|  |  |
| --- | --- |
| ubtlogo-gruen | **Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften**  **Abteilung für Didaktik der Chemie**  **AD W. Wagner / OStRin Dr. P. Oberpaul**  Post: Didaktik der Chemie, Universität  95440 Bayreuth  Güter: Didaktik der Chemie, NW2, Universitätsstr. 30  95447 Bayreuth  +49 921 553103, Fax 55843103  E-Mail Walter.Wagner@uni-bayreuth.de |
| didaktik_logo_gross |

Versuchsanleitungen

Ausgewählte Experimente zur Verwendung in Natur und Technik der bayerischen Mittelschule

Stand 02.01.2022

Inhalt

[1 Sicherheit 5](#_Toc91758879)

[1.1 Einführung 5](#_Toc91758880)

[1.1.1 Literatur 5](#_Toc91758881)

[1.1.2 Sicherheitsbelehrung 5](#_Toc91758882)

[1.1.3 Sicherheit im Praktikum 6](#_Toc91758883)

[1.1.4 Entsorgung 6](#_Toc91758884)

[1.1.5 Handhabung der Versuchsanleitungen 7](#_Toc91758885)

[1.1.6 Sicherheit bei Übungen mit Lernenden 7](#_Toc91758886)

[1.1.7 Materialien 7](#_Toc91758887)

[1.2 Vorsichtsmaßnahmen 7](#_Toc91758888)

[1.3 Praktikums- und Laborordnung, Muster 9](#_Toc91758889)

[1.4 Labor-Gläser 10](#_Toc91758890)

[1.5 Heiz-Quellen und Brenner 10](#_Toc91758891)

[1.6 Der Kartuschen-Brenner 11](#_Toc91758892)

[1.7 Kennzeichnung von Gas-Druckflaschen 12](#_Toc91758893)

[1.8 Handhabung von Gas-Druckflaschen 13](#_Toc91758894)

[1.9 Gefahrensymbole 14](#_Toc91758895)

[1.10 Form 15](#_Toc91758896)

[1.11 Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom 16](#_Toc91758897)

[1.12 Laborgeräte 18](#_Toc91758898)

[1.13 Gefährdungsbeurteilung + Entsorgungsprotokoll 20](#_Toc91758899)

[2 Stoff-Gemisch und Reinstoff 21](#_Toc91758900)

[2.1 Züchten von Kristallen 23](#_Toc91758901)

[2.2 Modell-Versuch: Trennung Kunststoff-Abfälle 25](#_Toc91758902)

[2.3 Trennung einer Suspension von Sand und Wasser 26](#_Toc91758903)

[2.4 Mischen von Flüssigkeiten (Modell-Vorstellung) 27](#_Toc91758904)

[2.5 Destillation im kleinen Maßstab 28](#_Toc91758905)

[2.6 Mischung und Reaktion 30](#_Toc91758906)

[2.7 Trennen durch Sublimation 32](#_Toc91758907)

[2.8 Trennungen an Brause-Pulver 33](#_Toc91758908)

[2.9 Stoffart- und Zustandsänderung 35](#_Toc91758909)

[2.10 Beispiele einfacher Experimente für den Einstieg in die Chemie in der ersten UE des Jahres in einer Jgst. 8 36](#_Toc91758910)

[2.11 Untersuchung kristalliner Stoffe (Bsp. einer Komplett-Anleitung für Lehrende) 36](#_Toc91758911)

[3 Stoff-Eigenschaften 39](#_Toc91758912)

[3.1 Ein Versuch als Methoden-Baustein: Dichte 40](#_Toc91758913)

[3.2 Bestimmung der Dichte unregelmäßiger Körper 42](#_Toc91758914)

[3.3 Bestimmung der Dichte regelmäßiger Körper 43](#_Toc91758915)

[3.4 Bestimmung der Dichte von Cola und Cola light 44](#_Toc91758916)

[3.5 Elektrische Leitfähigkeit 46](#_Toc91758917)

[3.6 Eigenschaften von Ionen-Verbindungen (Salzen) 47](#_Toc91758918)

[3.7 Siedepunkt-Bestimmung von dest. Wasser und von Kochsalz-Lösung 49](#_Toc91758919)

[3.8 Ein „Kaputtmach-Versuch“ 51](#_Toc91758920)

[3.9 Experimentierkästen 52](#_Toc91758921)

[4 Die chemische Reaktion 53](#_Toc91758922)

[4.1 Bildung von Eisensulfid (ein Unversuch) 55](#_Toc91758923)

[4.2 Bildung von Zinksulfid 57](#_Toc91758924)

[4.3 Lösen von Kaliumhydroxid in Wasser 59](#_Toc91758925)

[4.4 Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff 60](#_Toc91758926)

[4.4.1 Geschlossene Anleitung 60](#_Toc91758927)

[4.4.2 Variante mit einer Erfahrungskiste 62](#_Toc91758928)

[4.5 Erhitzen von Kupfer im Verbrennungsrohr 63](#_Toc91758929)

[4.6 Synthese von Wasser 64](#_Toc91758930)

[4.7 Erste Knallgas-Probe 66](#_Toc91758931)

[4.8 Kohlenstoffdioxid und Wasser 68](#_Toc91758932)

[4.9 Wasser als Löse-Mittel 70](#_Toc91758933)

[5 Verbrennung 71](#_Toc91758934)

[5.1 Brennende Kerze im abgeschlossenen Luft-Raum 72](#_Toc91758935)

[5.2 Brennbare Flüssigkeiten aus dem Haushalt 73](#_Toc91758936)

[5.3 Feuer löschen I 74](#_Toc91758937)

[5.4 Feuer löschen II 75](#_Toc91758938)

[5.5 Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt 76](#_Toc91758939)

[5.6 Wasser als Verbrennungsprodukt 77](#_Toc91758940)

[5.7 Brennbarkeit fein verteilter Metalle 78](#_Toc91758941)

[5.8 Verbrennen von Eisen-Wolle 79](#_Toc91758942)

[5.9 Brennbare Sprüh-Nebel 80](#_Toc91758943)

[5.10 Analyse von Luft IV: Oxidation von Eisen 81](#_Toc91758944)

[6 Redox-Reaktionen 82](#_Toc91758945)

[6.1 Thermit-Versuch 83](#_Toc91758946)

[6.1.1 Thermit-Mischung selbst erstellen 83](#_Toc91758947)

[6.1.2 Thermit-Demonstrationskasten (Hedinger) 85](#_Toc91758948)

[6.2 Kaliumnitrat als Oxidationsmittel 86](#_Toc91758949)

[6.3 Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium 87](#_Toc91758950)

[6.4 Rosten 88](#_Toc91758951)

[6.5 Mehlstaub-Explosion 90](#_Toc91758952)

[6.6 Pyrophores Eisen 91](#_Toc91758953)

[6.7 Licht-Induzierte Redox-Reaktion 92](#_Toc91758954)

[6.8 Benzin-Explosion 93](#_Toc91758955)

[6.9 Knalldose 94](#_Toc91758956)

[7 Chemische Bindung 96](#_Toc91758957)

[7.1 Leitfähigkeit von Lösungen 97](#_Toc91758958)

[7.2 Nachweis der Polarität von Lösemitteln 98](#_Toc91758959)

[7.3 Gebundenes Wasser 99](#_Toc91758960)

[8 Säuren und Basen 100](#_Toc91758961)

[8.1 Indikatoren 101](#_Toc91758962)

[8.2 pH-Werte von Alltagsprodukten 103](#_Toc91758963)

[8.3 Darstellung von Gasen 105](#_Toc91758964)

[8.4 Verdünnen konzentrierter Säuren 107](#_Toc91758965)

[8.5 Die Einwirkung von Basen 109](#_Toc91758966)

[8.6 Säuren essen 110](#_Toc91758967)

[9 Wasser 112](#_Toc91758968)

[9.1 Temporäre Wasserhärte 113](#_Toc91758969)

[9.2 Permanente Wasserhärte 114](#_Toc91758970)

[9.3 Bestimmung der Gesamthärt mit Titriplex 115](#_Toc91758971)

[10 Modellexperiment: Große Teilchen, kleine Teilchen, überhaupt Teilchen? 116](#_Toc91758972)

[11 Organische Chemie 118](#_Toc91758973)

[11.1 Nachweis von Ethanol 118](#_Toc91758974)

[11.2 Perlon-Herstellung 119](#_Toc91758975)

[11.3 Untersuchung von Kunststoffen 121](#_Toc91758976)

[11.4 Untersuchungen an einer PET-Flasche 123](#_Toc91758977)

[12 Vermischtes 124](#_Toc91758978)

[12.1 Energie tragen 124](#_Toc91758979)

[12.2 Wie geht der Trick? 125](#_Toc91758980)

[12.3 Das Sieden 126](#_Toc91758981)

[13 Entsorgung 129](#_Toc91758982)

[13.1 Entsorgungsratschläge (E-Sätze) 130](#_Toc91758983)

# Sicherheitserziehung

## Einführung

### Literatur

* Häusler, K; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht; Oldenbourg-Verlag, München 1991 (obwohl alt, immer noch gut). Besonderheiten:
  + - 1. S. 6 – 25: Umgang mit Geräten
      2. S. 25 – 28: Zubereitung von Standardreagenzien (Phenolphtalein-Lösung, Chlorzinkiod-Lösung)
      3. S. 28 – 35: Sicherheit (Entsorgung).
* DGUV-Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen
* Stoffliste zur DGUV-Regel 113-018

### Sicherheitsbelehrung

Grundlage für alle Sicherheitsbestimmungen im Umgang mit Gefahrstoffen ist die

* [Gefahrstoffverordnung GefStoffV](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Arbeiten-mit-Gefahrstoffen/Gefahrstoffverordnung/Gefahrstoffverordnung_node.html) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; Ausgabe 2010; eine sehr hilfreiche Darstellung in Übersicht findet sich bei [Wikipedia](https://de.wikipedia.org/wiki/Gefahrstoffverordnung)
* [Sicheres Arbeiten in Laboratorien](http://bgi850-0.vur.jedermann.de/bgi850-0/xhtml/index.jsf?startSite=true&activeToolbarTab=document) BGI 850-0; von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
* [GHS](https://de.wikipedia.org/wiki/Global_harmonisiertes_System_zur_Einstufung_und_Kennzeichnung_von_Chemikalien); Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen (Kurzbeschreibung in Wikipedia)
* [DGUV-Regel 113-018](http://publikationen.dguv.de/dguv/udt_dguv_main.aspx?ID=0) Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen der Gesetzlichen Unfall Versicherung (GUV); München 2010

### Sicherheit im Übungsraum

Einrichtungen:

* Fluchtweg
* Sammelpunkt
* Standort Feuermelder
* Verbandskasten
* Notaus für Gas und Strom
* Augendusche(n)
* Zugangssicherung (Fluchttür)
* 2. Fluchttür
* Standort Feuerlöscher

### Entsorgung

Für die Entsorgung von Chemikalien stehen Behälter mit folgender Kennzeichnung zur Verfügung:

* B1 saure und basische Abfälle (flüssig, gelöst); Schwermetall-Salzlösungen
* B2 umweltgefährdende feste und schlammige Abfälle
* B3 organische Abfälle (flüssig, halogenhaltig)

Eine vollständigere Auflistung findet sich in Kapitel 13.

### Handhabung der Versuchsanleitungen durch Lehrkräfte

* Lesen Sie Anleitung und Legende dazu.
* Führen Sie diese Versuche durch, bis sie einwandfrei funktionieren. Es ist wichtig, einen Versuch wirklich zu beherrschen.
* Beachten Sie die exakte Bezeichnung der Arbeitsgeräte.
* Machen Sie sich mit der Handhabung von Geräten (z. B. Heizplatte) und Kennzeichnungs-Richtlinien (Gefahrensymbole) vertraut.

### Sicherheit bei Übungen mit Lernenden

Besonders zu beachten (beispielhafte Kurzform; vollständige Hinweise in der DGUV-Regel):

* Quecksilber-Thermometer sind bei Übungen mit Lernenden durch Alkohol-Thermometer zu ersetzen.
* Bis einschließlich Jahrgangsstufe 10 dürfen Lernende nur mit Wechsel-Spannungen bis 25 V experimentieren.
* Lernende dürfen Fachräume, ohne Aufsicht durch den Fachlehrer, nicht betreten.
* Lernende müssen ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass gefährliche Experimente nicht zu Hause nachvollzogen werden dürfen.

### Materialien

* [http://www.guvv-bayern.de/Internet\_I-Frame/Files/PDF/GBI/](http://www.guvv-bayern.de/Internet_I-Frame/Files/PDF/GBI/NatWissU_Chemie_Info_Schule_04062007.pdf)  
  [NatWissU\_Chemie\_Info\_Schule\_04062007.pdf](http://www.guvv-bayern.de/Internet_I-Frame/Files/PDF/GBI/NatWissU_Chemie_Info_Schule_04062007.pdf)  
  Aufstellung von Sicherheitsrichtlinien und Maßnahmen für Fachräume in Schulen.
* <http://www.sichere-schule.de/>  
  Sehr schön gestaltete, anschauliche Darstellung von Sicherheitsbestimmungen u. a. für das Fach Chemie im Schulhaus.

## Vorsichtsmaßnahmen

* Halten Sie Ordnung an dem Arbeitsplatz. Geräte und Chemikalien, die nicht mehr benötigt werden, stören beim Experimentieren und erschweren die Beobachtung
* Chemikalien sind mit Löffel und Spatel herauszunehmen. Reste nicht in die Flasche zurück.
* Flaschen sofort wieder schließen. Stopfen dürfen nicht verwechselt werden.
* Beim Erhitzen Reagenzglas-Mündung nicht auf Personen richten. Siedeverzug durch Schütteln oder Siedesteinchen vermeiden. Bei alkalischen Flüssigkeiten ist besondere Vorsicht geboten.
* Beim Ausgießen aus Flaschen soll das Etikett oben sein. Herabrinnende Tropfen mit dem Stopfen abstreifen.
* Keine Chemikalien ohne Behälter oder Filterpapier auf die Waagschale legen.
* Brennbare Flüssigkeiten, Glas-Scherben, Zündhölzer, Indikator-Papier, Zigaretten-Kippen und dgl. nicht in den Ausguss werfen. Beseitigungsvorschriften beachten.
* Brenner nicht knapp an die Tischkante stellen.
* Gas-Hähne (einschl. Haupt-Hahn) am Ende des Unterrichts bzw. der Vorbereitung schließen.
* Gesäuberte Reagenzgläser zum Abtropfen in das Reagenzglas-Gestell umgekehrt einstellen.
* Geräte, Löffel, Spatel, Pinzetten und dgl. nach Gebrauch wieder dorthin bringen/stellen, wo sie entnommen wurden.
* Geräte-Aufbauten nach dem Versuch wieder auseinandernehmen. Keine Glas-Röhrchen und dgl. in Stopfen lassen. Glas-Röhren, Thermometer u. ä. nie mit bloßen Händen und ohne Gleitmittel in Stopfen-Bohrungen einführen.
* Glas-Bruch in einen gekennzeichneten Abfall-Behälter werfen. Reinigungspersonal davon verständigen. Keine Papier-Körbe aus Holz in das Labor. Beschädigte Geräte oder Gefäße dürfen nicht mehr verwendet werden.
* Labormantel und Schutzbrille stets tragen. Evtl. Schutz-Handschuhe rechtzeitig verwenden.
* Es darf nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk getragen werden.
* Erste-Hilfe-Kasten und Branddecke griffbereit aufstellen. Hinweise anbringen.
* Pipettieren mit dem Mund verboten. Kolbenhub-Pipetten oder Peleus-Ball verwenden.
* Mängel an Geräten müssen durch Lernende unverzüglich gemeldet und vom Lehrenden baldmöglichst abgestellt werden.
* In Laboratorien, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, dürfen Nahrungs- und Genussmittel nicht hineingebracht sowie Kosmetika nicht angewandt werden.
* Für Chemikalien dürfen keine Gefäße benutzt werden, die üblicherweise zur Aufnahme von Speisen oder Getränken bestimmt sind. Speisen und Getränke dürfen nicht zusammen mit Chemikalien aufbewahrt werden.

Nach: <http://www.baua.de/nn_16744/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-526.pdf>

## Praktikums- und Laborordnung, Muster

Gefahrstoffe sind Stoffe oder Zubereitungen, die

**explosiv (GHS01)**

**entzündlich (GHS02)**

**oxidierend (GHS03)**

**komprimierte Gase (GHS04)**

**ätzend (GHS05)**

**giftig (GHS06)**

**sensibilisierend (GHS07)**

**krebserzeugend (GHS08)**

**gewässergefährdend (GHS09)**

sind, oder aus denen bei der Verwendung gefährliche oder explosionsfähige Stoffe oder Zubereitungen entstehen oder freigesetzt werden können.

* Gefahrstoffe dürfen nicht in Behältnissen aufbewahrt oder gelagert werden, die zu Verwechslungen mit Lebensmitteln führen können.
* Sämtliche Stand-Gefäße, auch die für Lösemittel-Abfälle, sind mit dem Namen des Stoffes und den Gefahrensymbolen zu kennzeichnen. Große Gefäße sind vollständig zu kennzeichnen, d. h. auch mit H- und P-Sätzen.
* Im Labor muss ständig eine Schutzbrille getragen werden; Brillenträger müssen eine optisch korrigierte Schutzbrille oder eine Überbrille nach W DIN 2 über der eigenen Brille tragen.
* Das Essen, Trinken, Rauchen und Anwenden von Kosmetika sind im Labor untersagt.
* Im Labor ist zweckmäßige Kleidung, z. B. ein Baumwoll-Labormantel, zu tragen, deren Gewebe aufgrund des Brenn- und Schmelzverhaltens keine erhöhte Gefährdung im Brandfall erwarten lässt. Die Kleidung soll den Körper und die Arme ausreichend bedecken. Nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk tragen.
* Die Hinweise der Lehrkraft zur Sicherheit bei besonderen Versuchen sind unbedingt zu beachten.
* Die experimentelle Arbeit ist so durchzuführen, dass möglichst kleine Mengen gefährlicher Abfälle entstehen.
* Bei allen Hilfe-Leistungen auf die eigene Sicherheit achten. So schnell wie möglich einen notwendigen Notruf tätigen.

extern 112 (Feuerwehr)

## Labor-Gläser

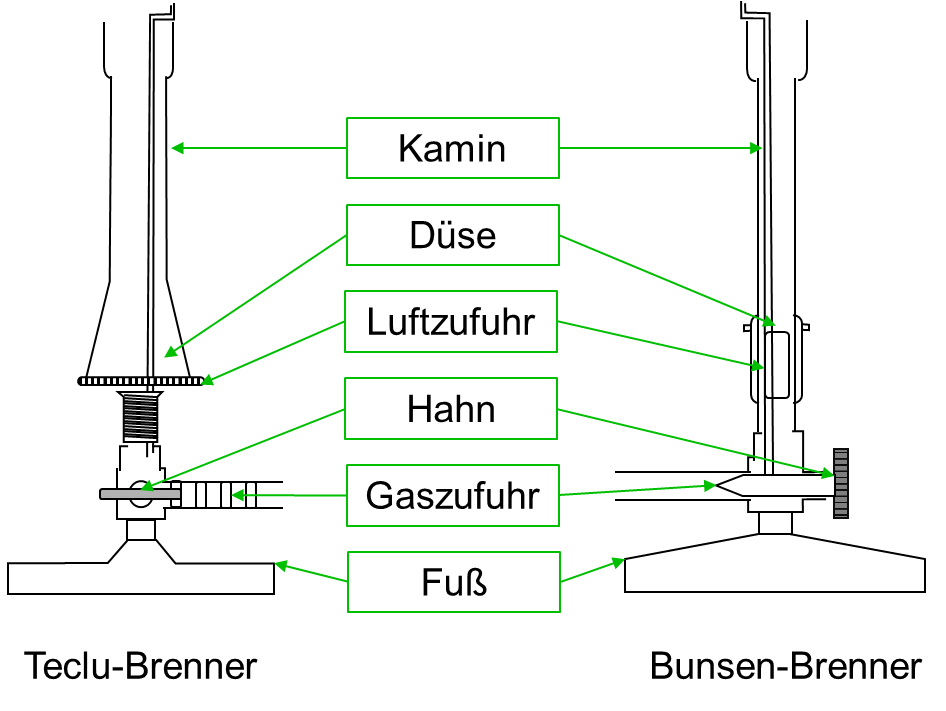
* „Normal-Glas“= Jenaer Geräte-Glas 20, preislich günstig, weitgehend gegen Chemikalien beständig, gute Temperatur-Eigenschaften.
* Duran-Glas 50, etwas teurer, aber geringer Ausdehnungskoeffizient, d. h. für größere Temperatur-Unterschiede (heißes Reagenzglas auf die kalte Tischplatte legen…)
* Quarz-Glas, sehr teuer, aber für sehr hohe Temperaturen (1.000°C, Verbrennungsrohre) oder sehr starke Temperatur-Schwankungen (heißes Glas in Wasser).

## Heiz-Quellen und Brenner

**Material**:

* Teclu-Brenner
* Bunsen-Brenner

Ziel der Einheit ist es, Ihnen zu vermitteln, welche Energie-Quellen im Schul-Labor üblich sind.

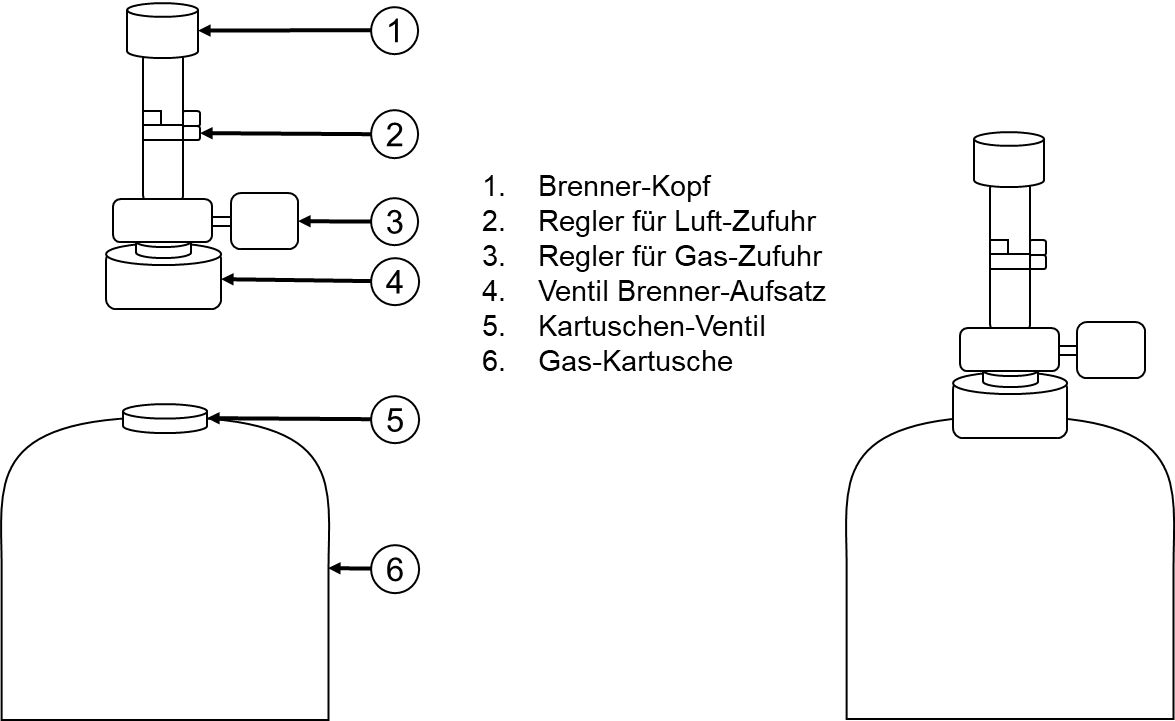


Experimente zur Funktionsweise. Weitere Heiz-Quellen, Demonstrationen:

* Teelicht
* Magnetrührer, heizbar
* Streichhölzer
* Stumpen-Kerze
* Spiritus-Brenner
* Tauchsieder
* Kartuschen-Brenner

## Der Kartuschen-Brenner

Beispiel einer Betriebs-Anweisung



Inbetriebnahme:

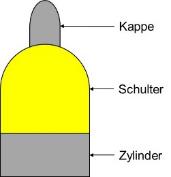
* Brenner-Aufsatz auf das Ventil schrauben.
* Dabei muss der Regler für die Gas-Zufuhr (3) zu sein.
* Regler-Knopf (3) (nach links) aufdrehen.
* Entströmendes Gas anzünden.
* Flammen-Höhe mit dem Regler-Knopf (3) einstellen.
* Luft-Zufuhr mit dem Regler (2) regulieren.

Vorsichtsmaßnahmen:

* Butan-Gasbrenner nur senkrecht stehend verwenden (flüssiges Butangas läuft aus!).

## Kennzeichnung von Gas-Druckflaschen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Gas-Art** | **Flaschen-Farbe\*** | | **Bemerkung** |
| **Schulter** | **Zylinder** |
| Acetylen = Ethin () | kastanienbraun | grau | spezifisch |
| Stickstoff () | schwarz | grau | spezifisch |
| Ammoniak () | gelb | grau | giftig und/oder ätzend |
| Argon (Ar) | dunkelgrün | grau | erstickend |
| Chlor () | gelb | grau | giftig und/oder ätzend |
| Ethylen= Ethen () | rot | grau | entzündbar |
| Neon (Ne), Xenon (Xe), Krypton (Kr), Druck-Luft | leuchtendgrün | grau | erstickend |
| Kohlenstoffdioxid () | grau | grau | spezifisch |
| Helium (He) | braun | grau | spezifisch |
| Kohlenmonoxid (CO) | gelb | grau | giftig und/oder ätzend |
| Methan () | rot | grau | entzündbar |
| Propan () | rot | grau | entzündbar |
| Schwefelwasserstoff () | gelb | grau | giftig und/oder ätzend |
| Wasserstoff () | rot | grau | entzündbar |
| Sauerstoff () | weiß | blau oder grau | spezifisch |
| Atem-Gase | weiß mit Streifen | weiß | oxidierend |
| Schwefeldioxid () | gelb | grau | giftig und/oder ätzend |



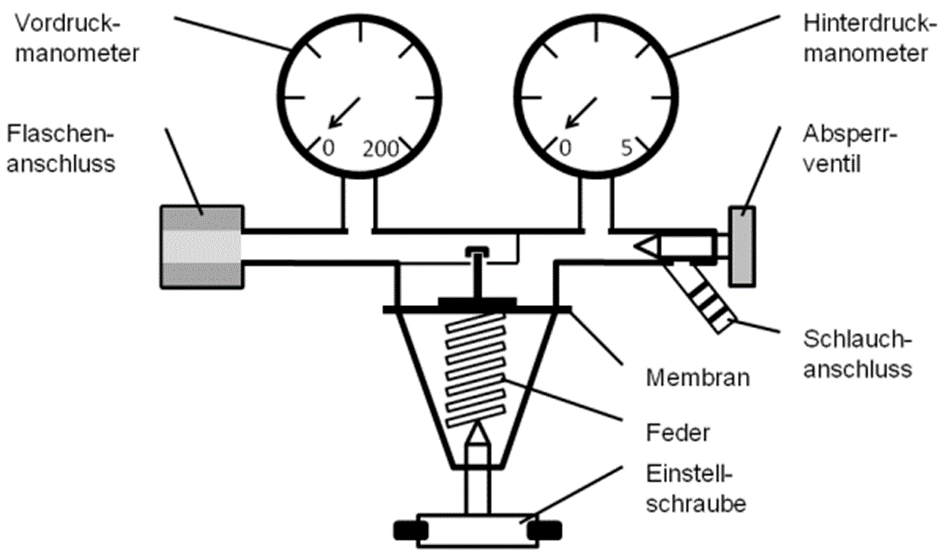
\*nach Euro-Norm DIN EN 1089-3; die Schulter-Farbe ist eindeutig und entscheidend, beim zylindrischen Flaschen-Mantel sind z. T. mehrere Farben möglich, bei Industrie-Sauerstoff z. B. blau oder grau.

**Quelle**: <https://www.industriegaseverband.de>, Stand: 02.07.2020

## Handhabung von Gas-Druckflaschen

Gase kommen gewöhnlich in Gas-Druckflaschen in den Handel, in denen diese meistens auf ca. 200 bar komprimiert sind. Der schwächste Punkt dieser Gas-Flaschen ist das Haupt-Ventil, dass durch eine Schutz-Kappe beim Transport gesichert ist. Diese darf erst abgeschraubt werden, wenn die Gas-Flasche ausreichend gegen Umfallen gesichert ist, sonst besteht Lebensgefahr.

Das Reduzier-Ventil:



* Flasche mit einer Kette oder Schelle am Labor-Tisch oder an der Wand sichern, dann
* Schutz-Kappe abschrauben.
* Reduzierventil (Druckminder-Ventil) anschrauben.
* Reduzierventil schließen, d. h. Einstell-Schraube der Gummi-Membran ganz herausschrauben, Absperr-Ventil ohne Kraft-Anwendung zuschrauben.
* Haupt-Ventil (großes Rad oben) der Gas-Druckflasche voll öffnen. Der Druck wird am Vordruck-Manometer angezeigt.
* Einstell-Schraube vorsichtig hineinschrauben und gewünschten Vordruck einstellen (abzulesen am Hinterdruck-Manometer).
* Am Absperr-Ventil Strömungsgeschwindigkeit regeln.
* Nach Gebrauch Haupt-Ventil der Gas-Druckflasche immer schließen, Einstell-Schraube ganz herausdrehen, Absperr-Ventil kurz öffnen und wieder schließen, das Hinterdruck-Manometer sollte jetzt Null (0) anzeigen.

## Gefahrensymbole

nach GHS ([Globally Harmonized System](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/pictograms.html))

|  |  |
| --- | --- |
|  | **GHS01: Explosiv**. Instabile explosive Stoffe, Gemische und Erzeugnisse mit Explosiv-Stoffen, selbst zersetzliche Stoffe und Gemische. |
|  | **GHS02: Entzündlich**, selbsterhitzungsfähig, selbst zersetzlich, pyrophor. |
|  | **GHS03**: Wirkt entzündend, **oxidierend** |
|  | **GHS04**: **Komprimierte Gase**, verdichtet, verflüssigt, tiefgekühlt verflüssigt, oder gelöst |
|  | **GHS05**: **Ätzend**. Auf Metalle korrosiv wirkend, hautätzend, schwere Augenschädigung |
|  | **GHS06**: **Giftig**. Akute Toxizität |
|  | **GHS07**: **Sensibilisierend**, **reizend** |
|  | **GHS08**: **Krebserzeugend**, **Mutagen**, **Reproduktionstoxisch** |
|  | **GHS09**: **Gewässergefährdend** |

**Material**: Arbeitsblätter [Gefahrensymbole](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/Gefahrensymbole_A4.pptx) groß (DIN A4), pptx, können in hoher Qualität ausgedruckt und laminiert werden.

## Form

**Zeitbedarf**: Grober mittlerer Zeitbedarf zur Durchführung, ggf. Angabe zu Wartezeiten

**Kompetenz/Ziel**:

Kompetenzen (**F**: Fachwissen, **E**: Erkenntnis-Gewinnung, **K**: Kommunikation; **B**: Bewertung) und Lehrziele, die in Zusammenhang mit dem Experiment stehen.

**Neugier**: Hier steht eine Idee zur Problemorientierung bzw. Motivation.

**Vorbereitung**: Maßnahmen, die vor Beginn der Durchführung (z. T. am Tag vorher) nötig sind.

**Material**:

* Geräte
* Material

Geräte, für Lebensmittel

Material für Lebensmittel

**Chemikalien**:

* + - Gefahrstoffe
    - Lösungen

Lebensmittel

Chemikalien, Lebensmittel geeignet

**Durchführung 1**: Durchführung (Vorschrift 1 bis n)

**Beobachtung 1**: Beobachtung (was kann man sehen?)

**Auswertung**: Auswerten (was muss man berechnen, zeichnen, …?)

**Deutung 1**: Interpretation der Beobachtung (was bedeutet das, was man gesehen hat, im chemischen Zusammenhang?)

**Entsorgung**: Entsorgung, E-Sätze

**Quelle**: Falls bekannt: Autor der Fassung des beschriebenen Experiments

**Diskussion**: Diskussions-Themen zur Erweiterung des Themas

**Hintergrund**: Fachlicher Hintergrund, falls interessant genug, nicht trivial

**Didaktischer Hinweis**: Hinweise zum Einsatz

**WWW**: Link zu ähnlichen Experimenten oder Hintergrund-Material/Information

## Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom

1. Strom-Schläge im Unterricht müssen auf alle Fälle vermieden werden – nicht dadurch, dass man keine elektrischen Geräte verwendet, sondern dadurch, dass man Grundzüge zum Arbeiten mit elektrischem Strom beherrscht. Begriffe wie Sicherung, Kurzschluss und Fehler-Strom sind grundlegend und sollen in dieser Einheit (von der Physik Uni Basel erstellt) behandelt werden. Nach der Lektüre sollten Sie sich sicher fühlen, handelsübliche Geräte zu bedienen und mit ihrer Hilfe Stromkreise für eigene Experimente und Experimente für Lernende aufzubauen.

Die elektrische Energie wird von den Elektrizitätswerken als Dreiphasen-Wechselstrom oder **Drehstrom** an die Haushalte geliefert. Die Versorgungsleitungen haben deshalb meist vier Adern: drei Außen-Leiter L1, L2, L3 (schwarz isolierte Adern) und einen Neutral-Leiter N (blau). Die Außen-Leiter führen gegeneinander eine Spannung von 400 V; jeder Außen-Leiter führt gegenüber dem Neutral-Leiter eine Spannung von 230 V. Eine fünfte Ader (grün-gelb) ist der Schutz-Leiter.

Elektro-Geräte für 230 V werden immer zwischen einem Außen-Leiter und dem Neutral-Leiter angeschlossen. Wenn es zwischen dem Metall-Gehäuse eines Gerätes und dem Außen-Leiter zu einer leitenden Verbindung kommt (Kurz-Schluss), steht auch das Gehäuse gegenüber der Erde unter Spannung. Berührt ein Mensch, der mit der Erde leitend verbunden ist, das Gehäuse, schließt er den Stromkreis: der Fehler-Strom fließt durch seinen Körper und das Erd-Reich zum Erdungspunkt des Transformators zurück. Der Fehler-Stromkreis ist in Abb. 1 durch Pfeile angedeutet. Der eingezeichnete Strom-Pfad ist charakteristisch für einpolige Berührung (der Strom fließt zur Erde ab). Würde der Mensch gleichzeitig mit der anderen Hand den Neutral-Leiter berühren, hätten wir den Fall der zweipoligen Berührung, wo der Mensch wie ein Elektro-Gerät an die Netz-Spannung angeschlossen ist – eine Situation, die in den meisten Fällen tödliche verläuft.

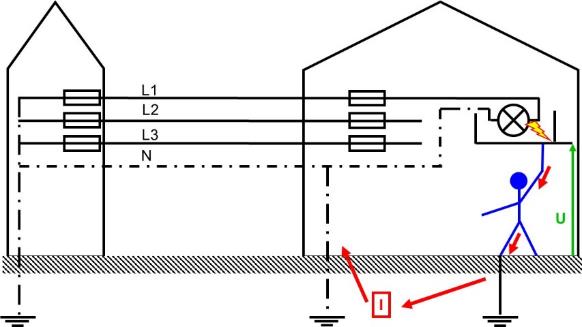


Abb. 1: Fehler-Stromkreis beim Berühren eines unter Spannung stehenden Lampen-Gehäuses.

Der Widerstand des menschlichen Körpers hängt von einer Vielzahl von Parametern ab. Am wichtigsten sind Haut-Feuchtigkeit, Berührungsfläche und anliegende Spannung.

**Ströme bis zu etwa 5 mA sind noch harmlos, aber mitunter recht schmerzhaft, die Wahrnehmungsschwelle liegt bei 1 mA.** Für den Grenzwert des Stromes, bei dem das willkürliche Loslassen eines spannungsführenden Leiters nicht mehr möglich ist, sind Alter und Geschlecht maßgebend (Kinder 6 mA, Frauen 7 mA, Männer 9 mA). Zusammen mit dem mittleren Widerstand des Körpers ergibt sich daraus eine obere **Grenze für ungefährliche Spannungen von etwa 50 V.**

Der Körper-Widerstand des Menschen setzt sich aus dem Haut-Widerstand und dem Körper-Innenwiderstand zusammen. Der Haut-Widerstand schwankt zwischen einigen hundert Ohm bei dünner, feuchter oder abgeschürfter Haut und einigen Millionen Ohm bei trockener Haut. Für die Größe des Körper-Innenwiderstandes ist der Strom-Weg entscheidend, da die einzelnen Gewebstypen verschieden große Leitfähigkeiten haben. Im Mittel kann für den Strom-Pfad Hand–Hand ein Widerstand von 1.200 Ohm angenommen werden.

Ein Wechselstrom von 25 mA quer durch den menschlichen Körper kann bereits tödliche Folgen haben. Dabei ist Herz-Versagen die Haupt-Todesursache. Die Sicherung bietet in diesem Fall keinen Schutz, sie schaltet erst bei einem viel höheren Strom ab. Im Haushalt liegen die Verhältnisse noch krasser: Bei 230 V Wechselspannung fließen bis zu 500 mA durch den menschlichen Körper; eine übliche 10 A-Sicherung schaltet aber erst bei 30 A schnell genug ab, um eine Gefährdung des Menschen zu vermeiden. Da kein Sicherungssystem unterscheiden kann, ob ein Gerät oder ein Mensch an die Steckdose angeschlossen ist, gibt es gegen die zweipolige Berührung prinzipiell keine Schutz-Möglichkeit (außer natürlich der persönlichen Vorsicht).

Eine **Sicherung** unterbricht die Strom-Zufuhr bei Überlastung und bewahrt so die Isolation der Leitungen vor dem Schmelzen.

Bei einpoliger Berührung eines spannungsführenden Leiters durch einen Menschen wird, falls der Mensch leitende Verbindung mit Erde oder geerdeten Gegenständen hat, ein **Fehler-Stromkreis** geschlossen. Die Außen-Leiter führen eine Spannung von 230 V gegen Erde oder jedem mit der Erde leitend verbundenen Gegenstand, insbesondere Wasser-Leitungen, Heizungsrohre, Gas-Leitungen usw. Aber auch Stein-Fußböden und Wände befinden sich auf Erd-Potential, so dass man immer davon ausgehen muss, dass auch zwischen Mensch und Erde eine mehr oder weniger gut leitende Verbindung besteht.

Bei fachgerecht ausgeführter Installation liegen Licht-Schalter im Außen-Leiter „L“. Ist dies nicht der Fall, hat es keinen Sinn – etwa bei **Reparaturen an einer Lampe** – lediglich am Licht-Schalter auszuschalten. **In diesem Fall muss die Sicherung abgeschaltet werden, die immer im Außen-Leiter liegt**.

Die **Schutzkontakt-Steckdose** ermöglicht zusammen mit der Verwendung einer dreiadrigen Anschluss-Leitung die Verbindung beweglich angeschlossener Geräte mit einem Schutz-Leiter. Die Schutz-Erdung des Geräts erfolgt durch Anschluss des Kabels an eine Schutzkontakt-Steckdose, die außer den Buchsen für Außen- und Neutral-Leiter zusätzlich einen Kontakt enthält, der mit dem Schutz-Leiter verbunden ist (grün-gelb).

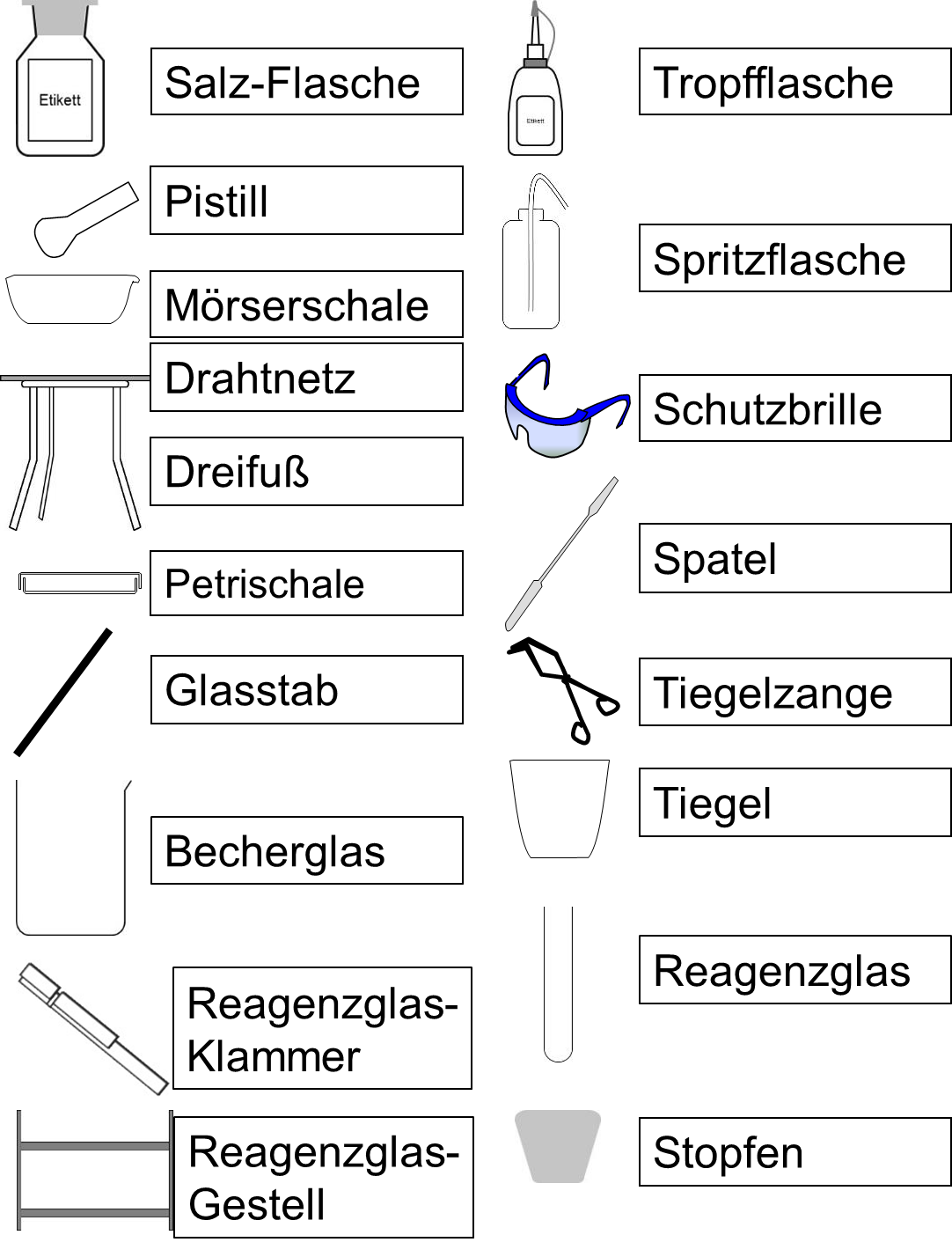
 

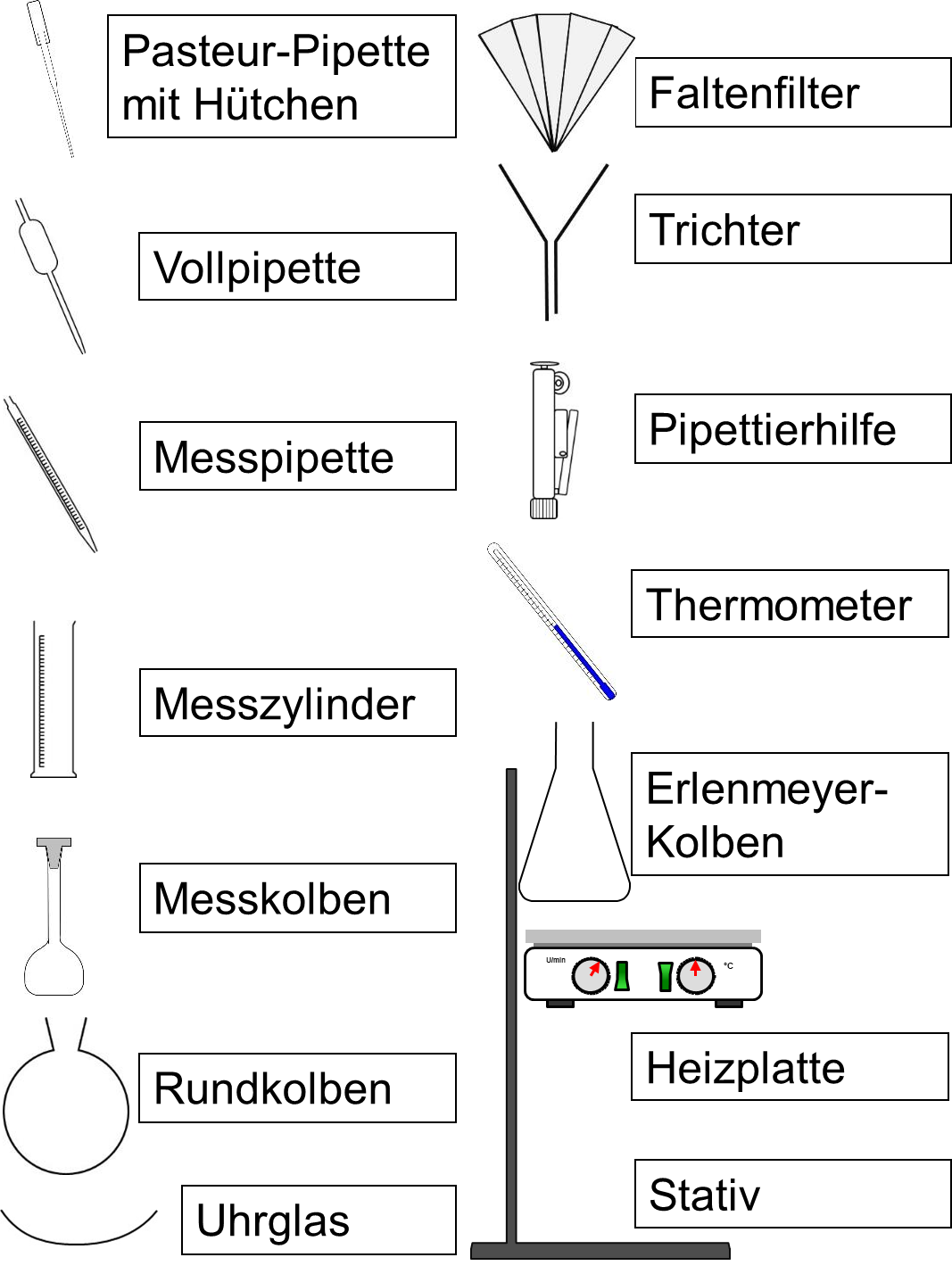
Abb. 2: Links: Schutzkontakt-Steckdose deutscher Norm; oben und unten sieht man die Schutz-Kontakte. Rechts: Haushaltsüblicher FI-Schalter, der kleine blaue Knopf oben ist die Prüftaste.

Im **Fehlerstrom-Schutzschalter** („FI-Schutzschalter“) wird die vorzeichenrichtige Summe der Ströme in Hin- und Rückleitung zum Verbraucher gemessen. Überschreitet dieser einen bestimmten Wert, trennt der FI-Schutzschaler den Verbraucher allpolig vom Netz. Sobald zwischen FI-Schutzschalter und Verbraucher Strom „verlorengeht“, indem er etwa nach einem Kurz-Schluss über den Schutz-Leiter direkt abgeleitet wird, bleibt bei der Summen-Bildung ein „Fehler-Strom“ übrig. Überschreitet der Fehler-Strom einen vorgegebenen Wert (bei haushaltsüblichen FI-Schutzschalter 30 mA), wird ein Schalter ausgelöst. Die Prüfung des FI-Schutzschalters erfolgt durch Betätigen der Prüf-Taste: der Schalter muss auslösen.

**Quelle**: nach Universität Freiburg, Physikpraktikum, o. A.

## Laborgeräte





[Laborgeraete.pptx](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/Laborgeraete.pptx)

## Gefährdungsbeurteilung + Entsorgungsprotokoll

**Ausbildung / Lehrende**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Versuch:** |  | | | | |
| **Autor/Datum:** |  | | |  | |
| **Gleichungen:** |  | | | | |
| **GHS-Symbol:** |  |  |  |  |  |
| **GHS-Nr.:** | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
| **GHS-Symbol:** |  |  |  |  |  |
| **GHS-Nr.:** | 06 | 07 | 08 | 09 |  |
|  | Bezeichnung | | w (%) | GHS-Nr.: | H-Sätze |
| **Stoff 1 (Edukt):** |  |  |  |  |  |
| **Stoff 2:** |  |  |  |  |  |
| **Stoff 3 (Produkt):** |  |  |  |  |  |
| **Stoff 4:** |  |  |  |  |  |
| **Vorsichtsmaßnahmen:** |  |  |  |  |  |
| **Bezeichnung (ankreuzen):** | Schutzbrille | Schutz-Handschuhe | Abzug | geschlossenes  System | lüften |
| **Weitere Maßnahmen:** |  |  |  |  |  |
| **Bezeichnung (ankreuzen):** | Brandschutz |  |  |  |  |
| **Entsorgung:** | B1 | B2 | B3 | Ausguss | Restmüll |
| **Stoff-Nr.:** |  |  |  |  |  |
| **Ersatzstoffprüfung:** | 🞏 Schüler-Versuch möglich | | | 🞏 Lehrerversuch | |

# Stoff-Gemisch und Reinstoff

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Beurteilen der Qualität eines Filtrates |  |
| * 1. Unterscheidung von Gemisch und Reinstoff |  |
| * 1. Unterscheidung von physikalischem Vorgang und chemischer Reaktion |  |
| * 1. Experimente aussuchen und durchführen mit Lernenden ohne exp. Erfahrung |  |
| * 1. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise 1 |  |

Fertigkeiten:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Herstellen einer gesättigten Lösung |  |
| * 1. Sedimentieren |  |
| * 1. Dekantieren |  |
| * 1. Einsetzen der Dichte zur Trennung von Stoff-Gemischen |  |
| * 1. Durchführen einer Destillation im kleinen Maßstab |  |
| * 1. Experimentiertechnik „Microscale“ 1 |  |
| * 1. Durchführung der Rundfilter-Methode der Papier-Chromatographie |  |
| * 1. Sublimation als Trenn-Methode |  |

Inhalte:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Heterogenes Gemisch |  |
| * 1. Modell-Versuch 1 |  |
| * 1. Fehlvorstellung (bei Lehrenden und Lernenden), zwischen Feststoff- und Flüssigkeitsteilchen gäbe es (größere) Zwischenräume 2 |  |
| * 1. Volumen-Kontraktion und -Dilatation |  |
| * 1. Destillation |  |
| * 1. Papier-Chromatographie |  |
| * 1. Der feste und der gasförmige Aggregat-Zustand von Iod |  |
| * 1. Kennzeichen der chemischen Reaktion |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Vergleichen Sie die „Destillation im kleinen Maßstab“ mit einer Destillation im Labor-Maßstab (mit Destillationsbrücke, Liebig-Kühler usw.). Beurteilen Sie, inwieweit sich durch die Vereinfachung Lern-Schwierigkeiten ergeben könnten.
  2. Diskutieren Sie den Unterschied zwischen einem blauen Stoff-Gemisch und einer blauen Verbindung.
  3. Diskutieren Sie, unter welchen Bedingungen Lernende im Unterricht Stoffe probieren dürfen.
  4. Begründen Sie, inwieweit die Experimente zu Volumen-Kontraktion und -Dilatation verwendet werden können, um naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise zu schulen.

## Züchten von Kristallen

**Zeitbedarf**: 15 Minuten + verteilte Pflegezeiten

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Entstehung regelmäßiger Formen in der Natur

**Material**:

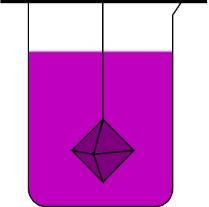
* **Becherglas, 600 mL, weit**
* **2x Becherglas, 150 mL, hoch**
* **Magnetrührer, heizbar**
* **Rührstäbchen, -Entferner**
* **Löffelspatel, L= 180 mm**
* **Pinzette, L= 130 mm**
* **Stativ, Muffe, Stativklemme**
* Holz-Stäbchen (Schaschlik-Spieße)
* Faden (Perlon, Zahnseide, Nähgarn)
* Impfkristalle oder  
  Kristallisierschale, d= 80 mm
* ggf. Faltenfilter, d= 185 mm  
  Trichter, d= 100 mm
* viiiiel Geduld!

**Chemikalien**:

* Kaliumaluminiumsulfat  
  CAS-Nr.: 7784-24-9   
  L= 110 g/L
* Kaliumchromsulfat  
  CAS.: 7788-99-0   
  L= 250 g/L   
   Achtung   
  H315, H319   
  P302+P352, P305+P351+P338
* Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat  
  CAS-Nr.: 7758-99-8   
  L= 317 g/L   
     Achtung   
  H302, H315, H318, H410   
  P273, P302+352, P305+351+338

**Durchführung**:

**Herstellen gesättigter Lösungen** (für eine 4er-Gruppe): In das große Becherglas 500 mL VE-Wasser füllen, auf ca. 40°C erwärmen und so viel Substanz darin lösen wie möglich; dauert u. U. 60 Minuten (der Wert für die Löslichkeit ist eine Orientierung). Abkühlen lassen. Ggf. filtrieren. Dann Lösung ca. 1 Woche stehen lassen. Erst wenn sich ein Boden-Körper gebildet hat, ist die Lösung darüber gesättigt!



**Impf-Kristalle**: In die Kristallisierschale ca. 0,5 - 1 cm hoch Lösung füllen und offen stehen lassen. Von den Kristallen am Boden einen schönen aussuchen und als Impf-Kristall verwenden.

**Wachstum**: Den Impf-Kristall an einen Faden binden; das andere Ende so am Holzstäbchen befestigen, dass der Kristall ins Becherglas gehängt ca. 2 cm über dem Boden schwebt (denken Sie daran, dass der Kristall groß und schwer werden soll!). Ca. 100 mL Lösung eingießen. An einen ruhigen, nicht zu warmen (oder temperaturveränderlichen) und zu trockenen Ort stellen (schlecht: Abzug, Fensterbrett; besser: in einen Schrank oder abgedeckt auf den Schrank). **Wichtig**: Sollte es nötig werden, Lösung nachzubereiten, so sollten Sie sich immer durch den Boden-Körper überzeugen lassen, dass die Lösung wirklich gesättigt ist. Ansonsten kann der schöne Kristall ziemlich schnell wieder verschwinden oder „angefressen“ aussehen! Welch ein Jammer!

**Schutz**: Manche Gegebenheiten (mitgeben bei sehr jungen Lernenden, leichte Korrosion) können es erfordern, den Kristall mit Lack zu überziehen. Dazu benötigt man Zapon-Lack. Dieser ist löslich in Aceton.

**Beobachtung**: In 4 - 6 Wochen erhält man Kristalle mit 2 - 3 cm Kanten-Länge!

**Entsorgung**: Nicht benötigte Lösungen eindampfen lassen und Salze wiederverwenden.

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**: Phantom-Kristalle. Chimären. Auffrischen der Lösungen.

**Didaktischer Hinweis**:

**Gut** kristallisieren noch: die beiden Blutlaugen-Salze (langsam; rote Säulen mit Spitzen an den Enden bzw. gelbe viereckige Plättchen), Ammoniumaluminiumsulfat (farblose Oktaeder, „Deo-Kristall“), Natriumdihydrogenphosphat (farblose Oktaeder).

**Schlecht** kristallisieren aus wässriger Lösung unter den geschilderten Bedingungen: Kochsalz, Saccharose.

**Variante 1**: Schleifen Sie von einem nicht so gut geratenen Kristall eine Kante oder eine Spitze mit Sand-Papier ab oder bohren Sie vorsichtig ein Loch und hängen Sie ihn wieder in die Lösung. Es ist überraschend, was passiert!

**Variante 2**: Die Alaune lassen sich mischen: erst Chromalaun wachsen lassen, dann in Aluminiumalaun umhängen (Chimäre). Oder in arbeitsteiliger Gruppen-Arbeit mit unterschiedlichen Lösungen arbeiten lassen von 1:10 Cr:Al über 1:20, 1:50 bis 1:200. Liefert verschiedene Bordeaux-Töne.

**Variante 3**: Mit Zusatz von Kalilauge oder Natronlauge (w= 1%) lassen sich Alaune in den kubischen Habitus zwingen, Kochsalz durch Harnstoff oder Glycin in den oktaedrischen. Warum das funktioniert, ist ungeklärt.

**WWW**: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/kristalle/dc2kt_32.htm>; 02.07.2020

## **Modell-Versuch: Trennung Kunststoff-Abfälle**

**Zeitbedarf**: 10 Minuten; Lehrende, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Trennung von Stoff-Gemischen durch unterschiedliche Dichte

**E**: Anwendung im Recycling als technisches Verfahren

**Material**:

* **Becherglas, 600 mL**
* **Löffel-Spatel**
* **Magnetrührer, regelbar**
* **Magnet-Rührstäbchen, -Entferner**
* Dichte-Spindel (0,7 - 2 g/L)
* Messzylinder, 500 mL
* je 1 Streifen:   
  PE (milchig), PS (transp.), PVC (weiß)

**Chemikalien**:

* Natriumchlorid  
  Kochsalz  
  CAS-Nr.: 7647-14-5
  + - Spülmittel

**Durchführung 1** (**Lernende**): Becherglas halb mit Leitungswasser füllen und einen Tropfen Spülmittel zugeben. Dann Kunststoff-Streifen hineinlegen. Beobachten. Löffelweise (Erfahrung: ca. 6 - 7) Kochsalz zugeben, nach jeder Portion gut umrühren und wieder beobachten.

**Beobachtung 1**: PE schwimmt von Beginn an. Dann taucht PS auf, PVC bleibt am Boden.

**Deutung 1**: Schätzen Sie die Dichte der Kunststoffe ab.

ρ(PE)~.,..

ρ(PS)~ .,..

ρ(PVC)~ .,..

**Durchführung 2** (**Lernende**): Die Salz-Lösungen der Gruppen werden im Messzylinder gesammelt (ca. 550 mL). Gießen Sie vorsichtig um, schäumt wegen des Spülmittels. Dann wird die Dichte mit Hilfe der Dichte-Spindel bestimmt.

**Beobachtung 2**: Erfahrungswerte: ρ() = 1,070 - 1,150

**Entsorgung**: Kunststoff-Streifen: abtrocknen und wiederverwenden; Kochsalz-Lösung: E1

**Quelle**: Kunststoffe – Werkstoffe unserer Zeit, AG Deutsche Kunststoff-Industrie, Frankfurt 1997

**Diskussion**: Müll-Trennung zu sortenreinen Kunststoffen. Entfernen von Druckfarben von Papier.

**Hintergrund**: Literaturwerte:

ρ(PE)= 0,93

ρ(PS)= 1,05

ρ(PVC)= 1,38

**Didaktischer Hinweis**:

**Variante 1**: Ein Teil der Gruppen gibt nur so lange Salz zu, bis das PS aufsteigt, die anderen Gruppen führen das Experiment vollständig durch. Dann wird getrennt die Dichte der Lösungen bestimmt.

**Variante 2**: Gleiche oder unterschiedlich gefärbte Kunststoff-Proben verschiedener Dichte verwenden.

## Trennung einer Suspension von Sand und Wasser

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Heterogene Gemische zeigen unterschiedliche Phasen

**E**: Sedimentieren und Dekantieren zur Reinigung von Fluss- oder Abwasser

**B**: Eignung verschiedener Trenn-Verfahren je nach Qualitätsanforderung

**Neugier**: Trinkwasser aus Meerwasser zu gewinnen: einfach Filtrieren. Oder nicht?

**Material**:

* **Becherglas, 150 mL**
* **Becherglas, 100 mL**
* **Glasstab**
* **Löffelspatel, L= 180 mm**
* **Kristallisierschale, d= 190 mm**(für nassen Sand)

**Chemikalien**:

* + - Quarz-Sand
    - Garten-Erde

**Durchführung 1**: Zwei Löffel Quarz-Sand mit ca. 50 mL Leitungswasser versetzen und gut umrühren. Ca. 1 Minute absetzen lassen, dann den Überstand in das zweite Becherglas abdekantieren.

**Beobachtung 1**: Man erhält leicht trübes Wasser

**Durchführung 2**: wie Durchführung 1, jedoch mit Garten-Erde und Leitungswasser

**Beobachtung 2**: Die Trennung ist viel schlechter als bei Durchführung 1: der Überstand ist bräunlich und trüb, viele Teilchen schweben im Wasser.

**Deutung**: Die Teilchen-Größe und –Dichte und damit die Sink-Geschwindigkeit ist für den Trenn-Effekt verantwortlich.

**Entsorgung**: Sand: in der Schale sammeln, trocknen und wiederverwenden

* Garten-Erde: E3
* Überstand: E1

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**: Kann man das gefilterte Wasser trinken? Die Trennung gelingt nicht vollkommen. Siehe auch: Schlämm-Probe zur Unterscheidung verschiedener Boden-Typen.

Voraussagen bezüglich des Ergebnisses?

## Mischen von Flüssigkeiten (Modell-Vorstellung)

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lehrende

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Teilchen-Modell: Mischen von Flüssigkeiten

**B**: Modell-Vorstellungen kritisch betrachten

**Neugier**: Ein Lehrender kann nach Belieben Stoff dazu- oder wegzaubern.

**Material**:

* 2x Trichter, d= 45 mm
* 2x Stativ
* 2x Büretten-Klemme
* Peleusball
* 2x Vollpipette, 25 mL
* 2x Bürette, 50 mL
* 2x Stopfen für Bürette

**Chemikalien**:

* Ethanol (Spiritus)   
  CAS-Nr.: 64-17-5   
    Gefahr   
  H225, H319   
  P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
* Propanon (Aceton)   
  CAS-Nr.: 67-64-1   
    Gefahr   
  H225, H319; H336, EUH066   
  P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
* n-Hexan  
  CAS-Nr.: 110-54-3   
      Gefahr   
  H225, H304, H361f, H373, H315, H336, H411  
  P201, P240, P273, P301+P310, P331, P302+P352, P403,P235
  + - VE-Wasser

**Mögliche Aufgabe**: Sagen Sie voraus, wie sich das Gesamt-Volumen beim Mischen verändern wird.

**Durchführung 1**: Bürette 1 bis zur 25 mL-Markierung mit VE-Wasser füllen, dann mit Spiritus bis zur 0-Marke überschichten. Bürette mit dem Stopfen verschließen und einige Male kippen, um die Flüssigkeiten zu mischen. Nach Überschichtung der Flüssigkeiten sofort demonstrieren.

**Beobachtung 1**:

* 1. Es gibt keine Phasen-Grenze. Man sieht während des Mischens Schlieren, zum Schluss bildet sich ein homogenes Gemisch.
  2. Volumen-Kontraktion um ca. 1 – 1,5 mL

**Deutung 1**: Das „Erbsen und Hirse“-Modell ist überzeugend

**Durchführung 2**: Wie Durchführung 1, jedoch mit Aceton und Hexan. Sofort demonstrieren und mit der Hand erwärmen, da sich das Gemisch abkühlt.

**Beobachtung 2**:

* 1. Es gibt keine Phasen-Grenze, es bildet sich schließlich ein homogenes Gemisch.
  2. Volumen-Expansion um ca. 0,5 – 1 mL

**Deutung 2**: Das „Erbsen und Hirse“-Modell kann nicht zutreffen

**Entsorgung**: E10, B3

**Quelle**: Teil 1: Schulbücher / Teil 2: Okamiya, J. in chim.did. 8, S. 33 – 42, 1982

**Diskussion**: Die Grenzen Modell-Vorstellungen zur Erklärung von Versuchsergebnissen

## Destillation im kleinen Maßstab

**Zeitbedarf**: ca. 15 - 20 Minuten, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F** = Trennung zweier mischbarer Flüssigkeiten

**E** = Funktionsweise der Destillation zur Stoff-Trennung, Kennenlernen der Experimentier-Technik mit medizinischen Geräten

**K** = Entwickeln einer funktionsfähigen Apparatur, ggf. Verbesserungsmaßnahmen

**B** = Bewertung des Reaktionsproduktes und der Funktionsweise der Apparatur

**Neugier**: Eine Destillationsapparatur für die Hosentasche.

**Material**:

* **Reagenzglas-Klammer**
* **Teelicht**
* **Uhrglas, d= 60 mm**
* **Feuerzeug**
* Injektionsflasche, 10 mL
* Injektionsflasche, 5 mL
* Chlorbutyl-Stopfen
* Pipetten-Spitzen, gelb   
  oder  
  Kanüle, 1,2 x 40 mm
* Silicon-Schlauch  
  d= 7 mm, L= 200 mm
* Siedesteinchen
* Blumen-Draht, verzinkt,  
  L= 200 mm
* Watte

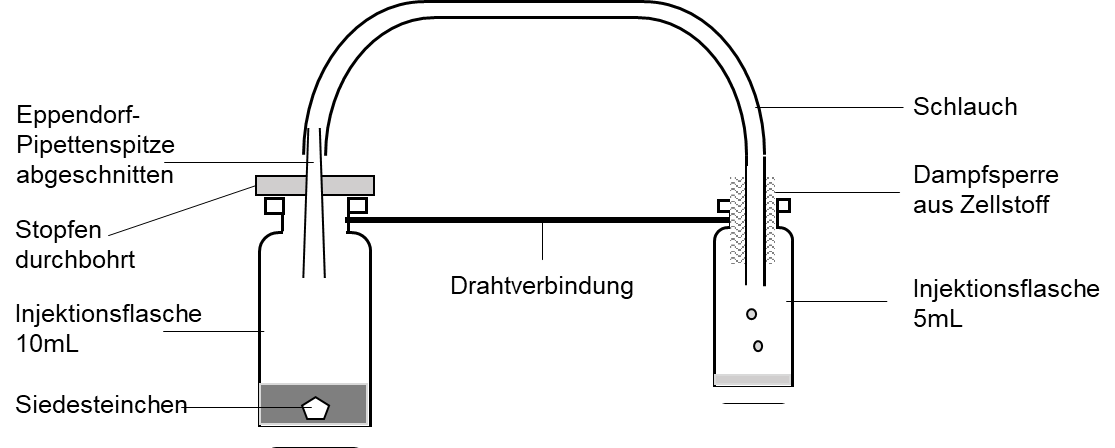
**Chemikalien**:

* Rotwein

**Didaktische Hinweise**: Der Arbeitsauftrag für offenes Experimentieren kann lauten: „Entwickle mit Hilfe der bereitliegenden Materialien eine Destillationsapparatur, mit der du Alkohol aus dem Gemisch Rotwein abtrennen kannst. Zünde das Destillat zur Überprüfung der Reinheit des Destillats an“.

**Durchführung 1**:

Skizze eines möglichen Versuchsaufbaus:



Apparatur entsprechend der Skizze aufbauen und etwa zu einem Drittel mit Rotwein befüllen. Den Rotwein vorsichtig und gleichmäßig über der Teelicht-Flamme erhitzen.

Das Destillat auf das Uhrglas schütten und entzünden. VORSICHT: Die Flamme ist bei sauberer Destillation kaum sichtbar, deshalb vorsichtig mit der Hand auf Wärme-Entwicklung (heiß!) prüfen.

**Hinweise zur Durchführung**: Temperatur kontrollieren: der Wein sollte gleichmäßig, aber nur leicht sieden. Andernfalls wird zu viel Wasser „mitdestilliert“ und das Destillat kann nicht entzündet werden.

Siedesteinchen verwenden, um Siedeverzug zu vermeiden.

Die kleinere Injektionsflasche darf nicht verschlossen werden, damit keine geschlossene Apparatur entsteht. In dieser würde beim Erhitzen ein Überdruck entstehen und an der schwächsten Stelle die Apparatur platzen lassen. Daher liegt nur ein Stopfen bereit. Der Schlauch kann in der Flasche mit Hilfe eines kleinen Stücks Zell-Stoff fixiert werden.

Mit Hilfe des Draht-Stücks können beide Flaschen miteinander verbunden werden, damit eine stabilere Apparatur entsteht. So muss nur die größere Flasche mit der Reagenzglas-Klammer gehalten werden.

**Beobachtung 1**: Der Rotwein beginnt zu Sieden und im Schlauch-Stück sammeln sich farblose Flüssigkeitstropfen, die bei entsprechender Neigung des Schlauches in die kleine Injektionsflasche laufen. Das farblose Destillat ist entzündbar und brennt mit kaum sichtbarer Flamme.

**Deutung 1**: Verwende folgende Begriffe, um diese Methode der Stoff-Trennung zu erklären:

gasförmig, Wasser, Siede-Temperatur, Alkohol, Aggregat-Zustand, flüssig, Anziehungskräfte, Energie

Erkläre das Trenn-Verfahren der Destillation anhand des folgenden Teilchen-Modells für das Stoff-Gemisch Rotwein:

Ethanol-Teilchen

Wasser-Teilchen

**Lösung**: Zwischen den Alkohol-Teilchen herrschen Anziehungskräfte, die getrennt werden, wenn ca. 78°C erreicht sind. Dann haben einzelne Alkohol-Teilchen so viel kinetische Energie, dass sie aus dem Gemisch in die Gas-Phase übergehen. Um die Anziehungskräfte zwischen Wasser-Teilchen zu trennen sind ca. 100°C notwendig. Wird die Energie-Zufuhr unter 100°C gehalten, dann entfernen sich nur die Alkohol-Teilchen (= verdampfen).

**Diskussion**: Analogien und Unterschiede zu einer Destillationsapparatur herausstellen. Funktion der Siedesteinchen und des offenen Systems besprechen. Temperatur-Kontrolle diskutieren. Ggf. Verbesserungsvorschläge einbauen: Imitation des Rückfluss-Kühlers durch nasses Stück Zell-Stoff am Schlauch, Steigung des Schlauch-Stücks beachten, ggf. große Injektionsflasche höher, als die Kleine positionieren.

**Entsorgung**: Ausguss

**Quelle**: Dr. Peter Schwarz, verändert durch Waltraud Habelitz-Tkotz

## Mischung und Reaktion

**Zeitbedarf**: 30 Minuten, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Rundfilter-Methode der Papier-Chromatographie

**E**: Unterscheidung von Mischen und Reagieren.

**Neugier**: Woher weiß man eigentlich, ob zwei Stoffe wirklich miteinander reagiert haben?

**Material**:

* **Petrischale, d= 80 mm**
* **Schere**
* **2x Reagenzglas, d= 14 mm**
* **4x Pasteur-Pipette, Hütchen**
* **2x** **Uhrglas, d= 60 mm**
* **Folienschreiber, permanent, schwarz**
* 2x Rundfilter, d= 110 mm

**Chemikalien**:

* Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 13943-58-3
* Essigsäure  
  w= 5%   
  CAS-Nr.: 64-19-7
* Eisen(III)-chlorid-Lösung  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 7705-08-0   
   Achtung   
  H317, H319   
  P280, P302+P352, P305+P351+P338
* Brillantgrün (s)   
  CAS-Nr.: 633-03-4, C.I. 42010   
   Achtung   
  H302, H319   
  P305+P351+P338
* Ethanol (Spiritus)   
  CAS-Nr.: 64-17-5   
    Gefahr   
  H225, H319   
  P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
* Kristallviolett (s)   
  CAS-Nr.: 548-62-9   
      Gefahr   
  H351, H302, H318, H410   
  P280, P305+P351+P338, P308+P313

**Vorbereitung durch Lehrende**: Im Reagenzglas: Die Brillantgrün-Lösung in 1 mL Wasser ansetzen, Kristallviolett in 1 mL Spiritus lösen.

Jeweils sehr wenig Substanz verwenden (ca. 1 mg!).

**Vorbereitung durch Lernende**: Etwa in die Mitte des Rundfilters ein ca. 1 cm durchmessendes Loch anbringen (Aufgabe: Wie macht man das am besten?)

Aus einem 2 - 3 cm breiten Streifen des anderen Rundfilters ein Röllchen formen und als Docht durch das Loch stecken.

Petrischale zur Hälfte mit Laufmittel (Essigsäure) füllen.

**Durchführung**:



Tragen Sie zur Trennung im Kreis um das Loch herum Flecken der folgenden Stoffe mit den Pasteur-Pipetten auf:

* 1. schwarzer Folienstift
  2. Brillantgrün-Lösung
  3. Kristallviolett-Lösung
  4. Gemisch aus grüner und violetter Farbstoff-Lösung  
     (mischen auf dem Uhrglas bis diese blau erscheint)
  5. Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung
  6. Eisen(III)-chlorid-Lösung
  7. Gemisch aus den Lösungen 5 und 6  
     (auf dem Uhrglas mischen: je 1 Tropfen von jeder Lösung)

**Beobachtung**:

Nach 5 – 10 Minuten:

1. läuft nicht mit

2. und 3. laufen so weit wie die Komponenten aus Gemisch 4.

5. und 6. laufen einzeln

7. wird nicht aufgetrennt

**Deutung**:

1. Zum schwarzen Farbstoff bzw. Pigment kann keine Aussage getroffen werden.

4. ist ein trennbares Gemisch aus 2. und 3.

Bei 7. ist ein neuer Stoff aus den beiden Edukten 5. und 6. entstanden

**Entsorgung**: E3, E1

**Quelle**: Wagner, W.: ChidS 9, 1997, 324-344

**Diskussion**:

* Vorstellung Lernender von Mischung und Reaktion
* Was sagt die Farbenlehre? grün + violett → blau; gelb + gelb → blau?
* Arbeitsmethodik der Naturwissenschaft Chemie

## Trennen durch Sublimation

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Sublimation ermöglicht eine Stoff-Trennung (Stoff-Ebene)

**E**: Teilchen gehen aus dem Feststoff-Verband direkt in die Gas-Phase.

**Neugier**: Verdampfende „Steine“.

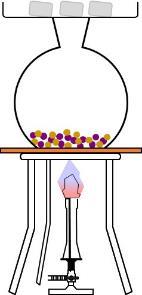
**Material**:

* **Standkolben, 100 mL**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Dreibein, Drahtnetz**
* **Pulverspatel, L= 170 mm**
* **Petrischale, d= 80 mm**

**Chemikalien**:

* Iod/Sand-Gemenge  
  CAS-Nr.: 7553-56-2 (Iod)   
     Gefahr   
  H312+H332, H315, H319, H335, H372, H400  
  P273, P302+352, P305+P351+P338, P314
  + - Eis-Würfel

**Durchführung**:



Mit dem Iod/Sand-Gemenge den Boden des Kolbens gut bedecken dann mit kleiner Flamme erwärmen. Auf die Hals-Öffnung die Petrischale mit 2 - 3 Eiswürfeln setzen.

**Beobachtung**: Es entstehen violette Dämpfe, die sich am Boden der Petrischale niederschlagen. Mit der Zeit wachsen dort dunkle, glänzende Kristalle.

**Deutung**: Iod schmilzt nicht, sondern sublimiert.

**Entsorgung**: Übriges Gemenge nach dem Abkühlen in einem Gefäß sammeln und wiederverwenden. Iod-Kristalle so gut wie möglich mit dem Spatel abkratzen und zurück zum Sand. Nicht anfassen! Verbliebene kleine Mengen mit Leitungswasser abspülen.

**Quelle**: Schul-Bücher bzw. Allgemeingut

**Diskussion**: Statt Iod verwendbare Stoffe: Naphthalin, (Campher), Benzoesäure, die aber vor dem Verdampfen schmelzen.

Einsatz der Sublimation zum Trennen von Stoffen.

## Trennungen an Brause-Pulver

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Säuren, Kohlendioxid, Kohlensäure, Zitronensäure, Weinsäure, Farbstoffe

**E**: Möglichkeiten der Stoff-Trennung

**B**: Fertigung eines konsumierbaren Alltagsproduktes

**Material**:

Petrischale

Lupe

2 Bechergläser, 100 mL

Glasstab

**Chemikalien**:

* Brause-Pulver (Ahoi von Frigeo, am besten Himbeere)

**Durchführung 1**: Das Päckchen mit dem Brause-Pulver erst gut schütteln, dann öffnen. Die Hälfte davon in die Petrischale schütten, schwenken und mit der Lupe beobachten. Wie viele unterschiedliche Komponenten können Sie optisch erkennen?

Versuchen Sie, mit der angefeuchteten Fingerspitze nur die größten Kristalle herauszufischen. Geschmack?

In einer Hälfte der Petrischale sollten sich nach erfolgreichem Schwenken eher die kleinen Kristalle befinden. Machen Sie den Fingerspitzen-Test. Geschmack?

Zur Interpretation ziehen Sie die Inhaltsstoff-Deklaration auf der 10er-Packung mit heran.

Falls Zitronensäure deklariert wurde: fischen Sie unter der Lupe die Kristalle mit dem farbigen Belag heraus und probieren Sie.

**Beobachtung 1**: Ersichtlich sind drei Komponenten: große farblose, kleine weiße bis braune und kleine farbige Kristalle. Die großen Kristalle schmecken süß, die kleinen weißen „unangenehm“ und die bunten sauer.

**Deutung 1**: Bei den großen Kristallen handelt es sich um Zucker. Die kleinen, unangenehm schmeckenden Kristalle bestehen aus Natriumhydrogencarbonat (NaHCO3), bei den bunten Kristallen handelt es sich um mit Farbstoff überzogene Säure.

**Durchführung 2**: In eines der Bechergläser ca. 50 mL Trinkwasser füllen und die andere Hälfte des Brause-Pulvers hineinschütten. Nicht rühren! Beobachten Sie die Oberfläche.

**Beobachtung 2**: Farbige Kristalle schwimmen an der Oberfläche, bei Brause-Pulver Himbeer-Geschmack sind zwei Farbstoffe (violett, dunkelblau) erkennbar. Farblose Kristalle sinken auf den Boden.

**Deutung 2**: Der Farbstoff für einige Brause-Pulver (z. B. Himbeer-Geschmack) besteht aus zwei unterschiedlichen Farbstoffen. Dadurch wird der Gesamt-Farbeindruck „natürlicher“.

**Durchführung 3**: Rühren Sie zweimal um, nicht mehr! Nachdem die Gas-Entwicklung aufgehört hat, dekantieren Sie den Überstand möglichst vollständig und ohne allzu viel Bewegung in das andere Becherglas. Testen Sie den Geschmack in beiden Bechergläsern.

**Beobachtung 3**: Der Überstand schmeckt sehr sauer, der Rückstand süß.

**Deutung 3**: Im Überstand befindet sich die Säure, der Rückstand besteht aus Zucker.

**Entsorgung**: E1 (verdünnen und in den Ausguss geben).

**Quelle**: Wagner, W.; Chemie in der Schule 47, 2000, S. 65-72

**Hintergrund**: Brause-Pulver ist eine pulvrige Mischung aus Zucker, Säure (Wein- oder Zitronensäure) und Natriumhydrogencarbonat. Hinzu kommen Aromen und Farbstoffe. Beim Lösen in Wasser brausen die Brause-Pulver stark auf, da die organischen Säuren aus Natriumhydrogencarbonat Kohlendioxid entwickeln: die feste organische Säure HA reagiert mit dem Anion des Natriumhydrogencarbonats in einer Säure/Base-Reaktion zu Kohlensäure, diese zerfällt in einem zweiten Schritt zu Kohlendioxid und Wasser:

Das Verhältnis ist so zusammengestellt, dass nach erfolgter Reaktion am Ende im Wasser ein Säure-Überschuss verbleibt. Dadurch wird das Auftreten von laugigem Carbonat-Geschmack vermieden. Bei den Aromen handelt es sich um keine Feststoffe. Warum aber ist das Brause-Pulver in fester Form erhältlich?

Die Aroma-Stoffe werden von Maltodextrin-Körnchen adsorbiert.

## Stoffart- und Zustandsänderung

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**E**, **B**: Unterscheidung Zustands- und Stoffart-Änderung.

**Neugier**: Wie einfach fällt es, Chemie und Physik zu unterscheiden? Wir behaupten: sehr einfach.

**Material**:

* **Tiegelzange**
* **feuerfeste Unterlage**
* **Brenner, Feuerzeug**

**Chemikalien**:

* Platin-Draht  
  CAS-Nr.: 7440-06-4
* Magnesium-Band  
  CAS-Nr.: 7439-95-4

**Durchführung 1a**: Platin-Draht (am besten ein kurzes Stück mit einem Ende in einen Glasstab eingeschmolzen) in der Brenner-Flamme erhitzen.

**Beobachtung 1a**: Der Draht glüht auf

**Durchführung 1b**: Platin-Draht aus der Brenner-Flamme entfernen

**Beobachtung 1b**: Der Draht glüht nicht mehr und zeigt wieder seinen metallischen Glanz

**Deutung 1**: Der Zustand des Stoffes Platin hat sich durch die Einwirkung von Wärme vorübergehend verändert. Nach Ende der Einwirkung ist der Stoff wieder im Ausgangszustand.

**Durchführung 2a**: ca. 5 – 8 cm Magnesium-Band mit der Tiegelzange anfassen und in die Brenner-Flamme halten.

Nicht direkt in die Flamme schauen. Abzug verwenden, sonst kommt die Feuerwehr☹.

**Beobachtung 2a**: Das Magnesium-Band entzündet sich und brennt mit sehr heller Flamme.

**Durchführung 2b**: „Magnesium-Band“ aus der Brenner-Flamme entfernen.

**Beobachtung 2b**: Aus dem grauen Magnesium-Band ist ein weißes, sprödes Material geworden.

**Deutung 2**: Der Stoff Magnesium hat sich durch die Einwirkung von Wärme nachhaltig verändert. Nach Ende der Einwirkung ist ein anderer Stoff (mit anderen Eigenschaften) entstanden.

**Entsorgung**: Verbrennungsprodukt von Magnesium in den Hausmüll

**Quelle**: EYDAM-Chemie, Praktikum Chemischer Demonstrationen, 1968

**Didaktischer Hinweis**: Die Chemie beschäftigt sich, vereinfacht ausgedrückt, im Wesentlichen mit Stoffart-Änderungen, die Physik mit Zustandsänderungen.

## Beispiele einfacher Experimente für den Einstieg in die Chemie in der ersten UE des Jahres in einer Jgst. 8

Das Beispiel stammt aus einer Unterrichtssequenz aus 3 - 4 Unterrichtsstunden, erarbeitet im Rahmen des Seminars zur Didaktik der Chemie, WS 99/00, von Peter Pösch, Andreas Dörfler, Christan Maurer und Sandra Hollmach.

Diese Unterrichtseinheit dient dazu, Lernenden in der ersten Chemie-Stunde (bayrische Realschule, genauso gut aber auch Gymnasium) in die Arbeitsweise der Chemie als Wissenschaft einzuführen. Verfügbar sind 4 Themen-Bereiche:

|  |  |
| --- | --- |
| Thema | Lehr-Ziele |
| Kunststoffe | Unterscheidung von PE und PS |
| Gewebe | Unterscheidung von Wolle und Baumwolle |
| Holz | Unterscheidung von Laub- und Nadelholz |
| kristalline Stoffe | Unterscheidung von Salz, Zucker, Zitronensäure und ihren Gemengen |

Hier wurden die kristallinen Stoffe als Beispiel ausgewählt.

## **Untersuchung kristalliner Stoffe (Bsp. einer Komplett-Anleitung für Lehrende)**

**Zeitbedarf**: ca. 45 Minuten

**Kompetenz/Ziel**: Untersuchung von verschiedenen (optisch ähnlich erscheinenden) kristallinen Substanzen bezüglich deren Geschmack und Verhalten beim Erhitzen

**Gruppen-Größe**: 2 (max. 3) Lernende

**Material**:

* **Feuerzeug/Streichhölzer**
* **Teelicht**
* **Löffel-Spatel**
* 5 handtellergroße Schälchen aus Alufolie (eventuell selbst von Lernenden vor Versuchsbeginn gefertigt)
* 2 Gläser frisches Wasser (zum Mund spülen)
* Unterlage aus Alufolie (50 x 50 cm, mit Klebe-Streifen auf der Unterlage fixiert)
* 3 Rinnen (ca. 7 x 3 cm) aus einlagiger Alufolie (eventuell selbst von Lernenden vor Versuchsbeginn gefertigt)

**Chemikalien** (je 200 g, in Bechergläsern mit verschlüsselter Kennzeichnung):

* Probe 1: weißer Kristall-Zucker (fein)
* Probe 2: Zitronensäure (p. A.)
* Probe 3: Speise-Salz
* Probe 4: Zucker : Zitronensäure (Mischung (4:1))
* Probe 5: Salz : Zitronensäure (Mischung (4:1))

**Sicherheitshinweise**:

* Lange Haare Lernender müssen zurückgebunden werden
* Die brennende Kerze sollte auf der Unterlage mit ausreichendem Abstand von den Lernenden platziert sein
* Die erhitzten Enden der Alu-Rinnen sind heiß

**Durchführung 1**: An jede Gruppe wird je ein Teelöffel der 5 Proben in die 5 Alu-Schälchen verteilt.

Lernende sollen zunächst ihre optischen Eindrücke von den Proben im Protokoll vermerken und vor den Tests diskutieren.

**Durchführung 2**: Geschmackstest

Im ersten Teil des Versuchs sollen Lernende Geschmacksproben mit den Substanzen durchführen und herauszufinden versuchen, worum es sich jeweils handeln könnte.

* + - * 1. Dies sei ausnahmsweise im Chemie-Unterricht erlaubt (siehe Bemerkung am Ende der Anleitung).

Dazu entnehmen Sie mit dem angefeuchteten Finger kleine Mengen aus den Alu-Schälchen.

Ihre Vermutungen werden selbstständig protokolliert. Um eine Überreizung der Geschmackssinne zu vermeiden und die Differenzierung zu erleichtern, kann zwischendurch mit dem zur Verfügung stehenden Wasser gespült werden.

**Beobachtung 2**:

* Probe 1: Der Geschmack von Zucker ist wohlbekannt
* Probe 2: Der saure Geschmack ist bekannt, führt aber nicht zu einer spezifischen Vermutung
* Probe 3: Der Geschmack von Salz ist wohlbekannt
* Proben 4 und 5: Bei den Mischungen wird diejenige mit dem Zucker als wesentlich „angenehmer“, als die Mischung mit Salz empfunden

**Durchführung 3**: Verhalten beim Erhitzen

Nachdem die Lernenden selbstständig den Zucker und das Salz erkannt haben und den dritten Reinstoff mit Hilfe des Lehrenden als Zitronensäure charakterisierten, werden hierfür von den Lernenden je 1 - 2 Spatelspitzen Zucker bzw. Zitronensäure und einige Kristalle Speise-Salz auf je ein Ende der gefalteten Alu-Rinnen gegeben und über der Flamme des Teelichts erhitzt.

Beobachtungen bitte notieren.

**Beobachtung 3**:

* Probe 1: Der Stoff zersetzt sich
* Probe 2: Der Stoff schmilzt unter lebhafter Abgabe des Kristall-Wassers. Letzteres verdampft
* Probe 3: Das in Spuren eingeschlossene Wasser verdampft und sprengt dabei die Kristalle

**Entsorgung**: Nach den Versuchen können die Substanzen über den Hausmüll entsorgt werden.

Die Reste der Alufolie werden gesammelt und in den Wertstoff-Behälter gegeben.

**Mögliche Variationen**:

* Die sehr geschmacksintensive Zitronensäure kann durch kristallines Vitamin C ersetzt werden.
* Fachübergreifend zur Biologie besteht die Möglichkeit, parallel mit diesem Versuch die Geschmackszonen der Zunge zu ermitteln. Im Partner-Versuch geben Lernende den Partner mittels angefeuchteter Watte-Stäbchen die Substanzen auf die verschiedenen Zonen der Zunge.
* Der Geschmackstest kann auch mit wässrigen Lösungen der entsprechenden Substanzen bzw. Gemischen durchgeführt werden. Hierfür empfehlen sich niedrige Konzentrationen. Die Lösungen werden in Gläsern oder Plastik-Bechern angefertigt und mit Trink-Halmen an die Lernenden verteilt. Die Lösungen werden zunehmend verdünnt, bis kein Geschmack mehr festzustellen ist. Aus dem Anfangsgehalt und den Verdünnungsschritten lässt sich ungefähr die Geschmacksschwelle abschätzen (Mathematik?)

**Bemerkung**: Bedingung für das Probieren von „Chemikalien“:

* Alle Stoffe werden in Lebensmittel-Qualität oder, falls nicht verfügbar, p. A. angeboten und stammen aus Gefäßen, die **nur für diesen Zweck** aus dem neuen Original-Gebinde abgefüllt wurden.
* Das „Schmeck-Experiment“ wird mit einer Sicherheitseinheit abgeschlossen, in der z. B. die Wirkung des ebenfalls weiß-kristallin erscheinenden Rohr-Reinigers auf Alufolie nach Befeuchten durch den Lehrenden demonstriert wird. Die Einheit schließt mit der Belehrung, dass in Zukunft ausschließlich nur nach Anweisung des Lehrenden vorsichtig probiert werden darf.

# Stoff-Eigenschaften

Ziele des Termins:

**Fähigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Einsetzen von Methoden-Bausteinen |  |
| * 1. Abweichung der Siede-Temperatur vom Normwert erklären |  |
| * 1. Fehler in einem Stromkreis-Aufbau identifizieren und beheben |  |
| * 1. Eine LED als Leuchtmittel einsetzen (Polung!) |  |
| * 1. Nutzen einer Zellkultur-Platte (Biologie) als Tüpfel-Platte (Chemie) |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Einführung der Dichte als zweidimensionale Größe |  |
| * 1. Fehler-Abschätzung bei Mess-Methoden (Dichte) |  |
| * 1. Bestimmung der Dichte bei Flüssigkeiten mit dem Aräometer |  |
| * 1. Ermittlung der Siede-Temperatur (Kp) |  |
| * 1. Einen funktionierenden Stromkreis (nach Symbol-Skizze) aufbauen 1 |  |
| * 1. Ein Labor-Netzgerät sicher benutzen (Bauform 1) 1 |  |
| * 1. Einfache Leitfähigkeitsprüfung durchführen |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Das Format Methoden-Baustein |  |
| * 1. Dichte als zweidimensionale Größe |  |
| * 1. Siedepunkt-Erhöhung |  |
| * 1. Oxide als isolierende Schichten |  |
| * 1. Elektrische Leitfähigkeit als Kenn-Eigenschaft von Metallen |  |
| * 1. Der Luft-Druck |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Für eine Wasser-Probe ermitteln Sie einen Siedepunkt von 101°C. Diskutieren Sie Faktoren, die diese Siede-Temperatur erklären könnten.
  2. Skizzieren Sie grob das vermutete Zustandsdiagramm von Iod.
  3. Ein Studierender begründet den Effekt beim „Kaputtmach“-Versuch so: „Das Vakuum saugt die Dose zusammen“. Begründen Sie, warum der Dozent diese Erklärung als falsch bezeichnet.
  4. Erklären Sie, warum (Weiß-)Wurst im Dampf schneller warm wird als in heißem Wasser.
  5. Begründen Sie, warum man bei der Leitfähigkeitsprüfung in Salz-Lösungen KEINE Gleichspannung verwenden sollte.

## Ein Versuch als Methoden-Baustein: Dichte

**Lehrziele**: Dichte als Größe; Dichte-Werte aus dem Alltag; Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln (Cola).

**Vorkenntnisse**: Masse- und Volumen-Begriff.

**Vorbereitung**: Folie mit dem Text (ggf. mit dem Experiment) fertigen. Material für Experiment „Demonstration der Dichte-Unterschiede“ vorbereiten, ggf. auch Experimente zur Dichte-Messung.

Einsatz im Unterricht: Sozial-Form: Klassen-Verband

Folge-Experimente: Partner- oder Gruppen-Arbeit (2 – 4 Lernende).

Als Einstieg in den Themen-Bereich Dichte kann der Dialog, auf Folie kopiert, als solcher präsentiert werden. Das beschriebene Experiment kann Lernenden entweder demonstriert oder mittels Abbildungen mit der zweiten Folie gezeigt werden. Im Anschluss können von Lernenden Dichte-Messungen mit gerührtem oder abgekochtem (Kohlendioxid entfernen!) Cola und Cola light durchgeführt werden. Dabei wird geklärt, dass die unterschiedliche Dichte von Cola und Cola light das „Schwimm-Verhalten“ der Getränke-Dosen beeinflusst. Der absolute Wert wird durch das in der Dose eingeschlossene Gas-Volumen und das Dosen-Material verändert, bei beiden Sorten jedoch in genau demselben Ausmaß, damit die Relationen erhalten bleiben.

**Neugier**: Der Versuch wird erklären, warum Cola light „light“ heißt.

**Material**:

Dieses Material besteht aus 1 Datei:

* 1 Seite Lehrer-Information
* 1 Folien-Vorlage Dialog
* 1 Folien-Vorlage Versuchsbilder
* Dichte, Versuch, mit 3 versch. Cola-Dosen

**Durchführung**: Siehe: Einsatz im Unterricht

**Dauer**: 5 - 10 Minuten, je nach Präsentations-Form des Experimentes.

**Besondere Hinweise**:

* Nach Einführung des Dosen-Pfandes besorgt man Cola- und Cola light-Dosen am besten an einer Tankstelle oder vom Recycling-Hof der Gemeinde.
* Als Erfolgskontrolle bietet sich Cola-Zero als Experiment-Erweiterung an: was kann man aus dem Vergleich schließen?

Julia und Silvi

Hey, Julia! Ich glaub ich kann mich bei „Wetten, dass“ bewerben!

1. Wieso denn das?

Ich hab am Samstag auf der Party echt was cooles entdeckt: Ich kann auch im Dunklen Cola von Cola light unterscheiden!

1. Is‘ doch easy, das kann ich auch, schmeckt doch total verschieden.

Quatsch, ich mein doch ohne die Cola-Dosen aufzumachen. Wenn die Dosen in einer Wanne mit Wasser liegen, schwimmen die Cola-light-Dosen und die Cola-Dosen gehen unter!

1. Echt! Und woran liegt das?
2. Ja, woran liegt das? Keine Ahnung?

Das Experiment



Zwei Gründe, warum Cola light „light“ ist

## Bestimmung der Dichte unregelmäßiger Körper

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n, a

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Dichte-Begriff und Dichte-Einheit (abgeleitet).

**Neugier**: Wegen diesem Versuch ist schon ´mal einer um einen Kopf kürzer gemacht worden..

**Material**:

* **Messzylinder, 100 mL**
* **Waage**

**Chemikalien**:

* Spitzer (ohne Messer)
* Kupfer-Stück
* Aluminium-Stück
* Marmor-Stück

**Durchführung**: Das Metall- oder Marmor-Stück genau abwiegen. In den Messzylinder genau 20 mL Wasser einfüllen, dann das Stück vorsichtig hineingleiten lassen. Volumen-Veränderung notieren.

**Beobachtung**:

Die Masse des Stückes beträgt:

m= ..,. g

Der Flüssigkeitsspiegel steigt um

**Deutung**: Der Anstieg des Flüssigkeits-Volumens entspricht dem Volumen des Metall-Stückes.

**Auswertung**:

**Erfahrungswerte früherer Durchführungen**:

* ρ(Al)= 3,3 g/
* ρ(Mg)= 1,8 g/  
  (Lit.: 1,74 g/
* ρ(Cu)= 8,9 g/  
  (Lit.: 8,94 g/)
* ρ(Marmor)= 2,6 g/(Lit.: 2,6-2,8 g/)

**Quelle**: Praktikumsskript P. Pfeifer (1993)

**Diskussion**: Vergleich zur Volumen-Bestimmung bei regelmäßigen (berechenbaren) Körpern.

Archimedes und die (echte?) Krone des Königs. Entscheiden Sie, welche Einschränkung für die Krone man treffen muss, damit eine Aussage möglich ist.

**WWW**: <http://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=17>; 02.07.2020. Virtuelle Dichte-Bestimmung nach zwei Methoden (englisch).

## Bestimmung der Dichte regelmäßiger Körper

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**, **E**: Dichte-Begriff, Dichte-Bestimmung verschiedener Werkstoffe.

**Neugier**: Erklären Sie in einem Satz, warum die Dichte für junge Lernende ein schwieriger Begriff ist.

**Material**:

* Waage

**Chemikalien**:

* Kupfer, Würfel 1
* Aluminium, Würfel 1
* Messing, Würfel 1
* Plexiglas, Würfel 1
* Stahl, Würfel 1

**Durchführung**: Die Masse der Würfel wird geschätzt und notiert. Dann werden die verschiedenen Würfel auf einer Balken-Waage durch Auflegen von g- und mg-Gewichten ausgewogen. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle festgehalten und untereinander verglichen.

**Beobachtung**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Material | Masse (g) | Masse (Erfahrung) | Dichte δ (Lit.) |
| Kupfer |  | 8,8 g | 8,9 g/ |
| Kunststoff |  | 1,12 g | 0,9-,96 g/ |
| Aluminium |  | 2,75 g | 2,7 g/ |
| Messing |  | 8,25 g | ~7-8 g/ |
| Stahl/Eisen |  | 5,72 g | 7,7 g/ |

**Auswertung**:

**Quelle**: Allgemeingut

**Hintergrund**: Wichtig ist das Zu- und Überordnen der Werkstoffe:

* Metalle: Kupfer, Aluminium, Messing, Stahl
* andere Werkstoffe: Kunststoff (Plexiglas)
* Aluminium und Stahl sind beide silbrig und nur durch ihre Dichte zu unterscheiden.
* Bunt-Metalle: Messing und Kupfer
* Legierung: Messing ist ein Kupfer-Zink- „Gemisch“ und hat eine gelbliche Farbe.

Plexiglas könnte man leicht mit Mineral-Glas verwechseln. Glas hat eine höhere Dichte (2 – 3 ). Außerdem müsste es bei Schlag zerspringen, was Plexiglas nicht macht (wird hier nicht ausprobiert!).

Metalle haben bei gleichem Volumen unterschiedliche Masse.

## Bestimmung der Dichte von Cola und Cola light

**Zeitbedarf**: 25 Minuten, Lernende

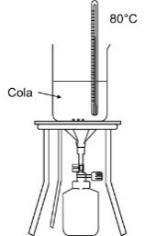
**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Ermittlung der Dichte von Lösungen

**E**: Experimentelle Unterscheidung verschiedener Getränkesorten.

**Neugier**: ???.

**Vorbereitung**:



Je Gruppe 100 mL der beiden Cola-Sorten genau abmessen und ca. 15 Minuten lang auf 80°C erhitzen, um das Kohlendioxid vollständig auszutreiben. Abkühlen lassen und bei ca. 20°C das verdampfte Wasser-Volumen wieder mit VE-Wasser ergänzen. Für die Spindel-Messung hängt das benötigte Volumen von der zur Verfügung stehenden Spindel-Länge ab.

**Material**:

* **Brenner, Feuerzeug**
* **Dreibein, Drahtnetz**
* **Stativ, Muffe, Klemme**
* **Becherglas, 250 mL**
* **Messzylinder, 100 mL**
* **Waage**
* **Thermometer, -10°C/150°C**
* Dichte-Spindel, Aräometer,  
  1,000-2,000 g/
* Standzylinder, V= 500 mL

**Chemikalien**:

Coca-Cola

Coca-Cola light

* + - VE-Wasser

**Durchführung 1** (Aräometer): Der Zylinder sollte in seiner Höhe dem Aräometer angepasst sein. Von den beiden Cola-Sorten wird mittels Aräometer die Dichte gemessen.

**Durchführung 2**: (über m und V)

Der Messzylinder 100 mL wird leer genau abgewogen:

Der Messzylinder wird mit Cola genau abgewogen:

Messzylinder spülen und im Trocken-Schrank trocknen, dann Prozedur für Cola light wiederholen:

**Entsorgung**: E1

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Hintergrund**:

Literatur: ρ(Cola)= 1,0389 , ρ(Cola light)= 0,890

Literatur: ρ(Wasser) bei 20°C: 0,9982

**Zusammensetzung Cola**:

* w()= 88%
* w(Zucker)= 10,6%
* w(Zitronensäure)= 0,3%
* w()= 0,06%
* w(Coffein)= 0,02%
* w(Aromen)= 0,018%

Geheimformel „7X“ (Aromastoff-Mischung ätherischer Öle von Limone, Orange, Muskat, Zimt, Neroli, Koriander, Alkohol), E150 (Zuckercouleur)

## Elektrische Leitfähigkeit

**Zeitbedarf**: 10 Minuten. Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Elektrische Leitfähigkeit: Kenn-Eigenschaft von Stoffen, Leitfähigkeits-Messung.

**E**: „Träges Wissen“: Erkennen isolierender Schichten.

**Vorbereitung**: ggf. mit Skizze zum Experimental-Aufbau

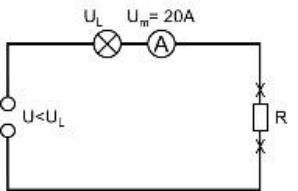
**Material**:

* **Lampe ca. 3,5-6 V   
  in Fassung**
* **2 Krokodil-Klemmen**
* **2 Kabel, rot**
* **2 Kabel, blau**
* **Multimeter**
* **Labor-Netzgerät**

**Chemikalien**:

* Natriumchlorid-Lösung  
  (aus Versuch Siedepunkt)
* Kupfer-Draht
* Aluminium-Stück
* Eisen-Nagel
* Magnesium-Band  
  CAS-Nr.: 7439-95-4
  + - Bleistift
* Holz-Stäbchen
  + - Glasstab

**Durchführung**:



Stromkreis nach Skizze aufbauen.

Netzgerät: Der Spannungsregler muss in 0-Stellung sein.

Multimeter: höchsten Bereich verwenden (ggf. findet sich ein gesonderter Anschluss 10 A oder 20 A)

Die Spannung des Netz-Teils darf maximal die auf der Lampe angegebene betragen.

Gleich- oder Wechsel-Spannung ist egal, Mess-Gerät aber auf die Spannungsart des Netzgerätes einstellen.

Die verschiedenen Materialien als Widerstand R testen und die Spannung langsam bis zur Lampen-Spannung erhöhen

**Beobachtung**:

Folgende Stoffe sind Isolatoren: ………………..(Notiere im Labor-Tagebuch).

Folgende Stoffe sind Leiter: ……………………..(Notiere im Labor-Tagebuch).

**Quelle**: Allgemeingut, erweitert durch W. Wagner

**Diskussion**: Kupfer-Draht, Aluminium-Profil, Eisen-Nagel

## Eigenschaften von Ionen-Verbindungen (Salzen)

**Zeitbedarf**: ca. 10 Minuten, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F** = Leitfähigkeit von Salz-Lösungen

**E** = Leitfähigkeit als physikalische Stoff-Eigenschaft

**Neugier**: Könnte man ohne Draht Strom von Amerika nach Europa leiten?

**Material**:

* **Spatel**
* 2x Experimentierkabel, mit Krokodilklemme, schwarz
* Experimentierkabel, mit Krokodilklemme, rot
* LED, 8 mm, grün
* Blockbatterie, 9 V
* Zellkultur-Platte, 6-well
* 2x Stecknadel  
  oder  
  2x Kanüle, 1,2 x 40 mm

**Chemikalien**:

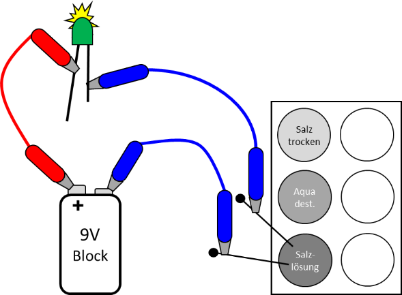
* Natriumchlorid  
  Kochsalz  
  CAS-Nr.: 7647-14-5

**Durchführung 1**: In zwei der Vertiefungen der Platte jeweils eine großzügige Spatelspitze Kochsalz geben.

Das Salz in einer der beiden Vertiefungen durch Zugabe von VE-Wasser und Umrühren mit dem Spatel lösen.

In eine dritte Vertiefung nur VE-Wasser geben.

Den Stromkreis entsprechend der Skizze aufbauen:



**Beachte**: Die LED hat eine Polung. Man erkennt sie an unterschiedlich langen Draht-Enden. Der Plus-Pol ist das längere Ende.

Nachdem die Krokodil-Klemmen an die Batterie geklemmt sind, kann der Stromkreis auf Richtigkeit hin überprüft werden, indem beide Stecknadeln/Kanülen (= Elektroden) kurzzeitig (!) aneinandergehalten werden und die LED dabei leuchtet.

Anschließend werden die Elektroden nacheinander in die Vertiefungen des festen Salzes, des VE-Wassers und der Salz-Lösung getaucht, um zu überprüfen, ob diese Stoffe den elektrischen Strom leiten. Die Elektroden dürfen sich dabei nicht berühren.

**Beobachtung 1**:

* Reines, trockenes Salz leitet den Strom nicht, die LED leuchtet nicht.
* Destilliertes Wasser bringt die LED auch nicht zum Leuchten.
* Bei der Salz-Lösung leuchtet die LED, sie leitet den elektrischen Strom.

**Deutung 1**: Die Natriumchlorid-Kristalle bestehen aus Natrium-Kationen und Chlorid-Anionen, welche durch den Kontakt mit Wasser schrittweise von Wasser-Teilchen umgeben werden (Hydrat-Hülle) und sich so langsam aus dem Kristall herauslösen und als gelöste Ionen in der Lösung vorliegen. Diese gelösten Ionen können im Gegensatz zu den Ionen im insgesamt elektrisch neutralen Salz-Kristall den Strom leiten.

**Diskussion**: Salze sind ionische Verbindungen und bestehen aus positiv geladenen Kationen und negativ geladenen Anionen. Begründen Sie, warum im trockenen Zustand keine Leitfähigkeit messbar ist.

Bei diesem Versuch ist auch offenes Experimentieren möglich, indem Lernende den Stromkreis ohne Anleitung nach eigenen Überlegungen aufbauen. Ziel des Versuchs ist es, die LED zum Leuchten zu bringen, da dies auf einen geschlossenen Stromkreis hinweist. Besondere Schwierigkeit: die LED ist gepolt, muss also „richtig herum“ angeschlossen werden.

Analog kann dieser Versuch im Makro-Maßstab mit Bechergläsern statt der Zellkultur-Platten und größeren Elektroden durchgeführt werden. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile beider Varianten.

Der Versuchsaufbau kann auch für andere Experimente, z. B. zur Untersuchung der Leitfähigkeit von Lösungen verwendet werden.

Die Leitfähigkeitsprüfung sollte nicht mit Gleichspannung durchgeführt werden. Diskutieren Sie Gründe dafür.

Diskutieren Sie auch, warum die Gleichspannung im vorliegenden Fall nicht unbedingt ein Sicherheits-Risiko darstellt.

**Entsorgung**: Ausguss

**Quelle**: Seminarmaterial von Waltraud Habelitz-Tkotz.

## **Siedepunkt-Bestimmung von dest. Was**ser und von Kochsalz-Lösung

**Zeitbedarf**: 20 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Einfache Ermittlung der Siede-Temperatur; Siedepunkt-Erhöhung

**E**: Abhängigkeit der Siede-Temperatur vom Außendruck; Teilchen-Modell erklärt die Veränderung des Dampf-Drucks

**K**: Siede-Diagramm von Wasser

**Material**:

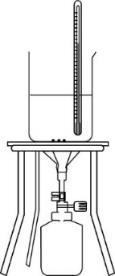
* **Dreibein**
* **Draht-Netz**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Stativ, Muffe, Klammer**
* **Thermometer**
* **Becherglas 250 mL**
* **Löffel-Spatel**
* Siedesteinchen
* ggf. Barometer
* Stoppuhr

**Chemikalien**:

* + - VE-Wasser
* Natriumchlorid  
  Kochsalz  
  CAS-Nr.: 7647-14-5

**Aufgabe**: Schätzen Sie, wie heiß Wasser werden kann.

**Durchführung 1**:



In das Becherglas ca. 100 mL VE-Wasser füllen, 3 Siedesteinchen zugeben und Thermometer so befestigen, dass der Fühler-Kopf ganz eintaucht, aber den Boden nicht berührt. Wasser bis etwa 85°C erhitzen, dann 5 Minuten lang alle 30 Sekunden die Temperatur ablesen.

Tragen Sie die Temperaturen in die Werte-Tabelle unten ein.

**Beobachtung 1**: Wasser siedet bei T<100°C (Erf.: 98°C/1041 hPa, 99,5°C/1052 hPa)

**Auswertung 1**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t[Min.] | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
| T[°C] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Zeichnen Sie auf kariertem Papier ein Siede-Diagramm für die Werte aus der Tabelle

**Deutung 1**: Der Luft-Druck beträgt heute im Praktikumsraum \_\_\_\_\_\_\_hPa= mbar. Entscheiden Sie, ob das die Abweichung von den 100°C erklärt.

**Durchführung 2**: Wasser aus dem Versuch „Siedepunkt-Bestimmung von Wasser“ wieder auf 100 mL auffüllen, ggf. 3 Siedesteinchen zugeben, 3 Löffel Kochsalz (oder, bei mehreren Gruppen, nach Maßgabe des Praktikumsleiters) auflösen und das Thermometer so einhängen, dass der Fühler-Kopf ganz eintaucht, aber den Boden nicht berührt. Wasser bis etwa 85°C erhitzen, dann alle 30 Sekunden ca. 5 Minuten lang Temperatur ablesen. Werte-Tabelle anlegen und eintragen (max. 10 Werte).

**Beobachtung 2**: Nicht reines Wasser siedet bei T> 100°C (2 Löffel NaCl: 101,5°C; 7 Löffel: 106°C)

**Auswertung 2**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t[Min.] | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
| T[°C] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Zeichnen Sie die Kurve zu der des VE-Wassers mit ein.

**Deutung 2**: Kochsalz ist als Wasser-Verunreinigung anzusehen und erhöht den Siede-Punkt.

**Entsorgung**: Ausguss

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**:

Diskutieren Sie Gründe für die Abhängigkeit des Siede-Punktes vom Luft-Druck mit Hilfe des Teilchen-Modells.

Welcher Art ist die Wechselwirkung der Teilchen des Lösestoffs mit denen des Lösemittels?

Verwendung der Schmelzpunkt-Erniedrigung: Harnstoff und Na/KAc zum Enteisen von Start- und Landebahnen bzw. Tragflächen.

**WWW**:

* <http://www.mondorf-wetter.de/wetter/tempscal.htm>; 02.07.2020
* <http://lexikon.wasser.de/>; 02.07.2020
* <https://www.hausfrauenseite.de/haushalt/salz.html>; 02.07.2020

## Ein „Kaputtmach-Versuch“

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lehrender, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Große Volumen-Unterschiede zwischen gleichen Massen flüssiger und gasförmiger Stoffe. Wirkung des Luftdrucks.

**Neugier**: Kaputt machen macht an sich Spaß 😊.

**Material**:

* **Brenner, Feuerzeug**
* **Tiegelzange**
* **Kristallisierschale, d= 190 mm**
* Getränke-Dose, leer

**Durchführung**: Dosen-Verschluss ggf. ganz entfernen.

Ca. 20 mL Wasser in die Dose geben.

Mit der Tiegelzange so anfassen, dass sie mit der Öffnung voraus schnell ins Wasser getaucht werden kann.

Wasser zum Kochen bringen (bis deutlich „Nebel“ aus der Öffnung tritt).

Nun die Dose mit der Öffnung voraus ins Wasser eintauchen und sofort loslassen.

**Beobachtung**: Die Dose wird schlagartig stark verformt.

**Deutung**: Durch das Abkühlen kondensiert der Wasser-Dampf in der Dose.

Dadurch verringert sich das Volumen von den ca. 330/500mL sehr schnell auf fast 0.

Deshalb entsteht ein starker Unterdruck.

Wegen der Trägheit des Wassers (relativ hohe Masse, die erst beschleunigt werden muss) kann dieses den Unterdruck nicht schnell genug ausgleichen, so dass der Luft-Druck die dünne Wand verformen kann.

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: Physik-Experiment

**Diskussion**:

* Von der Heftigkeit überrascht?
* Grenzen des Erfahrungs-Bereiches mit einer „Alltagskraft“.
* Berechnen Sie, wieviel Wasser man mindestens einfüllen muss, um die Dose (V= 0,5 L) mit Dampf zu füllen.

## Experimentierkästen

**Kompetenz/Ziel**: für Studierende: Kenntnis der Markt-Situation, Beratung für Lernende.

**Material**:

* Kosmos: Chemie C300, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart, Art.-Nr.: 645 014, max. 160 €; Inhalt.



* Kosmos: Kristalle züchten, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart, Art.-Nr.: 644 819, ab 18€.



* Boxen Luft I + II, Cornelsen Experimenta, Berlin, Art.-Nr.: 0031705, ca. 460€

**Durchführung**:

Verschaffen Sie sich eine Übersicht über:

* den Inhalt der Kästen (Material und Chemikalien)
* die Qualität der Anleitungen
* die Interessantheit der Experimente
* die fachliche Korrektheit
* den didaktischen Sinn
* die Angemessenheit der Altersempfehlungen

**Quelle**:

* Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, Pfizerstr. 5 – 7, 70184 Stuttgart
* Cornelsen Experimenta, Holzhauser Str. 76, 13509 Berlin

**WWW**: <https://www.kosmos.de/experimentierkaesten/>; 02.07.2020

# Die chemische Reaktion

Ziele des Termins:

**Fähigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Gefährlichkeit von (feinen) Metall-Pulvern einschätzen |  |
| * 1. Flüssigkeiten didaktisch korrekt anfärben |  |
| * 1. Nutzung von Erfahrungskisten für selbst organisiertes Lernen (SOL) |  |
| * 1. Experimentiertechnik mit medizinischem Material „Microscale“ 2 |  |
| * 1. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise vermitteln (Kupfer im Verbrennungsrohr) 2 |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Sicheres Herstellen von Laugen (durch Lösen von Hydroxiden) |  |
| * 1. Hofmann’schen Zersetzungsapparat sicher aufbauen |  |
| * 1. Das Eudiometer sicher nutzen |  |
| * 1. Sichere Bedienung eines Labor-Netzgerätes (Bauform 2) 2 |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit Gas-Druckflaschen 1 |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit Hochspannung (Piezo-Zünder) |  |
| * 1. Sichere Durchführung der Knallgas-Probe und Knallgas-Reaktion |  |
| * 1. Sichere Durchführung der Glimmspan-Probe |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Analyse und Synthese (aus den Elementen) als Reaktionstypen |  |
| * 1. Lösungsenthalpie |  |
| * 1. Der Begriff „Unversuch“ |  |
| * 1. Die Bedeutung von Lehrzielen für die Durchführung von Experimenten |  |
| * 1. Exotherme und endotherme Reaktionen |  |
| * 1. Experimenteller Nachweis des stöchiometrischen Verhältnisses () |  |
| * 1. Unterschiedliche Löslichkeit von (3) Gasen in Wasser |  |
| * 1. Nachweis-Reaktionen für (3) Gase |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Begründen Sie, warum die Bildung von Eisensulfid unter Umständen als „Unversuch“ bezeichnet werden muss.
  2. Begründen Sie, warum grobe Metall-Pulver i. d. R. sehr schwer zu entzünden sind, sehr feine hingegen explosiv sein können.
  3. Nennen Sie die drei möglichen Lehrziele für die Wasser-Zersetzung im Hofmann-Apparat.
  4. Begründen Sie, warum der Hofmann‘sche Zersetzungsapparat nicht mit Wechsel-Spannung betrieben werden darf.
  5. Im Hofmann‘schen Zersetzungsapparat können drei verschiedene Gase entstehen. Beschreiben Sie treffende Nachweise.
  6. Begründen Sie, warum man Salze lösen sollte, damit sie effektiver reagieren.

## Bildung von Eisensulfid (ein Unversuch)

**Zeitbedarf**: 5 Minuten

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Metalle und Schwefel reagieren miteinander zu Sulfiden

**E**: Veränderte Eigenschaften zeigen das Vorhandensein neuer Stoffe aus neuen Teilchen

**B**: Beispiel für einen Versuch, der nicht zeigt, was er soll („Unversuch“)

**Material**:

* Dreibein, Drahtnetz
* Brenner, Feuerzeug
* Reibschale, d= 70 mm, Pistill
* 2x Pulverspatel, L= 170 mm
* Rundfilter, d= 110 mm
* Reagenzglas, d= 18 mm
* Reagenzglas-Gestell
* Magnet, Hufeisen
* Lupe

**Chemikalien**:

* 16,8 g Eisen-Pulver   
  CAS-Nr.: 7439-89-6   
   Achtung   
  H228, H251   
  P210, P260, P370+P378
* 9,6 g Schwefel-Pulver   
  CAS-Nr.: 7704-34-9   
   Achtung   
  H315
* handelsübliches Eisensulfid   
  CAS-Nr.: 1317-37-9   
  09 – UmweltgefährlichGefahr  
  H400  
  P273

**Durchführung 1**: Die angegebenen Substanz-Mengen (Mol-Verhältnis 1:1) werden in der Reibschale fein zerrieben und vermischt.

Anschließend den Magneten in das Filterpapier packen und damit einmal umrühren. Beobachtung?

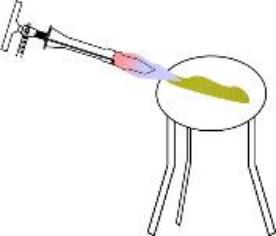
Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser füllen, eine Spatelspitze des Gemisches zugeben. Beobachtung?

Untersuchung mit der Lupe. Beobachtung?

**Beobachtung 1**: Es handelt sich um ein Gemisch.

**Beweis**: Eisen kann mit einem Magneten wieder herausgeholt werden, Schwefel durch Aufschwimmen im Wasser.

**Durchführung 2**: Den Rest der Substanz auf dem Keramik-Drahtnetz in einer nicht zu dünnen Bahn aufbringen und mit dem Brenner anzünden.



Nach dem Erkalten des Produktes: in der Reibschale zerreiben und mit dem Magneten einmal umrühren. Beobachtung?

Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser füllen, eine Spatelspitze des Produktes zugeben. Beobachtung?

Untersuchung mit der Lupe. Beobachtung?

**Beobachtung 2**: Ein neuer Stoff ist entstanden. Eisen kann nicht mehr (siehe Did. Hinweise) mit einem Magneten herausgeholt werden, Schwefel kann nicht mehr durch Aufschwimmen im Wasser abgetrennt werden. Vermutlich ein Reinstoff.

**Deutung**: Durch eine chemische Reaktion haben sich Schwefel und Eisen zu einem neuen Stoff verbunden:

;

oder

;

**Entsorgung**: E8, B2

**Durchführung 3**: Handelsübliches Eisensulfid mit dem Magneten berühren

**Beobachtung 3**: Der Magnet zieht Eisensulfid an

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991

**Diskussion**: Wahrscheinliche, vereinfachte Reaktionsgleichung

**Hintergrund**: Übliche Ziele: Es entsteht ein neuer Stoff.

„Beweis“: der neue Stoff „hat keine magnetischen Eigenschaften mehr“.

**Didaktischer Hinweis**:

**Ziel 1)** wird erreicht: Aus dem gelben Stoff Schwefel und dem grauen Stoff Eisen wird ein dunkelgrauer Stoff Eisensulfid.

**Ziel 2)** wird nicht erreicht: Eisensulfid ist ebenfalls, wenn auch etwas schwächer, magnetisch, so dass der Test mit dem Magneten nicht als Beweis neuer (nicht magnetischer) Eigenschaften dienen kann. Der Effekt bleibt entweder verborgen, weil man schwache Magneten verwendet oder, falls nicht, wird er falsch interpretiert durch „Reste von Eisen im Produkt“. Man findet den Fehler schon in Literatur von 1968 (EYDAM-Chemie).

**Ersatz**: siehe „Bildung von Zinksulfid“.

Wir empfehlen durchaus die Variante, in der die Reaktion in einem Reagenzglas durchgeführt wird. Das Reagenzglas muss zwar zur Gewinnung des Produktes zerstört werden, dafür bleibt aber der oft einzige Keramik-Drahtnetz-Satz für andere Experimente sauber.

**WWW**: <https://www.seilnacht.com/versuche/sulfid.html>; 02.07.2020; Bilder.

## Bildung von Zinksulfid

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lehrende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Metalle und Schwefel reagieren exotherm miteinander zu Sulfiden. Dabei ist Aktivierungsenergie nötig.

**E**: Veränderte Eigenschaften zeigen das Vorhandensein neuer Stoffe. Diese bestehen aus anderen Teilchen.

**K**: Energie-Profil erstellen

**Neugier**: Das ist „richtige“ Chemie, Feuer und Flamme!

**Material**:

* **Brenner, Feuerzeug, Dreibein**
* **2x** **Becherglas, 100 mL, weit**
* **Glasstab**
* **Reibschale, Pistill**
* **Trichter, Glas**
* **Pulverspatel**
* **Erlenmeyerkolben, 250 mL**
* **Waage 0,0 g**
* Glasgefäß, z. B. Marmeladenglas
* Blatt Papier
* Faltenfilter, d= 185 mm
* Lupe
* 2x Sieb, d= 80 mm  
  Kunststoff, z. B. Teesieb
* Drahtnetz (alt)
* Eisen-Draht, L= 600 mm, d= 3 mm

**Chemikalien**:

* 13,1 g Zink-Pulver   
  CAS-Nr.: 7440-66-6   
    Gefahr   
  H250, H260, H410   
  P222, P210, P231+P232, P280, P370+P378, P273
* 6,4 g Schwefel-Pulver   
  CAS-Nr.: 7704-34-9   
   Achtung   
  H315

**Durchführung 1**:  

Die angegebenen Substanz-Mengen (Mol-Verhältnis 1:1) werden aus getrennten Sieben abwechselnd in dünner Schicht auf das Blatt Papier gesiebt. Schwefel-Kügelchen am Ende im Sieb zerdrücken. Dann Mischung in das Glas schütten und mit Deckel schütteln.

Untersuchung einer Portion mit der Lupe auf Papier. Beobachten.

Becherglas zu 2/3 mit Wasser füllen, 1/3 Spatel der Substanz vorsichtig aufstreuen und mit dem Glasstab umrühren. Beobachten.

**Beobachtung 1**:

* Mit der Lupe werden gelbe und dunkle Körnchen sichtbar.
* In Wasser bleibt gelbes Schwefel-Pulver auf der Oberfläche, dunkles Zink-Pulver sinkt ab.

**Deutung 1**:

* Mit der Lupe wird sichtbar, dass es sich um ein Gemisch handelt.
* Es lässt sich in Wasser wieder in Schwefel-Pulver und Zink-Pulver trennen.

**Durchführung 2**: Den Rest der Substanz auf dem Keramik-Drahtnetz in einer nicht zu dünnen Bahn aufbringen. Mit einer Lage Alufolie umgeben. Dann das Zink-Schwefel-Gemenge mit dem in der Brenner-Flamme glühend gemachten Draht entzünden.

Nach dem Erkalten des Produktes dieses im Reibschale zerreiben.

Untersuchung mit der Lupe. Beobachten.

Becherglas zu 2/3 mit Wasser füllen, einen Spatel des Produktes zugeben und mit dem Glasstab umrühren. Beobachten.

**Beobachtung 2**:

* Keine Einzel-Komponente erkennbar.
* Das weiß-gelbe Produkt sinkt ab.

**Entsorgung**:

* Inhalt der beiden Bechergläser filtrieren.
* Rückstand der Filtration: E8, B2
* Wasser: E1
* Zinksulfat in den anorganischen Feststoffbehälter.

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991

**Diskussion**:

Formulieren Sie die wahrscheinliche, vereinfachte Reaktionsgleichung.

Notieren Sie die Energie-Beteiligung. Zeichnen Sie ein Energie-Diagramm dafür.

**Didaktischer Hinweis**: Es gelten die gleichen Zielsetzungen wie bei Eisensulfid, das Produkt kann aber durch die (andere) weiß-gelbliche Farbe bzw. durch die gestiegene Dichte korrekt als „neu“ nachgewiesen werden.

**WWW**:

* <http://www.seilnacht.com/versuche/sulfid.html> Beschreibung; 02.07.2020
* <http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/01_03.htm>, mit weiteren Metall-Schwefel-Versuchen; 02.07.2020
* <http://www.chemieunterricht.de/dc2/vermisch/quanti-c.htm> Einsatzmöglichkeit im Unterricht; 02.07.2020

## Lösen von Kaliumhydroxid in Wasser

**Zeitbedarf**: 3 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Löse-Vorgang als exotherme Reaktion, Lösungsenthalpie

**E**: Sicherheit beim Herstellen von Laugen

**Neugier**: Hätten Sie beim Lösen von Salzen an Kaliumhydroxid gedacht?

**Material**:

* **Reagenzglas, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Stopfen, für Reagenzglas**
* **Thermometer, -10°C/150°C**
* **Pulverspatel**
* **Pinzette**

**Chemikalien**:

* Kaliumhydroxid  
  CAS-Nr.: 1310-58-3   
    Gefahr   
  H290, H302, H314   
  P260, P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

**Durchführung**:  

Ca. 3 mL Wasser in das Reagenzglas füllen, Temperatur messen.

Dann 3 – 5 Plätzchen Kaliumhydroxid zugeben und schütteln.

Nach 2 Minuten erneut Temperatur messen.

**Beobachtung**: Die Temperatur steigt von ca. 20°C auf ca. 50°C an

**Deutung**: Die Lösungsenthalpie (Lösungswärme) von Kaliumhydroxid ist kleiner als Null

**Entsorgung**: E8, B1

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**:

* Haare und Hornhaut werden von konz. Laugen mehr angegriffen als durch Säuren.
* Sichere Vorgehensweise beim Lösen und Verdünnen konzentrierter Säuren und Laugen.

## Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff

### Geschlossene Anleitung

**Zeitbedarf**: D1: 15 Minuten / D2: 15 Minuten

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Zusammensetzung von Wasser, Elektrolyse, Löslichkeit von Gasen in Wasser

**E**: Analysen: Spaltung von Verbindungen

**Neugier**: Es liegt am Durchführenden, was sein Experiment zeigt.

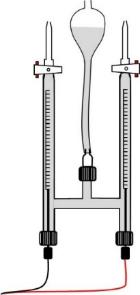
**Material**:

* **Labor-Netzgerät**
* **2 Experimentierkabel  
  L= 50 cm, blau + rot**
* **Kristallisierschale, d= 190 mm**
* **Becherglas, 400 mL**
* Trichter, d= 45 mm
* Stoppuhr
* Wasserzersetzungsapparat nach Hoffmann

**Chemikalien**:

* Schwefelsäure (stark angesäuertes Wasser)   
  w= 20%   
  CAS-Nr.: 7664-93-9   
   Gefahr   
  H290, H314   
  P280, P305+P351+P338, P310

**Vorbereitung**: Die Apparatur wird durch Lehrende (oder Studierende) aufgebaut und befüllt.



Während des Befüllens darauf achten, dass der Flüssigkeitsspiegel in den Zersetzungsschenkeln auf der Markierung „0 mL“ zu stehen kommt (rechtzeitig Hähne schließen und vorsichtig auf „0“ stellen). Das Netzgerät bleibt ausgeschaltet, die Spannung wird auf etwa 10 V voreingestellt.

**HINWEIS**: die Elektroden sollten über dem Verbindungsschenkel enden (wie in Skizze), sonst Explosionsgefahr.

**Durchführung 1**: (Lernende)

Netzgerät einschalten und gleichzeitig Stoppuhr starten.

Nach 10 Minuten Netzgerät ausschalten, ca. 1 Minute warten, bis sich alle Gas-Blasen oben gesammelt haben.

Die Gas-Menge genau ablesen.

Flüssigkeitsspiegel vorsichtig wieder auf „0 mL“ einstellen.

**Beobachtung 1**: An beiden Elektroden entstehen Gas-Blasen.

Notiere im Labor-Buch

V1(Sauerstoff)= ..,.  mL

V2(Wasserstoff)= ..,.  mL

**Aufgabe**: Nochmal wie Durchführung 1: schätzen Sie die Menge an Gasen, die Sie erwarten.

**Durchführung 2**: (Lernende)

Netzgerät einschalten und gleichzeitig Stoppuhr starten.

Nach 10 Minuten Netzgerät ausschalten, ca. 1 Minute warten, bis sich alle Gas-Blasen oben gesammelt haben.

Die Gas-Menge genau ablesen.

**Beobachtung 2**: Notiere im Labor-Tagebuch:

V3(Sauerstoff)= ..,. mL

V4(Wasserstoff)= ..,. mL

**Deutung**: Die Sauerstoff-Menge V1 ist geringer als erwartet (weniger als 1/2 V2), die Menge V3 liegt nahe an 1/2 V4. Von der ersten Portion Sauerstoff muss ein Teil „verschwunden“ sein. Dieser Teil hat sich in Wasser gelöst.

Die Sauerstoff-Menge V3 ist größer als V1, obwohl an Spannung und Zeit nichts verändert wurde. Ein Teil des Sauerstoffs aus D1 muss ich in Wasser gelöst haben. Während D2 war das Wasser (weitgehend) gas-gesättigt.

**Entsorgung**: Schwefelsäure wieder verwenden.

**Quelle**: In dieser Ziel-Setzung: W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth, Mai 2004.

**Diskussion**: Entscheiden Sie, welches Wasser besser geeignet ist: abgekochtes, destilliertes, angesäuertes oder Leitungswasser.

Diskutieren Sie mögliche (Mess-)Fehler-Quellen.

**Didaktischer Hinweis**: Das Experiment eignet sich als Experiment für erfahrende Lernende oder als Demonstrationsversuch von Lehrenden in Zusammenhang mit Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser.

Nachdem die sehr gute Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid erfahren wurde, sollte dazu im Vergleich die mäßige Löslichkeit von Sauerstoff gegenübergestellt werden (die noch geringere Löslichkeit von Stickstoff ist nicht einfach darstellbar und liegt der Erfahrung Lernender nicht so nahe).

Als Voraussetzung erfahren Lernende, dass Strom Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, dass diese Gase getrennt in den Schenkeln des Apparates entstehen und dass sie im Verhältnis entstehen müssten.

### Variante mit einer Erfahrungskiste

**Zeitbedarf**: D1: 15 Minuten / D2: 15 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Zusammensetzung von Wasser, Elektrolyse, Löslichkeit von Gasen in Wasser

**E**: Analysen: Spaltung von Verbindungen

**Neugier**: ???.

**Material**:

* [Erfahrungskiste ek05](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umethoden/erfahrungskisten/0_Verzeichnis.pdf) „Wir machen Wasser kaputt“

**Durchführung 1**:

Batterie anklemmen und gleichzeitig Stoppuhr starten.

Nach 4 Minuten abklemmen und die Gas-Menge genau ablesen.

Flüssigkeitsspiegel vorsichtig wieder auf „0 mL“ stellen.

**Entsorgung**: Natriumcarbonat-Lösung wiederverwenden.

**Quelle**:

* J. Söllner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth, Schrift. Hausarbeit 2010,
* bearbeitet: Julia Simon, Julia Vogel, Masterarbeit „Master of Education“, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Diskussion**: Begründen Sie, warum hier Natriumcarbonat-Lösung zur Wasser-Analyse verwendet wird (ggf. im Experiment reines Wasser verwenden und vergleichen).

**Hintergrund**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Löslichkeiten in 100 mL Wasser (Literatur-Werte): | | |
| T [°C] | V(Sauerstoff) | V(Wasserstoff) |
| 0°C | 4,9 mL |  |
| 20°C | 3,1 mL | 2 mL |
| 100°C | 1,7 mL |  |

Lit.: Römpp, Chemielexikon, 9. Auflage, Thieme, Stuttgart 1994

**Didaktischer Hinweis**: Das Experiment eignet sich als Experiment für erfahrende Lernende oder als Demonstrationsversuch von Lehrenden in Zusammenhang mit Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser.

Nachdem die sehr gute Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid erfahren wurde, sollte dazu im Vergleich die mäßige Löslichkeit von Sauerstoff gegenübergestellt werden (die noch geringere Löslichkeit von Stickstoff ist nicht einfach darstellbar und liegt der Erfahrung Lernender nicht so nahe).

Als Voraussetzung erfahren Lernende,

* dass der Strom Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt
* dass diese Gase getrennt in den Schenkeln des Apparates entstehen und
* dass sie im Verhältnis entstehen müssten

## Erhitzen von Kupfer im Verbrennungsrohr

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Ausschluss nichtzutreffender Versuchs-Deutungen; naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise.

**Neugier**: Ruß oder nicht, das kannst du selbst herausfinden.

**Material**:

* **Brenner, Feuerzeug**
* **Stativ, Muffe, Klammer**
* **Reaktionsrohr, Quarz,  
  L= 100 mm, d= 18 mm**
* Streichhölzer

**Chemikalien**:

* Kupfer-Folie  
  CAS-Nr.: 7440-50-8   
  d~ 0,2 mm, 6x12 cm

**Durchführung**: Die Kupfer-Folie wird in die Mitte eines Verbrennungsrohres gesteckt. Das Rohr wird schräg eingespannt und unter der Kupfer-Folie erst vorsichtig, dann kräftig erhitzt.

Die Luft-Strömung wird durch das Verhalten eines brennenden Streichholzes am oberen Ende des Reaktionsrohres geprüft.

**Beobachtung**: Anfangs bildet sich auf der Kupfer-Folie eine rote Anlauf-Farbe, dann tritt allmählich eine Schwarz-Färbung ein.

**Deutung**: Da das Kupfer unter diesen Bedingungen zwar mit heißer Luft, nicht aber direkt mit der Flamme in Berührung kam, muss sich der schwarze Belag aus Kupfer und einem Bestandteil der Luft gebildet haben.

Es kann also keinesfalls Ruß sein.

Es handelt sich um Kupfer(II)-oxid.

**Entsorgung**: Kupfer-Folie wiederverwenden.

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.

**WWW**: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-091.htm>;  
Kupferbriefchen; 02.07.2020

## Synthese von Wasser

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Synthese (giftfrei); Zusammensetzung von Wasser

**E**: Aussagekraft von Molekül-Formeln, Stöchiometrie

**Neugier**: Wenn es kein Wasser gibt, dann machen wir es uns.

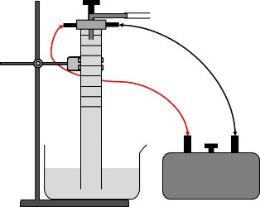
**Material**:

* 2x Experimentierkabel,  
  L= 50 cm, blau + rot
* Stativ, 2 Muffen
* Silicon-Schlauch
* Silicon-Schlauch, Mundstücke
* Eudiometer nach Schlager, mit piezoelektrischem Zündfunkengeber, pneumatische Wanne
* Wasserstrahl-Pumpe

**Chemikalien**:

* Wasserstoff  
  CAS-Nr.: 1333-74-0   
    Gefahr   
  H220, H280   
  P210, P377, P381, P403
* Sauerstoff  
  CAS-Nr.: 7782-44-7   
    Gefahr   
  H270, H280   
  P244, P220, P370+P376, P403

**Durchführung**: Eudiometer nach Skizze aufbauen.



Durch Saugen am Silicon-Schlauch (Wasserstrahl-Pumpe, Ventil öffnen) von unten mit Wasser füllen.

Dann Gase einfüllen: erst 4 Teile Sauerstoff, dann 4 Teile Wasserstoff, zünden.

**Beobachtung 1**: Es bleibt ein Rest von 2 Teilen Gas übrig

**Deutung 1**: Es ist zu viel Sauerstoff eingesetzt worden:

**Durchführung 2**: Gas-Gemisch aus 4 Teilen Sauerstoff und 2 Teilen Wasserstoff zünden.

**Beobachtung 2**: Es bleibt ein Rest von 3 Teilen Gas übrig.

**Deutung 2**: Es ist zu viel Sauerstoff eingesetzt worden:

**Durchführung 3**: Gas-Gemisch aus 2 Teilen Sauerstoff und 4 Teilen Wasserstoff zünden.

**Beobachtung 3**: Es bleibt kein Rest Gas übrig.

**Deutung 3**:

Benötigt wird offenbar ein Verhältnis H:O = 2:1.

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991.

**WWW**: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/versuche/massenv.html>; 02.07.2020

## Erste Knallgas-Probe

**Zeitbedarf**: ca. 10 - 15 Minuten. Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F** = Elektrolyse von Wasser mit Hilfe elektrische Stroms als endotherme Reaktion

**E** = Herleitung des Hoffmann‘schen Zersetzungsapparates

**K** = Formulieren mehrerer Versuchs-Beobachtungen

**B** = Eindeutigkeit der Interpretation des Versuchsergebnisses

**Neugier**: Lass es krachen.

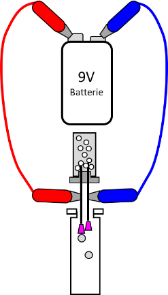
**Material**:

* **Teelicht**
* **Feuerzeug**
* Injektionsflasche, 5 mL
* Injektionsflasche, 2 mL
* Chlorbutyl-Stopfen, d= 13 mm
* Blockbatterie, 9 V
* Experimentierkabel, mit Krokodilklemme, schwarz + rot
* 2x Kanüle, 1,2 x 40 mm

**Chemikalien**:

* Natriumsulfat-Lösung  
  gesättigt  
  CAS-Nr.: 7757-82-6

**Durchführung 1**:



Die kleine 2 mL Injektionsflasche randvoll mit gesättigter Natriumsulfat-Lösung befüllen und mit dem Stopfen verschließen. 2 Kanülen vorsichtig durch den Stopfen in die Natriumsulfat-Lösung stechen. Sie dienen als Elektroden. Die Kanülen nur so weit einstechen, dass die Spitzen mit der gesamten Öffnung gerade durch den Stopfen schauen.

Die leere 5 mL Injektionsflasche über die (rosafarbenen) Enden der Kanülen stülpen, diese müssen dafür leicht versetzt sein, damit sie durch die Öffnung passen.

Die Kanülen werden über die Experimentierkabel mit Krokodil-Klemmen mit dem Plus- und Minus-Pol der Batterie verbunden, dürfen sich dabei aber NICHT berühren! Danach wird der Versuchsaufbau schnell auf den Kopf gedreht (End-Position vgl. Skizze).

**Beobachtung 1**: Nach dem Schließen des Stromkreises ist eine Gas-Bildung an den beiden Elektroden sichtbar (bei genauem Hinsehen ist sie unterschiedlich stark). Das entstehende Gas verdrängt die Natriumsulfat-Lösung, welche ins größere Auffang-Gefäß tropft.

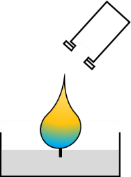
**Deutung 1**: Durch Energie-Zufuhr in Form von elektrischem Strom findet eine Zersetzung der Wasser-Moleküle in Wasserstoff (g) und Sauerstoff (g) statt.

Diese gasförmigen Produkte benötigen mehr Volumen als die Natriumsulfat-Lösung, so dass diese aus der 2 mL Injektionsflasche verdrängt wird. Die Zugabe von Natriumsulfat zum Wasser verbessert die Leitfähigkeit und dadurch den Vorgang der Elektrolyse des Wassers.

Bei dieser Reaktion handelt es sich um eine endotherme Reaktion, der zum Ablauf stets Energie zugeführt werden muss. Unterbricht man den Stromkreis, dann stoppt auch die Gas-Bildung.

**Durchführung 2**:

Sobald die 2 mL Injektionsflasche „leer“ bzw. die Natriumsulfat-Lösung verdrängt ist, wird mit dem Gas die Knallgas-Probe durchgeführt. Dafür die Krokodil-Klemmen sowie die Kanülen entfernen. Das Teelicht erst jetzt anzünden, dann möglichst rasch den Stopfen der Flasche entfernen und die Flaschen-Öffnung zügig an die Flamme halten. (Das flüssige Wachs einer länger brennenden Kerze würde herausspritzen, Verletzungsgefahr).



**Beobachtung 2**: Es ist ein recht lautes Pfeifen zu hören, das durch den Luft-Stoß meist die Flamme zum Erlöschen bringt.

**Deutung 2**: Das Gemisch aus Wasserstoff- und Sauerstoff-Gas im Glas reagiert durch die Aktivierungsenergie der Kerzen-Flamme wieder zu Wasser zurück.

Dabei wird die zuvor bei Durchführung 1 bei der Elektrolyse zugeführte Energie wieder schlagartig freigesetzt. Die Energie-Freisetzung wird durch die Öffnung des Glases kanalisiert, so dass das Pfeifen durch Schallwellen entsteht.

**Diskussion**: Dieser Versuch kann auch mit Lernenden der 5. Jahrgangsstufe im Natur und Technik Unterricht als Beispiel für die chemische Reaktion durchgeführt werden. Im Chemie-Unterricht höherer Jahrgangsstufen (8 NTG) wird dann zusätzlich die unterschiedlich starke Gas-Entwicklung an beiden Elektroden thematisiert.

**Entsorgung**: Natriumsulfat-Lösung in den Ausguss.

**Quelle**: Material-Sammlung von Waltraud Habelitz-Tkotz.

## Kohlenstoffdioxid und Wasser

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Gase lösen sich (und reagieren) in Wasser

**E**: Erklärung überraschender Versuchsergebnisse; Teilchen-Modell des Löse-Vorgangs

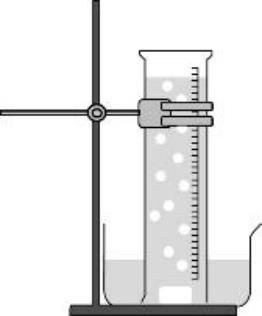
**Material**:

* **pneumatische Wanne**
* **Stativ, Muffe, Klammer**
* **Abdeckscheibe / Parafilm**
* **Spritze, 50 mL**
* **Silicon-Schlauch, ca. 50 cm**
* **Reagenzglas, d= 30 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* Messzylinder, 500 mL, Kunststoff

**Chemikalien**:

* 2 - 3 Brause-Tabletten aus dem Lebensmittel-Handel möglichst ohne Farbstoffe
* Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung)   
  CAS-Nr.: 1305-62-0   
   Gefahr   
  H315, H318   
  P280, P305+P351+P338

**Vorbereitung**:



**Lehrende**: Zylinder ganz mit Wasser füllen, abdecken (je nach Ausführung: Parafilm oder Abdeckscheibe) und kopfüber in die pneumatische Wanne stellen. Darin ist nur so viel Wasser, dass der Inhalt des Zylinders noch hineinpassen würde. Stand-Festigkeit des Zylinders mit Stativ-Material sichern.

Lernende: Den Zylinder in der mit Wasser gefüllten Wanne (d > Zylinderhöhe) untertauchen und ganz mit Wasser füllen. Dann den Fuß anheben, sodass die Öffnung am anderen Ende nie aus dem Wasser ragt und der Zylinder wassergefüllt bleibt. Zylinder nun mit der Klammer wie in der Skizze befestigen.

**Durchführung 1** (Lernende): Zylinder so weit anheben, dass man die Brause-Tablette schnell darunter schieben kann, dann schnell bis zum Boden absenken.

**Beobachtung 1**: Die Brause-Tablette entwickelt ein Gas, das aus dem Zylinder Wasser verdrängt.

**Auswertung 1**: Notieren Sie das Volumen des entstandenen Gases: V1= ... mL

**Durchführung 2**: Schieben sie nach dem Ablesen eine zweite Tablette in den Zylinder.

**Beobachtung 2**: Die Brause-Tablette entwickelt ein Gas, das aus dem Zylinder Wasser verdrängt.

**Auswertung 2**: Notieren Sie das Gas-Volumen jetzt: Vg= ... mL

Berechnen Sie den Gas-Anteil der zweiten Brause-Tablette: V2 = Vg – V1

**Deutung**: V2 > V1, da sich von V1 ein großer Anteil in Wasser löst.

Dadurch wird eine gewisse Sättigung des Wassers mit Kohlenstoffdioxid erreicht.

Deshalb wird das gesamte erzeugte V2 erkennbar.

**Aufgabe**: Entscheiden Sie, ob die Beobachtung (V2) Ihrer Voraussage entspricht. Diskutieren Sie mögliche Ursachen.

**Durchführung 3**: Zylinder leicht neigen.

Silicon-Schlauch an die Spritze anbringen, durch die Sperr-Flüssigkeit ins Gas schieben und 50 mL Gas entnehmen.

Reagenzglas zu etwa 1/3 mit Kalkwasser füllen und Gas aus der Spritze (Schlauch bis zum Boden einführen) durchleiten.

**Beobachtung 3**: Kalkwasser trübt sich.

**Deutung**: Bei dem Gas handelt es sich um Kohlenstoffdioxid . V2 > V1, da sich von V1 ein großer Anteil in Wasser löst, bis eine gewisse Sättigung erreicht ist. Deshalb kann das gesamte erzeugte V2 frei werden.

**Entsorgung**: Ausguss

**Quelle**: van der Weer, W.; de Rijke, P. in ChemKon Nr. 2/1994, 83-84. Mit dieser Zielsetzung: Walter Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.

**Hintergrund**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Löslichkeit in 100 mL Wasser: | | |
| T [°C] | V(Sauerstoff) | V(Kohlenstoffdioxid) |
| 0°C | 4,9 mL | 171 mL |
| 20°C | 3,1 mL | 88 mL |
| 100°C | 1,7 mL |  |

Lit.: Römpp, Chemielexikon, 9. Auflage, Thieme, Stuttgart 1994

**Didaktischer Hinweis**:

* Etwas wird durch die Wasser-Strömung stets aus dem Zylinder herausgedrückt, das verfälscht das Ergebnis aber nicht maßgeblich.
* Reaktionsgeschwindigkeit, Löslichkeit und Gas-Volumen hängen von der Temperatur ab, die aber hier kaum eine Rolle spielt: V2 wird in jedem Fall größer sein als V1.
* Die Löslichkeit von erhält für Lernende erst dann Bedeutung, wenn sie mit der anderer Gase verglichen wird. Bedeutsam für das Leben ist der Luft-Bestandteil Sauerstoff (siehe das Experiment Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser).

## Wasser als Löse-Mittel

**Zeitbedarf**: 2 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit vom Aggregat-Zustand.

**Neugier**: In fast jeder Versuchsanleitung kommt Wasser vor. Geht es auch ohne?

**Material**:

* **Reagenzglas, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Pulverspatel**
* **Zellstoff-Papier**

**Chemikalien**:

* Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat  
  CAS-Nr.: 10025-77-1   
    Gefahr   
  H290, H302, H315, H318, H317   
  P280, P302+P352, P305+P351+P338
* Kaliumhexacyanoferrat(II)-  
  Trihydrat  
  CAS-Nr.: 14459-95-1   
  H412  
  P273
* VE-Wasser

**Durchführung 1**: Jeweils große Spatelspitzen Eisen(III)-chlorid und Kaliumhexacyanoferrat(II) im Reagenzglas trocken mischen. Spatel mit Papier gleich sauber wischen.

**Beobachtung 1**: Zunächst keine, bei dauerndem Schütteln sehr langsam eintretende Farb-Änderung erkennbar.

**Durchführung 2**: Ca. 10 mL Wasser aus der Spritzflasche kräftig einspritzen (erspart das Rühren).

**Beobachtung 2**: Sofort entsteht ein kräftig blau gefärbtes Produkt.

**Deutung**: In der Lösung (beide Edukte sind Salze) werden die reagierenden Ionen beweglich, sodass die Reaktion schneller ablaufen kann. Es bildet sich Berliner Blau

**Entsorgung**: E8

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Hintergrund**: Teilchen reagieren sehr langsam, wenn sie in ein Kristall-Gitter eingebunden sind.

**Didaktischer Hinweis**: Beide Edukte sehen gelb bzw. hellbraun aus, das Produkt ist kräftig blau gefärbt. Die chemische Veränderung ist gut sichtbar und tritt an der Oberfläche ohne Wasser auch bei Feststoffen (langsam) ein.

Teilchen-Vorstellung: in Lösung herrscht bessere Verteilung und Beweglichkeit.

# Verbrennung

Ziele des Termins:

**Fähigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Halbquantitative Experimente für den Übergang aus der GS einsetzen |  |
| * 1. Abschätzen der Feuer-Gefährlichkeit von Alltagsprodukten |  |
| * 1. Beurteilen der Qualität von Experimenten (mehrere, die vorgeben, den Sauerstoff-Anteil der Luft zu bestimmen) |  |
| * 1. Ableiten von Feuerlösch-Methoden aus dem Verbrennungsdreieck |  |
| * 1. Beurteilung der Sicherheit bei verschiedenen Experiment-Varianten (Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Atem-Luft) |  |
| * 1. Fehlvorstellungen durch Experimente (und Unterrichtsmethoden) widerlegen 3 |  |
| * 1. Gefährlichkeit von Alltagsgegenständen beurteilen (brennbare Gase als Treibgas) |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Sicherer Umgang mit brennbaren Stoffen |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit brennbaren Gasen (Wasserstoff) 1 |  |
| * 1. Aus Alltagschemikalien einen Feuer-Löscher bauen |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit Gas-Druckflaschen (Sauerstoff) 2 |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Unterscheidung von Entzündungstemperatur und Flammpunkt |  |
| * 1. Zweites Beispiel für einen „Unversuch“ |  |
| * 1. Verbrennungsdreieck |  |
| * 1. Nachweis-Verfahren für Wasser |  |
| * 1. Brennbarkeit von Metallen in Abhängigkeit des Zerteilungsgrades |  |
| * 1. Atmung als Oxidation |  |
| * 1. Fehlvorstellung von der Massen-Vernichtung 4 |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Begründen Sie, warum die Analyse von Luft mit Hilfe von rotem Phosphor als „Unversuch“ bezeichnet werden muss.
  2. Begründen Sie, warum wasserfreier Wasserstoff für die Reduktion von Kupferoxid erforderlich ist.
  3. Diskutieren Sie, ob es sinnvoll ist, Lernende vor feuergefährlichen Experimenten zu warnen.

## Brennende Kerze im abgeschlossenen Luft-Raum

**Zeitbedarf**: 3 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

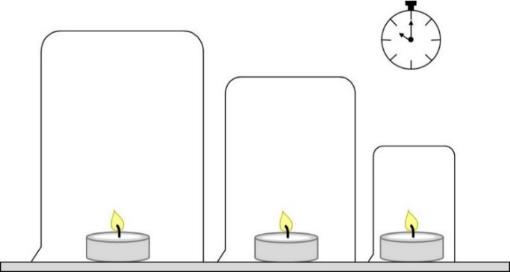
**F**: Verbrennungsprozesse benötigen Sauerstoff.

**E**: Erkennen (halb)quantitativer Zusammenhänge.

**Material**:

* **Becherglas, 100 mL**
* **Becherglas, 250 mL**
* **Becherglas, 400 mL**
* **Teelicht**
* Stoppuhr

**Durchführung**: Über das brennende Teelicht stülpt man nacheinander die verschieden großen Bechergläser und registriert die Zeit, bis die Kerze ausgeht.



**Beobachtung**: Zeiten ca. 6, 9, 13 Sekunden

**Deutung**: Die Kerze verbraucht Sauerstoff, bis der Anteil für das Aufrechterhalten der Verbrennung von Kerzen-Wachs nicht mehr ausreicht.

**Quelle**:

* Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991
* Wiederholt, E.: Bemerkungen und ergänzende Versuche zur Untersuchung der Luft mit einer Kerze. PdN-Ch. Nr. 6, 1991, S. 44 – 46.

**Diskussion**: Qualitative Zusammenhänge auf dem Weg zu Quantitäten:   
Je größer …, desto …

**Didaktischer Hinweis**: Versuch nur für grob qualitative Ebene geeignet: „je größer das Becherglas (die Luft-Menge) desto später erlischt die Kerze“.

**WWW**:

* <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-029.htm>; 02.07.2020
* Verbrennung und Luft.

## Brennbare Flüssigkeiten aus dem Haushalt

**Zeitbedarf**: 3 + 5 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Entzündungstemperatur und Flammpunkt abschätzen

**B**: Feuer-Gefährlichkeit von Alltagsprodukten. Sicherheit im Haushalt.

**Neugier**: Was ist feuergefährlicher: Heizöl oder Spiritus?

**Material**:

* **Dreibein**
* **2x Drahtnetz**
* **Brenner, Feuerzeug**
* Glimmspan
* 2x Abdampfschale

**Chemikalien**:

* Ethanol (Spiritus)   
  CAS-Nr.: 64-17-5   
    Gefahr   
  H225, H319   
  P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
* Heizöl  
     Gefahr   
  H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411  
  P201, P210, P243, P261, P273, P280, P301+P310, P302+P352, P303+P361+P353, P362, P370+P378, P331, P501

**Durchführung 1**:  

In eine Abdampfschale gibt man 2 - 3 mL Spiritus, in die Zweite genauso viel Heizöl. Dann nähert man von oben einen brennenden Span den beiden Flüssigkeiten.

**Beobachtung 1**: Spiritus lässt sich entzünden, Heizöl nicht.

**Durchführung 2**:  

Die Abdampfschale mit Heizöl auf dem Dreibein erwärmen (Abzug!).

Dann einen brennenden Span nähern bzw. Selbst-Entzündung abwarten. In diesem Fall sofort Brenner abstellen, ggf. Flamme mit dem zweiten Keramik-Drahtnetz ersticken.

**Beobachtung 2**: Nach Erhitzen Selbst-Entzündung

**Entsorgung**: Flüssigkeiten vollständig verbrennen, Gefäße abkühlen lassen.

**Quelle**: Praktikumsskript P. Pfeifer (1993).

**Diskussion**: Frittierfett auf dem Herd, Adventskranz im Ofen.

**WWW**: <https://www.simplyscience.ch/teens-liesnach-archiv/articles/uebernatuerliche-leuchterscheinungen-2-irrlicht-und-elmsfeuer.html>; 02.07.2020

## Feuer löschen I

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Entzündungstemperatur, Flammpunkt.

**B**: „Richtige“ Feuerlösch-Methoden begründet aussuchen; Feuerlösch-Methoden auf Bedingungen für das Brennen zurückführen.

**Neugier**: Feuer mit Eis löschen.

**Material**:

* **Becherglas, 400 mL, weit**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Tiegelzange**
* **feuerfeste Unterlage**
* **Keramik-Dreieck**
* Eisen-Tiegel

**Chemikalien**:

* Paraffin-Öl  
  CAS-Nr.: 8012-95-1   
   Gefahr   
  H304  
  P301+P310
  + - Eis

**Durchführung**: 

Eis-Wasser im Becherglas bereiten.

Im Eisen-Tiegel Paraffin-Öl erhitzen, bis es sich entzünden lässt und von allein weiter brennt (Tiegelzange).

Dann die untere Hälfte des Tiegels mit dem brennenden Paraffin (nicht verschütten!) in das Eis-Wasser tauchen.

**Beobachtung**: Die Flamme erlischt bald

**Deutung**: Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit ausreichend brennbares Gas abgibt, so dass bei Kontakt mit einer Zünd-Quelle sofort eine Flamme auftritt. Es erfolgt keine dauerhafte Verbrennung, da die nachströmende Gas-Menge zu gering ist und die entstehende Verbrennungswärme nicht ausreicht, um die Flüssigkeit bis zum Erreichen des Brennpunktes zu erwärmen.

Der Brennpunkt liegt wenige Grade über dem Flammpunkt. Der Temperatur-Unterschied genügt für eine dauerhafte Verbrennung auch nach dem Entfernen der Zünd-Quelle, da ausreichend brennbares Gas entsteht.

Am Zündpunkt eines Stoffes ist die Temperatur erreicht, auf die man einen Stoff erhitzen muss, damit sich eine brennbare Substanz (Feststoffe, Flüssigkeiten, deren Gas) in Gegenwart von Luft ausschließlich aufgrund ihrer Temperatur – ohne eine Zünd-Quelle – selbst entzündet.

Durch Abkühlen unter die Entzündungstemperatur (Zündpunkt) wird das Feuer gelöscht.

**Entsorgung**: Paraffin-Öl kann wiederverwendet werden.

**Quelle**: Praktikumsskript P. Pfeifer (1993)

**Diskussion**:

* Gleiches Prinzip wie beim Löschen mit Wasser. Wieso?
* Wohin sollte das Wasser bei einem Brand gelangen?
* Gefahren direkten Wasser-Einspritzens?
* Vorgänge beim Ausblasen einer Kerze.

**WWW**: <http://www.feuerwehr-hoechstadt.de/home/info-s-service/brandschutzaufklaerung/osterfeuer> 03.07.2020

## Feuer löschen II

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**: **F**: Dichte von Flüssigkeiten. **E**: Feuer-Löscher herstellen. **B**: Auswahl geeigneter Feuerlösch-Methoden.

**Neugier**: Mit Wasser löschen macht das Feuer schlimmer.

**Material**:

* **Erlenmeyerkolben, 500 mL, eng**
* **Stopfen, mit Bohrung**
* **Glas-Rohr, gebogen, L= 10 cm**
* **Löffel-Spatel**
* **Abdampfschale, d= 80 mm**
* **Kristallisierschale, d= 190 mm (Duran-Glas)**
* Hand-Brenner

**Chemikalien**:

* Natriumhydrogencarbonat  
  CAS-Nr.: 144-55-8
* Benzin (Petrolether)   
  Siedebereich 100-140°C   
  CAS-Nr.: 64742-49-0   
      Gefahr   
  H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411  
  P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501
* Zitronensäure  
  CAS-Nr.: 5949-29-1   
   Achtung   
  H319  
  P280, P305+P351+P338, P337+P313
  + - Spülmittel
* VE-Wasser in Spritzflasche

**Durchführung 1**: 

5 - 7 mL Benzin (1 Löffel) in die Abdampfschale geben und in die große Schale stellen. Benzin anzünden.

Versuchen, mit Wasser aus der Spritzflasche das brennende Benzin zu löschen.

**Beobachtung 1**: Nach Zugabe von Wasser brennt Benzin weiter.

**Deutung 1**: Wasser hat eine größere Dichte als Benzin und sinkt ab.

Benzin schwimmt auf und kann weiter brennen.

**Durchführung 2**:

Im Erlenmeyerkolben ca. 2 Löffel-Spatel Natriumhydrogencarbonat in 300 mL Wasser lösen. Etwa 20 Tropfen Spülmittel zugeben. Steig-Rohr so in dem Stopfen fixieren, dass das eine Ende im Erlenmeyerkolben 1 cm über dem Flüssigkeitsspiegel steht. Zum Schluss schnell 3 Spatelspitzen Zitronensäure zugeben und sofort Stopfen mit dem Rohr aufsetzen.



**Beobachtung 2**: Mit Schaum gelingt das Löschen

**Deutung 2**: Der -gefüllte Schaum besitzt eine geringere Dichte als Benzin, deckt es also ab und vermag den Brennstoff von der Luft-Zufuhr abzuschneiden.

**Entsorgung**: Restliches Benzin abbrennen lassen. Rest-Wasser: E10, B3, E8

**Quelle**: Praktikumsskript P. Pfeifer (1993)

**Diskussion**: Diskutieren Sie die Rolle von Spülmittel bzw. Schaum?

Hinweis auf Variante mit Brause-Pulver.

**WWW**:

* <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-027.htm> 03.07.2020
* <https://brandschutz-zentrale.de/wissen/brandschutz-osterfeuer/> 03.07.2020

## Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Nachweis von Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukte.

**Neugier**: ???

**Material**:

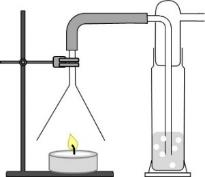
* **Kerze oder Teelicht**
* **Feuerzeug**
* **Trichter, Glas**
* **Stativ, Muffe, Klammer**
* **Waschflasche mit Einsatz**
* Wasserstrahl-Pumpe
* Faltenfilter
* 2 Schlauch-Stücke

**Chemikalien**:

* Kalkwasser  
  (Calciumhydroxid-Lösung)  
  CAS-Nr.: 1305-62-0   
   Gefahr   
  H315, H318   
  P280, P305+P351+P338

**Vorbereitung**: Kalkwasser frisch ansetzen: Calciumhydroxid in Wasser aufschlämmen, mindestens 24 h stehen lassen und kurz VOR Gebrauch abfiltrieren.

**Durchführung**:



Apparatur nach Skizze aufbauen und das Kalkwasser in die Waschflasche filtrieren.

Durch Ansaugen mit der Wasserstrahl-Pumpe werden die gasförmigen Verbrennungsprodukte einer Kerze durch Kalkwasser geleitet.

**Beobachtung**: Anfangs beschlagen die kühlen Teile des Trichters mit Wasser-Tröpfchen.

Kalkwasser trübt sich.

**Deutung**:

**Entsorgung**: Kalkwasser kann in den Ausguss

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991

**Diskussion**: Variante: (vorsichtig) hineinblasen.

**Didaktischer Hinweis**: Wie könnte man zeigen, dass die Trübung nicht von jenem stammt, dass in der Luft sowieso enthalten ist?

**WWW**: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-029.htm>  
Was beim Verbrennen von Brennstoffen entsteht 03.07.2020

## Wasser als Verbrennungsprodukt

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Nachweis von Wasser als Verbrennungsprodukt.

**Neugier**: Beim Brennen soll Wasser entstehen? Damit löscht man doch!

**Material**:

* **Trichter, Glas**
* **Becherglas, 600 mL**
* **U-Rohr mit Seiten-Tubus**
* **2 Stative, Muffen, Klammern**
* **Feuerzeug**
* **Pinzette**
* **Petrischale**
* **Teelicht, groß**
* **2 Stopfen, passend zu U-Rohr**
* 2 Schlauch-Stücke, ca. 50 mm
* Wasserstrahl-Pumpe

**Chemikalien**:

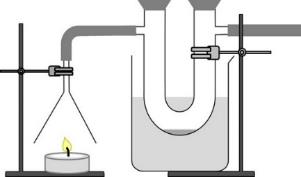
* Wasser-Nachweispapier (Watesmo)
* Eis-Würfel

**Durchführung 1**: Variante Grundschule

Teelicht anzünden, Petrischale mit dem Eis-Würfel darin kurz (ca. 30 Sekunden) über die Flamme halten. Nachweispapier auf die bedampfte Stelle drücken.

**Durchführung 2**: Variante Realschule, Gymnasium

Apparatur nach Skizze aufbauen und die Öffnungen des U-Rohrs mit Stopfen verschließen.



Teelicht anzünden, Gase mit der Wasserstrahl-Pumpe langsam durchsaugen.

**Beobachtung 2**: In der Kühlfalle sammelt sich eine Flüssigkeit.

**Deutung 2**: Bei der Flüssigkeit handelt es sich um Wasser.

Bewiesen werden kann das mit dem Wasser-Nachweispapier, es färbt sich blau.

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991

**Diskussion**: Wie beweist man

* dass die Flüssigkeit Wasser ist?
* dass sie nicht (hauptsächlich) aus der Luft stammt?

Wozu braucht man die Pinzette?

**WWW**: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-092.htm>  
Was beim Verbrennen von Brennstoffen entsteht. 03.07.2020

## Brennbarkeit fein verteilter Metalle

**Zeitbedarf**: 2 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: fein verteilte Metalle sind brennbar, stark exotherme Reaktion

**B**: Chemie ist toll!

**Neugier**: Explodierendes Alu.

**Material**:

* **Glas-Rohr, gebogen**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Abdampfschale**
* **Alufolie, zum Unterlegen**

**Chemikalien**:

* Eisen-Pulver  
  CAS-Nr.: 7439-89-6   
   Achtung   
  H228, H251   
  P210, P260, P370+P378
* Aluminium-Pulver  
  CAS-Nr.: 7429-90-5   
   Gefahr   
  H250, H261   
  P210, P222, P231+P232, P422, P280, P335+P334

**Vorbereitung**: Arbeitsplatz unter dem Abzug mit Alufolie auslegen.

**Durchführung 1**:  

In das Glas-Rohr durch Eintauchen wenig Aluminium-Pulver füllen und vorsichtig von unten in die Flamme des Brenners blasen.



**Achtung**: Öffnung nicht auf Personen richten.

**Beobachtung 1**: Aluminium erzeugt eine weiße, helle Stichflamme.

**Durchführung 2**: Das Eisen-Pulver wird aus der Schale in die waagrecht gehaltene Brenner-Flamme gestreut.

**Beobachtung 2**: Eisen-Partikel glühen gelblich auf.

**Deutung**: Bei großer Oberfläche, d. h. bei sehr feiner Zerteilung, brennen auch Metalle, die sich als massive Teile nicht entzünden lassen.

**Entsorgung**: Alufolie in den Hausmüll

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**: Sauberkeit und Sicherheit. Pyrotechnik: Weißfeuer.

## Verbrennen von Eisen-Wolle

**Zeitbedarf**: 3 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Massen-Verhältnisse bei Verbrennungen, Oxidation, Reaktionen: Synthese

**K**: Aufstellen chemischer Formeln

**Neugier**: Und Eisen brennt doch!

**Material**:

* **Pinzette**
* Hand-Brenner
* Balken-Waage
* Wäge-Satz
* Alufolie, als Unterlage
* Draht, zum Aufhängen

**Chemikalien**:

* Stahl-Wolle (handelsüblich) (eigentlich Eisen)

**Durchführung**: Ein etwa faustgroßes Stück feine Eisen-Wolle wird locker gezupft und als Bausch mit Hilfe des Drahtes an der einen Waagschale aufgehängt, die Schale selber durch Unterlegen von Alufolie geschützt (sie dient auch dem verbesserten Auffangen herabfallender Eisen-Tröpfchen).

Dann wird die Waage austariert. Mit dem Hand-Brenner die Eisen-Wolle anzünden.

**Beobachtung**: Die Masse nimmt beim Verbrennen zu.



Start: austariert



Ablauf



Ende

**Deutung**:

**Entsorgung**: Verbrannte Eisen-Wolle: E3

**Quelle**: EYDAM-Chemie, Praktikum Chemischer Demonstrationen, 1968

**Diskussion**: Optischen Effekt durch Abdunkelung erhöhen.

**Didaktischer Hinweis**: Diskussion des Widerspruchs zur Alltags-Beobachtung an Papier, Holz: „wird durch Verbrennen leichter“

Historische Verbrennungstheorie nach v. Stahl: „Phlogiston-Theorie“

Zünden durch 4,5 V-Batterie: nur Oberstufe versteht den Sinn

Im Unterricht macht es an dieser Stelle keinen Sinn, auf den Unterschied von Eisen und Stahl einzugehen. Man kann von Eisen-Wolle sprechen.

**WWW**: [http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/Oxidat.htm 03.07.2020](http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/Oxidat.htm%2003.07.2020)

## Brennbare Sprüh-Nebel

**Zeitbedarf**: 1 Minute, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**B**: Feuer-Gefährlichkeit von Alltags-Chemikalien; Sicherheitserziehung.

**Neugier**: Der Flammenwerfer aus dem Badezimmer.

**Material**:

* **Feuerzeug**

**Chemikalien**:

* Haarspray  
   Achtung

**Durchführung**: Haarspray sprühen und mit dem Feuerzeug aus ca. 5 cm Entfernung vom Sprühkopf anzünden.

**Achtung**: In der Sprüh-Richtung dürfen sich keine Personen befinden.

**Beobachtung**: Es entsteht eine ca. 50 cm lange Stichflamme!

**Deutung**: Im Treibgas sind brennbare Gase enthalten.

**Entsorgung**: -

**Quelle**: Allgemeingut.

**Hintergrund**: Lesen Sie die Deklaration auf der Sprüh-Dose: man findet Butan, Propan…

**Diskussion**: Soll man den Versuch Lernenden nicht zeigen, damit sie ihn nicht etwa zu Hause nachmachen, oder soll man ihn zeigen, damit man aus diesem Anlass vor den Gefahren beim Haar sprayen und gleichzeitig rauchen bzw. föhnen warnt.

**WWW**: <https://www.vis.bayern.de/produktsicherheit/produktgruppen/haushaltswaren/spraydosen.htm> 03.07.2020

## Analyse von Luft IV: Oxidation von Eisen

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Halbquantitative Bestimmung des Sauerstoff-Gehaltes der Luft.

**Neugier**: Wozu Rosten alles gut sein kann.

**Material**:

* **Kristallisierschale, d= 140 mm**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Reagenzglas, d= 18 mm**
* **Stopfen, für Reagenzglas**
* **Pulver-Spatel**
* Lineal mit cm-Einteilung

**Chemikalien**:

* Eisen-Pulver  
  CAS-Nr.: 7439-89-6   
   Achtung   
  H228, H251   
  P210, P260, P370+P378

**Durchführung**: In das Reagenzglas einen Spatel Eisen-Pulver geben und mit dem Stopfen (fest!) verschließen, da sonst heiße Luft entweicht und das Ergebnis verfälscht.

Die Höhe des Reagenzglases vom Boden bis zur unteren Stopfen-Grenze messen. Er darf sich während des Erhitzens (Überdruck!) nicht lösen und wird daher mit dem Daumen festgehalten (Glas ist ein sehr schlechter Wärme-Leiter, also keine Angst vor Verbrennungen, solange man das Reagenzglas nur oben berührt).

Das Reagenzglas wird schräg über dem Brenner unter ständigem Schütteln am unteren Ende erhitzt, bis sich das Pulver deutlich schwarz verfärbt hat.

Man lässt das geschlossene Reagenzglas abkühlen (zuerst an der Luft, dann unter dem Wasser-Hahn) und taucht es horizontal in die zu etwa 1/3 mit Wasser gefüllte Kristallisierschale ein.

Unter Wasser wird nun der Stopfen gegen den Unterdruck leicht gelockert (NICHT herausgezogen). Wenn kein Wasser mehr eingesogen wird, das Reagenzglas wieder verschließen.

Die Steig-Höhe des Wassers wird gemessen.

**Beobachtung**: Das graue Eisen hat sich zu einem schwarzen Stoff verändert. Nach Entfernung des Stopfens wird Wasser in das Reagenzglas gesaugt.

**Deutung**: Das Eisen-Pulver hat mit dem Sauerstoff der Luft vollständig reagiert.

**Auswertung**: Berechnen Sie das Verhältnis zwischen Wasser-Säule und dem ursprünglichen Gas-Volumen im Reagenzglas:

VW : Vg = X : X.

**Ergebnis**: In der Luft müssen 20% (Erfahrungswerte bei dichter Apparatur: zwischen 17,5% und 22%) Sauerstoff enthalten sein.

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: G. Ströhla, Universität Bayreuth.

**Hintergrund**: siehe: Luft-Analyse I: Verbrennung von rotem Phosphor.

**Didaktischer Hinweis**: Quantitative Aussagen zum Sauerstoff-Gehalt der Luft sind mit diesem Experiment trotz der Einfachheit einigermaßen zuverlässig möglich.

# Redox-Reaktionen

Ziele des Termins:

**Fähigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Reduktion als Sauerstoff-Entzug 2 |  |
| * 1. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise einsetzen (Entwicklung und Interpretation eines Experimentes zur Erklärung des Rost-Vorganges) 3 |  |
| * 1. Durch Sichtbarmachung von Reaktionsprodukten Interpretationshilfen liefern |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Sicherer Umgang mit Oxidationsmitteln |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit sehr hohen Temperaturen |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit brennbaren Gasen (Wasserstoff) 2 |  |
| * 1. Effekt-Experimente sicher einsetzen („Verbrennung“ in Wasserstoff-Atmosphäre, Aluminium und Brom) |  |
| * 1. Sicherer Umgang mit Explosionen |  |
| * 1. Experimentiertechnik mit verlangsamten Reaktionen (Agar-Agar bei elektrochemischer Korrosion) |  |
| * 1. Verstehen eines Alltagsproduktes durch Nachbauen (Streichhölzer) |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Oxidationsmittel |  |
| * 1. Konkurrenz-Reaktionen |  |
| * 1. Lokal-Element |  |
| * 1. Formulierung von Redox-Reaktionen (Rosten) |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Formulieren Sie die Oxidation eines Gummibärchens durch eine Kaliumnitrat-Schmelze.
  2. Begründen Sie, warum die Durchführung der Mehrstaub-Explosion mit Stärke sinnvoller ist als mit Bärlapp-Sporen, obwohl der Effekt bei Bärlapp-Sporen auf den ersten Blick beeindruckender ist.

## Thermit-Versuch

### Thermit-Mischung selbst erstellen

**Zeitbedarf**: 15 Minuten + Zeit bis zum Erkalten (20 - 30 Minuten), Lehrende.

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Affinität von Metallen zu Sauerstoff, Bindungsenthalpie, exotherme Reaktion

**B**: Anwendung zum Schweißen von Eisenbahn-Schienen

**Neugier**: 2400°C heiße Lava erzeugen – mehr als in jedem Vulkan

**Material**:

* **Tiegelzange**
* **Schere**
* Hand-Brenner
* Blumen-Topf d> 13 cm
* Ziegelstein
* Magnet
* Hammer
* Ton-Scherben ca. 3 x 3 cm
* Schutz-Handschuhe, Leder

**Chemikalien**:

* Eisen(III)-oxid  
  CAS-Nr.: 1309-37-1   
   Achtung   
  H315, H319, H335   
  P280, P302+P352, P305+P351+P338
* Magnesium-Band  
  CAS-Nr.: 7439-95-4
* Eisen-Pulver  
  CAS-Nr.: 7439-89-6   
   Achtung   
  H228, H251   
  P210, P260, P370+P378
* Aluminium-Pulver  
  CAS-Nr.: 7429-90-5   
   Gefahr   
  H250, H261   
  P210, P222, P231+P232, P422, P280, P335+P334
* Kaliumpermanganat (s)   
  CAS-Nr.: 7722-64-7   
      Gefahr   
  H272, H302, H314, H410   
  P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501
* Aluminium, Grieß   
  CAS-Nr.: 7429-90-5

**Durchführung**:   oder im Freien

Mit einem Ton-Scherben wird das Boden-Loch des Blumen-Topfes bedeckt.

Dann wird eine Mischung aus 145 g Eisen(III)-oxid, 52 g Aluminium-Grieß und 3 g Aluminium-Pulver hergestellt.

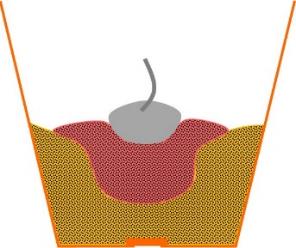
Pro Versuch genügt 1/5 der Gesamt-Menge.

Als Zünd-Mischung dient ein Gemenge im Massen-Verhältnis 1:1 Kaliumpermanganat:Eisen-Pulver. Sie wird in eine kleine Vertiefung der Thermit-Mischung gegeben und mit einem Streifen Magnesium-Band (Zündschnur-Funktion, ca. 15 cm) versehen.

Das Magnesium-Band sollte idealerweise an dem Ende, das in die Zünd-Mischung gesteckt wird, etwas geknüllt, am anderen mit der Schere in 2 - 3 Enden ca. 1 cm geteilt werden.

Dann wird der komplette Topf auf einen Ziegelstein im Freien oder in einer Sand-Schüssel unter dem Abzug gestellt und das Magnesium-Band angezündet.

Ca. 5 Schritte Abstand halten: es spritzen glühende Schlacke-Bröckchen!



**Beobachtung**: Die Reaktion findet unter heftiger Feuer-Erscheinung statt.

**Auswertung**: Bei der Reaktion entsteht flüssiges Eisen:

H= 852 kJ

**Deutung**: Nach der Reaktion erkalten lassen.

Den entstandenen Brocken mit der Tiegelzange herausnehmen und auf einer schlagfesten Unterlage mit dem Hammer bearbeiten:

In einer Hülle von Schlacke (nichtmetallische Reaktionsprodukte) findet man den Regulus, das erstarrte Eisen.

Er kann mit Hilfe des Magneten identifiziert werden.

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: EYDAM-Chemie, Praktikum Chemischer Demonstrationen, 1968.

**Diskussion**: Aus welchem/n chemischen Verbindung/en besteht die Schlacke?

**Hintergrund**: Die Reaktion dient heute noch zum Schweißen von Eisenbahn-Schienen.

**WWW**:

* <http://www.elektro-thermit.de/> - ein Hersteller, 03.07.2020
* <http://www.experimentalchemie.de/versuch-019.htm> - mit Bildern 03.07.2020

### Thermit-Demonstrationskasten (Hedinger)

**Zeitbedarf**: 15 Minuten + Zeit bis zum Erkalten (20 - 30 Minuten), Lehrende.

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Affinität von Metallen zu Sauerstoff, Bindungsenthalpie, exotherme Reaktion

**B**: Anwendung zum Schweißen von Eisenbahn-Schienen

**Neugier**: 2400°C heiße Lava erzeugen – heißer als in jedem Vulkan.

**Material**:

* Hand-Brenner
* Aluminothermie-Demonstrationskasten\*
* Magnet
* Hammer
* Schutz-Handschuhe, Leder

**Chemikalien**:

* Thermit, 500 g
* Thermit-Entzündungsstäbchen  
   Achtung   
  H204

**Durchführung**:   oder im Freien



Mit einer Verschluss-Platte wird das Boden-Loch des Reaktionstiegels bedeckt.

Dann wird der Inhalt der Thermit-Packung eingefüllt. Mit dem Deckel abdecken und die Anordnung nach Anleitung aufbauen.

Entzündungsstäbchen mit Handschuh anfassen, mit dem Hand-Brenner anzünden und zügig durch das Deckel-Loch in das Thermit drücken.

Ein paar Schritte zurücktreten.

**Beobachtung**: Eine Reaktion findet unter heftiger Feuer-Erscheinung statt

**Auswertung**: Bei der Reaktion entsteht flüssiges Eisen:

H= 852 kJ

**Deutung**: Nach dem Erkalten wird das Produkt durch vorsichtiges Klopfen mit dem umgedrehten Auffang-Tiegel auf eine Unterlage herausgeholt.

Durch Klopfen mit dem Hammer trennt sich die Schlacke vom Regulus.

Mit Hilfe des Magneten wird der Regulus als Eisen identifiziert.

Reaktionstiegel mit Hilfe des beiliegenden Dornes durch das Ausfluss-Loch von der verbliebenen Schlacke reinigen.

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: Hedinger.

**Hintergrund**: Die Reaktion dient heute noch zum Schweißen von Eisenbahn-Schienen

**WWW**: <https://www.youtube.com/watch?v=lBI4XofGOPQ> 03.07.2020

## Kaliumnitrat als Oxidationsmittel

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Oxidationsmittel, Oxidationsschmelze

**B**: Sicherheit beim Umgang mit brandfördernden Substanzen

**Neugier**: Mit Holzstäbchen (oder Gummibärchen) einen Vulkanausbruch auslösen

**Material**:

* **Reagenzglas, d= 30 mm**
* **Stativ, Muffe, Klammer**
* **feuerfeste Unterlage**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Pulver-Spatel**
* Glimmspan oder Gummibärchen

**Chemikalien**:

* Kaliumnitrat  
  CAS-Nr.: 7757-79-1   
   Achtung   
  H272  
  P210, P221

**Durchführung**: 

Das schwerschmelzbare Reagenzglas wird leicht schräg eingespannt und ca. 3 cm hoch mit Kaliumnitrat gefüllt.

Dann erhitzt man kräftig mit der Brenner-Flamme.

Wenn Gas-Blasen aufsteigen, wirft man Holz-Stückchen auf die Schmelze.

Nicht über das Reagenzglas beugen und hineinlinsen!!!

Die Schmelze für die folgenden Gruppen stehen lassen.

**Beobachtung**: Holz-Stückchen „verschwinden“ unter Zischen.

**Deutung**:

> 0

> 0

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991.

**Diskussion**:

Geben Sie an, was in den zu beobachteten Blasen drin ist.

Übrigens: für Gummibären ist das die Hölle ;-)

**WWW**: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Chemie/ch_kno3.htm>; 03.07.2020; Datenblatt Kaliumnitrat.

## Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Affinität als Bindungsfähigkeit, Reduktionsvermögen, Konkurrenz-Reaktion

**Neugier**: Jede Wette – Kohlenstoffdioxid erstickt DIESE Flamme nicht

**Material**:

* **Standzylinder, 250 mL**
* **Tiegelzange**
* **Feuerzeug**
* Glimmspan

**Chemikalien**:

* Kohlenstoffdioxid  
  CAS-Nr.: 124-38-9   
   Achtung   
  H280   
  P403
* Magnesium-Band  
  CAS-Nr.: 7439-95-4   
  Gefahr  
  H228, H261   
  P223, P210, P231+232, P370+378, P422

**Durchführung**: 

Boden des Zylinders ca. 3 cm hoch mit Wasser bedecken, dann mit Kohlenstoffdioxid füllen (Test des Füll-Zustandes?).

Ca. 5 cm Magnesium-Band anzünden und mit der Tiegelzange in den Zylinder halten.

**Beobachtung**: Es findet eine Reaktion unter Spritzen und lautem Knistern statt.

Es setzen sich schwarze Flocken, dunkle Spritzer und ein weißer Belag an der Zylinder-Wand ab.

**Deutung**: Magnesium hat zu Sauerstoff eine höhere Affinität als Kohlenstoff:

Bei den dunklen Spritzern handelt es sich um Rest-Magnesium, nur die Flocken sind Kohlenstoff. Der weiße Belag ist Magnesiumoxid.

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: Häusler, K.; Rampf, H.; Reichelt, R.: Experimente für den Chemieunterricht. Mit einer Einführung in die Labortechnik; Oldenbourg-Verlag; München 1991

**Diskussion**: Gelegentlich wird eine Variante mit Natrium beschrieben.

„Konkurrenz“ zweier Stoffe A (Mg) und B (C) um den Reaktionspartner Stoff C (O)

**Literatur**: A. Flint, J. Möllering: Redoxreaktionen von Kohlenstoffdioxid mit Metallen – einige überraschende Ergebnisse, MNU 53/7, 2000, Seite 421 – 425

## Rosten

**Zeitbedarf**: 3 Minuten ansetzen + 1 Woche Wartezeit + Auswerten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Stille Oxidation, fördernde Faktoren.

**E**: Ableitung günstiger Reaktionsbedingungen aus chemischer Gleichung.

**B**: Bedingungen zur Vermeidung von Korrosion.

**Neugier**: Wir finden den Trick, wie man Rosten vollständig vermeidet.

**Material**:

* **3 Reagenzgläser, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Stopfen, für Reagenzglas**

**Chemikalien**:

* + - VE-Wasser
* 3 Eisen-Nägel (entfettet)

**Aufgabe**: Finden Sie heraus, welche Bedingungen das Rosten fördern.

**Durchführung**:

**Reagenzglas 1**: mit Eisen-Nagel

**Reagenzglas 2**: mit Eisen-Nagel und Wasser (Wasser bis knapp unter den Rand einfüllen!), mit Stopfen verschließen

**Reagenzglas 3**: mit Eisen-Nagel und Wasser. Offen.



**Beobachtung**: Beobachtung nach 1, 2 und 3 Wochen. Bestes Rost-Ergebnis in Reagenzglas 3

**Auswertung**:

**⇒ Säure nötig**

\*4

\*4

**→ Sauerstoff nötig**

1x

8x

**→ Wasser nötig**

Rost

**Entsorgung**: Eisen-Nägel säubern und wiederverwenden.

**Quelle**: Allgemeingut, verändert durch Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.

**Diskussion**: ...welche Säure ist in der Natur wirksam ist.

… welche Einflüsse die Luft-Verschmutzung wahrscheinlich hat.

Rost-Schutz funktioniert durch den Entzug dieser Faktoren, z. B. Säure durch basischen pH in Beton; der Stahl drin ist geschützt.

## Mehlstaub-Explosion

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Oberfläche, Zerteilungsgrad

**B**: Feuer-Gefährlichkeit von Stäuben, Unfall-Gefahren

**Neugier**: Küchen sind doch gefährlich: Mehl explodiert.

**Material**:

* **Feuerzeug**
* Experimentiersatz Plexiglas-Silo\*

**Chemikalien**:

* Stärke, ggf. rieselfähig
* eventuell Bärlapp-Sporen

**Vorbereitung**: Stärke über Nacht bei 100°C im Trockenschrank vortrocknen.

**Durchführung**: Einen Spatel Stärke an die Stelle, wie in der Skizze bezeichnet, bringen.

**WICHTIG**: Trichter-Rand und Kerzen-Flamme müssen auf gleicher Höhe sein.

Stärke kann ruhig durch den Trichter in den Schlauch rutschen (ggf. rütteln!). Deckel fest aufsetzen. Kräftig und stoßartig Hand-Pumpe drücken.

Mund geöffnet halten, um Druck-Ausgleich in den Ohren zu gewährleisen!!!



Abb. 3: Explosion im Plexiglas-Silo

**Beobachtung**: Stärke verbrennt explosionsartig

**Deutung**: Die hohe Kontakt-Fläche zum Sauerstoff der Luft in Verbindung mit der exothermen Reaktion führt zu schlagartiger Freisetzung von Wärme an die umgebende Luft. Diese dehnt sich aus. Zusammen mit den Verbrennungsgasen und (g) führt das zur Explosion.

**Entsorgung**: -

**Quelle**: unbekannt

**Diskussion**: Unfälle in Mühlen, Säge-Mühlen, Schleifereien und Kohle-Bergwerken

**Didaktischer Hinweis**:

Der Versuch funktioniert auch mit Kaffee-Weißer, mit Bärlapp-Sporen besser und sicherer, ist dann aber von den Sachbezügen weiter weg bzw. auch weniger überraschend.



Abb. 4: Christian Fischer <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LycopodiumClavatum.jpg>

**WWW**: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/versuche/expbrand.html> - enthält einen Film zu einer Variante des Versuchs Mehlstaub-Explosion, 03.07.2020

## Pyrophores Eisen

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Analyse und Synthese, spontane Oxidation

**Neugier**: Eisen verbrennt von selber, ohne Anzünden

**Material**:

* **Reagenzglas, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Klammer**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Pulver-Spatel**
* **Alufolie, als Unterlage**

**Chemikalien**:

* Eisen(II)-oxalat-Dihydrat  
  CAS-Nr.: 6047-25-2   
   Achtung   
  H302, H312   
  P280, P301, P312, P363, P501

**Durchführung**:

Ins Reagenzglas ca. 1 cm hoch Eisenoxalat geben und unter Schütteln in der Brenner-Flamme erwärmen. Beobachtung?

Wenn die Reaktion beendet ist, Produkt ca. 5 Minuten abkühlen lassen (didaktische Gründe), dann aus der Höhe auf Alufolie ca. 40 \* 80 cm ausgießen. Beobachtung?



**Beobachtung 1**: Es entweicht ein gasförmiges Produkt. Ggf. schlägt sich Feuchtigkeit am Reagenzglas-Rand ab. Es sollte durch Erhitzen entfernt werden.

**Beobachtung 2**: Das dunkle Reaktionsprodukt brennt spontan an der Luft.

**Deutung**:

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: Haupt, P. Hahn, M.: Pyrophores Eisen – eine experimentelle Projektaufgabe. In: Chemie in der Schule 40. Jg. (1993), Heft 10, S. 359-363.

**Diskussion**: Analyse ohne Gift. Produkte.

Herstellung von pyrophorem Eisen auf einfache Art und Weise.

**WWW**: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ko02.htm> 3.7.2020 - Hintergrund.

## Licht-Induzierte Redox-Reaktion

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Photographischer Prozess: Licht-Reaktion

**E**: Licht-Induzierte Redox-Reaktion

**Neugier**: Kaputt machen mit Licht

**Material**:

* **Tiegelzange**
* **2 Reagenzgläser, d= 18 mm**
* **Stopfen, für Reagenzglas,  
  d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **2 Pasteur-Pipetten, Hütchen**
* Alufolie
* Hand-Brenner

**Chemikalien**:

* Silbernitrat-Lösung  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 7761-88-8   
    Achtung   
  H290, H315, H319, H410   
  P273, P302+P352, P305+P351+P338
* Natriumchlorid-Lösung  
  c= 1 mol/L   
  CAS-Nr.: 7647-14-5
  + - VE-Wasser
* Magnesium-Band  
  CAS-Nr.: 7439-95-4

**Vorbereitung**: Salz-Lösungen herstellen, Konzentrationen müssen nur sehr grob eingehalten werden.

**Durchführung 1**: In einem der Reagenzgläser ca. 1 mL Silbernitrat-Lösung auf 10 mL verdünnen, dann mit 1 mL Natriumchlorid-Lösung versetzen.

**Beobachtung 1**: Es entsteht ein weißer Niederschlag

**Deutung 1**: Da die Löslichkeit von Silberchlorid sehr gering ist, entsteht dieses Salz und fällt in Form feinster Flöckchen aus.

**Durchführung 2**: Die Aufschlämmung gleichmäßig auf die beiden Reagenzgläser aufteilen, eines im Bereich der Flüssigkeit in Alufolie einwickeln und beide in das Gestell nebeneinanderstellen. Ein weiteres Stück Alufolie als „feuerfeste“ Unterlage vor das Reagenzglas-Gestell legen. Dann ca. 5 – 7 cm Magnesium-Band mit der Tiegelzange anfassen, im Brenner anzünden und neben den Reagenzgläsern abbrennen. Vorsicht: nicht direkt in die Flamme schauen!

Reaktionsprodukt auf der Unterlage ablegen, später einwickeln und entsorgen. Geschütztes Reagenzglas von der Alufolie befreien und die Farbe des Inhaltes mit dem ungeschützten vergleichen.

**Beobachtung 2**: Der weiße Niederschlag im ungeschützten Reagenzglas hat sich nach grau verfärbt.

**Deutung 2**:

unter Licht-Einwirkung h\*v

**Entsorgung**: Magnesiumoxid in den Hausmüll. Lösungen: B1

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Diskussion**: Die Reaktion funktioniert mit Silberbromid nach demselben Prinzip nicht

**WWW**: <http://www.seilnacht.com/Lexikon/AgCl.htm> 03.07.2020

## Benzin-Explosion

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Explosion als schnelle Oxidation, Rolle des Luft-Sauerstoffs

**B**: Ermittlung der Explosionsgrenzen, Unfall-Gefahren

**Neugier**: Viel hilft nicht viel

**Material**:

* **Pasteur-Pipetten, Hütchen**
* Haar-Trockner
* Experimentiersatz  
  Plexiglas-Silo\*

**Chemikalien**:

* Petrolether  
  SDB 40-60°C   
  CAS-Nr.: 64742-49-0   
      Gefahr  
  H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411  
  P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501
* Petrolether  
  SDB 60-80°C   
  CAS-Nr.: 64742-49-0   
      Gefahr   
  H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411   
  P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501

**Durchführung 1**: 

8 Tropfen Petrolether 40 – 60°C werden in die Mitte des Plexiglas-Zylinders getropft. Der Deckel wird aufgesetzt, angedrückt und der Piezo-Zünder betätigt. Nach jeder Reaktion wird der Zylinder an der Luft jedes Mal mehrmals „ausgeleert“ oder mit dem Haar-Trockner kurz ausgeblasen, um die Verbrennungs-Gase zu beseitigen.

**Beobachtung 1**: Es tritt keine Reaktion ein

**Durchführung 2**: Der geschlossene Plexiglas-Zylinder wird mehrmals umgedreht, dann wird erneut gezündet

**Beobachtung 2**: Das Petrolether-Luft-Gemisch explodiert, der Deckel wird weggeschleudert

**Durchführung 3**: wie Durchführung 2, aber mit anderen Petrolether-Mengen (notieren!)

**Beobachtung 3**: Die Heftigkeit der Explosion wird notiert

**Durchführung 4**: Wie Durchführung 2 aber mit Petrolether SDB 60 – 80°C

**Beobachtung 4**: Die Heftigkeit der Explosion wird notiert

**Deutung**: Erst bei Vermischung der Benzin-Dämpfe mit Luft tritt eine Explosion ein. Mit geringeren oder größeren Benzin-Mengen ist sie weniger hefig, ebenso mit dem höher siedenden Benzin.

**Entsorgung**: -

**Quelle**: Fa. Hedinger, Stuttgart: Anleitung zum Zündkerzen-Explosionsrohr

**Diskussion**: Zu magere oder zu fette Gemische im Otto-Motor

**Didaktischer Hinweis**: Die geringere Explosionsneigung des benzinreicheren Gemisches überrascht Lernende häufig und zeigt die Bedeutung des Luft-Sauerstoffs für die Reaktion

**WWW**: Verschiedene Flash- oder GIF-Animationen zum Otto- oder Diesel-Motor.

## Knalldose

**Zeitbedarf**: ca. 2 Minuten, Lehrender, bzw. ca. 10 - 15 als Versuchsreihe, Lernende.

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Verbrennungsreaktion von Alkanen, Explosion als schnelle Oxidation, Rolle des Luft-Sauerstoffs.

**E**: Planung einer Versuchsreihe.

**K**: Entwickeln der Versuchsreihe in der Gruppe und Protokollieren der Ergebnisse.

**Material**:

* **Feuerzeug**
* **Pasteur-Pipette, Hütchen**
* **Teelicht**
* Chips-Dose (Pringles geht gut) mit Deckel
* Siedesteinchen
* Glimmspan
* Dicker Nagel
* Hammer

**Chemikalien**:

* Petrolether  
  SDB 40-60°C   
  CAS-Nr.: 64742-49-0   
      Gefahr   
  H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411   
  P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501

**Vorbereitung**: Mit dem Nagel seitlich, ca. 1 cm über dem Boden der Dose ein ca. 4x4 mm großes Loch durchstechen (ggf. Hammer verwenden).

**Durchführung**: Das Teelicht anzünden und den Glimmspan griffbereit legen.

Zwei bis drei Siedesteinchen in die Dose füllen und anschließend mit der Pipette 8 Tropfen Benzin eintropfen. Sofort mit dem Deckel verschließen und das Loch mit dem Finger zuhalten. Die Dose zur Verteilung der Benzin-Dämpfe ein paar Sekunden kräftig schütteln.

Den Glimmspan anzünden, die Dose auf den Tisch stellen und die Flamme an das Loch halten.

Wenn der Versuch einige Male hintereinander durchgeführt werden soll, dann muss die Dose nach dem Versuch geöffnet und neu belüftet werden (im Raum hin und her schwenken), so dass die Verbrennungsprodukte entweichen und neuer Sauerstoff in die Dose gelangt. Dieser Versuch kann auch zur Einführung ins stöchiometrische Rechnen verwendet werden. Hierfür sollen die Lernenden eine Versuchsreihe planen, die zeigen soll, dass die Reaktion bei einem bestimmten Verhältnis von Petrolether zu Luft heftiger abläuft, als bei anderen Mengen an Petrolether. Es wird eine Tabelle angelegt, bei der die Heftigkeit der Reaktion (z. B. Lautstärke, Art des Knalls, Flugweite des Deckels) in Abhängigkeit der Tropfen-Anzahl (zwischen 2 und 14) eingetragen wird. Das Ergebnis wird anschließend in einem Diagramm dargestellt, das zeigt, dass die optimale Menge an Petrolether für das Volumen der Dose bei ca. 8 Tropfen liegt.

**Beobachtung**: In der Dose findet eine Explosion mit lautem Knall statt, die den Deckel weit durch die Luft schießt. Teils ist auch eine kleine Stichflamme aus dem Loch beobachtbar (vor allem bei größeren Tropfen-Zahlen als 8).

**Deutung**: Flüssiges Benzin ist leichtflüchtig und verteilt sich als Gas in der Dose. Dort findet die Durchmischung mit dem Luft-Sauerstoff statt. Als Verbrennungsprodukte entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid.

**Diskussion**: Brennbarkeit oder Explosivität von leichtflüchtigen Stoffen, z. B. Tankstelle. Unfall-Gefahren.

Petrolether bezeichnet hier – aufgrund der Ähnlichkeit der physikalischen Eigenschaften zu Ether-Verbindungen – ein Gemisch aus verschiedenen Alkanen und beinhaltet trotz der Bezeichnung KEINE Ether-Verbindungen.

Der Versuch stellt die kostengünstige Variante der Versuchsapparatur Plexiglas-Silo in Versuch 7.13 dar und lässt in der Form auch Versuchsreihen in arbeitsteiliger oder arbeitsgleicher Gruppen-Arbeit mit der ganzen Klasse zu.

**Entsorgung**: „Entlüftung“ der Verbrennungsprodukte aus der Dose nach jedem Versuch. Daher ist eine Durchlüftung des Unterrichts-Raumes nach Beendigung der Versuchsreihe erforderlich.

**Quelle**: Materialsammlung Waltraud Habelitz-Tkotz, abgeändert durch P. Oberpaul.

# Chemische Bindung

Ziele des Termins:

**Fähigkeiten:**

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Strom messen |  |
| * 1. Einfluss der Molekül-Struktur auf die Lösemittel-Eigenschaften demonstrieren |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Stromkreis aufbauen 2 |  |
| * 1. Labor-Netzgerät sicher benutzen (Bauform 3) 3 |  |
| * 1. Nachweis von Wasser |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Leitfähigkeit von Metallen, Abhängigkeit von der Temperatur |  |
| * 1. Eigenschaften von Kristall-Wasser |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Begründen Sie, warum bei der Leitfähigkeitsprüfung Wechselspannung eingesetzt werden muss.
  2. Begründen Sie aus den Molekül-Strukturen von Wasser, Ethanol und Diethylether deren Polarität.

## Leitfähigkeit von Lösungen

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Nachweis von Salzen als Ionen-Verbindung.

**E**: Test auf Ionen-Verbindungen, Reinheitstest für Wasser.

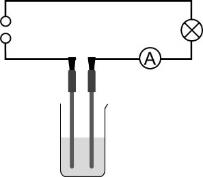
**Material**:

* **4 Bechergläser 250 mL**
* **2 Kohle-Elektroden**
* **Löffel-Spatel**
* **Elektroden-Abstandplatte**
* **Labor-Netzgerät**
* **4 Kabel, blau + rot**
* **Glüh-Lämpchen, 6 V**
* **Multimeter**

**Chemikalien**:

* Harnstoff  
  CAS-Nr.: 57-13-6
* Glucose (Traubenzucker)   
  CAS-Nr.: 50-99-7
  + - VE-Wasser
* Natriumchlorid  
  Kochsalz  
  CAS-Nr.: 7647-14-5
* Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat  
  CAS-Nr.: 7758-99-8   
    Achtung   
  H302, H315, H319, H410   
  P273, P302+352, P305+351+338

**Durchführung**: Jede Gruppe stellt eine der Lösungen aus 1 Löffel Substanz in 200 mL Wasser her. Dann Elektroden in die Lösung eintauchen und Stromkreis nach Skizze aufbauen.



Der Spannungsstellknopf muss anfangs in Null-Stellung stehen. Dann Netzgerät einschalten und langsam bis max. 6 V (Wechsel-Spannung = AC) hochregeln.

**Beobachtung**: Bei nicht leuchtender Lampe ist keine Leitfähigkeit gegeben.

**Deutung**: Bei den kristallinen Stoffen Kochsalz und Kupfersulfat handelt es sich um ionische, bei den Stoffen Harnstoff und Traubenzucker um nichtionische Kristalle (Gitter).

**Didaktischer Hinweis**: Dieser Versuchsaufbau kann auch in der Microscale-Variante durchgeführt werden. Der Aufbau erfolgt analog dem Aufbau in Versuch „3.5 Elektrische Leitfähigkeit

Zeitbedarf: 10 Minuten. Lernende

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Elektrische Leitfähigkeit: Kenn-Eigenschaft von Stoffen, Leitfähigkeits-Messung.

**E**: „Träges Wissen“: Erkennen isolierender Schichten.

**Vorbereitung**: ggf. mit Skizze zum Experimental-Aufbau

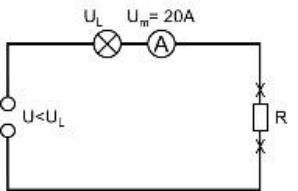
**Material**:

* **Lampe ca. 3,5-6 V   
  in Fassung**
* **2 Krokodil-Klemmen**
* **2 Kabel, rot**
* **2 Kabel, blau**
* **Multimeter**
* **Labor-Netzgerät**

**Chemikalien**:

* Natriumchlorid-Lösung  
  (aus Versuch Siedepunkt)
* Kupfer-Draht
* Aluminium-Stück
* Eisen-Nagel
* Magnesium-Band  
  CAS-Nr.: 7439-95-4
  + - Bleistift
* Holz-Stäbchen
  + - Glasstab

**Durchführung**:



Stromkreis nach Skizze aufbauen.

Netzgerät: Der Spannungsregler muss in 0-Stellung sein.

Multimeter: höchsten Bereich verwenden (ggf. findet sich ein gesonderter Anschluss 10 A oder 20 A)

Die Spannung des Netz-Teils darf maximal die auf der Lampe angegebene betragen.

Gleich- oder Wechsel-Spannung ist egal, Mess-Gerät aber auf die Spannungsart des Netzgerätes einstellen.

Die verschiedenen Materialien als Widerstand R testen und die Spannung langsam bis zur Lampen-Spannung erhöhen

**Beobachtung**:

Folgende Stoffe sind Isolatoren: ………………..(Notiere im Labor-Tagebuch).

Folgende Stoffe sind Leiter: ……………………..(Notiere im Labor-Tagebuch).

**Quelle**: Allgemeingut, erweitert durch W. Wagner

**Diskussion**: Kupfer-Draht, Aluminium-Profil, Eisen-Nagel

Eigenschaften von Ionen-Verbindungen (Salzen)“. Die vier Lösungen werden in je eine Vertiefung der Zellkultur-Platte getropft. Der Lehrende kann die Lösungen im Vorfeld vorbereiten und an alle arbeitsteiligen Gruppen ausgeben.

**Entsorgung**: E8, B1

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**: Aussage über Pestizide? Begründen Sie, warum Wechsel-Spannung verwendet wird.

**Hintergrund**: Quantitative Leitfähigkeitsbestimmung dient dem Abschätzen der Salz-Fracht von Abwässern oder Flüssen

## Nachweis der Polarität von Lösemitteln

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**

**F**: Polare Bindung, Dipole, Löse-Eigenschaften

**E**: Erkennen polarer Stoffe, Zusammenhang Struktur-Eigenschaft

**Neugier**: Zauberstab einsetzen und Wasser dirigieren

**Material**:

* 4 Stative, Büretten-Halter
* Becherglas, 1000 mL, weit
* Kunststoff-Stab
* 4 Büretten
* Trichter, d= 45 mm

**Chemikalien**:

* + - VE-Wasser
* Spiritus (Ethanol)   
  CAS-Nr.: 64-17-5   
    Gefahr   
  H225, H319   
  P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

**Durchführung**:

Büretten mit je einer der Flüssigkeiten füllen. Dann die Büretten so ins Stativ spannen, dass zwischen Auslauf und Becherglas-Rand ca. 10 cm Platz ist. Hahn so öffnen, dass die Flüssigkeit in einem feinen Strahl austritt. In die Nähe dieses Strahls bringt man nun einen durch Reiben (Labormantel, Pulli) elektrisch aufgeladenen Kunststoff-Stab. Vergleichen Sie das Verhalten der Flüssigkeiten.



**Beobachtung**: Wasser wird stärker als Ethanol abgelenkt

**Deutung**: Unterschiedliche Dipol-Stärke der Substanzen

**Entsorgung**: Wiederverwenden oder Spiritus: E10, B3

**Quelle**: Allgemeingut, verändert durch Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

## Gebundenes Wasser

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Kristall-Wasser ist schwach/komplex an Ionen gebundenes Wasser

**E**: Ionen ziehen Wasser-Dipole an und binden sie locker

**Neugier**: Wasser auf fremden Planeten

**Material**:

* **Reagenzglas, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Klammer**
* **Pasteur-Pipette, Hütchen**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Pulver-Spatel**

**Chemikalien**:

* Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat  
  CAS-Nr.: 7758-99-8   
    Achtung   
  H302, H315, H319, H410   
  P273, P302+352, P305+351+338
* Wasser-Nachweispapier (Watesmo)

**Durchführung 1**: Kupfersulfat knapp 1 cm hoch in das Reagenzglas füllen und über dem Brenner vorsichtig erhitzen. Schütteln!

**Beobachtung 1**: An der Reagenzglas-Wand oben entstehen Flüssigkeitströpfchen

**Deutung 1**: Bei der Flüssigkeit handelt es sich um Wasser. Als Beweis kann die Umfärbung des Test-Papiers von weiß nach blau dienen.

**Durchführung 2**: Kupfersulfat weiter unter Schütteln kräftig erhitzen. Auch der Rest des Reagenzglases sollte erwärmt werden, damit alles Wasser verdampft.

**Beobachtung 2**: Das Kupfersulfat verändert seine Farbe von blau nach blass-grünlich

**Deutung 2**: Wasser kann schon durch Erhitzen der Kristalle entfernt werden, da es nicht chemisch festgebunden ist. Es entsteht wasserfreies Kupfersulfat.

**Durchführung 3**: Zum hellen (wasserfreien) Kupfersulfat werden mit der Pasteur-Pipette 2 Tropfen Wasser gegeben.

**Beobachtung 3**: Das Kupfersulfat verändert seine Farbe von blass-grünlich nach blau

**Deutung 3**: Der Vorgang ist umkehrbar: Kupfersulfat nimmt wieder Wasser in das Kristall-Gefüge auf.

**Entsorgung**: B1

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Diskussion**: Aussage über Mischung und Reaktion; Einsatz von Differenzthermoanalyse

**Hintergrund**: Die blaue Farbe stammt eigentlich nicht vom Kupfersulfat selbst, sondern vom Kupfer(II)-tetraquo-Komplex-Kation:   
Im Erdmantel befindet sich an Gestein gebunden mindestens so viel Wasser wie in allen Ozeanen zusammen.

# Säuren und Basen

Ziele des Termins:

**Fähigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Indikatoren aufgabengerecht auswählen |  |
| * 1. Erklärung des Farbwechsels bei Indikatoren |  |
| * 1. Mehrere Methoden der pH-Messung |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Sicherer Umgang mit konzentrierten Säuren (verdünnen) |  |
| * 1. Low-cost-Experimentiertechnik (Spritzen-Technik, „Microscale“) 3 |  |
| * 1. Darstellung von Kohlenstoffdioxid |  |
| * 1. Darstellung von Wasserstoff |  |
| * 1. pH-Bestimmung mit Messkette |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Gefährlichkeit von Basen für die Haut |  |
| * 1. Beispiel für einen Effekt-Versuch |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Formulieren Sie den Farbwechsel eines Indikators als Gleichung.
  2. Nennen Sie für drei selbstgewählte Indikatoren die Farben im Sauren, Neutralen und Basischen. Begründen Sie die Farbe im Neutralen.
  3. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Spritzen-Technik.
  4. Begründen Sie, warum man konz. Schwefelsäure nicht in einem PE-Becher verdünnen sollte.
  5. Begründen Sie, warum die Alltagseinschätzung „Cola zersetzt den Magen“ falsch sein muss.
  6. Diskutieren Sie, unter welchen Umständen man „Säuren“ bzw. Salze im Unterricht essen kann.

## Indikatoren

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Farben wichtiger Indikatoren im Sauren – Neutralen – Basischen

**E**: Definition und Eigenschaften eines Indikator-Farbstoffes

**Neugier**: 1. Säuren schmecken sauer, ist klar. Was, wenn man nicht probieren sollte?   
2. Chemie ist bunt.

**Material**:

**je Indikator**:

* 3 Reagenzgläser, d= 30 mm

**insgesamt**:

* 3 Stopfen
* Reagenzglas-Gestelle
* 3 Mess-Pipetten 10 mL

**Chemikalien**:

* Methylorange-Lösung  
  w= 0,1%   
  CAS-Nr.: 547-58-0
* Methylrot-Lösung  
  w= 0,1%   
  CAS-Nr.: 493-52-7
* Blaukraut-Saft
* Bromthymolblau-Lösung  
  w= 0,1%   
  CAS-Nr.: 76-59-5
* ggf. weitere Indikatoren  
  (je Schüler einen)
* Universal-Indikator (flüssig)   
    Achtung
* Puffer-Lösung  
  pH= 7
* Salzsäure  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 7647-01-0
* Natronlauge  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 1310-73-2
  + - VE-Wasser

**Durchführung**: Alle Reagenzgläser werden zu ca. 80% mit VE-Wasser gefüllt, dann je eines pro Indikator mit ca. 1 mL Salzsäure, mit ca. 1 mL Puffer und mit ca. 1 mL Natronlauge versetzt. Dann je ca. 10 Tropfen Indikator-Lösung zugeben. Überprüfen Sie die Farben.

**Beobachtung**:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indikator** | **Umschlagbereich** | **sauer** | **neutral** | **basisch** |
| **Methylorange** | 3,0 – 4,4 | rot | gelb-orange | gelb-orange |
| **Methylrot** | 4,4 – 6,2 | violett-rot | gelb-orange | gelb-orange |
| **Bromthymolblau** | 6,0 – 7,5 | gelb | grün | blau |
| **Blaukraut-Saft** | mehrere | rot | grün | blau |
| **Universal-Indikator** | mehrere | rot | grün | blau |

**Deutung**: Ein einzelner Indikator zeigt in der Regel nur zwei unterschiedliche Farben. Die Farbe im Neutralen hängt von der Lage des Umschlag-Bereiches ab: liegt der im Sauren, findet man bei pH= 7 die Base anzeigende Farbe, liegt er im Basischen, findet man die Säure anzeigende Farbe, liegt er im Neutralen, können Mischfarben auftreten.

**Entsorgung**: E1

**Quelle**: Allgemeingut, verändert durch Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Variante**: Sinnvoll ist der Einsatz von Zellkultur-Platten („Wellplate 6“) bzw. laminierter Matrix auf weißem Papier

**Hintergrund**:

* Sieht man mehr als eine Farbe, gibt es zwei mögliche Erklärungen: entweder liegt eine Mischfarbe vor (Bromthymolblau: gelb + blau = grün) oder es handelt sich um ein Gemisch von Indikator-Substanzen (z. B. Universal-Indikator, Blaukraut-Saft)
* „Destilliertes“ Wasser stammt in vielen Fällen aus Ionen-Austauschern und ist eigentlich VE-Wasser (vollentsalztes Wasser). Es hat daher einen pH zwischen 4 und 6; deshalb wird Puffer verwendet. Man kann auch selbst hergestellten Phosphat-Puffer nehmen
* Pelikan-Tinte Königsblau 4001 ist eine Mischung aus herstellungsbedingten Isomeren des wasserlöslichen Anilinblaus

## pH-Werte von Alltagsprodukten

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Abschätzen und Messen des pH-Wertes mit pH-Skalen.

**B**: Einordnen des Gefahren-Potenzials von Alltagsprodukten.

**Material**:

* Messer
* 3 Petrischalen ohne Deckel
* 6 Bechergläser, 50 mL
* Becherglas, 400 mL

**Alltagsprodukte**:

Zitronensaft

* Sauerkraut, Dose

Apfel

* Wein (weiß oder rot)
* Cola oder Fanta

Naturjoghurt

Haushaltsessig

Mineralwasser

* stilles Wasser, Leitungswasser
  + - Kernseife
* WC-Reiniger, sauer und basisch   
   Achtung

**Chemikalien**:

* Zitronensäure  
  CAS-Nr.: 5949-29-1   
   Achtung   
  H319  
  P280, P305+P351+P338, P337+P313
* Kalkwasser  
  (Calciumhydroxid-Lösung)  
  CAS-Nr.: 1305-62-0   
   Gefahr   
  H315, H318   
  P280, P305+P351+P338

**Vorbereitung**:

* + - Nicht essbare Produkte in halben Petrischalen bereitstellen:
    - Seife im Stück, Reiniger mit etwas Wasser versetzen, Zitronensäure ungelöst.
    - Getränke/Essig in kleinen Bechergläsern bereitstellen.
    - Die anderen Lebensmittel in Original-Packungen.

**Durchführung**: Man taucht ein etwa 4 cm langes Stück Indikator-Papier von der Rolle mit einem Ende in die Flüssigkeit ein.

Man vergleicht die Farbe mit der Skala auf dem Rollen-Deckel und notiert das Ergebnis in der entsprechenden Zeile der Tabelle unten.

**Hinweis**: Kernseife stets mit einigen Wasser-Tropfen feucht halten, Apfel neu anschneiden.

**Beobachtung**:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stoff** | **Erf.** | **pH** | **Stoff** | **Erf.** | **pH** |
| Zitronensaft | 3 |  | Naturjoghurt | 5 |  |
| Zitronensäure | 7! |  | Essig | 5 |  |
| Sauerkraut | 7 |  | Mineralwasser | 7 |  |
| Apfel | 5 |  | Leitungswasser | 7 |  |
| Cola oder Fanta | 4 |  | Kernseife | 9 |  |
| Wein | 6 |  | Kalk-Wasser | 10 |  |
| WC-Reiniger sauer | 2 |  | WC-Reiniger basisch | 10 |  |

**Entsorgung**: E2

**Quelle**: Schulbücher und Allgemeingut

**Diskussion**:

* „Cola zersetzt den Magen“
* Überraschende Werte?
* Zitronensäure!

## Darstellung von Gasen

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Darstellung von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff

**E**: Darstellung von Gasen mit low-cost Gas-Entwickler-Apparatur.

**Neugier**: Gas-Entwickler für die Westentasche

**Material**:

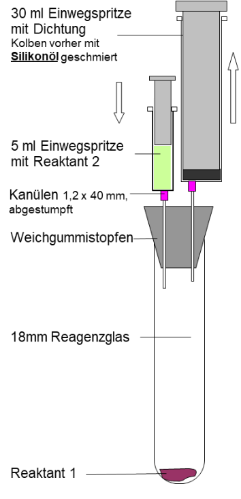
* **2 Reagenzgläser, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Pulver-Spatel**
* 2 Stopfen A mit 2 Kanülen   
  („rosa“ 1,2\*40 mm)
* 1 Spritze, 10 mL
* Aktivkohle-Absorptionsröhrchen
* Glimmspan
* 5 Luer-Lock Spritzen, 20 mL
* 5 Luer-Spritzen-Stopfen

**Chemikalien**:

* Marmor-Stück
* Calciumcarbonat  
  CAS-Nr.: 471-34-1
* Zink-Pulver  
  CAS-Nr.: 7440-66-6   
    Gefahr   
  H250, H260, H410   
  P222, P210, P231+P232, P280, P370+P378, P273
* Salzsäure  
  c= 2 mol/L   
  CAS-Nr.: 7647-01-0   
   Achtung   
  H290
* Chemikalien für weitere Gase  
  siehe Tabelle S. 106

**Durchführung**:

Aufbau mit Spritzen nach V. Obendrauf im Halbmikro-Maßstab:



Die 5 mL Einweg-Spritze mit dem jeweils für das herzustellende Gas benötigten Reaktant 2 auffüllen. In das Reagenzglas ca. 3 – 5 g von dem zugehörigen Reaktant 1 geben. Eine 30 mL Spritze mit Dichtung auf die zweite Kanüle im Stopfen aufsetzen und anschließend den Reaktant 2 tropfenweise ins Reagenzglas zutropfen. Zur Erzeugung von: Salzsäure aus der 5 mL-Spritze langsam zu 1 Spatel Marmor oder 1 Spatel Zink-Pulver zutropfen (grobe Steuerung über Tropfen-Menge). Das entstehende Gas wird mittels Luer-Lock-Spritze aufgefangen.

Spritze mit dem Spritzen-Stopfen verschließen.

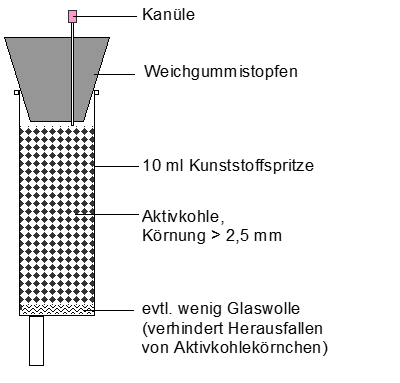
ρ() = 0,09 g/L ρ(Luft) = 1,29 g/L ρ() = 2 g/L

ggf. Glimmspan-Probe bzw. Knallgas-Probe durchführen.

**HINWEIS**: Die Gas-Entwicklung ist meist so stark, dass der Stempel der großen Spritze nach oben gedrückt wird. Dennoch den Stempel zwischendurch leicht bewegen, um zu testen, ob er klemmt.

**HINWEIS**: Die Kanülen müssen vor Verwendung immer auf etwaigen Rost untersucht werden. Dieser könnte die Kanülen nicht sichtbar verschließen, so dass ein Überdruck im Reagenzglas entsteht, der die Apparatur zum Platzen bringen kann. Deshalb Kanüle mit einer leeren Spritze vor dem Versuch durchpusten. Nach dem Versuch muss die Kanüle mittels Wasser (Spritze) gespült werden und anschließend durch mehrmaliges durchpusten von Luft (Spritze) getrocknet werden.

**Beobachtung**: Im Reaktionsgefäß entwickeln sich Gas-Blasen. Die maximal erzeugbare Menge an Gas je 0,5 mL Reaktant 2 ist in der Tabelle für jedes Gas aufgelistet. Die erste volle 30 mL Spritze verwerfen (zu hoher Luft-Anteil aus dem Reagenzglas), indem man das Gas durch ein Aktivkohle-Röhrchen drückt. Die folgenden Spritzen der Reihe nach befüllen und nach Abnahme mit einem Luer-Stopfen verschließen. Das Gas kann darin bis zur Verwendung im Folgeversuch aufbewahrt werden.



**Deutung**: Bei der Reaktion beider Reaktanten entsteht ein spezifisches, gasförmiges Produkt. Evtl. entstehende unerwünschte Nebenprodukte müssen durch geeignete Maßnahmen (siehe Entsorgung) beseitig werden.

**Entsorgung**: E1, zum Stoppen bzw. dem Verhindern toxischer Gase die vorletzte Spalte der Tabelle beachten!

**Quelle**: Nach Prof. Dr. Viktor Obendrauf

**Diskussion**: Darstellung anderer Gase nach gleichem Prinzip: Chlor, Methan, Ethin, Chlorwasserstoff. Edukte dafür?

**Didaktischer** **Hinweis**: Gas-Entwickler für diese Gase können mit Absorptionsröhrchen gesichert werden, die man mit Aktivkohle Körnung ca. 2,5 mm befüllt und auf die Kanüle aufsetzt. Eine 10 mL-Spritze wird ohne Kolben befüllt.

**WWW**: Materialsammlung Waltraud Habelitz-Tkotz

## Verdünnen konzentrierter Säuren

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Berechnung von Einwaagen für Lösungen bestimmter Konzentration

**B**: Sicherheit beim Verdünnen von Säuren oder Laugen

**Neugier**: Handwerk des Lehrenden: Säuren der gewünschten Konzentration aus Konzentrierten selber herstellen

**Material**:

* **Becherglas, 100 mL**
* **Magnetrührer, regelbar**
* **Rührstäbchen, -Entferner**
* **Glas-Thermometer oder**
* elektronisches Thermometer mit Temperatur-Sonde
* Mess-Pipette, 20 mL
* Mess-Pipette, 5 mL
* **Peleusball**

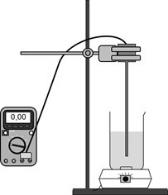
**Chemikalien**:

* Schwefelsäure (konz.)   
  w= 96%   
  CAS-Nr.: 7664-93-9   
   Gefahr   
  H290, H314   
  P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310
* Vorratsflache für   
  Schwefelsäure  
  (stark angesäuertes Wasser)   
  w= 20%   
  CAS-Nr.: 7664-93-9   
   Gefahr   
  H290, H314   
  P280, P305+P351+P338, P310

**Durchführung 1**: In das Becherglas 10,4 mL Wasser vorlegen, Thermometer einhängen und 9,6 mL konz. Schwefelsäure langsam zufließen lassen.

Mit dem Thermometer etwas umrühren.

Temperatur-Verlauf beobachten.



**Beobachtung 1**: Die verdünnte Schwefelsäure erreicht eine Temperatur von über 100°C (Erfahrung: 112°C).

**Deutung 1**: Die zugrundeliegende Protolyse ist stark exotherm:

H<<0

**Durchführung 2**: Weitere 40 mL Wasser zugeben und das Gesamt-Volumen ablesen.

Welche Konzentration besitzt die Schwefelsäure jetzt?

**Aufgabe**: Berechnen Sie den Massen-Anteil „w“ der Schwefelsäure-Lösung

**Auswertung**:

**Entsorgung**: In die Vorratsflasche geben: in dieser Konzentration wird die Schwefelsäure für den Hoffmann’schen Zersetzungsapparat weiterverwendet

**Quelle**: Allgemeingut

**Diskussion**: Variante: Mischung von Wasser / konz. Schwefelsäure im Verhältnis 1:1 im Polystyrol-Becher (Joghurt, …) im großen Becherglas durchführen: PS-Becher schmilzt

## Die Einwirkung von Basen

**Zeitbedarf**: 3 Minuten + 3-7 Tage Wartezeit, Lehrende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Ätzende Wirkung von Basen

**B**: Gefahren beim Umgang mit (starken) Basen

**Neugier**: Säuren sind sehr gefährlich, Basen kaum. Wirklich=?

**Material**:

* **Reagenzglas, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Schere**
* **Glasstab**

**Chemikalien**:

* + - Haar
* Natriumhydroxid  
  CAS-Nr.: 1310-73-2   
   Gefahr   
  H290, H314   
  P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

**Durchführung**: In das Reagenzglas eine Haar-Strähne geben, dann dazu 5 Plätzchen  
(oder ca. 20 Grana) Natriumhydroxid und ca. 3 mL Wasser.

Gut umrühren und bis zum nächsten Praktikumstermin stehen lassen.

**Beobachtung**: Die Haare werden aufgelöst

**Deutung**: Basische Hydrolyse von Protein (viele AS werden zerstört, alle racemisiert)

**Entsorgung**: E2

**Quelle**: Allgemeingut und Schulbücher

**Diskussion**: Gefährlichkeit von Basen-Verätzungen an der Horn-Haut

## Säuren essen

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Kenntnis (fester) Säuren als Lebensmittel-Zusatz

**K**: Lebensmittel-Zusatzstoffe und Gesundheit

**Neugier**: Würden Sie (5R)-[(1S)-1,2-Dihydroxyethyl]-3,4-dihydroxyfuran-2(5H)-on essen?

**Material**:

Uhrgläser,  
Lebensmittel geeignet

Spatel,  
Lebensmittel geeignet

* Folien-Stift, permanent

**Chemikalien**:

* Zitronensäure E330,   
  Ph.Eur.  
  CAS-Nr.: 77-92-9   
   Achtung   
  H319  
  P280, P337+P313, P305+P351+P338
* Äpfelsäure E296   
  Ph.Eur  
  CAS-Nr.:6915-15-7  
   Achtung   
  H319  
  P280, P337+P313, P305+P351+P338
* Ascorbinsäure E300   
  Ph.Eur  
  CAS-Nr.: 50-81-7
* Fumarsäure E297   
  Ph.Eur.  
  CAS-Nr.: 110-17-8   
   Achtung   
  H319  
  P280, P337+P313, P305+P351+P338
* Weinsäure E334   
  Ph.Eur.  
  CAS-Nr.: 87-69-4   
   Gefahr   
  H318  
  P280, P305+P351+P338

**Vorbereitung**: Lebensmittel-Qualität bzw. –Reinheit

Auf beschriftete Uhrgläser werden je ca. 1 g Säure vorgelegt

**Hinweis zur Sicherheit**:

* Zum hygienischen Probieren aus derselben Vorlage schlage ich vor, mit der angefeuchteten Finger-Spitze einige Kristalle aus dem Uhrglas zu heben. Wo die Substanz berührt wird, kleben Kristalle fest, der Rest bleibt sauber zurück.
* Im Schul-Betrieb sollten Stoffe, die zu Probierzwecken verwendet werden sollen, gesondert aufbewahrt und als Lebensmittel gekennzeichnet werden. Bei der Anschaffung ist auf Ph.Eur.-Qualität zu achten.
* Auch Geräte, die mit Probier-Chemikalien in Berührung kommen, sollten sehr sogfältig gereinigt und gesondert aufbewahrt werden, und sei es nur darum: „Das Auge isst mit!“

**Durchführung**:

* Geschmackstest der verschiedenen Säuren. Frage-Stellungen:
* schmecken sie auf unterschiedliche Art und Weise sauer (Qualität)
* schmecken sie unterschiedlich stark sauer (Quantität)

**Ergebnis**:

|  |  |
| --- | --- |
| **Stoff** | **Eindruck** |
| Äpfelsäure |  |
| Zitronensäure |  |
| Ascorbinsäure |  |
| Weinsäure |  |
| Fumarsäure |  |

**Entsorgung**: E2

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.

**Diskussion**: … was ist gesünder, Ascorbinsäure oder Vitamin C?

**WWW**: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/asch2/inhalt1.htm>; Sehr viel schulrelevante Information zu Vitamin C. 03.07.2020

# Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

Ziele:

**Fähigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Durchführung von Petrischalen-Experimenten mit Blende auf dem OHP |  |

**Fertigkeiten**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Bestimmung der Wasserhärte |  |

**Inhalte**:

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. Temporäre und permanente Wasserhärte |  |

Erfolgskontrollen:

* 1. Erklären Sie mit Hilfe einer Gleichung, warum man bei hartem Wasser mehr Seife braucht.

## Temporäre Wasserhärte

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Calcium-Empfindlichkeit des Tensids Seife; temporäre und permanente Wasserhärte

**B**: Kesselstein-Bildung, Verkalken von Heizschlangen

**Neugier**: Wie man Wasser weichkochen kann

**Material**:

* **2 Reagenzgläser, d= 18 mm**
* **Stopfen, für Reagenzglas**
* **Reagenzglas-Klammer**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Peleusball**
* Siedesteinchen
* Mess-Pipette, 10 mL
* Mess-Pipette, 2 mL

**Chemikalien**:

* Calciumhydrogencarbonat-Lösung  
  (siehe Vorbereitung)
* Seifen-Lösung nach Boutron-Boudet

**Vorbereitung**: Calciumhydrogencarbonat-Lösung herstellen:

250 mL Kalkwasser in eine Waschflasche füllen und ca. 15 Minuten lang Kohlenstoffdioxid über einen Fritten-Einsatz durchleiten (die Trübung vom Beginn verschwindet wieder)

**Durchführung 1**: 10 mL Calciumhydrogencarbonat-Lösung kocht man mit einem Siedesteinchen im Reagenzglas 1 ca. 1 Minute lang auf, lässt es abkühlen.

Jetzt 2 mL Seifen-Lösung zugeben und schütteln. Beobachtung?

**Durchführung 2**: 10 mL Calciumhydrogencarbonat-Lösung werden im Reagenzglas 2 mit 2 mL Seifen-Lösung versetzt und geschüttelt. Beobachtung?

**Beobachtung**: Die Lösung in Reagenzglas 1 schäumt, in Reagenzglas 2 nicht.

**Deutung**: Kochen beseitigt die temporäre Wasserhärte:

stehen für die Reaktion mit Seifen-Anionen nicht zur Verfügung: sie können alle Tensid-Wirkung entfalten.

Die -Ionen der temporären Wasserhärte fällen Kalkseife aus und entziehen der Lösung Seifen-Anionen

Sie stehen für Tensid-Wirkung nicht mehr zur Verfügung.

**Entsorgung**: E1

**Quelle**: Schulbücher

## Permanente Wasserhärte

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Calcium-Empfindlichkeit des Tensids Seife; Wasser-Enthärtung durch Base

**Neugier**: ???

**Material**:

* **3 Reagenzgläser, d= 18 mm**
* **Reagenzglas-Gestell**
* **Reagenzglas-Klammer**
* **Stopfen, für Reagenzglas**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Peleusball**
* **Folienstift**
* Siedesteinchen
* 2 Mess-Pipetten, 2 mL
* Mess-Pipette, 5 mL

**Chemikalien**:

* Calciumsulfat-Lösung (Gipswasser)   
  gesättigt  
  CAS-Nr.: 10101-41-4
* Seifen-Lösung nach Boutron-Boudet
* Natriumcarbonat-Lösung  
  (Soda-Lösung)  
  c= 1 mol/L   
  CAS-Nr.: 497-19-8   
   Achtung   
  H319  
  P305+P351+P338

**Durchführung 1**: 5 mL Gipswasser werden in Reagenzglas 1 mit 2 mL Seifen-Lösung versetzt und geschüttelt. Beobachtung?

**Beobachtung 1**: Lösung in Reagenzglas 1 schäumt schwach.

**Deutung 1**: In Lösung sind viele vorhanden, die Seifen-Anionen ausfällen.

**Durchführung 2**: 5 mL Gipswasser werden in Reagenzglas 2 aufgekocht (Siedesteinchen), abgekühlt und mit 2 mL Seifen-Lösung geschüttelt. Markieren Sie die Höhe der Schaum-Säule.

**Beobachtung 2**: Lösung in Reagenzglas 2 schäumt schwach, genauso wie in Reagenzglas 1.

**Deutung 2**: Die Wasserhärte, die (u. a.) auf Gips zurückzuführen ist, lässt sich durch Abkochen nicht beeinflussen.

**Durchführung 3**: 5 mL Gipswasser werden mit 2 mL Soda-Lösung und mit 2 mL Seifen-Lösung versetzt, dann geschüttelt. Markieren sie die Höhe der Schaum-Säule.

**Beobachtung 3**: Lösung in Reagenzglas 3 schäumt stark.

**Deutung 3**: Es entsteht das schwer lösliche Calciumcarbonat, wodurch -Ionen nicht mehr zur Reaktion mit Seifen-Anionen zur Verfügung stehen.

**Entsorgung**: E1

**Quelle**: Schulbücher

**Diskussion**: Die Höhe der Schaum-Säule lässt Rückschlüsse über die Wasserhärte zu. Soda als historisch erstes Wasser-Enthärtungsmittel.

## Bestimmung der Gesamthärt mit Titriplex

**Zeitbedarf**: 20 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Wasserhärte

**E**: Volumetrische Verfahren der quantitativen Analytik

**Neugier**: ???

**Material**:

* **Erlenmeyerkolben, 250 mL**
* **Magnetrührer, regelbar**
* **Magnet-Rührstäbchen und –Entferner**
* **Stativ, Büretten-Klemme**
* **Messzylinder, 100 mL**
* **Trichter**
* **Pasteur-Pipette, Hütchen**
* Bürette, 50 mL

**Chemikalien**:

* Titriplex B-Lösung
* Wasser mit ca. 25°dH (künstlich)
  + - Indikator-Puffer-Tabletten
* Merckoquant-Wassertest-Set
* Ammoniak-Lösung  
  w= 25% (konz.)   
  CAS-Nr.: 1336-21-6   
     Gefahr   
  H290, H314, H335, H400   
  P260, P273, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P305+P351+P338

**Durchführung**: Man gibt 100 mL Wasser in den Erlenmeyerkolben, löst darin unter kräftigem Rühren die Indikator-Puffer-Tablette und gibt einige Tropfen Ammoniak-Lösung zu (Ammoniak im Abzug handhaben), bis sich der Indikator nach rot verfärbt. Mit Hilfe der Bürette tropft man langsam die Titriplex B-Lösung zu, bis ein Farbumschlag nach grün eintritt.

**Beobachtung**: Farbumschlag nach grün

**Auswertung**: Bei dieser Proben-Menge entspricht 1 mL Verbrauch 1°dH

**Deutung**: Für genaue Härte-Bestimmungen (führen wir hier nicht durch) wird 3 – 5mal gemessen und die Werte gemittelt

**Entsorgung**: E1

**Quelle**: Merck Aquaquant Anleitung zu den Chemikaliensätzen

# Modellexperiment: Große Teilchen, kleine Teilchen, überhaupt Teilchen?

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Osmose: Diffusion durch eine Membran

**E**, **B**: Ermittlung der Teilchen-Größe durch Diffusion

**Material**:

* **3 Reagenzgläser, d= 30 mm   
  mit Bördel-Rand**
* **3 Spatel**
* **je 3: Stativ, Muffe, Klammer**
* **Petrischale, d= 100 mm**
* **Schere**
* 3 Bechergläser 250 mL, hohe Form
* Cellophan-Folie (Einmach-Folie)
* 3 enge Gummi-Ringe

**Chemikalien**:

* + - VE-Wasser
* Stärke-Lösung  
  w= 1%
* Kaliumpermanganat (s)   
  CAS-Nr.: 7722-64-7   
      Gefahr   
  H272, H302, H314, H410   
  P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501
* Lugol‘sche Lösung   
  (Iod-Kaliumiodid-Lösung)  
   Achtung   
  H373  
  P260, P314
* Brillantgrün (s)   
  CAS-Nr.: 633-03-4, C.I. 42010   
   Achtung   
  H302, H319   
  P305+P351+P338

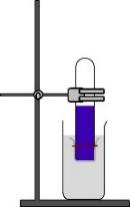
**Durchführung**: Zwei Reagenzgläser werden je ca. zur Hälfte mit Wasser gefüllt und darin so viele Spatelspitzen Kaliumpermanganat bzw. Brillantgrün gelöst, bis man durch die Lösung nicht mehr hindurchschauen kann.

In das dritte Reagenzglas wird ca. zur Hälfte Stärke-Lösung eingefüllt und mit 10 Tropfen Lugol‘sche Lösung angefärbt.

Die Cellophan-Folie in die mit Wasser gefüllte Petrischale tauchen und diese mit dem Gummi-Ring so befestigt, dass die Folie die Reagenzgläser völlig verschließt.

Durch Umdrehen die Dichtigkeit prüfen.

Die Reagenzgläser werden umgekehrt in je ein Becherglas mit Leitungswasser an einem Stativ befestigt, eingehängt.



**Beobachtung**: Nach einigen Minuten färbt sich das Wasser im Becherglas mit der Kaliumpermanganat-Lösung, dann das mit der Brillantgrün-Lösung.

Aus dem Reagenzglas mit Iod-Stärke tritt kein Farbstoff in das Becherglas über die Membran aus.

**Aufgabe**: In der Geschichte der Chemie war eine der bedeutendsten Fragen, ob Materie kontinuierlich oder diskontinuierlich (aus Teichen) aufgebaut sei.

* + - * 1. Überlegen Sie, inwieweit dieses Experiment darauf eine Antwort liefert.

**Deutung**: Die Cellophan-Membran ist semipermeabel.

Die Permanganat-Ionen haben den kleinsten Radius und diffundieren daher recht schnell durch die Poren der Cellophan-Membran, schneller als die größeren Brillantgrün-Moleküle. Die Iod-Stärke-Komplex-Moleküle sind so groß, dass sie nicht durch die Membran diffundieren können.

**Entsorgung**: Ausguss (nur sehr geringe Mengen an Chemikalien)

**Diskussion**: Verwendung von Cellophan als „Molekül-Sieb“, z. B. durch Pasteur, der damit Enzyme und Coenzyme trennen konnte

# Organische Chemie

## Nachweis von Ethanol

**Zeitbedarf**: 5 Minuten, Lernende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Praktische Verwendung chemischer Reaktionen

**B**: Vergleich chemischer mit elektronischen Messungen

**Neugier**: So macht es die Polizei

**Material**:

* elektronisches Alkohol-Testgerät   
  ACE 3000

**Chemikalien**:

* Spirituosen (Schnaps, Bier, Wein)
* Alcotest-Röhrchen

**Durchführung**:

Eine Test-Person (wieder Lehrende) nimmt einen Schluck alkoholhaltiges Getränk zu sich und pustet nach Vorschrift in die entsprechende Öffnung des Alkohol-Testgerätes (Mundstück verwenden)

**Beobachtung**: Das Gerät zeigt einen Wert an

**Quelle**: Anleitung zum Alkohol-Testgerät (z. B. ACE 3000)

**Diskussion**:

* Halbquantitatives Verfahren ab 0,3 Promille (1 L Luft)
* Schätzen Sie den Fehler ab, wenn man gleich nach dem Trinken bläst
* Erklären Sie, warum der Kunststoff-Beutel nötig ist (historisches Verfahren)

**WWW**: <https://www.alkomat.net/> Quelle für elektronische, bezahlbare und hinreichend genaue Geräte. 03.07.2020

## Perlon-Herstellung

**Zeitbedarf**: 20 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Bedeutung der Säureamid-Bindung bei Kunststoffen (Polyamiden)

**E**: Verstrecktes und unverstrecktes Perlon: Struktur-Eigenschaft-Modell

**Neugier**: Einen richtigen Kunststoff-Faden herstellen, der nicht reißt

**Material**:

* **Becherglas, 25 mL**
* **Glasstab**
* **Pinzette**
* **Tiegelzange**
* **Brenner, Feuerzeug**
* **Dreibein, Drahtnetz**
* **Messer**
* Filterpapier

**Chemikalien**:

* ε-Caprolactam  
  (6-Aminocapronsäurelactam)  
  CAS-Nr.: 105-60-2   
   Achtung   
  H302, H332, H315, H319, H335   
  P302+P352, P304+P340, P305+P351+P338
* Ethanol (Spiritus)   
  CAS-Nr.: 64-17-5   
    Gefahr   
  H225, H319   
  P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
* Natrium  
  CAS-Nr.: 7440-23-5   
    Gefahr   
  H260, H314   
  EUH014  
  P233, P231+P323, P280, P305+P351+P338, P370+P378+P422

**Durchführung1**: In das Becherglas gibt man ca. 9 g ε-Caprolactam und fügt ein sehr kleines Stückchen Natrium (ca. 0,01 g, ca. 2 x 2 mm, entölt) hinzu. WICHTIG: Das Natrium-Körnchen sollte mit dem Glasstab tief in das Lactam eingedrückt werden! Dann schmilzt man vorsichtig den Reaktionsansatz mit nicht zu großer Flamme (Smp. ε-Caprolactam: 68 – 69°C).

Bei ca. 100°C reagiert das Caprolactam mit dem Natrium (Bläschen-Bildung beobachtbar). Währenddessen das Erhitzen unterbrechen, bis alles Natrium reagiert hat. Danach erhitzt man rasch und hält die Schmelze so lange am Sieden, bis die Konsistenz zäher wird (Sdp: ca. 260°C) die Dampf-Blasen werden merklich langsamer, die Schmelze honigfarben.

Dann stellt man den Brenner aus und fühlt mit dem Glasstab, wie die Schmelze zunehmend zäher wird. Bald gelingt es, Fäden aus dem Becherglas zu ziehen. Nach dem Herausziehen des Fadens am Glasstab, kann mit der Hand (Abstand > 30 cm vom Becherglas) weitergezogen werden (ein zweiter Praktikant kann den Faden aufwickeln). Je nach Konsistenz und Abzieh-Geschwindigkeit werden die Fäden dünner oder dicker. Alle Gruppen ziehen Fäden aus dem gleichen Ansatz.

**Durchführung 2**: Die erkalteten Fäden lassen sich verstrecken, wenn man an den Enden stark zieht.

Beobachten Sie die Veränderung der Faden-Stärke, evtl. über die Projektionsfläche des Overhead-Projektors. Erklärung?

**Beobachtung**: Durch Ziehen kann man die Fäden strecken.

Sie sind sehr widerstandsfähig und reißen erst bei größerem Kraft-Aufwand.

**Deutung**: Das N-Natriumsalz des Caprolactam initiiert anionisch die ringöffnende Polymerisation des Lactams.

Die Polymerisation beginnt aber erst dann, wenn die Mischung aus dem Caprolactam und seinem Natriumsalz auf ca. 250°C erhitzt wird.

Bei dieser Temperatur ist die Polymerisation nach ca. 3 Minuten beendet. Erhitzt man die Schmelze länger als 6 Minuten auf ca. 250°C, so nimmt die Viskosität merklich ab, die Schmelze ist nicht mehr verspinnbar.

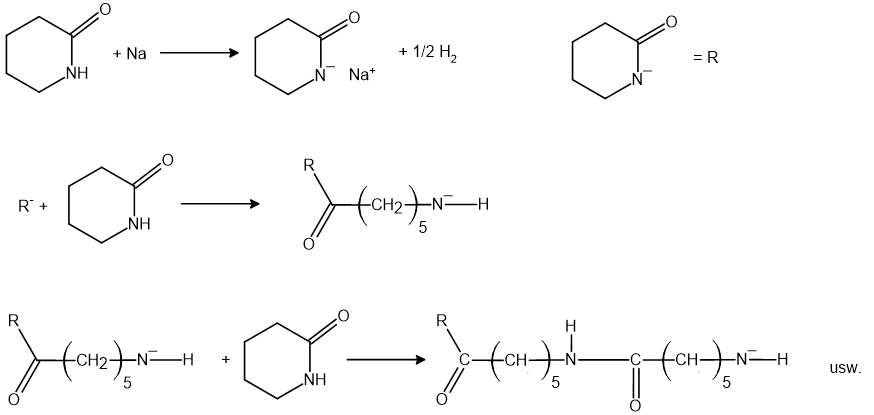
**Entsorgung**: Glasstab in konz. Salzsäure einweichen (evtl. mehrere Tage; besser abschneiden, verschmelzen und kürzeren Glasstab weiterverwenden)

Das Becherglas mit Perlon-Resten kann nicht gerettet werden: E3

**Quelle**: unbekannt

**Diskussion**: Verstrecken= Ausrichten der Polymer-Moleküle zu kristallinen Bereichen.

**Hintergrund**:



**Didaktischer Hinweis**: Diesen Versuch empfehlen wir als Ersatz für die Nylon-Herstellung: das Produkt zeigt typische Kunststoff- bzw. Kunstfaser-Eigenschaften, wie Reißfestigkeit, Verstreckbarkeit, Zähigkeit.

## Untersuchung von Kunststoffen

**Zeitbedarf**: 20 Minuten, Lernende, n

**Kompetenz/Ziel**:

**F**: Unterschiedliche Eigenschaften von Kunststoffen

**B**: Sorten-Trennung, Probleme beim thermischen Kunststoff-Recycling

**Neugier**: Die Nase als Kunststoff-Analysator

**Material**:

* **Brenner, Feuerzeug**
* **Becherglas, 400 mL   
  (mit Wasser, Sicherheit)**
* **Indikator-Papier**
* **Stativ, Muffe, Klammer**
* **Alufolie als Unterlage**

**Chemikalien**:

* Polyvinylchlorid (PVC)
* Polyethylen (PE)
* Polystyrol (PS)
* Plexiglas (PMMA)
* Polyamid (PA)
* unbekanntes Kunststoff-Stück aus dem Alltag
* Kupfer-Draht

**Durchführung 1**: Die verschiedenen Kunststoff-Proben werden auf ihr Verhalten in und außerhalb der Brenner-Flamme untersucht (Brenner schräg einspannen, Alufolie unterlegen) und verglichen:

* Ausmaß der Anzündbarkeit
* Selbständiges Weiter-Brennen
* Tropfen und/oder Rußen
* Saure Reaktion der Dämpfe
* Geruch des Dampfes kurz nach dem Erlöschen   
  PVC: kein Geruchstest!

**Beobachtung**:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **brennt** | **allein** | **rußt** | **tropft** | **Geruch** |
| **PE** |  |  |  |  |  |
| **PVC** |  |  |  |  | nicht riechen! |
| **PS** |  |  |  |  |  |
| **PMMA** |  |  |  |  |  |
| **PA** |  |  |  |  |  |

**Durchführung 2**: Den Kupfer-Draht in der Brenner-Flamme erhitzen und an PVC- bzw. PE-Stäbchen halten. Dann wieder in die Flamme.

Beobachtung und Vergleich.

**Deutung** **2**: Beilstein-Probe auf Halogene

**Entsorgung**: E3

**Quelle**: Kunststoff-Koffer des VKI, Frankfurt 1994.

**Diskussion**:

* Weitere Kunststoffe
* Bruchtest

**Hintergrund**:

* CA = Celluloseacetat
* MF = Melaminharz
* PA = Polyamid
* PE = Polyethylen
* PF = Phenolharz
* PP = Polypropylen
* PS = Polystyrol
* PVC = Polyvinylchlorid
* SI = Silicon
* UP = Polyester

**Lösung**:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **brennt** | **allein** | **rußt** | **tropft** | **Geruch** |
| **PE** | + | + | + | (+) | ausgeblasene Kerze (Paraffin) |
| **PVC** | + | - | - | - | nicht riechen (stechend); Test mit feuchtem Indikator-Papier |
| **PS** | + | + | + | (+) | süßlich („Plastik“, Styren) |
| **PMMA** | + | + | - | (+) | „fruchtig“ (Ester) |
| PA | - | - | - | + | verbrannte Haare |

**Didaktischer Hinweis**: Die Kunststoff-Proben stammen aus einem Kunststoff-Koffer des VKI (Verband der Kunststoff-Erzeugenden Industrie)

## Untersuchungen an einer PET-Flasche

**Zeitbedarf**: 10 Minuten, Lernende, D

**Kompetenz/Ziel**:

**E**: Beziehung zwischen Eigenschaft und Struktur bei Kunststoffen

**Neugier**: Durch Beobachten Moleküle verstehen

**Material**:

* Stativ, Muffe
* große Klammer
* dünnwandige PET-Flasche
* Heißluft-Gebläse
* All-Chem-Misst II
* Thermofühler

**Aufbau**:

PET-Flasche in der Nähe des Bodens ins Stativ einspannen.

Schraubverschluss ggf. abnehmen.

Temperatur-Fühler so befestigen, dass er die Innen-Seite der Flaschen-Wandung berührt.

**Durchführung 1**: Mit dem Heißluft-Gebläse auf mittlerer Stufe das Flaschen-Material am Corpus in der Gegend des Temperatur-Fühlers erwärmen.

**Beobachtung 1**: Bei ca. 80 – 120°C zieht sich das Material zusammen

**Deutung 1**: PET-Flaschen werden aus der Schmelze spritzgegossen (geblasen) und schnell abgekühlt. Die Makromoleküle liegen überstreckt, nicht in der günstigsten Lage zueinander. Erwärmung bringt die erforderliche Beweglichkeit, so dass sie sich jetzt günstiger lagern können.

**Beobachtung 2**: Ab ca. 170°C schmilzt das Material, ggf. entsteht ein Loch

**Deutung 2**: Schmelz-Bereich laut Literatur: 235 – 260°C

**Durchführung B**: Entfernen Sie den Temperatur-Fühler.

Erwärmen Sie nun das Flaschen-Material in der Gegend der Flaschen-Öffnung.

**Beobachtung**: Das Material wird trüb, verfärbt sich weiß.

**Deutung**: In dem Bereich der Öffnung befinden sich Stellen dickerer Wandstärke.

Hier führt die gesteigerte Beweglichkeit der Makro-Moleküle zu teilweiser Kristallisation (vorher: Glas). Die mikrokristallinen Bereiche sind so groß, dass sie Licht beeinflussen können, das Material verliert seine Transparenz.

**Entsorgung**: Kunststoff-Recycling

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Diskussion**: Diskutieren Sie Folgen für die Handhabung von PET-Gefäßen im Haushalt

**Didaktischer Hinweis**: Fälschlicherweise wird im WWW Polyethylen oft als PET bezeichnet

# Vermischtes

## Energie tragen

**Zeitbedarf**: 30 Minuten

**Kompetenz/Ziel**: Umgang mit elektrischen Komponenten, Strom und Spannung

**F**, **E**: Energie-Erzeugung und -Speicherung

**E**, **B**: Entwickeln eigener Experimente und Bewertung der Aussagekraft

**Material**: Aus **Lego-Kasten, 9684elab**

* 2 Motoren
* 2 Verbindungskabel
* 1 Achsenverbinder 90° (blau)
* 1 Kondensator
* 1 Solarmodul
* 1 Lämpchen
* Kleinteile

**Aufgabe 1**: Tragen Sie eine Portion Energie quer durch das Labor. Geben Sie weitere zwei Möglichkeiten an, die Aufgabe zu lösen.

**Aufgabe 2**: Demonstrieren Sie das „Erzeugen“, Speichern und „Verbrauchen“ von elektrischer Energie für eine Jgst. 5

**Beschreiben Sie die Durchführung**:

Aufbauhilfe:



**Zu erwartende Beobachtung**:

**Quelle**: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Hintergrund**:

**Didaktische Hinweise**: Fordern Sie ggf. Unterstützung durch die Betreuer an

**WWW**: <http://de.wikipedia.org/wiki/Energie>

## Wie geht der Trick?

**Zeitbedarf**: 30 Minuten

**Kompetenz/Ziel**:

**E**, **B**: Entwickeln eigener Experimente; „inverses“ Experiment.

**Material**:

* **Becherglas, 100 mL**
* Versuchsanordnung „Geisterhand“

**Vorbereitung**: 2 Versuchs-Anordnungen „Geisterhand“ aufbauen.

**Durchführung:** Begießen Sie eine der Versuchs-Anordnungen „Geisterhand“ so lange vorsichtig mit Leitungswasser (es können durchaus 400 mL werden), bis sich ein Effekt einstellt.

**Aufgabe**: Untersuchen Sie eine 2. Anordnung und notieren Sie 1 – 2 Hypothesen, wie der Trick funktioniert.

**Hypothese 1**:

**Hypothese 2**:

**Quelle**: nach „Das verrückte Chemie-Labor“ von A. Korn-Müller

**Hintergrund**:

**Didaktische Hinweise**: Fordern Sie ggf. weitere Gerätschaften vom Betreuer an

## Das Sieden

**Zeitbedarf**: 15 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Ziel**:

**E**, **B**: Selbständiges, genaues Beobachten; isolieren des Unbekannten vom Bekannten. Unterscheidung der Beobachtung von der Deutung. Alltagsphänomene erklären

**K**: Beratung in der Gruppe

**Material**:

* Erlenmeyerkolben, 250 mL, eng
* Thermometer T< 110°C
* Magnetrührer, heizbar
* Löffel-Spatel

**Chemikalien**:

* + - Leitungswasser
    - Säge-Späne

**Vorbereitung**: 150 mL frisches, kaltes Leitungswasser werden einige Stunden vor Versuchsbeginn in das Gefäß gefüllt.

Das Gefäß muss danach ruhig bei Raumtemperatur stehen.

**Beobachtung 1**: An der Gefäß-Wand sammeln sich Gas-Bläschen.

**Problem 1**: Überlegen: Welches Gas könnte sich in den Bläschen befinden?

**Deutung 1**: (Gymnasium)

Lernende haben z. B. folgende Möglichkeiten, zielgerichtet zu antworten:

* Wasser-Dampf – muss falsch sein, da sich jeder überzeugen kann, dass die Siede-Temperatur noch nicht erreicht ist.
* „Kohlensäure“ (für ) – denkbar und hier nicht falsifizierbar.
* Wasserstoff/Sauerstoff (aus ) – ist falsch (müssen Lernende glauben), da durch so geringfügiges Erhitzen Wasser-Teilchen nicht zerlegt werden können (sonst müsste Knallgas entstehen. Test?)
* Sauerstoff (aus der Luft, vorher gelöst) – richtig, aber nicht vollständig.
* Luft – fast richtig
* In den Gas-Bläschen befindet sich ein luftähnliches Gas-Gemisch.

**Hintergrund**: Das Gas war ursprünglich im Wasser gelöst.

Da sich die Löslichkeit und das Ausmaß ihrer Temperatur-Abhängigkeit z. B. von , und stark unterscheiden, wird man in den Bläschen nicht exakt die Mischung finden, wie sie in der Luft vorliegt.

**Durchführung 2**: Ca. ein halber Löffel-Spatel Säge-Späne wird zugegeben und das Thermometer eingetaucht.

Dann das Gefäß auf den Magnetrührer stellen und die Säge-Späne zur Ruhe kommen lassen.

Jetzt erst die Heiz-Quelle einschalten.

**Beobachtung 2**: Ein Teil der Säge-Späne setzt sich langsam am Boden ab, ein anderer schwimmt an der Oberfläche.

Das Thermometer zeigt Raumtemperatur minus 1 – 2°C.

Bei Zufuhr von Wärme fangen die Säge-Späne an, sich auf und ab zu bewegen.

**Problem 2**: Was könnte die Ursache für die Bewegung der Säge-Späne sein?

**Deutung 2**: Das Wasser muss sich bewegen und nimmt die Späne mit.

Konvektionsströmung: warmes Wasser steigt auf Grund seiner geringeren Dichte auf, kälteres sinkt nach unten. Die Säge-Späne machen dieses Phänomen, das sich ansonsten in Schlieren äußert, besser sichtbar.

**Problem 2a**: Wie lange wird die Bewegung der Säge-Späne anhalten?

**Deutung 2a**: Bis zur vollständigen Erwärmung auf 100°C und guter Durchmischung.

**Beobachtung 3**: Von der Versuchsanordnung geht nach ca. 5 – 6 Minuten ein „Singen“ aus, kurz bevor es kocht.

Das Thermometer steigt und zeigt etwa 50°C an.

**Deutung 3**: Am Gefäß-Boden entstehen Wasser-Dampf-Bläschen, die aber sofort wieder kollabieren, da das darüber liegende Wasser noch nicht 100°C erreicht hat.

Das Kollabieren verursacht die Geräusche, die je nach Gefäß in der Tonhöhe variieren („Teekessel-Singen“).

Beobachtung kann uns hier nicht zur Deutung führen, da mit dem bloßen Auge nicht viel zu sehen ist.

**Beobachtung 4**: Am Boden entstehen Gas-Blasen.

**Problem 4**: Wie weit steigen die Gas-Blasen?

**Deutung 4**: Die Gas-Blasen steigen nicht bis zur Oberfläche, sondern werden nach und nach kleiner und verschwinden.

**Beobachtung 5**: Das Wasser beginnt zu Brodeln, große Blasen steigen bis zur Oberfläche.

Das „Singen“ verschwindet.

Das Thermometer zeigt etwa 100°C.

**Deutung 5**: Die Wasser-Dampf-Blasen können deshalb ganz hochsteigen, weil das umgebende Wasser 100°C erreicht hat.

**Beobachtung 6**: Aus dem Gefäß entweicht weißlicher „Dampf“.

**Problem 6**: Kann es sich bei dieser „weißlichen Erscheinung“ um Wasser-Dampf handeln?

* + - * 1. Halte deine Hand etwa 15 cm über das Gefäß in den „Dampf“.
        2. Ab etwa 60°C würde man sich die Haut schmerzhaft verbrennen.
        3. Wie heiß schätzt du den „Dampf“?
        4. Wie heiß sollte Wasser-Dampf eigentlich sein?

**Deutung 6**: Wasser-Dampf ist über 100°C heiß und nicht sichtbar.

Was wir sehen, sollten wir als Dunst oder Nebel bezeichnen:

es handelt sich um in der kalten Luft bereits kondensierte kleine Wasser-Tröpfchen.

**Ergänzung 6**: Beweis: ziehe das Thermometer langsam aus dem Wasser heraus.

Versuche festzustellen, in welcher Zone Dampf und in welchem Dunst vorkommt.

**Entsorgung**: Ausguss. Säge-Späne ggf. (nach dem Abkühlen des Wassers) herausfischen und in den Hausmüll.

**Quelle**: Niessen, J.; Präparationen für den Unterricht in der Naturlehre an Volksschulen, Goslar 1909!

**Didaktischer Hinweis**: Schon 1909 wurde ein klarer Aufbau für eine Unterrichtsstunde nach der forschend-entwickelnden Methode (allerdings noch stark katechisierend) empfohlen, wie er bis heute nicht konsequent umgesetzt wird.

**Muster:**

* Vorbereitung
* Beobachtungen (aus dem Alltag)
* Ziel (dieser Unterrichtseinheit)
* Darbietung
* Verknüpfung
* Zusammenfassung
* Anwendung

Es kann sich die Erklärung der Vorgänge auf Teilchen-Ebene anschließen.

Beispiel typischer Anwendungsfragen (heute „Transfer“):

* 1. Warum gibt es Schnellkoch-Töpfe?
  2. Warum verwendet man Milch-Töpfe?
  3. Warum lässt sich Feuer durch Wasser löschen?
  4. Warum glauben wir, dass eine Kerze durch das Brennen verschwindet?
  5. Warum werden heiße Speisen durch Blasen kälter?

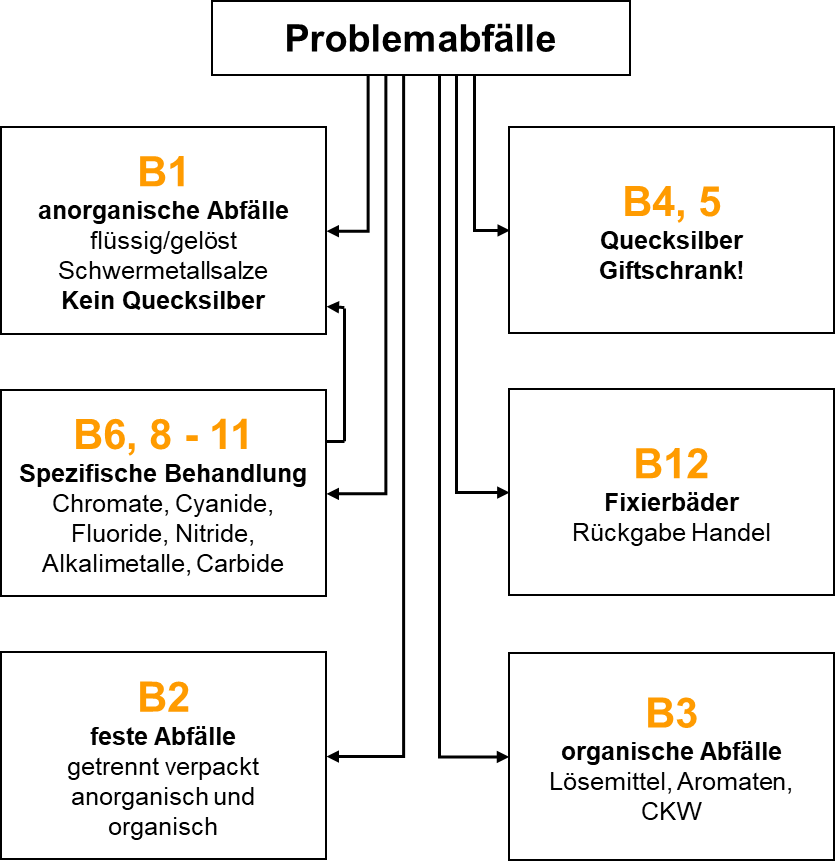
Diese Fragen sind z. T. erst nach weiteren Experimenten (etwa Destillation) ab der Mittelstufe erklärbar.

**WWW**: Der historische [Vorlagentext](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/gs-hs/GSW_sieden2_hist.htm)

# Entsorgung

Kurzform; ausführliche Bestimmungen in Häusler „Experimente für den Chemieunterricht“, S. 30-34

* Das Prüfen, ob ein gefährlicher Stoff nicht durch weniger risikoreiche Substanzen ersetzt werden kann, gehört zu den Pflichten des Lehrenden
* Auf allen Sammelbehältern ist die Beseitigungsgruppe im Wortlaut anzugeben und Warnhinweis-Schilder anzubringen
* Bis zum Abtransport sind die Problem-Abfälle in verschließbaren Räumen aufzubewahren. Gift-Reste müssen im Giftschrank zusätzlich eingeschlossen werden. Zugang haben nur die Chemie-Lehrenden
* Die Sammelbehälter müssen unzerbrechlich, verschließbar und aus Inert-Material beschaffen sein (Kunststoff)
* Beteiligung Lernender an Sondermüll-Beseitigung ist unzulässig



## Entsorgungsratschläge (E-Sätze)

* + - * 1. Verdünnen, in den Ausguss geben (WGK 0 bzw. 1)

kleinste Portionen reizender, gesundheitsschädlicher, brandfördernder Stoffe soweit wasserlöslich

* + - * 1. Neutralisieren, in den Ausguss geben

Saure und basische Stoffe

* + - * 1. In den Hausmüll geben, gegebenenfalls in PE-Beutel

Feststoffe, soweit nicht andere Ratschläge gegeben sind

* + - * 1. Als Sulfid fällen

Schwermetallsalze, B2 bzw. B7

* + - * 1. Mit Calcium-Ionen fällen dann E1 oder E3

lösliche Fluoride, Oxalate

* + - * 1. Nicht in den Hausmüll geben

brandfördernde Stoffe; explosionsgefährliche Stoffe (B3, 5, 6, 8-11)

* + - * 1. Im Abzug entsorgen, wenn möglich verbrennen

Absorbier- oder brennbare gasförmige Stoffe

* + - * 1. Der Sondermüll-Beseitigung zuführen (Adresse zu erfragen bei der Kreis- und Stadtverwaltung). Abfall-Schlüssel beachten.

Labor-Abfälle im Sinne der TA Abfall (Alle außer B12)

* + - * 1. Unter größter Vorsicht in kleinsten Portionen reagieren lassen (z. B. offen im Freien verbrennen)

Explosionsgefährliche Stoffe und Gemische (B3, 5, 6, 8-11)

* + - * 1. In gekennzeichneten Glas-Behältern sammeln   
           „organische Abfälle, halogenhaltig“ / „organischen Abfälle, halogenfrei“   
           dann E8

Organische Verbindungen   
halogenhaltig / halogenfrei (B4 (flüssig) bzw. B1 (fest))

* + - * 1. Als Hydroxid fällen (pH 8), den Niederschlag zu E8

Gelöste Schwermetall-Salze (B2 bzw. B7 (Quecksilber))

* + - * 1. Nicht in die Kanalisation gelangen lassen

brennbare nicht wasserlösliche Stoffe, sehr giftige Stoffe

* + - * 1. Aus der Lösung mit unedlerem Metall (z. B. Eisen) als Metall abscheiden (E14, E3)

z. B. Verbindungen von Chrom oder Kupfer (B3, 5, 6, 8-11)

* + - * 1. Recycling geeignet (Re-Destillation oder einem Recycling-Unternehmen zuführen)

z. B. Verbindungen von Aceton, Quecksilber, Blei (B3, 5, 6, 8-11, B7 (Quecksilber), B2

* + - * 1. Mit Wasser vorsichtig umsetzen, evtl. freiwerdende Gase verbrennen oder absorbieren oder stark verdünnt ableiten

Carbide, Phosphide, Hydride (B3, 5, 6, 8-11)

* + - * 1. Entsprechend den Ratschlagen beseitigen

B3, 5, 6, 8-11