

Weihnachtsvorlesung



Fachhochschule Amberg-Weiden

Eiscreme mit Flüssigstickstoff



J. Schuberth
F. Ellner-Schuberth

Flüssiger Stickstoff

A. Bösl



Eisessig schwimmt nicht!

R. Dirscherl

Anomalie des Wassers

Eis schwimmt,
Essigsäure nicht



Heiß & Kalt

Experimente mit flüssigem Stickstoff

Schutzbrille! Handschuhe! Dewar-Gefäß.

- Unter den Glaspunkt einfrieren und mit dem Hammer zerschlagen: Gummischlauch, Gummi- oder Tennisball; Apfel, Blume, Butterplätzchen. Eine gefrorene Banane als Hammerersatz.
- „Rauchender Kopf“: Aufsetzen eines eingefrorenen Filzhutes. **Vorsicht!**
- Volumenänderungen: aufgeblasener Luftballon.
- Änderung der Modifikation und Farbe: Schwefel; $\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ (in einer Ampulle); eine Bleiglocke klingt heller.

Schwimmende Eiswürfel (Anomalie des Wassers)

Mit einer Eiswürfelform im Gefrierfach herstellen:

1. normale **Eiswürfel** aus destilliertem Wasser.
2. Würfel aus **Eisessig** (konz. Essigsäure).

In Becherglas 1: Leitungswasser + Eiswürfel.

In Becherglas 2: Eisessig + Eisessigwürfel.

Eis ist leichter als Wasser. Fester Eisessig (schmilzt bei 17°C) ist schwerer als flüssige Essigsäure.



Oszillierende Reaktion

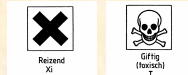
Ch. Betz

Belousov-Zhabotinsky-Reaktion



Oszillierende Reaktion

Belousov-Zhabotinsky-Reaktion



Im Standzylinder auf dem Magnetrührer mischen:

- Lösung A: 19 g **Kaliumbromat** (oder 17 g Natriumbromat) in 500 ml Wasser.
- Lösung B: 16 g **Malonsäure** und 3,5 g **Kaliumbromid** (oder 3 g Natriumbromid) in 500 ml Wasser.
A und B etwa eine Minute zusammen rühren (im Abzug, 20 min vor Vorführung).

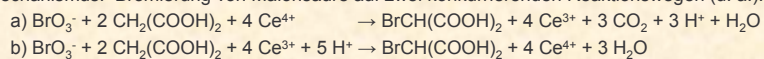
Bei der Vorführung zusetzen:

- Lösung C: 5,3 g **Ammoniumcarnitrat** in 500 ml Schwefelsäure (aus 75 ml konz.).
- 30 ml 0,5% Ferriinlösung (0,23 g **Eisensulfat** + 0,56 g 1,10-**Phenanthrolin** in 100 ml Wasser).

Nach etwa einer Minute beginnt die Oszillation grün → blau-violett → rot.

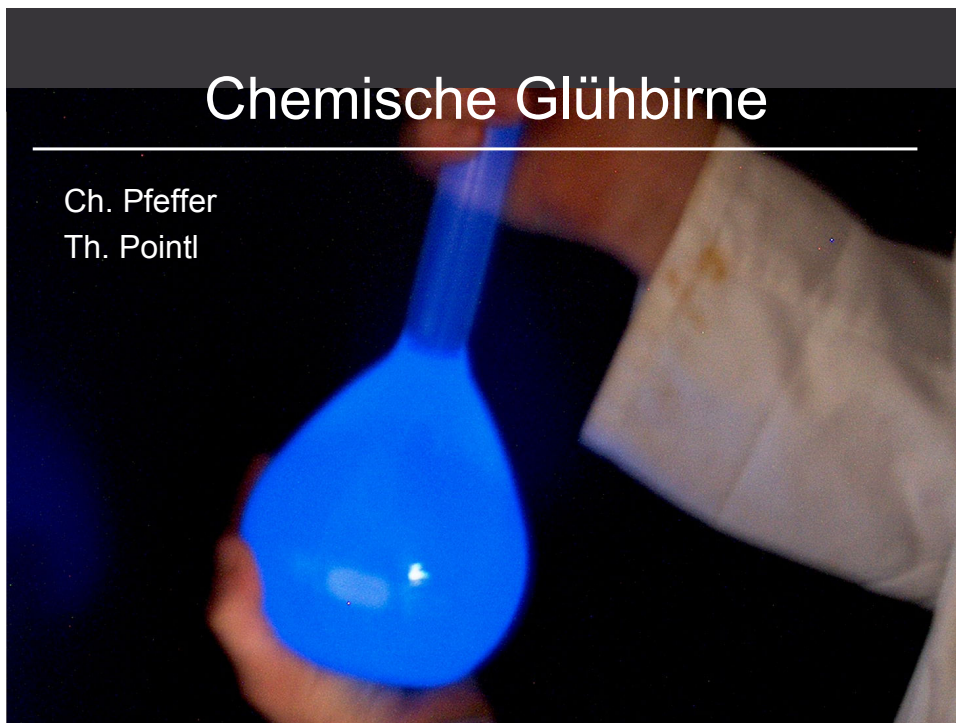
Entsorgung: schwach alkalisch machen; Niederschlag: mindergiftige anorganische Salze; Filtrat: Abwasser.

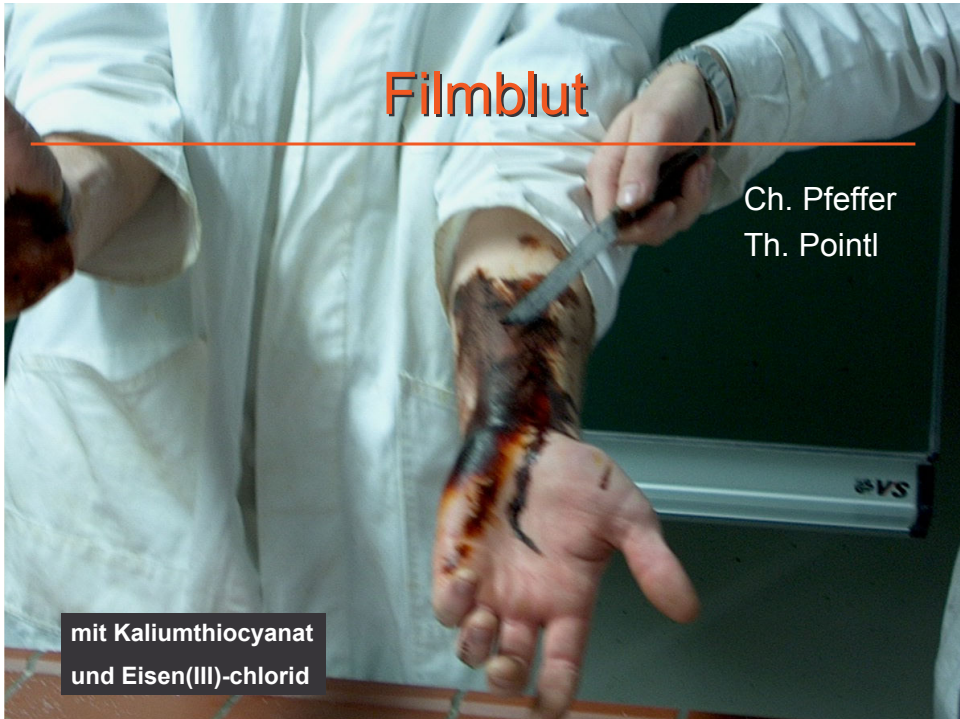
Mechanismus: Bromierung von Malonsäure auf zwei konkurrierenden Reaktionswegen (u. a.).



Chemische Glühbirne

Ch. Pfeffer
Th. Pointl





Filmblut

Ch. Pfeffer
Th. Pointl

mit Kaliumthiocyanat
und Eisen(III)-chlorid

Farbe & Licht

Chemische Glühbirne (Chemolumineszenz mit Luminol)

- 1 Esslöffel **Natriumcarbonat** in 1 l Wasser lösen
- + 1 Messerspitze **Luminol** (3-Amino-phthalhydrazid) dazu
- + 5 ml 3% **Wasserstoffperoxid**

a) **Häm** zugeben oder b) Lösung auf Blut oder Häm zerstäuben (z. B. Tafelanschrieb „Blut“).



Filmblut und Geheimtinten (Komplexverbindungen)

Große Papier- oder Kartonflächen mit dem Pinsel beschreiben, eintrocknen lassen; durch Aufsprühen des Entwicklers die Schrift sichtbar machen.

Entwickler

5% **Eisen(III)-chlorid**-Lösung
" "
" "

Tinte

1% **Ammoniumthiocyanat**lösung
2,5% **Kaliumhexacyanoferrat(II)**-Lösung
Tannin- oder Gallussäure-Lösung

Filmblut
Berliner Blau
Schwarzfärbung



Trockeneis entfärbt!

D. Motz

Tymolblau,
Methylrot,
Phenolrot



Farbreaktionen

Trockeneis entfärbt!

- Bechergläser mit 600 ml Wasser füllen;
+ 5 ml Indikatorlösung zusetzen:
- 0,05 g **Phenolphthalein** in 50 ml Ethanol
 - 0,02 g **Methylrot** in 60 ml Ethanol, mit Wasser auf 100 ml auffüllen.
 - 0,04 g **Phenolrot** in 11 ml 0,1 molarer Natronlauge lösen, Wasser auf 100 ml auffüllen.
 - Yamadas Universalindikator: 0,005 g **Thymolblau** + 0,012 g Methylrot + 0,06 g **Bromthymolblau** + 0,1 g Phenolphthalein in 100 ml Ethanol lösen, 0,01-molare Natronlauge zugeben bis grün gefärbt; mit Wasser auf 200 ml auffüllen.

In die gelbe Lösung jeweils:
+ 5 ml 0,1-molare **Natronlauge** zusetzen.
+ walnussgroße Mengen **Trockeneis** zugeben.

Farbumschlag auf Grund der pH-Änderung durch sich bildende Kohlensäure.
 $\text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$



Weinprobe

A. Merkl

Reaktionen mit Indikatoren:

1. Phenolphthalein in Wasser
2. Ammoniak
3. Eisen(III)-chlorid in Säure
4. Kaliumthiocyanat
5. gelbes Blutlaugensalz
6. Heptan
7. Soda + Zitronensäure
8. Trockeneis + Aktivkohle



Farbreaktionen

Weinprobe (Komplexverbindungen und Indikatoren)

Sieben 0,75 l- und eine 0,5 l-Klarglasflasche stehen auf dem Tisch.
Von Flasche **1** ausgehend wird weiter umgegossen.

1. **Heller Tafelwein** von ausgewogenem Säuregehalt.
2. **Trockener Rosé** von basischem Boden.
3. **Gelblich-fruchtiger Kabinettwein** mit Prädikat von moorig-saurem Torfboden
4. **Vollmundiger Rotwein**
5. **Blauer Burgunder** von eisenhaltig Berliner Boden (Glas mit roter Markierung; Hälfte umgießen).
6. **Hochprozentiger Weinbrand** (0,5 l-Flasche) Am Flaschenhals **entzünden**.
7. **Sekt** mit Flaschengärung; **Tablett unterstellen!**
8. **Schwarzer Küstennebel**
Weiße Nebel quellen aus schwarzem Produkt.

Im Gefäß vorlegen

Wasser + **Phenolphthalein**
1 Tropfen **Ammoniaklösung**
1 Spatel **FeCl₃** + 20 Tr. **H₂SO₄**

1 Spatel **KSCN**
1 Sp. **K₄[Fe(CN)₆]**

1—2 ml Hexan oder **Heptan**

je 1 Löffel **NaHCO₃**
+ **Citronensäure**
Aufschlämmung: **Trockeneis +**
Aktivkohle + Spülmittel



Glas 5 (**rote Markierung**) scheinbar verkosten. Zuschauer ablenken (herabfallendes Glas) und gegen echten Wein (Glas mit grüner Markierung) austauschen.

Schaumparty

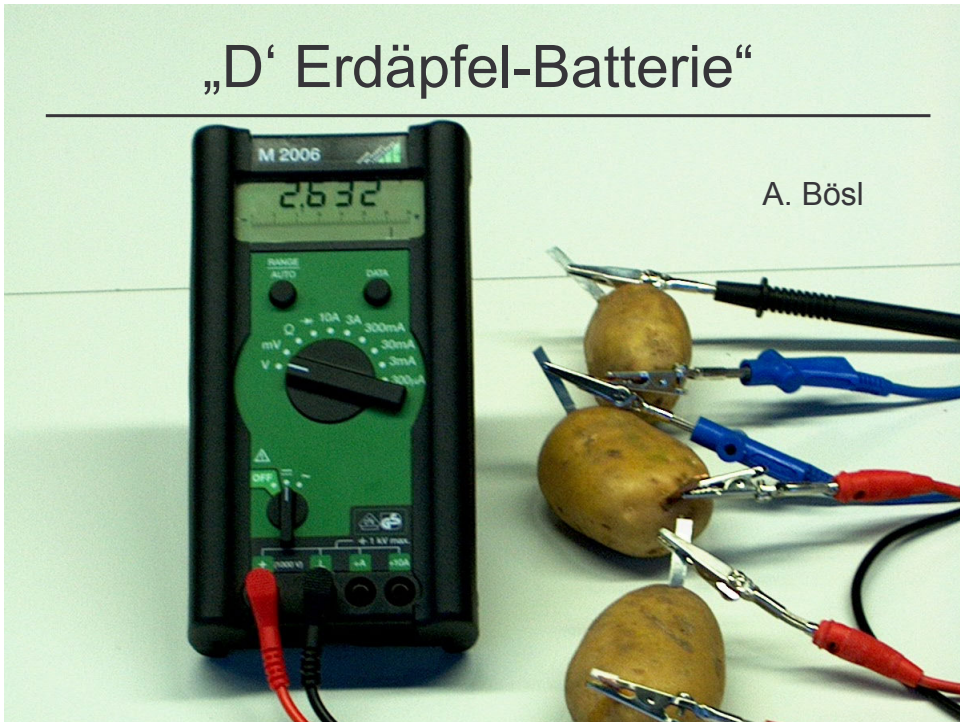
D. Kraus

Wasserstoffperoxid,
Kaliumiodid und Spülmittel



„D‘ Erdäpfel-Batterie“

A. Bösl

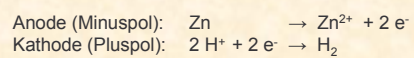


Elektrisches

Obst-Gemüse-Batterien (galvanische Elemente)

Sechs Zitronen, Äpfel oder Kartoffeln durch 10 x 1 cm große Kupfer- (+) und Zinkelektroden (-) in Reihenschaltung verbinden.

- Am Voltmeter sind ca. 5 V messbar. Im Bild 2,6 V aus drei Kartoffeln.
- Einen 16 V/470 μ F-Elektrolytkondensator ca. 1 min aufladen; über eine Blitzlichtbirne entladen.
- Mit dem Elko eine Batterie-Quarzuhr betreiben.



Geldschein in Flammen

K. Käufel

Wasser-Ethanol-Mischung





Licht & Feuer

Geldschein in Flammen (Ethanolverbrennung)

Eine Petrischale mit **Ethanol/Wasser** (1 : 1) füllen + 1 Spatelspitze **Natriumchlorid** dazu. Geldschein (oder Papiertaschentuch) einweichen, mit einer Tiegelfzange entnehmen, evt. am Stativ aufhängen und anzünden. *Entsorgung:* Abwasser. Der Alkoholanteil an der Oberfläche verbrennt (Flammpunkt 12°C, Sp. 78°C); der feuchte Geldschein bleibt unversehrt (abwaschen, trocknen). Natrium färbt die Flamme sichtbar gelb.

Pharaoschlangen (Zuckerschaum)

Auf einer feuerfesten Unterlage einen **Sandkegel** aufschütten. 3—4 **Emser Pastillen** (NaHCO_3 in Zucker) auf die Spitze legen; mit > 5 ml Ethanol tränken und entzünden. *Entsorgung:* Hausmüll. Aus dem Natriumhydrogencarbonat freigesetzte Verbrennungsgase blähen den verkohlenden Zucker zu einer daumendicken porösen Masse auf.

Wachsexplosion (thermische Paraffinspaltung)

Kerzenwachs im Reagenzglas zum Sieden erhitzen, anschließend in einem Becherglas mit Wasser abschrecken. Das Reagenzglas springt, Wasser verdampft explosionsartig (3000-fache Volumenzunahme bei 400°C) und treibt das Wachs aus dem Reagenzglas; evt. Entzündung.

Wasserstoffackel

M. Grimm

Wasserstoff
aus Aluminiumpulver
und Salzsäure mit
Kupfer(II)-chlorid



Brennendes Gel

P. Schönleitner

Calciumacetat mit Ethanol



Gummibärcheninferno

A. Sangl

Oxidation mit
Kaliumchlorat



Licht & Feuer

Brennendes Gel (Alkohol-Einschlussverbindung)

- Becherglas 1: 6 g **Calciumacetat**-hydrat in 20 ml Wasser + etwas **Natronlauge**,
- Becherglas 2: 150 ml **Ethanol** + alkohol. **Phenolphthalein**lösung,

1 und 2 in Becherglas 3 zusammen gießen. Selbstentzündung nach 10 Sekunden.

Vorsicht! Abstand! Entsorgung: Abwasser.

Erklärung: Ethanol verringert die Löslichkeit des Calciumdiacetats in der gesättigten Lösung; eine Einschlussverbindung entsteht; der Alkohol entzündet sich.

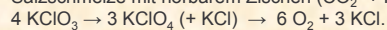


Gummibärcheninferno (Chloratoxidation)

10 g **Kaliumchlorat** im feuerfesten weiten Reagenzglas (Ø 3cm, 20 cm lang) schmelzen (Bunsenbrenner). Ein Gummibärchen in die Schmelze stoßen.

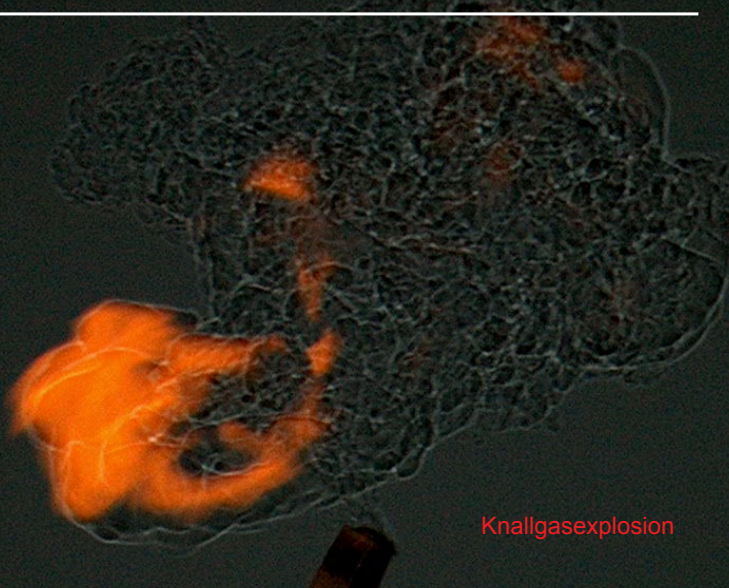
Vorsicht! Abstand! Feuerfeste Unterlage! Schutzbrille! Lösandsand bereithalten!
Reagenzglasöffnung weist stets von Menschen weg!

Das Gummibärchen (Zucker, Gelatine) oxidiert unter intensivem Aufglühen; tanzt in der Salzschmelze mit hörbarem Zischen ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ entweichen).

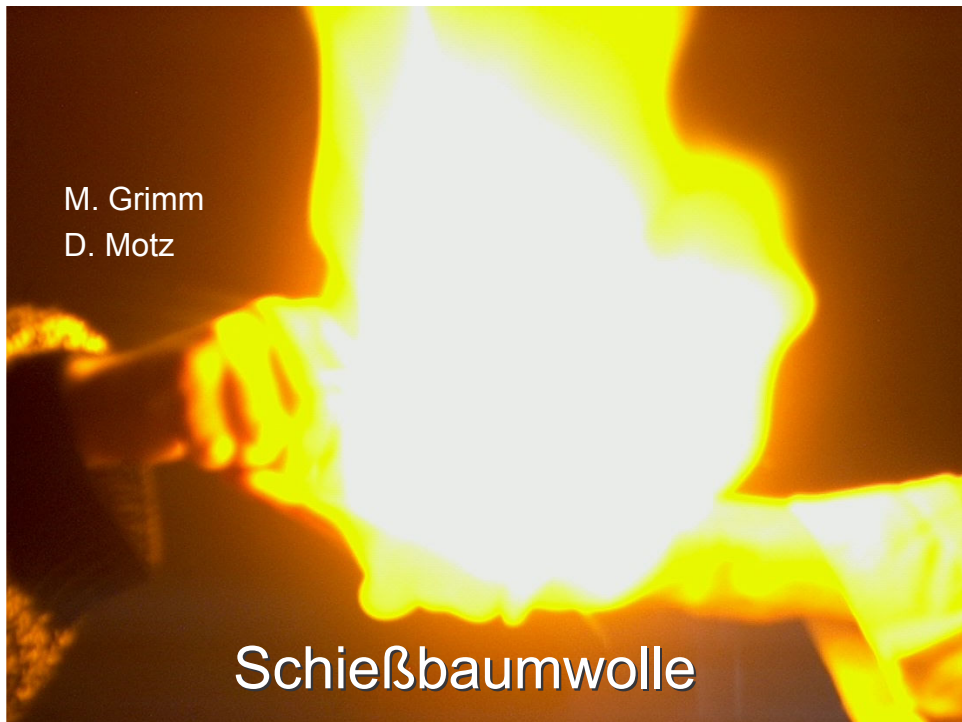


Luftballon mit Wasserstoff

- A. Merkl
- D. Kraus



Knallgasexplosion



Feuerspeier

Ch. Pfeffer



Lichtblitz

J. Schuberth

F. Ellner-Schuberth

Glycerin,
Kaliumpermanganat
und Magnesiumpulver



Licht & Feuer

Allerlei Brennbares

Hübsche Stichflammen kann man mit **Schießbaumwolle** (Nitrocellulose), **Bärlappsporen** und absolutem **Ethanol** erzeugen. Vorsicht!
Die trockenen Bärlappsporen (aus der Apotheke) werden mit einem ca. 40 cm langen Glasrohr in die Bunsenflamme geblasen; die etherischen Öle verbrennen.

Wasserstoffballons

Luftballons mit **Wasserstoff** aufblasen; an einer ca. 3 m langen Schnur befestigen.
Mit einer an einem Stab befestigten Kerze zünden. **Gehörschutz! Abstand!**
Knallgasreaktion: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$



Lichtblitz (Glycerinoxidation)

7,5 g **Kaliumpermanganat** + 3,75 g **Magnesiumpulver** im Mörser mischen.
Auf eine feuerfeste Unterlage (Blechdose) bringen.
+ 2 ml trockenes (!) **Glycerin** dazu.
Vorsicht! Abstand! Glaswanne als Unterlage! Zum Abschluss der Veranstaltung!
Entsorgung: mindergiftige anorganische Salze.



Prof. Dr. P. Kurzweil

Ch. Betz

A. Bösl

R. Dirscherl

F. Ellner-Schuberth

M. Grimm

K. Käufel

D. Kraus

A. Merkl

D. Motz

J. Perko

Ch. Pfeffer

Th. Pointl

A. Sangl

P. Schönleiter

J. Schuberth

Weitere Experimente

Weitere Experimente

Feuerwerk mit Eis (Oxidation von Zink)

A) In ein Probengläschen 4 g **Ammoniumnitrat** + 1 g **Ammoniumchlorid** + 0,5 g **Bariumnitrat** einwiegen und vermischen; B) 4 g **Zinkstaub**. Auf einer feuerfesten Unterlage A und B vorsichtig mischen (nicht reiben!). Einen Kegel aufschütten; mit der Tiegelzange ein/zwei kleine **Eiswürfel** aufsetzen. **Vorsicht!** Selbstzündung nach 10 s! **Abstand! Glaswanne als Unterlage!** Zum Abschluss der Veranstaltung! **Entsorgung:** mindergiftige anorganische Salze. Der Wasserfilm startet die exotherme Redoxreaktion zwischen Zinkstaub und Nitrat; der Katalysator NH_4Cl verdampft (NH_3 -Geruch). ZnO entsteht.



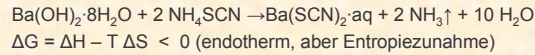
Pyrophores Eisen (Eisenoxidation)

Vorbereitung: Einige Weithalsreagenzgläser zu 1/5 mit gelbem **Eisenoxalat** füllen; erhitzen, bis ein schwarzer Rückstand bleibt. Am Glasrand kondensierenden Wasserdampf sorgfältig mit Filterpapier entfernen. Glas mit einem Stopfen gut verschließen.
Vorführung: Auf den Demonstrationstisch stellen; Reagenzglas mit dem Stopfen nach unten öffnen.
Feuerfeste Unterlage! Schutzhandschuhe! Schutzbrille!
Entsorgung: mindergiftige anorganische Salze.
 Ein rötlich leuchtender Funkenregen durch die Eisenoxidation im Reaktionsgemisch:
 $\text{Fe} + \text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

Weitere Experimente

Kältemischung (Reaktion mit Entropiezunahme)

ca. 15 g **Bariumhydroxid**-oktahydrat, feingepulvert
+ ca. 5 g **Ammoniumthiocyanat**, feingepulvert,
im Becherglas mit einem Thermometer (als Rührstab) mischen.



Die Mischung verflüssigt sich, die Temperatur sinkt. NH_3 -Nachweis mit feuchtem pH-Papier.
Das angefeuchtete Becherglas friert an einem Holzbrett fest.

Entsorgung: nach Neutralisation ins Abwasser.



Taschenofen (Lösungswärme)

- Auch als Erste Hilfe-Wärmepackung (bis über 70°C) verwendet:
218 g wasserfreies **Calciumchlorid** mit 170 ml Wasser anmischen.
- Noch heftiger, aber ätzend: Calciumoxid.



Weitere Experimente

Brennender Schneeball (Campher)

In Schnee unbemerkt ein Stück **Campher** einformen und im Bunsenbrenner anzünden. Campher verbrennt mit rußender, leuchtender Flamme.



Wandernder Feuerball (Pentandämpfe)

Einen PVC-Schlauch (Ø 3cm, Länge 5 m) spiralförmig um eine Stativstange wickeln; oben einen Trichter (Ø 10 cm), unten ein Glasrohr befestigen. Vor Rohr in 10 cm Entfernung eine brennende Kerze einspannen. Einen Watte- oder Glaswollebausch mit 4–10 ml **Pentan** mit der Tiegelflange an den Trichter halten oder einlegen. Raum abdunkeln! **Vorsicht** bei Entzündung des Wattebausches! Die schweren Pentandämpfe sinken abwärts und entzünden sich schließlich, worauf ein blauer Feuerball langsam nach oben wandert.



Feuer ohne Streichholz (Peroxid)

Im Becherglas 10 g gekörntes **Natriumperoxid** und 10 g **Sägespäne** kräftig schwenken. Nicht reiben! **Explosionsgefahr! Schutzbrille! Handschuhe!** Auf einer feuerfesten Platte einen Kegel aufschütten. Mit einer Pasteurpipette einige Wassertropfen aufspritzen. **Selbstentzündung!** Rauchentwicklung! Natriumperoxid hydrolysiert exotherm zu Wasserstoffperoxid, das Sauerstoff freisetzt. Die Sägespäne verbrennen. *Entsorgung:* Verbrennungsrückstände mit Soda versetzen; Feststoffe in den Sondermüll; Flüssigkeit ins Abwasser.



Weitere Experimente

Magischer Farbenwechsel (Indikatoren)

1. In sechs Becher- oder Weingläser wenig Indikator geben:

rot: 1,5 g **Phenolphthalein** + 3 g **m-Nitrophenol**
orange: 0,45 g Phenolphthalein + 6 g **m-Nitrophenol**
gelb: 6 g **m-Nitrophenol**
grün: 0,6 g **Thymolphthalein** + 6 g **m-Nitrophenol**
blau: 1,5 g Thymolphthalein
violett: 0,4 g Thymolphthalein + 0,9 g Phenolphthalein



- In jedes Glas ca. 50 ml konz. **Salzsäure** geben („Wein einfüllen“).
 - In jedes Glas ca. 50 ml **Natronlauge** geben („Wasser zugeben“), bis Farbreaktion.
 - Alle Glasinhalte auf ca. 200 ml konz. Salzsäure geben, bis wieder farblos.
- Die Indikatoren sind in saurer Lösung farblos, in basischer Lösung farbig.

Selbstorganisation in Lösung (Indikator)

- 1 ml 1%ige **Bromkresolgrün**lösung + ca. 100 ml 0,005-molare **Natronlauge** (0,2 g/l). Die blaue Lösung in eine Petrischale auf dem Overhead-Projektor füllen.
 - Ein in halbkonz. **Salzsäure** getränktes Filterpapier ca. 10 s auf die Petrischale legen.
- Gelb-faserartige Maserungen (sauer) wachsen auf dem blauen Grund (alkalisch).



Weitere Experimente

Sonnenuntergang (kolloidaler Schwefel)

In einer großen Petrischale auf dem Overhead-Projektor mischen:

- ca. 10 ml 2%ige **Natriumthiosulfat**lösung und
- ca. 10 ml 2,5%ige **Salzsäure** (25%ige 1 : 10 verdünnen). Umrühren.

Die Projektionsfläche mit Papier oder Pappe abdecken, dass nur die Petrischale kreisrund beleuchtet wird.

Natriumthiosulfat bildet beim Ansäuern kolloidalen Schwefel: $S_2O_3^{2-} + 2 H^+ \rightarrow S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$.

An den Partikeln wird das einfallende Licht gestreut, und zwar der Blauanteil stärker als der Rotanteil – wie beim Sonnenuntergang in der Atmosphäre: Je länger der Lichtweg, umso tiefer der Rotton.

Entsorgung: nach Neutralisation ins Abwasser.

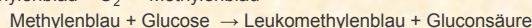
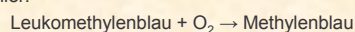


Methylenblau (Redoxindikator)

Im 2 l-Gefäß zusammenmischen:

- 10 g festes **Natriumhydroxid** in 750 ml Wasser,
- 40 g **Glucose**
- 10 ml **Methylenblau**lösung (0,2%ig in Wasser). Kolben verschließen; kurz schütteln.

Die Lösung färbt sich blau und entfärbt sich nach einiger Zeit wieder. Beim Öffnen des Kolbens (oder Einblasen von Luft) kehrt die Blaufärbung wieder. Bei höherer Temperatur geht der Farbwechsel schneller.



Entsorgung: Nach Neutralisation ins Abwasser.



Weitere Experimente

Ester als Duftstoffe

Im Reagenzglas werden Säure und Alkohol mit dem Bunsenbrenner erhitzt; für quantitative Ausbeuten wird auf dem Rückfluss gekocht und abdestilliert. Konzentrierte **Schwefelsäure** bindet das entstehende Wasser.



- 4 ml **1-Pentanol** + 4 ml **Essigsäure**
+ 1-2 ml konz. Schwefelsäure
- 1 g **Benzoessäure** + 4 ml **Methanol**
+ 1-2 ml konz. Schwefelsäure
- 2 g **Salicylsäure** + 4ml **Methanol**
+ 4 Tr. konz. Schwefelsäure; Wasserbad.
- **Anthranilsäure** (2-Aminobenzoessäure)
+ **Methanol** + konz. Schwefelsäure
- 3 ml **2-Pentanol** + 4 ml **Isovaleriansäure**
+ 1 ml konz. Schwefelsäure, Abzug!

Duftnote:

Essigsäurepentylester (Amylacetat),
Birne
Methylbenzoat, *Niobeöl*
Methylsalicylat, *Wintergrünöl*
Anthranilsäuremethylester, *Orange*
Isoamylvalerat, *Banane*



Entsorgung: nach Verseifung mit verdünnter Natronlauge ins Abwasser.

Weitere Experimente

Styroporfresser

Eine Tüte Verpackungsmaterial in einem 2 l-Becherglas mit ca. 400 ml **Aceton** auflösen; Magnetrührer! *Entsorgung:* halogenfreie organische Lösungsmittel.



Blutcocktail

In ein Sekt- oder Kelchglas (250 ml) ca. 35 ml Rinder- oder Schweineblut füllen. 10–12 ml 30% **Wasserstoffperoxid** aufgeben.

Entsorgung: halogenfreie organische Lösungsmittel.

Enzymatischer Abbau von Wasserstoffperoxid durch Katalase, Peroxidase, Superoxiddismutase.

Oxidative Zerstörung von Hämoglobin, Denaturierung von Fibrinogen, Albumin und Globulinen (Blutgerinnung); Treibgaswirkung von Sauerstoff.



Zuckerkohle

In 100 g **Zucker** im hohen 800 ml-Becherglas einen Glasstab stecken. Zügig 80 ml konz. **Schwefelsäure** aufgießen.

Entsorgung: mit Natronlauge neutralisieren; Abwasser.

Durch Dehydratisierung der Saccharose entsteht Zuckerkohle.





Warnung

Die beschriebenen Experimente
ersetzen keine Versuchsanleitung.