



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

① +49 921 553103, Fax 55843103

E-Mail Walter.Wagner@uni-bayreuth.de

Versuchsanleitungen

Ausgewählte Experimente zur Verwendung in Natur und Technik der bayerischen Mittelschule

Inhalt

1	S	icherheitserziehung	5
	1.1	Einführung	
	1.1.	1 Literatur	5
	1.1.		
	1.1. 1.1.		
	1.1.	9. 9.	
	1.1.		
	1.1.	7 Materialien	6
	1.2	Vorsichtsmaßnahmen	6
	1.3	Laborordnung (Muster)	8
	1.4	Labor-Gläser	9
	1.5	Heiz-Quellen und Brenner	9
	1.6	Der Kartuschen-Brenner	10
	1.7	Kennzeichnung von Gas-Druckflaschen	11
	1.8	Handhabung von Gas-Druckflaschen	12
	1.9	Gefahrensymbole	13
	1.10	Form	14
	1.11	Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom	15
	1.12	Einige häufige Laborgeräte	17
	1.13	Gefährdungsbeurteilung + Entsorgungsprotokoll	19
2	J	gst. 5	20
	2.1	Ziele Stoff-Gemisch, Reinstoff, Eigenschaften	20
	2.2	Trennung einer Suspension von Sand und Wasser	
	2.3	Trennungen an Brause-Pulver	23
	2.4	Beispiele einfacher Experimente für den Einstieg in die Chemie in der	
		ersten UE des Jahres in einer Jgst. 8	25
	2.5	Destillation im kleinen Maßstab	28
	2.6	Modellexperiment: Große Teilchen, kleine Teilchen, überhaupt	20
	2.7	Teilchen?	
	2.7	Mischen von Flüssigkeiten (Modell-Vorst.)	
	2.8	Mischung und Reaktion	
	2.9	Eigenschaften von Ionen-Verbindungen (Salzen)	
	2.10	Elektrische Leitfähigkeit	
	2.11	Ein Versuch als Methoden-Baustein: Dichte	
	2.12	Bestimmung der Dichte unregelmäßiger Körper	
	2.13	Bestimmung der Dichte regelmäßiger Körper	
_	2.14	Bestimmung der Dichte von Cola und Cola light	
3	J	gst. 6	
	3.1	Ziele Eigenschaften von Wasser	
	3.2	Siedepunkt-Bestimmung von dest. Wasser und von Kochsalz-Lösung	
	3.3	Beobachtungen beim Sieden von Wasser	
	3.4	Wasser als Löse-Mittel	50

	3.5	Temporäre Wasserhärte	.51
	3.6	Permanente Wasserhärte	.52
	3.7	Bestimmung der Gesamthärt mit Titriplex	.53
	3.8	Gebundenes Wasser	.54
	3.9	Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff	.55
	3.9.	3	
	3.9.2	3	
	3.10	Erste Knallgas-Probe	
	3.11	Ein "Kaputtmach-Versuch"	
	3.12	Trennen durch Sublimation	
	3.13	Experimentierkästen	.62
4	JÓ	gst. 7	63
	4.1	Ziele Verbrennung	.63
	4.2	Brennende Kerze im abgeschlossenen Luft-Raum	.64
	4.3	Atmung als Verbrennungsvorgang	.65
	4.4	Feuer löschen I	.66
	4.5	Feuer löschen II	.67
	4.6	Wasser als Verbrennungsprodukt	.68
	4.7	Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt	.69
	4.8	Brennbare Sprüh-Nebel	.70
	4.9	Verbrennen von Eisen-Wolle	.71
	4.10	Analyse von Luft IV: Oxidation von Eisen	.72
	4.11	Brennbare Flüssigkeiten aus dem Haushalt	.73
	4.12	Brennbarkeit fein verteilter Metalle	.74
	4.13	Rosten	.75
	4.14	Pyrophores Eisen	.77
	4.15	Thermit-Versuch	
	4.15	5	
	4.15	(3 /	
	4.16	Mehlstaub-Explosion	
	4.17	Benzin-Explosion	
	4.18	Knalldose	
	4.19	Kaliumnitrat als Oxidationsmittel	
_	4.20	Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium	
5	JÓ	gst. 8	87
	5.1	Ziele bei Chemische Reaktion	.87
	5.2	Stoffart- und Zustandsänderung	.89
	5.3	Bildung von Eisensulfid (ein Unversuch)	.90
	5.4	Bildung von Zinksulfid	.92
	5.5	Alkalimetalle und Wasser	.94
	5.6	Züchten von Kristallen	.96
	5.7	Lösen von Kaliumhydroxid in Wasser	.98
	5.8	Erhitzen von Kupfer im Verbrennungsrohr	.99
	5.9	Synthese von Wasser	100

	5.10	Kohlenstoffdioxid und Wasser	102
	5.11	Leitfähigkeit von Lösungen	104
	5.12	Indikatoren	105
	5.13	pH-Werte von Alltagsprodukten	107
	5.14	Verdünnen konzentrierter Säuren	109
	5.15	Säuren essen	111
	5.16	Die Einwirkung von Basen	113
6	J	gst. 9	114
	6.1	Nachweis von Ethanol	
	6.2	Perlon-Herstellung	115
	6.3	Untersuchung von Kunststoffen	117
	6.4	Energie tragen	119
7	J	gst. 10	120
	7.1	Untersuchungen an einer PET-Flasche	
	7.2	Modell-Versuch: Trennung Kunststoff-Abfälle	121
	7.3	Nachweis der Polarität von Lösemitteln	
	7.4	Darstellung von Gasen	123
8	V	ermischtes	125
	8.1	Licht-Induzierte Redox-Reaktion	125
	8.2	Wie geht der Trick?	126
9	Е	intsorgung	127
-	9.1	Überblick	
	9.2	Entsorgungsratschläge (E-Sätze)	

1 Sicherheitserziehung

1.1 Einführung

1.1.1 Literatur

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

1.1.2 Sicherheitsbelehrung

Grundlage für alle Sicherheitsbestimmungen im Umgang mit Gefahrstoffen ist die

- <u>Gefahrstoffverordnung GefStoffV</u> der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; Ausgabe 2010; eine sehr hilfreiche Darstellung in Übersicht findet sich bei <u>Wikipedia</u>
- <u>Sicheres Arbeiten in Laboratorien</u> BGI 850-0; von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
- GHS; Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen (Kurzbeschreibung in Wikipedia)
- DGUV-Regel 113-018 Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen der Gesetzlichen Unfall Versicherung (GUV); München 2010

1.1.3 Sicherheit im Übungsraum

Einrichtungen:

- Fluchtweg
- Sammelpunkt
- Standort Feuermelder
- Verbandskasten
- Notaus f
 ür Gas und Strom

- Augendusche(n)
- Zugangssicherung (Fluchttür)
- 2. Fluchttür
- Standort Feuerlöscher

1.1.4 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 9.

1.1.5 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.

1.1.6 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.

1.1.7 Materialien

- 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.

1.2 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, falls dafür Plätze vorgesehen sind (bei Holzgestellen Stäbe auf der Rückseite).
- 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 griffbereit aufstellen. Hinweise anbringen.
- Pipettieren mit dem Mund verboten. Pipettierhilfen wie Peleus-Ball verwenden.
- Mängel an Geräten müssen durch Lernende unverzüglich gemeldet und vom Lehrenden baldmöglichst abgestellt werden.
- In Laboratorien, in denen T\u00e4tigkeiten mit Gefahrstoffen durchgef\u00fchrt werden, d\u00fcrfen 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

1.3 Laborordnung (Muster)

Gefahrstoffe sind Stoffe oder Zubereitungen, die

explosiv (GHS01) ätzend (GHS05) krebserzeugend (GHS08)

entzündlich (GHS02) giftig (GHS06) (GHS06)
oxidierend (GHS03) sensibilisierend gewässergefährdend

(GHS09)

komprimierte Gase (GHS04)

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 Überbrille 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)

1.4 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 (z.B. heißes Reagenzglas auf die kalte Steinplatte legen...)
- Quarz-Glas, sehr teuer, aber für sehr hohe Temperaturen (1.000°C, Verbrennungsrohre) oder sehr starke Temperatur-Schwankungen (z.B. heißes Glas in Wasser tauchen wird meistens schadlos überstanden).

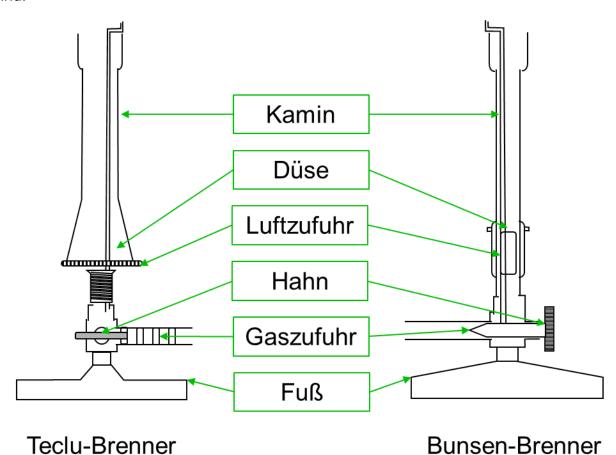
1.5 Heiz-Quellen und Brenner

Material:

Teclu-Brenner

Bunsen-Brenner

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



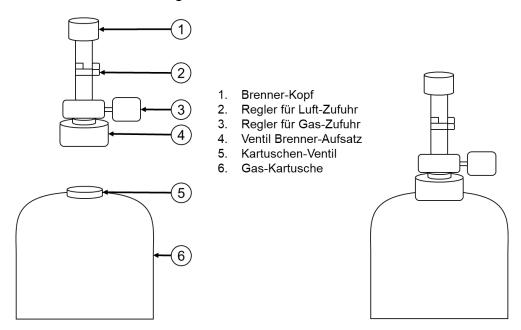
Experimente zur Funktionsweise. Weitere Heiz-Quellen, Demonstrationen:

- Teelicht
- Magnetrührer, heizbar
- Streichhölzer
- Stumpen-Kerze

- Spiritus-Brenner
- Tauchsieder
- Kartuschen-Brenner

1.6 Der Kartuschen-Brenner

Beispiel einer Betriebs-Anweisung



Inbetriebnahme:

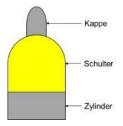
- Brenner-Aufsatz auf das Ventil schrauben.
- Dabei muss der Regler für die Gas-Zufuhr (3) zu sein.
- Regler-Knopf (3) (nach links) aufdrehen.
- Entströmendes Gas anzünden.
- Flammen-Höhe mit dem Regler-Knopf (3) einstellen.
- Luft-Zufuhr mit dem Regler (2) regulieren.

Vorsichtsmaßnahmen:

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

1.7 Kennzeichnung von Gas-Druckflaschen

Coo Aut	Flaschen-Farbe*		Domonlara	
Gas-Art	Schulter	Zylinder	Bemerkung	
Acetylen = Ethin (C_2H_2)	kastanien- braun	grau	spezifisch	
Stickstoff (N ₂)	schwarz	grau	spezifisch	
Ammoniak (NH ₃)	gelb	grau	giftig und/oder ätzend	
Argon (Ar)	dunkelgrün	grau	erstickend	
Chlor (Cl ₂)	gelb	grau	giftig und/oder ätzend	
Ethylen= Ethen (C ₂ H ₄)	rot	grau	entzündbar	
Neon (Ne), Xenon (Xe), Krypton (Kr), Druck-Luft	leuchtend- grün	grau	erstickend	
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	grau	grau	spezifisch	
Helium (He)	braun	grau	spezifisch	
Kohlenmonoxid (CO)	gelb	grau	giftig und/oder ätzend	
Methan (CH ₄)	rot	grau	entzündbar	
Propan (C ₃ H ₈)	rot	grau	entzündbar	
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	gelb	grau	giftig und/oder ätzend	
Wasserstoff (H ₂)	rot	grau	entzündbar	
Sauerstoff (O ₂)	weiß	blau oder grau	spezifisch	
Atem-Gase	weiß mit Streifen	weiß	oxidierend	
Schwefeldioxid (SO ₂)	gelb	grau	giftig und/oder ätzend	



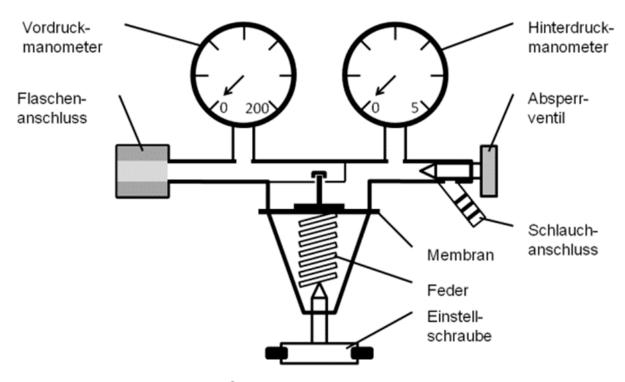
^{*}nach Euro-Norm DIN EN 1089-3; die Schulter-Farbe ist eindeutig und entscheidend, beim zylindrischen Flaschen-Mantel sind z. T. mehrere Farben möglich, bei Industrie-Sauerstoff z. B. blau oder grau.

Quelle: https://www.industriegaseverband.de, Stand: 02.07.2020

1.8 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.

1.9 Gefahrensymbole

nach GHS (Globally Harmonized System)

<u> </u>	Ty Harmonized Cystem)
≥0 €	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
\Diamond	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 <u>Gefahrensymbole</u> groß (DIN A4), pptx, können in hoher Qualität ausgedruckt und laminiert werden.

1.10 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

Chemikalien:

Gefahrstoffe

Lösungen

• Geräte speziell für Lebensmittel

Material speziell für Lebensmittel

• Lebensmittel

 Chemikalien, für den Verzehr geeignet

Durchführung 1: Durchführung 1 bis n (was muss man tun?)

Beobachtung 1: Beobachtung (was kann man sehen?)

Auswertung: Auswerten (was muss man berechnen, grafisch darstellen, ...?)

Deutung 1: Interpretation der Beobachtung (was bedeutet das, was man gesehen hat, im chemischen Zusammenhang? Was kann man aus der beobachtung schließen?)

Entsorgung: Entsorgung, E-Sätze

Quelle: Falls bekannt: Autor der Fassung des beschriebenen Experiments

Diskussion: Diskussions-Themen zur Erweiterung

Hintergrund: Fachlicher Hintergrund, falls interessant genug

Didaktischer Hinweis: Hinweise zum Einsatz

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

1.11 Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom

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 (grüngelb) 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.

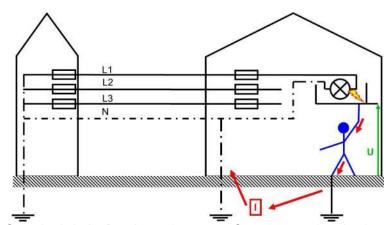


Abb. 1: Fehler-Stromkreis beim Berühren eines unter Spannung stehenden Lampen-Gehäuses.

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).



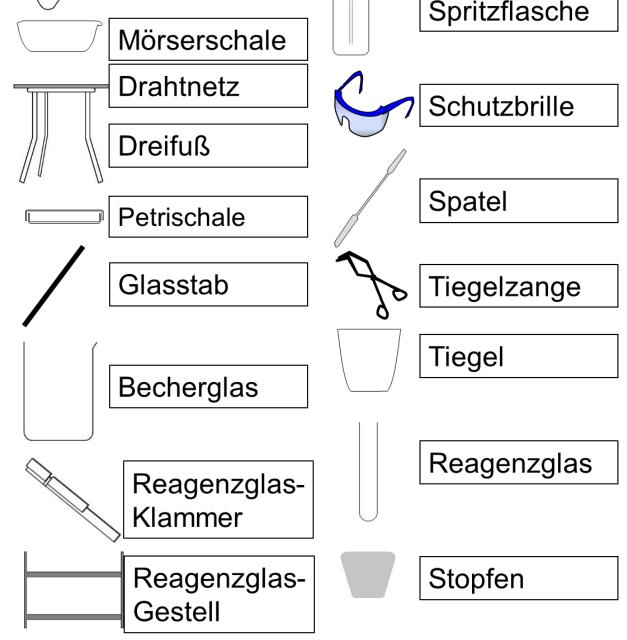


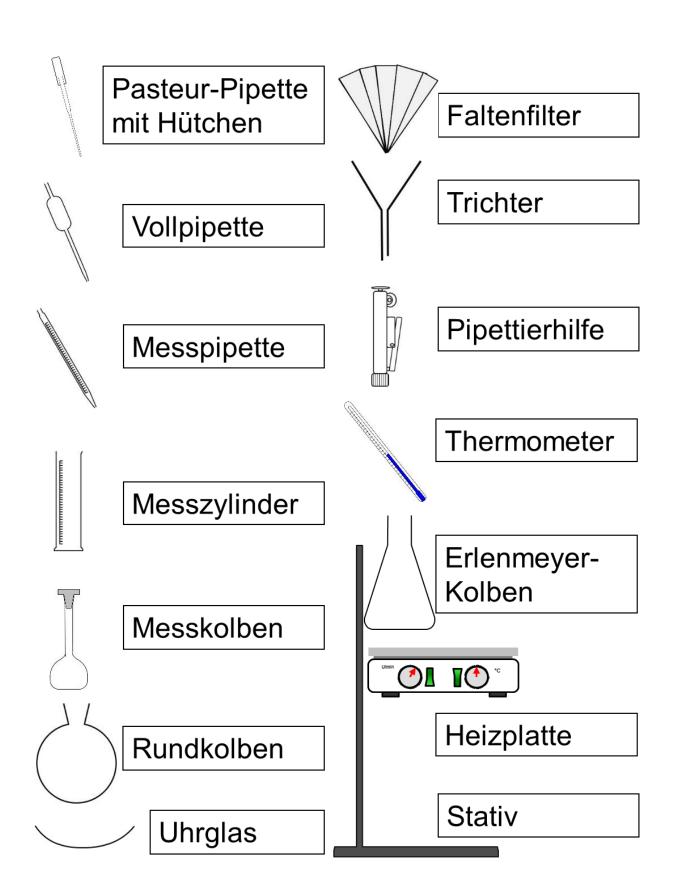
Abb. 2: Links: Schutzkontakt-Steckdose deutscher Norm; oben und unten sieht man die Schutz-Kontakte. Rechts: Haushaltsüblicher Fl-Schalter, der kleine blaue Knopf oben ist die Prüftaste.

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.

Einige häufige Laborgeräte 1.12 Salz-Flasche Tropfflasche Etikett **Pistill** Spritzflasche Mörserschale Drahtnetz Schutzbrille Dreifuß Spatel Petrischale Glasstab Tiegelzange Tiegel Becherglas Reagenzglas Reagenzglas-





Laborgeraete.pptx

1.13 Gefährdungsbeurteilung + Entsorgungsprotokoll

Ausbildung / Lehrende

Versuch:					
Autor/Datum:					
Gleichungen:			,		
GHS-Symbol:			(9)	\Leftrightarrow	$ \Diamond $
GHS-Nr.:	01	02	03	04	05
GHS-Symbol:		((L)	
GHS-Nr.:	06	07	08	09	
	Bezeichnung		w (%)	GHS-Nr.:	H-Sätze
Stoff 1 (Edukt):					
Stoff 2:					
Stoff 3 (Produkt):					
Stoff 4:					
Vorsichtsmaß- nahmen:			ABZUG	(H)	
Bezeichnung (ankreuzen):	Schutzbrille	Schutz- Hand- schuhe	Abzug	geschlosse- nes System	lüften
Weitere Maß- nahmen:					
Bezeichnung (ankreuzen):	Brand- schutz				
Entsorgung:	B1	B2	B3	Ausguss	Restmüll
Stoff-Nr.:					
Ersatzstoffprü- fung:	□ Schüler-Ve	ersuch möglich		□ Lehrervers	uch

2 Jgst. 5

Bezug Chemie:

- Lernbereich 1, Naturwissenschaftliches Arbeiten
- Lernbereich 4, Reinstoffe, Gemische, Stofftrennung

2.1 Ziele Stoff-Gemisch, Reinstoff, Eigenschaften

ran	nigkeiten:	
1.	Beurteilen der Qualität eines Filtrates	
2.	Unterscheidung von Gemisch und Reinstoff	
3.	Unterscheidung von physikalischem Vorgang und chemischer Reaktion	
4.	Experimente aussuchen und durchführen mit Lernenden ohne exp. Erfahrung	
5.	Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise	
6.	Einsetzen von Methoden-Bausteinen	
7.	Abweichung der Siede-Temperatur vom Normwert erklären	
Fer	tigkeiten:	
1.	Herstellen einer gesättigten Lösung	
2.	Sedimentieren und Dekantieren	
3.	Einsetzen der Dichte zur Trennung von Stoff-Gemischen	
4.	Durchführen einer Destillation im kleinen Maßstab	
5.	Einführung der Dichte als zweidimensionale Größe	
6.	Bestimmung der Dichte bei Flüssigkeiten mit dem Aräometer	
7.	Einen funktionierenden Stromkreis (nach Symbol-Skizze) aufbauen	
8.	Ein Labor-Netzgerät sicher benutzen	
9.	Einfache Leitfähigkeitsprüfung durchführen	
Inh	alte:	
1.	Heterogenes Gemisch	
2.	Modell-Versuch	
3.	Fehlvorstellung (bei Lehrenden und Lernenden), zwischen Feststoff- und Flüssigkeitsteilchen gäbe es (größere) Zwischenräume	
4.	Volumen-Kontraktion und -Dilatation	
5.	Destillation	
6.	Papier-Chromatographie	
7.	Kennzeichen der chemischen Reaktion	
8.	Dichte als zweidimensionale Größe	
9.	Oxide als isolierende Schichten	
10.	Elektrische Leitfähigkeit als Kenn-Eigenschaft von Metallen	

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. Begründen Sie, inwieweit die Experimente zu Volumen-Kontraktion und -Dilatation verwendet werden können, um naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise zu schulen.
- 4. Begründen Sie, warum man bei der Leitfähigkeitsprüfung in Salz-Lösungen KEINE Gleichspannung verwenden sollte.

2.2 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?

2.3 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

• 2 Bechergläser, 100 mL

Lupe

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:

$$HCO_3^- + HA \rightarrow H_2CO_3 + A^-$$

 $H_2CO_3 \rightarrow CO_2(g) + H_2O$

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.

2.4 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.

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.

2.5 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

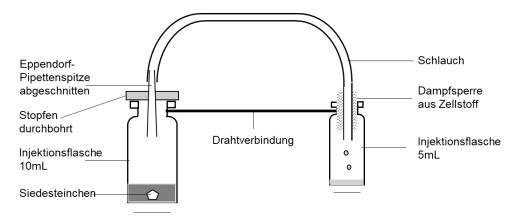
Chemikalien:

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.

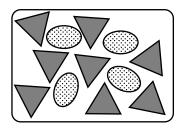
Beobachtung 1: Der Rotwein beginnt zu Sieden und im Schlauch-Stück sammeln sich farblose Flüssigkeitstropfen, die bei entsprechender Neigung des Schlauches in die kleine Injektionsflasche laufen. Das farblose Destillat ist entzündbar und brennt mit kaum sichtbarer Flamme.

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:







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

2.6 Modellexperiment: Große Teilchen, kleine Teilchen, überhaupt Teilchen?

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Teilchenmodell

E, B: Abschätzen 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

Chemikalien:

- VE-Wasser
- Stärke-Lösung w= 1%
- Kaliumpermanganat (s) CAS-Nr.: 7722-64-7

A







Gefahr

H272, H302, H314, H410 P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501 Schere

- 3 Bechergläser 250 mL, hohe Form
- Cellophan-Folie (Einmach-Folie)
- 3 enge Gummi-Ringe

 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

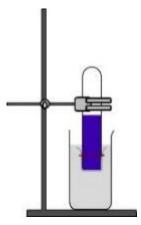
Durchführung: Zwei Reagenzgläser werden je ca. zur Hälfte mit Wasser gefüllt und darin so viele Spatelspitzen Kaliumpermanganat bzw. Brillantgrün gelöst, bis man durch die Lösung nicht mehr hindurchschauen kann.

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.

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 Brillant-grün-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

2.7 Mischen von Flüssigkeiten (Modell-Vorst.)

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

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



H225, H319; H336, EUH066

P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

- 2x Vollpipette, 25 mL
- 2x Bürette, 50 mL
- 2x Stopfen für Bürette

 n-Hexan CAS-Nr.: 110-54-3



P302+P352, P403,P235





H225, H304, H361f, H373, H315, H336, H411 P201, P240, P273, P301+P310, P331,

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:

- 3. Es gibt keine Phasen-Grenze, es bildet sich schließlich ein homogenes Gemisch.
- 4. 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

2.8 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

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

- 2x Uhrglas, d= 60 mm
- Folienschreiber, permanent, schwarz
- 2x Rundfilter, d= 110 mm
- Brillantgrün (s)
 CAS-Nr.: 633-03-4, C.I. 42010



Ethanol (Spiritus)
 CAS-Nr.: 64-17-5



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.

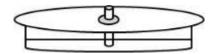
Jeweils sehr wenig Substanz verwenden (ca. 1 mg!).

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

2.9 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
- Chemikalien:
- Natriumchlorid

Kochsalz

CAS-Nr.: 7647-14-5

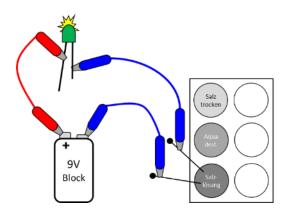
- Blockbatterie, 9 V
- Zellkultur-Platte, 6-well
- 2x Stecknadel oder
 2x Kanüle, 1,2 x 40 mm

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 lonen in der Lösung vorliegen. Diese gelösten lonen können im Gegensatz zu den lonen 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.

2.10 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

Chemikalien:

 Natriumchlorid-Lösung (aus Versuch Siedepunkt)

Kupfer-Draht

Aluminium-Stück

• Eisen-Nagel

- 2 Kabel, blau
- Multimeter
- Labor-Netzgerät

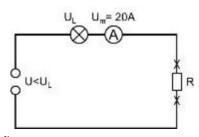
 Magnesium-Band CAS-Nr.: 7439-95-4

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

2.11 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!

Wieso denn das?

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

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!

Echt! Und woran liegt das?

Ja, woran liegt das? Keine Ahnung?





Zwei Gründe, warum Cola light "light" ist





2.12 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

$$V = ... mL = cm^3$$

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

Auswertung:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{..., g}{... cm^3} = ..., \frac{g}{cm^3}$$

Erfahrungswerte früherer Durchführungen:

• $\rho(AI) = 3.3 \text{ g/cm}^3$

• $\rho(Mg)= 1.8 \text{ g/cm}^3$ (Lit.: 1,74 g/cm³ ρ(Cu)= 8,9 g/cm³
 (Lit.: 8,94 g/cm³)

• ρ(Marmor)= 2,6 g/cm³ (Lit.: 2,6-2,8 g/cm³)

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 2.13

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 cm³

Messing, Würfel 1 cm³

Aluminium, Würfel 1 cm³

Plexiglas, Würfel 1 cm³

Stahl, Würfel 1 cm³

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 (Erfah- rung)	Dichte δ (Lit.)
Kupfer		8,8 g	8,9 g/cm ³
Kunststoff		1,12 g	0,9-,96 g/cm ³
Aluminium		2,75 g	2,7 g/cm ³
Messing		8,25 g	~7-8 g/cm ³
Stahl/Eisen		5,72 g	7,7 g/cm ³

Auswertung:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{...g}{cm^3} = ... \frac{g}{cm^3}$$

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 g/cm³). Außerdem müsste es bei Schlag zerspringen, was Plexiglas nicht macht (wird hier nicht ausprobiert!).

Metalle haben bei gleichem Volumen unterschiedliche Masse.

2.14 Bestimmung der Dichte von Cola und Cola light

Zeitbedarf: 25 Minuten, Lernende

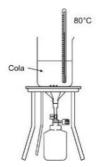
Kompetenz/Ziel:

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

Chemikalien:

• Coca-Cola

Coca-Cola light

Waage

• Thermometer, -10°C/150°C

 Dichte-Spindel, Aräometer, 1,000-2,000 g/cm³

Standzylinder, V= 500 mL

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:

$$m_{Mz} = g$$

Der Messzylinder wird mit Cola genau abgewogen:

$$m_{Mcc}$$
 = ..,.. g

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

$$m_{Mz}$$
 = ..,.. g

$$m_{Mcl} = ..., g$$

Entsorgung: E1

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Hintergrund:

Literatur: $\rho(\text{Cola}) = 1,0389 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{Cola light}) = 0,890 \text{ g/cm}^3$

Literatur: ρ(Wasser) bei 20°C: 0,9982 g/cm³

Zusammensetzung Cola:

- $w(H_2O) = 88\%$
- w(Zucker)= 10,6%
- w(Zitronensäure)= 0,3%
- $w(H_3PO_4) = 0.06\%$
- w(Coffein)= 0,02%
- w(Aromen)= 0,018%

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

3 Jgst. 6

Bezug Chemie:

- Lernbereich 1, Naturwissenschaftliches Arbeiten
- Lernbereich 2.1, Eigenschaften und Bedeutung von Wasser

3.1 Ziele Eigenschaften von Wasser

ran	igkeiten:	
1.	Fehler in einem Stromkreis-Aufbau identifizieren und beheben	
2.	Eine LED als Leuchtmittel einsetzen (Polung!)	
3.	Nutzen einer Zellkultur-Platte (Biologie) als Tüpfel-Platte (Chemie)	
4.	Einfluss der Molekül-Struktur auf die Lösemittel-Eigenschaften demonstrieren	
Fert	tigkeiten:	
1.	Ermittlung der Siede-Temperatur (Kp)	
2.	Einen funktionierenden Stromkreis (nach Symbol-Skizze) aufbauen 1	
3.	Ein Labor-Netzgerät sicher benutzen	
4.	Einfache Leitfähigkeitsprüfung durchführen	
Inha	alte:	
1.	Das Format Methoden-Baustein	
2.	Dichte als zweidimensionale Größe	
3.	Oxide als isolierende Schichten	
4.	Elektrische Leitfähigkeit als Kenn-Eigenschaft von Metallen	
5.	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. Ein Schüler begründet den Effekt beim "Kaputtmach"-Versuch so: "Das Vakuum saugt die Dose zusammen". Begründen Sie, warum diese Erklärung nicht richtig ist.
- 3. Begründen Sie, warum man Salze lösen sollte, damit sie effektiver reagieren.

3.2 Siedepunkt-Bestimmung von dest. Wasser 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

Chemikalien:

VE-Wasser

• Becherglas 250 mL

Löffel-Spatel

Siedesteinchen

ggf. Barometer

Stoppuhr

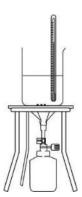
Natriumchlorid

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

Beobachtungen beim Sieden von Wasser 3.3

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 CO₂) denkbar und hier nicht falsifizierbar.
- Wasserstoff/Sauerstoff (aus H₂O) 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 N₂, O₂ und CO₂ 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 $1 - 2^{\circ}$ 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?

Halte deine Hand etwa 15 cm über das Gefäß in den "Dampf".

Ab etwa 60°C würde man sich die Haut schmerzhaft verbrennen.

Wie heiß schätzt du den "Dampf"?

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.

3.4 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

Chemikalien:

• Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat CAS-Nr.: 10025-77-1

Gefahr

H290, H302, H315, H318, H317 P280, P302+P352, P305+P351+P338 Pulverspatel

Zellstoff-Papier

 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 FarbÄnderung 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 $K[Fe^{II}Fe^{II}(CN)_6]$

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.

Temporäre Wasserhärte 3.5

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

Chemikalien:

Calciumhydrogencarbonat-Lösung (siehe Vorbereitung)

Peleusball

Siedesteinchen

Mess-Pipette, 10 mL

Mess-Pipette, 2 mL

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:

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O + CO_2(g)$$

Ca²⁺ stehen für die Reaktion mit Seifen-Anionen nicht zur Verfügung: sie können alle Tensid-Wirkung entfalten.

Die Ca²⁺-Ionen der temporären Wasserhärte fällen Kalkseife aus und entziehen der Lösung Seifen-Anionen

$$2R-COO^{-}+Ca^{2+} \rightarrow (R-COO)_2Ca(s)$$

Sie stehen für Tensid-Wirkung nicht mehr zur Verfügung.

Entsorgung: E1

Quelle: Schulbücher

3.6 Permanente Wasserhärte

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

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

Chemikalien:

- Calciumsulfat-Lösung (Gipswasser) gesättigt CAS-Nr.: 10101-41-4
- Seifen-Lösung nach Boutron-Boudet

- Peleusball
- Folienstift
- Siedesteinchen
- 2 Mess-Pipetten, 2 mL
- Mess-Pipette, 5 mL
- 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 Ca²⁺ 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 Ca²⁺-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.

3.7 Bestimmung der Gesamthärt mit Titriplex

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Wasserhärte

E: Volumetrische Verfahren der quantitativen Analytik

Neugier: ???

Material:

- Erlenmeyerkolben, 250 mL
- Magnetrührer, regelbar
- Magnet-Rührstäbchen und –Entferner
- Stativ, Büretten-Klemme

Chemikalien:

- Titriplex B-Lösung
- Wasser mit ca. 25°dH (künstlich)
- Indikator-Puffer-Tabletten
- Merckoguant-Wassertest-Set

- Messzylinder, 100 mL
- Trichter
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Bürette, 50 mL

 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

3.8 Gebundenes Wasser

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

Chemikalien:

• Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat

CAS-Nr.: 7758-99-8

Achtung H302, H315, H319, H410

P273, P302+352, P305+351+338

• Brenner, Feuerzeug

Pulver-Spatel

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: [Cu(H₂O)₄]²⁺

Im Erdmantel befindet sich an Gestein gebunden mindestens so viel Wasser wie in allen Ozeanen zusammen.

3.9 Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff

3.9.1 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

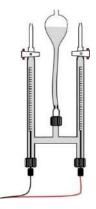


Gefahr

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 $H_2:O_2 = 2:1$ entstehen müssten.

3.9.2 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:

<u>Erfahrungskiste ek05</u> "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 H₂:O₂ = 2:1 entstehen müssten

3.10 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

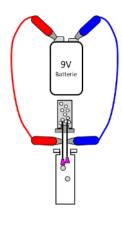
 Experimentierkabel, mit Krokodilklemme, schwarz + rot

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.

$$2~H_2O \rightarrow 2~H_2 + O_2$$

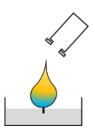
Diese gasförmigen Produkte benötigen mehr Volumen als die Natriumsulfat-Lösung, so dass diese aus der 2 mL Injektionsflasche verdrängt wird. Die Zugabe von Natriumsulfat

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.

$$2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2 O$$

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.

3.11 Ein "Kaputtmach-Versuch"

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

E: Große Volumen-Unterschiede zwischen gleichen Massen im flüssigen und gasförmigen Aggregatzustand. Wirkung des Luftdrucks.

Neugier: Kaputt machen macht an sich Spaß 3.

Material:

• Brenner, Feuerzeug

• Kristallisierschale, d= 190 mm

Tiegelzange

• 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.

3.12 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

Chemikalien:

 lod/Sand-Gemenge CAS-Nr.: 7553-56-2 (lod)







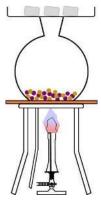


H312+H332, H315, H319, H335, H372, H400 P273, P302+352, P305+P351+P338, P314

- Pulverspatel, L= 170 mm
- Petrischale, d= 80 mm

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: lod 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 lod verwendbare Stoffe: Naphthalin, (Campher), Benzoesäure, die aber vor dem Verdampfen schmelzen.

Einsatz der Sublimation zum Trennen von Stoffen.

3.13 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

4 Jgst. 7

Bezug Chemie:

- Lernbereich 1, Naturwissenschaftliches Arbeiten
- Lernbereich 2, Lebensgrundlage Luft

4.1 Ziele Verbrennung

igkeiten:	
Halbquantitative Experimente für den Übergang aus der GS einsetzen	
Abschätzen der Feuer-Gefährlichkeit von Alltagsprodukten	
Ableiten von Feuerlösch-Methoden aus dem Verbrennungsdreieck	
Gefährlichkeit von Alltagsgegenständen beurteilen (brennbare Gase als Treibgas)	
Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise einsetzen (Entwicklung und Interpretation eines Experimentes zur Erklärung des Rost-Vorganges)	
tigkeiten:	
Sicherer Umgang mit brennbaren Stoffen	
Aus Alltagschemikalien einen Feuer-Löscher bauen	
Sicherer Umgang mit sehr hohen Temperaturen	
Sicherer Umgang mit Explosionen	
alte:	
Verbrennungsdreieck	
Nachweis-Verfahren für Wasser	
Brennbarkeit von Metallen in Abhängigkeit des Zerteilungsgrades	
Atmung als Oxidation	
Fehlvorstellung von der Massen-Vernichtung 4	
	Abschätzen der Feuer-Gefährlichkeit von Alltagsprodukten Ableiten von Feuerlösch-Methoden aus dem Verbrennungsdreieck Gefährlichkeit von Alltagsgegenständen beurteilen (brennbare Gase als Treibgas) Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise einsetzen (Entwicklung und Interpretation eines Experimentes zur Erklärung des Rost-Vorganges) tigkeiten: Sicherer Umgang mit brennbaren Stoffen Aus Alltagschemikalien einen Feuer-Löscher bauen Sicherer Umgang mit sehr hohen Temperaturen Sicherer Umgang mit Explosionen alte: Verbrennungsdreieck Nachweis-Verfahren für Wasser Brennbarkeit von Metallen in Abhängigkeit des Zerteilungsgrades Atmung als Oxidation

Erfolgskontrollen:

Diskutieren Sie, ob es sinnvoll ist, Lernende vor feuergefährlichen Experimenten zu warnen.

4.2 Brennende Kerze im abgeschlossenen Luft-Raum

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Verbrennungsprozesse benötigen Sauerstoff.

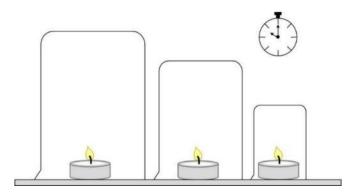
E: Erkennen (halb)quantitativer Zusammenhänge.

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.

4.3 Atmung als Verbrennungsvorgang

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Zell-Atmung als "Stille Oxidation"; aerober Stoffwechsel

E: Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von Kalkwasser

Material:

• 2 Stative, Muffen, Klammern

Drei-Wege-Hahn • 2 Schlauch-Stücke

Chemikalien:

Kalkwasser

(Calciumhydroxid-Lösung)

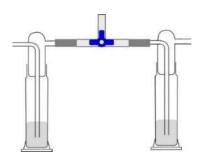
CAS-Nr.: 1305-62-0

Gefahr

H315, H318 P280, P305+P351+P338

Durchführung:

Apparatur nach Skizze aufbauen.



2 Waschflachen, mit Einsatz

Die Waschflaschen zu etwa ¼ mit Kalkwasser füllen.

Drei-Wege-Hahn so schalten, dass durch die linke Waschflasche eingeatmet und durch die rechte Waschflasche ausgeatmet werden kann.

Drei langsame Atem-Züge genügen in der Regel.

Beobachtung: Das Kalkwasser der rechten Waschflasche trübt sich schneller und stärker.

Deutung: Die ausgeatmete ("verbrauchte") Luft enthält mehr Kohlenstoffdioxid als die "frische" Luft

Entsorgung: E1

Quelle: Praktikumsskript P. Pfeifer (1993)

Didaktischer Hinweis: Einsatz auch im Biologie-Unterricht sehr sinnvoll

4.4 Feuer löschen I

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende

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

Chemikalien:

 Paraffin-Öl CAS-Nr.: 8012-95-1



Gefahr

H304 P301+P310

- feuerfeste Unterlage
- Keramik-Dreieck
- Eisen-Tiegel
- Eis

F

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/brandschutzaufklaer-ung/osterfeuer 03.07.2020

4.5 Feuer löschen II

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende

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

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

- Abdampfschale, d= 80 mm
- Kristallisierschale, d= 190 mm (Duran-Glas)
- Hand-Brenner
- Zitronensäure

CAS-Nr.: 5949-29-1



Achtung

9

P280, P305+P351+P338, P337+P313

- Spülmittel
- VE-Wasser in Spritzflasche

Durchführung 1: N



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 CO₂-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

Wasser als Verbrennungsprodukt 4.6

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

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**

Chemikalien:

Wasser-Nachweispapier (Watesmo)

- Durchführung 1: Variante Grundschule

Eis-Würfel

Petrischale

Teelicht, groß

Wasserstrahl-Pumpe

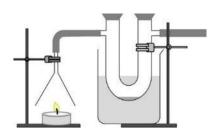
Teelicht anzünden, Petrischale mit dem Eis-Würfel darin kurz (ca. 30 Sekunden) über die Flamme halten. Nachweispapier auf die bedampfte Stelle drücken.

2 Stopfen, passend zu U-Rohr

2 Schlauch-Stücke, ca. 50 mm

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

Seite 68

Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt 4.7

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

E: Nachweis von Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukte.

Neugier: ???

Material:

Kerze oder Teelicht

Feuerzeug

Trichter, Glas

Stativ, Muffe, Klammer

Chemikalien:

Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung) CAS-Nr.: 1305-62-0

Gefahr H315, H318

P280, P305+P351+P338

Waschflasche mit Einsatz

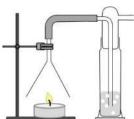
Wasserstrahl-Pumpe

Faltenfilter

2 Schlauch-Stücke

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:

$$CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$$

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 CO2 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

4.8 Brennbare Sprüh-Nebel

Zeitbedarf: 1 Minute, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

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

Neugier: Der Flammenwerfer aus dem Badezimmer.

Material:

Feuerzeug

Chemikalien:

Haarspray



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/produktgrup-pen/haushaltswaren/spraydosen.htm 03.07.2020

4.9 Verbrennen von Eisen-Wolle

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lernende

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:

2 Fe(s) +
$$O_2(g) \rightarrow 2$$
 FeO(s) (grau)

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

4.10 Analyse von Luft IV: Oxidation von Eisen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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



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.

2 Fe +
$$O_2 \rightarrow 2$$
 FeO

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.

Brennbare Flüssigkeiten aus dem Haushalt 4.11

Zeitbedarf: 3 + 5 Minuten, Lehrende

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

Chemikalien:

Ethanol (Spiritus) CAS-Nr.: 64-17-5







P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

- Glimmspan
- 2x Abdampfschale

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/uebernatuerlicheleuchterscheinungen-2-irrlicht-und-elmsfeuer.html; 02.07.2020

4.12 Brennbarkeit fein verteilter Metalle

Zeitbedarf: 2 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: fein verteilte Metalle sind brennbar, stark exotherme Reaktion

B: Chemie ist toll!

Neugier: Explodierendes Alu.

Material:

• Glas-Rohr, gebogen

• Brenner, Feuerzeug

Chemikalien:

 Eisen-Pulver CAS-Nr.: 7439-89-6



Achtung

H228, H251 P210, P260, P370+P378 Abdampfschale

• Alufolie, zum Unterlegen

 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.

4.13 Rosten

Zeitbedarf: 3 Minuten ansetzen + 1 Woche Wartezeit + Auswerten, Lernende **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
- Stopfen, für Reagenzglas

• Reagenzglas-Gestell

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:

Fe
$$\rightarrow$$
 Fe²⁺ + 2e⁻

$$2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O$$

⇒ Säure nötig

Fe +
$$2H_3O^+$$
 \rightarrow Fe²⁺ + H_2 + $2H_2O$ *4

$$Fe^{2+}$$
 $\rightarrow Fe^{3+} + e^{-}$ *4

$$O_2 + 4 e^- + 2H_2O \rightarrow 4HO^-$$

→ Sauerstoff nötig

$$4Fe^{2+} + O_2 + 2H_2O$$
 $\rightarrow 4Fe^{3+} + 4HO^{-}$ 1x

$$2H_2O$$
 $\rightarrow H_3O^+ + HO^-$ 8x

→ Wasser nötig

$$4\text{Fe} + 8\text{H}_3\text{O}^+ + 4\text{Fe}^{2^+} + \text{O}_2 + 18\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}^{2^+} + 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{H}_2 + 8\text{H}_3\text{O}^+ + 8\text{H}_2\text{O}$$

4 Fe +
$$O_2$$
+ $10H_2O$ \rightarrow 4 Fe(OH)₃ + $4H_2$

$$2 \operatorname{Fe(OH)}_3$$
 $\rightarrow \operatorname{Fe_2O_3^*H_2O} + 2\operatorname{H_2O}$

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.

Pyrophores Eisen 4.14

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Analyse und Synthese, spontane Oxidation

Neugier: Eisen verbrennt von selber, ohne Anzünden

Material:

Reagenzglas, d= 18 mm

Reagenzglas-Klammer

Brenner, Feuerzeug

Chemikalien:

Eisen(II)-oxalat-Dihydrat

CAS-Nr.: 6047-25-2

H302, H312

Achtung

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.

Pulver-Spatel

Alufolie, als Unterlage

Beobachtung 2: Das dunkle Reaktionsprodukt brennt spontan an der Luft.

Deutung:

$$\begin{array}{cccc} \text{Fe}(\text{OOCCOO}) \rightarrow & \text{Fe} & + & \text{CO}_2 \\ \text{(gelb)} & \text{(schwarz)} \\ & 4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2 \text{O}_3 \\ & \text{(rotbraun)} \end{array}$$

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.

Thermit-Versuch 4.15

4.15.1 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

Chemikalien:

Eisen(III)-oxid CAS-Nr.: 1309-37-1



P280, P302+P352, P305+P351+P338

Magnesium-Band CAS-Nr.: 7439-95-4

Eisen-Pulver CAS-Nr.: 7439-89-6



P210, P260, P370+P378

- Magnet
- Hammer
- Ton-Scherben ca. 3 x 3 cm
- Schutz-Handschuhe, Leder

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:





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.

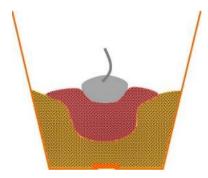
Pro Versuch genügt 1/5 der Gesamt-Menge.

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:

$$2 \text{ Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$$

Schlacke Regulus $\Delta_r\text{H= 852 kJ}$

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

4.15.2 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



Durchführung:





oder im Freier



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:

$$2 \text{ Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$$
 Schlacke Regulus $\Delta_r\text{H}=852 \text{ kJ}$

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=IBI4XofGOPQ 03.07.2020

4.16 Mehlstaub-Explosion

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende

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 CO₂und H₂O(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.wiki-media.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

4.17 Benzin-Explosion

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

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

Experimentiersatz Plexiglas-Silo*









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.

4.18 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







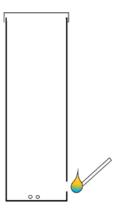


Gefahr

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.

4.19 Kaliumnitrat als Oxidationsmittel

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende

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

. I latarla aa

Brenner, Feuerzeug

Pulver-Spatel

• Glimmspan oder Gummibärchen

Chemikalien:

Kaliumnitrat CAS-Nr.: 7757-79-1



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:

$$2 \text{ KNO}_3 \rightarrow 2 \text{ KNO}_2 + \text{O}_2$$
 $\Delta_r \text{H> 0}$

$$C_xH_y + z O_2 \rightarrow x CO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$
 $\Delta_rH > 0$

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.

4.20 Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

F: Affinität als Bindungsfähigkeit, Reduktionsvermögen, Konkurrenz-Reaktion

Neugier: Jede Wette – Kohlenstoffdioxid erstickt DIESE Flamme nicht

Material:

Standzylinder, 250 mL

Tiegelzange

Chemikalien:

 Kohlenstoffdioxid CAS-Nr.: 124-38-9



H280 P403 Feuerzeug

Glimmspan

 Magnesium-Band CAS-Nr.: 7439-95-4



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:

$$2 \text{ Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C} + 2 \text{ MgO}$$

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

5 **Jgst. 8**

Bezug Chemie:

- Lernbereich 1, Naturwissenschaftliches Arbeiten
- Lernbereich 2.5, Energetische Betrachtung von chemischen Reaktionen
- Lernbereich 4, Ionen, chemische Reaktion, saure und basische Lösungen, Salze

5.1 Ziele bei Chemische Reaktion

Fan	igkeiten:	
1.	Gefährlichkeit von (feinen) Metall-Pulvern einschätzen	
2.	Flüssigkeiten didaktisch korrekt anfärben	
3.	Nutzung von Erfahrungskisten für selbst organisiertes Lernen (SOL)	
4.	Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise vermitteln	
5.	Indikatoren aufgabengerecht auswählen	
6.	Erklärung des Farbwechsels bei Indikatoren	
7.	Mehrere Methoden der pH-Messung	
Fert	igkeiten:	
1.	Sicheres Herstellen von Laugen (durch Lösen von Hydroxiden)	
2.	Das Eudiometer sicher nutzen	
3.	Sicherer Umgang mit Hochspannung (Piezo-Zünder)	
4.	Sicherer Umgang mit konzentrierten Säuren (verdünnen)	
5.	Darstellung von Kohlenstoffdioxid	
6.	Darstellung von Wasserstoff	
7.	pH-Bestimmung mit Messgerät	
Inha	alte:	
1.	Analyse und Synthese (aus den Elementen) als Reaktionstypen	
2.	Lösungsenthalpie	
3.	Der Begriff "Unversuch"	
4.	Die Bedeutung von Lehrzielen für die Durchführung von Experimenten	
5.	Exotherme und endotherme Reaktionen	
6.	Unterschiedliche Löslichkeit von Gasen in Wasser	
7.	Nachweis-Reaktionen für Gase	
8.	Gefährlichkeit von Basen für die Haut	

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. Formulieren Sie den Farbwechsel eines Indikators als Gleichung.
- 4. Nennen Sie für drei selbstgewählte Indikatoren die Farben im Sauren, Neutralen und Basischen. Begründen Sie die Farbe im Neutralen.
- 5. Begründen Sie, warum man konz. Schwefelsäure nicht in einem PE-Becher verdünnen sollte.
- 6. Begründen Sie, warum die Alltagseinschätzung "Cola zersetzt den Magen" falsch sein muss.
- 7. Diskutieren Sie, unter welchen Umständen man "Säuren" bzw. Salze im Unterricht essen kann.

5.2 Stoffart- und Zustandsänderung

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel: E, B: Unterscheidung Zustands- und Stoffart-Änderung.

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

Material:

Tiegelzange

Brenner, Feuerzeug

• feuerfeste Unterlage

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.

5.3 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

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

- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Magnet, Hufeisen
- Lupe
- handelsübliches Eisensulfid CAS-Nr.: 1317-37-9



Gefahr

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?

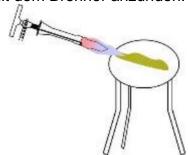
Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser füllen, eine Spatelspitze des Gemisches zugeben. Beobachtung?

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:

8 Fe + S₈
$$\rightarrow$$
 8 FeS ; Δ_r H < 0

oder

Fe + S
$$\rightarrow$$
 FeS ; $\Delta_r H < 0$

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.

5.4 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

Chemikalien:

 13,1 g Zink-Pulver CAS-Nr.: 7440-66-6





Gefahr

H250, H260, H410 P222, P210, P231+P232, P280, P370+P378, P273

- 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

 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 K\u00f6rnchen 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

5.5 Alkalimetalle und Wasser

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

F: Eigenschaften der Alkalimetalle

E: Stoff-Eigenschaften und PSE

B: Alkalimetalle als Gefahrstoffe

Neugier: Ein massives Stück Metall, das auf Wasser schwimmt? Unmöglich?

Material:

Pinzette

Messer

Filterpapier

Chemikalien:

Spülmittel

VE-Wasser

 Phenolphthalein-Lösung ethanolisch (Indikator) w= 0,1%

W= 0, 1% CAS-Nr.: 77-09-8







Gefahr

H350, H226, H319, H341 P201, P210, P305+P351+P338, P308+P313

Natrium

CAS-Nr.: 7440-23-5





Gefahr

H260, H314 EUH014 P233, P231+P323, P280, P305+P351+P338, P370+P378+P422 Porzellanschale

2 Petrischalen, d= 100 mm

Lithium

CAS-Nr.: 7439-93-2





Gefahr

H260, H314 EUH014 P233, P231+P323, P280, P305+P351+P338, P370+P378+P422

Ethanol (Spiritus)
 CAS-Nr.: 64-17-5





Gefahr

H225, H319

P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

Durchführung: Die beiden Petrischalen füllt man gut zur Hälfte mit Wasser und gibt 3 – 5 Tropfen Phenolphtalein-Lösung und 1 Tropfen Spülmittel zu.

Dann schneidet man von den Alkalimetallen jeweils ein Stück ab, dass sie Größe eines Würfels mit der Kanten-Länge 3 mm nicht überschreitet und gibt es ins Wasser.

Nicht zudecken!

Beobachtung: Alkalimetalle reagieren heftig mit Wasser.

Phenolphthalein färbt sich rot.

Deutung: Es entstehen im End-Effekt Alkalihydroxide, die basisch reagieren:

 $2 M + 2 H₂O \rightarrow 2 MOH + H₂$

 Δ_r H(Na)= 280 kJ/mol

Entsorgung:

- E15: Setzen Sie den Deckel auf die Petrischalen und schwenken Sie sie um, damit verspritzte Metall-Reste abreagieren können
- E2: Reste vom Schneiden: Natrium und Lithium in Ethanol in der Porzellanschale abreagieren lassen

Quelle: Schulbücher, ergänzt durch Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.

Didaktischer Hinweis: Abgedeckte Petrischalen führten u.U. bei Natrium zu kleinen Explosionen (Wasserstoff!), deshalb empfiehlt sich die Durchführung im Abzug bei offenen Schalen.

5.6 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 KAI(SO₄)₂*12H₂O L= 110 g/L

 Kaliumchromsulfat CAS.: 7788-99-0 KCr(SO₄)₂*12H₂O L= 250 g/L

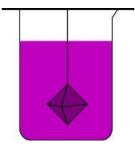
Achtung H315, H319 P302+P352, P305+P351+P338 Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat CAS-Nr.: 7758-99-8 CuSO₄*12H₂O L= 317 g/L



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 NH₄Al(SO₄)₂*12H₂O (farblose Oktaeder, "Deo-Kristall"), Natriumdihydrogenphosphat NaH₂PO₄*2H₂O (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

5.7 Lösen von Kaliumhydroxid in Wasser

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lehrende

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, f
ür Reagenzglas

• Thermometer, -10°C/150°C

Pulverspatel

Pinzette

Chemikalien:

 Kaliumhydroxid CAS-Nr.: 1310-58-3

 \Diamond



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

$$\Delta_r H_L(KOH) < 0$$

$$KOH(s) + aq \rightarrow K^{+}(aq) + HO^{-}(aq)$$

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.

5.8 Erhitzen von Kupfer im Verbrennungsrohr

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

E: Ausschluss nichtzutreffender Versuchs-Deutungen; naturwissenschaftliche Denkund 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.

$$2 \text{ Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CuO}$$
 (schwarz)

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

5.9 Synthese von Wasser

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende

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

Chemikalien:

Wasserstoff CAS-Nr.: 1333-74-0



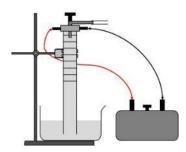
H220, H280 P210, P377, P381, P403

- Eudiometer nach Schlager, mit piezoelektrischem Zündfunkengeber, pneumatische Wanne
- Wasserstrahl-Pumpe
- Sauerstoff CAS-Nr.: 7782-44-7



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:

$$4 H_2(g) + 4 O_2(g) \rightarrow 4 H_2O(I) + 2 O_2(g)$$

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:

$$2 H_2(g) + 4 O_2(g) \rightarrow 2 H_2O(I) + 3 O_2(g)$$

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

Beobachtung 3: Es bleibt kein Rest Gas übrig.

Deutung 3:

$$4 H_2(g) + 2 O_2(g) \rightarrow 4 H_2O(I)$$

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

5.10 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

Chemikalien:

 2 - 3 Brause-Tabletten aus dem Lebensmittel-Handel möglichst ohne Farbstoffe • Silicon-Schlauch, ca. 50 cm

• Reagenzglas, d= 30 mm

Reagenzglas-Gestell

Messzylinder, 500 mL, Kunststoff

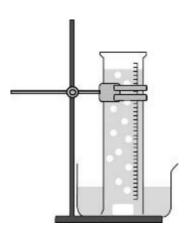
Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung)

CAS-Nr.: 1305-62-0



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 CO₂. 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:

o <u>rg. and a</u>								
Löslichkeit in 100	oslichkeit 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 CO₂ 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 CO₂ 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).

5.11 Leitfähigkeit von Lösungen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

Chemikalien:

 Harnstoff CAS-Nr.: 57-13-6

Glucose (Traubenzucker)

CAS-Nr.: 50-99-7

VE-Wasser

Natriumchlorid

Kochsalz

CAS-Nr.: 7647-14-5

Labor-Netzgerät

• 4 Kabel, blau + rot

Glüh-Lämpchen, 6 V

Multimeter

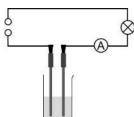
 Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat CAS-Nr.: 7758-99-8



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).

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

5.12 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

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)

insgesamt:

- 3 Stopfen
- Reagenzglas-Gestelle
- 3 Mess-Pipetten 10 mL

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

5.13 pH-Werte von Alltagsprodukten

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

Alltagsprodukte:

Zitronensaft

• Sauerkraut, Dose

Apfel

Wein (weiß oder rot)

Cola oder Fanta

• Naturjoghurt

Haushaltsessig

Chemikalien:

 Zitronensäure CAS-Nr.: 5949-29-1

1

Achtung

H319

P280, P305+P351+P338, P337+P313

• 6 Bechergläser, 50 mL

• Becherglas, 400 mL

Mineralwasser

stilles Wasser, Leitungswasser

Kernseife

WC-Reiniger, sauer und basisch



Achtung

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.	рН	Stoff	Erf.	рН
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!

5.14 Verdünnen konzentrierter Säuren

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende

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:

$$H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HSO_4^-$$

 $\Delta_{\rm r}H$ <<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:

$$w(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m(H_2SO_4) + m(H_2O)}$$

$$m(H_2SO_4) = \rho(H_2SO_4) * V(H_2SO_4)$$

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.

5.15 Säuren essen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

Fumarsäure E297

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



Achtuna

H319

P280. P337+P313. P305+P351+P338

Ascorbinsäure E300

Ph.Eur

CAS-Nr.: 50-81-7

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 In-

formation zu Vitamin C. 03.07.2020

5.16 Die Einwirkung von Basen

Zeitbedarf: 3 Minuten + 3-7 Tage Wartezeit, Lehrende

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

Schere

Reagenzglas-Gestell

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

6 **Jgst. 9**

Bezug Chemie:

- Lernbereich 1, Naturwissenschaftliches Arbeiten
- Lernbereich 2, Lebensgrundlage Kohlenstoff (Organische Chemie)
- Lernbereiche 4.1-4.3, Radioaktivität, Kernenergie, Energieversorgung

6.1 Nachweis von Ethanol

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende

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

6.2 Perlon-Herstellung

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lehrende

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

Chemikalien:

ε-Caprolactam

(6-Aminocapronsäurelactam)

CAS-Nr.: 105-60-2

①

Achtung

H302, H332, H315, H319, H335 P302+P352, P304+P340, P305+P351+P338

- Brenner, Feuerzeug
- Dreibein, Drahtnetz
- Messer
- Filterpapier

• Ethanol (Spiritus) CAS-Nr.: 64-17-5





Gefahr

1225, 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:

$$\begin{array}{c} & & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & &$$

$$R^- +$$
 NH
 CH_2
 $N=-H$

Didaktischer Hinweis: Diesen Versuch empfehlen wir als Ersatz für die Nylon-Herstellung: das Produkt zeigt typische Kunststoff- bzw. Kunstfaser-Eigenschaften, wie Reißfestigkeit, Verstreckbarkeit, Zähigkeit.

6.3 Untersuchung von Kunststoffen

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende

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)

6.4 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

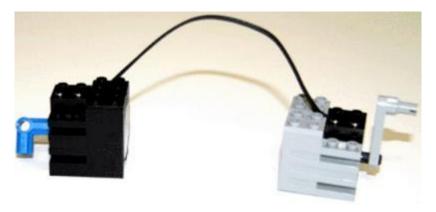
- 1 Solarmodul
- 1 Lämpchen
- Kleinteile

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

7 Jgst. 10

Bezug Chemie:

- Lernbereich 1, Naturwissenschaftliches Arbeiten
- Lernbereiche 4.1-4.2, PSE, chemische Bindung, Kunststoffe, Waschmittel

7.1 Untersuchungen an einer PET-Flasche

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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

Multimeter

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

7.2 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.

$$\rho(PE)^{2}$$
,... g/cm^{3} $\rho(PS)^{2}$...

$$\rho(PS)^{2}$$
 g/cm^{3} $\rho(PVC)^{2}$ g/cm^{3}

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: $\rho(\text{NaCI/H}_2\text{O}) = 1,070 - 1,150 \, \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

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:

$$\rho(\text{PE}) = 0.93 \, \text{g}/\text{cm}^3 \qquad \qquad \rho(\text{PS}) = 1.05 \, \text{g}/\text{cm}^3 \qquad \qquad \rho(\text{PVC}) = 1.38 \, \text{g}/\text{cm}^3$$

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.

7.3 Nachweis der Polarität von Lösemitteln

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende

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

Chemikalien:

VE-Wasser

 Spiritus (Ethanol) CAS-Nr.: 64-17-5 4 Büretten

Trichter, d= 45 mm

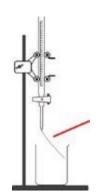


H225, H319

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

7.4 Darstellung von Gasen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

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)

Chemikalien:

- Marmor-Stück
- Calciumcarbonat CAS-Nr.: 471-34-1
- Zink-Pulver CAS-Nr.: 7440-66-6



H250, H260, H410 P222, P210, P231+P232, P280, P370+P378, P273

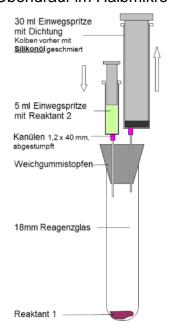
- 1 Spritze, 10 mL
- Aktivkohle-Absorptionsröhrchen
- Glimmspan
- 5 Luer-Lock Spritzen, 20 mL
- 5 Luer-Spritzen-Stopfen
- Salzsäure c= 2 mol/L CAS-Nr.: 7647-01-0



• Chemikalien für weitere Gase siehe Tabelle S. 124

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 vonCO₂: 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.

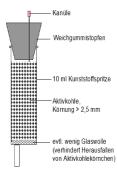
$$\rho(H_2) = 0.09 \text{ g/L}$$
 $\rho(Luft) = 1.29 \text{ g/L}$ $\rho(CO_2) = 2 \text{ g/L}$

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.

$$CaCO_3(s) + 2 HCI(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2 CI^{-}(aq) + CO_2(g) + H_2O(I)$$

 $Zn(s) + 2 HCI(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2 CI^{-}(aq) + H_2(g)$

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

8 Vermischtes

8.1 Licht-Induzierte Redox-Reaktion

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende

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

Chemikalien:

 Silbernitrat-Lösung c= 0,1 mol/L CAS-Nr.: 7761-88-8



H290, H315, H319, H410 P273, P302+P352, P305+P351+P338 Reagenzglas-Gestell

• 2 Pasteur-Pipetten, Hütchen

Alufolie

Hand-Brenner

 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 FG hat sich nach grau verfärbt.

Deutung 2:

$$2 \text{ AgX} \rightarrow 2 \text{ Ag} + X_2$$
 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

8.2 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

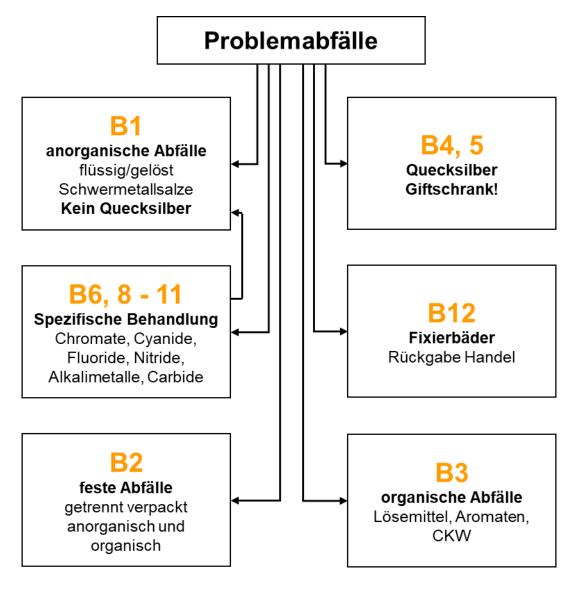
Hintergrund:

Didaktische Hinweise: Fordern Sie ggf. weitere Gerätschaften vom Betreuer an

9 Entsorgung

9.1 Überblick

- Das Prüfen, ob ein gefährlicher Stoff nicht durch weniger risikoreiche Substanzen ersetzt werden kann, gehört zu den Pflichten der Lehrkraft.
- Auf allen Sammelbehältern ist die Beseitigungsgruppe im Wortlaut anzugeben und Piktogramme anzubringen.
- Bis zum Abtransport sind die Problem-Abfälle in verschließbaren Räumen aufzubewahren.
- Die Sammelbehälter müssen unzerbrechlich, verschließbar und aus Inert-Material beschaffen sein (Kunststoff).
- Beteiligung Lernender an Sondermüll-Beseitigung ist unzulässig.



9.2 Entsorgungsratschläge (E-Sätze)

- E1 Verdünnen, in den Ausguss geben (WGK 0 bzw. 1)
 - kleinste Portionen reizender, gesundheitsschädlicher, brandfördernder Stoffe soweit wasserlöslich
- E2 Neutralisieren, in den Ausguss geben
 - ✓ Saure und basische Stoffe
- E3 In den Hausmüll geben, gegebenenfalls in PE-Beutel
 - Feststoffe, soweit nicht andere Ratschläge gegeben sind
- E4 Als Sulfid fällen
 - ✓ Schwermetallsalze, B2 bzw. B7
- E5 Mit Calcium-Ionen fällen dann E1 oder E3
 - √ lösliche Fluoride, Oxalate
- E6 Nicht in den Hausmüll geben
 - ✓ brandfördernde Stoffe; explosionsgefährliche Stoffe (B3, 5, 6, 8-11)
- E7 Im Abzug entsorgen, wenn möglich verbrennen
 - ✓ Absorbier- oder brennbare gasförmige Stoffe
- E8 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)
- Unter größter Vorsicht in kleinsten Portionen reagieren lassen (z. B. offen im Freien verbrennen)
 - ✓ Explosionsgefährliche Stoffe und Gemische (B3, 5, 6, 8-11)
- E10 In gekennzeichneten Glas-Behältern sammeln "organische Abfälle, halogenhaltig" / "organischen Abfälle, halogenfrei" dann E8
 - ✓ Organische Verbindungen halogenhaltig / halogenfrei (B4 (flüssig) bzw. B1 (fest))
- E11 Als Hydroxid fällen (pH 8), den Niederschlag zu E8
 - ✓ Gelöste Schwermetall-Salze (B2 bzw. B7 (Quecksilber))
- E12 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen
 - ✓ brennbare nicht wasserlösliche Stoffe, sehr giftige Stoffe
- E13 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)
- E14 Recycling geeignet (Re-Destillation oder einem Recycling-Unternehmen zuführen)
 - ✓ z. B. Verbindungen von Aceton, Quecksilber, Blei (B3, 5, 6, 8-11, B7 (Quecksilber), B2
- E15 Mit Wasser vorsichtig umsetzen, evtl. freiwerdende Gase verbrennen oder absorbieren oder stark verdünnt ableiten
 - ✓ Carbide, Phosphide, Hydride (B3, 5, 6, 8-11)
- E16 Entsprechend den Ratschlagen beseitigen
 - ✓ B3 5 6 8-11