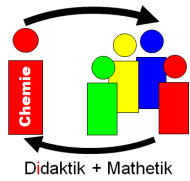




**UNIVERSITÄT
BAYREUTH**



**Fakultät für Biologie, Chemie und
Geowissenschaften**

Lehrstuhl für Didaktik der Chemie

Prof. Dr. Jürgen Paul

Post: Didaktik der Chemie, Universität

95440 Bayreuth

Güter: Didaktik der Chemie, NW2, Universitätsstr. 30

95447 Bayreuth

☎ +49 921 553103, Fax 55843103

E-Mail juergen.paul@uni-bayreuth.de

Versuchsanleitungen zu den Modulen UF-DC III und UF-DC V.1

Übung Konzeption von Experimenten und ihr Einsatz

Ü4, alle LA-Studiengänge mit Chemie

Kursleiter:

OStRin Dr. Petra Oberpaul

[petra.oberpaul@uni-bayreuth.de]

Prof. Dr. Jürgen Paul

[juergen.paul@uni-bayreuth.de]

Stand 23.06.2023

Übungsexperimente für Demonstrationstechniken		Teilnehmer
1.	3.6 Das Chemische Gleichgewicht D!	
2.	3.8 O: Der Taschenwärmer	
3	4.8 Demo: Stoffart- und Zustandsänderung D!	
4.	5.2 Bestimmung der Dichte unregelmäßiger Körper D!	
5.	5.9 Ein „Kaputtmach-Versuch“ D!	
6.	6.8 O: Elektrische Leitfähigkeit des Roten Mains	
7.	6.10 Gebundenes Wasser D!	
8.	7.6 Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff D!	
9.	7.10 Kohlenstoffdioxid und Wasser D!	
10.	8.8 Feuer löschen II D!	
11.	8.11 O: Atmung als Verbrennungsvorgang D!	
12.	8.13 Verbrennen von Eisen-Wolle D!	
13.	9.8 Mehlstaub-Explosion D!	
14.	9.9 Pyrophores Eisen	
15.	9.11 Licht-Induzierte Redox-Reaktion	
16.	10.5.2 Darstellung von Gasen: Ammoniak D!	
17.	10.6 Springbrunnen-Versuch D!	
18.	10.9 O: Unerwartete pH-Werte	
19.	11.4 Bestimmung der Gesamthärte mit Titriplex D!	
20.	11.7 Das Daniell-Element D!	
21.	11.10 Elektrolyse von Zinkiodid D!	
22.	11.8 „Vergolden“ einer Kupfer-Münze D!	
23.	12.2 Darstellung von Ethin D!	
24.	12.5 Nachweis von Ethanol	
25.	12.11 Untersuchung von Kunststoffen D!	

Inhalt

1	Sicherheit; 18.04.2023	11
1.1	Einführung	11
1.1.1	Literatur	11
1.1.2	Ziel	11
1.1.3	Sicherheitsbelehrung	11
1.1.4	Sicherheit im Praktikum	12
1.1.5	Entsorgung	12
1.1.6	Sicherheit im Umgang mit elektrischen Geräten	13
1.1.7	Handhabung der Versuchsanleitungen	13
1.1.8	Anforderungen	13
1.1.9	Sicherheit bei Übungen mit Lernenden	14
1.1.10	Ablauf des Praktikums	14
1.1.11	Lehrziele	14
1.1.12	Materialien	14
1.2	Experimente zur Sicherheit	15
1.2.1	Wachsbrand: „Heiß und fettig!“	15
1.2.2	Brennbare Gase: Flaschengeist	17
1.2.3	„Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das...“	18
1.3	Vorsichtsmaßnahmen	19
1.4	Praktikums- und Laborordnung	21
1.5	Form	22
1.6	Gefährdungsbeurteilung + Entsorgungsprotokoll	23
1.7	Gefahrensymbole	24
1.8	Legende	25
1.9	Literaturliste	26
1.9.1	Experimente-Sammlungen	26
1.9.2	Zeitschriften	26
1.10	Material-Kunde	27
1.10.1	Glas	27
1.10.2	Kunststoffe	27
1.11	Labor-Gläser und Glas-Bearbeitung	28
1.12	Heiz-Quellen und Brenner	29
1.13	Der Kartuschen-Brenner	30
1.14	Kennzeichnung von Gas-Druckflaschen	31
1.15	Handhabung von Gas-Druckflaschen	32
1.16	Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom	33
1.17	Laborgeräte	35
1.18	Kompetenzen	38
2	Offenes Experimentieren, 25.04.2023	39
2.1	Mach das Feuer aus	40
2.2	Halte den Baby-Po trocken	41
2.3	Mach deine eigene Brause	42
2.4	Energie tragen	43
2.5	Messen zu meinem Vorteil	44
2.6	Wie geht der Trick?	45

3	Modell-Experimente und Modelle, 02.05.2023	47
3.1	Einführung der Wertigkeit mit LEGO®-Steinen.....	48
3.2	Erweitertes LEGO®-Modell für die Chemische Reaktion.....	49
3.3	Atom-Modell nach Kimball (Kugelwolken).....	50
3.4	O: Das Gummibären-System.....	51
3.5	Modell-Versuch zum chemischen Gleichgewicht D!	52
3.6	Das Chemische Gleichgewicht D!.....	54
3.6.1	Geschlossene Variante.....	54
3.6.2	Geöffnete Variante, problemorientiert.....	55
3.7	Große Teilchen, kleine Teilchen, überhaupt Teilchen?.....	56
3.8	O: Der Taschenwärmer.....	58
3.9	Kontinuum oder Teilchenkonzept?.....	59
3.10	Das Sieden D!.....	60
4	Stoff-Gemisch und Reinstoff, 09.05.2023.....	63
4.1	Trennung einer Suspension von Sand und Wasser.....	65
4.2	Züchten von Kristallen D!.....	66
4.2.1	Deutsch.....	66
4.2.2	Growing of crystals	68
4.2.3	Bewertungsaufgabe	70
4.3	O: Wohin der Inhalt der Gelben Tonne geht	71
4.4	Trennungen an Brause-Pulver D!	72
4.5	Destillation im kleinen Maßstab D!.....	74
4.6	Mischung und Reaktion D!	76
4.7	Trennen durch Sublimation D!	78
4.8	Demo: Stoffart- und Zustandsänderung D!	79
4.9	Flüssiger Sauerstoff aus Luft D!.....	80
4.10	Demo: Mischen von Flüssigkeiten (Modell-Vorst.).....	81
4.11	Beispiele einfacher Experimente für den Einstieg in die Chemie in der ersten UE des Jahres (wird nicht durchgeführt)	82
4.11.1	Kristalline Stoffe.....	82
4.11.2	Untersuchung kristalliner Stoffe (Bsp. einer Komplett-Anleitung für Lehrende).....	83
5	Stoff-Eigenschaften, 16.05.2023	85
5.1	Ein Versuch als Methoden-Baustein: Dichte.....	86
5.2	Bestimmung der Dichte unregelmäßiger Körper D!	88
5.3	Bestimmung der Dichte regelmäßiger Körper.....	89
5.4	Bestimmung der Dichte von Cola und Cola light.....	90
5.5	Elektrische Leitfähigkeit	92
5.6	O: Wie heiß kann Wasser werden?.....	93
5.7	Eigenschaften von Ionen-Verbindungen (Salzen).....	94
5.8	Iod-Schmelze	96
5.9	Ein „Kaputtmach-Versuch“ D!	97
5.10	Experimentierkästen	98
5.11	Es geht um die Wurst.....	99

6	Chemische Bindung, 23.05.2023.....	101
6.1	Züchten von Kristallen D!.....	102
6.1.1	Deutsch.....	102
6.1.2	Growing of crystals	102
6.2	Nachweis des Ammonium-Kations	103
6.3	Aluminium-Salze in Deodorants.....	104
6.4	Leitfähigkeit von Metallen.....	105
6.5	Ionen-Wanderung D!.....	106
6.6	Leitfähigkeit von Salz-Schmelzen	108
6.7	Nachweis der Polarität von Lösemitteln D!.....	110
6.8	O: Elektrische Leitfähigkeit des Roten Mains.....	111
6.9	Herstellung eines Leitfähigkeitsprüfers	112
6.10	Gebundenes Wasser D!.....	114
7	Die chemische Reaktion, 30.05.2023	115
7.1	Katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid	117
7.2	Zersetzung von Wasserstoffperoxid.....	118
7.3	Eine endotherme Reaktion.....	119
7.4	Bildung von Eisensulfid (wird nicht durchgeführt)	120
7.5	Bildung von Zinksulfid D!.....	122
7.6	Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff D!.....	124
7.6.1	Geschlossene Anleitung	124
7.6.2	Variante mit einer Erfahrungskiste.....	126
7.7	Lösen von Kaliumhydroxid in Wasser	127
7.8	Synthese von Wasser D!.....	128
7.9	Erste Knallgas-Probe	130
7.10	Kohlenstoffdioxid und Wasser D!	132
7.11	Erhitzen von Kupfer im Verbrennungsrohr	134
7.12	Wasser als Löse-Mittel D!	135
8	Verbrennung, 06.06.2023	137
8.1	O: Ein Wohnungsbrand.....	138
8.2	Brennbare Flüssigkeiten aus dem Haushalt.....	139
8.3	Luft-Analyse I: Verbrennung von rotem Phosphor (wird nicht durchgeführt).....	140
8.4	Reduktion von Kupfer(II)-oxid mit Wasserstoff D!	142
8.5	Brennbarkeit fein verteilter Metalle.....	143
8.6	Luft-Analyse III: Oxidation von Eisen D!.....	144
8.7	Feuer löschen I	146
8.8	Feuer löschen II D!.....	147
8.9	Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt D!	148
8.10	Wasser als Verbrennungsprodukt D!	149
8.11	O: Atmung als Verbrennungsvorgang	150
8.12	Verbrennung in reinem Sauerstoff	151
8.13	Verbrennen von Eisen-Wolle D!.....	152
8.14	Brennbare Sprüh-Nebel	153
8.15	Analyse von Luft IV: Oxidation von Eisen	154

9	Redox-Reaktionen, 13.06.2023.....	157
9.1	Thermit-Versuch	158
9.1.1	Thermit-Mischung selbst erstellen D!.....	158
9.1.2	Thermit-Demonstrationskasten (Hedinger) D!	160
9.2	Knallgas-Reaktion.....	161
9.3	Kaliumnitrat als Oxidationsmittel D!	162
9.4	Verbrennung in Wasserstoff-Atmosphäre	163
9.5	Reaktion von Aluminium mit Brom D!.....	164
9.6	Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium.....	165
9.7	Rosten.....	166
9.8	Mehlstaub-Explosion D!	168
9.9	Pyrophores Eisen.....	169
9.10	Elektrochemische Korrosion D!.....	170
9.11	Licht-Induzierte Redox-Reaktion.....	171
9.12	Herstellung von Sicherheits-Zündhölzern D!.....	172
9.13	Benzin-Explosion	174
9.14	O: Effiziente Einspritzdüsen	175
10	Säuren und Basen, 20.06.2023.....	177
10.1	Indikatoren	178
10.2	Absorptionsspektrum eines Indikators	180
10.2.1	Mit einem Spektral-Photometer für den schulischen Gebrauch (z.B. Vernier)	180
10.2.2	Mit einem professionellen Spektral-Photometer	182
10.3	O: „Essigsäure ist doch nicht gefährlich!“	183
10.4	Hygroskopische Wirkung von Schwefelsäure	184
10.5	Darstellung von Gasen.....	186
10.5.1	Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff.....	186
10.5.2	Ammoniak D!	188
10.5.3	Übersicht über Reaktions-Partner zur Herstellung verschiedener Gase in Microscale-Technik	190
10.6	Springbrunnen-Versuch D!.....	191
10.7	Verdünnen konzentrierter Säuren	194
10.8	Zauber-Wasser	196
10.9	O: Unerwartete pH-Werte	199
10.10	Säuren essen D!	200
10.11	Salze essen	202
10.12	Halbautomatische Titration von Salzsäure mit Natronlauge.....	204
10.13	Die Einwirkung von Basen	206
11	Alkalimetalle, Wasser und Elektrochemie, 27.06.2023	207
11.1	Alkalimetalle und Wasser D!	208
11.2	Temporäre Wasserhärte	210
11.3	Permanente Wasserhärte	211
11.4	Bestimmung der Gesamthärte mit Titriplex D!	212

11.5	O: Opfer-Anoden als Korrosionsschutz.....	213
11.6	O: Funktionsweise der „Apfel-Uhr“	214
11.7	Das Daniell-Element D!.....	215
11.8	„Vergolden“ einer Kupfer-Münze D!	216
11.9	Elektrolyse von Zinnchlorid	217
11.10	Elektrolyse von Zinkiodid D!.....	218
12	Organische Chemie, 04.07.2023	221
12.1	Destillation von zwei mischbaren Flüssigkeiten D!.....	222
12.2	Darstellung von Ethin D!	224
12.3	Nachweisreaktionen funktioneller Gruppen organischer Moleküle.....	226
12.3.1	Nachweis für Ester-Gruppen – Rojahn-Test	226
12.3.2	Nachweis für Hydroxy-Gruppen – „Cernitrat“	227
12.3.3	Nachweis für Carboxy-Gruppen – BTB-Test.....	228
12.4	Darstellung und Nachweis von Alkanalen	230
12.4.1	Weitere Nachweise für Alkanale	231
12.5	Nachweis von Ethanol.....	232
12.6	Untersuchungen an einer PET-Flasche	233
12.7	Bestimmung der Siede-Temperatur von Alkanolen.....	234
12.8	Darstellung von Frucht-Estern D!.....	236
12.9	Nylon-Herstellung (wird nicht durchgeführt)	238
12.10	Perlon-Herstellung D!.....	240
12.11	Untersuchung von Kunststoffen D!	242
12.12	Herstellung von Seife D!	244
12.13	Maillard-Verbindungen	246
13	Lebensmittel	247
13.1	Trüffel.....	247
13.2	Eis-Konfekt.....	248
14	Anhang zum Nachschlagen	249
14.1	Entsorgung.....	250
14.2	Entsorgungsratschläge (E-Sätze)	251
14.3	Gerätschaften am Arbeitsplatz.....	252
14.4	Vorschriften rund ums Feuerwerk	254
14.5	Quellen für Fotos	255
15	Geschlossene Anleitungen	257
15.1	Das Gummibären-System.....	257
15.2	Modell-Versuch zum Energie-Profil D!	259
15.3	Modell-Versuch Trennung von Kunststoff-Abfällen D!	261
15.4	Siedepunkt-Bestimmung von destilliertem Wasser und von Kochsalz- Lösung	262
15.5	Leitfähigkeit von Lösungen D!.....	264
15.6	Brennende Kerze im abgeschlossenen Luft-Raum.....	265
15.7	Atmung als Verbrennungsvorgang D!	266
15.8	Knalldose	267

15.9	pH-Wert von Säuren D!.....	269
15.10	pH-Werte von Alltagsprodukten D!.....	270
15.11	Lösungstensionsreihe	272
15.12	Die Spannungsreihe der Metalle	273

1 Sicherheit; 18.04.2023

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 (Phenolphthalein-Lösung, Chlorzinkiod-Lösung)
S. 28 – 35: Sicherheit (Entsorgung).
- Handbuch der experimentellen Chemie; Aulis-Verlag, m. J.
- Arendt, R.; Dörmer, L. (Negativbeispiel)
- DGUV-Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen
- Stoffliste zur DGUV-Regel 113-018

Weitere Literatur entnehmen Sie bitte der [Literaturliste](#).

1.1.2 Ziel

Ziel der Übungen ist es, Ihnen zu vermitteln:

- Grundfertigkeiten für das Experimentieren
- Anregungen zur Gestaltung und Auswahl von Versuchen für die Unterrichtspraxis sowie
- die sichere Handhabung von Versuchsanordnungen und Chemikalien

1.1.3 Sicherheitsbelehrung

Grundlage für alle Sicherheitsbestimmungen im Umgang mit Gefahrstoffen ist die

- [Gefahrstoffverordnung GefStoffV](#) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; Ausgabe 2010; eine sehr hilfreiche Darstellung in Übersicht findet sich bei [Wikipedia](#)
- [Sicheres Arbeiten in Laboratorien](#) 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 Unfallversicherung (GUV); München 2010
- [Vorsichtsmaßnahmen im chemischen Experimentalunterricht](#)

1.1.4 Sicherheit im Praktikum

Einrichtungen:

- Fluchtweg aus dem aktuellen Labor kennen
- Sammelpunkt kennen, hier: Infopunkt 7 vor NW2
- Feuermelder: neben Fluchttür auf der Gangseite
- Verbandskasten
- Notaus für Gas und Strom
- Augendusche(n)
- Löschsand
- Zugangssicherung (Fluchttür)
- 2. Fluchttür
- Sicherheitsschränke für Gefahrstoffe
- Giftschrank
- Kühlschrank, explosionsgeschützt
- Feuerlöscher
- 2 kg CO₂ (B) neben Abzug
- 5 kg CO₂ (B) im Gang
- 6 kg Pulver (ABC) in der Halle
- Notdusche
- Löschdecke
- Hierarchie der Gas-Absperrungen
- Sicherheitsschränke für Druckgase

[Praktikums- und Laborordnung, Kurzfassung](#)

1.1.5 Entsorgung

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

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

Alle anderen Fälle müssen speziell vorbehandelt werden, bevor sie ggf. über obige Wege entsorgt werden, z. B.:

- Carbide: mit Wasser abreagieren lassen, dann in **B1**
- Alkalimetalle: mit Ethanol (Kalium mit Butan-2-ol) umsetzen, dann **B1**
- Brom, Chlor und ihre Lösungen in Wasser: mit Natriumthiosulfat reduzieren, dann in den Ausguss
- Amine: mit verdünnter Salzsäure neutralisieren, dann **B3**

Eine vollständigere Auflistung findet sich im [Anhang](#) zum Kursskript.

1.1.6 Sicherheit im Umgang mit elektrischen Geräten

Demonstration1: Sicherer und unsicherer „Strom“

Material:

- Labor-Netzgerät
- Experimentierkabel, L= 50 cm, rot, Bananenstecker
- Experimentierkabel, L= 50 cm, blau, Bananenstecker
- 2 Kupfer-Elektrode, Stab
- Blockbatterie, 9 V
- Flachbatterie, 4,5 V
- Mignon-Zelle, 1,5 V

Durchführung 1:

(gefährliche Spannungen) Dozent

Durchführung 2:

Kurzschluss provozieren

1.1.7 Handhabung der Versuchsanleitungen

- Lesen Sie Anleitung und Legende dazu
- Suchen Sie sich aus einem Kapitel die 3 – 5 Ihrer Meinung nach interessantesten Versuche heraus
- Führen Sie diese Versuche durch, bis sie einwandfrei funktionieren. Es ist wichtiger, einen Versuch wirklich zu beherrschen, als zwanzig „heruntergekocht“ zu haben
- Beachten Sie die exakte Bezeichnung der Arbeitsgeräte
- Sollte noch Zeit übrig sein, nehmen Sie sich die anderen Versuche des Kapitels vor
- Sie sind für die Ausrüstung verantwortlich. Jetzt ist alles komplett. Fehlt später etwas, muss es ersetzt werden
- Machen Sie sich mit der Handhabung von Geräten (z. B. Gas-Druckflaschen) und Kennzeichnungs-Richtlinien (Gefahrensymbole, Farbcodierung bei Gas-Druckflaschen) vertraut

Merklblatt: Material-Liste (siehe Anhang im Skript)

1.1.8 Anforderungen

1. Regelmäßige Anwesenheit
2. Demonstration eines Experimentes für alle Teilnehmer des Kurses
3. Abschluss-Prüfung mündlich und praktisch, etwa in der Form:
 - Erstellen Sie den Aufbau zu Experiment ... mit einer Auswahl von Gerätschaften aus der Kiste ...
 - Welche Experimente kennen Sie zur Einführung der Reduktion?
 - Beschreiben Sie ein Beispiel genau
 - Skizzieren Sie den Versuchsaufbau grob
 - Welche Sicherheitsmaßnahmen müssen Sie ergreifen?
 - Wie entsorgen Sie die entstehenden Abfälle?
 - Ist der Versuch als Schüler-Übung geeignet?

1.1.9 Sicherheit bei Übungen mit Lernenden

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

- „Sehr giftige“ Stoffe müssen, sofern die Bevorratung überhaupt zugelassen ist, in einem „Giftschrank“ abgeschlossen aufbewahrt werden. Beispiele: Ammoniumdichromat, Antimon(III)-oxid, Arsen und seine Verbindungen...
- Giftige, krebserzeugende, fruchtschädigende, erbgutverändernde und explosionsgefährliche Stoffe dürfen für Versuche mit Lernenden nicht verwendet werden
- Quecksilber-Thermometer sind bei Übungen mit Lernenden durch Alkohol-Thermometer zu ersetzen
- Bis einschließlich Jahrgangsstufe 10 dürfen Lernende nur mit Wechsel-Spannungen bis 24 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.

1.1.10 Ablauf des Praktikums

1. Anleitung wird ausgeteilt
2. Vorbesprechung mit Hinweisen zur Durchführung, Besonderheiten, organisatorisches (paralleler/serieller Versuch, Demonstration...)
3. Durchführung
4. Nachbesprechung mit Diskussion (Ergebnisse, fachliches Umfeld, Varianten, Schwierigkeiten bei der Präsentation bzw. im Verständnis Lernender...)

1.1.11 Lehrziele

- Erzielung des Versuchsergebnisses
- Sichere Durchführung von Experimenten
- Vorführen von Experimenten
- Einbettungspotential in den Unterricht
- Experimente entwerfen
- Experimente öffnen

1.1.12 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 Experimente zur Sicherheit

1.2.1 Wachsbrand: „Heiß und fettig!“

Zeitbedarf: ca. 5 – 8 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F: Brennbarkeit von Alkanen

B: Sicherheit im Umgang mit Chemikalien

Neugier: Kerzenlicht vs. Stichflamme

Material:

- Reagenzglas, d= 18 mm
- Brenner, Feuerzeug
- Becherglas, 600 mL, weit
- Messer und Fliese
- Stativ, Muffe, Stativklemme
- Unterlage, feuerfest

Chemikalien:

- Leitungswasser
- Alufolie
- Kerze, Baumkerze (gute Qualität)

Vorbereitung: Kleine Stücke von der Kerze abschneiden und das Reagenzglas ca. 2 cm hoch damit befüllen. (= ca. 1/3 eines Teelichts; keine Billig-Ware verwenden, funktioniert meist nicht).

Das Becherglas bis ca. 3 cm unter den Rand mit Wasser füllen.

Das Pult (feuerfeste Unterlage), auf dem der Versuch vorgeführt wird, großflächig mit Alufolie auslegen. Bei dem Versuch spritzt Wachs.

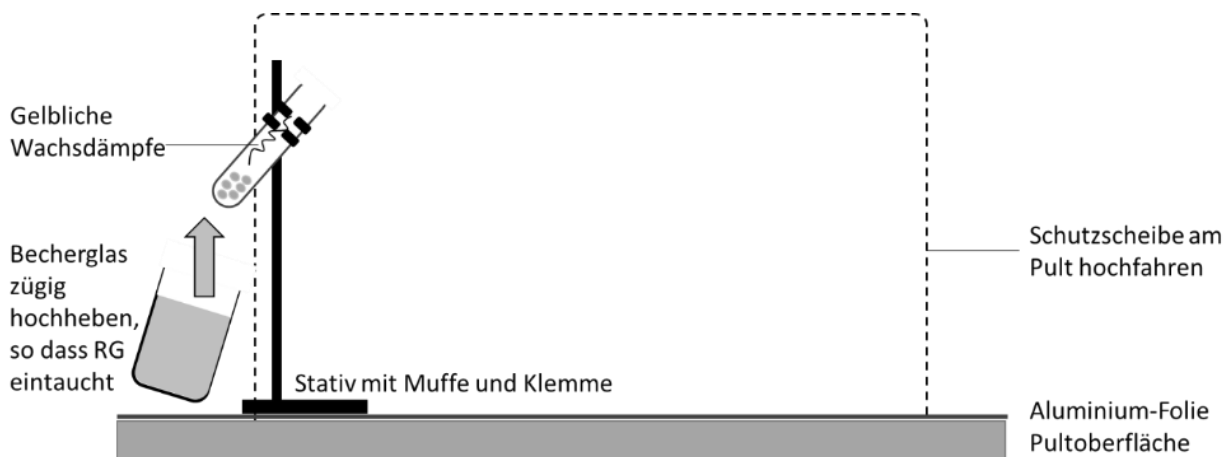
Durchführung 1: Das mit den Wachs-Stückchen gefüllte Reagenzglas schräg (etwas steiler als 45°) im Stativ einspannen und an jenes Ende des präparierten Tisches stellen, an dem der Brenner aufgebaut ist. Die Öffnung des Reagenzglases zeigt in Richtung der abgedeckten Tischplatte.

Das wassergefüllte Becherglas griffbereit neben das Stativ stellen.

Das Wachs im Reagenzglas mit dem Brenner so lange erhitzen, bis die Wachs-Schmelze sich beim Sieden gelblich färbt und weiße Dämpfe entstehen.

Gas-Zufuhr schnell abdrehen.

Das Becherglas mit ausgestrecktem Arm zügig von unten zum Reagenzglas hochheben, bis das Reagenzglas eintaucht.



Beobachtung: Das Wachs schmilzt und geht über der Flüssigkeit auch in den gasförmigen Zustand über. Nach einiger Zeit ist über der gasförmigen Phase wieder festes Wachs in Form von weißem Rauch/Nebel sichtbar. Durch das rasche Abkühlen mit Wasser wird das Wachs in hohem Bogen aus dem Reagenzglas herausgeschleudert und entzündet sich an der Luft.

Deutung: Durch das rasche Abkühlen des gasförmigen Wachses bis hin zum festen Aggregat-Zustand wird so viel Gitter-Energie frei, dass ein Teil der Wachs-Schmelze verdampft. Der heiße Dampf und sehr kleine Flüssigkeits-Tröpfchen entzünden sich an der Luft selbst.

Diskussion: **VORSICHT! Große Stichflamme!** Fettbrände (Pfanne, Fritteuse) dürfen niemals mit Wasser gelöscht werden. Besser ist das Abdecken des Brandherds mit feuerfesten Gegenständen (z. B. Löschdecke), um die Sauerstoff-Zufuhr zu unterbinden.

Entsorgung: Wachs-Reste und Reagenzglas in den Hausmüll. Alufolie wiederverwenden.

Quelle: Unterricht Chemie, Heft 17 (2006) Nr. 96, Seite 26

1.2.2 Brennbare Gase: Flaschengeist

Zeitbedarf: ca. 3 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F: Gefährlichkeit brennbarer Gase

B: Sicherheit im Umgang mit Chemikalien

Neugier: Rauchverbot an der Tankstelle, muss das sein? Auch das Handy-Verbot – Diskussion.

Material:

- Rundkolben, 1000 mL
- Korkring für, 1000 mL Rundkolben
- Stopfen, 18*24*30 mm
- Streichhölzer
- Einmal-Pipette, Kunststoff, V= 3 mL
- Becherglas, 10 mL

Chemikalien:

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



Gefahr

H225, H319

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

Vorbereitung: Den Kolben vor Verwendung auf Risse oder andere Schadstellen im Glas überprüfen! Nur einwandfreie Kolben verwenden, da sonst die Gefahr des Platzens besteht.

Durchführung: Ca. 3 mL Ethanol werden in den Kolben gegeben und dieser damit ausgeschwenkt. Das überschüssige Ethanol wird wieder abgegossen und der Kolben mit dem Stopfen verschlossen. Die Ethanol-Flasche verschließen und wegstellen, den Raum verdunkeln. Ein Streichholz entzünden und brennend in den geöffneten Kolben werfen.

Beobachtung: Das Ethanol-Luft-Gemisch entzündet sich und brennt mit blauer Flamme. Durch die Inflation entsteht ein mehr oder weniger lautes „heulendes“ Geräusch.

Deutung: Ethanol ist leicht flüchtig. Das Ausschwenken im Kolben vergrößert die Oberfläche, aus der Ethanol-Teilchen in den gasförmigen Zustand übergehen können. Durch das Verschließen verteilen sich die Ethanol-Dämpfe im Kolben und mischen sich mit der Luft. Das Streichholz liefert die Aktivierungsenergie, die zur Verbrennungsreaktion von Ethanol mit Sauerstoff notwendig ist.

Diskussion: Rauchen im Schuppen, in dem sich ein offener Kanister mit Benzin-Resten befindet, wo Metall-Teile in Waschbenzin gereinigt werden, oder an einer Tankstelle mit „daneben getanktem“ Benzin ist gefährlich. Gemische aus brennbaren Gasen und Luft sind in bestimmten Bereichen explosiv und ein Funke oder Streichholz genügt, um die Explosion auszulösen.

Der Versuch kann auch in einem großen Wasserspender-Gefäß aus Plastik (!) durchgeführt werden. Dieser sollte am Boden stehen, da die Stichflamme sehr hoch wird.

Entsorgung: Spiritus im **Ausguss**.

Quelle: Unterricht Chemie 17 (2006) Nr. 96

1.2.3 „Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das...“

Zeitbedarf: ca. 3 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F: Herstellen saurer und basischer Lösungen


B: Sicherheit im Umgang mit Chemikalien

Neugier: Worin besteht das „Ungeheure“?

Material:

- Becherglas, 600 mL, hoch
- 2 Messzylinder, 50 mL
- Abdeckung für Becherglas (Glas-Platte, L= 100 mm, B= 100 mm)
- Thermometer, digital, -50°C bis 250°C

Chemikalien:

- **Schwefelsäure** (konz.)
w= 96%
CAS-Nr.: 7664-93-9
 - Leitungswasser
 - Trinkbecher, Kunststoff, Polystyrol (PS)
-  Gefahr
H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338,
P308+P310

Vorbereitung: Jeweils 50 mL konz. Schwefelsäure und Leitungswasser in den Messzylindern abfüllen.

Durchführung: Der Kunststoff-Trinkbecher aus Polystyrol wird in ein geräumiges Becherglas gestellt und zuerst mit 50 mL konz. Schwefelsäure befüllt. Dann wird das Wasser aus dem zweiten Messzylinder in einem Guss ebenfalls in den Becher gegossen. Das Becherglas sofort mit einer Abdeckung verschließen.

Beobachtung: Der Trink-Becher „schmilzt“ im Becherglas und zieht sich zu einer kleinen runden Scheibe zusammen (ursprüngliche Form vor dem Formen des Rohlings).

Mit einem Thermometer kann man die freiwerdende Reaktionsenergie messen (bis zu 180°C).

Deutung: Bei der Reaktion der Schwefelsäure-Moleküle mit den Wasser-Molekülen zu Oxonium-Ionen und Sulfat-Ionen wird in erheblichem Maß Hydratationswärme frei.

Diskussion: „Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!“ Beim Herstellen von sauren oder basischen Lösungen wird immer zuerst das Wasser vorgelegt und dann die Säure oder Base bzw. Lauge zugegeben. NIE die Säure/Base mit dem Wasser verdünnen. Das zugetropfte Wasser kann sich sonst so stark erhitzen, dass es als Wasser-Dampf aus dem Gefäß herausspritzt und dabei kleine Mengen an Säure/Base mitreißt, die dann Verätzungen oder andere Schäden hervorrufen können.

Entsorgung: **B1**; Nach dem Abkühlen kann die saure Lösung verdünnt und neutralisiert im Abguss entsorgt werden. Vorsicht: hierbei nochmals Wärme-Entwicklung. Alternativ: anorganischer Sammelbehälter.

Quelle: Unterricht Chemie, Heft 17 (2006) Nr. 96, Seite 27

1.3 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 Umfüllen flüchtiger brennbarer Flüssigkeiten müssen alle Flammen gelöscht bzw. auf Sparflamme gestellt sein.
- Bei Explosionsversuchen einen Sicherheitsabstand von 3 m einhalten. Splitter-Schutzwand, evtl. Splitter-Schutzkorb verwenden.
- Konzentrierte Säuren oder Laugen beim Verdünnen immer in Wasser gießen, nicht umgekehrt. Schutzbrille tragen. Nicht von Lernenden durchführen lassen.
- Die Herstellung von explosionsgefährlichen Stoffen oder das Experimentieren mit radioaktiven Präparaten ist unzulässig.
- Gas-Abzug rechtzeitig benutzen und Ventilator einschalten, wenn giftige oder gesundheitsschädliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauch auftreten.
- Beim Ausgießen aus Flaschen soll das Etikett oben sein. Herabrinnende Tropfen mit Stopfen abstreifen.
- Gas-Druckflaschen sind grundsätzlich außerhalb der Laboratorien sicher aufzustellen. Bei Aufstellung im Labor sind besondere Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Nach Arbeitsschluss müssen sie an einen sicheren Ort gebracht werden.
- Keine Chemikalien ohne Behälter oder Filterpapier auf die Waagschale legen.
- Brennbare Flüssigkeiten, Glas-Scherben, Zündhölzer, Indikator-Papier, Zigaretten-Kippen und dgl. nicht in den Ausguss werfen. Beseitigungsvorschriften beachten.
- Brenner nicht knapp an die Tischkante stellen.
- Gas-Hähne (einschl. Haupt-Hahn) am Ende des Unterrichts bzw. der Vorbereitung schließen.
- Gesäuberte Reagenzgläser zum Abtropfen in das Reagenzglas-Gestell umgekehrt einstellen.
- Geräte, Löffel, Spatel, Pinzetten und dgl. nach Gebrauch wieder dorthin bringen/stellen, wo sie entnommen wurden.
- Geräte-Aufbauten nach dem Versuch wieder auseinandernehmen. Keine Glas-Röhrchen und dgl. in Stopfen lassen. Glas-Röhren, Thermometer u. ä. nie mit bloßen Händen in Stopfen-Bohrungen einführen.
- Glas-Bruch in einen gekennzeichneten Abfall-Behälter werfen. Reinigungspersonal davon verständigen. Keine Papier-Körbe aus Holz in das Labor. Beschädigte Geräte oder Gefäße dürfen nicht mehr verwendet werden.
- Labormantel und Schutzbrille stets tragen. Evtl. Schutz-Handschuhe rechtzeitig verwenden.

- Es darf nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk getragen werden.
- Erste-Hilfe-Kasten und Branddecke griffbereit aufstellen. Hinweise anbringen.
- Pipettieren mit dem Mund verboten. Kolbenhub-Pipetten oder Peleus-Ball verwenden.
- Mängel an Geräten müssen durch Lernende unverzüglich gemeldet und vom Lehrenden baldmöglichst abgestellt werden.
- In Laboratorien, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, dürfen Nahrungs- und Genussmittel nicht hineingebracht sowie Kosmetika nicht angewandt werden.
- Für Chemikalien dürfen keine Gefäße benutzt werden, die üblicherweise zur Aufnahme von Speisen oder Getränken bestimmt sind. Speisen und Getränke dürfen nicht zusammen mit Chemikalien aufbewahrt werden.

Nach: http://www.baua.de/nr_16744/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-526.pdf

1.4 Praktikums- und Laborordnung

Kurzform zum Merken:

Gefahrstoffe sind Stoffe oder Zubereitungen, die

explosiv (GHS01)

ätzend (GHS05)

krebserzeugend

entzündlich (GHS02)

giftig (GHS06)

(GHS08)

oxidierend (GHS03)

sensibilisierend

gewässergefährdend

**komprimierte Gase
(GHS04)**

(GHS07)

(GHS09)

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

- Gefahrstoffe dürfen nicht in Behältnissen aufbewahrt oder gelagert werden, die zu Verwechslungen mit Lebensmitteln führen können.
- Sämtliche Stand-Gefäße, auch die für Lösemittel-Abfälle, sind mit dem Namen des Stoffes und den Gefahrensymbolen zu kennzeichnen. Große Gefäße sind vollständig zu kennzeichnen, d. h. auch mit H- und P-Sätzen.
- Im Labor muss ständig eine Schutzbrille getragen werden; Brillenträger müssen eine optisch korrigierte Schutzbrille oder eine Überbrille nach W DIN 2 über der eigenen Brille tragen.
- Das Essen, Trinken, Rauchen und Anwenden von Kosmetika sind im Labor untersagt.
- Im Labor ist zweckmäßige Kleidung, z. B. ein Baumwoll-Labormantel, zu tragen, deren Gewebe aufgrund des Brenn- und Schmelzverhaltens keine erhöhte Gefährdung im Brandfall erwarten lässt. Die Kleidung soll den Körper und die Arme ausreichend bedecken. Nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk tragen.
- Die Hinweise des Praktikumsleiters zur Sicherheit bei besonderen Versuchen sind unbedingt zu beachten.
- Alle Teilnehmer an den Praktika müssen an der Sicherheitsbelehrung teilnehmen.
- Man hat sich über den Standort und die Funktionsweise der Notabsper-Vorrichtungen für Gas und Strom sowie der Wasser-Versorgung zu informieren. Nach Eingriffen in die Gas-, Strom- und Wasser-Versorgung ist unverzüglich die Zentrale Technik, Tel.: 2117, zu informieren. Eingriffe sind auf Notfälle zu beschränken und die betroffenen Verbraucher zu warnen.
- Die experimentelle Arbeit ist so durchzuführen, dass möglichst kleine Mengen gefährlicher Abfälle entstehen. Der Weiter-Verwendung und der Wieder-Aufarbeitung, z. B. von Lösemitteln, ist der Vorzug vor der Entsorgung zu geben. Reaktive Feststoffe, z. B. Alkalimetalle, sind sachgerecht zu weniger gefährlichen Stoffen umzusetzen.
- Bei allen Hilfe-Leistungen auf die eigene Sicherheit achten. So schnell wie möglich einen notwendigen Notruf tätigen.

intern: 2117 (Rufbereitschaft der Zentralen Technik)

extern 9112 (Feuerwehr)

1.5 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.

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

Material:

- Geräte
- Material
- **Geräte, für Lebensmittel**
- **Material für Lebensmittel**

Chemikalien:

- **Gefahrstoffe**
- **Lösungen**
- **Lebensmittel**
- **Chemikalien, Lebensmittel geeignet**

Durchführung 1: Durchführung (Vorschrift 1 bis n)

Beobachtung 1: Beobachtung (was kann man sehen?)

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

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

Entsorgung: **Entsorgung, E-Sätze**

Quelle: Falls bekannt: Autor der Fassung des beschriebenen Experiments

Diskussion: Diskussions-Themen zur Erweiterung des Themas
















Hintergrund: Fachlicher Hintergrund, falls interessant genug, nicht trivial

Didaktischer Hinweis: Hinweise zum Einsatz

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

1.6 Gefährdungsbeurteilung + Entsorgungsprotokoll

Ausbildung / Lehrende

Versuch:					
Autor/Datum:					
Gleichungen:					
GHS-Symbol:					
GHS-Nr.:	01	02	03	04	05
GHS-Symbol:					
GHS-Nr.:	06	07	08	09	
	Bezeichnung		w (%)	GHS-Nr.:	H-Sätze
Stoff 1 (Edukt):					
Stoff 2:					
Stoff 3 (Produkt):					
Stoff 4:					
Vorsichtsmaßnahmen:					
Bezeichnung (ankreuzen):	Schutzbrille	Schutz-Hand-schuhe	Abzug	geschlossenes System	lüften
Weitere Maßnahmen:					
Bezeichnung (ankreuzen):	Brand-schutz				
Entsorgung:	B1	B2	B3	Ausguss	Restmüll
Stoff-Nr.:					
Ersatzstoffprüfung:	<input type="checkbox"/> Schüler-Versuch möglich			<input type="checkbox"/> Lehrerversuch	

1.7 Gefahrensymbole

nach GHS ([Globally Harmonized System](#))

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

Material: Arbeitsblätter [Gefahrensymbole](#) groß (DIN A4), pptx, können in hoher Qualität ausgedruckt und laminiert werden.

1.8 Legende

D!= Experimente die durchgeführt werden müssen!

Kennzeichnungen zur Verwendung im Unterricht:

Lehrende: Demonstrationsversuch für Lehrende. Lernende beobachten unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes.

Lernende: Versuch des Lernenden für die Arbeitsformen: selbstständige Einzel- oder Gruppen-Arbeit.

Hinweis: Die Kategorien sind hierarchisch zu verstehen: „Lehrender“ kann alle anderen Versuche (unten) auch machen, Lernende nur die so gekennzeichneten (z. B. aufgrund von Sicherheitsbestimmungen).

Neugier: Hier steht ein Satz, der unserer Meinung nach geeignet ist, Neugier auf das Experiment zu wecken. Wenn Sie einen besseren Vorschlag haben, übernehmen wir ihn gerne.

Bn: Entsorgungsbehälter.

Kennzeichnung: Sicherheit



Versuch unter dem Abzug durchführen.



Schutzbrille auf jeden Fall aufsetzen.

Kennzeichnung in Schriftfarbe für die Ausbildung von Lehramt-Studenten

n: Versuch für jede Gruppe aufbaubar.

a: Geeignet für arbeitsteilige Gruppen-Arbeit.

1: Versuch nur 1x aufgebaut. Rotationsprinzip.

demo: Demonstrations-Experiment, wird vom Dozenten vorgeführt.

1.9 Literaturliste

Ziel: Überblick über existierende Experimente, Sammlungen und experimentelle Fachzeitschriften für den Chemie-Lehrer.

Alle sind in der Bibliothek der Universität Bayreuth vorhanden.

1.9.1 Experimente-Sammlungen

- Chemische Schulexperimente, eine Anleitung für Lehrer, 5 Bände
Harri Deutsch, Frankfurt 1979-88
- Experimente für den Chemieunterricht: Mit einer Einführung in die Labortechnik
Karl Häusler, Heribert Rampf, Roland Reichelt; 2. Auflage; Oldenbourg, München
2002; 34,90€, lieferbar
- Handbuch der experimentellen Chemie Sekundarbereich II, 12 Bände
Wolfgang Glöckner, Walter Jansen, Rudolf G. Weißenhorn; Aulis Deubner, Köln 1996-
2011; ca. 500€.
- Chemische Schulexperimente, in 3 Bänden
Hans Keune, Helmut Boeck u. a.; Volk und Wissen, Berlin 1998-2002
25€ je Band.

1.9.2 Zeitschriften

- Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie
Verlag: Erhard-Friedrich-GmbH, Seelze; 6 Hefte/Jahr + Jahresheft ca. 55€
Anspruch: Sek. I, Realität: Sek. II.
Angemessene Tiefe der Fachinformation, umsetzbare Experimente und Unterrichts-
ideen.
- ChemKon
Wiley-VCH, Weinheim; 6 Hefte/Jahr, davon 3x print und 3x online. Kostenlos für Mit-
glieder der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh.
Anspruch: Sek. I+II, Realität: oft abgehoben
Angemessene Tiefe der Fachinformation, jedoch viele Spezialthemen am Rande des
Unterrichts.

1.10 Material-Kunde

Material:

- Polystyrol (PS)
 - Polyethylen (PE)
 - Polyamid (PA)
 - Teflon (PTFE)
- Beispiele für Gefäße; verschiedene Glas-Sorten
- Duran-Glas
 - Argon-Glas
 - Kalk-Soda-Glas

Ziel der Einheit ist es, Ihnen zu vermitteln:

- welche Glas-Sorten vorkommen und was sie unterscheidet, sowie
- welche Ersatz-Materialien verwendbar sind.

1.10.1 Glas

Für viele Anwendungen müssen z. B. nicht Bechergläser verwendet werden, ein Marmeladen-Glas tut's auch, sofern es nicht erhitzt werden muss.

[Übung zur Glas-Bearbeitung](#)

1.10.2 Kunststoffe

- PS= Polystyrol, „billige, kleine Joghurt-Becher“, für warmes Wasser, nichtoxidierende Säuren, Basen. Nicht geeignet für unpolare Lösemittel (Benzin, Pinsel-Reiniger).
- PE= Polyethylen, PP= Polypropylen, „die besseren, großen Joghurt-Becher“, auch für kochendes Wasser und (warmes) Fett.
- PA= Polyamid, Spezial-Anwendungen: beständig gegen Benzin u. ä.

1.11 Labor-Gläser und Glas-Bearbeitung

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

Für viele Anwendungen müssen nicht Bechergläser verwendet werden: ein **Marmeladenglas** tut's auch, **sofern es nicht erhitzt werden muss**.

Bearbeitung:

Ziel: Glas-Bearbeitung, Material-Kunde

Material:

- **Glasschneide-Feile, dreikant**
- **Brenner, Feuerzeug**
- oder
- **2*Glas-Rohr,**
L= 450 mm, d(außen)= 7 mm
- **Glasrohrschneider**

Durchführung 1 (schneiden): Glas-Rohr auf halber Länge mit der Säge einritzen, nahe der Sollbruch-Stelle mit beiden Händen anfassen und die Ritz-Stelle vom Körper wegdrehen. Unter Ziehen nach Außen zum Körper hin knicken (siehe Demonstration). Sollte ein zusätzlicher Riss entstanden sein: Vorsicht bei D2, meistens springt ein Stück Glas ab.

Durchführung 2 (abrunden): Die beiden Hälften des nun geteilten Glas-Rohres mit dem jeweils neuen Ende in der rauschenden Brenner-Flamme bis zur Rotglut erhitzen. Man sieht, wie die scharfen Kanten sich abrunden. Abkühlen lassen. Merke: heißes Glas sieht aus wie kaltes Glas.

Durchführung 3 (Pipette): Eine der Hälften an beiden Enden anfassen und ca. 5 – 7 cm vom neuen Ende entfernt in die rauschende Brenner-Flamme halten. Unter ständigem Drehen bis zum Erweichen erhitzen. Etwas stauchen, dann aus der Flamme nehmen und vorsichtig auseinanderziehen, bis die Spitze die gewünschte Dicke hat. Erst erkalten lassen, dann wie in D1 abschneiden. Neue Spitze ggf. wie in D2 abrunden, geht jetzt aber schnell.

Durchführung 3 (biegen): Die andere Hälfte des Glas-Rohres an beiden Enden anfassen und mittig in der rauschenden Brenner-Flamme unter ständigem Drehen bis zum Erweichen erhitzen. Der erhitzte Bereich sollte etwa 4 – 6 cm lang sein. Außerhalb der Flamme zu einem 90°-Winkel biegen. Bei U-Rohren, oder wenn genaue Winkel gefordert sind, muss man nochmals erhitzen und auf einer feuerfesten Unterlage ausrichten.

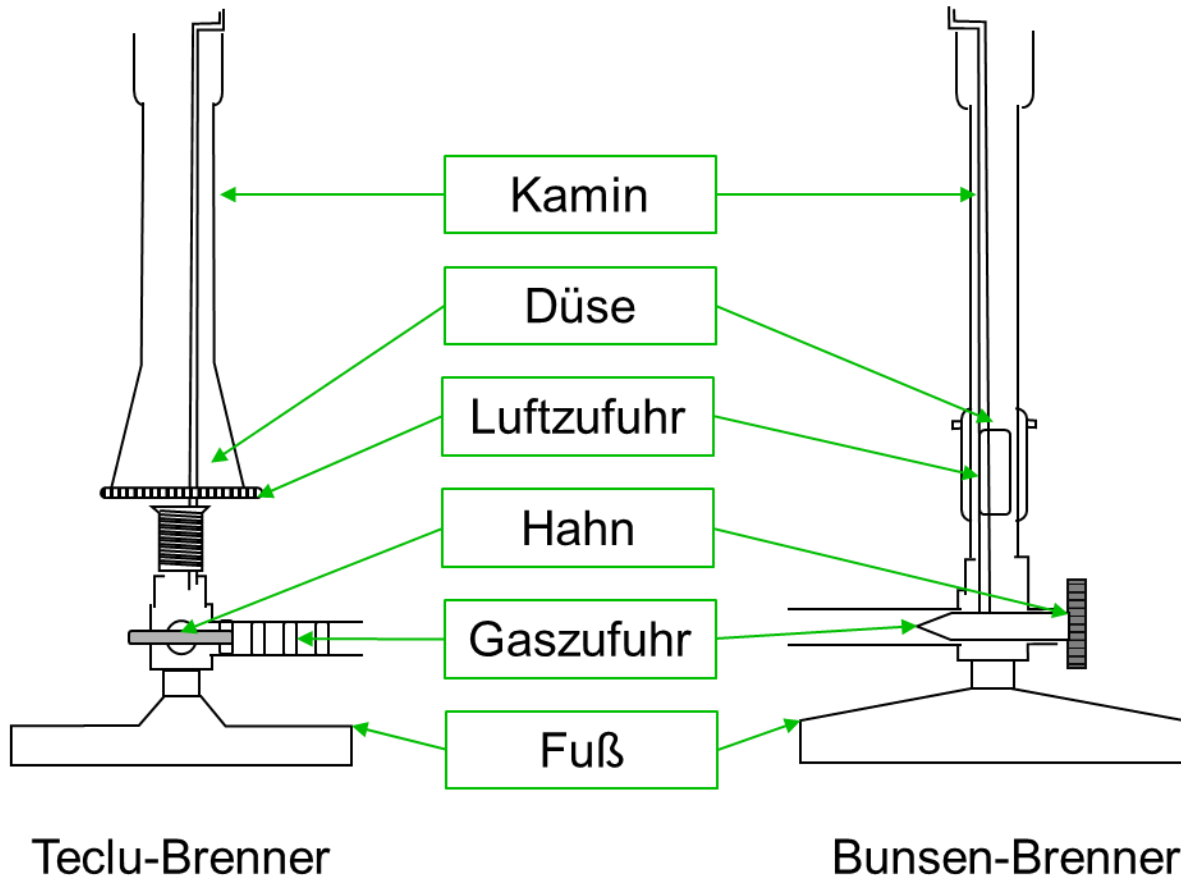
Diskussion: Ausrichten eines U-Rohrs, einfaches Justieren eines 90°-Winkels (Papier).

1.12 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.

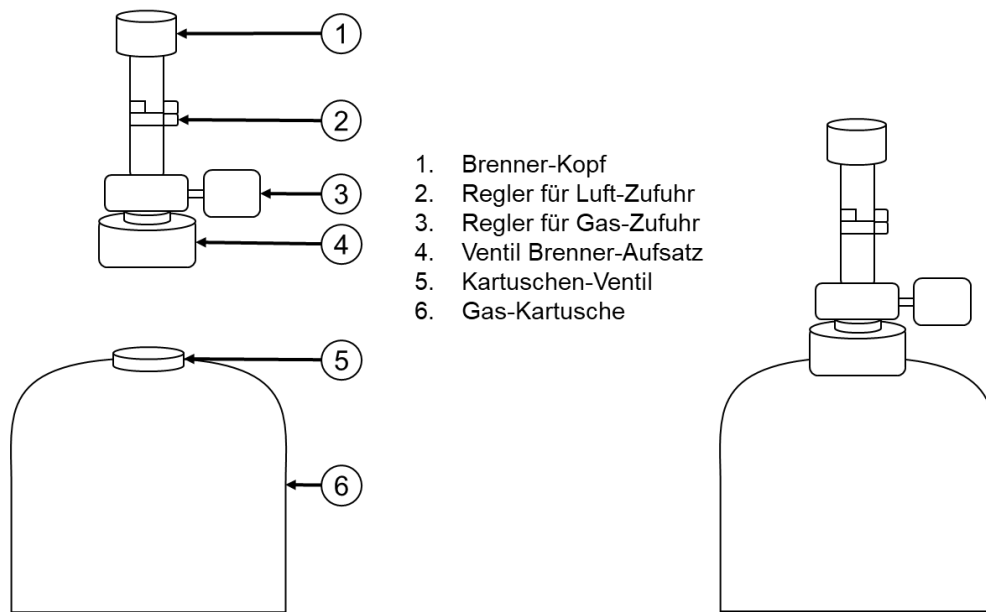


Experimente zur Funktionsweise. Weitere Heiz-Quellen, Demonstrationen:

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

1.13 Der Kartuschen-Brenner

Beispiel einer Betriebs-Anweisung



Inbetriebnahme:

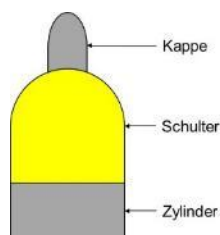
- Brenner-Aufsatz auf das Ventil schrauben.
- Dabei muss der Regler für die Gas-Zufuhr (3) zu sein.
- Regler-Knopf (3) (nach links) aufdrehen.
- Entströmendes Gas anzünden.
- Flammen-Höhe mit dem Regler-Knopf (3) einstellen.
- Luft-Zufuhr mit dem Regler (2) regulieren.

Vorsichtsmaßnahmen:

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

1.14 Kennzeichnung von Gas-Druckflaschen

Gas-Art	Flaschen-Farbe*		Bemerkung
	Schulter	Zylinder	
Acetylen = Ethin (C ₂ H ₂)	kastanienbraun	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	leuchtendgrün	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



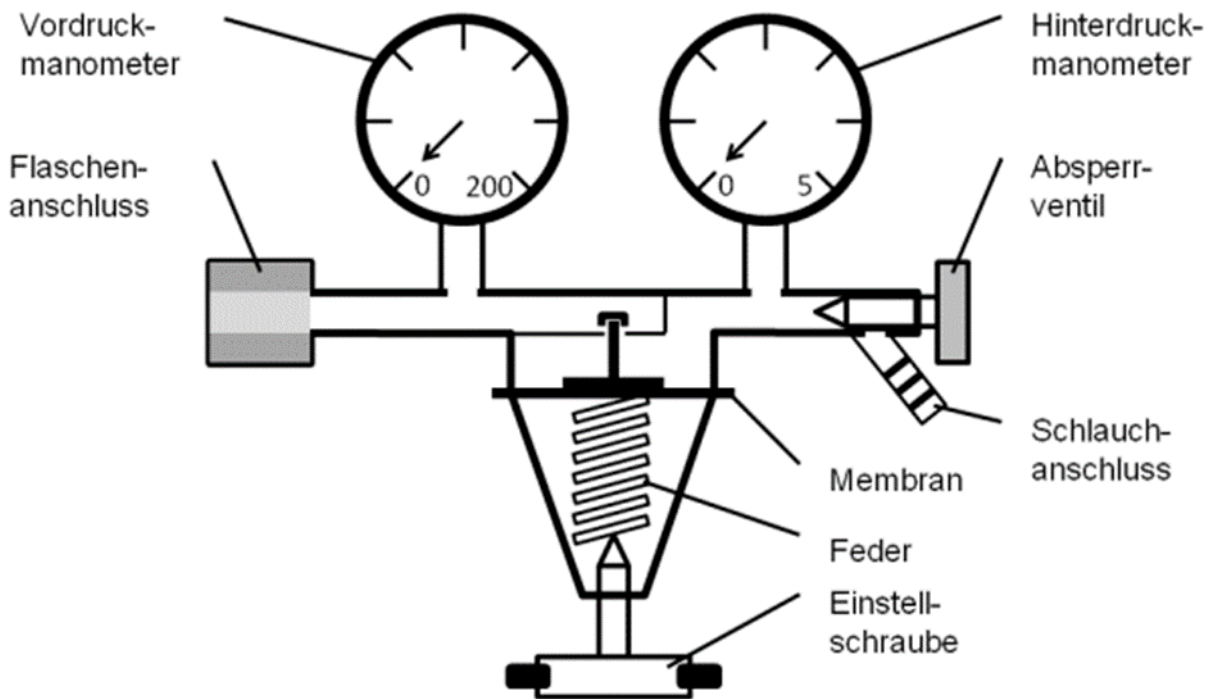
*nach Euro-Norm DIN EN 1089-3; die Schulter-Farbe ist eindeutig und entscheidend, beim zylindrischen Flaschen-Mantel sind z. T. mehrere Farben möglich, bei Industrie-Sauerstoff z. B. blau oder grau.

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

1.15 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 heraus-schrauben, 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.

1.16 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 (grün-gelb) ist der Schutz-Leiter.

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

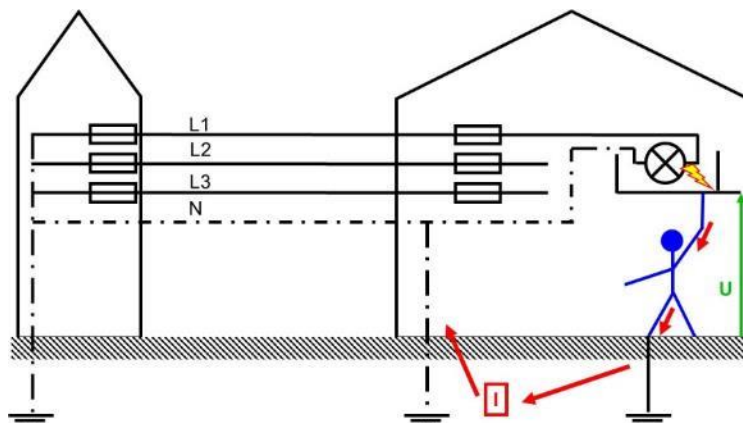


Abb. 1: Fehler-Stromkreis beim Berühren eines unter Spannung stehenden Lampen-Gehäuses.

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

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

Der Körper-Widerstand des Menschen setzt sich aus dem Haut-Widerstand und dem Körper-Innenwiderstand zusammen. Der Haut-Widerstand schwankt zwischen einigen hundert Ohm bei dünner, feuchter oder abgeschürfter Haut und einigen Millionen Ohm bei trockener

Haut. Für die Größe des Körper-Innenwiderstandes ist der Strom-Weg entscheidend, da die einzelnen Gewebstypen verschieden große Leitfähigkeiten haben. Im Mittel kann für den Strom-Pfad Hand–Hand ein Widerstand von 1.200 Ohm angenommen werden.

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

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

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

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

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



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

Im **Fehlerstrom-Schutzschalter** („FI-Schutzschalter“) wird die vorzeichenrichtige Summe der Ströme in Hin- und Rückleitung zum Verbraucher gemessen. Überschreitet dieser einen bestimmten Wert, trennt der FI-Schutzschalter 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 Summenbildung 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.

1.17 Laborgeräte





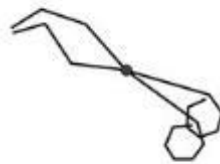


























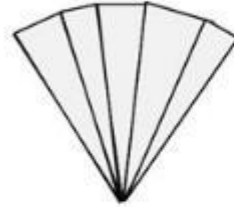
Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the forceps.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the Y-shaped object.



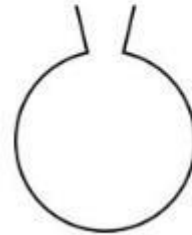
Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the test tube.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the fan-shaped object.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the container.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the round object.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the pipette.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the curved object.



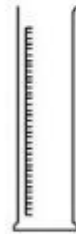
Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the pipette with a bulb.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the thermometer.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the graduated cylinder.



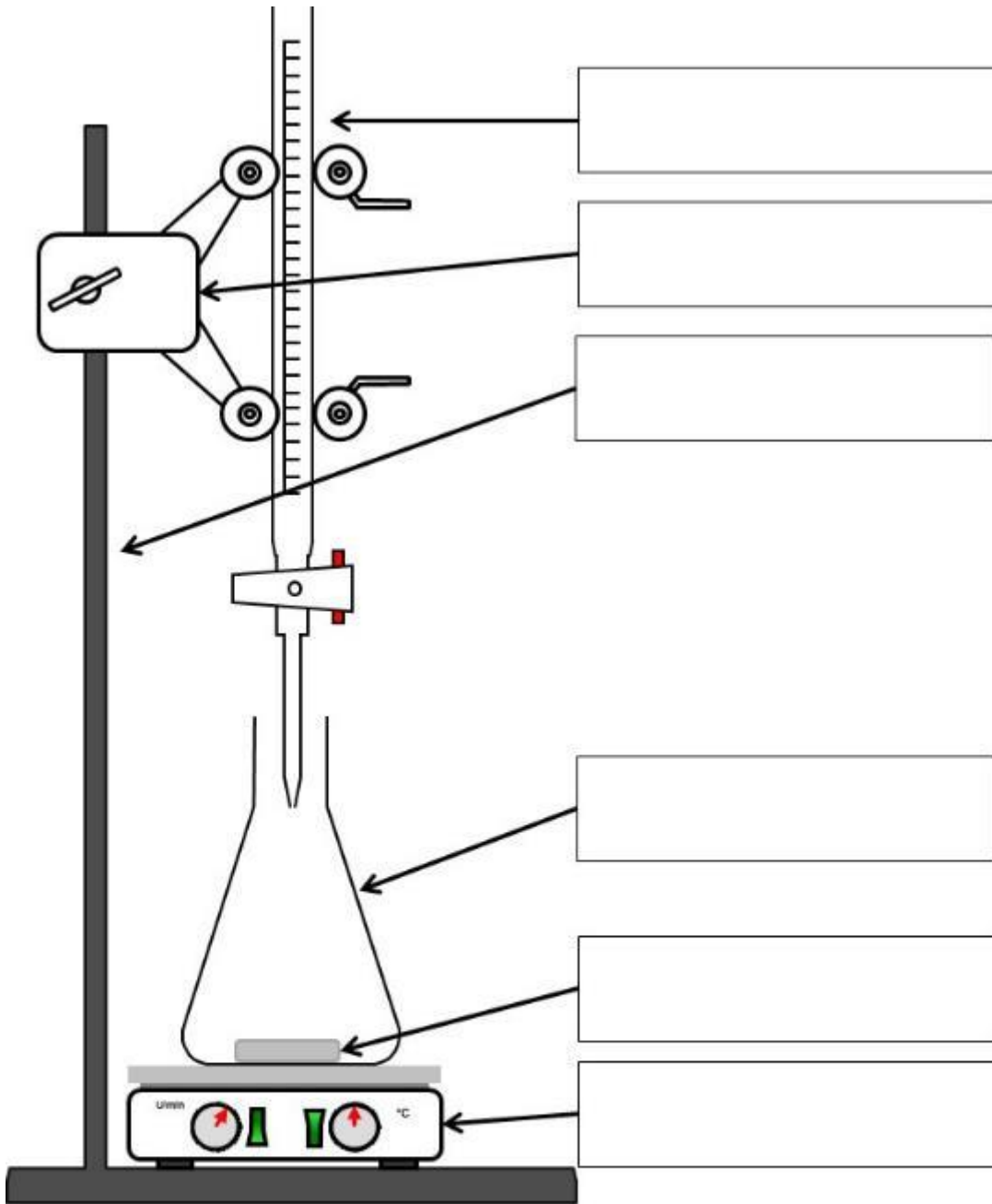
Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the ruler.

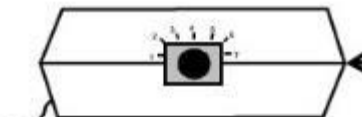


Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the flask.



Two horizontal rectangular boxes, one above the other, for labeling the pipette with a stopcock.





[Laborgeraete.pptx](#)

1.18 Kompetenzen

Einordnen von Kompetenzen in einen Anforderungsbereich

		Anforderungsbereich		
		I	II	III
K o m p e t e n z b e r e i c h	Fachwissen FW	Kenntnisse und Konzepte zielgerichtet wiedergeben	Kenntnisse und Konzepte auswählen und anwenden	komplexere Frage-Stellungen auf der Grundlage von Kenntnissen und Konzepten planmäßig und konstruktiv bearbeiten
	Erkenntnisgewinnung EG	bekannte Untersuchungsmethoden und Modelle beschreiben, Untersuchungen nach Anleitung durchführen	geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung überschaubarer Sach-Verhalte auswählen und anwenden	geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung komplexer Sach-Verhalte begründet auswählen und anpassen
	Kommunikation KO	bekannte Informationen in verschiedenen fachlich relevanten Darstellungsformen erfassen und wiedergeben	Informationen erfassen und in geeigneten Darstellungsformen situations- und adressatengerecht veranschaulichen	Informationen auswerten, reflektieren und für eigene Argumentationen nutzen
	Bewertung BE	vorgegebene Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes erkennen und wiedergeben	geeignete Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes auswählen und nutzen	Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven abwägen und Entscheidungsprozesse reflektieren

Quelle: [Beschluss der Kultusministerkonferenz 2004](#); 2.7.2020

2 Offenes Experimentieren, 25.04.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Experimente „erfinden“
2. Supermarkt-Produkte für chemische Experimente einsetzen

Fertigkeiten:

1. Umgang mit elektrischen Komponenten (LEGO Technik) 1
2. Manuelle Analyse

Inhalte:

1. Verbrennungsdreieck
2. Superabsorber
3. Strom und Spannung
4. Genauigkeit von Volumen-Messungen
5. „Inverses“ Experimentieren
6. Gefährdungsbeurteilung zu dem aus Kapitel 2 selbst geplanten Experiment erstellen

Erfolgskontrollen:

1. Formulieren Sie zum Thema Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge eine Aufgabe, nach der Lernende ein Experiment durchführen sollen.
2. Nennen Sie die genaueste Art, im Schul-Labor Flüssigkeitsvolumina zu messen.
3. Skizzieren Sie ein Verbrennungsdreieck und leiten Sie davon Feuerlösch-Methoden ab.
4. Nennen Sie drei Möglichkeiten, Strom von A nach B zu bringen.
5. Beurteilen und begründen Sie, was an der folgenden Aussage falsch ist:
„Ein Dynamo erzeugt Strom.“
6. Listen Sie Vor- und Nachteile eines „inversen“ Experiments.
7. Nennen Sie drei Kriterien, die eine Gefährdungsbeurteilung enthalten muss.

2.1 Mach das Feuer aus

Zeitbedarf: 30 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F, E: Brand-Bekämpfung, das Verbrennungsdreieck

E, B: Entwickeln eigener Experimente und Bewertung der Aussagekraft

Material:

- Holz

Chemikalien:

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



Gefahr

H225, H319

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

- **Heizöl**



Gefahr

H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411

P201, P210, P243, P261, P273, P280,

P301+P310, P302+P352, P303+P361+P353,

P362, P370+P378, P331, P501

Aufgabe: Entwickeln Sie auf der Grundlage von Bedingungen für das Verbrennen Feuerlösch-Methoden für einen Brand eines der oben genannten Stoffe.

Beschreiben Sie die Durchführung:

Zu erwartende Beobachtung:

Entsorgung:

Quelle:

Hintergrund:

Didaktische Hinweise: Verbrennungsdreieck; Bestandteil im Grundschul-Unterricht, verkannt im Gymnasium

WWW:

2.2 Halte den Baby-Po trocken

Zeitbedarf: 30 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F, E: Eigenschaften von Super-Absorbieren

E, B: Entwickeln eigener Experimente und Bewertung der Aussagekraft

Material:

- moderne Baby-Windel •
- Baumwoll-Tuch •
- •

Chemikalien:

- •
- •
- •

Aufgabe: Finden Sie heraus, wie eine Baby-Windel funktioniert.

Beschreiben Sie die Durchführung:

Zu erwartende Beobachtung:

Entsorgung:

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Hintergrund:

Didaktische Hinweise:

WWW:

2.3 Mach deine eigene Brause

Zeitbedarf: 30 Minuten

Kompetenz/Ziel: Manuelle Analyse, Verwendung von Supermarkt-Produkten

F, E: Analyse von Bestandteilen eines Nahrungsmittels

E, B: Entwickeln eigener Experimente und Bewertung der Aussagekraft

Material:

- ... •
- •
- •

Chemikalien:

- **Brause**-Pulver, Ahoi-Brause •
- •
- •

Aufgabe: Zeigen Sie mit Hilfe von Experimenten, wie Brause-Pulver zusammengesetzt ist.
Machen Sie einen Vorschlag für ein Rezept Ihrer Lieblingsbrause.

Beschreiben Sie die Durchführung:

Zu erwartende Beobachtung:

Entsorgung: oral.

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Hintergrund:

Didaktische Hinweise:

WWW: <https://www.ahoj-brause.de/historie.html>

2.4 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**

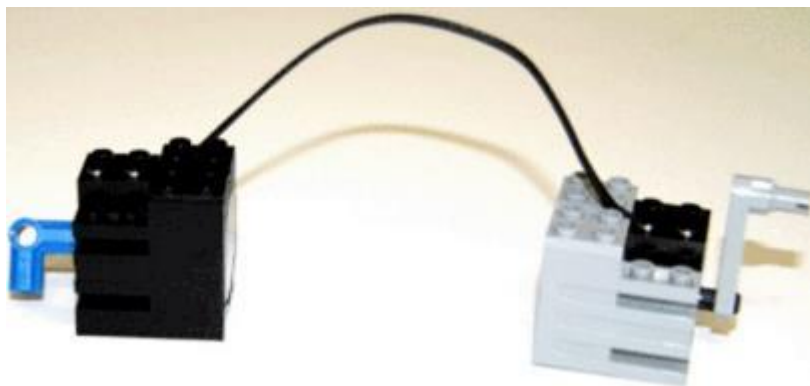
- 2 Motoren
- 2 Verbindungskabel
- 1 Achsenverbinder 90° (blau)
- 1 Kondensator
- 1 Solarmodul
- 1 Lämpchen
- Kleinteile

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>

2.5 Messen zu meinem Vorteil

Zeitbedarf: 30 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F, E, B: Genauigkeit von Mess-Methoden (für das Volumen)

E, B: Entwickeln eigener Experimente und Bewertung der Aussagekraft

Material:

- Becherglas, 150 mL, hoch
- Messzylinder, 100 mL
- Stativ, Büretten-Klemme
- Messkolben, 100 mL
- Vollpipette, 100 mL
- Bürette, 50 mL

Aufgabe: Entscheiden Sie, mit welcher Methode Sie eine Flüssigkeit abmessen würden, die Sie bezahlen müssen, um möglichst viel für Ihr Geld zu kriegen. Fordern Sie weitere benötigte Geräte an.

Beschreiben Sie die Durchführung:

Zu erwartende Beobachtung:

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Hintergrund:

Didaktische Hinweise:

2.6 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

3 Modell-Experimente und Modelle, 02.05.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Modell-Experimente einsetzen 2
2. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise schulen 6

Fertigkeiten:

1. Modell-Experimente selber entwickeln und kritisch bewerten

--

Inhalte:

1. Wertigkeit
2. Atom-Modell nach Kimball (Kugelwolken)
3. Das dynamische chemische Gleichgewicht
4. Energie-Profile
5. Gute und weniger gute Ordnungsprinzipien
6. Gedanken-Experimente zur Überprüfung

Erfolgskontrollen:

1. Begründen Sie, warum eine Formulierung wie „das GG verschiebt sich nach rechts“ zu Lernschwierigkeiten führen kann.
2. Begründen Sie, warum der „weiße aufsteigende Dampf“ bei siedendem Wasser kein Wasser-Dampf sein kann.

3.1 Einführung der Wertigkeit mit LEGO®-Steinen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E: Ableitung der Wertigkeit und ihre Rolle bei der Zusammensetzung von Verbindungen

B: Aussagekraft von Modellen

K: Modelle

Neugier: Als Erwachsener mit LEGO spielen dürfen

Material:

LEGO®-Steine, einreihig, der Längen

- 1 weiß; Wasserstoff
- 1 grün: Halogene
- 2 rot: Sauerstoff
- 2 gelb: Schwefel
- 3 blau: Stickstoff
- 4 schwarz: Kohlenstoff

Durchführung:

Regeln für die Anwendung:

- Ein Molekül besteht immer nur aus zwei Reihen Steinen
- Das Molekül ist fertig, wenn die beiden Reihen gleich lang sind

Aufgabe: Folgende Moleküle können durch Gruppen gebaut werden:

- NO
- CH₄, NH₃, OH₂, ClH
- CO₂, CCl₄
- N₂, O₂, Cl₂, H₂
- H₂CO, H₃C-COOH, H₃C-CH₃, H₂C=CH₂, HCCH

Entsorgung: Keine

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Didaktischer Hinweis: Dieses Modell sollte wirklich nur für die Wertigkeit eingesetzt werden, nicht etwa für Molekül-Bau oder sogar Struktur-Betrachtungen, da man sonst sehr schnell an die Modell-Grenzen stößt:

- Zwischen Atomen und Ionen kann nicht unterschieden werden.
- Formal würden Ionen-Verbindungen Moleküle ergeben. Daher werden keine Metalle zur Verfügung gestellt.
- Nicht ganzzahlige Bindungsordnungen sind nicht darstellbar (z. B. NO, Benzol)
- Das Molekül C₂ wäre möglich (Vierfach-Bindung)
- Die Abfolge der Atome im Molekül kann nicht erkannt werden. Es kommen auch falsche Ergebnisse zustande (H₂CO₃ mit O-O-Bindung)

Deshalb eignet sich das Modell gut für die Diskussion von Modell-Grenzen mit Lernenden

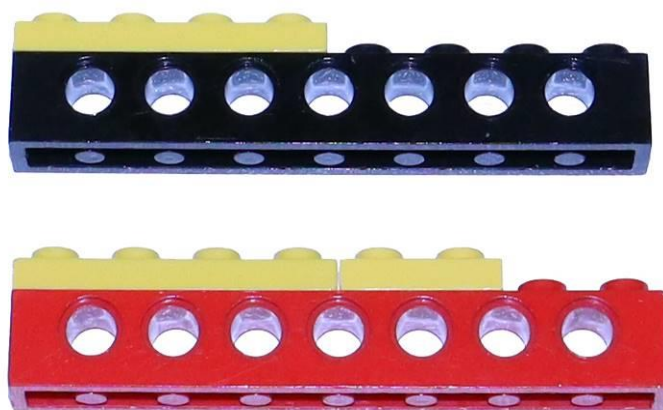
Diskussion: NO?

3.2 Erweitertes LEGO®-Modell für die Chemische Reaktion

Modelle sollen bestimmte Aspekte der Wirklichkeit zeigen. Vorsicht vor der Mehrzahl: je mehr Aspekte in ein Modell hineingepackt werden, desto schwieriger wird die Handhabung und desto verwirrender kann die Aussage sein. Beispiel:

Das LEGO®-Modell aus 3.1 ist ausschließlich für die Einführung der Wertigkeit und die Bildung von Molekülen bzw. Verhältnisformeln geeignet. Zwangsläufig finden sich chemische Aspekte, die nicht oder falsch dargestellt werden. So fehlt etwa die Bindung der Teilchen über Elektronen, was ja das Wesen der Chemie ausmacht.

Will man diesen Aspekt mit einbeziehen, sieht das Modell so aus:



Oben: Modell für das Kohlenstoff-Atom, Platz für 8 Elektronen, 4 der Plätze besetzt (gelbe Platten); unten: Modell für das O-Atom, besetzt mit 6 Elektronen.



Modell für das CO₂-Molekül. Man erkennt, dass sich zwischen den Atomen stets (Bindungs-)Elektronen befinden (je 2x2 Elektronen für die Doppelbindung) und dass je 2x2 Elektronen als 4 freie Elektronenpaare übrig sind.

Die Regeln für binäre Verbindungen lauten:

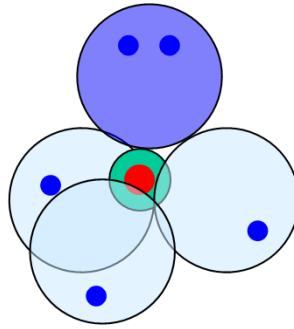
1. Es darf nur 2 Reihen von Lego®-Balken geben.
2. Dazwischen befinden sich stets gelbe Platten, die Bindungselektronen darstellen.

Um zu der Modell-Aussage zu gelangen, müssten z.B. die Elektronen von der Oberseite des O-Modells (Abb. oben) auf die Unterseite gesetzt werden (Abb. unten). Dafür gibt es keine sachliche Motivation. Die Handhabung des Modells wird so schwierig, dass der Lerngewinn komplett in Frage gestellt ist.

Solche Modelle sind für den Unterricht untauglich.

3.3 Atom-Modell nach Kimball (Kugelwolken)

Das Kimball-Modell ist auch zu diesem späten Ausbildungszeitpunkt i.d.R. noch nicht bekannt, deshalb wird eine kurze Einführung dazu gegeben (Tafelskizze).



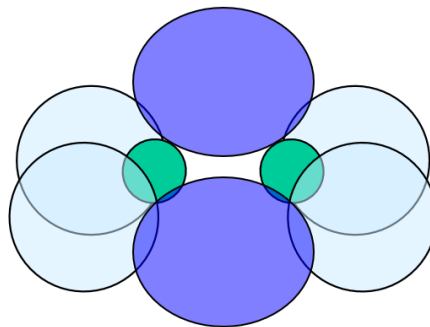
Legende:

Atomkern Atomrumpf

Kugelwolke halb besetzt

Kugelwolke voll besetzt

Modell des N-Atoms: im Atomrumpf ist der Atomkern und die Elektronen der K-Schale enthalten, verbleiben noch 5 Valenzelektronen in der L-Schale, die sich auf 1 voll besetztes und 3 einfach besetzte Aufenthaltsräume verteilen.



Mit dem Kimball- oder Kugelwolken-Modell lässt sich z.B. die C=C-Doppelbindung leicht und unkompliziert ohne das Phänomen der Hybridisierung darstellen.

Download: Die [PowerPoint-Präsentation](#) dazu.

3.4 O: Das Gummibären-System

Geschlossene Anleitung: 15.1

Das Periodensystem der Elemente folgt zwei Ordnungsprinzipien. Es ist für Lernende daher keine einfache Aufgabe, die Anordnung der Hauptgruppen-Elemente zu verstehen.

Ihre Aufgabe: Wählen Sie aus der Menge der vorliegenden Süßigkeiten geeignete Formen aus und ordnen Sie sie nach analogen Kriterien. Beschränken Sie sich auf die Hauptgruppen und die ersten 5 Perioden.

Material: Eine mehr als ausreichende Zahl von Fruchtgummis verschiedener Form, Farbe, Größe.

Entsorgung: Oral

Quelle: Schlicht, H. ChemKon 2010, Nr. 4. 189 – 191

3.5 Modell-Versuch zum chemischen Gleichgewicht D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: Modell für das chemische Gleichgewicht

K: Modelle

Neugier: Moderner „Apfelkrieg“

Material:

- 2 Messzylinder, 50 mL
- 2 Hände von Lernenden/Studierenden
- Glas-Rohr, L= 250 mm, d= 7 mm
- Glas-Rohr, L= 250 mm, d= 4 mm

Chemikalien:

- **Leitungswasser**
ggf. gefärbt mit:

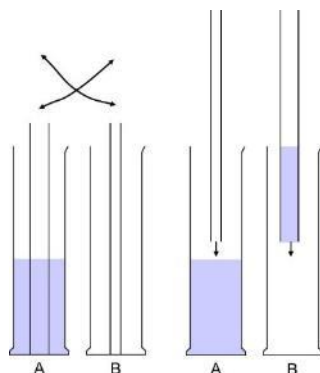
- **Methylenblau**
CAS-Nr.: 61-73-4



Achtung

H302
P301+P312+P330

Durchführung 1: Zylinder A wird bis zur 50 mL-Markierung mit Methylenblau gefärbtem Wasser befüllt.

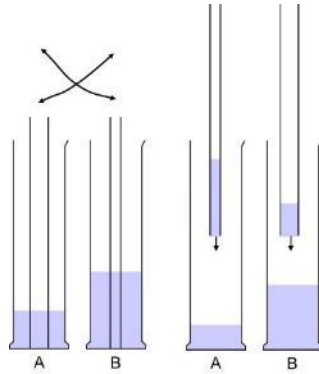


Dann startet die „chemische Reaktion“, indem jeweils abwechselnd mit Rohr A aus Zylinder A nach B und mit Rohr B von B nach A umgefüllt wird (Richtung immer beibehalten!). Hierfür das Glas-Rohr oben offen auf den Boden des Standzylinders stellen, dann mit einem Finger verschließen und in den zweiten Zylinder überführen. Beim Entfernen des Fingers, fließt die Flüssigkeit aus dem Rohr heraus.

Beobachtung 1: Der Flüssigkeitsstand in A nimmt ab, der in B zu.

Der Flüssigkeitsstand in Rohr A ist hoch, jedoch abnehmend, der in B niedrig, jedoch zunehmend.

Durchführung 2: Den „Flüssigkeits-Transport“ etwa 20-mal wiederholen, dabei die Flüssigkeitsstände in den Zylindern sowie den Rohren beobachten.



Beobachtung 2:

- Qualitativ: nach ca. 15-mal Wechseln bleibt der Flüssigkeitstand in beiden Zylindern (und in den Glas-Rohren) konstant
- Quantitativ: Tabelle der Flüssigkeitsstände in den Zylindern

Auswertung:

- Einfach: Berechnen oder bestimmen Sie die Flüssigkeitsvolumina in den beiden Glasrohren beim 21. Wechsel und notieren Sie:

$$V_A = \dots \text{ mL}$$

$$V_B = \dots \text{ mL}$$

- Umfangreich: Legen Sie eine Werte-Tabelle an und zeichnen Sie den Graphen.

Deutung:

- Die Flüssigkeitsmenge entspricht den Stoff-Mengen, bei $t = 0$: Stoffmenge A maximal (Edukte), Stoffmeng B= 0 (Produkte)
- Die Flüssigkeitsmenge (nicht nur die Füllhöhe) in den Glas-Rohren entspricht der Reaktionsgeschwindigkeit V_R .

Entsorgung: Ausguss

Quelle: Schulbücher

Diskussion: Diskutieren Sie:

- wie der Versuch ausgeht, wenn man die Rohre vertauscht,
- wie der Versuch ausgeht, wenn man gleiche Rohre verwendet, und
- wie die Rohr-Durchmesser gewählt werden müssten, um einen „quantitativen“ Umsatz darzustellen.

3.6 Das Chemische Gleichgewicht D!

3.6.1 Geschlossene Variante

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n,

Kompetenz/Ziel:

E: Beweis für Vorliegen eines chemischen Gleichgewichts; Prinzip für den kleinsten Zwang

Material:

- 4 Reagenzgläser, d= 18 mm
- 2 Stopfen
- Reagenzglas-Gestell
- 2 Pasteur-Pipetten, Hütchen

Chemikalien:

- VE-Wasser
- Ammoniumthiocyanat-Lösung
c= 0,6 mol/L
CAS-Nr.: 1762-95-4
EUH032
- Ammoniumthiocyanat-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 1762-95-4
EUH032
- Eisen(III)-chlorid-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7705-08-0



Achtung

H317, H319
P280, P302+P352, P305+P351+P338

Vorbereitung:

- Im Reagenzglas 1 werden je ca. 0,5 mL der Lösungen Eisen(III)-chlorid und Ammoniumthiocyanat (0,6 mol/L) gemischt und mit Wasser aufgefüllt. Den Inhalt auf alle 4 Reagenzgläser gleichmäßig verteilen. Reagenzglas 1 bleibt zum Farb-Vergleich in diesem Zustand.
- Reagenzgläser 2 – 4 werden mit Wasser aufgefüllt.
- Davon bleibt Reagenzglas 2 zum Farb-Vergleich erhalten.
- Mit den Reagenzgläser 3 – 4 verfährt man wie in „Durchführung“ beschrieben.

Durchführung 1: Zu Reagenzglas 3 gibt man ca. 1 mL Eisen(III)-chlorid-Lösung, schließt mit dem Stopfen, vermischt den Inhalt und beobachtet.

Beobachtung 1: Die anfänglich rotorange Färbung vertieft sich nach rot.

Durchführung 2: Zu Reagenzglas 4 gibt man ca. 1 mL Ammoniumthiocyanat-Lösung (c= 0,1 mol/L), schließt mit dem Stopfen, vermischt den Inhalt und beobachtet.

Beobachtung 2: Die anfänglich rotorange Färbung vertieft sich nach rot.

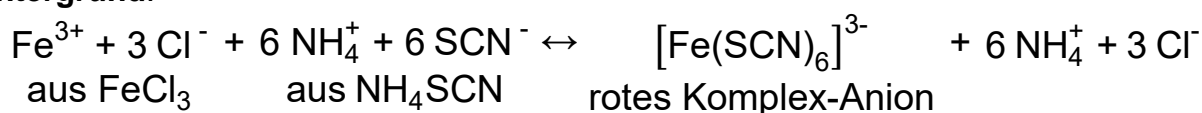
Deutung: Zugegebene Fe³⁺-Kationen treffen auf freie Thiocyanat-Anionen und können somit mehr von dem gefärbten Komplex bilden. Die Gegenprobe zeigt, dass zusätzlich Thiocyanat-Anionen offenbar auch auf freie Eisen(III)-Kationen treffen und auch mehr von dem gefärbten Komplex bilden können. Schluss-Folgerung: es muss ein Gleichgewicht vorliegen, in dem neben dem Produkt stets noch die Edukte vorhanden sind.

Entsorgung: Ausguss

Quelle: Schulbücher

Diskussion: Führt eine Zugabe von Ammonium-Kationen auch zur Farb-Vertiefung?

Hintergrund:



3.6.2 Geöffnete Variante, problemorientiert

Zeitbedarf: 10 Minuten,

Kompetenz/Ziel:

- E: Beweis für das Vorliegen eines chemischen Gleichgewichts. Prinzip vom kleinsten Zwang
B, K: Deutung unterschiedlicher Versuchsergebnisse bei scheinbar gleichen Voraussetzungen

Material:

- 4 Bechergläser, 400 mL, hoch
- Overhead-Projektor

Chemikalien:

- VE-Wasser
- Kaliumpermanganat-Lösung
c= 0,001 mol/L
CAS-Nr.: 7722-64-7
- Ammoniumthiocyanat-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 1762-95-4
EUH032
- Eisen(III)-chlorid-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7705-08-0



Achtung

H317, H319
P280, P302+P352, P305+P351+P338

Durchführung 1: In zwei Bechergläser gibt man je ca. 50 mL der Permanganat-Lösung und stellt sie auf den OHP. Das durchtretende Licht erscheint gleich hell (violett).

Nun wird zum einen Becherglas zweimal je 50 mL Wasser hinzugegeben und die Farb-Intensität beobachtet.

Beobachtung 1: Die Licht-Flecken bleiben trotz Verdünnung gleich hell. Begründen Sie.

Deutung 1: Die Konzentrationsabnahme der Lösung wird durch Zunahme der Schichtdicke, durch die das Licht fällt, ausgeglichen.

Durchführung 2: In das dritte Becherglas gibt man ca. 1 mL Eisen(III)-chlorid-Lösung, füllt mit Wasser auf ca. 100 mL auf und stellt es auf den OHP. Dazu gibt man 1 mL Thiocyanat-Lösung und beobachtet. Die gelbbraune Färbung vertieft sich nach rot. Siehe Hintergrund.

Durchführung 3: Man gibt die Hälfte der roten Lösung aus Becherglas 3 in das vierte Becherglas und stellt die beiden Bechergläser auf den OHP. Geben Sie zu einer der Lösungen zweimal je 50 mL Wasser und beobachten Sie die Farb-Intensität.

Beobachtung 3: Beide vom OHP projizierten Licht-Flecke erscheinen zunächst gleich hell, bei Verdünnung wird aber der eine immer heller.

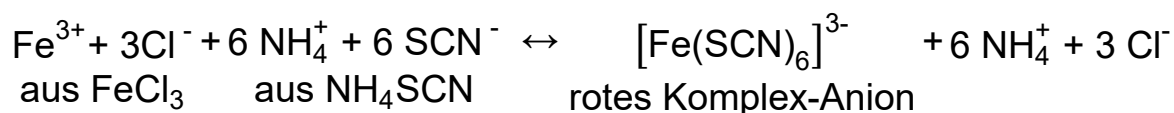
Problem: Erklären Sie das unterschiedliche Verhalten der Permanganat- und der Eisenthio-cyanato-Komplex-Lösung beim Verdünnen.

Deutung: [Notiere im Labor-Buch](#)

Entsorgung: Ausguss

Quelle: Schulbücher

Hintergrund:



3.7 Große Teilchen, kleine Teilchen, überhaupt Teilchen?

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Osmose: Diffusion durch eine Membran




E, B: Ermittlung der Teilchen-Größe durch Diffusion

Neugier: unsichtbare Löcher „schlucken“ Materie

Material:

- 3 Reagenzgläser, d= 30 mm mit Bördel-Rand
- 3 Spatel
- je 3: Stativ, Muffe, Klammer
- Petrischale, d= 100 mm
- Schere
- 3 Bechergläser 250 mL, hohe Form
- Cellophan-Folie (Einmach-Folie)
- 3 enge Gummi-Ringe

Chemikalien:

- **VE-Wasser**
- **Stärke-Lösung**
w= 1%
- **Kaliumpermanganat (s)**
CAS-Nr.: 7722-64-7
 Gefahr
H272, H302, H314, H410
P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501
- **Lugol'sche Lösung**
(Iod-Kaliumiodid-Lösung)
 Achtung
H373
P260, P314
- **Brillantgrün (s)**
CAS-Nr.: 633-03-4, C.I. 42010
 Achtung
H302, H319
P305+P351+P338

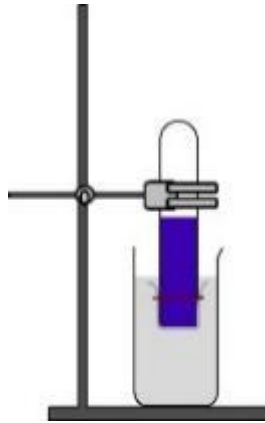
Durchführung: Zwei Reagenzgläser werden je ca. zur Hälfte mit Wasser gefüllt und darin so viele Spatelspitzen Kaliumpermanganat bzw. Brillantgrün gelöst, bis man durch die Lösung nicht mehr hindurchschauen kann.

In das dritte Reagenzglas wird ca. zur Hälfte Stärke-Lösung eingefüllt und mit 10 Tropfen Lugol'sche Lösung angefärbt.

Die Cellophan-Folie in die mit Wasser gefüllte Petrischale tauchen und diese mit dem Gummi-Ring so befestigt, dass die Folie die Reagenzgläser völlig verschließt.

Durch Umdrehen die Dichtigkeit prüfen.

Die Reagenzgläser werden umgekehrt in je ein Becherglas mit Leitungswasser an einem Stativ befestigt, eingehängt.



Beobachtung: Nach einigen Minuten färbt sich das Wasser im Becherglas mit der Kaliumpermanganat-Lösung, dann das mit der Brillantgrün-Lösung.

Aus dem Reagenzglas mit Iod-Stärke tritt kein Farbstoff in das Becherglas über die Membran aus.

Aufgabe: In der Geschichte der Chemie war eine der bedeutendsten Fragen, ob Materie kontinuierlich oder diskontinuierlich (aus Teichen) aufgebaut sei.

Überlegen Sie, inwieweit dieses Experiment darauf eine Antwort liefert.

Deutung: Die Cellophan-Membran ist semipermeabel.

Die Permanganat-Ionen haben den kleinsten Radius und diffundieren daher recht schnell durch die Poren der Cellophan-Membran, schneller als die größeren Brillantgrün-Moleküle. Die Iod-Stärke-Komplex-Moleküle sind so groß, dass sie nicht durch die Membran diffundieren können.

Entsorgung: Ausguss (nur sehr geringe Mengen an Chemikalien)

Diskussion: Verwendung von Cellophan als „Molekül-Sieb“, z. B. durch Pasteur, der damit Enzyme und Coenzyme trennen konnte

3.8 O: Der Taschenwärmer

Geschlossene Anleitung: 15.2

Taschenwärmer sind ein beliebtes Mittel gegen kalte Hände im Winter.

Erst wenn das Metall-Plättchen im Taschenwärmer geknickt wird, kristallisiert enthaltenes Natriumacetat aus einer übersättigten Lösung unter Abgabe von Wärme.

Dieser Prozess ist durch Kochen in Wasser in wenigen Minuten umkehrbar, wobei wieder eine übersättigte Lösung (metastabiler Zustand) entsteht.



Abb. 7: Taschenwärmer (Foto: IQ 6, <https://www.abiweb.de/physikalische-chemie/chemische-thermodynamik/anwendungsbeispiele-zum-verstaendis-der-thermodynamik/der-taschenwaermer.html>)

Ihre Aufgabe: Entwickeln Sie ein Modell-Experiment, das die Energie-Beteiligung bei beiden Schritten der Funktionsweise eines Taschenwärmers (Wärme-Abgabe, Kochen) demonstriert.

Benennen Sie an Ihrem Modell wichtige thermodynamische Größen.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- 2 Erlenmeyerkolben, 200 mL, eng
- passende Glas-Verbindungen
- 2 Stopfen, mit 2 Bohrungen

3.9 Kontinuum oder Teilchenkonzept?

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E, B: Wie kommt man drauf, Materie würde aus kleinsten Teilchen bestehen?

Neugier: Modelle verwendende Wissenschaftler lösen eine jahrhundertalte philosophische Kontroverse mühelos auf.

Material:

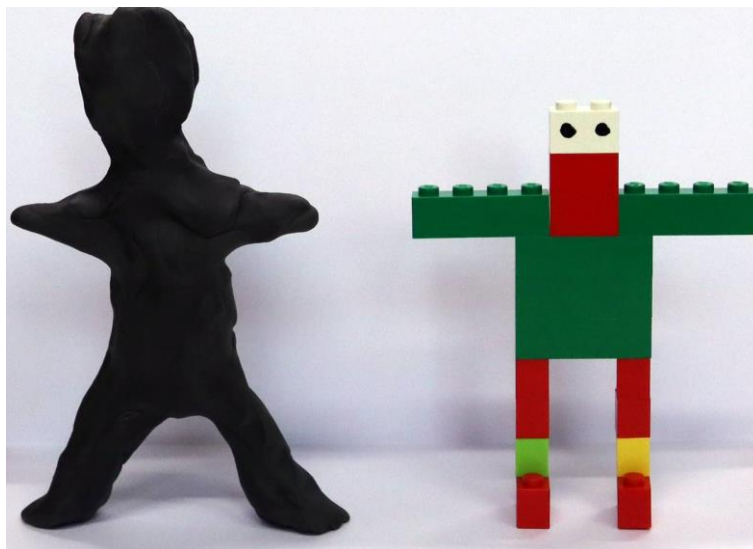
- Auswahl von LEGO®-Steinen (Modell zum Teilchenkonzept)
- Knetmasse

Chemikalien:

- **Kristall** (s) Kupfersulfat oder Alaun

Durchführung 1: Zwei Studierende kriegen den Auftrag, gegeneinander anzutreten und je ein Männchen auf Zeit zu bauen: einer aus Knetmasse, einer aus LEGO®-Steinen.

Ergebnis 1: In der Regel gewinnt der Knetmassenbauer den Zeitwettbewerb. Das Ergebnis könnte so aussehen:



Durchführung 2: Die Kursleitung „zerstört“ beide Männchen und erteilt den neuen Auftrag: die beiden Studierenden sollen dasselbe Männchen erneut und auf Zeit bauen.

Ergebnis 2: Der Knetmassenbauer hat keine Chance, genau dasselbe Männchen wieder zu bauen, es wird immer etwas anders aussehen.

Deutung: Knetmasse repräsentiert die Kontinuum-Vorstellung, LEGO®-Steine die Teilchen-Vorstellung vom Bau der Materie. Nur das LEGO®-Männchen verhält sich wie der Kristall als Repräsentant der Wirklichkeit: egal wie oft er aufgelöst wird, er wird immer in demselben Habitus neu kristallisieren wie vorher. Dies dürfte bei einem kontinuierlichen Aufbau der Materie ein sehr seltenes Ereignis sein.

Entsorgung: Knetmasse und LEGO®-Steine aufräumen und wiederverwenden.

3.10 Das Sieden D!

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

Neugier: Singen und Tanzen – musikalisches Wasser.

Material:

- Erlenmeyerkolben, 250 mL, eng
- Thermometer $T < 110^{\circ}\text{C}$
- 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 CO_2) – denkbar und hier nicht falsifizierbar.
- Wasserstoff/Sauerstoff (aus H_2O) – 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 N_2 , O_2 und CO_2 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 $1 - 2^{\circ}\text{C}$.

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?
1. Warum verwendet man Milch-Töpfe?
2. Warum lässt sich Feuer durch Wasser löschen?
3. Warum glauben wir, dass eine Kerze durch das Brennen verschwindet?
4. Warum werden heiße Speisen durch Blasen kälter?

Diese Fragen sind z. T. erst nach weiteren Experimenten (etwa Destillation) ab der Mittelstufe erklärbar.

WWW: Der historische [Vorlagentext](#)

4 Stoff-Gemisch und Reinstoff, 09.05.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Unterscheidung von Kristall-Habitus und Kristall-Struktur
2. Beurteilen der Qualität eines Filtrates
3. Unterscheidung von Gemisch und Reinstoff
4. Unterscheidung von physikalischem Vorgang und chemischer Reaktion
5. Experimente aussuchen und durchführen mit Lernenden ohne exp. Erfahrung
6. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise 1

Fertigkeiten:

1. Herstellen einer gesättigten Lösung
2. Sedimentieren
3. Dekantieren
4. Einsetzen der Dichte zur Trennung von Stoff-Gemischen
5. Durchführen einer Destillation im kleinen Maßstab
6. Experimentiertechnik „Microscale“ 1
7. Durchführung der Rundfilter-Methode der Papier-Chromatographie
8. Sublimation als Trenn-Methode
9. Darstellung von flüssigem Sauerstoff

Inhalte:

1. Englischsprachige Formulierung von grundlegenden Geräten und Begriffen
2. Fehlvorstellungen (im WWW) zum Zustandekommen eines Kristall-Habitus und der Kristall-Farbe 1
3. Heterogenes Gemisch
4. Modell-Versuch 1
5. Fehlvorstellung (bei Lehrenden und Lernenden), zwischen Feststoff- und Flüssigkeitsteilchen gäbe es (größere) Zwischenräume 2
6. Volumen-Kontraktion und -Dilatation
7. Destillation
8. Papier-Chromatographie
9. Der feste und der gasförmige Aggregat-Zustand von Iod
10. Kennzeichen der chemischen Reaktion

Erfolgskontrollen:

1. Vergleichen Sie die „Destillation im kleinen Maßstab“ mit einer Destillation im Labor-Maßstab (mit Destillationsbrücke, Liebig-Kühler usw.). Beurteilen Sie, inwieweit sich durch die Vereinfachung Lern-Schwierigkeiten ergeben könnten.
2. Diskutieren Sie den Unterschied zwischen einem blauen Stoff-Gemisch und einer blauen Verbindung.
3. Interpretieren Sie folgende Erscheinungen bei der Kondensation von flüssigem Sauerstoff aus der Luft:
 - Von der Metall-Dose sinkt weißer Nebel nach unten.
 - Die Dosenwand bedeckt sich nach wenigen Minuten mit einem weißen Belag.
4. Diskutieren Sie, unter welchen Bedingungen Lernende im Unterricht Stoffe probieren dürfen.
5. Begründen Sie, inwieweit die Experimente zu Volumen-Kontraktion und -Dilatation verwendet werden können, um naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise zu schulen.

4.1 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: Schlamm-Probe zur Unterscheidung verschiedener Boden-Typen.

Voraussagen bezüglich des Ergebnisses?

4.2 Züchten von Kristallen D!

4.2.1 Deutsch

Zeitbedarf: 15 Minuten + verteilte Pflegezeiten

Kompetenz/Ziel:

E: Entstehung regelmäßiger Formen in der Natur

Neugier: Wieso wächst ein Kristall nicht in alle Richtungen?

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
- viiiiiel Geduld!

Chemikalien:

- **Kaliumaluminiumsulfat**
CAS-Nr.: 7784-24-9
 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
L= 110 g/L
- **Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat**
CAS-Nr.: 7758-99-8
 $\text{CuSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
L= 317 g/L

- **Kaliumchromsulfat**
CAS.: 7788-99-0
 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
L= 250 g/L



Achtung

H315, H319

P302+P352, P305+P351+P338



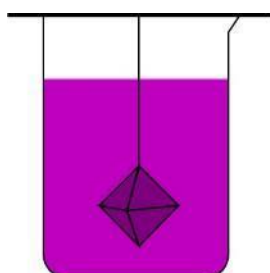
Achtung

H302, H315, H318, H410

P273, P302+352, P305+351+338

Durchführung:

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



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

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

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

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

Entsorgung: Nicht benötigte Lösungen eindampfen lassen und Salze wiederverwenden.

Quelle: Allgemeingut

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

Didaktischer Hinweis:

Gut kristallisieren noch: die beiden Blutlaugen-Salze (langsam; rote Säulen mit Spitzen an den Enden bzw. gelbe viereckige Plättchen), Ammoniumaluminiumsulfat $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (farblose Oktaeder, „Deo-Kristall“), Natriumdihydrogenphosphat $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (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

4.2.2 Growing of crystals

Need of Time: 15 minutes + growing time

Goals: E: formation of periodic structures in nature; K: Englischspr. Versuchsanleitung

Material:

- beaker, 600 mL
- 2 beakers, 150 mL
- hot plate stirrer
- stirring bar
- spatula with spoon
- seed crystals or petri dish
- wooden rods (pencils)
- thread (polyester or very thin fishing line)
- tweezers
- (sandpaper)
- Very much patience!!!
- superglue
- (Zapone varnish, paint brush)

Chemicals:

- potassium aluminum sulfate
CAS-Nr.: 7784-24-9
 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
L= 110 g/L
- potassium chromium sulfate
CAS-Nr.: 7788-99-0
 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
L= 250 g/L
- copper (II) sulfate pentahydrate
CAS-Nr.: 7758-99-8
 $\text{CuSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
L= 317 g/L



Warning

H302, H315, H318, H410
P273, P302+352, P305+351+338

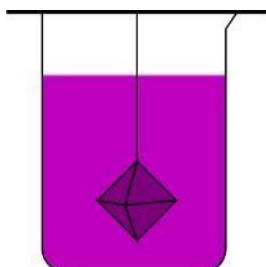


Warning

H315, H319
P302+P352, P305+P351+P338

Procedure:

Producing the saturated solutions: Fill into the beaker 600 mL, 500 mL of dist. water. While heating to 105°F try to dissolve as much of the substance as possible. Let the solution cool down. It will be saturated no sooner as you can see a solid precipitate at the bottom at room temperature. If not so, leave it for evaporation for about one week. Decant the saturated solution in a new beaker or bottle.



How to get seed crystals: Fill approx. 10 mL of your solution into the petri dish. Leave it for evaporation without lid. After a few days: select one of the crystals (the most beautiful one) from the bottom and use it as a seed crystal.

Growth: Attach the seed crystals to the thread (try superglue); bind the other end to the wooden rod and fix it about 2 cm above the bottom of the beaker (remember: you expect the crystal to grow large). Hook the crystal in the saturated solution. Place it at a quiet but not too warm location (bad: flue, windowsill; good: in a cupboard, or covered on a cupboard).

Important: If it's necessary to re-add solution, you must make sure that the solution really is saturated (look for solid precipitate at the bottom). Otherwise the nice crystal could disappear (dissolve again). What a misery!

Protection: Some conditions (e.g. very young students, corrosion) could make it necessary to cover the crystal with varnish. Here Zapon varnish is needed. It is soluble in acetone.

Observation: After 4 to 6 (10) weeks you will get crystals with an edge length of 2-3 cm.

Disposal: Evaporate solutions not needed any more. Reuse salt.

Source: Common

Discussion: Phantom crystals. Chimera. Refreshing of the solutions. Reason why big crystals grow in a solution, while small ones vanish simultaneously.

Notes:

Fast crystallization:

- both prussiates of potassium (slow growth; red columns with peaks at the edges respectively yellow square pads)
- $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (colorless octahedrons, deodorant crystal)
- $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (colorless octahedrons)

Slow, tricky crystallization in aqueous solution under normal conditions:

- common salt
- sucrose

Options:

- Sand a crystal at one ridge or drill a hole in one face. Hook the crystal in the solution again. It is surprising what happens!
- First, let grow a crystal of chromium alum, and then hook it in a solution of aluminum alum. This way you get a chimera. Groups of students may try different concentrations (from 1:10 Cr:Al to 1:20, 1:50, 1:200); the results will be different shades of Bordeaux color.
- After adding 1% KOH or NaOH, alums will form a cubic habitus, common salt with urea or glycine will form an octahedral habitus. The reason for this phenomenon is not well understood yet.

WWW:

- http://www.chemieunterricht.de/dc2/kristalle/dc2kt_32.htm; 02.07.2020
- <https://sciencenotes.org/how-to-make-rock-candy-or-sugar-crystals/> ; 02.07.2020

4.2.3 Bewertungsaufgabe

Aufgabe: Entscheiden Sie, ob folgendes Experiment didaktisch sinnvoll ist.

Sugar Crystals or Rock Candy

- Stir 3 cups of sugar into 1 cup of boiling water. Keep stirring until as much sugar has dissolved as possible. You can add food coloring to the solution if you like.
- Pour the solution into the container you have selected for growing the crystal. Avoid getting any undissolved sugar in this container, since the sugar will provide a growing surface for the crystals, causing them to grow on your container.
- Suspend a wooden skewer or rough string into the solution.
- Allow the solution to sit undisturbed.



Rock candy is good enough to eat!
(Andreas Praefcke)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rock_Candy.jpg

4.3 O: Wohin der Inhalt der Gelben Tonne geht

Geschlossene Anleitung: 15.3

Die Trennung von Kunststoff-Abfällen ist eine wichtige Voraussetzung für deren Wiederverwendung. Die Firma Pla.to Technology bietet daher moderne Recycling-Trennanlagen für Kunststoff-Granulate an. Der Hintergrund: Polyethylen (PE), Polystyrol (PS) und Polyvinylchlorid (PVC) unterscheiden sich in ihrer Dichte und können in Wasser getrennt werden.

Eine Möglichkeit der Trennung besteht darin, die Dichte von Wasser zu verändern.



Abb. 1: Anlage zur Dichte-Trennung

(Foto: IQ <https://www.plato-technology.de/system/trennen-dichtentrennung/>)

Aufgabe: Entwerfen Sie eine Modell-Anlage zur Trennung eines Kunststoff-Gemisches aus PE, PS und PVC.

Schätzen Sie dabei die Dichte der Materialien so genau wie möglich ab.

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- | | |
|--|--------------------------|
| • Messzylinder, 500 mL | je 1 Streifen |
| • Dichte-Spindel (Aräometer)
0,7000-2,000 g/cm ³ | • Polyethylen (PE) |
| | • Polystyrol (PS) |
| | • Polyvinylchlorid (PVC) |

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

- | | |
|---|---|
| • Natriumchlorid
Kochsalz
CAS-Nr.: 7647-14-5 | • Spülmittel
(Hinweis: Verringert die Oberflächen-
Spannung des Wassers) |
|---|---|

4.4 Trennungen an Brause-Pulver D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

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

E: Möglichkeiten der Stoff-Trennung

B: Fertigung eines konsumierbaren Alltagsproduktes

Neugier: Entwickeln einer Rezeptur für eigene Brausepulvermischungen

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 (NaHCO_3), bei den bunten Kristallen handelt es sich um mit Farbstoff überzogene Säure.

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

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

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

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

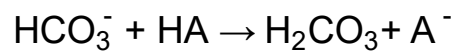
Beobachtung 3: Der Überstand schmeckt sehr sauer, der Rückstand süß.

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

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

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

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



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

Die Aroma-Stoffe werden von Maltodextrin-Körnchen adsorbiert.

4.5 Destillation im kleinen Maßstab D!

Zeitbedarf: ca. 15 - 20 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F = Trennung zweier mischbarer Flüssigkeiten

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

K = Entwickeln einer funktionsfähigen Apparatur, ggf. Verbesserungsmaßnahmen

B = Bewertung des Reaktionsproduktes und der Funktionsweise der Apparatur

Neugier: Eine Destillationsapparatur für die Hosentasche.

Material:

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

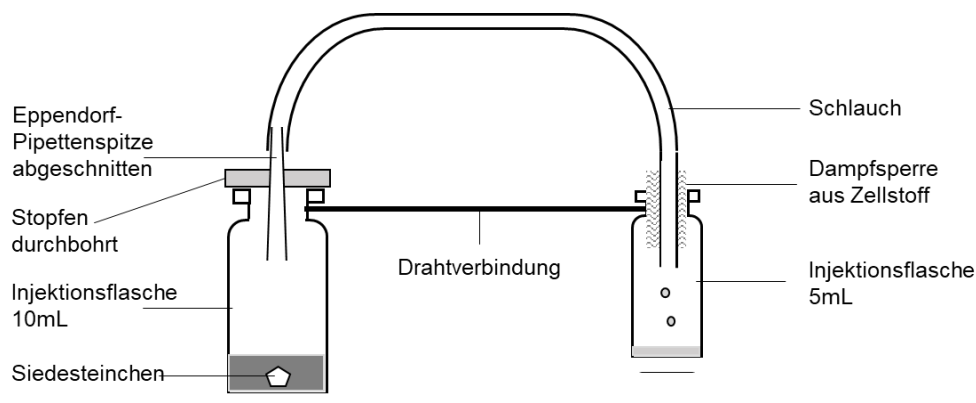
Chemikalien:

- Rotwein

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

Durchführung 1:

Skizze eines möglichen Versuchsaufbaus:



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

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

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

Siedesteinchen verwenden, um Siedeverzug zu vermeiden.

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

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

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

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

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

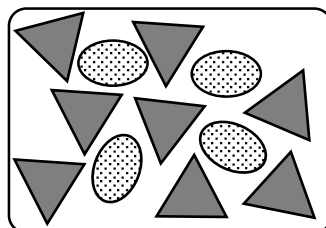
Erkläre das Trenn-Verfahren der Destillation anhand des folgenden Teilchen-Modells für das Stoff-Gemisch Rotwein:



Ethanol-Teilchen



Wasser-Teilchen



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

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

Entsorgung: Ausguss

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

4.6 Mischung und Reaktion D!

Zeitbedarf: 30 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Rundfilter-Methode der Papier-Chromatographie

E: Unterscheidung von Mischen und Reagieren.

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

Material:

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

Chemikalien:

- **Kaliumhexacyanoferrat(II)**-Lösung

c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 13943-58-3

- **Essigsäure**

w= 5%
CAS-Nr.: 64-19-7

- **Eisen(III)-chlorid**-Lösung

c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7705-08-0



Achtung
H317, H319
P280, P302+P352, P305+P351+P338

- **Brillantgrün (s)**

CAS-Nr.: 633-03-4, C.I. 42010



Achtung
H302, H319
P305+P351+P338

- **Ethanol (Spiritus)**

CAS-Nr.: 64-17-5



Gefahr
H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

- **Kristallviolett (s)**

CAS-Nr.: 548-62-9



Gefahr
H351, H302, H318, H410
P280, P305+P351+P338, P308+P313

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

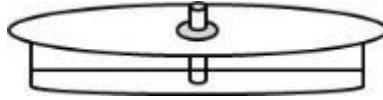
Jeweils sehr wenig Substanz verwenden (ca. 1 mg!).

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

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

Petrischale zur Hälfte mit Laufmittel (Essigsäure) füllen.

Durchführung:



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

1. schwarzer Foliestift
7. Brillantgrün-Lösung
8. Kristallviolett-Lösung
9. Gemisch aus grüner und violetter Farbstoff-Lösung
(mischen auf dem Uhrglas bis diese blau erscheint)
10. Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung
11. Eisen(III)-chlorid-Lösung
12. 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

4.7 Trennen durch Sublimation D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

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

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

Neugier: Verdampfende „Steine“.

Material:

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

Chemikalien:

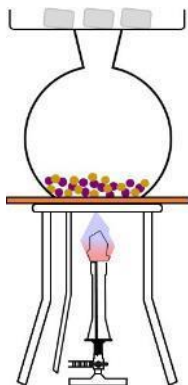
- **Iod/Sand-Gemenge**
CAS-Nr.: 7553-56-2 (Iod)
- **Eis-Würfel**



Gefahr

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

Durchführung:



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

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

Deutung: Iod schmilzt nicht, sondern sublimiert.

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

Quelle: Schul-Bücher bzw. Allgemeingut

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

Einsatz der Sublimation zum Trennen von Stoffen.

4.8 Demo: Stoffart- und Zustandsänderung D!

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

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

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

Material:

- Tiegelzange
- 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.

4.9 Flüssiger Sauerstoff aus Luft D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Luft ist ein Gas-Gemisch; Sauerstoff siedet höher als Stickstoff

Neugier: Flüssigen Sauerstoff muss man nicht kaufen.

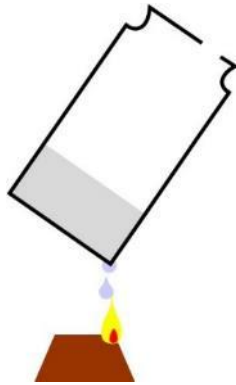
Material:

- Brenner, Feuerzeug
- Tiegelzange
- Stativ, Muffe, Stativklemme
- Kork-Stopfen, d= 30 mm
- Getränke-Dose, leer
- Kälteschutz-Handschuh
- Dewar-Gefäß

Chemikalien:

- Stickstoff (flüssig) ca. 500 mL

Durchführung:



Die Getränke-Dose wird im Abstand von ca. 10 cm vom Boden schräg ins Stativ eingespannt, dann zu ca. 1/3 mit flüssigem Stickstoff befüllt.

Der Kork-Stopfen wird, gehalten mit der Tiegelzange, an der schmalen Seite über dem Brenner zum Glimmen gebracht, dann unter die Kante der Getränke-Dose gestellt.

Beobachtung: An der tiefsten Stelle der Dosen-Kante bilden sich Flüssigkeitstropfen. Wenn sie auf eine glimmende Stelle des Korkens fallen, entstehen kurzzeitig Flammen bzw. die Stelle glüht auf.

Deutung: Bei der Flüssigkeit handelt es sich um Sauerstoff. Der flüssige Stickstoff in der Dose ist so kalt, dass an der Gefäß-Wand Sauerstoff aus der Luft kondensieren kann. Er tropft herunter und lässt den glimmenden Kork aufflammen.

Entsorgung: Kork mit Wasser löschen. Der Stopfen kann wiederverwendet werden.

Quelle: unbekannt

Diskussion: Diskutieren Sie, wie man den weißen Feststoff an der kalten Dose identifizieren kann. Hinweis: Zwei Verbindungen kommen in Frage.

4.10 Demo: Mischen von Flüssigkeiten (Modell-Vorst.)

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, demo

Kompetenz/Ziel:

E: Teilchen-Modell: Mischen von Flüssigkeiten

B: Modell-Vorstellungen kritisch betrachten

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

Material:

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

Chemikalien:

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



Gefahr

H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

- **Propanon** (Aceton)
CAS-Nr.: 67-64-1



Gefahr

H225, H319; H336, EUH066
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

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



Gefahr

H225, H304, H361f, H373, H315, H336, H411
P201, P240, P273, P301+P310, P331, P302+P352, P403, P235

- **VE-Wasser**

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

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

Beobachtung 1:

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

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

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

Beobachtung 2:

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

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

Entsorgung: **E10**, **B3**

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

Diskussion: Die Grenzen Modell-Vorstellungen zur Erklärung von Versuchsergebnissen

4.11 Beispiele einfacher Experimente für den Einstieg in die Chemie in der ersten UE des Jahres (**wird nicht durchgeführt**)

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.

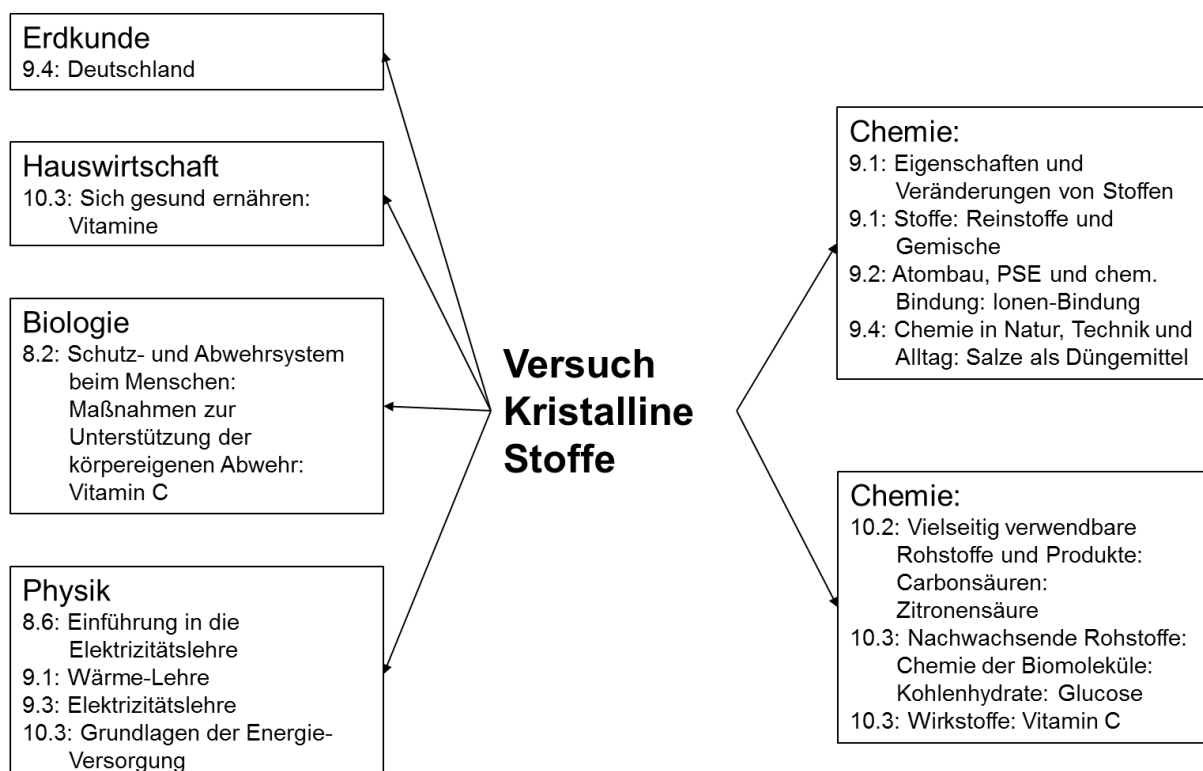
Diese Unterrichtseinheit dient dazu, Lernenden in der ersten Chemie-Stunde (bayrische Realschule, genauso gut aber auch Gymnasium) in die Arbeitsweise der Chemie als Wissenschaft einzuführen. Verfügbar sind 4 Themen-Bereiche:

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.

4.11.1 Kristalline Stoffe

Querbezüge: Versuch zur Charakterisierung von Kristallinen Stoffen (LP RS 1999)



4.11.2 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

Neugier: Weißes Pulver ist nicht gleich weißes Pulver.

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.

5 Stoff-Eigenschaften, 16.05.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Einsetzen von Methoden-Bausteinen
2. Abweichung der Siede-Temperatur vom Normwert erklären
3. Fehler in einem Stromkreis-Aufbau identifizieren und beheben
4. Eine LED als Leuchtmittel einsetzen (Polung!)
5. Nutzen einer Zellkultur-Platte (Biologie) als Tüpfel-Platte (Chemie)
6. Lernende in Sachen Experimentierkästen auf dem Markt beraten

Fertigkeiten:

1. Einführung der Dichte als zweidimensionale Größe
2. Fehler-Abschätzung bei Mess-Methoden (Dichte)
3. Bestimmung der Dichte bei Flüssigkeiten mit dem Aräometer
4. Ermittlung der Siede-Temperatur (K_p)
5. Einen funktionierenden Stromkreis (nach Symbol-Skizze) aufbauen 1
6. Ein Labor-Netzgerät sicher benutzen (Bauform 1) 1
7. Einfache Leitfähigkeitsprüfung durchführen
8. Erklären von Alltagsphänomenen (Weißwurst erhitzen) 1

Inhalte:

1. Das Format Methoden-Baustein
2. Dichte als zweidimensionale Größe
3. Siedepunkt-Erhöhung
4. Oxide als isolierende Schichten
5. Elektrische Leitfähigkeit als Kenn-Eigenschaft von Metallen
6. „Träges Wissen“ im Studium der Chemie
7. Der flüssige Aggregat-Zustand von Iod
8. Der Luft-Druck

Erfolgskontrollen:

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

5.1 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?

Das Experiment



Zwei Gründe, warum Cola light „light“ ist



5.2 Bestimmung der Dichte unregelmäßiger Körper D!

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)
- Aluminium-Stück
- Kupfer-Stück
- Marmor-Stück

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

Beobachtung:

Die Masse des Stückes beträgt:

$$m = \dots \text{ g}$$

Der Flüssigkeitsspiegel steigt um

$$V = \dots \text{ mL} = \text{cm}^3$$

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

Auswertung:

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

Erfahrungswerte früherer Durchführungen:

- $\rho(\text{Al}) = 3,3 \text{ g/cm}^3$
- $\rho(\text{Cu}) = 8,9 \text{ g/cm}^3$
(Lit.: $8,94 \text{ g/cm}^3$)
- $\rho(\text{Mg}) = 1,8 \text{ g/cm}^3$
(Lit.: $1,74 \text{ g/cm}^3$)
- $\rho(\text{Marmor}) = 2,6 \text{ g/cm}^3$
(Lit.: $2,6\text{-}2,8 \text{ g/cm}^3$)

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).

5.3 Bestimmung der Dichte regelmäßiger Körper

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

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

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

Material:

- Waage

Chemikalien:

- **Kupfer**, Würfel 1 cm³
- **Aluminium**, Würfel 1 cm³
- **Messing**, 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 (Erfahrung)	Dichte (Lit.) δ
Kupfer		8,8 g	8,9 g/cm ³
Kunststoff		1,12 g	0,9-0,96 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:

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

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.

5.4 Bestimmung der Dichte von Cola und Cola light

Zeitbedarf: 25 Minuten, Lernende

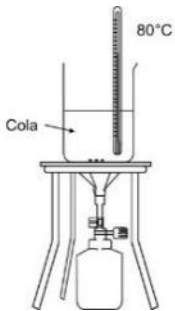
Kompetenz/Ziel:

F: Ermittlung der Dichte von Lösungen

E: Experimentelle Unterscheidung verschiedener Getränkesorten.

Neugier: ???.

Vorbereitung:



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

Material:

- Brenner, Feuerzeug
- Dreibein, Drahtnetz
- Stativ, Muffe, Klemme
- Becherglas, 250 mL
- Messzylinder, 100 mL
- Waage
- Thermometer, -10°C/150°C
- Dichte-Spindel, Aräometer, 1,000-2,000 g/cm³
- Standzylinder, V= 500 mL

Chemikalien:

- Coca-Cola
- Coca-Cola light
- VE-Wasser

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

Durchführung 2: (über m und V)

Der Messzylinder 100 mL wird leer genau abgewogen:

$$m_{Mz} = \dots \text{ g}$$

Der Messzylinder wird mit Cola genau abgewogen:

$$m_{Mcc} = \dots \text{ g}$$

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

$$m_{Mz} = \dots \text{ g}$$

$$m_{Mcl} = \dots \text{ g}$$

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: $\rho(\text{Wasser})$ bei 20°C : $0,9982 \text{ g/cm}^3$

Zusammensetzung Cola:

- $w(\text{H}_2\text{O}) = 88\%$
- $w(\text{Zucker}) = 10,6\%$
- $w(\text{Zitronensäure}) = 0,3\%$
- $w(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,06\%$
- $w(\text{Coffein}) = 0,02\%$
- $w(\text{Aromen}) = 0,018\%$

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

5.5 Elektrische Leitfähigkeit

Zeitbedarf: 10 Minuten. Lernende

Kompetenz/Ziel:

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

E: „Träges Wissen“: Erkennen isolierender Schichten.

Neugier: Gibt es Kupfer und Aluminium, das nicht leitet?

Vorbereitung: ggf. mit Skizze zum Experimental-Aufbau

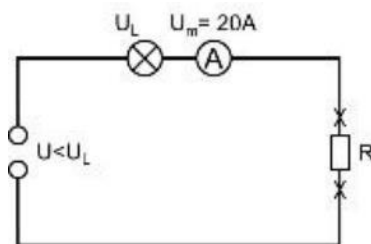
Material:

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

Chemikalien:

- Natriumchlorid-Lösung (aus Versuch Siedepunkt)
- Kupfer-Draht
- Aluminium-Stück
- Eisen-Nagel (verrostet)
- 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 besonderer 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

5.6 O: Wie heiß kann Wasser werden?

Geschlossene Anleitung: 15.4

Wie lange Sie auf Ihr hartgekochtes Frühstücksei warten, hängt davon ab, ob Sie sich in Bayreuth, auf der Zugspitze oder im Himalaya befinden (im Himalaya warten Sie länger).

Ihr Dozent für physikalische Chemie rät Ihnen daher, als zeitsparende Gegenmaßnahme bei Ihrer nächsten Bergtour den Salz-Gehalt im Kochtopf zu verändern.

Ihre Aufgabe: Diskutieren Sie zunächst, weshalb Sie in den Bergen beim Kochen länger warten müssen.

Überprüfen Sie anschließend die Aussage Ihres Dozenten, indem Sie den Einfluss von Kochsalz auf den Siedepunkt von Wasser untersuchen.

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Thermometer
- Barometer
- Siedesteinchen
- Becherglas

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

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

5.7 Eigenschaften von Ionen-Verbindungen (Salzen)

Zeitbedarf: ca. 10 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F = Leitfähigkeit von Salz-Lösungen

E = Leitfähigkeit als physikalische Stoff-Eigenschaft

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

Material:

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

Chemikalien:

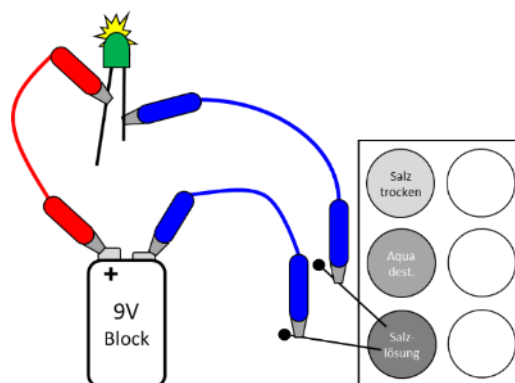
- **Natriumchlorid**
Kochsalz
CAS-Nr.: 7647-14-5

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

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

In eine dritte Vertiefung nur VE-Wasser geben.

Den Stromkreis entsprechend der Skizze aufbauen:



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

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

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

Beobachtung 1:

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

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

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

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

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

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

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

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

Entsorgung: Ausguss

Quelle: Seminarmaterial von Waltraud Habelitz-Tkotz.

5.8 Iod-Schmelze

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

E: Der Aggregat-Zustand hängt von der Temperatur und dem Druck ab.

Neugier: Etwas sehen, was es unter Normal-Bedingungen nicht gibt.

Vorbereitung: Die Ampulle wurde aus schwerschmelzbarem Glas geformt, das Iod beim Zuschmelzen in flüssigem Stickstoff gekühlt. Je nach Größe der Ampulle und Dauer des Schmelz-Vorgangs kann auch mit Eis-Wasser, Eis-Wasser mit Kochsalz oder Trockeneis gekühlt werden.

Material:

- **Magnetrührer, heizbar**
- **Tiegelzange**

Chemikalien:

- 5 g Iod in einer verschlossenen Glas-Ampulle
CAS-Nr.: 7553-56-2



Achtung

H312+H332, H315, H319, H335, H372, H400
P273, P302+P352, P305+P351+P338, P314

Durchführung: Das Iod in der Glas-Ampulle mit Hilfe der Tiegelzange auf der Heizplatte erhitzen, bis die Kristalle schmelzen.



Beobachtung: Zunächst bildet sich violetter Dampf. Anschließend schmilzt das Iod-Pulver, wie man beim Kippen der Ampulle gut sehen kann.



Auswertung: Im festen Iod halten die I_2 -Moleküle durch schwache Van-der-Waals-Kräfte zusammen. Es besitzt daher einen hohen Dampf-Druck (41 Pa bei 298 K). Wird es über seine Schmelz-Temperatur von 112,9°C erhitzt und steigt der Druck im Gefäß über den Dampf-Druck der Kristalle, schmelzen diese.

Im offenen Gefäß ist das bei sehr schnellem Erhitzen auf 112,9°C möglich, im geschlossenen Gefäß aber kann der Iod-Dampf nicht entweichen und der nötige Druck wird in jedem Fall erreicht.

Entsorgung: Die Ampulle kann wiederverwendet werden

Quelle: Journal of Chemical Education, Jahrgang 2005, Heft 2, Seite 241, verändert

Didaktischer Hinweis: Der Versuch ist auch mit einem schwerschmelzbaren Reagenzglas mit Gummi-Stopfen möglich. Allerdings sollte der mit Iod kontaminierte Stopfen anschließend nicht mehr verwendet werden.

Auch können die Iod-Reste meist kaum aus dem Reagenzglas entfernt werden und müssen deshalb zur Entsorgung mit Natriumthiosulfat-Lösung behandelt und anschließend mit Natriumhydrogencarbonat neutralisiert werden.

5.9 Ein „Kaputtmach-Versuch“ D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrender, 1

Kompetenz/Ziel:

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

Neugier: Kaputt machen macht an sich Spaß 😊.

Material:

- Brenner, Feuerzeug
- 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.

5.10 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 Interessanztheit 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

5.11 Es geht um die Wurst

Zeitbedarf: 25 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Osmose: Diffusion durch eine Membran

E: Osmotischer Druck durch Konzentrations-Ausgleich

Neugier: Die Wurst wird am Ende verzehrt 😊.

Material:

- **2x Topf, d= 170 mm**
- **Draht-Gestell**
- **Frischhalte-Folie**
- **Becherglas, 400 mL**
(zum Abmessen)
- Schere
- All-Chem-Misst II, mit 2 Temperatur-Fühler
- Gummi-Ringe, passend für Topf
- Stoppuhr
- 2x Magnetrührer, heizbar

Chemikalien:

- **2 Weißwürste**
- **Leitungswasser**

Aufgabe: Vorhersage, welche Anordnung die Wurst schneller heiß und knackig werden lässt.

Durchführung: Beide Magnetrührer auf ca. 150°C vorheizen.

In Topf 1 ca. 700 mL Wasser zum Kochen bringen (10 – 15 Minuten).

In Topf 2 ca. 150 mL Wasser geben, das Metall-Gestell hineinstellen, Wurst darauflegen, so dass sie nicht im Wasser liegt und mit Frischhalte-Folie (nicht zu fest spannen) abdecken, mit Gummi-Ring fixieren. Ggf. kleines Loch einschneiden.

Wenn das Wasser in Topf 1 kocht, Topf 2 auf den zweiten Magnetrührer stellen, warten bis hier das Wasser kocht (4 Minuten).

Jetzt erst Magnetrührer 1 ausschalten und Wurst ins Wasser geben. Temperatur-Fühler so einstecken, dass die Spitze in der Mitte der Wurst misst.

Beobachtung: Die Wurst aus dem Dampf erreicht früher die Gar-Temperatur von $T = 60^\circ\text{C}$.

Deutung: Durch die semipermeable Wurst-Haut diffundiert entsprechend dem Konzentrationsgradienten Wasser ins Innere, das durch seinen osmotischen Druck die Wurst knackig werden (und bei unsachgemäßer Handhabung platzen) lässt und gleichzeitig Wärme ins Wurst-Innere transportiert.

Dampf diffundiert wegen der höheren Teilchen-Beweglichkeit schneller als flüssiges Wasser.

Entsorgung: Bio-Dynamisch durch den Kurs-Leiter. Die Kurs-Teilnehmer geben ihren Senf dazu, außerdem eine Laugen-Brezel und 500 mL Weißbier.

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Diskussion: Größen-Ordnung des osmotischen Drucks (Pflanzen sprengen Asphalt oder Beton). Grund für schrumpelige Haut beim Baden, Auswirkung von Bade-Salz auf diesen Vorgang.

6 Chemische Bindung, 23.05.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Einfache Arbeitsanweisungen in englischer Sprache geben
2. Strom messen
3. Einfluss der Molekül-Struktur auf die Lösemittel-Eigenschaften demonstrieren
4. Einfache elektronische Schaltung nach Plan bauen

Fertigkeiten:

1. Kristalle züchten
2. Herstellen einer gesättigten Lösung
3. Stromkreis aufbauen 2
4. Labor-Netzgerät sicher benutzen (Bauform 3) 3
5. Nachweis von Wasser
6. Lötten

Inhalte:

1. Zusammenhang zwischen Habitus und Elementar-Zelle
2. Grundlage für die Elektrophorese
3. Leiter 1. und 2. Ordnung
4. Eutektisches Gemisch
5. Leitfähigkeit von Metallen, Abhängigkeit von der Temperatur
6. Eigenschaften von Kristall-Wasser

Erfolgskontrollen:

1. Begründen Sie, von welchen beiden Faktoren die angelegte Spannung bei der Leitfähigkeitsprüfung abhängt.
2. Begründen Sie, warum bei der Leitfähigkeitsprüfung Wechselspannung eingesetzt werden muss.
3. Begründen Sie aus den Molekül-Strukturen von Wasser, Ethanol und Diethylether deren Polarität.

6.1 Züchten von Kristallen D!

6.1.1 Deutsch

Siehe 4.2.1

6.1.2 Growing of crystals

Siehe 4.2.2

6.2 Nachweis des Ammonium-Kations

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:


E: qualitative Analyse

Neugier: Anwendung einer Vorschrift aus der AC auf Alltagsprodukte

Material:

- 2 Uhrgläser, d= 80 mm
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- pH-Indikator-Papier

Chemikalien:

- **Natriumhydroxid**
CAS-Nr.: 1310-73-2
 Gefahr
H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338,
P308+P310
- **VE-Wasser**
- **Aminosäure**, z. B.
Glycin
CAS-Nr.: 56-40-6

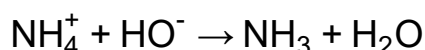
Durchführung: Von der zu testenden Substanz wird eine Spatelspitze in ein Uhrglas gegeben und anschließend mit ca. 1 mL VE-Wasser benetzt.

Auf dem anderen Uhrglas wird pH-Papier mit VE-Wasser benetzt und auf diese Weise befestigt.

Anschließend eine Spatelspitze Natriumhydroxid auf das Wasser und die zu testende Substanz geben (dies wäre bei Lernenden < Jgst. 10 der Lehrende) und das Uhrglas mit dem Indikator-Papier umgedreht daraufsetzen.

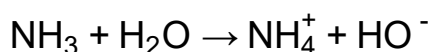
Beobachtung: Befindet sich in der zu testenden Substanz Ammonium, färbt sich das Indikator-Papier blau.

Deutung: Das Hydroxid-Anion deprotoniert als stärkere Base das Ammonium-Kation in der zu testenden Substanz:



Das dabei entstehende Ammoniak-Gas kann sich nicht vollständig in Wasser lösen und steigt auf.

Dabei reagiert es mit dem Wasser, das das Indikator-Papier benetzt:



Die Hydroxid-Anionen färben das Indikator-Papier nach blau um.

Entsorgung: **Ausguss**, **E1**, Indikator-Papier in den Hausmüll, **E3**

Quelle: Allgemeingut

Didaktischer Hinweis: Nachweis der Amino-Gruppe in Aminosäuren: in Porzellanschale erhitzen.

6.3 Aluminium-Salze in Deodorants

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Aluminium-Nachweis

E: Aluminiumhydroxid als Beispiel für ein amphoterer Salz

B: Aluminium-Salze als Antitranspirant

Neugier: Mittlerweile historisch, oder doch nicht? Diskussion.

Material:

- Magnetrührer, heizbar
- 2 Bechergläser, 25 mL
- Pulver-Spatel
- 3 Rollrand-Gläser, 40 mL, mit Schnappdeckel

Chemikalien:

- VE-Wasser
- Deodorant-Spray mit Aluminiumchlorid
- Natriumcarbonat
CAS-Nr.: 497-19-8



Gefahr



Achtung

H319

P260, P305+P351+P338

- Rohrreiniger mit Natriumhydroxid



Gefahr

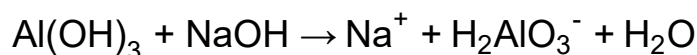
Durchführung: Deodorant in ein Becherglas sprühen, bis der Boden vollständig bedeckt ist, dazu ca. 10 mL Wasser geben. Den Inhalt auf drei Rollrand-Gläser gleichmäßig verteilen.

In zwei Gläser jeweils eine Spatelspitze Natriumcarbonat geben. Den Inhalt des einen Rollrand-Glases in das andere Becherglas geben, dazu eine Spatelspitze Rohrreiniger und auf lauwarm erwärmen.



Beobachtung: Zu Beginn ist die Deo-Lösung etwas trüb. Nach Zugabe von Natriumcarbonat entsteht eine gallertartige Masse, die durch Drehen des geeigneten Rollrand-Glases gut an dessen Wänden sichtbar gemacht werden kann. Nach Zugabe des Rohrreinigers löst sich die Masse.

Deutung: Durch die basische Wirkung von Natriumcarbonat fällt Aluminiumhydroxid aus, reagiert aber mit starken Basen (Natriumhydroxid des Rohrreinigers) und bildet Natriumaluminat.



Das ionische Produkt ist wieder vollständig löslich.

Entsorgung: **Ausguss, E1**

Quelle: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie, 2004, Heft 8, S. 33

Didaktischer Hinweis: mittlerweile historisch, da es keine / wieder(?) Al-haltigen Produkte mehr auf dem Markt gibt. <https://www.apotheken-umschau.de/gesund-bleiben/koerperpflege/wie-gefaehrlich-ist-aluminium-in-deos-716181.html>

6.4 Leitfähigkeit von Metallen

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Temperatur-Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit.

E: Zusammenhang Metall-Struktur und -Eigenschaften.

Neugier: Ist warmes Wetter gut für die Energieversorgung?

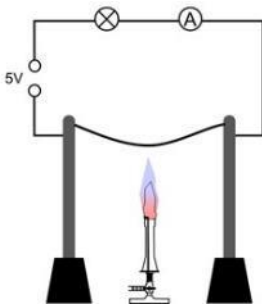
Material:

- Brenner, Feuerzeug
- Labor-Netzgerät
- 3-4 Kabel, rot + blau
- Multimeter (Amperemeter)
- Halogen-Lämpchen, U= 12 V, P= 20-50 W
- 2 Isolatoren
- Weiteres Lämpchen mit anderem Widerstand

Chemikalien:

- Eisen-Draht (bei der verwendeten Lampe: so abschneiden, dass er insgesamt einen Widerstand von $R = 0,8 \text{ Ohm}$ hat; eine ungeeignete Länge auch beilegen).

Durchführung:



Ein Stromkreis wird nach Skizze aufgebaut, der bereitgestellte Draht wird in die Halter eingespannt. Dann schaltet man das Netzgerät ein und stellt die Spannung so ein, dass der Glüh-Draht des Lämpchens gerade glimmt. Dann wird mit dem Brenner der Eisen-Draht erhitzt und das Glüh-Lämpchen bzw. der Zeiger des Instrumentes beobachtet.

Beobachtung: Der Strom wird bei Erhitzen geringer, das Lämpchen leuchtet schwächer

Deutung: Die thermische Bewegung der Atom-Rümpfe behindert den Elektronen-Fluss – der Widerstand des Leiters wird größer

Entsorgung: -

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Diskussion: Begründen Sie, warum dieser Versuch nicht mit einem beliebigen Lämpchen funktioniert. Das Lämpchen leuchtet, wenn der Widerstand des Drahtes dem des Lämpchens entspricht. Dicke und Länge des Drahtes haben Einfluss auf dessen Widerstand.

6.5 Ionen-Wanderung D!

Zeitbedarf: 30 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:




E: Abhängigkeit der Ionen-Wanderung von der Ionen-Ladung, Elektrophorese als Trenn-Methode für geladene Teilchen.

Neugier: Rote Ionen gehen zur roten Klemme, blaue zur blauen. Können die sehen?

Material:

- 2 Stative, Muffen, Klammern
- Becherglas, 25 mL
- 2 Krokodil-Klemmen, rot + blau
- 2 Kabel, blau + rot
- Labor-Netzgerät
- Pinzette
- Schere
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Multimeter
- Silberblech-Streifen
- Baumwoll-Faden
- DC-Folie, Alox

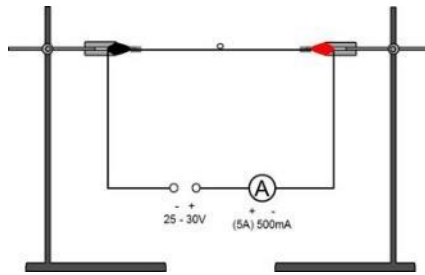
Chemikalien:

- **Kaliumnitrat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7757-79-1
- **Kaliumpermanganat** (s)
CAS-Nr.: 7722-64-7
 Gefahr
H272, H302, H314, H410
P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501
- **Kupfer(II)-sulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7758-98-7
 Achtung
H318, H411
P273, P280, P305+P351+P338
- **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

Aufbau: Zwei Silber-Bleche ca. 4,5 * 2 cm werden der Länge nach gefaltet und über die Schmal-Seiten der DC-Folie (4 * 6 cm) geschoben.

Mit der Kaliumnitrat-Lösung trinkt man die Folie (warum?) und verstreicht die Lösung mit der Pipetten-Längsseite gleichmäßig. Zu viel Lösung wird mit einem Filterpapier abgesaugt. Je einen Bananen-Stecker der beiden Kabel klemmt man mit den Stativ-Klammern am isolierten Ende fest.

Dann schließt man die Silber-Bleche mit Hilfe zweier Krokodil-Klemmen über die Bananen-Stecker an die Gleichspannungsbuchsen des Netzgerätes an. Zeigt das Ampere-meter (bei eingeschaltetem Netzgerät, U= 30 V) einen Strom von $I > 20$ mA an, so ist der Stromkreis in Ordnung.

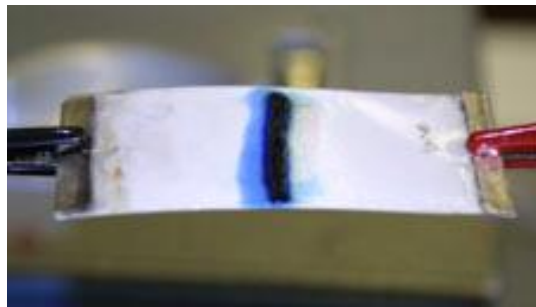


Durchführung:

In einer Petrischale werden 5 - 10 Kaliumpermanganat-Kristalle in ca. 3 mL Kupfersulfat-Lösung aufgelöst.

Abzug: Geben Sie so viele Tropfen Ammoniak-Lösung dazu, bis sich der entstehende Niederschlag von Kupferhydroxid wieder auflöst und tränken Sie mit dem entstandenen Lösungsgemisch einen dicken Baumwoll-Faden, der höchstens so lang sein darf wie die DC-Folie breit ist. Danach legen Sie ihn mit Hilfe einer Pinzette in der Mitte quer über die DC-Folie und schalten das Netzgerät ein. Maximal Spannung (25 – 30 V) einstellen. Sollte während des Betriebes der Strom unter 50 mA sinken, Folie mit Kaliumnitrat-Lösung vorsichtig nachfeuchten.

Beobachtung: „rote“ Ionen wandern zur Anode, „blaue“ zur Kathode



Deutung 1: Die Ionen in der roten Lösung wandern zur roten Klemme, weil sie farblich dazu passen, die Ionen der blauen Lösung zur blauen Klemme 😊

Deutung 2: Die „roten“ MnO_4^- -Anionen werden von der Anode, die „blauen“ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ -Kationen werden von der Kathode angezogen.

Die entsprechenden Gegen-Ionen (K^+ und SO_4^{2-}) sind farblos und treten deshalb optisch nicht in Erscheinung.

Entsorgung: E8, B1

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

Diskussion: Vergleich der Geschwindigkeit der Ionen-Wanderung und der Leitfähigkeit von Lösungen mit Leitern 1. Klasse. Kann auch Wechsel-Spannung verwendet werden?

WWW:

- <https://www.chemie.schule/k10/k10ab/ionenwanderung.htm>
Variante mit U-Rohr; mit Arbeitsblatt. 03.07.2020
- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/ionwan2v.htm>
sehr einfache Variante nur mit Permanganat. 03.07.2020

6.6 Leitfähigkeit von Salz-Schmelzen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: Ionen-Beweglichkeit in Feststoff und Schmelze, Salz-Schmelzen als Leiter 2. Ordnung

Neugier: Was, außer Metallen, kann den elektrischen Strom noch leiten?

Material:

- Reagenzglas, d=30 mm
- Stativ, Muffe, Klammer
- Brenner, Feuerzeug
- Multimeter (Ampere-Meter)
- Labor-Netzgerät
- Glüh-Lämpchen, 6 V
- 2 Kabel, rot + blau
- 2 Edelstahl-Elektroden (oder Kohle)

Chemikalien:

Gemisch 1:1 aus

- **Kaliumnitrat**
CAS-Nr.: 7757-79-1



Achtung

H272

P210, P221

- **Natriumnitrat**
CAS-Nr.: 7631-99-4



Achtung

H272, H319

P220, P305+P351+P338



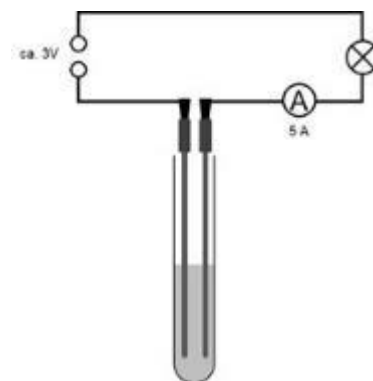
Durchführung:

Das Reagenzglas wird ca. 4 cm hoch mit dem Nitrat-Gemisch gefüllt und schräg ins Stativ gespannt. In das Gemisch ragen zwei lange Edelstahl-Elektroden, die mit den Wechselspannungspolen des Netzgerätes verbunden sind.

Stromkreis nach Skizze aufbauen. Das Glüh-Lämpchen dient als Sicherheitswiderstand, falls Sie mit den Elektroden Kurzschlüsse produzieren.

Am Netzgerät Spannung des Lämpchens auf 5 V einstellen.

Jetzt mit dem Brenner kräftig erwärmen und Glüh-Lampe bzw. Zeiger-Ausschlag des Amperemeters beobachten.



Beobachtung: Festes Salz (s) leitet nicht, die Salz-Schmelze (l) schon

Deutung: In Schmelzen sind die Ionen beweglich und leiten den Strom

Entsorgung: Schmelze erkalten lassen und wiederverwenden. Nach 2 – 5 Anwendungen wird das Reagenzglas springen, dann **E3**

Quelle: Allgemeingut

Diskussion: Erläutern Sie den Begriff „eutektisches Gemisch“

Hintergrund: Eine Mischung von Natriumnitrat und Kaliumnitrat zeigt in einem breiten Bereich eutektische Eigenschaften:

$$F_p(\text{NaNO}_3) = 308^\circ\text{C}$$

$$F_p(\text{KNO}_3) = 339^\circ\text{C}$$

$$F_p(\text{Gem.}) = 236^\circ\text{C!}$$

Eigenbau: Elektroden können auch selbst gebaut werden:

Zwei starke Stahl-, besser Edelstahl-Drähte werden mit dem einen Ende in eine zwei-polige Lüsterklemme geschraubt. Über einen der Drähte schiebt man ein Glas-Röhrchen so, dass der Draht unten ca. 2 cm herausragt.

Am oberen Ende umwickelt man Glas-Rohr und den anderen Draht mit Isolierband. Auf der anderen Seite der Lüsterklemme kann ein isolierter Draht mit Bananen-Stecker angeschraubt werden oder die Elektroden-Drähte werden so weit durchgeschoben, dass man sie mit Krokodil-Klemmen fassen kann. In diesem Fall dient die Lüsterklemme (evtl. zwei Anschlüsse länger als benötigt) als Aufsatz für das Reagenzglas.

6.7 Nachweis der Polarität von Lösemitteln D!

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel

F: Polare Bindung, Dipole, Löse-Eigenschaften

E: Erkennen polarer Stoffe, Zusammenhang Struktur-Eigenschaft

Neugier: Zauberstab einsetzen und Wasser dirigieren

Material:

- 4 Stative, Büretten-Halter
- Becherglas, 1000 mL, weit
- Kunststoff-Stab
- 4 Büretten
- Trichter, d= 45 mm

Chemikalien:

- **VE-Wasser**
- **Diethylether** („Ether“)
CAS-Nr.: 60-29-7



Gefahr

H224, H302, H336
EUH019, EUH066
P210, P240, P403+P235

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



Gefahr

H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

- **Tetrachlormethan**
CAS-Nr.: 56-23-5



Gefahr

H317, H351, H372, H412, H420,
H301+H311+H331
P261, P273, P280, P502, P403+233,
P301+310+330

Durchführung:

Büretten mit je einer der Flüssigkeiten (evtl. Tetrachlormethan, Lehrende!) 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 am stärksten, Tetrachlormethan gar nicht abgelenkt

Deutung: Unterschiedliche Dipol-Stärke der Substanzen

Didaktischer Hinweis: Die Lagerung und die Verwendung von Tetrachlormethan ist an Schulen mittlerweile verboten. Die Verwendung von Heptan als unpolaren Stoff kann in Erwägung gezogen werden, um das Phänomen zu zeigen, jedoch ist die Erklärung des unpolaren Charakters dieser Moleküle nicht so offensichtlich wie bei Tetrachlormethan. Letztes könnte als Gedanken-Experiment an das Real-Experiment angeschlossen und die Beobachtung begründet vorausgesagt werden.

Entsorgung: Wiederverwenden oder Tetrachlormethan und Spiritus: **E10, B3**

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

Diskussion: Tetrachlormethan mit polaren Bindungen, aber als Molekül unpolar. Ether?

6.8 O: Elektrische Leitfähigkeit des Roten Mains

Geschlossene Anleitung: 15.5

Ein Indikator für die Wasser-Qualität der Fließgewässer ist die elektrische Leitfähigkeit. Diese wird nicht nur durch geologische Prozesse beeinflusst, sondern auch durch den Eintrag von Schadstoffen. So konnte beispielsweise in einem Tierökologie-Praktikum am Roten Main (2020) vor der Stadt Bayreuth eine Leitfähigkeit von $444 \mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen werden, in der Stadt lag der Wert schon bei $554 \mu\text{S}/\text{cm}$, was ein möglicher Hinweis auf dortige anthropogene Einträge sein könnte.



Abb. 3: Roter Main vor Bayreuth
(Foto: Felix Schreiner)

Ihre Aufgabe: Testen Sie anhand eines Experimentes, ob folgende Substanzen zu einer Erhöhung der Leitfähigkeit des Roten Mains beigetragen haben könnten:

- Harnstoff (aus Gülle-Eintrag)
- Kaliumnitrat (aus NPK-Dünger)
- Natriumhydrogencarbonat (aus Verwitterungsprozessen)
- Glucose (als Verunreinigung des Proben-Gefäßes aus dem Labor-Alltag)

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Glüh-Lämpchen, 6 V
(Hinweis: maximale Spannung, falls ein Labor-Netzgerät verwendet wird)
- Multimeter

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

- **Harnstoff**
CAS-Nr.: 57-13-6
- **Kaliumnitrat**
CAS-Nr.: 7757-79-1
- **Natriumhydrogencarbonat**
CAS-Nr.: 144-55-8
- **Glucose** (Traubenzucker)
CAS-Nr.: 50-99-7
- **VE-Wasser**



Achtung
H272
P210, P221

Entsorgung: E8, B1

6.9 Herstellung eines Leitfähigkeitsprüfers

Zeitbedarf: 45 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

E: Aufbau einfacher elektronischer Schaltungen, Löten

Neugier: Sie lernen etwas, was kaum ein Chemiker kann

Material:

- 2 Halter für AAA-Zellen mit Platinen-Anschluss
- 2*1,5 V-Zellen AAA
- ca. 25 cm 1,5 cm² -Einzeladerdraht
- Spitz-Zange
- Folien-Stift, schwarz
- Streifen-Platine ca. 6 * 3,5 cm
- Löt-Kolben
- Leucht-Diode (LED) grün, 5G – 7100 mcd
- Schalt-Draht ca. 0,6 * 3 cm
- Seitenschneider-Zange

Chemikalien:

- Lötzinn

Durchführung: Schalten Sie den Löt-Kolben an und stellen Sie ggf. die Temperatur auf ca. 350°C ein.

Markieren Sie eine Schmal-Seite der Platine mit einem schwarzen Strich (Folien-Stift). Achten Sie darauf, dass dieser Strich immer oben zu liegen kommt (Reihe 1).

Löten Sie nun die beiden Draht-Brücken auf der Bauteile-Seite ein:

Nr. 1 zwischen Bahn 10 und 12, Nr. 2 zwischen Bahn 5 und 11.

Schneiden Sie sich dafür ein Stück Schalt-Draht auf die passende Länge von ca. 1,5 cm zu. Biegen Sie den Draht jeweils auf der Löt-Seite etwas um und löten Sie ihn fest.

Drücken Sie die Batterie-Halter in die Löcher der Reihen 4 und 5 bzw. 10 und 11.

Beachten Sie die Polung! Geht etwas schwer! Festlöten!

Nun wird die LED mit dem kürzeren Anschluss (Kathode) auf Bahn 2, mit dem längeren Anschluss (Anode) auf Bahn 4 gelötet.

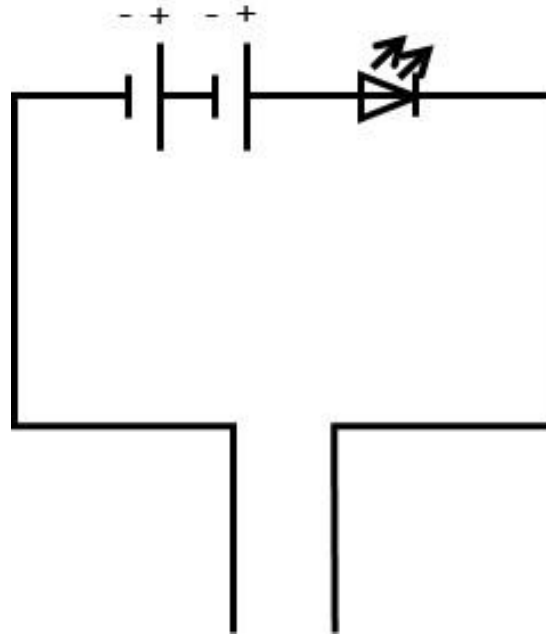
Zum Schluss die beiden Prüf-Elektroden: von einem 1,5 mm²-Einzeladerdraht (ca. 15 cm aus einem Strom-Kabel wird die Isolierung entfernt, dann geteilt), die Enden ca. 1 cm lang mit Löt-Zinn versehen. Auf der Platine ebenfalls ca. 1 cm der Bahn 2 bzw. 12 (Vorsicht: Löt-Seite!) mit Löt-Zinn versehen. Dann Draht mit dem Lötzinn-Ende auflegen, heiß machen und Löt-Zinn verschmelzen lassen. Fertig.

Beobachtung:

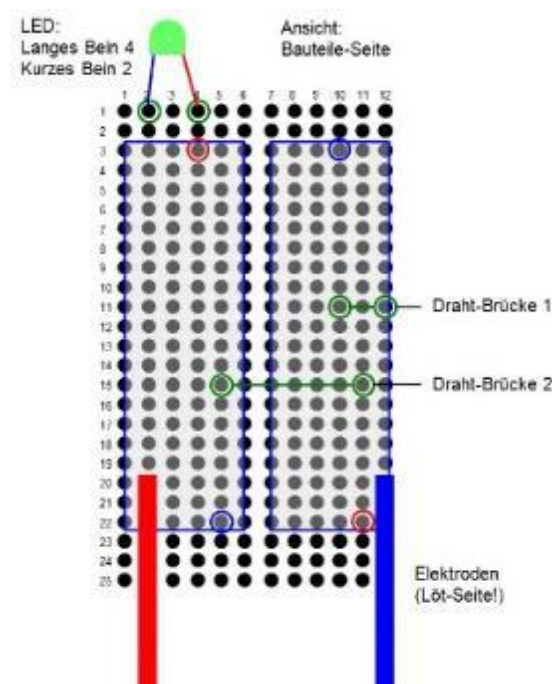
Test: Wenn man die beiden Elektroden aneinanderhält und die LED leuchtet, hat man alles richtiggemacht. Wenn nicht, dann nicht ☺

Siehe Tipps zur Fehler-Suche

Schaltbild:



Löt-Plan:



Quelle: Idee unbekannt; Bauanleitung: W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Fehlersuche:

„**Kalte Löt-Punkte**“: diese sind durch genügendes Erhitzen des zu lötenden Drahtes strikt zu vermeiden. Man erkennt sie an einer matten und nicht glatten Oberfläche. Sie leiten schlecht bis gar nicht und brechen sehr leicht ab.

Kurzschlüsse zwischen den Leiter-Bahnen: Sollte die LED nicht leuchten oder sollten ggf. die Batterien warm werden, ist wahrscheinlich ein Kurzschluss auf der Platine vorhanden. In diesem Fall sollten nochmals alle Löt-Punkte auf die versehentliche Verbindung von zwei Bahnen überprüft werden.

6.10 Gebundenes Wasser D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Kristall-Wasser ist schwach/komplex an Ionen gebundenes Wasser

E: Ionen ziehen Wasser-Dipole an und binden sie locker

Neugier: Wasser auf fremden Planeten

Material:

- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Klammer
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Brenner, Feuerzeug
- Pulver-Spatel

Chemikalien:

- **Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat**
CAS-Nr.: 7758-99-8
- **Wasser-Nachweispapier** (Watesmo)



Achtung

H302, H315, H319, H410

P273, P302+352, P305+351+338

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: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
Im Erdmantel befindet sich an Gestein gebunden mindestens so viel Wasser wie in allen Ozeanen zusammen.

7 Die chemische Reaktion, 30.05.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Maßnahmen zur Erhöhung der Sichtbarkeit treffen (Schaum-Bildung bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid)
2. Gefährlichkeit von (feinen) Metall-Pulvern einschätzen
3. Flüssigkeiten didaktisch korrekt anfärben
4. Nutzung von Erfahrungskisten für selbst organisiertes Lernen (SOL)
5. Experimentiertechnik mit medizinischem Material „Microscale“ 2
6. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise vermitteln (Kupfer im Verbrennungsrohr) 2

Fertigkeiten:

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

Inhalte:

1. Katalyse
2. Analyse und Synthese (aus den Elementen) als Reaktionstypen
3. Lösungsenthalpie
4. Der Begriff „Unversuch“
5. Die Bedeutung von Lehrzielen für die Durchführung von Experimenten
6. exotherme und endotherme Reaktionen
7. Experimenteller Nachweis des stöchiometrischen Verhältnisses (H_2O)
8. Unterschiedliche Löslichkeit von (3) Gasen in Wasser
9. Nachweis-Reaktionen für (3) Gase

Erfolgskontrollen:

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

7.1 Katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Platin als Katalysator, Analyse als Reaktionstyp.

Neugier: Eine Verbindung kaputt machen, indem man sie mit einem Draht kitzelt.

Material:

- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Platin-Draht-Spirale

Chemikalien:

- **Wasserstoffperoxid**-Lösung

w= 10%

CAS-Nr.: 7722-84-1



Gefahr

H272, H318

P210, P280, P305+P351+P338

Durchführung: Ins Reagenzglas ca. 10 mL Wasserstoffperoxid-Lösung geben, dann Platin-Draht einhängen. Beobachten.

Beobachtung: Am Platin-Draht entstehen Gas-Blasen

Deutung: Wasserstoffperoxid zerfällt in Wasser und Sauerstoff. Bei den Gas-Blasen handelt es sich um Sauerstoff.

Entsorgung: E1

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

Diskussion:

- Chemische Gleichung
- Als Projektionsversuch auf dem Overhead-Projektor sinnvoll?

7.2 Zersetzung von Wasserstoffperoxid

Zeitbedarf: 15 Minuten (Wartezeit: 10 Minuten), Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Katalyse durch Enzyme

E: Volumen-Zunahme bei Gas-Entwicklung

Neugier: Um Effekte noch beeindruckender zu machen, sind ein paar Kniffe nötig.

Material:

- Becherglas, 600 mL, weit
- Becherglas, 100 mL, weit
- Magnetrührer, heizbar
- Rührstäbchen, -Entferner
- Thermometer, -10°C/150°C
- Kristallisierschale, d= 190 mm (zum Unterstellen)
- Waage, 0,0 g
- Messzylinder, 250 mL
- Flasche, PET, 1000 mL

Chemikalien:

- Wasserstoffperoxid-Lösung

w= 10%

CAS-Nr.: 7722-84-1



Gefahr

H272, H318

P210, P280, P305+P351+P338

- Glycerin
CAS-Nr.: 56-81-5
- Gelatine
CAS-Nr.: 9000-70-8
- Spülmittel
- Trockenhefe

Durchführung: 200 mL Wasserstoffperoxid-Lösung auf ca. 40°C erwärmen, unter Rühren 8 g Gelatine vollständig lösen, Lösung in die Flasche geben.

Im 100 mL Becherglas 5 g Hefe mit 10 mL Glycerin und 50 mL Spülmittel aufschwemmen, ca. 10 Minuten mischen, zu der Wasserstoffperoxid-Lösung in die Flasche geben. Kräftig schütteln.

Beobachtung:

Es bildet sich ein weißer fester Schaum, der für mehrere Minuten aus der Flasche herausquillt (linkes Bild).

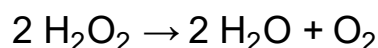


Der Schaum bleibt noch mehrere Stunden bestehen (rechtes Bild).



Deutung: In der Hefe befindet sich Katalase.

Diese katalysiert die Zersetzung von Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff



Entsorgung: **Ausguss, E1**

Quelle: Journal of Chemical Education, Jahrgang 2005, Heft 6, Seite 855

Hintergrund:

Gelatine und Glycerin lassen den Schaum stabiler und fester werden: Optimierung auf möglichst deutliche Gas-Bildung. Die Reaktion und Schaum-Bildung würden aber auch ohne diese Substanzen stattfinden.

7.3 Eine endotherme Reaktion

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E: auch endotherme Reaktionen können freiwillig ablaufen. Rolle der Entropie

K: Energie-Profil erstellen

Neugier: Das ist neu: eine Mischung wird von selbst kalt.

Material:

- Erlenmeyerkolben, 50 mL
- Glasstab
- Multimeter
- Thermofühler, -200°C/+1100°C, für Multimeter
- Rundfilter, d= 110 mm

Chemikalien:

- **Bariumhydroxid-8-hydrat**

CAS-Nr.: 12230-71-6



Gefahr

H302, H314, H318

P280, P305+P351+P338, P310

- **Ammoniumthiocyanat**

CAS-Nr.: 1762-95-4



Achtung

H302+H312+H332, H412, H318, EUH032

Durchführung:



Rundfilter mit Wasser tränken. Gleiche Mengen der Stoffe (ca. 10 g) als Fest-Substanz im Erlenmeyerkolben mischen. Temperatur messen. Geruch prüfen

Beobachtung: Die Temperatur sinkt bis ca. -30°C.

Der Erlenmeyerkolben friert am nassen Rundfilter fest.

Deutung: Auch energie-verbrauchende (endotherme) Reaktionen können spontan ablaufen. Die Energie wird aus der Umgebung entzogen, hier dem Wasser, welches dann den Aggregat-Zustand wechselt.

Gleichung:

Notiere im Labor-Buch

Erstellen Sie ein Energie-Profil:

Entsorgung: E8, B1

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

Diskussion:

- Nicht mit dem Thermometer rühren
- Es entstehen Bariumthiocyanat, Ammoniak, Wasser
- Formulieren Sie eine Gleichung
- Diskutieren Sie die Entropie-Stufen der Stoffe

7.4 Bildung von Eisensulfid (**wird nicht durchgeführt**)

Zeitbedarf: 5 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F: Metalle und Schwefel reagieren miteinander zu Sulfiden




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

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

Material:

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

Chemikalien:

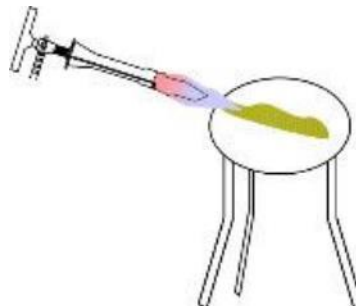
- 16,8 g **Eisen**-Pulver
CAS-Nr.: 7439-89-6
 Achtung
H228, H251
P210, P260, P370+P378
- handelsübliches **Eisensulfid**
CAS-Nr.: 1317-37-9
 Gefahr
H400
P273
- 9,6 g **Schwefel**-Pulver
CAS-Nr.: 7704-34-9
 Achtung
H315

Durchführung 1: Die angegebenen Substanz-Mengen (Mol-Verhältnis 1:1) werden in der Reibschale fein zerrieben und vermischt.
Anschließend den Magneten in das Filterpapier packen und damit einmal umrühren.
Beobachtung?
Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser füllen, eine Spatelspitze des Gemisches zugeben.
Beobachtung?
Untersuchung mit der Lupe. Beobachtung?

Beobachtung 1: Es handelt sich um ein Gemisch.

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

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



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

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

Untersuchung mit der Lupe. Beobachtung?

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

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



oder



Entsorgung: E8, B2

Durchführung 3: Handelsübliches Eisensulfid mit dem Magneten berühren

Beobachtung 3: Der Magnet zieht Eisensulfid an

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

Diskussion: Wahrscheinliche, vereinfachte Reaktionsgleichung

Hintergrund: Übliche Ziele: Es entsteht ein neuer Stoff.

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

Didaktischer Hinweis:

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

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

Ersatz: siehe „Bildung von Zinksulfid“.

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

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

7.5 Bildung von Zinksulfid D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

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

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

K: Energie-Profil erstellen

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

Material:

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

Chemikalien:

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



Gefahr

H250, H260, H410

P222, P210, P231+P232, P280, P370+P378,
P273

- 6,4 g **Schwefel**-Pulver
CAS-Nr.: 7704-34-9



Achtung

H315

Durchführung 1:



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

Untersuchung einer Portion mit der Lupe auf Papier. Beobachten.

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

Beobachtung 1:

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

Deutung 1:

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

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

Nach dem Erkalten des Produktes dieses im Reibschale zerreiben.

Untersuchung mit der Lupe. Beobachten.

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

Beobachtung 2:

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

Entsorgung:

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

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

Diskussion:

Formulieren Sie die wahrscheinliche, vereinfachte Reaktionsgleichung.

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

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

WWW:

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

7.6 Zersetzung v. Wasser, Löslichkeit v. Sauerstoff D!

7.6.1 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
- Wasserzersetzungsgapparat nach Hoffmann

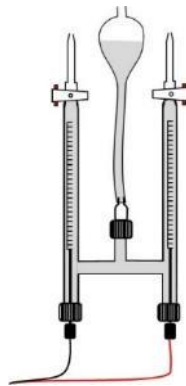
Chemikalien:

- **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 sich 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.

7.6.2 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: Kann man Wasser kaputtmachen?

Material:

- Erfahrungskiste ek05 „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 $H_2:O_2 = 2:1$ entstehen müssten

7.7 Lösen von Kaliumhydroxid in Wasser

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Löse-Vorgang als exotherme Reaktion, Lösungsenthalpie

E: Sicherheit beim Herstellen von Laugen

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

Material:

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

Chemikalien:

- **Kaliumhydroxid**
CAS-Nr.: 1310-58-3



Gefahr

H290, H302, H314

P260, P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310



Durchführung:

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

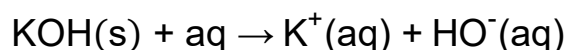
Dann 3 – 5 Plätzchen Kaliumhydroxid zugeben und schütteln.

Nach 2 Minuten erneut Temperatur messen.

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

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

$$\Delta_r H_L(\text{KOH}) < 0$$



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.

7.8 Synthese von Wasser D!

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Synthese (giftfrei); Zusammensetzung von Wasser

E: Aussagekraft von Molekül-Formeln, Stöchiometrie

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

Material:

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

Chemikalien:

- **Wasserstoff**

CAS-Nr.: 1333-74-0



Gefahr

H220, H280

P210, P377, P381, P403

- **Sauerstoff**

CAS-Nr.: 7782-44-7

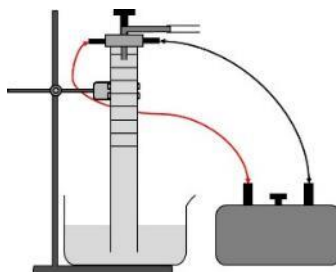


Gefahr

H270, H280

P244, P220, P370+P376, P403

Durchführung: Eudiometer nach Skizze aufbauen.

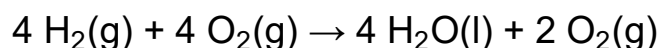


Durch Saugen am Silicon-Schlauch (Wasserstrahl-Pumpe, Ventil öffnen) von unten mit Wasser füllen.

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

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

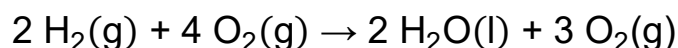
Deutung 1: Es ist zu viel Sauerstoff eingesetzt worden:



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

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

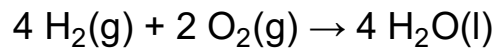
Deutung 2: Es ist zu viel Sauerstoff eingesetzt worden:



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

Beobachtung 3: Es bleibt kein Rest Gas übrig.

Deutung 3:



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

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

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

7.9 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.

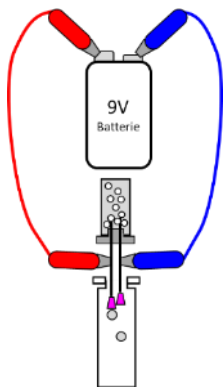
Material:

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

Chemikalien:

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

Durchführung 1:



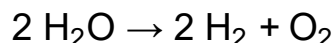
Die kleine 2 mL Injektionsflasche randvoll mit gesättigter Natriumsulfat-Lösung befüllen und mit dem Stopfen verschließen. 2 Kanülen vorsichtig durch den Stopfen in die Natriumsulfat-Lösung stechen. Sie dienen als Elektroden. Die Kanülen nur so weit einstecken, dass die Spitzen mit der gesamten Öffnung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

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

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

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

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

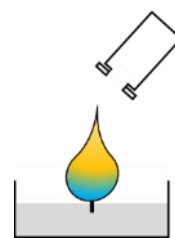


Diese gasförmigen Produkte benötigen mehr Volumen als die Natriumsulfat-Lösung, so dass diese aus der 2 mL Injektionsflasche verdrängt wird. Die Zugabe von Natriumsulfat zum Wasser verbessert die Leitfähigkeit und dadurch den Vorgang der Elektrolyse des Wassers.

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

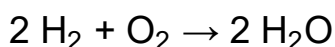
Durchführung 2:

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



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

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



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

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

Entsorgung: Natriumsulfat-Lösung in den Ausguss.

Quelle: Material-Sammlung von Waltraud Habelitz-Tkotz.

7.10 Kohlenstoffdioxid und Wasser D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Gase lösen sich (und reagieren) in Wasser

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

Material:

- pneumatische Wanne
- Stativ, Muffe, Klammer
- Abdeckscheibe / Parafilm
- Spritze, 50 mL
- Silicon-Schlauch, Ø 3 mm ca. 50 cm
- Reagenzglas, d= 30 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Messzylinder, 500 mL, Kunststoff

Chemikalien:

- 2 - 3 **Brause**-Tabletten aus dem Lebensmittel-Handel möglichst ohne Farbstoffe
- **Kalkwasser** (Calciumhydroxid-Lösung)
CAS-Nr.: 1305-62-0

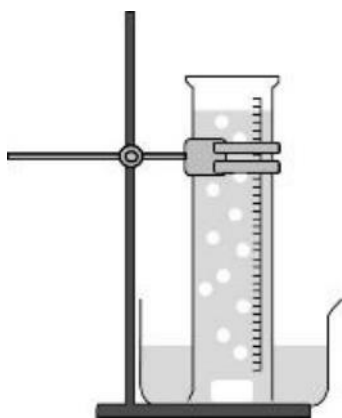


Gefahr

H315, H318

P280, P305+P351+P338

Vorbereitung:



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

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

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

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

Auswertung 1: Notieren Sie das Volumen des entstandenen Gases: $V_1 = \dots$ 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: $V_g = \dots$ mL

Berechnen Sie den Gas-Anteil der zweiten Brause-Tablette: $V_2 = V_g - V_1$

Deutung: $V_2 > V_1$, da sich von V_1 ein großer Anteil in Wasser löst.

Dadurch wird eine gewisse Sättigung des Wassers mit Kohlenstoffdioxid erreicht.

Deshalb wird das gesamte erzeugte V_2 erkennbar.

Aufgabe: Entscheiden Sie, ob die Beobachtung (V_2) 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 CO_2 . $V_2 > V_1$, da sich von V_1 ein großer Anteil in Wasser löst, bis eine gewisse Sättigung erreicht ist. Deshalb kann das gesamte erzeugte V_2 frei werden.

Entsorgung: Ausguss

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

Hintergrund:

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

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

Didaktischer Hinweis:

- Etwas CO_2 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: V_2 wird in jedem Fall größer sein als V_1 .
- Die Löslichkeit von CO_2 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).

7.11 Erhitzen von Kupfer im Verbrennungsrohr

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

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

Neugier: Ruß oder nicht, das kannst du selber 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 mit dem Gasbrenner erhitzt.

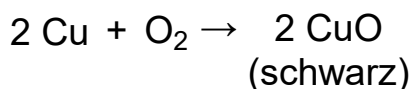
Die Luft-Strömung wird durch das Verhalten eines brennenden Streichholzes am oberen Ende des Reaktionsrohres geprüft.

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

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

Es kann also keinesfalls Ruß sein.

Es handelt sich um Kupfer(II)-oxid.



Entsorgung: Kupfer-Folie wiederverwenden.

Quelle: Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.

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

7.12 Wasser als Löse-Mittel D!

Zeitbedarf: 2 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:


E: Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit vom Aggregat-Zustand.

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

Material:

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

Chemikalien:

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

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

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

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

Beobachtung 2: Sofort entsteht ein kräftig blau gefärbtes Produkt.

Deutung: In der Lösung (beide Edukte sind Salze) werden die reagierenden Ionen beweglich, sodass die Reaktion schneller ablaufen kann. Es bildet sich Berliner Blau
 $\text{K}[\text{Fe}^{\text{III}}\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$

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.

8 Verbrennung, 06.06.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Halbquantitative Experimente für den Übergang GS auf Gymnasium einsetzen
2. Abschätzen der Feuer-Gefährlichkeit von Alltagsprodukten
3. Reduktion als Sauerstoff-Entzug experimentell einführen können 1
4. Beurteilen der Qualität von Experimenten (mehrere, die vorgeben, den Sauerstoff-Anteil der Luft zu bestimmen)
5. Ableiten von Feuerlösch-Methoden aus dem Verbrennungsdreieck
6. Beurteilung der Sicherheit bei verschiedenen Experiment-Varianten (Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Atem-Luft)
7. Fehlvorstellungen durch Experimente (und Unterrichtsmethoden) widerlegen 3
8. Gefährlichkeit von Alltagsgegenständen beurteilen (brennbare Gase als Treibgas)

Fertigkeiten:

1. Sicherer Umgang mit brennbaren Stoffen
2. Sicherer Umgang mit brennbaren Gasen (Wasserstoff) 1
3. Aus Alltagschemikalien einen Feuer-Löschler bauen
4. Sicherer Umgang mit Gas-Druckflaschen (Sauerstoff) 2

Inhalte:

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

Erfolgskontrollen:

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

8.1 O: Ein Wohnungsbrand

Geschlossene Anleitung: 15.6

Wie schnell sich ein Brand in einer geschlossenen Wohnung ausbreiten kann, hängt von mehreren Faktoren ab. Ein Faktor ist die Verfügbarkeit von Sauerstoff. So kommt es durchaus vor, dass sich mancher Brand beim Eintreffen der Feuerwehr bereits „von selbst“ gelöscht hat. Andererseits kann das Gegenteil erreicht werden, wenn man das Fenster öffnet, „damit der Rauch abziehen kann“.

Ihre Aufgabe: Planen Sie ein (Modell-)Experiment, mit dem Sie die Abhängigkeit der Ausbreitung eines Wohnungsbrandes von der Sauerstoff-Verfügbarkeit testen können

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Teelicht

Hinweis: Je einfacher die vorgeschlagene Lösung, desto besser.

8.2 Brennbare Flüssigkeiten aus dem Haushalt

Zeitbedarf: 3 + 5 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Entzündungstemperatur und Flammpunkt abschätzen

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

Neugier: Was ist feuergefährlicher: Heizöl oder Spiritus?

Material:

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

Chemikalien:

- **Ethanol** (Spiritus)

CAS-Nr.: 64-17-5



Gefahr

H225, H319

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

- **Heizöl**



Gefahr

H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411
P201, P210, P243, P261, P273, P280,
P301+P310, P302+P352, P303+P361+P353,
P362, P370+P378, P331, P501

Durchführung 1:



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

Beobachtung 1: Spiritus lässt sich entzünden, Heizöl nicht.

Durchführung 2:



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

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

Beobachtung 2: Nach Erhitzen Selbst-Entzündung

Entsorgung: Flüssigkeiten vollständig verbrennen, Gefäße abkühlen lassen.

Quelle: Praktikumsskript P. Pfeifer (1993).

Diskussion: Frittierfett auf dem Herd, Adventskranz im Ofen.

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

8.3 Luft-Analyse I: Verbrennung von rotem Phosphor (wird nicht durchgeführt)

Zeitbedarf: 3 + 15 Minuten, demo

Kompetenz/Ziel:

F: Verbrennung und Sauerstoff-Verbrauch.

B: Mögliche Ermittlung der (halb)quantitativen Zusammensetzung der Luft („Unversuch“).

Material:

- pneumatische Wanne
- Gas-Glocke
- Verbrennungslöffel an passendem Stopfen
- PVC(!)-Scheiben
- Doppelspatel

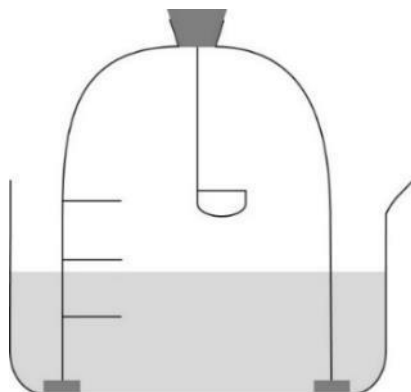
Chemikalien:

- **Phosphor, rot**
CAS-Nr.: 7723-14-0
- **Indikator???**



Gefahr
H228, H412
P210, P273

Durchführung: In die pneumatische Wanne so viel Wasser füllen, dass die Gas-Glocke (auf PVC-Scheiben) bis zur 1. Markierung eintaucht (evtl. Indikator ins Wasser geben). Verbrennungslöffel ausglühen, dann mit rotem Phosphor füllen (Spatel verwenden!) anzünden und mit Hilfe des Gummi-Stopfens in die Gas-Glocke hängen.



Beobachten. Nach dem Abkühlen so viel Wasser in die Wanne nachgießen, dass die Spiegel innen und außen gleich sind.

Beobachtung: Der Wasser-Spiegel sinkt erst und steigt später an bis etwa zur 2. Marke.

Auswertung: Quantitative Auswertung sehr problematisch! Siehe Didaktische Hinweise.

Deutung: Phosphor benötigt zur Verbrennung den Sauerstoff der Luft.

Das (feste!) Verbrennungsprodukt (Rauch!) löst sich in Wasser und nimmt den Sauerstoff mit.

Entsorgung: Das Wasser ist nur leicht sauer: **E1**

Verbrennungslöffel ausglühen (Explosionsgefahr bei anschließender Verwendung zur Schwefel-Verbrennung!!!)

Quelle: Schulbücher / EYDAM-Chemie, Praktikum Chemischer Demonstrationen, 1968

Varianten: Statt rotem Phosphor wird gelegentlich weißer Phosphor oder eine Schwimmkerze vorgeschlagen. Das ändert nichts an der Problematik der Versuchsinterpretation, macht den Versuch nur noch problematischer:

Die Kerze verbraucht noch weniger Sauerstoff als Phosphor, der weiße Phosphor ist stark giftig und zieht aufwändige Reinigung der Geräte und hohen Entsorgungsaufwand nach sich.

Diskussion:

- Warum Phosphor? Kein gasförmiges Produkt bzw. gelöst
- Problem Phosphor und Schwefel im Verbrennungslöffel; Explosion möglich!
- Warum PVC-Stückchen und nicht PE oder PP?
- Problematik quantitativer Aussage!

Didaktischer Hinweis: Der Versuch sollte nicht mit dem Ziel eingesetzt werden, die quantitative Zusammensetzung der Luft zu demonstrieren. Sobald ein Brennstoff außen gezündet wird, führt der Versuch zu den erwähnten Ergebnissen, die aber falsch gedeutet werden.

Beim Einführen der Flamme erwärmt sich die Luft, dehnt sich aus und entweicht aus der Glocke. Dies wird oft als „Volumen-Abnahme durch Sauerstoff-Verbrauch“ interpretiert, zumal die gängigste Abdeck-Zeit tatsächlich zu Luft-Verlust in der Größen-Ordnung von 20% führt.

Das Verlust-Volumen lässt sich jedoch durch extrem langsames oder sehr schnelles Abdecken beeinflussen.

Zudem lassen sich unter der Glocke nach Erlöschen noch ca. 14 - 16% Sauerstoff nachweisen.

Der Fehler streift seit mindestens 1968 unausrottbar durch Schulbücher.

WWW: <http://www.fundgrube-physik-chemie.de/>; 02.07.2020

8.4 Reduktion von Kupfer(II)-oxid mit Wasserstoff D!

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

F: Reduktion als Sauerstoff-Entzug.

Neugier: Die teuerste Art, Kupfer zu reinigen.

Material:

- 2 Stative, Muffen, Stativklemme
- Gaswaschflasche, mit Aufsatz Fritten-Einsatz
- Reaktionsrohr, Quarz, L= 200mm, d= 20 mm
- 2 Stopfen, Silicon, 1 Bohrung
- Winkelrohr, mit Spitze und Kupfer-Draht
- Glasrohr, gerade
- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Silicon-Schlauch, Mundstücke
- Kupfer-Drahtnetz

Chemikalien:

- **Wasserstoff**

CAS-Nr.: 1333-74-0



Gefahr

H220, H280

P210, P377, P381, P403

- **Schwefelsäure** (konz.)

w= 96%

CAS-Nr.: 7664-93-9



Gefahr

H290, H314

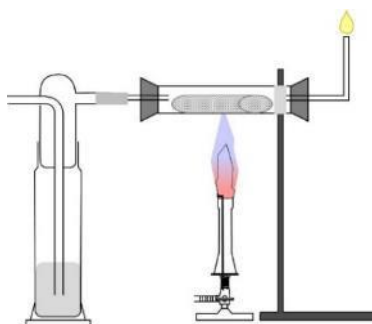
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

Vorbereitung: Oxidation des Kupfer-Drahtnetzes.



Durchführung:

Apparatur nach Skizze aufbauen (Waschflasche mit Stativ sichern!).



Einen gleichmäßigen Gasstrom einstellen und ca. 1 Minute strömen lassen.

Dann Knallgas-Probe (Reagenzglas) ZWEIMAL durchführen.

Erst bei „dumpfen Klang (also negativem Verlauf) Wasserstoff am Röhrchen mit der Rückschlag-Sicherung anzünden und an der Stelle mit dem Kupfer-Drahtnetz bei rauschender Flamme kräftig erhitzen.

Beobachtung: Kupfer wird blank

Deutung: $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

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

Diskussion: Warum Knallgas-Probe, warum zweimal? Wozu Fritten-Einsatz? Hinweise zur Präsentation von Versuchsaufbauten.

WWW:

- http://www.chemieunterricht.de/dc2/gefahr/gefv_05.htm; 02.07.2020
- http://chemieexperimente.de/exp-04_10.html ; 02.07.2020

8.5 Brennbarkeit fein verteilter Metalle

Zeitbedarf: 2 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: fein verteilte Metalle sind brennbar, stark exotherme Reaktion

B: Chemie ist toll!

Neugier: Explodierendes Alu.

Material:

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

Chemikalien:

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



Achtung

H228, H251
P210, P260, P370+P378

- Aluminium-Pulver
CAS-Nr.: 7429-90-5



Gefahr

H250, H261
P210, P222, P231+P232, P422, P280,
P335+P334

Vorbereitung: Arbeitsplatz unter dem Abzug mit Alufolie auslegen.



Durchführung 1:

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



Achtung: Öffnung nicht auf Personen richten.

Beobachtung 1: Aluminium erzeugt eine weiße, helle Stichflamme.

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

Beobachtung 2: Eisen-Partikel glühen gelblich auf.

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

Entsorgung: Alufolie in den Hausmüll

Quelle: Allgemeingut

Diskussion: Sauberkeit und Sicherheit. Pyrotechnik: Weißfeuer.

8.6 Luft-Analyse III: Oxidation von Eisen D!

Zeitbedarf: 10 Minuten + mindestens 30 Minuten Laufzeit, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

E: Quantitative Bestimmung des Sauerstoff-Gehaltes der Luft.

Neugier: Eisen in Minuten rosten lassen.

Material:

- Reaktionsrohr, L= 500 mm, d= 20 mm
- Stopfen mit 1 Bohrung
- Zwei-Wege-Hahn
- pneumatische Wanne
- Stativ, Muffe, Klammer
- Pinzette
- 2 Bechergläser, 250 mL
- Schutz-Handschuhe, Vinyl
- 2 Gummi-Bänder

Chemikalien:

- **Essigsäure**
w= 5%
CAS-Nr.: 64-19-7
- **Stahl-Wolle** (handelsüblich)

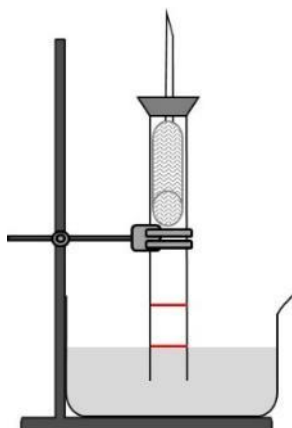
- **Propanon** (Aceton)
CAS-Nr.: 67-64-1



Gefahr

H225, H319; H336, EUH066
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

Durchführung:



Die pneumatische Wanne zu 2/3 mit Wasser füllen.

Das Glas-Rohr am Stativ senkrecht einspannen. Noch unterhalb der Klammer die beiden Gummi-Bänder um das Rohr schlingen.

Nun ca. 2 g Stahl-Wolle zylinderförmig zusammendrücken, mit Hilfe der Pinzette gründlich in Aceton spülen, trocken schwenken, dann in die Essigsäure tauchen und so schnell wie möglich in das Glas-Rohr bringen. Stopfen bei geöffnetem Hahn aufsetzen, dann Hahn schließen.

Wasser-Spiegel am Rohr mit dem untersten Gummi markieren.

Warten. Nach mindestens 30 Minuten Wasser-Stand im Rohr mit dem anderen Gummi markieren. Beobachten Sie die Stahl-Wolle.

Beobachtung: Der Wasser-Spiegel steigt im Rohr. Die Stahl-Wolle sieht verrostet aus.

Deutung: Die Stahl-Wolle hat mit dem Sauerstoff der Luft vollständig reagiert.

Berechnen Sie das Verhältnis zwischen Wasser-Säule und überstehendem Gas-Volumen im Glas-Rohr:

$$V_W : V_G = X : X$$

Ergebnis: In der Luft müssen 20% (Erfahrungswerte bei dichter Apparatur: zwischen 17,5% und 20,2%) Sauerstoff enthalten sein.

Entsorgung: E3

Quelle: Wiederholt E., Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 40, 1991, Heft 6, S. 44 – 46. Kritik in: Chemie in der Schule, 32, 1985, Heft 8/9.

Diskussion: Rolle des Acetons und der Essigsäure.

Hintergrund: siehe Versuch „Luft-Analyse I“

Didaktischer Hinweis: Quantitative Aussagen zum Sauerstoff-Gehalt der Luft sind mit diesem Experiment einigermaßen zuverlässig möglich. Bei Verwendung des Versuchs als Demonstrationsversuch durch den Lehrenden sollte das Wasser in der pneumatischen Wanne angefärbt werden. Noch nicht genau untersucht ist das Ausmaß der Verfälschung durch den sicher entstehenden Wasserstoff (Säure + Metall).

8.7 Feuer löschen I

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Entzündungstemperatur, Flammpunkt.

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

Neugier: Feuer mit Eis löschen.

Material:

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

Chemikalien:

- Paraffin-Öl
- Eis

CAS-Nr.: 8012-95-1



Gefahr

H304

P301+P310



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-hoehstadt.de/home/info-service/brandschutzaufklaerung/osterfeuer> 03.07.2020

8.8 Feuer löschen II D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende, n

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

Neugier: Mit Wasser löschen macht das Feuer schlimmer.

Material:

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

Chemikalien:

- **Natriumhydrogencarbonat**

CAS-Nr.: 144-55-8

- **Benzin** (Petrolether)

Siedebereich 100-140°C

CAS-Nr.: 64742-49-0



Gefahr

H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411

P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501

- **Zitronensäure**

CAS-Nr.: 5949-29-1



Achtung

H319

P280, P305+P351+P338, P337+P313

- **Spülmittel**
- **VE-Wasser** in Spritzflasche

Durchführung 1:



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

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

Beobachtung 1: Nach Zugabe von Wasser brennt Benzin weiter.

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

Benzin schwimmt auf und kann weiter brennen.

Durchführung 2:

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



Beobachtung 2: Mit Schaum gelingt das Löschen

Deutung 2: Der 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/grundsich/versuche/gs-v-027.htm> 03.07.2020
- <https://brandschutz-zentrale.de/wissen/brandschutz-osterfeuer/> 03.07.2020

8.9 Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E: Nachweis von Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukte.

Neugier: ???

Material:

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

Chemikalien:

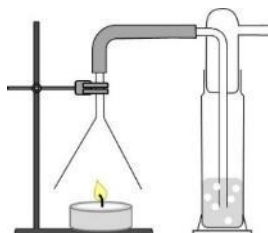
- **Kalkwasser**
(Calciumhydroxid-Lösung)
CAS-Nr.: 1305-62-0



Gefahr
H315, H318
P280, P305+P351+P338

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

Durchführung:



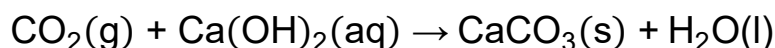
Apparatur nach Skizze aufbauen und das Kalkwasser in die Waschflasche filtrieren.

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

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

Kalkwasser trübt sich.

Deutung:



Entsorgung: Kalkwasser kann in den Ausguss

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

Diskussion: Variante: (vorsichtig) hineinblasen.

Didaktischer Hinweis: Wie könnte man zeigen, dass die Trübung nicht von jenem CO_2 stammt, das in der Luft sowieso enthalten ist?

WWW: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsich/versuche/gs-v-029.htm>

Was beim Verbrennen von Brennstoffen entsteht 03.07.2020

8.10 Wasser als Verbrennungsprodukt D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E: Nachweis von Wasser als Verbrennungsprodukt.

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

Material:

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

Chemikalien:

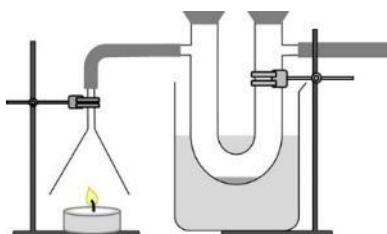
- **Wasser-Nachweispapier** (Watesmo)
- **Eis-Würfel**

Durchführung 1: Variante Grundschule

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

Durchführung 2: Variante Realschule, Gymnasium

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



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

Beobachtung 2: In der Kühlfalle sammelt sich eine Flüssigkeit.

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

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

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

Diskussion: Wie beweist man

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

Wozu braucht man die Pinzette?

WWW: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsich/versuche/gs-v-092.htm>

Was beim Verbrennen von Brennstoffen entsteht. 03.07.2020

8.11 O: Atmung als Verbrennungsvorgang

Geschlossene Anleitung: 15.7

Ein Referendar demonstriert im Unterricht folgenden Schulversuch:

Nach Einleiten von Atemluft in eine Waschflasche mit Calciumhydroxid-Lösung wird eine Trübung beobachtet. Da es sich um den Nachweis von Kohlenstoffdioxid handelt, steht fest: Die Atmung ist ein Verbrennungsvorgang, bei dem Kohlenstoffdioxid entsteht.

Die Seminar-Lehrkraft kritisiert den Versuch im Anschluss als „unvollständig“. Der Referendar hätte keinen geeigneten Kontroll-Versuch durchgeführt. So könne die Entstehung von Kohlenstoffdioxid im Körper nicht bewiesen werden.

Ihre Aufgabe: Entwickeln Sie den geschilderten Versuch so weiter, dass tatsächlich ein Nachweis für die Entstehung von Kohlenstoffdioxid beim Atem-Vorgang vorliegt.

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- 2 Stative, Muffen, Klammern
- 2 Waschflaschen mit Einsatz
- Drei-Wege-Hahn
- 2 Schlauch-Stücke

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

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



Gefahr

H315, H318

P280, P305+P351+P338

Entsorgung: E1

8.12 Verbrennung in reinem Sauerstoff

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Darstellung von Schwefeldioxid und schwefliger Säure. Grundprinzip der Säure-Entstehung. Einführung des Säure-Begriffs, saurer Regen.

E: Reaktionsgeschwindigkeit und Stoff-Konzentration.

Neugier: Das Geheimnis der blauen Lava.

Material:

- Standzylinder
- Abdeckscheibe
- Verbrennungslöffel
- Brenner, Feuerzeug
- Gummi-Stopfen
- Reagenzglas, d= 30 mm
- Reagenzglas-Gestell

Chemikalien:

- **Lackmus**-Lösung
w= 1%

- **Schwefel**-Pulver
CAS-Nr.: 7704-34-9



Achtung
H315

- **Sauerstoff**
CAS-Nr.: 7782-44-7



Gefahr

H270, H280
P244, P220, P370+P376, P403

- VE-Wasser

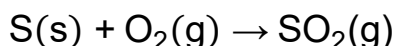
Durchführung 1:



Der Standzylinder wird mit Sauerstoff gefüllt, der Verbrennungslöffel zur Hälfte mit Schwefel beschickt, in der Brenner-Flamme angezündet und sofort in den Kolben eingeführt. Dann muss er mit dem Gummi-Stopfen festgeklemmt werden.

Beobachtung 1: Schwefel brennt mit blauer Flamme. Es entsteht ein stechend riechendes Gas.

Deutung 1:



Durchführung 2: Wenn der Schwefel nicht mehr brennt, wird der Löffel entfernt (im Abzug abkühlen lassen), Wasser und 10 Tropfen Lackmus-Lösung zugeben und geschüttelt.

Vergleichen Sie mit einer Lösung von 10 Tropfen Lackmus-Lösung der vergleichbaren Menge Wasser im Reagenzglas.

Beobachtung 2: Die wässrige Lösung des Gases färbt Lackmus nach rot um.

Deutung 2:



Entsorgung: Verbrennungslöffel im Abzug ausglühen (Reinigung!). Zylinder im Abzug ausdampfen lassen.

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

Diskussion: Variante an der Luft: Verwendung zum Schwefeln der Weinfässer bzw. zum Desinfizieren. Ähnlich: Phosphor (rot), Kohlenstoff (Holz-Kohle).

8.13 Verbrennen von Eisen-Wolle D!

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

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

K: Aufstellen chemischer Formeln

Neugier: Und Eisen brennt doch!

Material:

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

Chemikalien:

- **Stahl**-Wolle (handelsüblich) (eigentlich **Eisen**)

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

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

Beobachtung: Die Masse nimmt beim Verbrennen zu.



Start: austariert

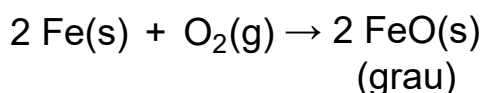


Ablauf



Ende

Deutung:



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

Quelle: EYDAM-Chemie, Praktikum Chemischer Demonstrationen, 1968

Diskussion: Optischen Effekt durch Abdunkelung erhöhen.

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

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

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

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

WWW: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/Oxidat.htm> 03.07.2020

8.14 Brennbare Sprüh-Nebel

Zeitbedarf: 1 Minute, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

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

Neugier: Der Flammenwerfer aus dem Badezimmer.

Material:

- Feuerzeug

Chemikalien:

- Haarspray



Achtung

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

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

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

Deutung: Im Treibgas sind brennbare Gase enthalten.

Entsorgung: -

Quelle: Allgemeingut.

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

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

WWW:

<https://www.vis.bayern.de/produktsicherheit/produktgruppen/haushaltswaren/spraydos en.htm> 03.07.2020

8.15 Analyse von Luft IV: Oxidation von Eisen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E: Halbquantitative Bestimmung des Sauerstoff-Gehaltes der Luft.

Neugier: ???

Material:

- Kristallisierschale, d= 190 mm
- Brenner, Feuerzeug
- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Stopfen, für Reagenzglas
- Pulver-Spatel
- Lineal mit cm-Einteilung

Chemikalien:

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



Achtung

H228, H251

P210, P260, P370+P378

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

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

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

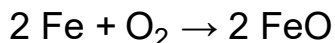
Man lässt das geschlossene Reagenzglas abkühlen (zuerst an der Luft, dann unter dem Wasser-Hahn) und taucht es horizontal in die zu etwa 1/3 mit Wasser gefüllte Kristallisierschale ein.

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

Die Steig-Höhe des Wassers wird gemessen.

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

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



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

$$V_W : V_G = X : X.$$

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.

9 Redox-Reaktionen, 13.06.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

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

Fertigkeiten:

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

Inhalte:

1. Oxidationsmittel
2. Konkurrenz-Reaktionen
3. Lokal-Element
4. Formulierung von Redox-Reaktionen (Rosten)

Erfolgskontrollen:

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

9.1 Thermit-Versuch

9.1.1 Thermit-Mischung selbst erstellen D!

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

Kompetenz/Ziel:

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





B: Anwendung zum Schweißen von Eisenbahn-Schienen

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

Material:

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

Chemikalien:

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

Durchführung:   oder im Freien

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

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

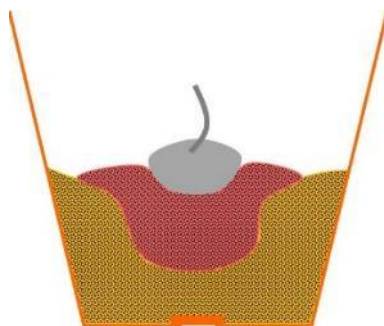
Pro Versuch genügt 1/5 der Gesamt-Menge.

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

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

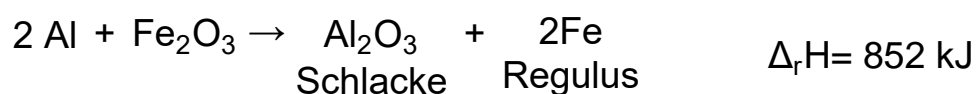
Dann wird der komplette Topf auf einen Ziegelstein im Freien oder in einer Sand-Schüssel unter dem Abzug gestellt und das Magnesium-Band angezündet.

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



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

Auswertung: Bei der Reaktion entsteht flüssiges Eisen:



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

9.1.2 Thermit-Demonstrationskasten (Hedinger) D!

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:

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

Chemikalien:

- **Thermit**, 500 g
- **Thermit-Entzündungsstäbchen**



Achtung

H204

Durchführung:  oder im Freien



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

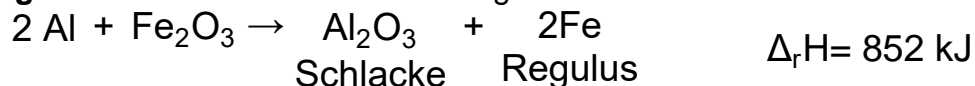
Dann wird der Inhalt der Thermit-Packung eingefüllt. Mit dem Deckel abdecken und die Anordnung nach Anleitung aufbauen.

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

Ein paar Schritte zurücktreten.

Beobachtung: Eine Reaktion findet unter heftiger Feuer-Erscheinung statt

Auswertung: Bei der Reaktion entsteht flüssiges Eisen:



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=IBl4XofGOPQ> 03.07.2020

9.2 Knallgas-Reaktion

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Synthese, Knallgas-Reaktion

B: Explosivität von Gas-Gemischen

Neugier: Wenn es zu laut kracht...

Material:

- Porzellan- oder Metall-Schale
- Glimmspan, Feuerzeug

Chemikalien:

- Spülmittel

- Wasser

- Wasserstoff

CAS-Nr.: 1333-74-0



Gefahr

H220, H280

P210, P377, P381, P403

- Sauerstoff

CAS-Nr.: 7782-44-7



Gefahr

H270, H280

P244, P220, P370+P376, P403

Durchführung:



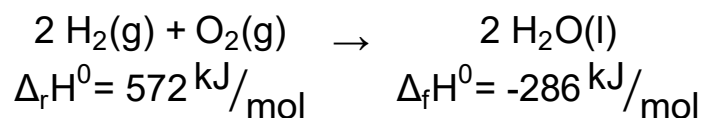
Mit den Ausleit-Schläuchen der Stahl-Flaschen lässt man das Wasser mit dem Spülmittel etwas aufschäumen.

Achtung 1: Zahl und Größe der Schaum-Blasen zusammen sind ein Maß für die Lautstärke des zu erwartenden Knalls! Richt-Größe: 10 - 20 Blasen mit $d = 1$ cm. Sonst sehr lauter Knall!!!

Achtung 2: bei Verwendung von Glas- oder Porzellan-Schalen diese bis ca. 1 cm unterhalb des Randes mit Wasser füllen. (Warum?) Mit einem langen Glimmspan werden die gefüllten Schaum-Blasen entzündet.

Beobachtung: Explosionsartige Reaktion.

Deutung:



Entsorgung: Wasser mit dem Spülmittel in den Ausguss.

Quelle: Schulbücher.

Diskussion: Explosion, hohe Reaktionsenthalpien, Unterschied $\Delta_r H^0$ und $\Delta_f H^0$

WWW:

- <https://www.pks.mpg.de/mpi-doc/quantumchemistry/ChemieAlltag/Wasser/wasser-movie.html> Animation der Reaktion im Kalotten-Modell (gif) 03.07.2020.
- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/fc/folien/f-deltag.htm> Von der Knallgas-Reaktion über die Atmungs-Kette zur Brennstoff-Zelle. 03.07.2020

9.3 Kaliumnitrat als Oxidationsmittel D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Oxidationsmittel, Oxidationsschmelze

B: Sicherheit beim Umgang mit brandfördernden Substanzen

Neugier: Mit Holzstäbchen (oder Gummibärchen) einen Vulkanausbruch auslösen

Material:

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

Chemikalien:

- **Kaliumnitrat**
CAS-Nr.: 7757-79-1



Achtung
H272
P210, P221



Durchführung:

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

Dann erhitzt man kräftig mit der Brenner-Flamme.

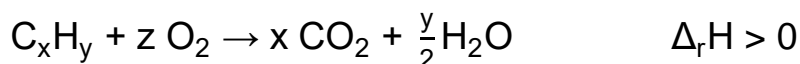
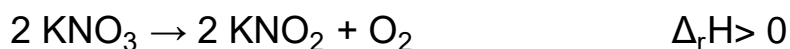
Wenn Gas-Blasen aufsteigen, wirft man Holz-Stückchen auf die Schmelze.

Nicht über das Reagenzglas beugen und hineinlinsen!!!

Die Schmelze für die folgenden Gruppen stehen lassen.

Beobachtung: Holz-Stückchen „verschwinden“ unter Zischen.

Deutung:



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.

9.4 Verbrennung in Wasserstoff-Atmosphäre

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Wasserstoff als brennbares, aber nicht verbrennungsförderndes Gas

E: Notwendigkeit von Sauerstoff für Verbrennungen

Neugier: Eine Kerze durch die Kraft der Gedanken an- und ausmachen.

Material:

- Stativ, lang
- Kerze, an einem langen Stab befestigt
- Muffe
- Standzylinder 2000 mL
- große Klammer

Chemikalien:

- **Wasserstoff**
CAS-Nr.: 1333-74-0



Gefahr

H220, H280

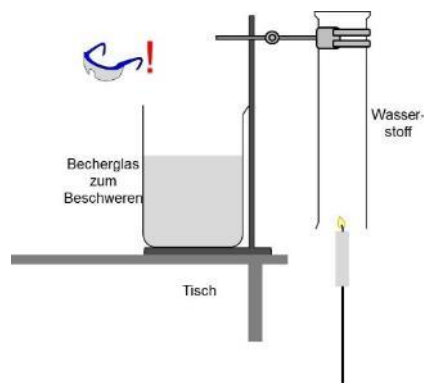
P210, P377, P381, P403

Durchführung: Ein Glas-Zylinder wird mit der Öffnung nach unten in ein Stativ gespannt und mit Wasserstoff befüllt. Auf Stand-Sicherheit achten!

Stativ-Fuß mit einem wassergefüllten Becherglas beschweren.

Von unten wird nun eine brennende Kerze in den Zylinder eingeführt.

Zieht man sie ganz langsam wieder nach unten heraus kann man sie wieder entzünden.



Beobachtung: Kerze erlischt

Deutung: Wasserstoff unterhält die Verbrennung nicht

Entsorgung: -

Quelle: Allgemeingut

Diskussion: Begründen Sie, warum Wasserstoff die Verbrennung nicht unterhält

9.5 Reaktion von Aluminium mit Brom D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Synthese / Große Affinität von Aluminium und Brom

K: Aktivierungsenergie und Energie-Profil

Neugier: Einen Vulkan simulieren.

Material:

- Reagenzglas, d= 30 mm
- Stativ, Muffe, Klammer
- Becherglas, 400 mL
- Kolbenhub-Pipette, 1 mL
- IR-Thermometer
- Löschsand

Chemikalien:

- Aluminium-Folie

- Brom

CAS-Nr.: 7726-95-6



Gefahr

H330, H314; H400

P210, P273, P304+P340, P305+P351+P338, P403+P233

- VE-Wasser

- Natriumhydroxid

CAS-Nr.: 1310-73-2

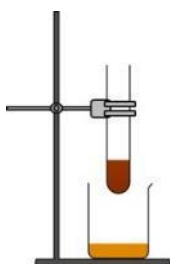


Gefahr

H290, H314

P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

Durchführung:



In das Reagenzglas ca. 1 - 2 mL Brom mit der Kolbenhub-Pipette einfüllen. Vorsicht: Brom hat eine sehr hohe Dichte!

Dann 1 - 2 etwa erbsengroße Kügelchen Alufolie hineinwerfen.

Nach ca. 10 Sekunden beginnt eine heftige Reaktion.

Für das Ziel Energie-Beteiligung kann das IR-Thermometer aus 5 - 10 cm Entfernung vorsichtig auf die Reaktionszone gerichtet werden.

Beobachtung 1: Es entsteht ein weißes, pulvriges Produkt, das sich oben an der Reagenzglas-Wand ablagert.

Das Thermometer zeigt eine Temperatur-Erhöhung an.

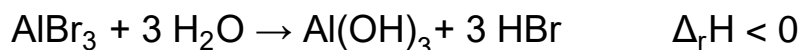
Deutung 1:



Durchführung 2: Das Produkt am Reagenzglas-Rand mit wenig Wasser anspritzen und lauschen.

Beobachtung 2: Ein Zischen ist zu vernehmen.

Deutung 2:



Energie-Profil?

Entsorgung: E15, mit Natriumhydroxid: E2.

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

Didaktischer Hinweis: ggf. Abdunkelung; Alufolie ca. 3 * 5 cm um Bleistift wickeln und als Röhren einwerfen.

9.6 Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Affinität als Bindungsfähigkeit, Reduktionsvermögen, Konkurrenz-Reaktion

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

Material:

- Standzylinder, 250 mL
- Tiegelzange
- Feuerzeug
- Glimmspan

Chemikalien:

- **Kohlenstoffdioxid**

CAS-Nr.: 124-38-9



Achtung

H280
P403

- **Magnesium-Band**

CAS-Nr.: 7439-95-4



Gefahr

H228, H261
P223, P210, P231+232, P370+378, P422

Durchführung:



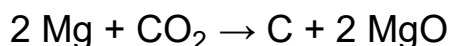
Boden des Zylinders ca. 3 cm hoch mit Wasser bedecken, dann mit Kohlenstoffdioxid füllen (Test des Füll-Zustandes?).

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

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

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

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



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

Entsorgung: E3

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

Diskussion: Gelegentlich wird eine Variante mit Natrium beschrieben.

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

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

9.7 Rosten

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

Kompetenz/Ziel:

F: Stille Oxidation, fördernde Faktoren.

E: Ableitung günstiger Reaktionsbedingungen aus chemischer Gleichung.

B: Bedingungen zur Vermeidung von Korrosion.

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

Material:

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

Chemikalien:

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

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

Durchführung:

Reagenzglas 1: mit Eisen-Nagel

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

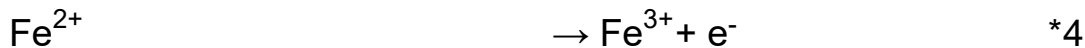
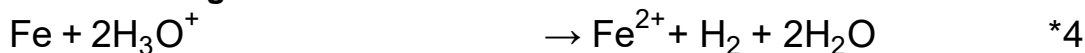
Reagenzglas 3: mit Eisen-Nagel und Wasser. Offen.



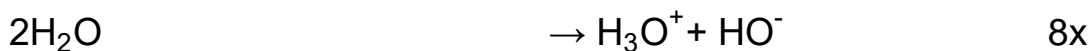
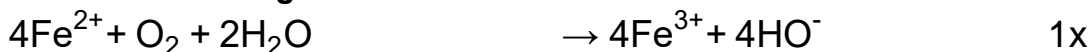
Beobachtung: Beobachtung nach 1, 2 und 3 Wochen. Bestes Rost-Ergebnis in Reagenzglas 3

Auswertung:

⇒ Säure nötig



→ Sauerstoff nötig



→ Wasser nötig

**Rost****Entsorgung:** Eisen-Nägeln 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.

9.8 Mehlstaub-Explosion D!

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

- F: Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Oberfläche, Zerteilungsgrad
- B: Feuer-Gefährlichkeit von Stäuben, Unfall-Gefahren

Neugier: Küchen sind doch gefährlich: Mehl explodiert.

Material:

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

Chemikalien:

- **Stärke**, ggf. rieselfähig
- eventuell **Bärlapp-Sporen**

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

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

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

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

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



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 CO_2 und $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ führt das zur Explosion.

Entsorgung: -

Quelle: unbekannt

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

Didaktischer Hinweis:

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



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

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

9.9 Pyrophores Eisen

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Analyse und Synthese, spontane Oxidation

Neugier: Eisen verbrennt von selber, ohne Anzünden

Material:

- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Klammer
- Brenner, Feuerzeug
- Pulver-Spatel
- Alufolie, als Unterlage

Chemikalien:

- Eisen(II)-oxalat-Dihydrat
CAS-Nr.: 6047-25-2



Achtung

H302, H312

P280, P301, P312, P363, P501

Durchführung:

Ins Reagenzglas ca. 1 cm hoch Eisenoxalat geben und unter Schüt-teln in der Brenner-Flamme erwärmen. Beobachtung?

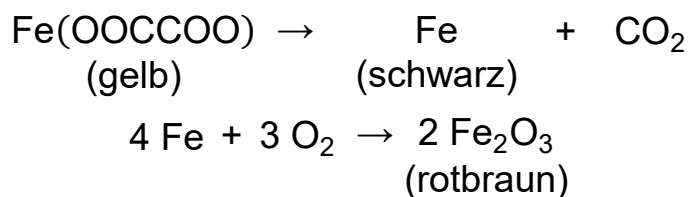
Wenn die Reaktion beendet ist, Produkt ca. 5 Minuten abkühlen las-sen (didaktische Gründe), dann aus der Höhe auf Alufolie ca. 40 * 80 cm ausgießen. Beobachtung?



Beobachtung 1: Es entweicht ein gasförmiges Produkt. Ggf. schlägt sich Feuchtigkeit am Reagenzglas-Rand ab. Es sollte durch Erhitzen entfernt werden.

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

Deutung:



Entsorgung: E3

Quelle: Haupt, P. Hahn, M.: Pyrophores Eisen – eine experimentelle Projektaufgabe. In: Chemie in der Schule 40. Jg. (1993), Heft 10, S. 359-363.

Diskussion: Analyse ohne Gift. Produkte.

Herstellung von pyrophorem Eisen auf einfache Art und Weise.

WWW: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ko02.htm> 3.7.2020 - Hintergrund.

9.10 Elektrochemische Korrosion D!

Zeitbedarf: 20 Minuten + 2 – 7 Tage Wartezeit, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Korrosion, Spannungsreihe, Redox-Potential, edle und unedle Metalle

B: Förderung der Korrosion durch Lokalelement-Bildung

Neugier: Wir können Rosten auch beschleunigen – z.B. an Nachbars neuem E-Bike

Material:

- Glasstab
- 2 Bechergläser, 100 mL
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Petrischale, d= 80 mm

Chemikalien:

- Eisen-Nagel
- Kupfer-Draht
d= 0,5 mm, L~4 cm, blank
- Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 13943-58-3
- Gelatine
CAS-Nr.: 9000-70-8

- Phenolphthalein-Lösung
ethanolisch (Indikator)
w= 0,1%
CAS-Nr.: 77-09-8



Gefahr

H350, H226, H319, H341

P201, P210, P305+P351+P338, P308+P313

Durchführung:

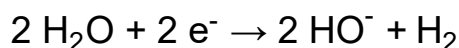
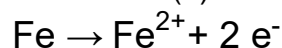


2,5 g Gelatine in 40 mL Wasser ca. 10 Minuten quellen lassen. 40 mL Wasser zum Sieden erhitzen, dann zur Gelatine geben und diese unter Rühren darin auflösen. 1 mL Phenolphthalein-Lösung und 10 Tropfen der Blutlaugensalz-Lösung zugeben. Der Ansatz reicht für drei Ansätze.

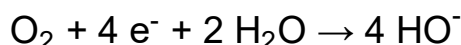
Eisen-Nagel in der Mitte 2 cm lang fest mit Kupfer-Draht umwickeln, in die Petrischale legen und mit der Gelatine-Lösung bis zur Hälfte übergießen. Nach dem Abkühlen abdecken und mehrere Tage stehen lassen (nicht länger, sonst Schimmel-Bildung).

Beobachtung: Um das Kupfer erscheint die Farbe des Phenolphthaleins in basischer Lösung, um den restlichen Teil des Nagels die des Berliner Blau.

Deutung: Es sind Hydroxid-Anionen und Eisen(II)-Kationen entstanden:



bzw.



Entsorgung: E3

Quelle: Dietrich, V.: Erprobte Experimente zur Korrosion und Korrosionsschutz im Chemieunterricht der Sek.II, PdN-Ch Heft 5, 1996, S. 21-28, verändert

Didaktischer Hinweis: Variante ohne Kupfer: beide Farben erscheinen ebenfalls, die Stellen erscheinen aber statistisch verteilt.

WWW: <http://www.fh-hof.de/index.php?id=1790> – Korrosion im Metallbau

9.11 Licht-Induzierte Redox-Reaktion

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Photographischer Prozess: Licht-Reaktion


E: Licht-Induzierte Redox-Reaktion

Neugier: Kaputt machen mit Licht

Material:

- Tiegelzange
- 2 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Stopfen, für Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- 2 Pasteur-Pipetten, Hütchen
- Alufolie
- Hand-Brenner

Chemikalien:

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

Achtung
H290, H315, H319, H410
P273, P302+P352, P305+P351+P338
- **Natriumchlorid**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7647-14-5
- **VE-Wasser**
- **Magnesium**-Band
CAS-Nr.: 7439-95-4

Vorbereitung: Salz-Lösungen herstellen, Konzentrationen müssen nur sehr grob eingehalten werden.

Durchführung 1: In einem der Reagenzgläser ca. 1 mL Silbernitrat-Lösung auf 10 mL verdünnen, dann mit 1 mL Natriumchlorid-Lösung versetzen.

Beobachtung 1: Es entsteht ein weißer Niederschlag

Deutung 1: Da die Löslichkeit von Silberchlorid sehr gering ist, entsteht dieses Salz und fällt in Form feinsten Flöckchen aus.

Durchführung 2: Die Aufschlammung gleichmäßig auf die beiden Reagenzgläser aufteilen, eines im Bereich der Flüssigkeit in Alufolie einwickeln und beide in das Gestell nebeneinanderstellen. Ein weiteres Stück Alufolie als „feuerfeste“ Unterlage vor das Reagenzglas-Gestell legen. Dann ca. 5 – 7 cm Magnesium-Band mit der Tiegelzange anfassen, im Brenner anzünden und neben den Reagenzgläsern abbrennen. Vorsicht: nicht direkt in die Flamme schauen!

Reaktionsprodukt auf der Unterlage ablegen, später einwickeln und entsorgen. Geschütztes Reagenzglas von der Alufolie befreien und die Farbe des Inhaltes mit dem ungeschützten vergleichen.

Beobachtung 2: Der weiße Niederschlag im ungeschützten Reagenzglas hat sich nach grau verfärbt.

Deutung 2:



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

9.12 Herstellung von Sicherheits-Zündhölzern D!

Zeitbedarf: 30 Minuten + 1 Tag Trockenzeit; Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Rolle von leicht entzündlichen Stoffen und Oxidationsmitteln

B: Anforderungen an ein Alltagsprodukt

Neugier: Streichhölzer selber machen – aber richtig große

Material:

- Reibschale, Pistill
- Magnetrührer, heizbar
- Glasstab
- Becherglas, 50 mL
- Becherglas, 25 mL
- Spatel
- kleiner Pinsel
- Glimmspäne, Zahn-Stoher
- Teesieb
- Petrischale, PS, d= 100 mm
- Papp-Streifen, ca. 3*10 cm
- Styropor-Block, ca. 5*10 cm, 2-4 cm dick, als Trocken-Gestell

Chemikalien:

- **Gelatine**
CAS-Nr.: 9000-70-8

- **Mangan(IV)-oxid**
CAS-Nr.: 1313-13-9



Achtung

H302+H332
P314

- **Schwefel-Pulver**
CAS-Nr.: 7704-34-9



Achtung

H315

- **Kaliumchlorat**
CAS-Nr.: 3811-04-9



Gefahr

H271, H302, H332, H411
P210, P221, P273

- **Phosphor, rot**
CAS-Nr.: 7723-14-0



Gefahr

H228, H412
P210, P273

Durchführung:

Köpfchen: 3 g Kaliumchlorat im Reibschale gut zerkleinern (verreiben), dann 0,35 g Schwefel und 0,15 g Mangan(IV)-oxid hinzusieben und gut mischen. 0,6 g Gelatine mit wenig Wasser im 50 mL Becherglas etwas quellen lassen, dann auf dem Magnetührer durch vorsichtiges Erwärmen unter Rühren mit dem Glasstab schmelzen und mit dem Gemisch zu einem Brei verrühren. Es muss sich eine Viskosität ergeben, die Köpfchen-Bildung erlaubt, also nicht krümelnd und nicht fließend.

Fertigung: Zünd-Kopf aus obigem Brei aufbringen und mind. 1 Tag trocknen lassen. In Styropor-Block einstecken.

Reibe-Streifen: 100 mg roter Phosphor wird in ca. 5 mL Wasser aufgeschlämmt (Becherglas 25 mL). Ein Pinsel-Strich davon wird auf dem Papp-Streifen über die gesamte Länge dünn aufgetragen. Über Nacht trocknen lassen.

Beschleunigung: Trockenschrank auf max. 80°C aufheizen, Hölzchen und Reibe-Streifen 15 Minuten trocknen. Köpfchen weitere 30 Minuten.

Beobachtung: Die Zündhölzer lassen sich an einer käuflichen oder an der selbst hergestellten Reibfläche zünden.

Glimmspäne und Zahnstocher sind aus Hart-Holz und brennen nicht immer leicht an.

Deutung:

Rolle der Komponenten:

- Köpfchen= Initial-Zünder
- Holz= Brenn-Material
- Kaliumchlorat= Oxidationsmittel
- Schwefel= Reduktionsmittel
- Gelatine= Bindemittel
- Mangan(IV)-oxid= Katalysator
- Phosphat/Paraffin= sichert gleichmäßiges Abbrennen des Holzes (in dieser Anleitung nicht verwendet)

Vergleich mit ersten Zündhölzern:

Köpfchen aus weißem Phosphor und Kaliumchlorat oder weißem Phosphor und Blei(IV)-oxid

Gefahren?

Entsorgung: E8; B2

Quelle: Braun, Th. M.; Kraemer, S.: Zündhölzer, PdN-Ch. 3; 1997, S. 44.

Diskussion/Demo: „Kracher“ mit Streichhölzchen.

9.13 Benzin-Explosion

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Explosion als schnelle Oxidation, Rolle des Luft-Sauerstoffs

B: Ermittlung der Explosionsgrenzen, Unfall-Gefahren

Neugier: Viel hilft nicht viel – oder doch nicht?

Material:

- Pasteur-Pipetten, Hütchen
- Haar-Trockner
- Experimentiersatz
- Plexiglas-Silo*

Chemikalien:

- **Petrolether**

SDB 40-60°C

CAS-Nr.: 64742-49-0



Gefahr

H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411

P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501

- **Petrolether**

SDB 60-80°C

CAS-Nr.: 64742-49-0



Gefahr

H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411

P201, P210, P301+P310, P331, P370+P378, P501

Durchführung 1:



8 Tropfen Petrolether 40 – 60°C werden in die Mitte des Plexiglas-Zylinders getropft. Der Deckel wird aufgesetzt, angedrückt und der Piezo-Zünder betätigt. Nach jeder Reaktion wird der Zylinder an der Luft jedes Mal mehrmals „ausgeleert“ oder mit dem Haar-Trockner kurz ausgeblasen, um die Verbrennungs-Gase zu beseitigen.

Beobachtung 1: Es tritt keine Reaktion ein

Durchführung 2: Der geschlossene Plexiglas-Zylinder wird mehrmals umgedreht, dann wird erneut gezündet

Beobachtung 2: Das Petrolether-Luft-Gemisch explodiert, der Deckel wird weggeschleudert

Durchführung 3: wie Durchführung 2, aber mit anderen Petrolether-Mengen (notieren!)

Beobachtung 3: Die Heftigkeit der Explosion wird notiert

Durchführung 4: Wie Durchführung 2 aber mit Petrolether SDB 60 – 80°C

Beobachtung 4: Die Heftigkeit der Explosion wird notiert

Deutung: Erst bei Vermischung der Benzin-Dämpfe mit Luft tritt eine Explosion ein. Mit geringeren oder größeren Benzin-Mengen ist sie weniger heftig, 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.

9.14 O: Effiziente Einspritzdüsen

Geschlossene Anleitung: 15.8

Moderne PKW mit Otto- oder Diesel-Motor arbeiten mit Kraftstoff-Einspritzdüsen, durch die der flüssige Kraftstoff im Brennraum fein verteilt wird. TDI steht beispielsweise für Turbodiesel-Direkt-Injektion.

Neben dem **Verteilungsgrad** der Flüssigkeit in der Brennkammer sind **Menge** und **Siedepunkt** des eingesetzten Kraftstoffs wichtig für die Steigerung der Verbrennungseffizienz. Diese beeinflusst wiederum Leistung und Umwelt-Verträglichkeit des Fahrzeugs.



Abb. 2: PKW mit TDI (Foto: IQ 2)

Ihre Aufgabe: Entwickeln Sie einen Modell-Versuch, mit dem Sie die Bedeutung einer korrekt funktionierenden Einspritzdüse demonstrieren können. Maximieren Sie dabei die Verbrennungseffizienz.

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Feuerzeug
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Chips-Dose mit Deckel und Loch
- Siedesteinchen (Hinweis: In Chips-Dose geben!)
- Glimmspan

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

- **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

Hinweis zur Durchführung: Verwenden Sie für einen Durchlauf maximal 14 Tropfen Petrolether.

„Lüften“ Sie die Dose nach jedem Durchlauf, sodass wieder ausreichend Sauerstoff enthalten ist.

10 Säuren und Basen, 20.06.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Indikatoren aufgabengerecht auswählen
2. Erklärung des Farbwechsels bei Indikatoren
3. Mehrere Methoden der pH-Messung

Fertigkeiten:

1. Sicherer Umgang mit konzentrierten Säuren (verdünnen)
2. Low-cost-Experimentiertechnik (Spritzen-Technik, „Microscale“) 3
3. Darstellung von Kohlenstoffdioxid
4. Darstellung von Wasserstoff
5. pH-Bestimmung mit Messkette
6. Durchführung Messwert-Erfassung am Computer 1 (Titration)

Inhalte:

1. Wasserentziehende Wirkung von konz. Schwefelsäure
2. Die stärkere Säure (bzw. Base) treibt die schwächere aus
3. Unterschied zwischen pH und pK_s
4. Gefährlichkeit von Basen für die Haut
5. Beispiel für einen Effekt-Versuch

Erfolgskontrollen:

1. Formulieren Sie den Farbwechsel eines Indikators als Gleichung.
2. Nennen Sie für drei selbstgewählte Indikatoren die Farben im Sauren, Neutralen und Basischen. Begründen Sie die Farbe im Neutralen.
3. Begründen Sie, warum man die Glucose-Formel, obwohl es sich um ein „Kohlen-Hydrat“ handelt, nicht so schreiben kann: $C_6(H_2O)_6$.
4. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Spritzen-Technik.
5. Beschreiben Sie die Darstellung von 10 verschiedenen Gasen in einem Gas-Entwickler.
6. Begründen Sie, warum man konz. Schwefelsäure nicht in einem PE-Becher verdünnen sollte.
7. Beschreiben Sie mit eigenen Worten den Unterschied zwischen pH und pK_s .
8. Begründen Sie, warum die Alltagseinschätzung „Cola zersetzt den Magen“ falsch sein muss.
9. Diskutieren Sie, unter welchen Umständen man „Säuren“ bzw. Salze im Unterricht essen kann.

10.1 Indikatoren

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Farben wichtiger Indikatoren im Sauren – Neutralen – Basischen

E: Definition und Eigenschaften eines Indikator-Farbstoffes

Neugier: 1. Säuren schmecken sauer, ist klar. Was, wenn man nicht probieren sollte?
2. Chemie ist bunt.

Material:

je Indikator:

- 3 Reagenzgläser, d= 30 mm

insgesamt:

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

Chemikalien:

- **Methylorange**-Lösung
w= 0,1%
CAS-Nr.: 547-58-0
- **Methylrot**-Lösung
w= 0,1%
CAS-Nr.: 493-52-7
- **Blaukraut**-Saft
- **Bromthymolblau**-Lösung
w= 0,1%
CAS-Nr.: 76-59-5
- ggf. weitere **Indikatoren**
(je Schüler einen)
- **Universal-Indikator** (flüssig)
 Achtung
- **Puffer**-Lösung
pH= 7
- **Salzsäure**
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7647-01-0
- **Natronlauge**
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 1310-73-2
- **VE-Wasser**

Durchführung: Alle Reagenzgläser werden zu ca. 80% mit VE-Wasser gefüllt, dann je eines pro Indikator mit ca. 1 mL Salzsäure, mit ca. 1 mL Puffer und mit ca. 1 mL Natronlauge versetzt. Dann je ca. 10 Tropfen Indikator-Lösung zugeben. Überprüfen Sie die Farben.

Beobachtung:

Indikator	Umschlagbereich	sauer	neutral	basisch
Methylorange	3,0 – 4,4	rot	gelb-orange	gelb-orange
Methylrot	4,4 – 6,2	violett-rot	gelb-orange	gelb-orange
Bromthymolblau	6,0 – 7,5	gelb	grün	blau
Blaukraut-Saft	mehrere	rot	grün	blau
Universal-Indikator	mehrere	rot	grün	blau

Deutung: Ein einzelner Indikator zeigt in der Regel nur zwei unterschiedliche Farben. Die Farbe im Neutralen hängt von der Lage des Umschlag-Bereiches ab: liegt der im Sauren, findet man bei pH= 7 die Base anzeigende Farbe, liegt er im Basischen, findet man die Säure anzeigende Farbe, liegt er im Neutralen, können Mischfarben auftreten.

Entsorgung: E1

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

Variante: Sinnvoll ist der Einsatz von Zellkultur-Platten („Wellplate 6“) bzw. laminiertes 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

10.2 Absorptionsspektrum eines Indikators

10.2.1 Mit einem Spektral-Photometer für den schulischen Gebrauch (z.B. Vernier)

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Farb-Spektrum von Bromthymolblau

E: Handhabung eines Spektral-Photometers

Material:

- Pasteur-Pipetten, Hütchen
- Spektral-Photometer Vernier
- 4 Küvetten mit Deckel

Chemikalien:

- Bromthymolblau-Lösung

w= 0,1%
CAS-Nr.: 76-59-5

- Methylrot-Lösung

w= 0,1%
CAS-Nr.: 493-52-7

- Bromkresolgrün-Lösung

w= 0,1%
CAS-Nr.: 76-60-8

- Lackmus-Lösung

w= 1%

- Ethanol (Spiritus)

CAS-Nr.: 64-17-5



Gefahr

H225, H319

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

Vorbereitung: Photometer mindestens 8 Stunden im Voraus aufladen (Orange LED: Ladevorgang, grüne LED: vollgeladen).

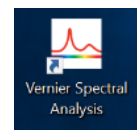
Zur Installation der Software auf folgenden Link gehen:

<https://www.vernier.com/product/spectral-analysis/>

je nach verwendetem Gerät die entsprechende Software auswählen:



Bei Smartphones, Tablets, etc. über den Google Play Store oder den App Store downloaden. Ausführen wählen. Beim Installieren wird automatisch ein Icon zum Starten des Programms auf dem Desktop gezeigt:



Durchführung:

- Verbinden via Bluetooth
- Spektrometer einschalten. Die Bluetooth-LED blinkt
- Das Programm „Vernier Spectral Analysis“ starten
- „Koppeln Sie ein Spektrometer“ anklicken
- „Spectro Vis Plus 0012314“ aus der Liste der angezeigten Geräte wählen
- Die Bluetooth-LED leuchtet jetzt (kein Blinken mehr)
- „Erledigt“ klicken, um in den „data-collection mode“ zu gelangen
- Die Messung kann beginnen

Alternativer Anschluss über USB-Kabel: Blinken aus Schritt 2 sowie dauerblaues Leuchten aus Schritt 6 entfallen.

Es gibt verschiedene Messvarianten:

1. Absorptionsgrad
2. Über die Wellenlänge – Aufnahme eines vollständigen Spektrums
3. Über die Konzentration – Beer'sches Gesetz
4. Gegen die Zeit – für kinetische Experimente
5. % Transmittance
6. Fluoreszenz
7. Emission: Verschiedene Messungen mit dem Spektrometer-Fühler, z. B. Flammenfärbung
8. Advanced Full Spectrum

Messung des Absorptionsgrades – Wellenlänge

1. Absorptionsgrad über die Wellenlänge wählen
2. Den Instruktionen zur Kalibrierung folgen. Darauf achten, dass die Küvette mit der klaren Seite in Richtung der Lichtquelle eingesetzt ist (Pfeil!). Die Küvette für die Kalibrierung zu ca. $\frac{3}{4}$ mit dem Lösungsmittel (hier: Ethanol) befüllen, indem auch der Farbstoff gelöst ist. ACHTUNG: Für einige org. Lösungsmittel sind die Küvetten nicht geeignet, z. B. Aceton.
3. Die Küvette für die Messung zu $\frac{3}{4}$ mit der Probe befüllen und in den Küvetten-Schacht stellen
4. „Erfassen“ klicken
5. „Stopp“ klicken, um die Messung abzuschließen
6. Zum Speichern nach der Messung oben links auf „namenlos“ bzw. den angezeigten Dateinamen klicken, „speichern“ wählen, Namen eingeben, „Speichern“. Die Datei wird automatisch in einem von Vernier angelegten Ordner gespeichert.
7. Weitere Farbstoff-Spektren aufnehmen: zweite Probe einstellen und auf „erfassen“ dann auf „Stopp“ klicken. Das neue Spektrum wird aufgenommen und in die bereits vorhandene Graphik integriert. Mit den übrigen Proben ebenso verfahren.
8. Zur Erstellung einer neuen Graphik eine neue Messung starten: Auf „namenlos“ bzw. den angezeigten Dateinamen klicken, „neuer Versuch“ wählen, Messvariante auswählen... .
9. Die Daten können exportiert werden

Hinweise für eine gute Messung: Die Probe muss ausreichend verdünnt sein, unter 1 mol/L, um ein aussagekräftiges Spektrum zu erhalten.

Aufnahme eines Emissionsspektrums mit dem Spektrometer-Fühler

1. Das rechteckige Ende des Spektrometer-Fühlers in den Küvetten-Schacht stecken
2. Das Programm „Vernier Spectral Analysis“ starten
3. „Koppeln Sie ein Spektrometer“ anklicken
4. „Spectro Vis Plus 0012314“ aus der Liste der angezeigten Geräte wählen
5. Die Bluetooth-LED leuchtet jetzt (blinkt nicht mehr)
6. „Erledigt“ anklicken, um in den „Data-collection mode“ zu gelangen
7. Das passende Emissions-Experiment aus der Liste auswählen und den Hinweisen folgen
8. Es erfolgt keine Kalibrierung
9. Das Ende des Spektrometer-Fühlers in Richtung der Lichtquelle halten
10. „Erfassen“ wählen
11. „Stopp“ zur Beendigung der Messung wählen
12. Zur Optimierung der Messung kann die Entfernung des Fühler-Endes zur Lichtquelle variiert werden

Entsorgung: Ausguss

Quelle: Handbuch Vernier Spektrometer, angepasst Ulrike Borken / Dr. Petra Oberpaul.

10.2.2 Mit einem professionellen Spektral-Photometer

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Farb-Spektrum von Bromthymolblau

E: Handhabung eines Spektral-Photometers

Material:

- **Pasteur-Pipetten, Hütchen**
- 4 Rund-Küvetten mit Deckel
- Spektral-Photometer

Chemikalien:

- **Bromthymolblau-Lösung**
w= 0,1%
CAS-Nr.: 76-59-5
- **Salzsäure**
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7647-01-0
- **Puffer-Lösung**
pH= 7
- **Natronlauge**
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 1310-73-2
- **VE-Wasser**

Durchführung: Das Photometer wird zunächst für 15 Minuten eingeschaltet, dann erst läuft die Lichtquelle konstant. Benötigt werden 3 Messungen:

2. im Sauren,
3. bei pH= 7,
4. im Basischen.

Für jede Messung sind folgende Schritte nötig:

- Messung Spektrum auswählen
- In eine Küvette wird mindestens 4 cm hoch das Medium (Salzsäure, Puffer oder Lauge) gefüllt
- Am Beginn einer Messreihe verlangt das Photometer die Erstellung eines Leerwert-Spektrums.
Leerwert-Probe aus 2. einsetzen, Blank Zero drücken. Das Photometer nimmt das Leerwert-Spektrum auf (dauert ca. 5 Minuten)
- Küvette entnehmen, 5 Tropfen Bromthymolblau-Lösung zugeben und wiedereinsetzen. Zum Starten der Messung Start Enter drücken. Die Messung dauert ca. 5 – 7 Minuten.
- Das Spektrum per Hand skizzieren und auf USB-Stick speichern
- Beobachtung: Zeichne im Labor-Buch.

Deutung: Das Spektrum der neutralen Lösung zeigt eine Kombination der Extinktionen der Lösungen von Bromthymolblau im Sauren und Basischen.

Die verschiedenen Formen des Bromthymolblau stehen in einem durch die Oxonium-Ionen-Konzentration bestimmten Gleichgewicht.

Entsorgung: Ausguss

Quelle: verschiedene Quellen, angepasst

Diskussion: Änderung der Gleichgewichtslage durch verschiedene pH-Werte.

Aufbau und Arbeitsweise eines Universal-Indikators.

10.3 O: „Essigsäure ist doch nicht gefährlich!“

Geschossene Anleitung: 15.9

Über das Gefahren-Potenzial von Säure-Base-Reaktionen haben Lernende sehr unterschiedliche Vorstellungen. So gilt Essigsäure „in der Chemie“ als ätzende und giftige Substanz, im Alltag jedoch als harmlos (Musli, 2004). Um Ihren Lernenden das Gefahren-Potenzial von reiner Essigsäure zu demonstrieren, bestimmen Sie den pH-Wert von Eisessig ($w= 100\%$) mit pH-Papier, indem Sie einen längeren Streifen direkt in die Chemikalien-Flasche halten.

Ihre Aufgabe:

1. Berechnen sie zunächst den pH-Wert, den Sie für reine Essigsäure erwarten. Nutzen Sie dazu folgende Angaben:

$$\rho(\text{CH}_3\text{COOH})= 1,05 \text{ g/cm}^3$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH})= 60,052 \text{ g/mol}$$

$$pK_S(\text{CH}_3\text{COOH})= 4,75$$

$$pH= 0,5 (pK_S - \log(HA))$$

2. Messen Sie anschließend selbst den pH-Wert von Eisessig direkt in der Chemikalien-Flasche (sofort wieder verschließen).
3. Geben Sie mit einer Pasteur-Pipette zu Eisessig in einem Becherglas tropfenweise Wasser zu und verfolgen Sie die Veränderung von pH und Leitfähigkeit.
4. Erklären Sie das beobachtete Verhalten der Essigsäure und beurteilen Sie, inwieweit es Ihren Erwartungen nicht entsprochen hat.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Becherglas
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Leitfähigkeitsprüfer
- Universalindikator-Papier

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

- **VE-Wasser**
- **Essigsäure** (Eisessig)
w= 100%
CAS-Nr.: 64-19-7

Gefahr
H226, H290, H314
P210, P280, P301+P330+P331,
P305+P351+P338, P308+P310

Entsorgung: E2 (Vorsicht, schäumt)

10.4 Hygroskopische Wirkung von Schwefelsäure

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Schwefelsäure reagiert stark exotherm mit Wasser: Wasser-Entzug

E: Kohlenstoff als Basis der organischen Chemie

Neugier: Wenn Schwefelsäure durstig ist....

Material:

- **Becherglas**
(Sicherung für das Reagenzglas)
- **Glasstab**
- **Trichter**
- **Erlenmeyerkolben, 500 mL**
- **altes Reagenzglas, d= 30 mm**
- **Alufolie**
- **Faltenfilter**

Chemikalien:

- **Natriumhydroxid**
CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338,
P308+P310

- **Saccharose**
(Haushaltszucker)
CAS-Nr.: 57-50-1

- **Schwefelsäure (konz.)**
w= 96%
CAS-Nr.: 7664-93-9



Gefahr

H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338,
P308+P310

Durchführung:

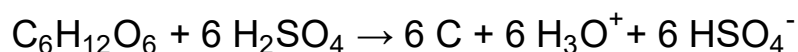


In das Reagenzglas gibt man ca. 2 cm hoch Saccharose. Dann setzt man so viel konz. Schwefelsäure zu, dass der Zucker ganz bedeckt ist. Ggf. mit dem Glasstab kurz umrühren

Beobachtung: Es entsteht zunächst eine zähe gelbe, dann eine schwarze schwammartige Masse mit typischem Geruch.



Deutung: Schwefelsäure entzieht dem Zucker Wasser, dabei bleibt Kohlenstoff übrig. Weiter-Reaktion zu Kohlenstoffdioxid und Schwefeldioxid. Stark idealisierte Gleichung:

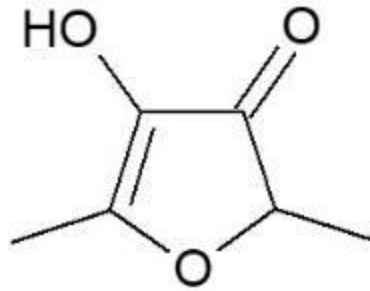


Entsorgung: Die schwarze Masse im Faltenfilter mit Wasser spülen, Filtrat mit Natriumhydroxid neutralisieren, dann in den Ausguss. Rückstand in Alufolie einpacken, in den Hausmüll.

Quelle: Allgemeingut bzw. Schulbücher

Diskussion: ..., ob die Reaktion reversibel ist

Hintergrund: Der „typische Geruch“ stammt von einem Dehydratations- und Umlagerungsprodukt der Glucose: 2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanon. Diese Verbindung mit brenzlichem Geruch kommt im natürlichen Ananas-Aroma vor.



Didaktischer Hinweis: Formel des Zuckers $C_6(H_2O)_6$ („Kohle-Hydrat“)? Der Versuch zeigt die begrenzte Aussage-Kraft von Molekül-Formeln gegenüber Struktur-Formeln.

Hinweis auf (reversiblen) Wasser-Entzug bei Kupfersulfat-Pentahydrat

10.5 Darstellung von Gasen

10.5.1 Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Darstellung von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff

E: Darstellung von Gasen mit low-cost Gas-Entwickler-Apparatur.

Neugier: Gas-Entwickler für die Westentasche

Material:

- 2 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Pulver-Spatel
- 2 Stopfen A mit 2 Kanülen („rosa“ 1,2*40 mm)
- 1 Spritze, 10 mL
- Aktivkohle-Absorptionsröhrchen
- Glimmspan
- 5 Luer-Lock Spritzen, 20 mL
- 5 Luer-Spritzen-Stopfen

Chemikalien:

- **Marmor**-Stück
- **Calciumcarbonat**
CAS-Nr.: 471-34-1
- **Zink**-Pulver
CAS-Nr.: 7440-66-6
- **Salzsäure**
c= 2 mol/L
CAS-Nr.: 7647-01-0



Gefahr

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



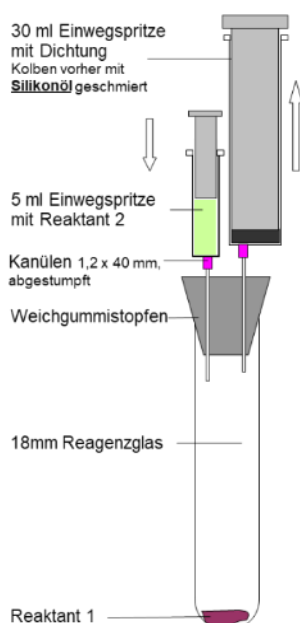
Achtung

H290

- **Chemikalien für weitere Gase**
siehe Tabelle S. 187

Durchführung:

Aufbau mit Spritzen nach V. Obendrauf im Halbmikro-Maßstab:



Die 5 mL Einweg-Spritze mit dem jeweils für das herzustellende Gas benötigten Reaktant 2 auffüllen. In das Reagenzglas ca. 3 – 5 g von dem zugehörigen Reaktant 1 geben. Eine 30 mL Spritze mit Dichtung auf die zweite Kanüle im Stopfen aufsetzen und anschließend den Reaktant 2 tropfenweise ins Reagenzglas zutropfen. Zur Erzeugung von CO_2 : 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.

$$\rho(\text{H}_2) = 0,09 \text{ g/L}$$

$$\rho(\text{Luft}) = 1,29 \text{ g/L}$$

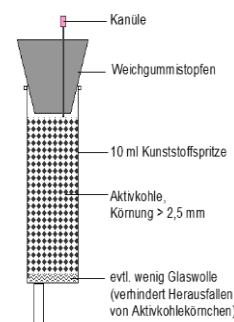
$$\rho(\text{CO}_2) = 2 \text{ g/L}$$

ggf. Glimmspan-Probe bzw. Knallgas-Probe durchführen.

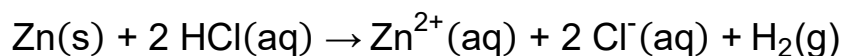
HINWEIS: Die Gas-Entwicklung ist meist so stark, dass der Stempel der großen Spritze nach oben gedrückt wird. Dennoch den Stempel zwischendurch leicht bewegen, um zu testen, ob er klemmt.

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) beseitigt werden.



Entsorgung: **E1**, zum Stoppen bzw. dem Verhindern toxischer Gase die vorletzte Spalte der Tabelle beachten!

Quelle: Nach Prof. Dr. Viktor Obendrauf

Diskussion: Darstellung anderer Gase nach gleichem Prinzip: Chlor, Methan, Ethin, Chlorwasserstoff. Edukte dafür?

Didaktischer Hinweis: Gas-Entwickler für diese Gase können mit Absorptionsröhrchen gesichert werden, die man mit Aktivkohle Körnung ca. 2,5 mm befüllt und auf die Kanüle aufsetzt. Eine 10 mL-Spritze wird ohne Kolben befüllt.

WWW: Materialsammlung Waltraud Habelitz-Tkotz

10.5.2 Ammoniak D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende/1

Kompetenz/Ziel:

F: Darstellung von Ammoniak (gasförmig)

E: Austreiben von schwächeren Säuren und Basen durch Stärkere

Neugier: ???

Material 1:

- Tropftrichter mit Druckausgleich
- Gummi-Schlauch-Stück
- gebogenes Einleitungsrohr
- Stativ, Muffe, Klammer
- Standkolben, 100 mL
- Spatel

Material 2:

- 2 Reagenzglas, d= 7,5 mm
- Stopfen A mit 2 Kanülen (1,4*50 mm)
- Stopfen B mit 1 Kanüle (0,6*60 mm)
- Spritze, 5 mL
- Spatel
- Reagenzglas-Gestell
- Gummi-Schlauch-Stück
- Absorptionsröhrchen

Chemikalien:

- **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

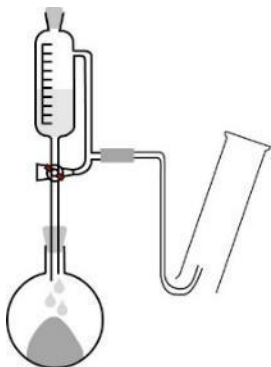
- **Natriumhydroxid**
CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338,
P308+P310

Durchführung 1: Traditioneller Aufbau mit Glas-Laborgeräten, Makro-Maßstab:

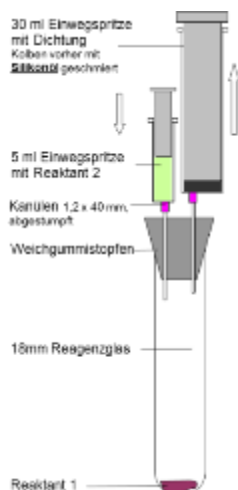


Durch langsames Zutropfen der konz. Ammoniak-Lösung zu Natriumhydroxid lässt sich die Gas-Entwicklung grob steuern. Das entstehende Gas wird in einer Waschflasche für den nächsten Versuch aufgefangen.

$$\rho(\text{NH}_3) = 0,6 \text{ g/L}$$

$$\rho(\text{Luft}) = 1,29 \text{ g/L}$$

Durchführung 2: Alternativer Aufbau mit Spritzen nach V. Obendrauf im Halbmikro-Maßstab, vgl. Versuch 10.5.1, Seite 186



Durch langsames Zutropfen der konz. Ammoniak-Lösung aus der 5 mL-Spritze zu Natriumhydroxid lässt sich die Gas-Entwicklung grob steuern.

Das entstehende Gas wird mittels Luer-Lock-Spritze 30 mL aufgefangen und diese mit einem Stopfen verschlossen.

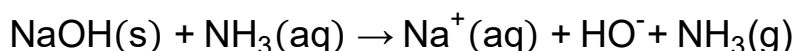
$$\rho(\text{NH}_3) = 0,6 \text{ g/L}$$

$$\rho(\text{Luft}) = 1,29 \text{ g/L}$$

HINWEIS: Prüfung der Kanülen vor der Durchführung mit Hilfe einer Spritze auf Durchlässigkeit bzw. Rost! Verstopfte Kanülen entsorgen!

Beobachtung: Im Reaktionsgefäß entwickeln sich Gas-Blasen. Der Stempel der Luer-Lock-Spritze wird nach oben gedrückt (ggf. etwas nachhelfen und den Stempel leicht anheben).

Deutung:



Die stärkere Base NaOH ($\text{p}K_{\text{S}} = 15,74$) setzt die schwächere Base NH_3 ($\text{p}K_{\text{S}} = 9,25$) frei

Entsorgung: E1

Quelle: Schulbücher und V. Obendrauf in Chemie & Schule, 2001

Diskussion: Darstellung anderer Gase nach gleichem Prinzip: Chlor, Kohlenstoffdioxid, Methan, Ethin, Chlorwasserstoff, Stickoxide. Edukte dafür?

Sicherheit: Ammoniak und Chlorwasserstoff, sind in der Gefahrstoff-Liste markiert mit „für Schüler-Versuchen nicht untersagt, aber Ersatzstoff-Prüfung von besonderer Bedeutung“. Einsatz nur mit geübten Lernenden.

Didaktischer Hinweis: Gas-Entwickler sollten (v. a. bei längerem Gebrauch) mit Absorptionröhrchen gesichert werden, die man mit Aktivkohle der Körnung ca. 2,5 mm befüllt und auf den Tropftrichter bzw. die Kanüle aufsetzt. Bei Spritzen-Versuchen wird eine 10 mL-Spritze ohne Kolben befüllt. Bei einer Füllmenge von 3 – 4 g ergibt sich eine Absorptionskapazität von mindestens 300 mL Gas. Dadurch und durch den Einsatz nur geringer Stoffmengen können die Experimente u. U. ohne Abzug durchgeführt werden.

WWW: http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Chemie/ch_hclga.htm, 03.07.2020; Experimentbeschreibung und Bild.

10.5.3 Übersicht über Reaktions-Partner zur Herstellung verschiedener Gase in Microscale-Technik

Erzeugtes GAS	Reaktant 1 im Überschuss (3 – 5 g) im Gas-Entwickler deponieren	Reaktant 2 tropfenweise aus der 2 mL-Spritze zudosieren	sammelbares Gas-Volumen pro 0,5 mL Reaktant 2	Gas-Entwicklung stoppen oder Vernichtung toxischer Gase vor Zerlegen des Gas-Entwicklers	Hilfreiche Tricks und Tipps zur Reaktionsoptimierung
Ammoniak	NaOH (s)	konz. Ammoniak-Lösung w=25%	> 50 mL	wie bei Wasserstoff	NH ₃ -Lösung besonders langsam zutropfen, Gas-Entwickler mit Adsorptionsröhrchen verschließen
Chlor	KMnO ₄	konz. Salzsäure	> 25 mL	verd. NaOH durch Kanüle zugeben	Gummi-Dichtung unbedingt ölen, Adsorptionsröhrchen unerlässlich
Ethen	5 g Molekularsieb in Perlform (Merck Nr. 105705) u. konz. H ₂ SO ₄	Ethanol	> 200 mL	Kühlen im Wasserbad	Molekularsieb vorher erhitzen, um Wasser auszutreiben; zur Reaktionsauslösung vorsichtig – nicht zu stark (Ether-Bildung!) erhitzen
Ethin	CaC ₂ (kleines Stück oder als Granulat von Celamerck Wühlmausgas-Arrex)	Wasser	> 140 mL	Carbid bei aufgesetztem Aktivkohle-Röhrchen mit Wasser abreagieren lassen	Das geruchsintensive Nebenprodukt Phosphin muss mit dem Adsorptionsröhrchen gebunden werden
Kohlenstoffdioxid	Na ₂ CO ₃	verd. Salzsäure w=10%	> 30 mL	wie bei Wasserstoff	HCl-freies CO ₂ erhält man durch Vorschalten eines Aktivkohle-Röhrchens
Sauerstoff	MnO ₂ -Tabletten (5 Stück)	Wasserstoffperoxid w= 10%	> 30 mL	wie bei Wasserstoff	MnO ₂ -Tabletten: Vermischen von aktivem (!!!) MnO ₂ -Pulver u. Zement (Massenteile 3:2), anfeuchten mit Wasser, in leere Blisterpackung einfüllen und verfestigen lassen
Schwefeldioxid	Na ₂ SO ₃	verd. Salzsäure w= 10%	> 15 mL	verd. NaOH durch Kanüle zugeben	Erhitzen erhöht Ausbeute, Adsorptionsröhrchen verwenden
Wasserstoff	Zn (granuliert)	konz. Salzsäure	> 60 mL	Reaktionsgemisch im Gas-Entwickler verdünnen (durch Kanüle viel Wasser zudosieren)	Zn mit etwas CuSO ₄ -Lösung aktivieren
	Mg-Späne	verd. Salzsäure w = 10%	> 20 mL		Reaktion mit Mg verläuft unter stärkerer Wärme-Entwicklung
Wasserstoffchlorid (Chlorwasserstoff)	NaCl	konz. Schwefelsäure	> 60 mL	wie bei Wasserstoff	Gas-Entwickler erwärmen, beschleunigt Reaktion

10.6 Springbrunnen-Versuch D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Lösevermögen von Gasen in Wasser

E: Dissoziation von Basen in Wasser

Neugier: Springbrunnen ohne Pumpe/Strom

Material 1:

- Waschflasche oder Rundkolben
- Gummi-Stopfen mit Bohrung
- Glas-Rohr, d= 7 mm, mit Spitze
- pneumatische Wanne
- Stativ, Muffe, Klammer

Material 2:

- Spritze, 20 mL (mit Gummi-Dichtung)
- Becherglas, 50 mL
- Stopfen B mit Kanüle 0,6*60 mm
- Reagenzglas, d= 7,5 mm

Chemikalien:

- VE-Wasser

- Ammoniak (g)
CAS-Nr.: 7664-41-7



Gefahr

H221, H280, H331, H314, H400
EUH071
P210, P260, P280, P273, P304+P340,
P303+P361+P353, P305+P351+P338, P315,
P377, P381, P405, P403

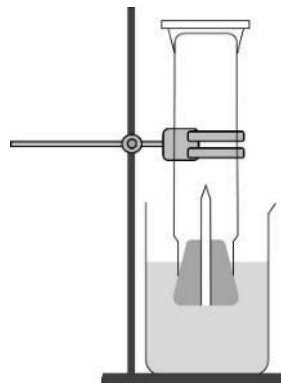
- Phenolphthalein-Lösung
ethanolisch (Indikator)
w= 1%
CAS-Nr.: 77-09-8



Gefahr

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

Durchführung 1 (Lehrende): Traditioneller Aufbau im Makro-Maßstab:



In den trockenen Zylinder einer Waschflasche leitet man Ammoniak-Gas ein und verschließt mit einem durchbohrten Stopfen, in dem ein Glas-Rohr mit der Spitze nach innen steckt. Dann taucht man den Zylinder mit der Öffnung des Glas-Röhrchens in eine genügend tiefe, mit Wasser gefüllte Glas-Wanne.

Durchführung 2 (Lernende): Alternativer Aufbau mit Spritzen nach V. Obendrauf, Halb-mikro-Maßstab:

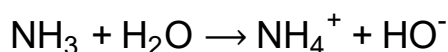


In das trockene Reagenzglas leitet man Ammoniak-Gas ein, hergestellt nach Versuch 8.3b und verschließt mit Stopfen B. Im Becherglas werden ca. 30 mL Wasser mit 5 Tropfen Phenolphthalein-Lösung versetzt und daraus die 20 mL Spritze gefüllt. Diese Spritze auf die Kanüle von Stopfen B aufsetzen. Die Reaktion startet, sobald einige Tropfen Wasser eingespritzt wurden.

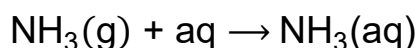
Leichtgängige Spritzen verwenden! (Gummi-Lippen mit Silicon-Öl fetten)

Beobachtung: Wasser spritzt in das Gefäß von selbst hinein

Deutung: Der gasförmige Ammoniak reagiert mit Wasser zur basischen Lösung. Diese nimmt weniger Volumen ein, als das Ammoniak-Gas. Deshalb entsteht in der kleinen Flasche ein Unterdruck, der mehr Wasser nachzieht, welches dann z. T. auch mit Ammoniak reagiert.



Bzw. vereinfacht:



Ammoniak-Gas löst sich sehr gut in Wasser: 1.142 Liter Gas je Liter Wasser bei 0°C

HCl (g): 525 Liter

Entsorgung: E1

Quelle: Schulbücher (1) bzw. V. Obendrauf in Chemie & Schule, 2001





Diskussion: Variante mit Chlorwasserstoff

Dieser Versuch kann in verschiedenen Artikulationsstufen der Unterrichtsplanung eingesetzt werden und bspw. zur Problem-Findung, als Erarbeitungs- oder Bestätigungsexperiment dienen.

In den ersten beiden Varianten kann die Deutung als Ausschnitt der Teilchen-Ebene erfolgen. Eine mögliche Fragestellung kann lauten:

„Skizziere die Teilchen, die sich in der kleinen, oberen Injektionsflasche bei Durchführung 1 und in der oberen Flasche der Durchführung 2 befinden.“

Ebenfalls wäre denkbar, dass man für die Beobachtung in Durchführung 2 verschiedene Hypothesen oder Teilchen-Bilder vorgibt und Lernende sie erst beschreiben und dann begründen sollen, welches davon das richtige ist:

Mögliche Hypothesen	Zugehörige Teilchen-Bilder
Wasserstoffchlorid löst sich in Wasser.	
HCl-Moleküle nehmen ein H^+ -Ion aus einem H_2O -Molekül auf und werden zu H_2Cl^+ -Ionen und HO^- -Ionen.	
HCl-Moleküle geben ein H^+ -Ion ab, das von H_2O -Molekül aufgenommen wird. Dabei entstehen H_3O^+ - und Cl^- -Ionen.	
HCl-Moleküle reagieren mit H_2O -Molekülen zu H_3Cl -Molekülen.	

Entsorgung: Ammoniak-Bildung durch Zugabe von etwas saurer Lösung oder größerer Mengen an Wasser stoppen. Lösungen in **B1** (anorganisch, wässriger Abfall)

Quelle: Anleitung nach Peter Schwarz, verändert durch Waltraud Habelitz-Tkotz

10.7 Verdünnen konzentrierter Säuren

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lehrende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Berechnung von Einwaagen für Lösungen bestimmter Konzentration

B: Sicherheit beim Verdünnen von Säuren oder Laugen

Neugier: Handwerk des Lehrenden: Säuren der gewünschten Konzentration aus Konzentrierten selber herstellen

Material:

- **Becherglas, 100 mL**
- **Magnetrührer, regelbar**
- **Rührstäbchen, -Entferner**
- **Glas-Thermometer oder**
- elektronisches Thermometer mit Temperatur-Sonde
- Mess-Pipette, 20 mL
- Mess-Pipette, 5 mL
- **Peleusball**

Chemikalien:

- **Schwefelsäure** (konz.)

w= 96%

CAS-Nr.: 7664-93-9



Gefahr

H290, H314

P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338,

P308+P310

- Vorratsflache für **Schwefelsäure** (stark angesäuertes Wasser)

w= 20%

CAS-Nr.: 7664-93-9



Gefahr

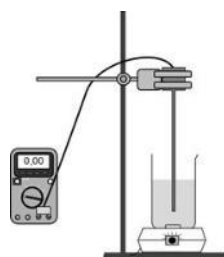
H290, H314

P280, P305+P351+P338, P310

Durchführung 1: In das Becherglas 10,4 mL Wasser vorlegen, Thermometer einhängen und 9,6 mL konz. Schwefelsäure langsam zufließen lassen.

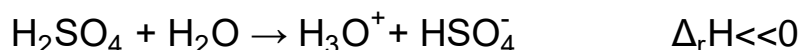
Mit dem Thermometer etwas umrühren.

Temperatur-Verlauf beobachten.



Beobachtung 1: Die verdünnte Schwefelsäure erreicht eine Temperatur von über 100°C (Erfahrung: 112°C).

Deutung 1: Die zugrundeliegende Protolyse ist stark exotherm:



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:

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) * V(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

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

10.8 Zauber-Wasser

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: „Zaubern“ lässt sich durch Chemie erklären / „Neue“ Eigenschaften zeigen Stoff-Änderung an







B: Unterscheidung physikalischer und chemischer Reaktion

Neugier: Ein weiterer Beweis (falls der noch nötig ist), dass Chemielehrer zaubern können

Material:

- 8 Bechergläser, 250 mL hohe Form
- Alternativ: 8 Sekt-Gläser
- **Pasteur-Pipetten, Hütchen**
- **Spatel**

Chemikalien:

- **VE-Wasser**
- **Kaliumhexacyanoferrat-(III)**
CAS-Nr.: 13746-66-2
- **Natriumsulfit**
CAS-Nr.: 7757-83-7
- **Phenolphthalein-Lösung**
ethanolisch (Indikator)
w= 1%
CAS-Nr.: 77-09-8
 Gefahr
H350, H226, H319, H341
P201, P210, P305+P351+P338, P308+P313
- **Natronlauge**
w= 30%
CAS-Nr.: 1310-73-2
 Gefahr
H290, H314
P280, P308+P310, P303+P361+P353, P305+P351+P338
- **Schwefelsäure (verd.)**
w= 10%
CAS-Nr.: 7664-93-9
 Gefahr
H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310
- **Kaliumpermanganat (s)**
CAS-Nr.: 7722-64-7
 Gefahr
H272, H302, H314, H410
P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501
- **Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat**
CAS-Nr.: 7782-63-0
 Achtung
H302, H315, H319
P305+P351+P338
- **Kaliumthiocyanat**
CAS-Nr.: 333-20-0
 Achtung
H412, EUH032, H302+H312+H332
P273, P302+P352

Vorbereitung: Bechergläser mit minimalen Stoff-Mengen (am besten kaum sichtbar) auf dem Boden präparieren und in dieser Reihenfolge aufstellen:

Glas 1: 5 Tropfen Natronlauge unsichtbar auf dem Glas-Boden verteilt

Glas 2: 3 Tropfen Phenolphthalein-Lösung

Glas 3: 15 Tropfen Schwefelsäure unsichtbar auf dem Glas-Boden verteilt

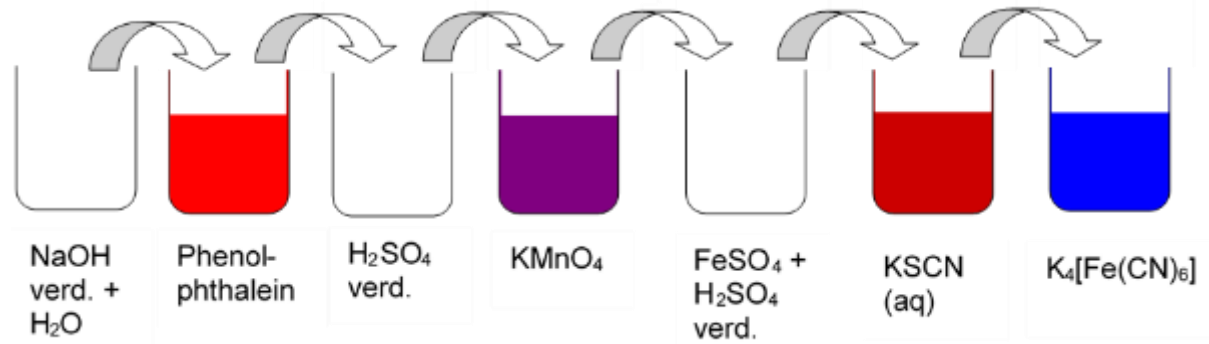
Glas 4: auf dem Boden wenige Kristalle von fein gepulvertem Kaliumpermanganat

Glas 5: auf dem Becherglas-Boden 5 Tropfen Schwefelsäure und einige Kristalle Eisen(II)-sulfat

Glas 6: einige Kristalle Kaliumthiocyanat

Glas 7: kleine Spatelspitze fein gepulvertes Kaliumhexacyanoferrat(III)

Durchführung (Lehrende): In Becherglas Nr. 1 ca. 150 mL VE-Wasser für die Zuschauer sichtbar einfüllen (Menge bei Verwendung von Sektgläsern entsprechend verringern), danach je einen Teil (ca. 1/7) des Becherglas-Inhaltes in das nächste Glas gießen, so dass ein Rest im vorangehenden Glas verbleibt und die Veränderung deutlich wird:

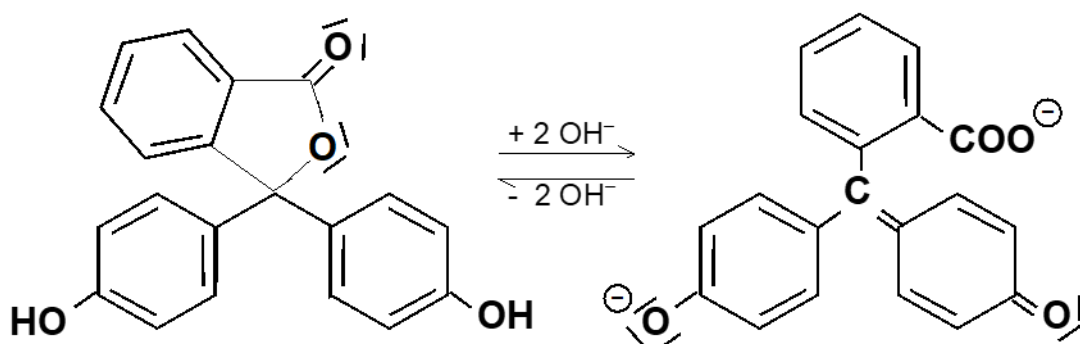


Beobachtung:

Nr	Färbung	Grund
1	Farblos	NaOH verdünnt
2	pink	Indikator in basischer Umgebung
3	farblos	Indikator aus Glas 2 in saurer Umgebung
4	violett	Lösung des Kaliumpermanganats: violette Lösung Indikator in saurer Umgebung
5	farblos	Reduktion des Kaliumpermanganats
6	rot	Bildung des roten Fe-SCN-Komplex
7	blau	Bildung von Berliner Blau

Deutung: Unser Leitungswasser ist sehr variabel und Lehrende der Chemie können zaubern ;-)

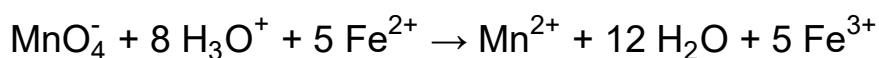
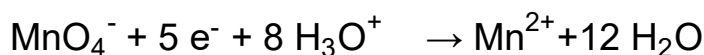
Becher 1 - 3 zeigen das Verhalten des Säure-Base-Indikators Phenolphthalein:



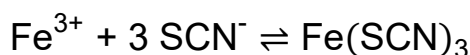
Links Phenolphthalein, Phtalid-Form und rechts Phenolphthalein, Triphenylmethan-Farbstoff. Phenolphthalein ist in sauren und neutralen Lösungen farblos. Die Phtalid-Form des Phenolphthaleins besitzt kein über das Molekül ausgedehtes delocalisiertes π -Elektronen-System.

Die durch die alkalische Lösung zugeführten Hydroxid-Ionen, bilden mit den Protonen der Hydroxy-Gruppen der Phenol-Ringe Wasser-Moleküle. Dadurch entsteht die deprotonierte Form des Phenolphthalein-Moleküls: das Kohlenstoff-Atom, welches die beiden Phenol-Ringe bindet, ist nun nicht mehr sp^3 -hybridisiert, sondern weist eine sp^2 -Hybridisierung auf. Somit ist diese Form planar und ermöglicht eine Delokalisierung der π -Elektronen über das gesamte Molekül. Dadurch kann das Molekül im Wellenlängen-Bereich von etwa 590 nm absorbieren. Unser Auge erhält einen violetten Farbeindruck.

Die violetten Permanganat-Ionen (MnO_4^-) aus Becher 4 werden durch Fe^{2+} -Ionen in Becher 5 zu fast farblosen Mn^{2+} -Ionen reduziert, die Fe^{2+} -Ionen dabei zu gelben Fe^{3+} -Ionen oxidiert.



Die Fe^{3+} -Ionen bilden mit SCN^- -Ionen (Becher 6) den intensiv-roten Eisenthiocyanat-Komplex:



In Becher 7 bildet sich der extrem stabile Hexacyanoferrat(II)-Komplex in Form von „Berliner Blau“ $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$.

Entsorgung: Alle Lösungen verdünnt in den Ausguss

Quelle: Allgemeingut

Didaktischer Hinweis: Der Versuch eignet sich, um Lernende zu Deutungsmöglichkeiten herauszufordern

„Von nichts kommt nichts.“

Sinnvoll ist es zudem, im Chemie-Unterricht den Versuch immer dann wieder „aufzuwärmen“, wenn das entsprechende Thema (Säure/Base, Redox, Komplexe) angesprochen wird. Das hebt den Versuch aus dem reinen „Show-Effekt“ heraus.

10.9 O: Unerwartete pH-Werte

Geschlossene Anleitung: 15.10

Einige Alltagsprodukte sind für ihre sauren oder basischen Eigenschaften bekannt, die Sie die Lernenden in einem Schüler-Experiment mit Indikator-Papier testen lassen. Noch während des Schulversuchs melden sich einige Gruppen, da ihre Beobachtungen nicht den vorher notierten Hypothesen entsprechen:

- Eine Gruppe misst für Zitronensaft $\text{pH} = 3$, für **reine Zitronensäure** jedoch $\text{pH} = 7$
- Eine andere Gruppe erhält für **Sauerkraut** den Wert $\text{pH} = 7$
- Mineralwasser mit **Kohlensäure** hat – genau wie Leitungswasser – den Wert $\text{pH} = 7$
- Auch für **Kernseife** misst eine Gruppe den Wert $\text{pH} = 7$
- Für Cola wurde $\text{pH} = 4$ gemessen, dabei sollte sie doch eigentlich so sauer sein, dass sie „den Magen auflöst“

Ihre Aufgabe: Testen Sie selbst den pH-Wert der genannten Alltagsprodukte.

Erklären Sie für jedes Alltagsprodukt die unerwarteten Ergebnisse der Lernenden.

Tip: Welche Instruktion hätten die Lernenden wohl benötigt, um in den meisten Fällen zu erwartungsgemäßen Ergebnissen zu kommen?

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Petrischalen
- Bechergläser

Alltagsprodukte in der Kiste

- **Zitronensaft**
- **Sauerkraut, Dose**
- **Cola**
- **Mineralwasser**
- **Stilles Wasser, Leitungswasser**
- **Kernseife**

Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

- **Zitronensäure**
CAS-Nr.: 5949-29-1



Achtung

H319

P280, P305+P351+P338, P337+P313

10.10 Säuren essen D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Kenntnis (fester) Säuren als Lebensmittel-Zusatz





K: Lebensmittel-Zusatzstoffe und Gesundheit

Neugier: Würden Sie (5R)-[(1S)-1,2-Dihydroxyethyl]-3,4-dihydroxyfuran-2(5H)-on essen?

Material:

- **Uhrgläser, Lebensmittel geeignet**
- **Spatel, Lebensmittel geeignet**
- Folien-Stift, permanent

Chemikalien:

- **Zitronensäure** E330,
Ph.Eur.
CAS-Nr.: 77-92-9
 Achtung
H319
P280, P337+P313, P305+P351+P338
- **Äpfelsäure** E296
Ph.Eur.
CAS-Nr.: 6915-15-7
 Achtung
H319
P280, P337+P313, P305+P351+P338
- **Ascorbinsäure** E300
Ph.Eur.
CAS-Nr.: 50-81-7
- **Fumarsäure** E297
Ph.Eur.
CAS-Nr.: 110-17-8
 Achtung
H319
P280, P337+P313, P305+P351+P338
- **Weinsäure** E334
Ph.Eur.
CAS-Nr.: 87-69-4
 Gefahr
H318
P280, P305+P351+P338

Vorbereitung: Lebensmittel-Qualität bzw. –Reinheit

Auf beschriftete Uhrgläser werden je ca. 1 g Säure vorgelegt

Hinweis zur Sicherheit:

- Zum hygienischen Probieren aus derselben Vorlage schlage ich vor, mit der angefeuchteten Finger-Spitze einige Kristalle aus dem Uhrglas zu heben. Wo die Substanz berührt wird, kleben Kristalle fest, der Rest bleibt sauber zurück.
- Im Schul-Betrieb sollten Stoffe, die zu Probierzwecken verwendet werden sollen, gesondert aufbewahrt und als Lebensmittel gekennzeichnet werden. Bei der Anschaffung ist auf Ph.Eur.-Qualität zu achten.
- Auch Geräte, die mit Probier-Chemikalien in Berührung kommen, sollten sehr sorgfältig gereinigt und gesondert aufbewahrt werden, und sei es nur darum: „Das Auge isst mit!“

Durchführung:

- Geschmackstest der verschiedenen Säuren. Frage-Stellungen:
- schmecken sie auf unterschiedliche Art und Weise sauer (Qualität)
- schmecken sie unterschiedlich stark sauer (Quantität)

Ergebnis:

Stoff	Eindruck
Äpfelsäure	
Zitronensäure	
Ascorbinsäure	
Weinsäure	
Fumarsäure	

Entsorgung: E2**Quelle:** Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth.**Diskussion:** ... was ist gesünder, Ascorbinsäure oder Vitamin C?**WWW:** <http://www.chemieunterricht.de/dc2/asch2/inhalt1.htm>; Sehr viel schulrelevante Information zu Vitamin C. 03.07.2020

10.11 Salze essen

Zeitbedarf: 30 Minuten, Lehrende, 1, geöffnete Variante

Kompetenz/Ziel:

E: Versuchsplanung

B: Hypothesen durch Experimente überprüfen

Aufgabe: Finde heraus, was an Natriumchlorid salziger schmeckt:

Das Na⁺-Kation oder das Cl⁻-Anion?

Voraussetzung:

- Sicherheitsbelehrung über den Umgang mit Chemikalien, Gefahrensymbole
- Grund-Kenntnisse aus der Ionen-Lehre (z. B. Ionen-Bildung, Unterschied zu Molekülen und Atomen)
- Haupt-Gruppen des PSE
- Planung von Experimenten
- Grund-Fertigkeiten des Experimentierens
- Arbeitsblatt „Chemikalien-Katalog“: eine Auswahl von Halogen-Salzen mit sicherheitsrelevanten Informationen dazu (z. B. Gefahrensymbole, Gefährdungsgrenze)

Material:

- 5 **Uhrgläser**
- Folienstift, wasserfest
- 5 **Spatel**
- Arbeitsblatt „Chemikalien-Katalog“

Chemikalien:

- **Natriumchlorid**
Kochsalz
CAS-Nr.: 7647-14-5
- **Natriumbromid**
CAS-Nr.: 7647-15-6
- **Kaliumchlorid**
CAS-Nr.: 7447-40-7
- **Magnesiumchlorid**
CAS-Nr.: 7791-18-6
- **Natriumiodid**
CAS-Nr.: 7681-82-5



Achtung

H400
P273

Vorbereitung: Lebensmittel-Qualität bzw. Reinheit

Zur Ansicht liegt das Arbeitsblatt bereit, aus denen Lernende die Substanzen für das Experiment heraussuchen sollen, die zur Lösung der Aufgabe beitragen können.

Hinweise 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 sorgfältig gereinigt und gesondert aufbewahrt werden, und sei es nur darum: „Das Auge isst mit!“

Durchführung: Lernende diskutieren in Gruppen zu ca. 4 Mitgliedern Strategien zur Lösung der Aufgabe:

Was muss man untersuchen, um eine Antwort geben zu können?

Ergebnis der Diskussion kann eine geeignete Auswahl in Form einer Liste von Ionen-Verbindungen sein, deren Geschmack die Antwort liefert.

Dabei hilft das Arbeitsblatt „Chemikalien-Katalog“. Vor Arbeitsbeginn wird dem Lernenden zur Kontrolle die erstellte Liste vorgelegt und danach erst die Substanzen untersucht. Die Ergebnisse sollten gruppenweise präsentiert und begründet werden.

Ergebnis:

z. B. Stoff	Geschmackseindruck
Natriumchlorid	
Natriumbromid	
Kaliumchlorid	
Magnesiumchlorid	
Natriumiodid	
...?	

Lösung: Lernende formulieren die Antwort auf o. a. Aufgabe. Meistens wird Na^+ als verantwortlich für den salzigen Geschmack empfunden.

Entsorgung: E2

Quelle: Seminar I; Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Diskussion: Was ist gesünder, Natriumchlorid, Kochsalz oder Himalaya-Salz?

Manche Erfahrungen legen nahe, dass Kinder den salzigen mit dem sauren Geschmack verwechseln oder nicht differenzieren können.

Ob das ein sprachliches oder physiologisches Problem ist, ist ungeklärt, jedenfalls bereitet die Tatsache beim Finden der Lösung Schwierigkeiten.

10.12 Halbautomatische Titration von Salzsäure mit Natronlauge

Zeitbedarf: 30 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: Aufnahme und Deutung einer Titrationskurve. Handhabung einer Anordnung zur computergestützten Messwert-Erfassung.

Material:

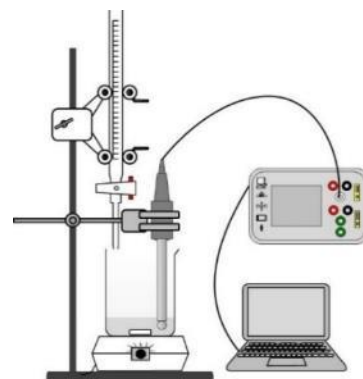
- Becherglas, 150 mL, hoch
- Becherglas, 400 mL, weit
- Magnetrührer, regelbar
- Rührstäbchen, -Entferner
- Stativ
- Büretten-Klemme
- Trichter, d= 45 mm
- Bürette, 50 mL
- 2 Muffen, 2 Klammern
- Messpipette, 25 mL
- All-Chem-Misst II
- pH-Messkette (BNC-Anschluss)
- Computer mit Software AK Analytik

Chemikalien:

- **VE-Wasser**
- **Puffer** pH 4 und pH 9
- **Salzsäure**
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7647-01-0
- **Maßlösung**
Natronlauge
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 1310-73-2

Vorbereitung:

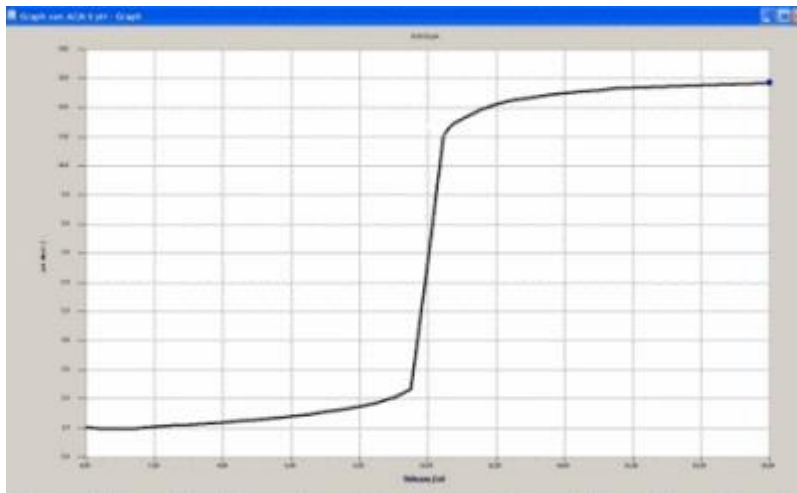
- *Computer starten*
- *Versuch gemäß nebenstehender Skizze aufbauen. Hinweis: ggf. Halter für Messketten-Aufbewahrungsgefäß anbauen*
- *Sicherstellen, dass der ACM II mit dem Computer verbunden ist*
- *pH-Messkette an den pH-Eingang, dann ACM II an das Netzteil anschließen*
- *Programm AK Analytik starten. Messgerät AK-MessII-1-Kanal auswählen. Schnell-Starter laden*
- *Anschlüsse bestätigen, weiter*
- *Messbereich automatisch festlegen lassen*
- *Nach Wunsch die pH-Messkette nach der im Programm angegebenen Anleitung kalibrieren. Hierfür Puffer-Lösungen pH 4 und pH 9 verwenden: die pH-Elektrode eintauchen und den Puffer-pH eingeben. Nach jedem Wert die Elektrode mit wenig VE-Wasser spülen*
- *Zur Messung „Titration über Volumen auf Tastendruck“ wählen. Volumenintervalle auf 1 mL und Gesamtvolumen auf 40 mL einstellen. „Direkt zur Messung gehen“*



Durchführung: Aufnahme der Titrationskurve:

- In dem 150 mL-Becherglas ein Rührstäbchen und 25 mL Salzsäure vorlegen; pH-Messkette eintauchen und in eine Klammer spannen. Ggf. mit Wasser so auffüllen, dass die Messkette über das Diaphragma eintaucht. ACHTUNG: KEINE Blasen in Messkette!
- Messung durch Tasten-Druck starten
- Aus der Bürette 1 mL Maß-Lösung auslaufen lassen, dann Leertaste drücken. Wiederholen bis 19 mL Zugabe.
- Natronlauge tropfenweise zugeben und die pH-Änderung dabei beobachten. Nach 20 mL Zugabe Tastendruck (Leertaste), weitere mL-Weise Zugabe/Tastendruck wie zuerst.
- Nach insgesamt 40 mL Natronlauge-Zugabe Messung stoppen (Software!).
- Kurve unter einem Namen im gewünschten Arbeitsbereich abspeichern.
- X-Achse (Volumen) sinnvoll anpassen. Wieder abspeichern.

Ergebnis:



Auswertung:

Der pK_S -Wert lässt sich hier (sehr starke Säure, Lit. $pK_S = -6$) nicht bestimmen. Diskutieren Sie Anfangs- und End-pH-Wert. Wieso erreicht er nicht genau 13?

Varianten:

- Durch die Verwendung einer [selbstgebauten Gleichlauf-Bürette](#) kann eine automatische Titration simuliert werden
- Manche Datenerfassungssysteme (z. B. Vernier) bieten einen Tropfen-Zähler zur Erfassung des Volumens
- Sollte das Datenerfassungssystem ein Relais bieten, dass 230 V-Geräte schalten kann (z. B. ChemBox), so lässt sich ein Thermostat realisieren, siehe Versuch

Diskussion:

- Der pK_S -Wert lässt sich hier (sehr starke Säure, Lit. $pK_S = -6$) nicht bestimmen
- Diskutieren Sie Anfangs- und End-pH-Wert
- Wieso erreicht der End-pH-Wert nicht genau den Literaturwert von 13?

Entsorgung: B1 Anorganischer Sammelbehälter

Quelle: AK Kappenberg; Halbautomatische Titration mit dem All-Chem-Misst

10.13 Die Einwirkung von Basen

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

Kompetenz/Ziel:

F: Ätzende Wirkung von Basen

B: Gefahren beim Umgang mit (starken) Basen

Neugier: Säuren sind sehr gefährlich, Basen kaum. Wirklich?

Material:

- Reagenzglas, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Schere
- Glasstab

Chemikalien:

- Haar
- Natriumhydroxid
CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314

P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

Durchführung: In das Reagenzglas eine Haar-Strähne geben, dann dazu 5 Plätzchen (oder ca. 20 Grana) Natriumhydroxid und ca. 3 mL Wasser.

Gut umrühren und bis zum nächsten Praktikumstermin stehen lassen.

Beobachtung: Die Haare werden aufgelöst

Deutung: Basische Hydrolyse von Protein (viele AS werden zerstört, alle racemisiert)

Entsorgung: E2

Quelle: Allgemeingut und Schulbücher

Diskussion: Gefährlichkeit von Basen-Verätzungen an der Horn-Haut

11 Alkalimetalle, Wasser und Elektrochemie, 27.06.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Durchführung von Petrischalen-Experimenten mit Blende auf dem OHP
2. Titration
3. Eine galvanische Zelle mit einem beliebigen Metall-Pärchen aufbauen
4. Ein Experiment durchführen, bei dem ein Metall transportiert wird (Metall-Bäumchen)
5. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise schulen („Vergolden“) 4

Fertigkeiten:

1. Sicherer Umgang mit Alkalimetallen (Reaktion mit Wasser, Entsorgung)
2. Bestimmung der Wasserhärte
3. Spannung (an nicht belasteten galvanischen Zellen) messen
4. Elektronisches Voltmeter bedienen
5. Stromquellen sicher verwenden (Bauform 4) 4

Inhalte:

1. Temporäre und permanente Wasserhärte
2. Galvanische Zellen
3. Das Daniell-Element
4. Galvanische Zellen als Redox-Systeme
5. Elektrolyse (als erzwungene Redox-Reaktion)

Erfolgskontrollen:

1. Listen Sie Bedingungen, die erfüllt sein müssten, damit man von der Reaktionsdauer der Alkalimetalle mit Wasser auf die Reaktionsgeschwindigkeit schließen kann.
2. Erklären Sie mit Hilfe einer Gleichung, warum man bei hartem Wasser mehr Seife braucht.
3. Früher benötigte man zum Waschen Soda. Begründen Sie mit Hilfe einer Gleichung.
4. Diskutieren Sie, wo die Denkfehler bei dem „Gold-Beweis“ liegen.

11.1 Alkalimetalle und Wasser D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, 1

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
- 3 Petrischalen, d= 100 mm

Chemikalien:

- **Spülmittel**
- **VE-Wasser**
- **Phenolphthalein-Lösung**
ethanolisch (Indikator)
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
- **Kalium**
CAS-Nr.: 7440-09-7
 Gefahr
H260, H314
EUH014
P233, P231+P323, P280, P305+P351+P338,
P370+P378+P422
- **Lithium**
CAS-Nr.: 7439-93-2
 Gefahr
H260, H314
EUH014
P233, P231+P323, P280, P305+P351+P338,
P370+P378+P422
- **Isopropanol (2-Propanol)**
CAS-Nr.: 67-63-0
 Gefahr
H225, H319, H336
P210, P233, P240, P305+P351+P338,
P403+P235
- **Ethanol (Spiritus)**
CAS-Nr.: 64-17-5
 Gefahr
H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

Durchführung: Die drei Petrischalen füllt man gut zur Hälfte mit Wasser und gibt 3 – 5 Tropfen Phenolphthalein-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 (versuchen Sie, jeweils gleiche Größe zu erreichen) und gibt es ins Wasser.

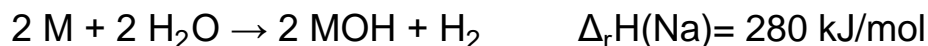
Nicht zudecken!

Schätzen Sie die Reaktionsdauer ab und vergleichen Sie sie bei den drei Metallen.

Beobachtung: Alkalimetalle reagieren heftig mit Wasser.

Phenolphthalein färbt sich rot.

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



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, Kalium in Isopropanol abreagieren lassen

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

Diskussion:

- Overhead-Projektion mit Blende
- Interpretieren Sie den zu beobachtenden Rauch
- Erklären Sie die Flammen-Erscheinung
- Ziehen Sie Rückschlüsse über die Reaktivitätsabstufung

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

Vorsicht: flüssiges Kalium kann umherspritzen. Abzug mit Isopropanol säubern.

11.2 Temporäre Wasserhärte

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Calcium-Empfindlichkeit des Tensids Seife. Temporäre und permanente Wasserhärte.

B: Kesselstein-Bildung, Verkalken von Heizschlangen.

Material:

- 2 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Stopfen, für Reagenzglas
- Reagenzglas-Klammer
- Reagenzglas-Gestell
- Brenner, Feuerzeug
- Peleusball
- Siedesteinchen
- Mess-Pipette, 10 mL
- Mess-Pipette, 2 mL

Chemikalien:

- Calciumhydrogencarbonat-Lösung (siehe Vorbereitung)
- Seifen-Lösung nach Boutron-Boudet

Vorbereitung: Calciumhydrogencarbonat-Lösung herstellen:

250 mL Kalkwasser in eine Waschflasche füllen und ca. 15 Minuten lang Kohlenstoffdioxid über einen Fritten-Einsatz durchleiten (die Trübung vom Beginn verschwindet wieder).

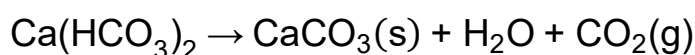
Durchführung 1: 10 mL Calciumhydrogencarbonat-Lösung kocht man mit einem Siedesteinchen im Reagenzglas 1 ca. 1 Minute lang auf, lässt es abkühlen.

Jetzt 2 mL Seifen-Lösung zugeben und schütteln. Beobachtung?

Durchführung 2: 10 mL Calciumhydrogencarbonat-Lösung werden im Reagenzglas 2 mit 2 mL Seifen-Lösung versetzt und geschüttelt. Beobachtung?

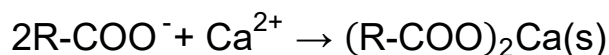
Beobachtung: Die Lösung in Reagenzglas 1 schäumt, in Reagenzglas 2 nicht.

Deutung: Kochen beseitigt die temporäre Wasserhärte:



Ca^{2+} stehen für die Reaktion mit Seifen-Anionen nicht zur Verfügung: sie können alle Tensid-Wirkung entfalten.

Die Ca^{2+} -Ionen der temporären Wasserhärte fällen Kalkseife aus und entziehen der Lösung Seifen-Anionen



Sie stehen für Tensid-Wirkung nicht mehr zur Verfügung.

Entsorgung: E1

Quelle: Schulbücher

11.3 Permanente Wasserhärte

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Calcium-Empfindlichkeit des Tensids Seife. Wasser-Enthärtung durch Base.

Material:

- 3 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Reagenzglas-Klammer
- Stopfen, für Reagenzglas
- Brenner, Feuerzeug
- Peleusball
- Folienstift
- Siedesteinchen
- 2 Mess-Pipetten, 2 mL
- Mess-Pipette, 5 mL

Chemikalien:

- **Calciumsulfat**-Lösung (Gipswasser) gesättigt
CAS-Nr.: 10101-41-4
- **Seifen-Lösung** nach Boutron-Boudet
- **Natriumcarbonat**-Lösung (Soda-Lösung)
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 497-19-8



Achtung

H319

P305+P351+P338

Durchführung 1: 5 mL Gipswasser werden in Reagenzglas 1 mit 2 mL Seifen-Lösung versetzt und geschüttelt. Beobachtung?

Beobachtung 1: Lösung in Reagenzglas 1 schäumt schwach.

Deutung 1: In Lösung sind viele Ca^{2+} 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 Ca^{2+} -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.

11.4 Bestimmung der Gesamthärte mit Titriplex D!

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Wasserhärte.

E: Volumetrische Verfahren der quantitativen Analytik.

Material:

- Erlenmeyerkolben, 250 mL
- Mess-Zylinder, 100 mL
- Magnetrührer, regelbar
- Trichter
- Magnet-Rührstäbchen und –Entferner
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Stativ, Büretten-Klemme
- Bürette, 50 mL

Chemikalien:

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

- **Ammoniak**-Lösung

w= 25% (konz.)

CAS-Nr.: 1336-21-6



Gefahr

H290, H314, H335, H400

P260, P273, P280, P301+P330+P331,

P303+P361+P353, P305+P351+P338

Durchführung: Man gibt 100 mL Wasser in den Erlenmeyerkolben, löst darin unter kräftigem Rühren die Indikator-Puffer-Tablette und gibt einige Tropfen Ammoniak-Lösung zu (Ammoniak im Abzug handhaben), bis sich der Indikator nach rot verfärbt. Mit Hilfe der Bürette tropft man langsam die Titriplex B-Lösung zu, bis ein Farbumschlag nach grün eintritt.

Beobachtung: Farbumschlag nach grün.

Auswertung: Bei dieser Proben-Menge entspricht 1 mL Verbrauch 1°dH.

Deutung: Für genaue Härte-Bestimmungen (führen wir hier nicht durch) wird 3 - 5mal gemessen und die Werte ermittelt.

Entsorgung: **E1**

Quelle: Merck Aquaquant Anleitung zu den Chemikaliensätzen.

11.5 O: Opfer-Anoden als Korrosionsschutz

Geschlossene Anleitung: 15.11

Opfer-Anoden aus unedlen Metallen schützen moderne Schiffe auf Stahl (Eisen) vor Korrosion. Das Prinzip: Statt dem Stahl wird die Opfer-Anode im Wasser oxidiert. Daher muss sie für einen nachhaltigen Schutz regelmäßig erneuert werden. Eine schnelle Möglichkeit zur Bestimmung, welche Materialien als Opfer-Anode geeignet sind, bietet folgendes Vorgehen: Durch Eintauchen verschiedener Metalle in verschiedene Salz-Lösungen kann innerhalb von 2 Minuten ermittelt werden, welches Metall unedler als Eisen ist.



Abb. 5: Opfer-Anoden an Schiffen (Foto: IQ 4)

Ihre Aufgabe: Testen Sie die Eignung verschiedener Metalle als Opfer-Anode für Schiffe aus Eisen. Ermitteln Sie dabei die reaktivste Opfer-Anode.

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)




Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Material (Sie dürfen jederzeit weitere Materialien verwenden):

- Sandpapier
- Fliese als Unterlage

Hinweis: Reinigen Sie die Metall-Streifen vor jeder Verwendung durch Abwischen mit Papier und Abreiben mit Sandpapier auf der Fliese.

Chemikalien:

- **Magnesium**-Band
CAS-Nr.: 7439-95-4
- **Silber**, Blech
ca. 0,5*5 cm
- **Kupfer**-Folie
ca. 0,5*5 cm
- **Zink**, Blech
ca. 0,5*5 cm
- **Eisen**, Folie
ca. 0,5*5 cm
- **VE-Wasser**
- **Magnesiumsulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 10034-99-8
- **Silbernitrat**-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7761-88-8
 Achtung
H290, H315, H319, H410
P273, P302+P352, P305+P351+P338
- **Zinksulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7446-20-0
 Gefahr
H302; 318, H410
P273, P280, P305+P351+P338, P313
- **Kupfer(II)-sulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7758-99-8
 Gefahr
H302, H315, H318, H410

Entsorgung: Lösungen: **E8, B1**; Metall-Streifen: Reinigen und wiederverwenden

11.6 O: Funktionsweise der „Apfel-Uhr“

Geschlossene Anleitung: 15.12

Steckt man in einen Apfel zwei Metall-Spieße unterschiedlichen Materials und verbindet diese über Kabel mit einer Digital-Uhr, so kann man nach kurzer Zeit beobachten, dass auf dem zuvor „leeren“ Display die Uhrzeit angezeigt wird.

Für das Erreichen einer ausreichenden Spannung ist neben den Eigenschaften des Apfels (Elektrolyt) die Wahl der Elektroden-Materialien von besonderer Bedeutung.

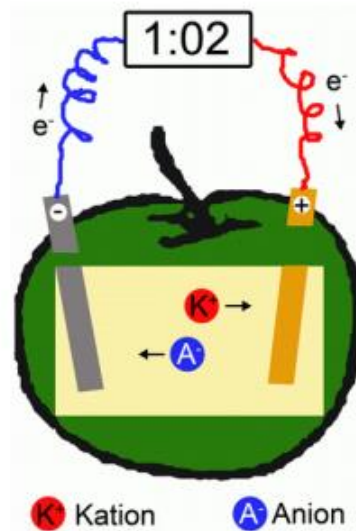


Abb. 6: Apfel-Uhr (IQ 5)

Ihre Aufgabe: Statt einer digitalen Uhr lässt sich auch ein Digital-Multimeter verwenden. Gehen Sie davon aus, dass ein Uhren-Modul eine Betriebsspannung von $U = 1\text{ V}$ benötigt.

Entwerfen Sie eine Experimentier-Anordnung, die ein Uhren-Modul betreiben könnte.

Achten Sie darauf, ein echtes wissenschaftliches Experiment zu entwerfen.

Dieses besteht aus:

- Fragestellung
- Hypothesenbildung
- Planung
- Durchführung und
- Auswertung (Beobachtung und Interpretation)

Achten Sie auf exaktes Protokollieren.

Basis-Material in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Materialien anfordern):

- Multimeter

Basis-Chemikalien in der Kiste (Sie können jederzeit weitere Chemikalien anfordern):

- **Apfel**

Blechstreifen (8x12 cm) bzw. Drähte aus:

- Zink
- Nickel
- Silber
- Kupfer
- Magnesium
- Edelstahl

Entsorgung: **E8, B1**

11.7 Das Daniell-Element D!

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Galvanische Zellen

E: Redox-Systeme als Strom-Quellen; Elektronen-Donator-Akzeptor-Prinzip

Neugier: Strom aus „nichts“ erzeugen

Material:

- U-Rohr mit Diaphragma
- 4 Kabel, 2 blau + 2 rot
- Zink-Elektrode
- Kupfer-Elektrode
- Stativ, Muffe, Klammer
- Multimeter
- Elektromotor, Glockenanker Solarmotor 0,1 V/2 mA

Chemikalien:

- Zinksulfat-Lösung

c= 1 mol/L

CAS-Nr.: 7446-20-0



Gefahr

H302; 318, H410

P273, P280, P305+P351+P338, P313

- Kupfer(II)-sulfat-Lösung

c= 1 mol/L

CAS-Nr.: 7758-99-8



Gefahr

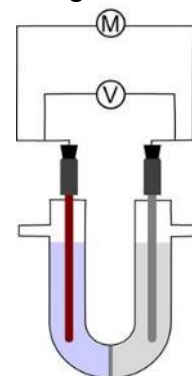
H302, H315, H318, H410

Durchführung: Im rechten Schenkel des U-Rohres taucht die Zink-Elektrode (besser: gewundener Streifen, möglichst große Oberfläche) in eine 1 M Zinksulfat-Lösung.

Im linken Schenkel taucht die Kupfer-Elektrode (besser: Kupfer-Drahtnetz) in eine 1 M Kupfer(II)-sulfat-Lösung.

Zwischen die beiden Elektroden schaltet man zunächst den kleinen Elektro-Motor (teilweise läuft er erst nach dem Anstoßen von selbst weiter).

Dann erst Voltmeter zuschalten und gemessene Werte festhalten.



Aufgabe: Berechnen Sie die entnommene Leistung, ausgehend von einem Leerlauf-Strom des Motors von $I = 10 \text{ mA}$.

Beobachtung: $U = 1,1 \text{ V}$ $I = 0,01 \text{ A}$ $P = 0,011 \text{ W}$

Auswertung: $P = U \cdot I$

Deutung: Literatur:

$$E^0(\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$$

$$E^0(\text{Cu}) = +0,33 \text{ V}$$

daher: $U(\text{gemessen}) = \dots \text{ V}$ $E^0(\text{errechnet}) = \dots \text{ V}$

Entsorgung: E8, B1

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

11.8 „Vergolden“ einer Kupfer-Münze D!

Zeitbedarf: 15 Minuten; Lernende; 1

Kompetenz/Ziel:

F: Lösungstension von Metallen, Legierungen.

Neugier: Gold aus billigen Zutaten herstellen – der Traum der Alchemisten wird wahr

Material:

- Brenner, Feuerzeug
- Dreibein, Drahtnetz
- Tiegelzange
- Becherglas, 100 mL, weite Form
- Pulver-Spatel
- Pinzette
- Baumwoll- oder Papiertaschen-Tuch

Chemikalien:

- verkupferte Cent-Münze

- Zink-Pulver, stabilisiert

CAS-Nr.: 7440-66-6



Gefahr

H250, H260, H410

P222, P210, P231+P232, P280, P370+P378, P273

- Natriumhydroxid

CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314

P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

Durchführung 1: Im Becherglas wird eine Aufschlämmung von Zink-Pulver in ca. 5 – 6 mL Wasser und 5 – 6 Plätzchen Natriumhydroxid bereitet. Dann wird eine verkupferte Münze hineingelegt und das Ganze über dem Brenner auf dem Dreibein so lange erhitzt, bis sich ein grauer Belag entstanden ist. Die Münze mit der Tiegelzange herausnehmen und das anhaftende Pulver unter fließendem Wasser abspülen und die Münze danach trocken polieren.

Beobachtung 1: Die Münze erhält einen grauen Belag, der sich nach dem Spülen nach silbrig-glänzend polieren lässt. „Silber“.

Deutung 1: Die Münze wird verzinkt.

Durchführung 2: Die Münze kurz in die Brenner-Flamme halten, bis sich der Belag nach Gelb verfärbt.

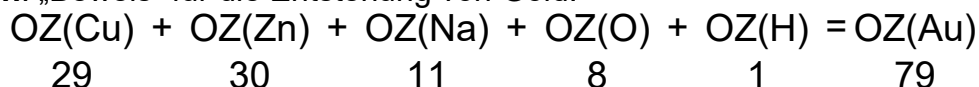
Beobachtung 2: Die Münze erhält einen goldgelben, metallischen Glanz. „Gold“.

Deutung 2: Zink- und Kupfer-Schicht legieren sich teilweise, es entsteht eine Messing-Schicht.

Entsorgung: **B1**; Zink neigt als stark unedles Metall (nichtstabilisiertes Zink-Pulver) zur Selbstentzündung – vor allem, in stark zerkleinerter und trockener Form. Reste deshalb nicht in den Hausmüll, sondern feucht zum Schwermetall-Abfall geben. Alternative: Metall-Reste mit Säure zersetzen und die Lösung zum anorganischen Schwermetall-Abfall geben.

Quelle: unbekannt

Diskussion: „Beweis“ für die Entstehung von Gold:



Finden Sie den Beweggrund für das Vermischen der Metalle zur Legierung.

WWW: <http://www.zzzebra.de/index.asp?themaId=176&titelId=662>; Vergolden durch anstreichen mit Goldbronze. 03.07.2020

11.9 Elektrolyse von Zinnchlorid

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Galvanisieren, Kristall-Wachstum

E: Elektrolyse, anodische Oxidation

Neugier: Da wächst doch was. Lebt es?

Material:

- Petrischale
- 2 Krokodil-Klemmen, rot + schwarz
- 2 Kabel, rot + blau
- Labor-Netzgerät

Chemikalien:

- Zinn, Folie
ca. 2*6 cm
 - Kupfer-Folie
ca. 2*6 cm
 - Zinnchlorid-Lösung
w < 25%
CAS-Nr.: 7772-99-8
-  Gefahr
H302, H314, H317
P280, P301+P330+P331, P302+P352,
P305+P351+P338, P309+P310

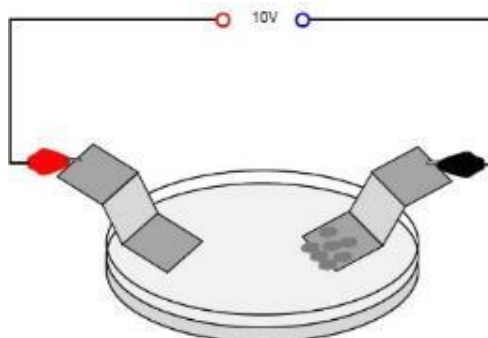
Vorbereitung: Herstellung der Zinnchlorid-Lösung: zu 200 mL konz. Salzsäure so viele Zinn-Grana zugeben, bis sie sich nicht mehr vollständig lösen.

Durchführung: Elektroden mit Krokodil-Klemmen versehen und in die Petrischale legen.

Mit Zinnchlorid-Lösung bedecken und Netzgerät anschließen (für Übungen mit Lernenden: Flach-Batterie 4,5 V oder 3x Akku Mignon): Kupfer= Minus-Pol, Zinn= Plus-Pol

Spannung auf ca. 4 – 5 V einstellen und einschalten.

Wieder ausschalten, sobald sich wachsende Kristalle in die Nähe der anderen Elektroden geraten.



Beobachtung: Kristalle wachsen ausgehend von der Kupfer-Kathode

Deutung: Es handelt sich um Zinn-Kristalle

Entsorgung: Zinnchlorid-Lösung wiederverwenden

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

Diskussion: Identifizieren Sie Probleme bei der Durchlicht-Projektion mit einem OHP („Polylux“)

Didaktischer Hinweis: Als Show-Experiment in Projektion geeignet.

11.10 Elektrolyse von Zinkiodid D!

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Elektrolyse-Prozesse

E: Donator-Akzeptor-Prinzip, erzwungene Redox-Reaktionen durch elektrischen Strom, reversible Redox-Reaktionen.

Neugier: Einen Akku selber bauen

Material:

- 2 Kohle-Elektroden
- Labor-Netzgerät
- Multimeter
- 2 Kabel, blau + rot
- U-Rohr
- Stativ, Muffe, Klammer
- Elektromotor, Glockenanker Solarmotor 0,1 V / 2 mA

Chemikalien:

- **Zinkiodid**-Lösung
gesättigt
CAS-Nr.: 10139-47-6



Gefahr

H314, H410

P260, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P405

Vorbereitung: Herstellung der Zinkiodid-Lösung (2 Tage vorher):

1 g feines Zink-Pulver und 1 g fein zerstoßenes Iod mischen.

Erst wenig Wasser zugeben, dann auf 100 mL auffüllen. Aufschütteln, bis die braune Iod-Farbe verschwunden ist. Vor der Verwendung abdekantieren oder filtrieren.

Durchführung 1: Ein U-Rohr mit der Lösung füllen, in jeden Schenkel eine Elektrode einführen und eine Gleichspannung von ca. 10 V anlegen.

Beobachtung 1:

- Kathode: grauer Überzug
- Anode: braune Schlieren sinken ab

Durchführung 2: Nach ca. 10 – 15 Minuten ersetzt man die Strom-Quelle durch das Voltmeter (2 V – Bereich). Beobachtung

Beobachtung 2: Man misst eine Spannung von

$$U = \dots V$$

Deutung 2: Die Reaktion kann nun umgekehrt ablaufen und Strom (= Elektronen) liefern.

Man erhält somit eine Sekundär-Zelle („Akkumulator“)

Entsorgung: Zinkiodid-Lösung kann wiederverwendet werden: zurück in die Flasche

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

Diskussion:

Vergleich des Experiments mit Kupferchlorid bezüglich

- Umkehrbarkeit,
- Material-Ersparnis,
- Sicherheit (Chlor-Entwicklung).

Didaktischer Hinweis:

Die Bezeichnung der Elektroden bereitet häufig Probleme:

- Die Kathode ist nicht immer der negative Pol.
Wir verwenden für Schul-Zwecke stets die wissenschaftliche Strom-Richtung.
Eselsbrücke: „man schaut hinein und sieht Elektronen herauskommen“.
Kathoden sind Elektronen-Quellen.
- Beim „Laden“ kehren sich die Verhältnisse um: die „ehemalige“ Kathode nimmt nun Elektronen auf.

12 Organische Chemie, 04.07.2023

Ziele des Termins:

Fähigkeiten:

1. Messwert-Erfassung mit dem Computer durchführen 2 (Zwei-Kanal-Messung)
2. Experimentiertechnik im kleinen Maßstab „Microscale“ 5

Fertigkeiten:

1. Bestimmung der Siede-Temperatur
2. Darstellung von Estern (Säure-Katalyse)
3. Herstellung von Perlon

Inhalte:

1. Darstellung von Gasen (2)
2. Nachweis-Reaktionen für Ethanol, Ethanal, Ethansäure und Ester über ihre funktionellen Gruppen
3. Sinn von Blind-Proben
4. Grenzphasen-Kondensation
5. Einfacher Test auf Kunststoff-Klassen
6. Stoff-Struktur-Beziehung bei Kunststoffen (Bsp.: PET)

Erfolgskontrollen:

1. Diskutieren Sie, was man mit Kunststoff-Teilen aus PET im Haushalt machen darf und was nicht.
2. Begründen Sie, ab welcher Jgst. die Herstellung von Seife zulässig ist.
3. Begründen Sie, warum der Geruch von brennendem PA an verbrannte Haare erinnert.
4. Begründen Sie, warum der Geruchstest bei PVC unterlassen werden muss.
5. Begründen Sie, warum man der Perlon-Herstellung vor Nylon den Vorzug geben sollte.
6. Begründen Sie, warum Aluminiumcarbid und Calciumcarbid mit Wasser so unterschiedliche Gase liefern, obwohl beide Carbide sind.
7. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Messwert-Erfassung mit dem Computer.

12.1 Destillation von zwei mischbaren Flüssigkeiten D!

Zeitbedarf: 45 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: Destillation

K: Aufnahme einer Temperatur-Kurve

Neugier: Warum die Rotwein-Destillation nicht immer einsetzbar ist

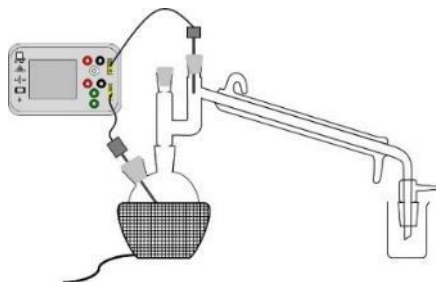
Material:

- Temperaturfühler (bis 1000°C Messbereich) und All-Chem-Misst
- Computer
- Heizpilz
- Zweihals-Rund-Kolben 250 mL
- Becherglas 150 mL
- Liebig-Kühler mit Schläuchen
- Destillationsbrücke mit Vorstoß
- 2 Stative
- 3 Muffen, Klammern

Chemikalien:

- Gemisch
Ethylenglycol : Wasser
4:1

Vorbereitung: Versuch gemäß Skizze aufbauen, den kurzen Glas-Aufsatz für die Fühler am Kolben anstecken, da sonst der Fühler nicht in die Flüssigkeit taucht. Hinweise: Wenn Sie keine 2 Temperatur-Sonden besitzen, dann setzen Sie die vorhandene Sonde bitte als Sonde 1 für die Dampf-Phase ein. Die Temperatur der Flüssigkeit können Sie auch mit einem herkömmlichen Thermometer kontrollieren. Bitte beachten Sie den zulässigen Messbereich der Temperatur-Sonden. Setzen Sie Sonden mit dem höheren Bereich für die Flüssigkeit ein.

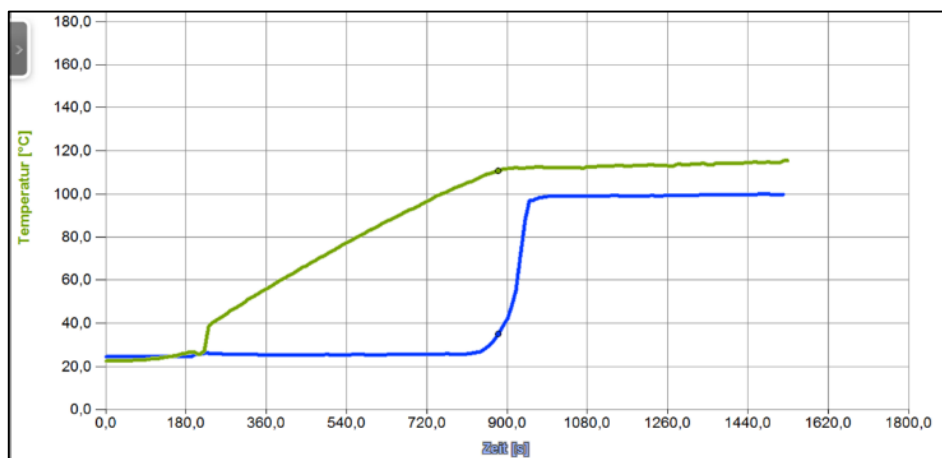


Sicherstellen, dass der All-Chem-Misst mit dem Computer und einer Stromquelle verbunden ist. Computer starten. Temperatur-Sonde für den Dampf an Eingang T1 und Sonde für das Gemisch an den Eingang T2 anschließen.

Durchführung: Aufnahme der Temperatur-Kurve:

1. Programm AK Analytik 18 starten
3. „Messen“ auswählen
4. Weiter mit „Geräte-Schnellstarter-App“
5. Schritte abhaken (Netzteil, Initialisierung und USB), danach erscheint die Temperaturanzeige des All-Chem-Misstes auch auf dem PC
6. Mess-Kanäle einstellen (T1 und T2), sofern nicht voreingestellt. Ggf. per Mausklick auswählen. „Weiter“

7. Messweise einstellen: „Zeit“
8. Mess-Intervall: 10s; Gesamtzeit 1200s
9. Darstellung des Graphen einstellen:
10. Temperaturbereich beider T-Kanäle auf 0 – 230°C einstellen
11. Kühlwasser laufen lassen, Heizpilz auf die höchste Stufe schalten
12. „Aufzeichnen“ klicken
13. Wenn der Temperatur-Verlauf die gewünschte Form erreicht hat, Messung stoppen
14. Kurve unter einem Namen abspeichern
15. Beschriften Sie die Kurve, z. B. „Destillation eines Ethylenglycol-Wasser-Gemisches“, evtl. dazu Name des Experimentators



Diskussion:

- Erklären Sie, warum die Kurve des Gemisches (oben) stetig ansteigt, die des Dampfes (unten) aber sehr plötzlich.
- Geben Sie an, welcher Stoff leichter flüchtig ist.
- Diskutieren Sie über zwei Genauigkeitsstufen, ob das Destillat aus völlig reinem Wasser besteht.
- Schätzen Sie den Temperatur-Verlauf weiter (nach 1500 s).
- Erklären Sie, warum die Temperatur des Gemisches bei gleicher Heiz-Leistung schwächer steigt, sobald der leichter flüchtige Stoff übertritt.
- Diskutieren Sie welche Beobachtungen Sie machen, wenn das Gemisch auf 230°C erhitzt wird und deuten Sie diese.

12.2 Darstellung von Ethin D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Darstellung und Eigenschaften von Methan bzw. Ethin

Neugier: Siedende Steine

Material:

- Standkolben, 100 mL
- Tropftrichter mit Druck-Ausgleich
- Brenner, Feuerzeug
- Dreibein, Drahtnetz
- 2 Stative, Muffen, Klammern
- Gas-Ableitungsrohr
- Schlauch-Stücke
- pneumatische Wanne
- Standzylinder 250 mL
- Abdeckscheibe
- Pulver-Spatel
- Kerze am Draht

Chemikalien:

- VE-Wasser

- Salzsäure

c= 2 mol/L

CAS-Nr.: 7647-01-0



Achtung
H290

- Calciumcarbid

CAS-Nr.: 75-20-7

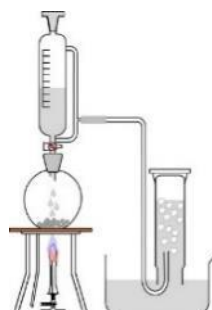


Gefahr

H260, H315, H318, H335

P223, P231+P232, P370+P378, P422, P261, P280

Vorbereitung: Abbaraduhr (fränkisch) laut Skizze aufbauen

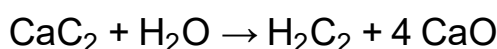


Durchführung 1: Ethin

Ca. 1 Spatel von Calciumcarbid im Rund-Kolben vorlegen, dann langsam Wasser zutropfen und das entstehende Gas unter Wasser in einem Standzylinder auffangen. Totvolumen beachten.

Beobachtung 1: Es entsteht ein farbloses Gas.

Deutung 1:



CaC₂ enthält C₂²⁻-Anionen

Durchführung 2: Vergleichend Ethin mit Methan (**wird nicht durchgeführt**).

In den nun gasgefüllten, umgekehrt in ein Stativ eingespannten Standzylinder wird eine Kerze (am Draht) eingeführt.

Beobachtung 2: Das farblose Gas Methan brennt an der Zylinder-Öffnung. Die Kerze geht aus, wenn sie weiter eingeschoben wird und entzündet sich wieder, wenn sie durch die Flammen-Zone nach unten gezogen wird. Ethin rußt stark.

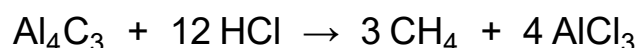
Deutung 2: Methan und Ethin sind brennbar.

Entsorgung: E15, B1

Quelle: Schulbücher.

Didaktischer Hinweis:

Mit Hilfe dieses Aufbaus kann auch Methan hergestellt werden. Hierfür ca. 1 Spatel voll Aluminiumcarbid im Kolben vorlegen, dann langsam (!!) Salzsäure zutropfen und das entstehende Gas unter Wasser in einem Standzylinder auffangen. Bis zum Reaktions-eintritt muss manchmal schwach erwärmt werden. Tot-Volumen beachten.



Al_4C_3 enthält C^{4-} -Anionen

Diskussion, weshalb aus den beiden Carbiden unterschiedlichen Produkte entstehen und beide Kohlenwasserstoffe unterschiedlich Verbrennen (u. a. Verhältnis C- zu H-Atomen)

Als Erweiterung kann ein zweiter Zylinder mit Gas gefüllt werden. Mit einer Pipette ca. 5 mL Brom-Wasser einfüllen und abgedeckt intensiv schütteln. Ergebnis: Bei Methan keine Veränderung sichtbar, bei Ethin langsame Entfärbung. Methan reagiert nicht mit Brom, Ethin kann es an die Dreifach-Bindung addieren.

12.3 Nachweisreaktionen funktioneller Gruppen organischer Moleküle

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Funktionelle Gruppen organischer, sauerstoffhaltiger Verbindungen

E: Planung einer Versuchsreihe mit Kontrollversuch

Neugier: Molekülstrukturen „sichtbar“ machen

12.3.1 Nachweis für Ester-Gruppen – Rojahn-Test

Material:

- 2 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Stopfen
- Reagenzglas-Gestell
- Reagenzglas-Klammer
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Brenner, Feuerzeug

Chemikalien:

- Ethanol (Spiritus)

CAS-Nr.: 64-17-5



Gefahr

H225, H319

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

- Essigsäureethylester

CAS-Nr.: 141-78-6



Gefahr

H225, H319, H336

EUH066

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

P403+P235

- Thymolphthalein-Lösung

w=0,1% (Ethanol)

CAS-Nr.: 125-20-2



Gefahr

H225, H319

P210, P241, P280, P303+P361+P353,

P305+P351+P338, P501

- Natronlauge

c= 3 mol/L

CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314

P280, P308+P310, P303+P361+P353,

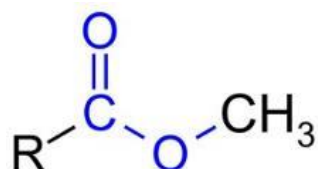
P305+P351+P338

- VE-Wasser

Durchführung: Zu 1 mL vergälltem Ethanol 1 mL Prüf-Substanz (Essigsäureethylester) und 3 Tropfen Thymolphthalein-Lösung geben. Dann tropfenweise unter ständigem Schütteln Natronlauge zugeben, bis eine bleibende Blau-Färbung eintritt. Das Gemisch über der nicht rauschenden, nichtleuchtenden Brenner-Flamme vorsichtig erwärmen, dabei nicht sieden lassen! Siedeverzug beachten! Als negative Blind-Probe den Versuch mit 1 mL Wasser statt der Probe-Lösung wiederholen.

Beobachtung: Bei der negativen Blind-Probe bleibt die Blau-Färbung auch nach dem Erwärmen bestehen. Bei einem positiven Verlauf mit Essigsäureethylester entfärbt sich die Lösung.

Deutung: Mit dem Rojahn-Test können funktionelle Ester-Gruppen nachgewiesen werden:



Durch Zugabe der Natronlauge erfolgt eine basenkatalysierte Ester-Hydrolyse, bei der die Ester-Moleküle in ihre Bestandteile (Alkohol- und Carbonsäure-Molekül) zersetzt werden. Die Carbonsäure-Moleküle geben in der wässrigen Lösung ein Proton ab, so dass sich Oxonium-Ionen bilden, die wiederum den Farb-Umschlag des Indikators Thymolphthalein bewirken.

12.3.2 Nachweis für Hydroxy-Gruppen – „Cernitrat“

Material:

- Tüpfel-Platte
- Pasteur-Pipette, Hütchen

Chemikalien:

- Ethanol (Spiritus)

CAS-Nr.: 64-17-5



Gefahr

H225, H319

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

- VE-Wasser

- Cernitrat-Reagenz

Ammoniumcer(IV)-nitrat-Lösung

w=10% (Salpetersäure, c= 2 mol/L)

CAS-Nr.: 16774-21-3



Gefahr

H272, H302, H314

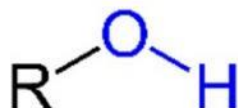
P221, P280, P308+P310, P301+P330+P331,

P305+P351+P338

Durchführung: In einem Feld der Tüpfel-Platte 1 Tropfen Probe-Lösung (Ethanol) mit 1 Tropfen Cernitrat-Reagenz vermischen und beobachten. Zum Vergleich in einem zweiten Tüpfel-Feld 1 Tropfen VE-Wasser mit 1 Tropfen Cernitrat-Reagenz vermischen (negative Blind-Probe).

Beobachtung: Bei der negativen Blind-Probe bleibt die gelbliche Eigenfarbe der Cernitrat-Lösung bestehen. Bei einem positiven Test-Verlauf mit Ethanol färbt sich die Lösung Rostrot.

Deutung: Mit dem Cernitrat-Test können funktionelle Hydroxy-Gruppen nachgewiesen werden:




Die Farb-Reaktion beruht auf einer Liganden-Austausch-Reaktion im Ammonium-Cer(IV)-nitrat-Molekül, so dass sich der ursprüngliche orangerote Komplex in einen anderen Komplex umwandelt, der dunkelrote Färbung hervorruft.

12.3.3 Nachweis für Carboxy-Gruppen – BTB-Test

Material:

- Tüpfel-Platte
- Pasteur-Pipetten, Hütchen

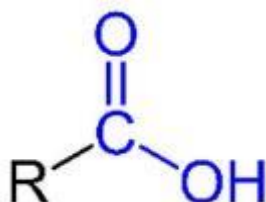
Chemikalien:

- **BTB-Reagenz**
(**Bromthymolblau**-Reagenz)
 Gefahr
H225, H319
P210, P240, P403+P235, P305+P351+P338
- **Ethansäure (Essigsäure)**
w=5%
CAS-Nr.: 64-19-7
- VE-Wasser

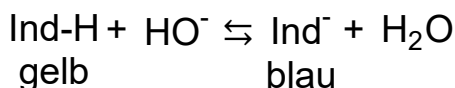
Durchführung: In einem Tüpfel-Feld 3 Tropfen BTB-Reagenz mit 3 Tropfen Probe (Ethansäure) versetzen und gut Rühren. Die negative Blind-Probe mit Wasser statt Probe durchführen.

Beobachtung: Bei der negativen Blind-Probe bleibt die blaue Eigen-Färbung der Bromthymolblau-Lösung bestehen. Nach Zugabe von verdünnter Ethansäure färbt sich die Lösung gelb.

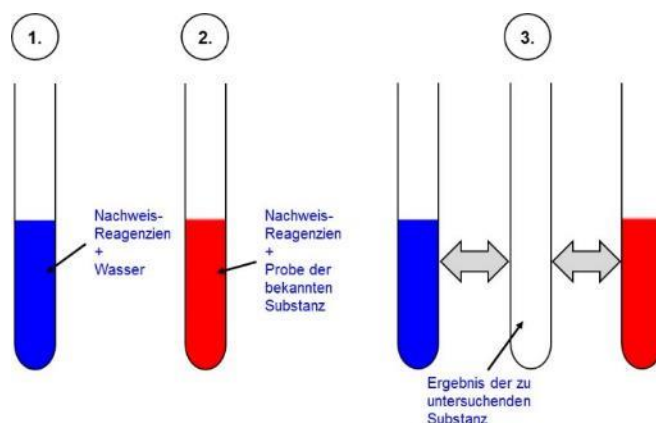
Deutung: Mit dem BTB-Test können funktionelle Carboxy-Gruppen nachgewiesen werden:



Bromthymolblau wirkt als Säure-Base-Indikator, der ungefähr bei einem pH-Wert von 7 umschlägt. In der schwach basischen Reagenz-Lösung liegt der Indikator als Anion in der blauen Form vor (stark vereinfacht als Ind^-). Bei positivem Test-Ausfall, hervorgerufen durch die Protonen-Abgabe vorhandener Oxonium-Ionen, erfolgt ein Farb-Umschlag nach Gelb (Ind-H).



Deutung / chemische Grundlagen: Die Durchführung einer negativen Blind-Probe ist bei Versuchsreihen mit Nachweis-Reaktionen besonders wichtig. Meist wird bei einer negativen Blind-Probe Wasser als Probe-Stoff verwendet, weil dieser keine strukturellen Eigenschaften organischer oder anorganischer Stoffe besitzt. So kann man den „negativen“ Verlauf bzw. das Ergebnis einer Reaktion beobachten und erkennen, ob z. B. Farbänderungen durch die Reaktion der beteiligten Nachweis-Reagenzien verursacht werden (Reagenzglas 1). Bei positiven Blind-Proben wird die Nachweis-Reaktion mit einem Probe-Stoff durchgeführt, bei dem bekannt ist, dass die gesuchte Molekül-Struktur, z. B. eine Hydroxy-Gruppe, vorhanden ist (Reagenzglas 2). Das Ergebnis des Nachweis-Versuchs bei Verwendung einer zu testenden Probe-Substanz wird dann mit den Ergebnissen beider Blind-Proben verglichen (3).



Entsorgung: Organischer, flüssiger Abfall

Quelle: Harsch G., Heimann R. (1998), Didaktik der Organischen Chemie nach dem PIN-Konzept - Vom Ordnen der Phänomene zum vernetzten Denken, Springer-Verlag

12.4 Darstellung und Nachweis von Alkanalen

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Oxidationsprodukte der Alkanole

E: Redox-Gleichungen in der OC

Neugier: Molekülstrukturen oder Reaktionen „sichtbar“ machen

Material:

- Erlenmeyerkolben, 100 mL
- Dreibein, Drahtnetz
- Brenner, Feuerzeug
- Becherglas, 50 mL
- Tiegelzange
- Kupfer-Drahtnetzrolle
- Filterpapier
- Siedesteinchen

Chemikalien:

- **Ethanol** (Spiritus)

CAS-Nr.: 64-17-5



Gefahr

H225, H319

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

- **SCHIFF'S REAGENZ**

Fuchsin-schweflige Säure



Gefahr

H350

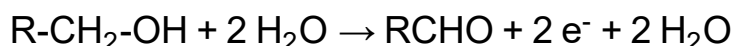
P281, P308+P313

Durchführung: In den Erlenmeyerkolben ca. 15 mL Ethanol und einige Siedesteinchen geben, erhitzen, sodass das Ethanol gerade siedet. Kupfer-Drahtnetzrolle in der rauschenden Brenner-Flamme zu Glühen bringen und in den Ethanol-Dampf an der Mündung des Kolbens halten. Geruch durch Zufächeln prüfen. Dampf vor und nach dem Kontakt mit der Kupfer-Drahtnetzrolle mit einem mit fuchsin-schwefliger Säure getränkten Filterpapier prüfen.

Beobachtung: Es entsteht ein stechend riechendes Produkt, das fuchsin-schweflige Säure von farblos nach rot umfärbt.

Deutung: Alkanole lassen sich oxidieren.

Teil Gleichung für die Oxidation:



Entsorgung: E10, B3

Didaktischer Hinweis: Mit Hilfe dieser Nachweis-Reaktion kann auch der Ringschluss von Glucose bzw. vielmehr die Öffnung des Rings unter Hitzeeinwirkung gezeigt werden. 2 Tropfen frisch angesetztes Schiff'sches Reagenz im Reagenzglas zu 2 mL Glucose-Lösung (w= 1%) geben, den Inhalt vorsichtig bis zur Pink/Violett-Färbung erhitzen (positiver Nachweis). Das Reagenzglas im Anschluss im Eisbad abkühlen, die Lösung entfärbt sich wieder (Halbacetal-Bildung). Wiederholbar.

Quelle: Schulbücher; Häusler, Rampf, Reichelt; Experimente für den Chemie-Unterricht, S. 27 (Aldehyd-Nachweis in Glucose).

Diskussion: Variante mit Methanol: Vergleich der Toxizität der Produkte

12.4.1 Weitere Nachweise für Alkanale

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Kohlenhydrate enthalten die Carbonyl-Gruppe

E: Redox-Reaktionen und –Gleichungen in der OC. Reduzierende und nicht reduzierende Zucker

Material:

- 6 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Reagenzglas-Klammer
- Dreibein, Drahtnetz
- Brenner, Feuerzeug
- 2 Pasteur-Pipetten, Hütchen
- Becherglas, 250 mL

Chemikalien:

- **Saccharose**

(Haushaltszucker)

CAS-Nr.: 57-50-1

- **Glucose** (Traubenzucker)

CAS-Nr.: 50-99-7

- **Fehling I-Lösung**



Gefahr

H318

P280, P305+P351+P338

- **Fehling II-Lösung**



Gefahr

H314

P280, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P310

- **Ethanal** (Acetaldehyd)

CAS-Nr.: 75-07-0



Gefahr

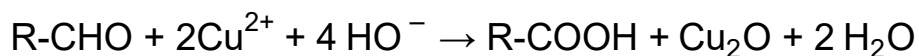
H224, H319, H335, H351

P210, P240, P305+P351+P338, P308+P313, P403+P233

Durchführung: Man stellt in 3 Reagenzgläser zunächst einige mL Fehling-Reagenz her (Verhältnis Fehling-Lösung I:II = 1:1) und gibt dann 5 Tropfen Ethanal bzw. Glucose- bzw. Saccharose-Lösung zu, schüttelt und erhitzt ggf. vorsichtig in der Brenner-Flamme. Alternativ kann die Lösung auch im Wasserbad auf dem Dreibein mit Drahtnetz erhitzt werden.

Beobachtung: Aus der klaren blauen Lösung entsteht mit Glucose ein ziegelroter Niederschlag. Mit Saccharose ergibt sich keine Veränderung.

Deutung: Reaktionsgleichung im basischen Milieu:



Entsorgung: B1

Quelle: Schulbücher

Diskussion: Spezifischer Nachweis?

Didaktischer Hinweis:

- Fehling-Lösung I: Kupfersulfat-Lösung w= 4%
- Fehling-Lösung II: 75 g Natriumhydroxid + 100 g Kaliumnatriumtetrat in 500 mL Wasser

12.5 Nachweis von Ethanol

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: Praktische Verwendung chemischer Reaktionen

B: Vergleich chemischer mit elektronischen Messungen

Neugier: So macht es die Polizei

Material:

- elektronisches Alkohol-Testgerät
ACE 3000

Chemikalien:

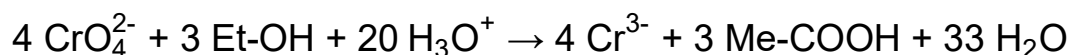
- **Spirituosen** (Schnaps, Bier, Wein)

Durchführung 1: historisch

Eine Test-Person (Lernende, Grins) nimmt einen Schluck alkoholhaltiges Getränk zu sich und pustet nach Vorschrift in das Alcotest-Röhrchen.

Beobachtung 1: Das gelbe Salz verfärbt sich nach grün.

Deutung 1: Reaktionsgleichung:



Entsorgung 1: **E16** enthält Kaliumdichromat; Reduktion bis Cr^{3+} , dann in **B1**

Quelle: Anleitung zu Alcotest-Röhrchen, Firma Dräger (siehe URL unten)

Durchführung 2: modern

Eine Test-Person (wieder Lernende) nimmt einen Schluck alkoholhaltiges Getränk zu sich und pustet nach Vorschrift in die entsprechende Öffnung des Alkohol-Testgerätes (Mundstück verwenden)

Beobachtung 2: 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

12.6 Untersuchungen an einer PET-Flasche

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, D

Kompetenz/Ziel:

E: Beziehung zwischen Eigenschaft und Struktur bei Kunststoffen

Neugier: Durch Beobachten Moleküle verstehen

Material:

- Stativ, Muffe
- große Klammer
- dünnwandige PET-Flasche
- Heißluft-Gebläse
- All-Chem-Misst II
- Thermofühler

Aufbau:

PET-Flasche in der Nähe des Bodens ins Stativ einspannen.

Schraubverschluss ggf. abnehmen.

Temperatur-Fühler so befestigen, dass er die Außen-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

12.7 Bestimmung der Siede-Temperatur von Alkanolen

Zeitbedarf: ca. 20 Minuten; Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Siede-Temperatur in Abhängigkeit des Alkylrests





E: Bestimmung der Siede-Temperatur im kleinen Maßstab

Neugier: Anziehungskräfte sichtbar machen

Material:

- Reagenzglas, d= 30 mm
- Brenner; Feuerzeug
- Reagenzglas-Klammer
- Reagenzglas-Gestell
- 5 Pasteur-Pipetten, Hütchen
- Multimeter mit (NiCrNi-Draht-) Temperaturfühler
- Spritze, 1 mL, Kunststoff
- Kanüle (rosa) 1,2 mm x 4 mm
- Hand-Brenner
- Pinzette, schmal

Chemikalien:

- **Methanol**
Cas-Nr.: 67-56-1
 Gefahr
H225, H331-311-301, H370
P210, P240, P280, P302+352, P304+340, P308+310, P403+233
- **Ethanol**
CAS-Nr.: 64-17-5
 Gefahr
H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+233
- **VE-Wasser**
- **Propan-1-ol**
CAS-Nr.: 71-23-8
 Gefahr
H225, H318, H336
P210, P240, P280, P305+351+338, P313, P403+233
- **Propan-2-ol**
CAS-Nr.: 67-63-0
 Gefahr
H225, H319, H336
P210, P233, P240, P305+351+338, P403+235

Vorbereitung: Zwei Pasteur-Pipetten werden mit einem Gas-Brenner an der Verengung so abgeschmolzen, dass sie als Mini-Reagenzgläser verwendbar sind. Die dabei abgetrennte Pipetten-Kapillare (Länge ca. 1,5 cm) sollte auf einer Seite ebenfalls abgeschmolzen und auf ca. 1,5 cm gekürzt sein.

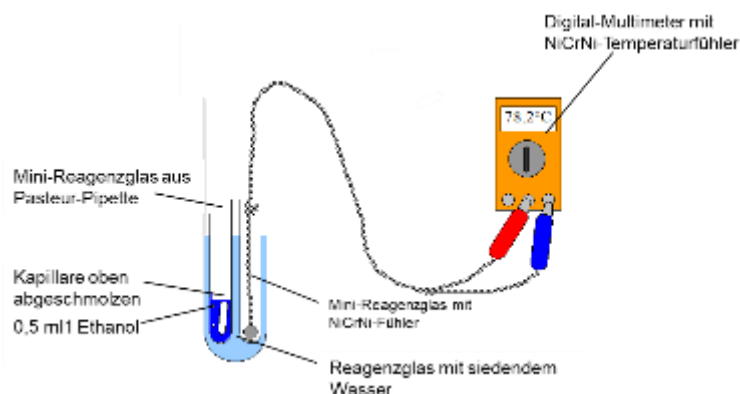
Sollen mehrere Siede-Temperatur-Bestimmungen hintereinander durchgeführt werden, ist es sinnvoll einen Vorrat an Mini-Reagenzgläsern und Kapillaren anzulegen.

Durchführung: In eines der beiden Mini-Reagenzgläser wird der NiCrNi –Temperaturfühler so eingeführt, dass der Sensorkopf in der Reagenzglas-Spitze zu liegen kommt. (Durch einen lockeren Knoten im Sensor-Kabel, der in den oberen Bereich des Mini-Reagenzglases eingeschoben wird, lässt sich der Sensor-Kopf in dieser Position fixieren). Starre Messfühler zusammen ins kleine Reagenzglas stecken. Das Multimeter auf °C stellen.

Ein weiteres der Mini-Reagenzgläser wird mit Hilfe einer Spritze mit etwa 0,5 mL eines Alkanols, z. B. Ethanol, und mit einer Kapillare (ca. 1,5 cm, zugeschmolzenes Ende zeigt nach oben) beschickt (ggf. mit Pinzette).

Im großen Reagenzglas (30 mm) werden ca. 4 cm Wasser zum Sieden erhitzt, dann zügig das Mini-Reagenzglas mit dem Alkanol und ein mit einem Mini-Reagenzglas umhüllter NiCrNi-Fühler auf gleicher Höhe in das Reagenzglas mit dem siedenden Wasser tauchen und das Erhitzen stoppen. Bei Methanol sollte die Temperatur des Wassers nicht mehr als 80°C betragen, da sonst alles Methanol verdampft ist, bis die Siedetemperatur erreicht ist.

Bald beginnen regelmäßig Alkanol-Gasbläschen aus der Kapillaren-Öffnung auszutreten, das Alkanol siedet. Durch Abgabe von Wärme an die Umgebung kühlt das Wasser / das Alkanol im Reagenzglas ab. Dies kann über den Temperatur-Fühler verfolgt werden. Die Temperatur notieren, sobald keine Blasen mehr aus der kleinen Kapillare treten, sie entspricht der Siede-Temperatur.



Beobachtung:

Alkanol	experimentell ermittelte Siede-Temperatur 9b	Literaturwert (aus Römpp Chemielexikon)
Methanol	65°C	64,5°C
Ethanol	78°C	78,2°C (95,57 % Azeotrop)
Propan-1-ol		97°C
Propan-2-ol	80°C	82°C

Deutung: In dem Augenblick, in dem keine Alkanol-Gasbläschen mehr aus der Kapillare austreten, sondern wieder Flüssigkeit in das Röhrchen eindringen kann, ist die Siedetemperatur erreicht, der Dampf-Druck ist gleich dem Außen-Druck.

Diskussion: Dieser Versuch kann der Microscale-Destillation eines alkoholhaltigen Gemischs angeschlossen werden.

Entsorgung: Ethanol verdünnt in den Ausguss, Methanol, Propan-1-ol und Propan-2-ol in den organischen Sammelbehälter.

Quelle: Viktor Obendrauf „Zeitsparende Schulchemie in kleinen Mengen“; Skript zum 4. Experimentalseminar des VCO, 2004 S. 8

12.8 Darstellung von Frucht-Estern D!

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lehrende

Kompetenz/Ziel:

F: säurekatalysierte Veresterung
















E: Bedeutung von Estern im Alltag

Neugier: Alte Socken in wohlduftendes Aroma verwandeln: noch ein Zaubertrick

Material:

- 4 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Reagenzglas-Gestell
- Reagenzglas-Klammer
- Stopfen für Reagenzglas
- Spatel
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Brenner, Feuerzeug
- 4 Bechergläser, 150 mL
- Filterpapier

Chemikalien:

- **Schwefelsäure** (konz.)
w= 96%
CAS-Nr.: 7664-93-9
 Gefahr
H290, H314
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310
- **1-Butanol**
CAS-Nr.: 71-36-3
   Gefahr
H226, H302, H318, H315, H335, H336
P210, P208, P302+P352, P304+P340, P305+P351+P338, P313
- **Benzooesäure**
CAS-Nr.: 65-85-0
  Gefahr
H315, H318, H372
P280, P302+352, P305+P351+P338, P314
- **Buttersäure**
CAS-Nr.: 107-92-6
  Gefahr
H302, H314
P260, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P304+P340+P310, P305+P351+P338, P310
- **Ethanol** (Spiritus)
CAS-Nr.: 64-17-5
  Gefahr
H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
- **Essigsäure** (Eisessig)
w= 100%
CAS-Nr.: 64-19-7
  Gefahr
H226, H290, H314
P210, P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310
- **Ameisensäure** (Methansäure)
CAS-Nr.: 64-18-6
   Gefahr
H226, H302, H314, H331
EUH071
P210, P280, P301+P330+P331, P304+P340, P305+P351+P338, P308+P310

Durchführung 1: Im Reagenzglas werden eine Spatelspitze Benzooesäure und ca. 3 mL Ethanol vermischt und vorsichtig mit der Pipette unter Schütteln 10 Tropfen Schwefelsäure zugesetzt. Dann erwärmt man unter leichtem Schütteln über kleiner Brenner-Flamme und gießt den Inhalt in ein Becherglas mit 100 mL Wasser.

Geruchsprobe: am Filterpapier, das mit dem Rand etwas in die auf dem Wasser schwimmende Fraktion getaucht wurde.

Beobachtung 1: Es sammelt sich eine dünne Fraktion auf der Wasser-Oberfläche.

Geruch erinnert an Nelken

Durchführung 2: In das 2. Reagenzglas werden etwa gleiche Mengen (z. B. ca. 1 mL + 1 mL) Butanol und Essigsäure gegeben, dann mit der Pipette unter Schütteln 20 Tropfen Schwefelsäure zugesetzt. Man erwärmt unter leichtem Schütteln über kleiner Brenner-Flamme und führt laufend (durch Fächeln) Geruchsproben durch. Zum Schluss gießt man den Inhalt in ein Becherglas mit 100 mL Wasser.

Letzte **Geruchsprobe:** am Filterpapier, das mit dem Rand in die auf dem Wasser schwimmende Fraktion getaucht wurde.

Beobachtung 2: Geruch erinnert an Banane.

Durchführung 3: IM ABZUG! In das 3. Reagenzglas werden ca. 1 mL Buttersäure und ca. 1 mL Ethanol gegeben, dann etwa 1 mL Schwefelsäure zugesetzt. Mit dem Stopfen verschließen und schütteln. Nach ca. 1 Minute den Inhalt in das Becherglas mit 100 mL Wasser gießen.

Geruchsprobe: am Filterpapier, das mit dem Rand in die auf dem Wasser schwimmende Fraktion getaucht wurde.

Beobachtung 3: Der Geruch erinnert an Ananas.

Durchführung 4: In das 4. Reagenzglas werden ca. 1 mL Ameisensäure und ca. 1 mL Ethanol gegeben, dann etwa 1 mL Schwefelsäure zugesetzt. Mit dem Stopfen verschließen und schütteln. Nach ca. 1 Minute den Inhalt in das Becherglas mit 100 mL Wasser gießen.

Geruchsprobe: am Filterpapier, das mit dem Rand in die auf dem Wasser schwimmende Fraktion getaucht wurde.

Beobachtung 4: Der Geruch erinnert an Rum.

Deutung: Es entsteht:

- Benzoessäureethylester (Sdp.: 213,9°C, Nelke)
- Essigsäurebutylester (Sdp.: 126°C, Banane)
- Buttersäureethylester (Sdp.: 122°C, Ananas)
- Methansäureethylester (Sdp.: 54°C, Rum)

Entsorgung: E10, B3

Quelle: verschiedene Quellen, angepasst

Diskussion:

- Diskutieren Sie eine effektvolle Präsentation der Ester
- Überprüfen Sie, ob der Geruch mit Ihren Erwartungen identisch ist
- „Ein Ester macht noch kein Aroma“ (alte mesopotamische Weisheit)

12.9 Nylon-Herstellung (wird nicht durchgeführt)

Zeitbedarf: 20 Minuten

Kompetenz/Ziel:

F: Kunststoffe durch Polykondensation

E: Bildung von Makromolekülen aus bifunktionellen Molekülen

B: Bewertung von Kunststoff-Eigenschaften

Material:

- 2 Bechergläser, 250 mL
- Glasstab
- Pinzette
- Holz-Stäbchen
- Zeitung als Unterlage

Chemikalien:

- **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

- **Phenolphthalein-Lösung**
ethanolisch (Indikator)

w= 1%

CAS-Nr.: 77-09-8



Gefahr

H350, H226, H319, H341

P201, P210, P305+P351+P338, P308+P313

- **Adipinsäuredichlorid**

CAS-Nr.: 111-50-2



Achtung

H319

P305+P351+P338

- **1,6-Diaminohexan**
(Hexamethyldiamin)

CAS-Nr.: 124-09-4



Gefahr

H302, H312, H314, H335

P261, P280, P305+P351+P338, P310

- **Natriumhydroxid**

CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314

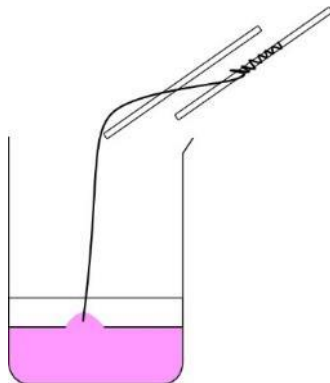
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

Vorbereitung: Diamin ca. 30 Minuten vor Versuchsbeginn in warmes Wasser stellen (Smp.: 68°C), damit es erweicht und leichter entnommen werden kann.

Durchführung: In einem Becherglas werden 2 mL Säurechlorid in 50 mL Benzin gelöst.

Im zweiten Becherglas bereitet man eine Lösung von 0,8 g Natriumhydroxid und 2,2 g Hexamethyldiamin (falls geschmolzen tropfenweise einwiegen) in 50 mL Wasser (3 Tropfen Phenolphthalein-Lösung zugeben) und überschichtet vorsichtig mit der Säurechlorid-Lösung.

An der Phasen-Grenze entsteht eine dünne Haut, die mit der Pinzette herausgezogen werden kann.



Beobachtung: Der „Faden“ kann, über Glasstäbe gleitend, lang ausgezogen oder nach einmaligem Umlenken über einen befeuchteten Glasstab auf ein Holz-Stäbchen aufgerollt werden.

Achtung: Zeitung unterlegen, da die abtropfende Lösung ätzend ist!

Längen-Rekord bisher: 14 m

Deutung: Polykondensat: Nylon 6,6 oder 6,10

Entsorgung: Rest-Lösung umrühren

- Festen Teil: **E3**
- flüssigen Teil: **E10, B3**

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

Diskussion: Kritik des Ergebnisses: Entscheiden Sie, ob das Produkt typische physikalische Eigenschaften von Nylon zeigt.

Didaktischer Hinweis: Statt Adipinsäuredichlorid ergibt auch Dekandisäurechlorid (Sebacinsäuredichlorid) akzeptable Ergebnisse.

Der Ersatz der ansonsten empfohlenen Lösemittel Tetrachlormethan sollte dringend (bzw. für Chloroform auch) erfolgen, aber: Benzin ergibt etwas schlechtere, aber akzeptable Ergebnisse und ist weitgehend ungefährlich.

Der Versuch wird nicht empfohlen für das Lehrziel „Nylon als Kunststoff“, da das Produkt des Versuches mit den Eigenschaften von Nylon nicht viel gemeinsam hat.

Der Versuch ist durchaus geeignet, wenn Sie das Lehrziel „Demonstration des technischen Verfahrens Grenzphasen-Kondensation“ erreichen wollen.

12.10 Perlon-Herstellung D!

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Bedeutung der Säureamid-Bindung bei Kunststoffen (Polyamiden)

E: Verstrecktes und unverstrecktes Perlon: Struktur-Eigenschaft-Modell

Neugier: Einen richtigen Kunststoff-Faden herstellen, der nicht reißt

Material:

- Becherglas, 25 mL
- Glasstab
- Pinzette
- Tiegelzange
- Brenner, Feuerzeug
- Dreibein, Drahtnetz
- Messer
- Filterpapier

Chemikalien:

- **ϵ -Caprolactam**
(6-Aminocapronsäurelactam)
CAS-Nr.: 105-60-2



Achtung

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

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



Gefahr

H225, H319
P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233

- **Natrium**
CAS-Nr.: 7440-23-5



Gefahr

H260, H314
EUH014
P233, P231+P232, P280, P305+P351+P338,
P370+P378+P422

Durchführung 1: In das Becherglas gibt man ca. 9 g ϵ -Caprolactam und fügt ein sehr kleines Stückchen Natrium (ca. 0,01 g, ca. 2 x 2 mm, entölt) hinzu. **WICHTIG:** Das Natrium-Körnchen sollte mit dem Glasstab tief in das Lactam eingedrückt werden! Dann schmilzt man vorsichtig den Reaktionsansatz mit nicht zu großer Flamme (Smp. ϵ -Caprolactam: 68 – 69°C).

Bei ca. 100°C reagiert das Caprolactam mit dem Natrium (Bläschen-Bildung beobachtbar). Währenddessen das Erhitzen unterbrechen, bis alles Natrium reagiert hat. Danach erhitzt man rasch und hält die Schmelze so lange am Sieden, bis die Konsistenz zäher wird (Sdp: ca. 260°C) die Dampf-Blasen werden merklich langsamer, die Schmelze honigfarben.

Dann stellt man den Brenner aus und fühlt mit dem Glasstab, wie die Schmelze zunehmend zäher wird. Bald gelingt es, Fäden aus dem Becherglas zu ziehen. Nach dem Herausziehen des Fadens am Glasstab, kann mit der Hand (Abstand > 30 cm vom Becherglas) weitergezogen werden (ein zweiter Praktikant kann den Faden aufwickeln). Je nach Konsistenz und Abzieh-Geschwindigkeit werden die Fäden dünner oder dicker. Alle Gruppen ziehen Fäden aus dem gleichen Ansatz.

Durchführung 2: Die erkalteten Fäden lassen sich verstrecken, wenn man an den Enden stark zieht.

Beobachten Sie die Veränderung der Faden-Stärke, evtl. über die Projektionsfläche des Overhead-Projektors. Erklärung?

Beobachtung: Durch Ziehen kann man die Fäden strecken.

Sie sind sehr widerstandsfähig und reißen erst bei größerem Kraft-Aufwand.

Deutung: Das N-Natriumsalz des Caprolactam initiiert anionisch die ringöffnende Polymerisation des Lactams.

Die Polymerisation beginnt aber erst dann, wenn die Mischung aus dem Caprolactam und seinem Natriumsalz auf ca. 250°C erhitzt wird.

Bei dieser Temperatur ist die Polymerisation nach ca. 3 Minuten beendet. Erhitzt man die Schmelze länger als 6 Minuten auf ca. 250°C, so nimmt die Viskosität merklich ab, die Schmelze ist nicht mehr verspinnbar.

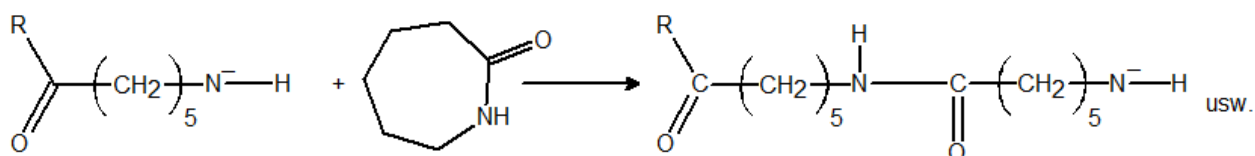
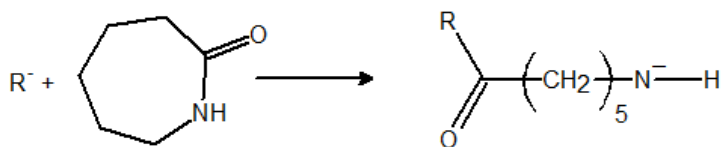
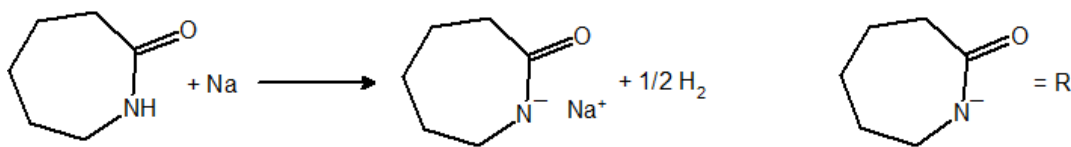
Entsorgung: Glasstab in konz. Salzsäure einweichen (evtl. mehrere Tage; besser abschneiden, verschmelzen und kürzeren Glasstab weiterverwenden)

Das Becherglas mit Perlon-Resten kann nicht gerettet werden: **E3**

Quelle: unbekannt

Diskussion: Verstrecken= Ausrichten der Polymer-Moleküle zu kristallinen Bereichen.

Hintergrund:



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

12.11 Untersuchung von Kunststoffen D!

Zeitbedarf: 20 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Unterschiedliche Eigenschaften von Kunststoffen

B: Sorten-Trennung, Probleme beim thermischen Kunststoff-Recycling

Neugier: Die Nase als Kunststoff-Analysator

Material:

- Brenner, Feuerzeug
- Becherglas, 400 mL (mit Wasser, Sicherheit)
- Indikator-Papier
- Stativ, Muffe, Klammer
- Alufolie als Unterlage

Chemikalien:

- Polyvinylchlorid (PVC)
- Polyethylen (PE)
- Polystyrol (PS)
- Plexiglas (PMMA)
- Polyamid (PA)
- unbekanntes Kunststoff-Stück aus dem Alltag
- Kupfer-Draht

Durchführung 1: Die verschiedenen Kunststoff-Proben werden auf ihr Verhalten in und außerhalb der Brenner-Flamme untersucht (Brenner schräg einspannen, Alufolie unterlegen) und verglichen:

- Ausmaß der Anzündbarkeit
- Selbständiges Weiter-Brennen
- Tropfen und/oder Rußen
- Saure Reaktion der Dämpfe
- Geruch des Dampfes kurz nach dem Erlöschen
PVC: kein Geruchstest!

Beobachtung:

	brennt	allein	rußt	tropft	Geruch
PE					
PVC					nicht riechen!
PS					
PMMA					
PA					

Durchführung 2: Den Kupfer-Draht in der Brenner-Flamme erhitzen und an PVC- bzw. PE-Stäbchen halten. Dann wieder in die Flamme.

Beobachtung und Vergleich.

Deutung 2: Beilstein-Probe auf Halogene

Entsorgung: E3

Quelle: Kunststoff-Koffer des VKI, Frankfurt 1994.

Diskussion:

- Weitere Kunststoffe
- Bruchtest

Hintergrund:

- CA = Celluloseacetat
- MF = Melaminharz
- PA = Polyamid
- PE = Polyethylen
- PF = Phenolharz
- PP = Polypropylen
- PS = Polystyrol
- PVC = Polyvinylchlorid
- SI = Silicon
- UP = Polyester

Lösung:

	brennt	allein	rußt	tropft	Geruch
PE	+	+	+	(+)	ausgeblasene Kerze (Paraffin)
PVC	+	-	-	-	nicht riechen (stechend); Test mit feuchtem Indikator-Papier
PS	+	+	+	(+)	süßlich („Plastik“, Styren)
PMMA	+	+	-	(+)	„fruchtig“ (Ester)
PA	-	-	-	+	verbrannte Haare

Didaktischer Hinweis: Die Kunststoff-Proben stammen aus einem Kunststoff-Koffer des VKI (Verband der Kunststoff-Erzeugenden Industrie)

12.12 Herstellung von Seife D!

Zeitbedarf: Herstellung ca. 30 Minuten, Lernende, n, Reifungsprozess ca. 2 Wochen

Kompetenz/Ziel: F: Verseifung= basenkatalysierte Ester-Spaltung

E: erwünschte Produkt-Eigenschaften sind oft nur durch Mischung verschiedenen Komponenten erreichbar.

Neugier: Was unsere Urgroßeltern alle noch konnten.

Material:

- Becherglas, 400 mL
- Messer
- Thermometer, 150°C
- Spatel, b= 4 mm
- Pulver-Spatel
- Messzylinder, 50 mL
- Wasserbad
- pH-Indikator-Papier
- Becherglas, 1000 mL
- Pürierstab
- Waage
- Wäge-Schalen
- Formen zum Gießen aus Kunststoff z. B. Joghurt-Becher oder Silicon-Formen
- Frischhaltefolie
- alte Handtücher

Chemikalien:

- **Kokos-Fett** (z. B. Palmin)
- **Fettstange** (Biskin)
- **Oliven-Öl**
- **Raps-Öl**
- **Rizinus-Öl**
- **Sanddornfruchtfleisch-Öl** (zum Anfärben)
- **Parfüm-Öl** (z. B. Zitrone, Orange)
- **Natriumhydroxid**
CAS-Nr.: 1310-73-2



Gefahr

H290, H314
P280, P301+P330+P331,
P305+P351+P338, P308+P310

Durchführung: Formen wenig einölen, ggf. mit einem Zellstofftuch auswischen.

50 g Kokos-Fett und 50 g Fettstange in das 1.000 mL Becherglas einwiegen, 46 g Oliven-Öl, 30 g Raps-Öl und 20 g Rizinus-Öl dazugeben und im Wasserbad bei 40°C schmelzen.

Im 400 mL-Becherglas 26,5 g NaOH in 66 mL VE-Wasser lösen und auf ca. 40°C abkühlen (bei jüngeren Lernenden ist dieser Schritt dem Lehrenden vorbehalten!).

Die Natronlauge ins geschmolzene Fett/Öl-Gemisch mit Hilfe des Pürierstabes einrühren, auf jeden Fall jedoch Spritzen vermeiden (trotzdem Schutzbrille). Die Masse so lange rühren, bis sie „zeichnet“: Pürierstab ausstellen, mit einem Glasstab eintauchen und etwas von der Masse auf die Oberfläche zurückfallen lassen. Wenn die Tropfen auf der Oberfläche liegen- bzw. sichtbar bleiben, können 4 g Sanddornfruchtfleisch-Öl und ca. 15 Tropfen Parfüm-Öl zugegeben werden. Zusätze gut einrühren und die Masse zügig in die vorbereiteten Formen gießen. Anschließend mit Frischhaltefolie abdecken und zur Isolierung mit Handtüchern umwickeln. Mindestens 24 Stunden ruhig stehen lassen, dann offen mindestens weitere 8 Stunden stehen lassen.

Die Seife kann jetzt aus der Form gelöst werden (falls nicht - kurz einfrieren), sollte jedoch zur Erreichung einer festeren Konsistenz noch vier Wochen ausreifen, dann ist auch die Ester-Spaltung weitestgehend abgeschlossen und der pH-Wert im neutralen Bereich.

Beobachtung: Die Seifen-Masse verdickt sich beim Aufschlagen. Nach dem Aushärten ist sie matt.

Bei sehr kleinen Seifen-Formen, fehlender oder zu kurzer Abdeckung mit Folie bildet sich an der Oberfläche durch verfrühten Kontakt mit Kohlenstoffdioxid sog. Soda-Asche (weißer, matter Belag), der lediglich ein optischer Mangel ist und mit einem Messer abgekratzt werden kann.

Deutung / chemische Grundlagen: Die Fette bzw. Öle bestehen aus Molekülen, in denen Ester-Bindungen vorhanden sind.

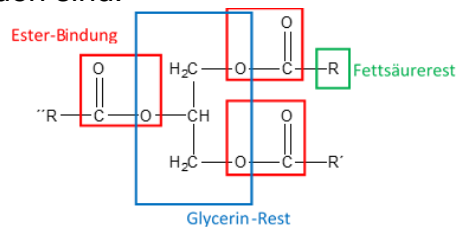


Abb. 5 Molekül-Ausschnitt aus Fett-Molekül mit Glycerin-Rest (blaues Feld) sowie den durch Ester-Bindungen (rote Felder) verknüpften Carbonsäure-Resten (grünes Feld ; hier mit „R“, „R'“ und „R''“ abgekürzt).

Durch die Zugabe von Natronlauge sowie Temperatur-Erhöhung werden die Ester-Bindungen aufgespalten. Dabei entstehen Glycerin-Moleküle sowie geladene Moleküle, die wir als „Seifen“ kennen und die waschaktive Eigenschaften besitzen:

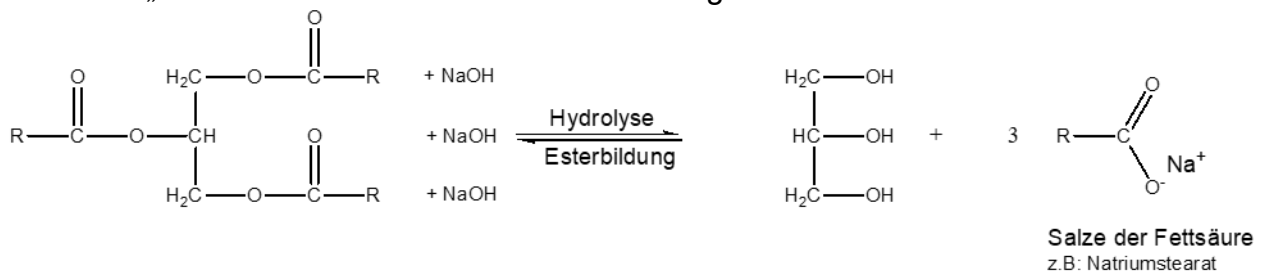


Abb. 6 Beispielhafte Reaktionsgleichung für die Ester-Hydrolyse (Carbonsäure-Reste mit „R“ abgekürzt). Pro Ester-Bindung reagiert ein NaOH-Teilchen. Je Fett-Molekül entstehen 3 Fettsäure-Salze sowie ein Glycerin-Molekül; Diese Reaktion ist umkehrbar und wird daher zu den Gleichgewichts-Reaktionen gezählt.

Die Salze der Fettsäuren können aufgrund ihres amphiphilen Charakters sowohl mit polarem Wasser als auch unpolaren Verunreinigungen wechselwirken. Zum anderen entsteht Glycerin, an welches die Fettsäuren zuvor mittels Ester-Bindung geknüpft waren, welches eine feuchtigkeitsspende Wirkung auf die Haut hat.

Die Isolierung mit Handtüchern hält die Temperatur in der Masse länger und bewirkt, dass die Seife in die sog. Gel-Phase kommt, in der die Ester-Hydrolyse mit Natronlauge und Fett-Molekülen stattfindet.

Zur Überprüfung der vollständigen Reaktion kann die Seife nach einer Reifezeit von 4 bis 6 Wochen mit feuchtem pH-Papier auf den pH-Wert hin getestet werden (nur leicht basisch).

Entsorgung: Seifen sind zum Waschen da ☺. Die Seifen sollten vor Gebrauch noch etwa 4 Wochen an der Luft „Reifen“ können, da in diesem Zeitraum noch die Verseifungsreaktion stattfindet und somit das NaOH vollständig abreagiert und die Seife nicht basisch ist (vgl. pH-Neutralität der Haut bei pH = 5,5).

Quellen: Didaktik der Chemie Universität Bayreuth; Kasper C., Naturseife - das reine Vergnügen, Freya Verlag.

Didaktischer Hinweis: Rezepte aus dem WWW oder der Bastel-Branche sind stets mit großer Skepsis und Vorsicht zu behandeln: entweder sind die Zutaten mit (amerikanischen) Handelsnamen bezeichnet, so dass man sie kaum kaufen kann, oder es wird mit konz. Lauge sehr nachlässig umgegangen. Stets ist ein großer Aufwand nötig, um sich einzuarbeiten, d. h. Rezepturen funktionstüchtig zu machen.

Diskussion: Vereinfachung für die Grundschule: Fertige Glycerin-Seife wird im Wasserbad geschmolzen. Einige Tropfen Farbstoff (fettlöslich) und 2 – 3 Tropfen Duft-Öl zugeben und in Formen gießen. Die Masse erkaltet in etwa 15 – 30 Minuten. Nun kann das Produkt in Transparent-Folie mit Geschenk-Band eingepackt werden. Auf diese Weise kann relativ schnell und ohne die Verwendung von Natriumhydroxid-Lösung gearbeitet werden. Vergleich mit dem obigen Rezept.

Bezug der Zutaten z. B. bei <http://www.omikron-online.de/>

12.13 Maillard-Verbindungen

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Reaktionen von Aminosäuren und Kohlenhydraten

B: Bedeutung von Maillard-Verbindungen im Alltag

Neugier: Der Duft von frisch gebackenem Brot

Material:

- 2 Reagenzgläser, d= 18 mm
- Reagenzglas-Klammer
- Reagenzglas-Gestell
- 2 Stopfen
- Spatel
- Becherglas, 150 mL
- Brenner, Feuerzeug
- Dreibein, Drahtnetz

Chemikalien:

- **VE-Wasser**
- **Prolin**
CAS-Nr.: 147-85-3
- **Phenylalanin**
CAS-Nr.: 63-91-2
- **Glucose** (Traubenzucker)
CAS-Nr.: 50-99-7

Durchführung 1: Im Reagenzglas werden je eine Spatelspitze Prolin und Glucose vermischt und ca. ½ mL Wasser zugesetzt.

Dann erwärmt man im Wasserbad, nimmt das Reagenzglas nach ca. 3 Minuten heraus und erhitzt es über der Brenner-Flamme weiter, bis eine leichte Braun-Färbung eintritt.

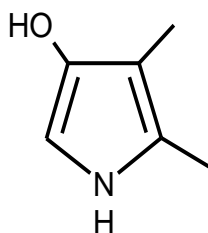
Man prüft immer wieder den Geruch, bis er intensiv genug ist.

Beobachtung 1: Der Geruch erinnert an Gebackenes („Popcorn“, „frisches Brot“)

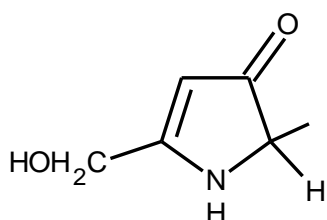
Durchführung 2: Wie Durchführung 1, aber mit Phenylalanin anstatt Prolin

Beobachtung 2: Geruch erinnert an frisch geschnittene Blumen, Veilchen oder Flieder

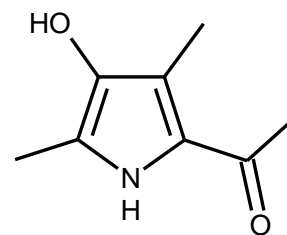
Deutung: Es entstehen durch eine Reaktion der Aminosäure und der reaktiven OH-Gruppe der Glucose unter Wasser-Abspaltung sogenannte Maillard-Verbindungen mit typischem Geruch und Geschmack.



2,3-Dimethyl-4-hydroxy-pyrrol



2-Methyl-5-hydroxy-methylpyrrol-3-on



2,4-Dimethyl-3-hydroxy-5-acetyl-pyrrol

Entsorgung: Reagenzgläser müssen entsorgt werden

Quelle: verschiedene Quellen, angepasst, z. B.: Westphal/Cieslik; <https://online-library.wiley.com/doi/epdf/10.1002/food.19830270122> 03.07.2020

Diskussion: Bedeutung der Maillard-Verbindungen und ihrer Folge-Produkte beim Kochen oder Braten zum Erreichen des typischen Braten- oder Brot-Aromas

13 Lebensmittel

13.1 Trüffel

Zeitbedarf: 45 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

E: Emulgator-Wirkung

B: Chemie zum Wohlgeschmack von Alltagsprodukten

Material:

- Magnetrührer, heizbar
- *Thermometer*
- *Esstlöffel*
- *Hand-Rührgerät*
- *Topf, Edelstahl, klein*
- *Alufolie*
- *Küchen-Hobel*
- *Brot-Messer*
- *Rührgefäß*
- *Küchen-Brett*

Himbeer-Trüffel:

- 20 g *H-Sahne*
- 200 g *weiße Kuvertüre*
- 60 g *Himbeer-Püree*
- 40 g *Butter*
- 1 EL *Himbeergeist*

Butter-Sahne-Trüffel:

- 30 g *H-Sahne*
- 200 g *Vollmilch-Schokolade*
- 20 g *Butter*
- 2 EL *Alkohol*

Mokka-Trüffel:

- 40 g *H-Sahne*
- 200 g *Vollmilch-Schokolade*
- 40 g *Butter*
- 2 TL *Nescafé*
- 2 EL *Weinbrand*

zum Dekorieren/Servieren:

- *Kakao*-Pulver
- *Streusel* etc.
- *Oblaten* oder *Waffeln*

Durchführung:

Schokolade raspeln bzw. mit dem Messer zerkleinern.

Sahne im Topf auf ca. 50°C erhitzen, von der Platte nehmen und zügig Schokolade einrühren, bis sie sich vollständig löst und eine glatte Masse ergibt. Auf ca. 35°C abkühlen lassen.

Butter mit 2 EL Schokolade schaumig rühren, dann in kleinen Portionen langsam in die abgefühlte Trüffel-Masse einrühren.

Zum Schluss Alkohol zugeben und leicht verrühren.

Masse auf die Alufolie oder Oblaten gießen, mit dem Messer auf ca. 1,5 cm Dicke ausstreichen und im Kühlschrank ca. 30 Minuten härten lassen.

Danach in Würfel schneiden. Im Fall der Oblaten sind sie verzehrfertig, im Fall der Alufolie zwischen den Handflächen zügig Kugeln formen.

Diese in Kakao-Pulver, Streusel o. ä. wälzen (nicht Himbeer-Trüffel).

Entsorgung: Oral, vorzugsweise durch den Praktikumsleiter

Quelle: Pütz, J.; Niklas, Ch.: Süßigkeiten mit und ohne Zucker, Hobbythek, vgs Köln 1989

Didaktischer Hinweis: Genau genommen betreiben wir mit diesem Rezept nicht Chemie, sondern Physik: keine Stoffart-Umwandlung. Nachdem die Physik aber keine Pralinen macht, machen wir sie, aus affektiven Gründen ;-)

WWW: <https://www.chefkoch.de/rs/s0/pralinen/Rezepte.html> Jede Menge Pralinenrezepte, 03.07.2020

13.2 Eis-Konfekt

Zeitbedarf: 25 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

B: Schmelz-Enthalpie und Mundgefühl: Zusammenhang chemischer und geschmacklicher Eigenschaften.

Material:

- *Brot-Messer*
- *Gefrier-Beutel*
- *Hand-Rührgerät mit Besen*
- *Schere*
- *Alufolie*
- *Alu-Förmchen oder Eiswürfel-Formen*
- *Rühr-Gefäß*

Zutaten:

- 125 g *Kokos-Fett*
- 150 g *Sorbit*
möglichst feinste Puderform
- 40 g *Vollmilch-Pulver*
- *Backaroma Vanille*
- *Backaroma Rum*
- 35 g *Kakao-Pulver*

Durchführung:

125 g Kokos-Fett werden etwas zerkleinert und in das Rühr-Gefäß gegeben.

150 g Sorbit, 35 g Kakao-Pulver und 40 g Vollmilch-Pulver dazugeben.

Mit dem Rührgerät auf mittlerer Stufe rühren, bis eine glatte Masse entstanden ist.

Dann mit wenigen Tropfen Rum- und Vanille-Aroma abschmecken.

Fertige Masse in den Gefrier-Beutel füllen, eine Ecke abschneiden und in die Alu-Förmchen drücken.

Beobachtung: Schokolade mit „kühlem“ Geschmack.

Entsorgung: Oral

Quelle: Pütz, J.; Niklas, Ch.: Süßigkeiten mit und ohne Zucker, Hobbythek, vgs Köln 1989

Diskussion:

- Ist es „Chemie“, was bei der Fertigung passiert?
- Woher kommt der kühlende Effekt?

Hintergrund:

Die Korn-Größe der Zutaten (besonders Sorbit und Kakao-Pulver) muss unter 20 Mikrometer liegen, da sonst die Zunge einzelne Körner wahrnimmt und ein sandiger Geschmackseindruck entsteht.

Sorbit aus dem Supermarkt liegt deutlich drüber.

Mit einer Kaffee-Mühle lässt sich die Korn-Größe reduzieren, allerdings nicht unter die gewünschte Grenze.

WWW: <http://de.wikipedia.org/wiki/Eiskonfekt>, 03.07.2020

14 Anhang zum Nachschlagen

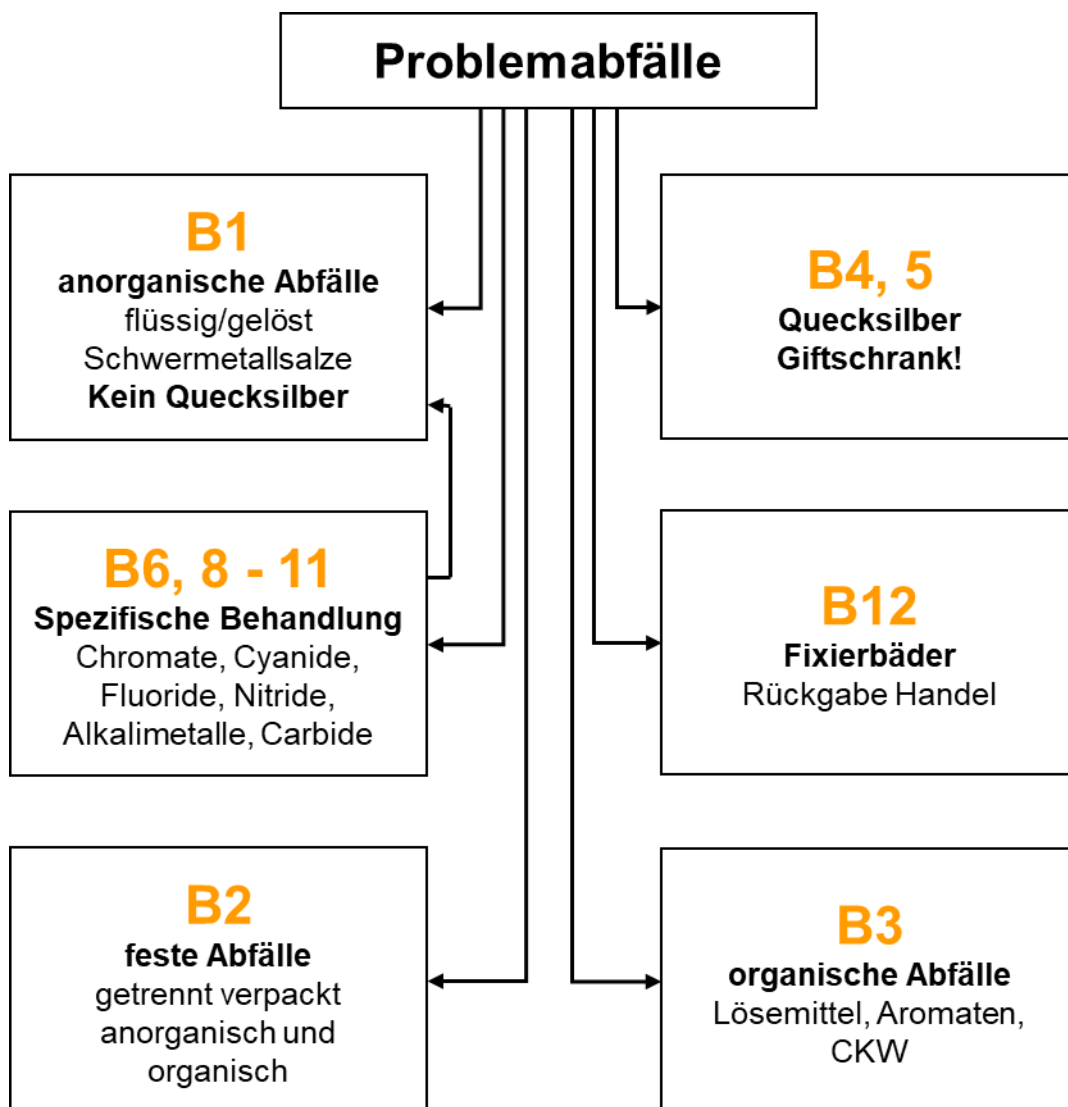
Dieser Teil ist stets zum Praktikum mitzubringen.

Er ist Teil der Sicherheitsmaßnahmen im Labor

14.1 Entsorgung

Kurzform; ausführliche Bestimmungen in Häusler „Experimente für den Chemieunterricht“, S. 30-34

- Das Prüfen, ob ein gefährlicher Stoff nicht durch weniger risikoreiche Substanzen ersetzt werden kann, gehört zu den Pflichten des Lehrenden
- Auf allen Sammelbehältern ist die Beseitigungsgruppe im Wortlaut anzugeben und Warnhinweis-Schilder anzubringen
- Bis zum Abtransport sind die Problem-Abfälle in verschließbaren Räumen aufzubewahren. Gift-Reste müssen im Giftschrank zusätzlich eingeschlossen werden. Zugang haben nur die Chemie-Lehrenden
- Die Sammelbehälter müssen unzerbrechlich, verschließbar und aus Inert-Material beschaffen sein (Kunststoff)
- Beteiligung Lernender an Sondermüll-Beseitigung ist unzulässig



14.2 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**)
- E9** 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 Ratschlägen beseitigen
✓ **B3, 5, 6, 8-11**

14.3 Gerätschaften am Arbeitsplatz

- Magnetrührer, heizbar
- Magnetrührer, regelbar
- Teclu-Brenner
- Wasserbad
- Pneumatische Wanne
Kristallisierschale, d= 140 mm
- Becherglas, 600 mL, weit
- Becherglas, 400 mL, weit
- Becherglas, 250 mL, weit
- Becherglas, 100 mL, weit
- Becherglas, 50 mL, weit
- 2x Becher, Griffin, 250 mL
- Becherglas, 250 mL, hoch
- Becherglas, 150 mL, hoch
- Becherglas, 100 mL, hoch
- Becherglas, 50 mL, hoch
- Erlenmeyerkolben, 500 mL, enghals
- Erlenmeyerkolben, 300 mL, weithals
- Erlenmeyerkolben, 250 mL, weithals
- 2x Erlenmeyerkolben, 100 mL,
enghals
- Erlenmeyerkolben, 100 mL, weithals
- Erlenmeyerkolben, 50 mL, weithals
- Erlenmeyerkolben, 50 mL, enghals
- Erlenmeyerkolben, 25 ml, enghals
- 2x Becherglas, 25 mL
- Becherglas, 5 mL
- Gaswasch-Flasche mit Aufsatz
- Standzylinder, 250 mL
- Standzylinder, 100 mL
- Messzylinder, 100 mL
- Messzylinder, 50 mL
- Messzylinder, 10 mL
- Tropftrichter, 100 mL, mit Stopfen
- Aufsatz für Gaswasch-Flasche mit
Fritte
- U-Rohr mit Diaphragma
- U-Rohr ohne Diaphragma
- Abdampfschale
- Reibschale mit Pistill
- Tiegel
- Petrischale
- Drei-Wege-Hahn
- Absperr-Hahn
- Trichter, Kunststoff
- Pulver-Trichter
- Trichter, Glas
- Trichter, Glas mit Überleitung
- Reagenzglas-Gestell für Reagenzglä-
ser d= 30 mm
- 4x Reagenzglas, d= 30 mm
- Reagenzglas-Gestell für Reagenzglä-
ser d= 18 mm
- 8x Reagenzglas, d= 18mm
- Spritzflasche mit VE-Wasser
- Spritze, 50 mL
- Spritze, 20 mL
- Spritze, 10 mL
- Spritze, 5 mL
- 2x Reagenzglas, d= 10 mm
- Stopfen mit 1 Kanüle
- Stopfen mit 2 Kanülen
- Peleusball
- 2x pi-pump
- Pipetten-Hütchen
- Quarzrohr
- Knierohr, L= 70 mm
- Knierohr, L= 50 mm
- Knierohr, L= 50 mm, mit Spitze

- Knierohr, L= 50 mm, mit Kupfer-Draht
- T-Stück
- Glasrohr, L= 50 mm
- Probenröhrchen
- Einleitungsrohr
- Überleitungsrohr
- 2x Abdeckscheibe
- 2x Uhrglas
- Rollrandglas mit Deckel, 40 mL
- Rollrandglas mit Deckel, 10 mL
- 2x Rollrandglas mit Deckel, 5mL
- Stopfen, 31*38*35 mm, Bohrung d= 8 mm
- 2x Stopfen, 26*32*30 mm
- 2x Stopfen, 18*24*30 mm, Bohrung d= 8 mm
- 2x Silicon-Stopfen, 17*22*25, Bohrung d= 8 mm
- 5x Stopfen, 14*18*20 mm
- Reagenzglas-Klammer für Reagenzgläser, d= 30 mm
- Reagenzglas-Klammer für Reagenzgläser, d= 18 mm
- Thermometer, T= -10 - +150°C
- Löffelspatel, L= 300 mm
- Stabfeuerzeug
- Gas-Anzünder
- Tiegelzange
- Rührstäbchen-Entferner, Angel
- pH-Papier
- Schere
- Glasrohr-Schneider
- Glasschneide-Feile
- Pulverspatel
- Löffelspatel
- Doppelspatel
- Pinzette
- Glasstab
- Messer
- Folienstift
- Christbaum-Kerze
- Teelicht
- Magnetrührstäbchen, L= 250 mm, rund
- Magnetrührstäbchen, L= 400 mm, eckig
- Büretten-Klemme
- 2x Stativ-Klammer
- 2x Muffe
- 2x Experimentierkabel, 50 cm, rot und blau
- 2x Experimentierkabel, 100 cm, rot und blau
- 2x Krokodilklemme, rot und schwarz
- 2x Kohle-Elektrode
- Zink-Elektrode
- Kupfer-Elektrode
- Elektroden-Abstandsplatte
- Sandpapier
- Glühlampe (6W) mit Fassung
- Multimeter
- Tondreieck
- Keramik-Drahtnetz
- Feuerfeste Unterlage; Fliese bzw. Schamott
- Glasrohr, L= 50 cm
- Silicon-Schlauch, L= 50 cm
- Schmelzlöffel

14.4 Vorschriften rund ums Feuerwerk

Einteilung in Klassen:

Feuerwerkskörper für Vergnügungszwecke sind in Deutschland je nach ihrer Gefährlichkeit und Größe in vier Klassen unterteilt.

Klasse I oder auch **Kleinstfeuerwerk** darf von jeder Person die älter als 12 Jahre* ist erworben und das ganze Jahr über verwendet werden. Die maximale Satzmenge beträgt lediglich 3 g – gefährliche Sätze sind verboten. Daran schließt sich die **Klasse II** an, deren Satzgewichtsgrenzen bis zu 50 g pro Feuerwerkskörper bereits wesentlich höher liegen. Das Bestreben um eine Harmonisierung mit dem europäischen Sprengstoffgesetz macht es sogar möglich, dass seit 1998 Satzgewichte von mehr als 50 g möglich sind. Die Erweiterung der Satzgewichtsgrenzen ist aber auch nur dann zulässig, wenn es sich dabei um ein so genanntes Batterief Feuerwerk handelt. Beim Batterief Feuerwerk, welches bis maximal 200 g pyrotechnische Sätze enthalten kann und darf, handelt es sich um Anordnungen mehrerer einzelner Feuerwerkskörper, die untereinander mit einer Züandschnur verbunden sind. Dadurch ist es möglich, durch einmaliges Zünden relativ große Effekte zu erzielen. Da die Gegenstände dieser Klasse bereits wesentlich gefährlicher sind, ist der Verkauf auf die letzten drei verkaufsoffenen Tage, der Abbrand sogar nur am letzten Tag eines Jahres und am ersten eines neuen Jahres erlaubt.

Danach folgt das Mittelfeuerwerk, früher auch als Garten-Feuerwerk bekannt, als **Klasse III**. Da diese Klasse sehr gefährliche Sätze, zum Teil auch in relativ großen Mengen (bis 250 g) enthalten kann, ist für den Erwerb solcher Feuerwerkskörper eine spezielle Ausbildung nötig.

Die **Klasse IV** bildet den Abschluss. Das Großfeuerwerk, wie diese Klasse bezeichnet wird, besitzt (fast) keine Einschränkungen. Für den Erwerb und Umgang mit Feuerwerkskörpern dieser Klasse ist ebenfalls eine spezielle Ausbildung nötig, in der Kenntnisse über Gesetzeslagen, Funktionsweise von Feuerwerkskörpern usw. erworben werden müssen.

Zulassung von Feuerwerksartikeln.

In Deutschland gibt es derzeit mehr als 1800 Feuerwerkskörper und Jahr für Jahr kommen unzählige hinzu. Bevor aber ein Feuerwerkskörper in Deutschland verkauft werden darf, muss er zunächst von der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) auf seine Eignung geprüft werden. Ein typischer Test eines Klasse II Feuerwerks sieht z. B. so aus:

Die BAM erhält 30 Probestücke des Feuerwerkskörpers. Zehn davon werden sofort einem „Funktionstest“ unterzogen die anderen zwanzig werden bei 50°C vier Wochen lang gelagert bzw. zwei Stunden lang durchgeschüttelt und anschließend getestet. Beim Funktionstest darf keiner der Feuerwerkskörper 115dB in 8m Entfernung überschreiten, keine Rakete darf höher als 100m steigen, die Verzögerung nach dem Zünden muss zwischen 3-6 Sekunden liegen. Besteht der Feuerwerkskörper alle Prüfungen, so erhält er ein Zulassungszeichen, welches sich aus den Buchstaben BAM, der Klasse (PI, PII, PIII, Klasse IV benötigt keine Zulassung) und einer Registrierungsnummer zusammensetzt. Ein Zulassungszeichen könnte z. B. folgendermaßen lauten: **BAM P II 0802**.

BAM steht dabei für die Bundesanstalt für Materialprüfung

P II für die Klasse, in diesem Fall Klasse II

0802 für die Registrierungsnummer, in diesem Fall handelt es sich um den Feuertopf der Kunst-Feuerwerk-Fabrik Fritz Sauer.

Die von der BAM vergebene Nummer muss dann auf jedem Feuerwerkskörper oder zumindest seiner Verpackung abgedruckt sein. Enthält ein Feuerwerkskörper keine BAM-Nummer so ist der Verkauf, zumindest in Deutschland, höchstwahrscheinlich illegal und im eigenen Interesse sollte man von solchen Feuerwerkskörpern lieber Abstand halten. Feuerwerkskörper aus anderen Ländern wie z. B. Polen können weitaus gefährlicher sein, unter Umständen bereits in der Hand explodieren oder gefährliche Splitter bei der Explosion bilden.

*12Jahre sind empfohlen da gehäuft Unfälle mit diesen Feuerwerkskörpern aufgetreten sind. Dies kam vor allem auch daher, dass diese Feuerwerkskörper früher unter der Bezeichnung „Feuerwerksspielwaren“ geführt wurden und damit Missverständnisse hervorriefen (Auch diese Feuerwerkskörper können beim Abbrand Temperaturen von weit über 1000°C erreichen).

Quelle: <http://www.pyroweb.de/WissenDeutschland.php> 03.07.2020

14.5 Quellen für Fotos

- [IQ 1] <https://www.plato-technology.de/system/trennen-dichtetrennung/>, Stand: 07.07.2021
- [IQ 2] <https://www.tagesspiegel.de/mobil/fahrberichte/fahrbericht-vw-golf-variant-2-0-tdi-der-vw-golf-macht-sich-mal-lang/10955270.html> Stand: 07.07.2021
- [IQ 3] <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/innovation/freileitungen/hinweis-hochtemperaturleiter> Stand: 07.07.2021
- [IQ 4] <https://www.tis-gdv.de/tis/misc/elektro-htm/> Stand: 07.07.2021
- [IQ 5] <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/spannungsreihe/archiv/spannungsreihe.htm> Stand: 07.07.2021
- [IQ 6] <https://www.abiweb.de/physikalische-chemie/chemische-thermodynamik/anwendungsbeispiele-zum-verstaendis-der-thermodynamik/der-taschenwaermer.html> Stand: 07.07.2021
- [IQ 7] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Lava_lamp01.jpg?uselang=de (Stand: 17.07.2021)
- [IQ 8] http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/Kinder/e_zitronenbatterie.htm (Stand: 18.07.2021), Ergänze:
Bild der Zitrone:
<https://pixabay.com/de/zitrone-gelb-fr%C3%BCchte-zitrusfr%C3%BCchte-576400/>
(19.07.2021)
Bild der LED:
<https://pixabay.com/de/gef%C3%BChrt-diode-licht-ausgeben-26354/>
(19.07.2021)
- [IQ 9] <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/Kinder/bilder/schrottbatterie.gif> (Stand: 20.07.2021)

15 Geschlossene Anleitungen

15.1 Das Gummibären-System

Offene Anleitung: 3.4

Zeitbedarf: 15 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel: **E, K:** Ordnungskriterien erarbeiten. **B:** Modell-System für das PSE.

Neugier: Formulieren Sie in einem Satz, was ein PSE leisten soll.

Material:

3 Päckchen Haribo-Konfekt, -Colorado oder -Stafetten mit 8 verschiedenen Formen in 4-5 unterschiedlichen Farben, z. B.:

- Gummibären
- Weingummi
- Frösche
- Stafetten
- Lakritz/Kokos viereckig
- Lakritz/Kokos mehrlagig
- Schaumteile
- Lakritz/Kokos rund
- ein „aus der Rolle fallendes“ Teil (Himbeere)

Vorbereitung: Die Teile werden in einer Tüte zusammen gemischt und auf einem Foto-Karton ausgeschüttet.

Aufgabe: Es soll eine möglichst weitgehende Ordnung der Teile geschaffen werden.

Dazu sind die Teile zusammenzufassen, die in eine Kategorie gehören und die Kategorien ihrerseits sinnvoll anzuordnen.

Beobachtung: Als Ordnungskriterien kommen Farbe und Form/Art/Größe der Süßigkeit in Frage.

Die zwei Kriterien können in einer zweidimensionalen Anordnung miteinander verknüpft werden. Dann ergeben sich z. B. 8 Reihen (waagrecht angeordnet) mit je 4-5 verschiedenen Farb-Gruppen (senkrecht angeordnet) – vgl. Perioden und Gruppen des PSE, wo die Elemente nachsteigender atomarer Masse und chemischer Ähnlichkeit geordnet werden.

Dass aus der Rolle fallende Teil könnte z. B. die Rolle des Wasserstoffs übernehmen. Allerdings ist im Gegensatz zum PSE seine Stellung nicht klar.

Entsorgung: Oral-Biologisch

Quelle: Schlicht, H.; ChemKon 2010, Nr. 4, 189-191.

Didaktischer Hinweis: Dieses Modell eignet sich gut für die Hinarbeit auf die Ordnung im PSE: Die Form der Süßigkeiten steht für die ähnlichen Eigenschaften der Elemente in einer Hauptgruppe, die Farbe für die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Periode.

Die „Hauptgruppen“ können noch in der Reihenfolge abgestufter Ähnlichkeit nebeneinander angeordnet werden, z. B. Anfang alle Gelatine-Teile, dann „Übergangsteile“ aus zwei Komponenten, schließlich die Lakritz-Teile o. ä.

Im Vergleich dazu können die Ordnungskriterien im PSE diskutiert werden: Hier sind nicht nur ähnliche bzw. abgestufte Eigenschaften wichtig, sondern das eindeutige Ansteigen der Massen- bzw. Ordnungszahl der Atome. Daher bleibt nur ein einziges sinnvolles Ordnungssystem übrig und auch nicht passende Teile (Wasserstoff) lassen sich sinnvoll einordnen.

Folgende Varianten sind in der Literatur noch beschrieben worden:

Variante 1 mit Schrauben: in den Baumärkten gibt es eine Vielzahl von Schraubenarten und -größen, mit denen sich auch das Ordnungsprinzip des PSE entdecken ließe.



Variante 2 mit Lego®-Steinen: bei Lego® kann man einzelne Steine bestellen. Für ca. 8 Euro zuzüglich Porto sind die nötigen Steine für ein PSE erhältlich.



Lit: Sieve, B.; Voorwold, Y.: Stein für Stein zur Reaktionsgleichung, Naturwissenschaft im Unterricht Chemie, 181, 2021, 40-43.

15.2 Modell-Versuch zum Energie-Profil D!

Offene Anleitung: 3.8

Zeitbedarf: 5 + 5 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel: E: Modell für den Verlauf für die Aktivierungs- und Reaktionsenergie.

Neugier: Physikalische Chemie mit Alltagsprodukten.

Material:

- 2 Erlenmeyerkolben, 200 mL, eng
- 2 Stopfen, mit 2 Bohrungen
- passende Glas-Verbindungen
- Laborboy

Chemikalien:

- **Leitungswasser**
ggf. gefärbt mit

- **Methylenblau**
CAS-Nr.: 61-73-4



Achtung

H302

P301+P312+P330

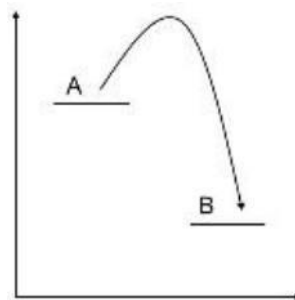
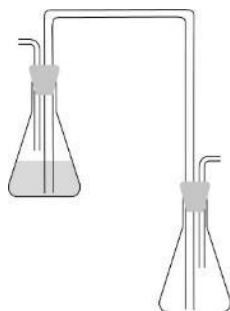
Vorbereitung:

Erlenmeyerkolben A wird fast ganz mit Flüssigkeit gefüllt. Das verbindende Glas-Rohr soll in A wie in B den Boden fast berühren.

Erlenmeyerkolben A wird entweder über- (exotherme Reaktion) oder unterhalb (endotherme Reaktion) platziert.

Hierzu genügt auch ein Drehen der Versuchsanordnung um die Hochachse.

Durchführung 1: exotherme Reaktion



Die „Reaktion“ wird gestartet, indem man in das offene Rohr von Gefäß A bläst.

Die Flüssigkeit steigt im verbindenden Rohr hoch. Sobald sie den absteigenden Ast des Rohres erreicht hat (wie weit genau?), muss nicht mehr geblasen werden.

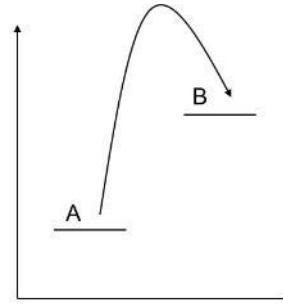
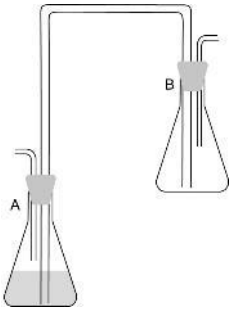
Beobachtung 1: Die Flüssigkeit läuft von sich aus so lange in Gefäß B, bis das Rohr-Ende in A nicht mehr eintaucht.

Deutung 1: Zum Starten der Reaktion wird Aktivierungsenergie (Blasen) benötigt.

Reicht diese aus um die Reaktion über den „Aktivierungsberg“ zu heben, läuft sie „freiwillig“ weiter.

So eine Reaktion bezeichnet man als exotherm oder exergonisch (je nach Betrachtungsniveau).

Durchführung 2: endotherme Reaktion



Analog zu Durchführung 1 wird die Reaktion gestartet, indem in das offene Rohr von Gefäß A geblasen wird.

Beobachtung 2: Diesmal gibt es keinen Punkt im verbindenden Rohr, ab dem die Reaktion von selbst weiterläuft. Das Blasen muss bis zum vollständigen Übergang der Flüssigkeit aufrechterhalten werden.

Unterbricht man es, fließt die Flüssigkeit von selbst wieder in Gefäß A zurück.

Deutung 2: Die Aktivierungsenergie (Blasen) ist höher als die Reaktionsenthalpie.

So eine Reaktion bezeichnet man als endotherm oder endergonisch (je nach Betrachtungsniveau).

Entsorgung: Ausguss

Quelle: Schulbücher

Diskussion: Unterschied exotherm/exergonisch und endotherm/endergonisch?

15.3 Modell-Versuch Trennung von Kunststoff-Abfällen D!

Offene Anleitung: 4.3

Zeitbedarf: 10 Minuten; Lehrende, Lernende

Kompetenz/Ziel:

F: Trennung von Stoff-Gemischen durch unterschiedliche Dichte

E: Anwendung im Recycling als technisches Verfahren

Neugier: Automatisches Sortieren von Kunststoffen

- **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.

$$\rho(\text{PE}) \sim \dots \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{PS}) \sim \dots \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{PVC}) \sim \dots \text{ g/cm}^3$$

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

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:

$$\rho(\text{PE}) = 0,93 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{PS}) = 1,05 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{PVC}) = 1,38 \text{ g/cm}^3$$

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.

15.4 Siedepunkt-Bestimmung von destilliertem Wasser und von Kochsalz-Lösung

Offene Anleitung: 5.6

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

Neugier: Wie heiß kann Wasser werden (bei Normalbedingungen und darüber)?

Material:

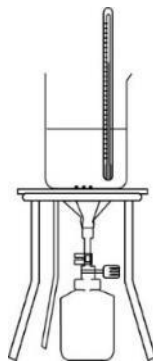
- Dreibein
- Draht-Netz
- Brenner, Feuerzeug
- Stativ, Muffe, Klammer
- Thermometer
- Becherglas 250 mL
- Löffel-Spatel
- Siedesteinchen
- ggf. Barometer
- Stoppuhr

Chemikalien:

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

Aufgabe: Geben Sie an, 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 $T < 100^\circ\text{C}$ (Erf.: $98^\circ\text{C}/1041\text{ hPa}$, $99,5^\circ\text{C}/1052\text{ hPa}$)

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 $T > 100^\circ\text{C}$ (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 Siedepunkt.

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

15.5 Leitfähigkeit von Lösungen D!

Offene Anleitung: 6.8

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel: **F:** Nachweis von Salzen als Ionen-Verbindung. **E:** Test auf Ionen-Verbindungen, Reinheitstest für Wasser.

Neugier: Einfache Möglichkeit, Verschmutzung, die man nicht sieht, nachzuweisen.

Material:

- 4 Bechergläser 250 mL
- 2 Kohle-Elektroden
- Löffel-Spatel
- Elektroden-Abstandplatte
- Labor-Netzgerät
- 4 Kabel, blau + rot
- Glüh-Lämpchen, 6 V
- Multimeter

Chemikalien:

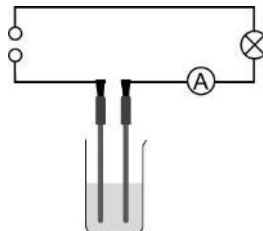
- **Harnstoff**
CAS-Nr.: 57-13-6
- **Glucose** (Traubenzucker)
CAS-Nr.: 50-99-7
- **VE-Wasser**
- **Natriumchlorid**
Kochsalz
CAS-Nr.: 7647-14-5
- **Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat**
CAS-Nr.: 7758-99-8



Achtung

H302, H315, H319, H410
P273, P302+352, P305+351+338

Durchführung: Jede Gruppe stellt eine der Lösungen aus 1 Löffel Substanz in 200 mL Wasser her. Dann Elektroden in die Lösung eintauchen und Stromkreis nach Skizze aufbauen.



Der Spannungsstellknopf muss anfangs in Null-Stellung stehen. Dann Netzgerät einschalten und langsam bis max. 6 V (Wechsel-Spannung = AC) hochregeln.

Beobachtung: Bei nicht leuchtender Lampe ist keine Leitfähigkeit gegeben.

Deutung: Bei den kristallinen Stoffen Kochsalz und Kupfersulfat handelt es sich um ionische, bei den Stoffen Harnstoff und Traubenzucker um nichtionische Kristalle (Gitter).

Didaktischer Hinweis: Dieser Versuchsaufbau kann auch in der Microscale-Variante durchgeführt werden. Die vier Lösungen werden in je eine Vertiefung der Zellkultur-Platte getropft. Der Lehrende kann die Lösungen im Vorfeld vorbereiten und an alle arbeitsteiligen Gruppen ausgeben.

Entsorgung: E8, B1

Quelle: Allgemeingut

Diskussion: Aussage über Pestizide? Begründen Sie, warum Wechsel-Spannung verwendet wird.

Hintergrund: Quantitative Leitfähigkeitsbestimmung dient dem Abschätzen der Salz-Fracht von Abwässern oder Flüssen

15.6 Brennende Kerze im abgeschlossenen Luft-Raum

Offene Anleitung: 8.1

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel:

F: Verbrennungsprozesse benötigen Sauerstoff.

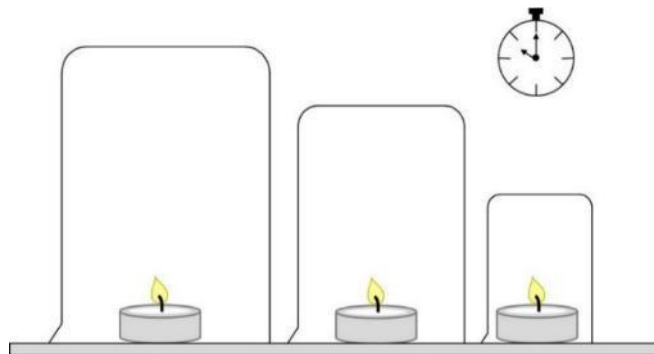
E: Erkennen (halb)quantitativer Zusammenhänge.

Neugier: Die Tücken eines Grundschul-Versuches.

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/grundschr/versuche/gsv-029.htm>; 02.07.2020
- Verbrennung und Luft.

15.7 Atmung als Verbrennungsvorgang D!

Offene Anleitung: 8.11

Zeitbedarf: 5 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

F: Zell-Atmung als „Stille Oxidation“; aerober Stoffwechsel

E: Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von Kalkwasser

Neugier: Der Sinn von exaktem naturwissenschaftlichem Arbeiten.

Material:

- 2 Stative, Muffen, Klammern
- 2 Waschflaschen, mit Einsatz
- Drei-Wege-Hahn
- 2 Schlauch-Stücke

Chemikalien:

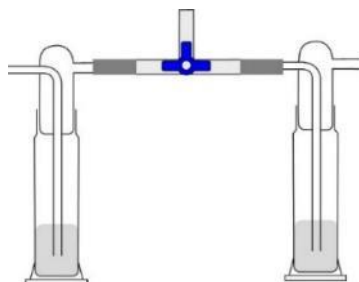
- **Kalkwasser**
(Calciumhydroxid-Lösung)
CAS-Nr.: 1305-62-0



Gefahr
H315, H318
P280, P305+P351+P338

Durchführung:

Apparatur nach Skizze aufbauen.



Die Waschflaschen zu etwa $\frac{1}{4}$ 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

15.8 Knalldose

Offene Anleitung: 9.14

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.

Neugier: Offiziell es krachen lassen!

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).

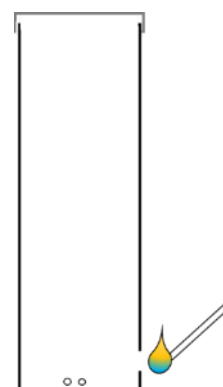
Durchführung: Das Teelicht anzünden und den Glimmspan griffbereit legen.

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 Versuchsanordnung Plexiglas-Silo in Versuch 7.13 dar und lässt in der Form auch Versuchsreihen in arbeitsteiliger oder arbeitgleicher 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.

15.9 pH-Wert von Säuren D!

offene Anleitung: 10.3

Zeitbedarf: 3 Minuten, Lehrende, 1

Kompetenz/Ziel: **F:** Protolyse von Säuren. **E:** Donator-Akzeptor-Prinzip, pH-Messung.
B: Bedeutung des Wassers für die Protolyse.

Neugier: Hier geht es um eine Fehlvorstellung.

Material:

- Becherglas, 50 mL
- Uhrglas
- Löffel-Spatel
- Pasteur-Pipette, Hütchen
- Leitfähigkeitsprüfer
- Universalindikator-Papier

Chemikalien:

- VE-Wasser
- Essigsäure (Eisessig)
w= 100%
CAS-Nr.: 64-19-7



Gefahr

H226, H290, H314

P210, P280, P301+P330+P331,
P305+P351+P338, P308+P310

- Zitronensäure
CAS-Nr.: 5949-29-1



Achtung

H319

P280, P305+P351+P338, P337+P313

Vorbereitung: Eisessig mit Calciumoxid trocknen.

Durchführung 1: In das Becherglas gibt man ca. 10 mL wasserfreie Essigsäure und prüft sofort den pH-Wert (schnell ablesen). Dann gibt man mit einer Pipette tropfenweise Wasser zu und verfolgt die Änderung des pH-Wertes.

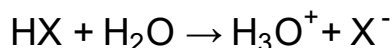
Beobachtung 1: Der pH-Wert sinkt (von pH= 5 auf pH= 1) und die Leitfähigkeit steigt mit zunehmender Verdünnung.

Deutung 1: Protolyse ist erst bei Gegenwart eines Protonen-Empfängers (Base; meist Wasser) möglich. Also handelt es sich hier eigentlich schon um eine Säure/Base-Reaktion nach Brønsted.

Durchführung 2 (Variante zu 1): Etwas feste Zitronensäure wird auf das Uhrglas gegeben und mit pH-Papier berührt.

Beobachtung 2: Keine Änderung des Indikators erkennbar.

Deutung 2: Ohne Empfänger können Säuren keine Protonen abgeben. Wasser kann Protonen-Akzeptor sein, genauso der Indikator-Farbstoff:



Allerdings kann der Säure-Wasserstoff besser über das Wasser zum Indikator gelangen.

Entsorgung: E2 (Vorsicht, schäumt)

Quelle: W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

Diskussion: Voraussage für den Fall Aceton statt Wasser? Warum muss schnell abgelesen werden? Ist dies eine Erklärung dafür, dass man bei reiner (ungelöster) Zitronensäure keinen pH-Wert misst?

15.10 pH-Werte von Alltagsprodukten D!

offene Anleitung: 10.9

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, 1

Kompetenz/Ziel:

E: Abschätzen und Messen des pH-Wertes mit pH-Skalen.

B: Einordnen des Gefahren-Potenzials von Alltagsprodukten.

Neugier: In der Elektronik gilt der Spruch „Wer misst, misst Mist“. Gilt er auch in der Chemie?

Material:

- Messer
- 3 Petrischalen ohne Deckel
- 6 Bechergläser, 50 mL
- Becherglas, 400 mL



Alltagsprodukte:

- **Zitronensaft**
- **Sauerkraut**, Dose
- **Apfel**
- **Wein** (weiß oder rot)
- **Cola** oder **Fanta**
- **Naturjoghurt**
- **Haushaltssessig**
- **Mineralwasser**
- **stilles Wasser, Leitungswasser**
- **Kernseife**
- **WC-Reiniger**, sauer und basisch



Achtung

Chemikalien:

- **Zitronensäure**
CAS-Nr.: 5949-29-1

Achtung
H319
P280, P305+P351+P338, P337+P313
- **Kalkwasser**
(Calciumhydroxid-Lösung)
CAS-Nr.: 1305-62-0

Gefahr
H315, H318
P280, P305+P351+P338

Vorbereitung:

- *Nicht essbare Produkte in halben Petrischalen bereitstellen:*
- *Seife im Stück, Reiniger mit etwas Wasser versetzen, Zitronensäure ungelöst.*
- *Getränke/Essig in kleinen Bechergläsern bereitstellen.*
- *Die anderen Lebensmittel in Original-Packungen.*

Durchführung: Man taucht ein etwa 4 cm langes Stück Indikator-Papier von der Rolle mit einem Ende in die Flüssigkeit ein.

Man vergleicht die Farbe mit der Skala auf dem Rollen-Deckel und notiert das Ergebnis in der entsprechenden Zeile der Tabelle unten.

Hinweis: Kernseife stets mit einigen Wasser-Tropfen feucht halten, Apfel neu anschneiden.

Beobachtung:

Stoff	Erf.	pH	Stoff	Erf.	pH
Zitronensaft	3		Naturjoghurt	5	
Zitronensäure	7!		Essig	5	
Sauerkraut	7		Mineralwasser	7	
Apfel	5		Leitungswasser	7	
Cola oder Fanta	4		Kernseife	9	
Wein	6		Kalk-Wasser	10	
WC-Reiniger sauer	2		WC-Reiniger basisch	10	

Entsorgung: E2**Quelle:** Schulbücher und Allgemeingut**Diskussion:**

- „Cola zersetzt den Magen“
- Überraschende Werte?
- Zitronensäure!

15.11 Lösungstensionsreihe

Offene Anleitung: 11.5

Zeitbedarf: 10-15 Minuten, je nach Zahl der Metalle, Lernende, 1




Kompetenz/Ziel: F: Edle/unedle Metalle, E: Spannungsreihe der Metalle

Neugier: Wer frisst wen?

Material:

- 4 Bechergläser, 25 mL
- Sandpapier
- Fliese als Unterlage

Chemikalien:

- 4 Stücke **Magnesium**-Band
CAS-Nr.: 7439-95-4
- 4 **Silber**, Blech
ca. 0,5*5 cm
- 4 **Kupfer**-Folie
ca. 0,5*5 cm
- 4 **Zink**, Blech
ca. 0,5*5 cm
- 4 **Eisen**, Folie
ca. 0,5*5 cm
- **VE-Wasser**
- **Magnesiumsulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 10034-99-8
- **Silbernitrat**-Lösung
c= 0,1 mol/L
CAS-Nr.: 7761-88-8
 Achtung
H290, H315, H319, H410
P273, P302+P352, P305+P351+P338
- **Zinksulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7446-20-0
 Gefahr
H302; 318, H410
P273, P280, P305+P351+P338, P313
- **Kupfer(II)-sulfat**-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7758-99-8
 Gefahr
H302, H315, H318, H410

Durchführung: Die vier kleinen Bechergläser werden mit den Metallsalz-Lösungen gefüllt. Die Metall-Streifen sollten mit dem Sandpapier gereinigt werden (auf der Fliese, nicht der Tischplatte). Dann gibt man der Reihe nach jedes Metall (beginnend mit Magnesium) in die Metallsalz-Lösungen und beobachtet jeweils ca. 2 Minuten.

Beobachtung:

	Mg ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Zn ²⁺
Mg				
Cu				
Ag				
Zn				
Fe				

Deutung: Magnesium > Zink > Eisen > Kupfer > Silber

Entsorgung: Lösungen: **E8, B1** / Metall-Streifen: reinigen und wiederverwenden.

Quelle: Schulbücher.

Diskussion: Die „Lösungstensionsreihe“ mündet historisch in die Spannungsreihe. Diskutieren Sie die Begriffe „Elektronen-Druck“ und „Elektronen-Sog“.

15.12 Die Spannungsreihe der Metalle

Offene Anleitung: 11.6

Zeitbedarf: 10 Minuten, Lernende, n

Kompetenz/Ziel: F: Edle und unedle Metalle. E: Spannungsreihe der Metalle.

Neugier: Strom aus Obst? Die Spinnen, die Chemiker.

Material:

- Becherglas, 250 mL
- Multimeter
- je 1 Krokodil-Klemme, rot und schwarz
- je 1 Kabel, blau und rot

Chemikalien:

- Natriumchlorid-Lösung
c= 1 mol/L
CAS-Nr.: 7647-14-5

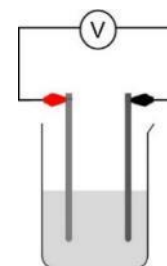
Blechstreifen (8x12 cm) bzw. Drähte aus:

- Zink
- Nickel
- Silber
- Kupfer
- Magnesium
- Edelstahl

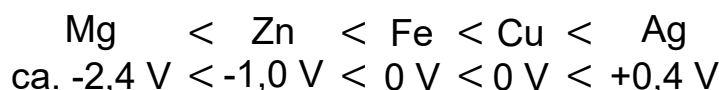
Durchführung: Ein Bezugsmetall (z. B. Magnesium) wird an die Masse (schwarze Buchse bzw. Erdungszeichen) des Voltmeters angeschlossen, ein zweites Metall an die rote Buchse bzw. +.

Dann taucht man die beiden Metalle in ein mit 1M Natriumchlorid-Lösung gefülltes Becherglas und hält den Zeiger-Ausschlag fest (Messbereich 1 bzw. 3 V).

Die Gruppen verwenden unterschiedliche Bezugsmetalle.



Beobachtung: Für Bezugsmetall Kupfer:



Eisen liefert vielfach keinen stabilen Messwert, daher als Bezugsmetall nicht geeignet.

Deutung:

sind edler, unedler als das Bezugsmetall.

Lit.: $E^0(\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Fe}, \text{Cu}, \text{Ag}) = -2,4 \text{ V}, -0,76 \text{ V}, -0,44 \text{ V}, +0,35 \text{ V}, +0,81 \text{ V}$

Entsorgung: E8, B1

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

Diskussion:

- Leiten Sie die Notwendigkeit einer Bezugsgröße ab (Normalwasserstoff-Elektrode)
- Diskutieren Sie Gründe für die schwankenden Werte bei den Stahl-Arten

WWW: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/normalp.htm> - Wertetabelle. 03.07.2020

