*

Jeweils 2g der Tenside (Fettalkoholoxethylat, N-Cetyl-N, N, N-trimethylammoniumbromid, Lithiumdodecylsulfat) werden mit 5ml destilliertem Wasser verdünnt.

*Herstellen der Imprägnierlösung (Pufferlösung pH 3):*

4,75g Citronensäure und 3,6g Natriumhydrogenphosphat werden in aqua dest. gelöst und im Messkolben auf 100ml aufgefüllt.

*Herstellen der Mischindikatorlösung:*

0,005g Methylorange und 0,005g Methylenblau werden separat in je 5ml destilliertem Wasser gelöst. Anschließend werden die Indikatorlösungen in einem Reagenzglas zusammengegeben.

*Durchführung:*

Ein rechteckiges Stück Filterpapier wird durch die Pufferlösung gezogen und mit einem Fön getrocknet. Auf einer Startlinie (ca. 1,5cm vom unteren Rand des Filterpapierstreifens) werden mit einer Kapillare vier je ca. 1cm lange waagerechte Mischindikatorlinien (im Abstand von ca. 1cm zueinander) aufgetragen und mit dem Fön getrocknet. Genau auf die grünen Indikatorlinien (nicht darüber hinaus) werden mit einer weiteren Kapillare Tropfen der jeweiligen Tensidlösung aufgetragen und mit einem Fön getrocknet. Der getrocknete Papierstreifen wird in ein verschließbares Chromatographiegefäß (evt. abgedeckter Zylinder im Abzug) so eingebracht, dass er ca. 0,5cm in das Fließmittel (Chloroform : Ethanol = 9:1) eintaucht (für ca. 5cm Steighöhe wird eine Laufzeit von 2-3min benötigt). Es ist darauf zu achten, dass die Tensidstreifen nicht durchlaufen. Das Chromatogramm wird unter dem Abzug getrocknet bis alle Fließmittelreste entfernt sind.

### **Versuch 39            Bestimmung des Sulfatgehalts im Waschmittel**

1g eines Waschmittels werden mit 100ml Wasser versetzt, unter Rühren leicht erwärmt und anschließend mittels eines Büchnertrichters (Blaubandfilter) filtriert.

20,0ml des Filtrats werden mit ca. 0,5ml 10% Salzsäure auf pH 1-2 eingestellt und mit 20ml Bariumchloridlösung (7g Bariumchlorid in 100,0ml Wasser gelöst) versetzt.

Die Lösung mit dem abgesetzten Niederschlag wird in einen ausgewogenen Glasfiliertiegel (D3) quantitativ überführt und mit demineralisiertem Wasser 2x gewaschen.

Anschließend wird der Tiegel bei 120°C im Trockenschrank 1h getrocknet und nach dem Abkühlen gewogen.

Die Angabe des Sulfatgehaltes erfolgt in Massenprozent-Anteilen Natriumsulfat (bezogen auf die Einwaage des Waschmittels).

*Entsorgungshinweise*

Versuch 31

Die Reste der neutralisierten Lösung werden mit etwas Natriumthiosulfat versetzt und in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben.

Versuch 32

Nach Beendigung der Gasentwicklung werden die Lösungen in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben.

Versuch 33

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben.

Versuch 34

Die Lösung wird neutralisiert und in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben.

Versuch 35

Die Lösung wird neutralisiert und in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben.

Versuch 36

Die Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben. Zeolith-Reste werden in den Hausmüll gegeben.

Versuch 37

Zeolith-Reste werden in den Hausmüll gegeben.  
Calciumhaltige Lösungen werden neutralisiert und in den Behälter für anorganische Salze II gegeben.

Versuch 38

Die Tensid-Reste werden verworfen. Gebrauchtes Chromatographiepapier wird in den Hausmüll gegeben.

Versuch 39

Die Waschmittelreste werden in den Hausmüll gegeben.  
Die Reagenzlösungen werden neutralisiert und in den Behälter für **anorganische Salze II** gegeben.

**Bevor die Lösungen in die entsprechenden Behälter gegeben werden, ist der pH-Wert gemäß den angegebenen Werten zu überprüfen!**

*Fragen zu den Experimenten*

**Versuch 31**

1. Wie ließe sich das Reaktionsprodukt noch darstellen?
2. Wodurch wird die Unfallgefahr im Haushalt bei gleichzeitiger Anwendung von sauren WC-Reinigern und alkalischen, "aktives Chlor" enthaltenden Sanitärreinigern bedingt?

**Versuch 32**

1. Worauf beruht die abflussreinigende Wirkung des untersuchten Mittels?
2. Auf welche Weise wird diese durch den Zusatz von Aluminiumgrieß unterstützt?
3. Welche Gefahr entsteht dabei und inwieweit wird diese durch den Zusatz von Nitrat-Ionen gemindert?

**Versuch 33**

1. Welche Funktion erfüllt die nachgewiesene Substanz in dem Reinigungsmittel?

**Versuch 34**

1. Was versteht man unter „wasserunlösliche Abrasivstoffe“, welchen Zweck sollen sie erfüllen und welche Substanzen kommen dafür in Betracht?
2. Welche Substanz wird mit der Molybdat-Lösung nachgewiesen? Welche Störungen können bei dieser Nachweisreaktion auftreten und wie lassen sie sich vermeiden?

**Versuch 35**

1. Welche Abrasivkomponente der Scheuermilch haben Sie hier nachgewiesen? Inwiefern bedingt diese eine mildere Reinigung als die in dem festen Scheuermittel enthaltene?

**Versuch 38**

1. Welche Farben ergeben die Tensid- bzw. Waschmittellösungen bei der Chromatographie?
2. Welche Tenside sind im wesentlichen im Waschmittel enthalten und welche Funktionen erfüllen sie?
3. Welche weiteren Waschmittelinhaltsstoffe sind Ihnen bekannt und welche Aufgaben erfüllen sie im Waschprozess?

**Versuchsauswertung**

---

Name:

Datum:

*Protokoll der Beobachtungen bzw. Messdaten*

<b>Versuche erfolgreich durchgeführt</b>	<b>Versuche erfolgreich ausgewertet</b>
<b>Datum:</b>	<b>Datum:</b>
<b>Unterschrift:</b>	<b>Unterschrift:</b>