



Chemie

FOS Bayern

Jahrgangsstufe 11

Chemisches Praktikum

Autoren:

Eva Fiedler

Hubert Wirth

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 80130

Autoren des Buches
„Chemie FOS Bayern – Chemisches Praktikum“

Eva Fiedler, Donauwörth
Hubert Wirth, Buchdorf

Lektorat:
Josef Dillinger, Hausen

Bilderstellung und -bearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

1. Auflage 2023
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN: 978-3-7585-8013-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Layout und Satz: Daniela Schreuer, 78315 Radolfzell am Bodensee
Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, Radevormwald
unter Verwendung einer Grafik von © madamlead – stock.adobe.com
Druck: optimal media GmbH, 17207 Röbel/Müritz

Vorwort

Das Arbeitsheft ist speziell für den Chemieunterricht in der 11. Jahrgangsstufe der Ausbildungsrichtungen **Technik** sowie **Agrarwirtschaft, Bio** und **Umwelttechnologie** (ABU) an der Fachoberschule in Bayern konzipiert. Es setzt die in dem Lernbereich 7 „chemisches Praktikum“ beschriebenen Kompetenzen des für die Fach- und Berufsoberschulen Bayern geltenden kompetenzorientierten Lehrplans Plus passgenau um. Dieser Lernbereich ist für diese beiden Ausbildungsrichtungen verpflichtend und soll „quer“ unterrichtet werden. Alle Inhalte des Praktikums sind mit den Lernbereichen 1-6 verzahnt, die entsprechenden Kompetenzen werden durch geeignete Experimente und Versuche erworben.

Allgemeine Hinweise für die Lehrkraft

Die in dem Heft beschriebenen Versuche dürfen nur in geeigneten Räumlichkeiten wie dem Chemiesaal, einem Chemielabor oder in anderen naturwissenschaftlichen **Fachräumen** durchgeführt werden.

Zu Beginn eines jeden Schulhalbjahres ist für Schülerinnen und Schüler eine allgemeine Unterweisung durchzuführen, welche auch schriftlich z. B. im Klassenbuch zu vermerken ist. Eine geeignete Betriebsanweisung findet sich hier im Arbeitsheft (Kapitel 1).

Vor jedem Experiment ist von der Lehrkraft eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Zu jedem in diesem Arbeitsheft vorgestellten Versuch wurde von den Autoren eine entsprechende Gefährdungsbeurteilung erstellt. Diese sind Bestandteil des Lösungsheftes, das unter Europa-Nr.: 80307L (Dauerlizenz) bzw. 80307V (Jahreslizenz) digital erworben werden kann. Die Einstufung von Gefahrenstoffen kann sich im Laufe der Zeit ändern. Überprüfen Sie diese nochmals vor dem Experiment (z. B. auf <https://degintu.dguv.de/>).

Für die Durchführung und Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen ist die Lehrkraft verantwortlich!

Arbeiten mit dem Arbeitsheft – Hinweise für den Experimentierenden

Kapitel 1 und 2 befassen sich mit Sicherheitshinweisen, Arbeitstechniken und Laborgeräten. Die Versuche beginnen ab Kapitel 3. Beachten Sie vor dem Experimentieren die Sicherheitshinweise und achten Sie auf ihre persönliche Schutzausrüstung. Die Gefahrensymbole, Sicherheitspiktogramme und das Signalwort geben hier wichtige Hinweise.

Bei jedem Experiment helfen die Chemikalien- und Geräteliste sowie der Versuchsaufbau bei den Vorbereitungen. Alle Versuche sind genau beschrieben, halten Sie sich genau an diese Anleitung! Eine Abweichung von der Versuchsbeschreibung ist in jedem Fall mit der Fachlehrkraft abzusprechen.

Ergänzen Sie in den vorgesehenen Bereichen ihre Beobachtungen und welche Erkenntnisse sich daraus ergeben.

Die Autoren nehmen Hinweise und Verbesserungsvorschläge dankbar an.

Bildquellenverzeichnis

Adobe Systems Software, Ireland Ltd., Adobe Stock, Dublin, Irland: S. 18/2 © tiero, S. 20/2 © simone_n

Fotos der Autoren: S. 11/2, S. 15/5-6, S. 17/2-4, S. 18/1+3, S. 19/2-4, S. 20/1+3, S. 21/2-4, S. 44/2, S. 45/2, S. 46/1-2, S. 47, S. 53, S. 55, S. 56, S. 58, S. 61/1-2, S. 63/1, S. 66/1-3, S. 69/1, S. 90/1, S. 93/1, S. 108/1, S. 111/1, S. 115/1, S. 118/1

Seilnacht Verlag & Atelier, Thomas Seilnacht, CH-Gwatt (Thun): S. 50/1

United Nations Economic Commission for Europe, Genf: S. 7, S. 8, S. 61/3-6, S. 63/2-3, S. 64, S. 66/4, S. 67, S. 69/2-4, S. 70, S. 76, S. 80/1, S. 84, S. 86, S. 88, S. 90/2-5, S. 91, S. 93/2-4, S. 94, S. 95, S. 98, S. 100, S. 101, S. 103, S. 105, S. 106/1-3, S. 108/2, S. 109, S. 111/2-3, S. 112, S. 113, S. 115/2-3, S. 116/1-3, S. 118/2-3, S. 119/1

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitsbestimmungen und Vorschriften: Sicheres Experimentieren	7
2	Die Laborgeräte	10
	Der Gasbrenner	10
	Volumenmessgeräte	11
	Umgang mit der Pipette	11
	Weitere Laborgeräte	12
3	Der Ölfleckversuch und die Stoffmenge	14
	Die Stoffmenge und die molare Masse	14
	Modellversuch Molekülgröße	15
	Der Ölfleckversuch	15
4	Die Salzbildung aus den Elementen	17
	Eisen(II)-sulfidsynthese	17
	Kupfer(I)-sulfidsynthese	19
	Zinkiodidsynthese	21
5	Ionennachweise durch Flammenfärbung	22
6	Ionennachweise durch Fällungsreaktionen	24
6.1	Anionennachweise	27
	Nachweis der Halogenidionen	27
	Nachweis von Sulfat- und Carbonationen	28
	Nachweis von Phosphationen	29
6.2	Kationennachweise	30
	Nachweis von Ammoniumionen	30
	Nachweis von Eisenionen (Fe^{3+})	31
	Nachweis von Kupferionen	32
	Nachweis von Bariumionen	32
	Nachweis von Calciumionen	33
7	Elektrolyse einer wässrigen Salzlösung	34
8	Eigenschaften von Salzen	35
	Leitfähigkeit von Salzen	35
	Schmelzbarkeit von Salzen	36
	Löslichkeit von Salzen	37
	Sprödigkeit von Salzen	38
	Blitzkristalle	38
	Zucht eines Einkristalls	39
9	Die Extraktion und chromatographische Trennung von Pflanzenfarbstoffen	40
	Extraktion	40
	Chromatographische Trennung	41
10	Destillation von Rotwein	42
11	Die Löslichkeit und Polarität: Kohlenwasserstoffe und Alkohole in Wasser	44
	Löslichkeit von Alkanen in Wasser	44
	Löslichkeit von Alkoholen in Wasser	45
12	Moleküle mit Modellen bzw. Computerprogrammen oder Apps darstellen	46
	Moleküle räumlich darstellen	48
13	Wirkung saurer und basischer Lösungen auf Indikatoren	49
	Indikatoren	49
	Rotkohl – ein natürlicher Indikator	50
	Verhalten verschiedener Salze in Wasser	51

14	Springbrunnenversuch mit Ammoniak	52
15	Die Herstellung von Maßlösungen	53
	Stoffmengenkonzentration.....	53
	Herstellung der Maßlösungen durch Auflösen eines Salzes	54
	Herstellung der Maßlösungen durch Verdünnen	54
16	Die Acidität von Alkoholen und Carbonsäuren	55
	Reaktion von Magnesium mit Carbonsäuren	55
	Acidität von Alkoholen	56
17	Die Titration von Lösungen starker Säuren und Basen	58
	Titration von Salzsäure mit Natronlauge	58
	Titration von Schwefelsäure mit Natronlauge	60

1 Sicherheitsbestimmungen und Vorschriften: Sicheres Experimentieren

Im chemischen Praktikum wird mit Chemikalien hantiert. Um die Unfallgefahren zu minimieren, ist ein sachgemäßer Umgang mit diesen Gefahrenstoffen unerlässlich. Das Global Harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS) kennzeichnet Stoffe und Stoffgemische mit entsprechenden Gefahrensymbolen.

1. Gefahren erkennen

AUFGABE

Vor Ihnen steht eine verschlossene Flasche mit der Aufschrift Heptan. Auf dem Etikett sind Symbole und Kürzel aufgebracht. Informieren Sie sich über die Bedeutung der Symbole und der Kürzel z. B. anhand der Wandtafel. Ordnen Sie den Gefahrensymbolen die jeweilige Bezeichnung zu. Auf welchen Gefährdungsgrad weist das Signalwort GEFAHR hin, und wie sind die H- und P-Sätze aufgebaut?

The diagram shows a chemical label for Heptan. It features four hazard symbols in red diamonds: a flame (H225), an exclamation mark (H304), a person with a star (H315), and a dead tree (H336). Below the symbols are the H and P sentences: H225-H304-H315-H336-H410, P210 P273 P301+P310 P304+P340, and P331 P403+P235. The word 'Gefahr' is written to the right of the symbols. There are several empty boxes around the label for labeling.

Aufbau der H- und P-Sätze:

The diagram illustrates the structure of H and P sentences. It shows 'H 2 25' and 'P 2 10' in the center. Arrows point from empty boxes to these codes, indicating where to place hazard and precautionary statements. For example, 'H 2 25' has arrows pointing to boxes above and to the right, while 'P 2 10' has arrows pointing to boxes below and to the right.











2. Sicherheitsvorkehrungen treffen

Wegen der besonderen Gefahren im Labor gelten hier besondere Regeln. Diese finden Sie auf der Betriebsanweisung (folgende Seiten). Die Sicherheitsunterweisung durch die Lehrkraft ist in jedem Fall zu beachten!

3. Verhalten in einer Gefahrensituation oder bei einem Unfall

Trotz aller Vorsicht kann es im Labor zu Unfällen kommen. Sehen Sie sich um und studieren Sie den Flucht- und Rettungsplan! Finden Sie die folgenden Standorte:

- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| Notausschalter <input type="checkbox"/> | Verbandskasten <input type="checkbox"/> | Erste-Hilfe-Raum <input type="checkbox"/> | Telefon <input type="checkbox"/> |
| Feuerlöscher <input type="checkbox"/> | Löschdecke <input type="checkbox"/> | Löschsand <input type="checkbox"/> | Augendusche <input type="checkbox"/> |
| Hauptfluchtweg <input type="checkbox"/> | Ersatzfluchtweg <input type="checkbox"/> | Sammelpunkt <input type="checkbox"/> | |

Schule:	Betriebsanweisung gem. § 14 GefStoffV	freigegeben durch die Schulleitung:
Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler		
<p>Arbeitsbereich: Die Betriebsanweisung gilt für Schüler[innen], die mit gefährlichen Stoffen und Gemischen umgehen. Sie gilt insbesondere für den Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie, Physik, Naturwissenschaften, Technologie sowie im Fotolabor. Die gefährlichen Eigenschaften von Stoffen sind unter anderem durch Gefahrenklassen und Gefahrenpiktogramme nach der CLP-Verordnung charakterisiert.</p>		
Gefahrenpiktogramme nach GHS (Globally Harmonized System)		
	<p>Explosive Stoffe Gemische/Erzeugnisse mit Explosivstoff Selbstersetzliche Stoffe/Gemische Organische Peroxide</p>	
	<p>Entzündbare Gase, Aerosole, Flüssigkeiten und Feststoffe Selbstersetzliche Stoffe/Gemische Selbsterhitzungsfähige Stoffe/Gemische Stoffe/Gemische, die mit Wasser entzündbare Gase entwickeln Pyrophore Flüssigkeiten/Feststoffe Organische Peroxide</p>	
	<p>Brandfördernd Oxidierende Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe</p>	
	<p>Komprimierte Gase Unter Druck stehende Gase</p>	
	<p>Ätzend Ätz-/Reizwirkung auf die Haut Schwere Augenschädigung/-reizung Korrosiv gegenüber Metallen</p>	
Gefahren für Mensch und Umwelt		
<p>Es gibt Hinweise auf die besonderen Gefahren sowie Sicherheitsratschläge für Gefahrstoffe. In den H-Sätzen (H = Hazard Statement) sind die Gefahrenhinweise, in den P-Sätzen (P = Precautionary Statement) die Sicherheitsratschläge zusammengefasst. Die H- bzw. P-Sätze findet man unter anderem</p> <ul style="list-style-type: none"> • auf den Etiketten der Chemikalienbehälter und im Sicherheitsdatenblatt, • auf entsprechenden Wandtafeln. 		

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Die Fachräume dürfen nicht ohne Aufsicht der Lehrerin oder des Lehrers betreten werden. Wegen der besonderen Gefahren ist hier ein umsichtiges Verhalten notwendig. Den Anweisungen der Fachlehrerin oder des Fachlehrers ist unbedingt Folge zu leisten.

- In Experimentierräumen nicht essen, trinken, rauchen, schminken oder schnupfen.
- Geräte, Chemikalien, Schaltungen nicht ohne Aufforderung durch die Fachlehrkraft berühren.
- Elektrische Energie oder Gas nur nach Aufforderung durch die Fachlehrkraft einschalten.
- Offene Gashähne, Gasgeruch, beschädigte Steckdosen und Geräte oder andere Gefahrenstellen der Lehrerin oder dem Lehrer sofort melden.

Beim Experimentieren

- Die Versuchsvorschriften müssen genau befolgt werden, die Hinweise der Fachlehrkräfte beachten.
- Versuche erst nach Aufforderung der Fachlehrkraft durchführen.
- Die ausgehändigte Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Schutzhandschuhe) muss beim Experimentieren benutzt werden.
- Beim Umgang mit offenen Flammen (z. B. Brenner) sind z. B. lange Haare und Kleidungsstücke so zu tragen, dass sie nicht in die Flamme geraten können.
- Geruchsproben nur nach Aufforderung der Fachlehrkraft vornehmen.
- Das Pipettieren mit dem Mund ist verboten.



Die Reinigung und Entsorgung von Chemikalien

Chemikalien nicht in den Abfluss gießen. Die Gefahrstoffe werden gesammelt und entsorgt. Nur wenn die Fachlehrkraft ausdrücklich darauf verweist, darf von dieser Regel abgewichen werden. Werden Gefahrstoffe verschüttet oder verspritzt, ist dies der Fachlehrkraft sofort zu melden.

Verhalten in Gefahrensituationen

- Ruhe bewahren und den Anweisungen der Lehrkraft folgen. Je nach Art der Situation:
- Not-Aus betätigen,
- Fachlehrerin oder Fachlehrer unverzüglich informieren,
- Flucht- und Rettungsplan, Alarmplan beachten,
- Fachraum verlassen,
- Erste Hilfe leisten,
- Schulleitung und Ersthelfer informieren.



Notausgang

Nur bei Entstehungsbränden (je nach Ausmaß) zusätzlich:

- Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln (Löschsand, Feuerlöscher),
- erforderlichenfalls die Feuerwehr verständigen.

Standorte: Feuerlöscher: _____ Löschsand: _____



Erste Hilfe

Aushang im Raum _____ beachten.

Ersthelfer[innen] sind: _____

Erste-Hilfe-Raum: Raum-Nr. _____ Sekretariat/Schulleitung: _____ Telefon-Nr. _____

Verbandkasten: Raum-Nr. _____ Feuerwehr/Rettungsdienst: _____ Telefon-Nr. 112

Telefon: _____ Raum-Nr. _____ Giftnotzentrale: _____ Telefon-Nr. 089 / 19240

Datum: _____ Unterschrift Schüler: _____

2 Die Laborgeräte

Der Gasbrenner

Bei vielen Versuchen müssen Stoffe erhitzt werden. Dies geschieht im Labor in der Regel durch Gasbrenner (Bunsenbrenner, Teclubrenner oder Kartuschenbrenner), die mit Erdgas, Propangas oder Butangas betrieben werden. Die Brennerflamme erreicht Temperaturen von bis zu 1200 °C (Bild 1).

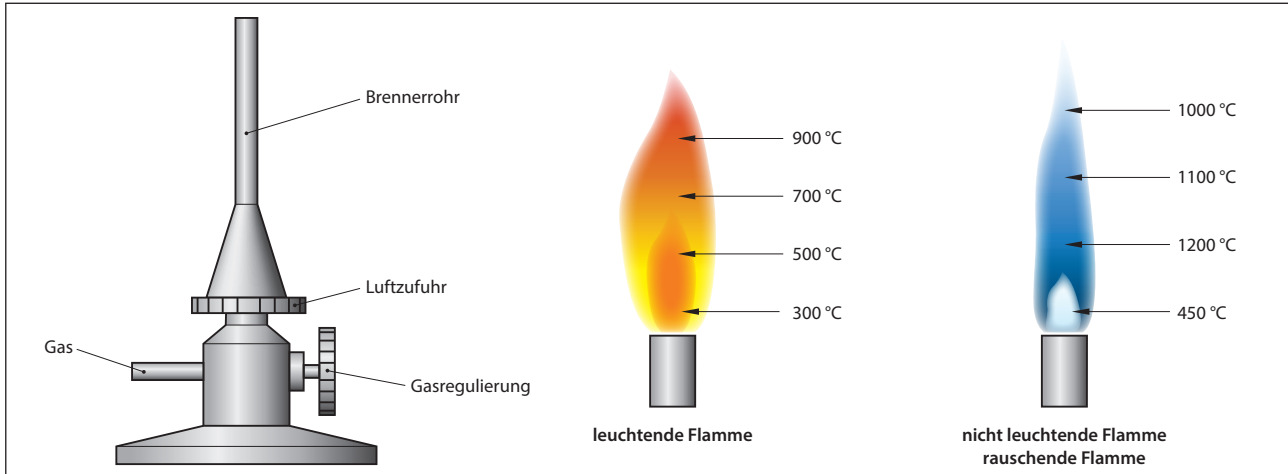


Bild 1: Gasbrenner und Gasflamme

Bei der Verwendung des Gasbrenners unbedingt folgende Punkte beachten:

Inbetriebnahme	Ausschalten
<ol style="list-style-type: none"> 1. Schutzbrille aufsetzen, Haare zusammenbinden. 2. Prüfen Sie, dass die Gasregulierung und die Luftzufuhr des Brenners geschlossen sind. 3. Gashahn öffnen. 4. Zündquelle an das Brennerrohr halten. 5. Gasregulierung öffnen → leuchtende Flamme. 6. Luftzufuhr halb geöffnet → nicht leuchtende Flamme (normales Erhitzen). 7. Luftzufuhr ganz geöffnet → rauschende Flamme. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luftzufuhr schließen. 2. Gasregulierung schließen. 3. Gashahn schließen.

Flüssigkeiten immer unter leichtem Schütteln erhitzen, die Öffnung eines Reagenzglases darf dabei nicht auf eine Person gerichtet sein. Es kann zu einem Siedeverzug kommen, die heiße Flüssigkeit droht aus dem Gefäß zu spritzen und kann Verbrühungen verursachen.

AUFGABE

Geben Sie in ein Reagenzglas etwas Wasser (ca. 2 cm). Entzünden Sie nach Aufforderung des Lehrers oder der Lehrerin den Gasbrenner und erhitzen Sie das Wasser im Reagenzglas.

Volumenmessgeräte

Im Labor wird das Volumen meist in Liter (l) oder Milliliter (ml) angegeben. Dabei gilt:

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ l} = 10^{-3} \text{ l}$$

$$1 \text{ l} = 10^3 \text{ ml} (= 1000 \text{ ml})$$

AUFGABE

Zur Abmessung stehen folgende Geräte zur Verfügung (Bild 1): Becherglas, Bürette, Erlenmeyerkolben, Messkolben, Messpipette, Messzylinder. Beschriften Sie!

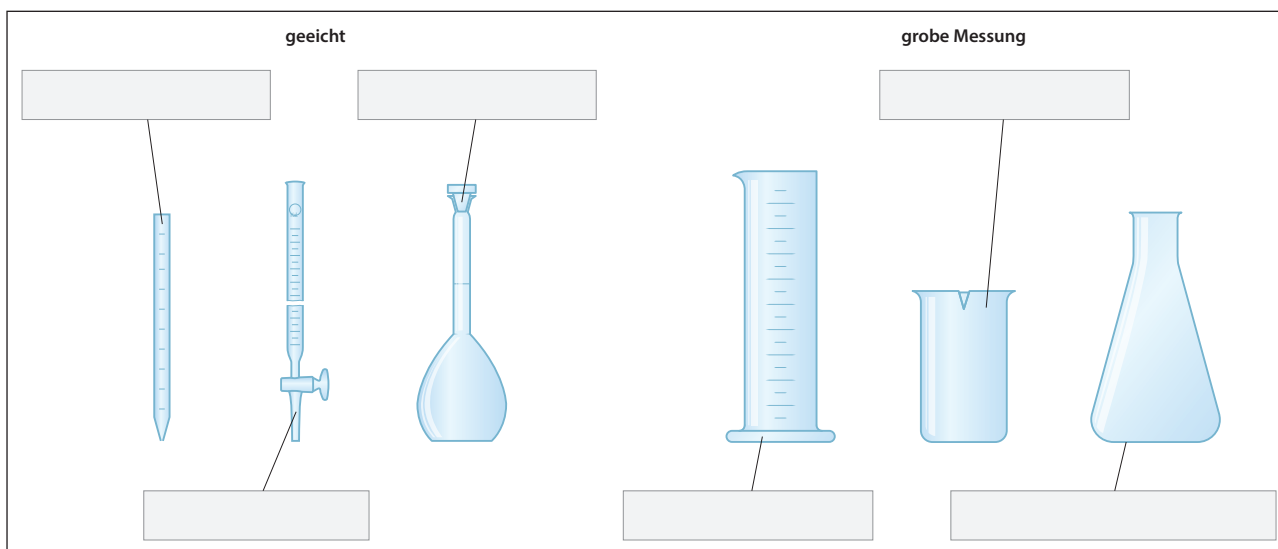


Bild 1: Volumenmessgeräte

Umgang mit der Pipette

Das Ansaugen einer Flüssigkeit bei Pipetten erfolgt niemals mit dem Mund. Verwenden Sie dazu immer Pipettierhilfen wie den Peleusball (Bild 2).

Ansaugen: Ventil A und den Gummiball zusammendrücken, Ansaugen durch Drücken von Ventil S.

Auslaufen lassen: Drücken von Ventil E.

Pipetten sind auf vollständigen Auslauf geeicht. Nach dem Entleeren einige Sekunden warten und dann den an der Spitze hängenden Tropfen abstreifen. Den Rest, welcher sich noch in der Pipette befindet, nicht „ausblasen“!



Bild 2: Peleusball

Das Volumen richtig ablesen (Bild 3)

Die Flüssigkeit bildet in den Gefäßwänden eine gewölbte Oberfläche (= Meniskus) aus. Das Volumen wird korrekt am tiefsten Punkt abgelesen, an dem die Markierung gerade berührt wird (Bild 3). Das Auge muss dabei auf der Höhe der Markierung sein. Es gibt Geräte mit einem Schellbachstreifen (farbig, ca. 1 mm breit). Durch den Meniskus ergibt sich der Eindruck zweier aufeinanderstehender Spitzen. Hier gilt: Der Berührungspunkt markiert das Volumen.

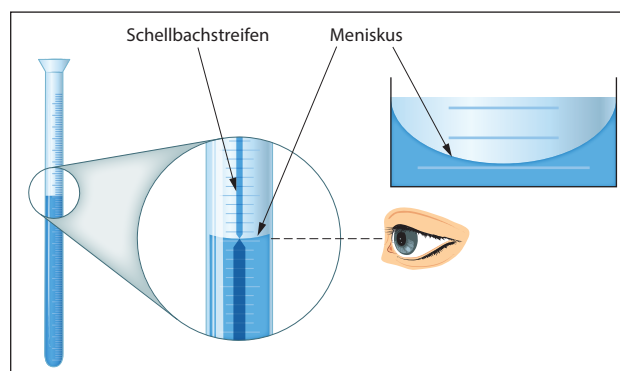


Bild 3: Volumen richtig ablesen

Weitere Laborgeräte

Abdampfschale, Drahtnetz, Dreifuß, Liebigkühler, Reagenzglas, Reagenzglashalter, Reagenzglasgestell, Spatel-
 löffel, Spritzflasche, Stativ, Thermometer, Tiegelzange, Tropfpipette, Uhrglas, Reibschale mit Pistill.

AUFGABE

Ordnen Sie richtig zu!

The image displays various laboratory equipment for identification. Each item is accompanied by an empty box for labeling:

- Top left: A test tube rack with three test tubes. (Label box above, label box below)
- Top right: A beaker on a tripod stand with a wire gauze and a pipette. (Label box above, label boxes to the right)
- Middle left: A wash bottle. (Label box below)
- Middle center: A spatula. (Label box below)
- Middle right: A thermometer. (Label box below)
- Middle far right: A Liebig condenser. (Label box below)
- Bottom left: Forceps. (Label box below)
- Bottom center-left: A clothespin. (Label box below)
- Bottom center-right: A platform scale. (Label box below)
- Bottom far right: A mortar and pestle. (Label box below)

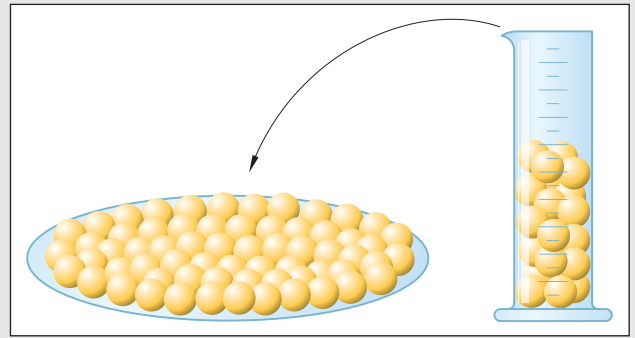
Modellversuch Molekülgröße

Wie kann eigentlich die Größe von Atomen oder Molekülen bestimmt werden? Folgender Modellversuch (Gedankenexperiment) soll eine Möglichkeit aufzeigen, wie dies möglich ist, um zumindest die Größenordnung festzustellen.

Geräte:

- Messzylinder
- Kugeln
- Lineal

Versuchsaufbau:

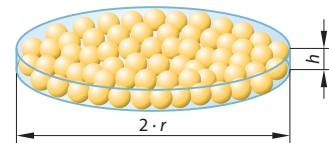


In einen Messzylinder 100 ml Kugeln füllen und diese dann auf eine leicht konkav gewölbte Oberfläche schütten. Es bildet sich eine kreisrunde „Kugelschicht“, der Durchmesser wird mit 14 cm gemessen.

Für das Volumen (100 ml) der Kugelschicht gilt näherungsweise die Formel für den Zylinder „Grundfläche mal

$$\text{Höhe“: } V = A \cdot h \quad \text{mit } A = r^2 \cdot \pi \quad \rightarrow \quad h = \frac{V}{r^2 \cdot \pi}$$

$$\text{bei } r = 7,0 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad h = \frac{V}{r^2 \cdot \pi} = \frac{100 \text{ cm}^3}{(7,0 \text{ cm})^2 \cdot \pi} = 0,65 \text{ cm}$$



Auch die Anzahl der Kugeln lässt sich so abschätzen. Zur Vereinfachung kann angenommen werden, dass eine Kugel den Platz eines Würfels mit der Kantenlänge h benötigt.

$$\text{Anzahl } N = \frac{V}{h^3} \quad (\text{hier: } \frac{100 \text{ cm}^3}{0,65^3 \text{ cm}^3} = 364,1 \quad \rightarrow \quad \text{ca. 365 Kugeln})$$



Der Ölfleckversuch

GEFAHR ACHTUNG



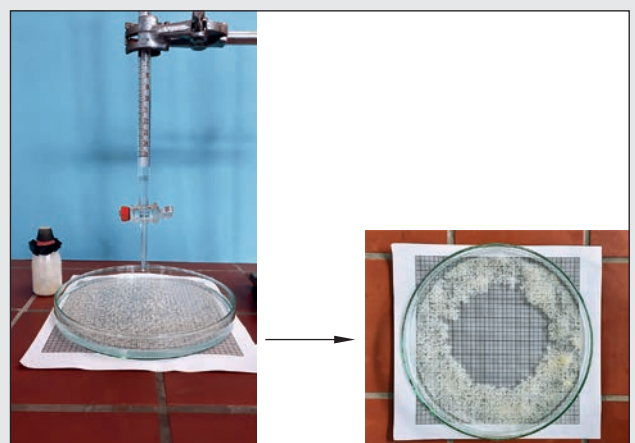
Chemikalien:

- Mischung: Ölsäure (Dichte $\rho = 0,895 \text{ g/cm}^3$) und n -Heptan 1:2000
- Bärlappsporen

Geräte:

- Petrischale (20 cm)
- Stativ
- Bürette
- Taschenrechner
- Millimeterpapier
- Kunststoffflasche und Nylonstrumpf

Versuchsaufbau:



Sicherheitshinweise: Auf persönliche Schutzausrüstung achten und Lüftungsmaßnahmen treffen. Von Zündquelle fernhalten. Heptan verflüchtigt sich, die Dämpfe nicht einatmen.

Versuchsbeschreibung:

Vorversuch: Zunächst das Volumen eines Tropfens der Ölsäure-Heptanmischung bestimmen.

Ölfleckversuch: Unter die Petrischale ein Millimeterpapier legen, in die Schale etwas Wasser geben (ca. 1 cm) und mit Bärlappsporen nicht zu dicht bestreuen (die Sporen in eine Kunststoffflasche geben, ein Nylonstrumpf dient als Sieb). Erschütterungsfrei stehen lassen.

Einen Tropfen der Ölsäure-Heptanmischung mittig und aus geringer Höhe auf das Wasser tropfen lassen. Wenn das Heptan verdunstet ist, bleibt eine monomolekulare Ölschicht sichtbar, deren Dicke sich berechnen lässt. Anhand der eingesetzten Stoffmenge ist so auch näherungsweise die Avogadro-Konstante bestimmbar.

Tabelle 1: Wichtige Formeln

Avogadro-Konstante	$N_A = \frac{N}{n}$
Masse	$m = V \cdot \rho$
Stoffmenge	$n = \frac{m}{M}$

Beobachtung:

Erkenntnis:

- Das Volumen V_T eines Ölsäure-Heptantropfens: _____
- Volumen $V_{Öl}$ an Ölsäure in einem Tropfen: _____
- Masse $m_{Öl}$ an Ölsäure in einem Tropfen: _____

- Stoffmenge n an Ölsäure in einem Tropfen: _____

- Höhe h der Ölschicht: _____
- Anzahl der Ölsäuremoleküle N in einem Tropfen: _____

- Daraus berechnete Avogadro-Konstante N_A : _____

Entsorgung:

- Die Reste des Ölsäure-Heptangemisches: G1 – flüssige organische Abfälle – halogenfrei.
- Der Inhalt der Schale kann als Restmüll entsorgt werden.

Anmerkung: Eine exakte Bestimmung der Avogadro-Konstante ist so nicht möglich, da die Fehlerquellen zu groß sind. Der Versuch gibt aber Aufschluss über dessen Größenordnung. Die exakte Bestimmung erfolgt heute über die Beugung von Röntgenstrahlung an Einkristallen (XRCD-Methode).

4 Die Salzbildung aus den Elementen

Eisen(II)-sulfidsynthese

GEFAHR ACHTUNG



Chemikalien:

- 7 g Schwefelpulver
- 12 g Eisenpulver

Geräte:

- Spatel
- Waage
- Reibschale mit Pistil
- Alufolie
- feuerfeste Unterlage
- Microflam-Brenner
- Reagenzglas
- Magnet (+ Blatt Papier)
- Multimeter

Versuchsaufbau:



Sicherheitshinweise: Im Abzug arbeiten, bei Bedarf lüften! Bei der Reaktion entsteht das farblose, stechend riechende, giftige Gas Schwefeldioxid. Der MAK-Wert von Schwefeldioxid liegt bei $2,7 \text{ mg/m}^3$ Raumluft. Dieser darf nicht überschritten werden! Immer mit kleinen Mengen arbeiten. Empfindliche Personen, vor allem Asthmatiker, können bereits auf Kleinstmengen unerwartet heftig reagieren.

Das Reaktionsprodukt von Säuren fernhalten! Es reagiert damit zum farblosen, extrem giftigen und nach faulen Eiern riechenden Gas Schwefelwasserstoff.

Versuchsbeschreibung:

Eine Spatelspitze Eisenpulver in ein Reagenzglas mit etwas Wasser geben, dann eine Spatelspitze Schwefel zugeben.

7 g Schwefel mit 12 g Eisenpulver gründlich vermengen. Das Gemisch mit einem Magneten auf die magnetischen Eigenschaften überprüfen (Tipp: Blatt zwischen Magnet und Gemisch). Die Beobachtungen in die Tabelle (nächste Seite) eintragen. Das Gemisch auf einer feuerfesten Unterlage anhäufen und z. B. mit einem Microflam-Brenner im Abzug anzünden.

Beobachtung:




<hr/> <hr/>

Erkenntnis:

<hr/> <hr/> <hr/>

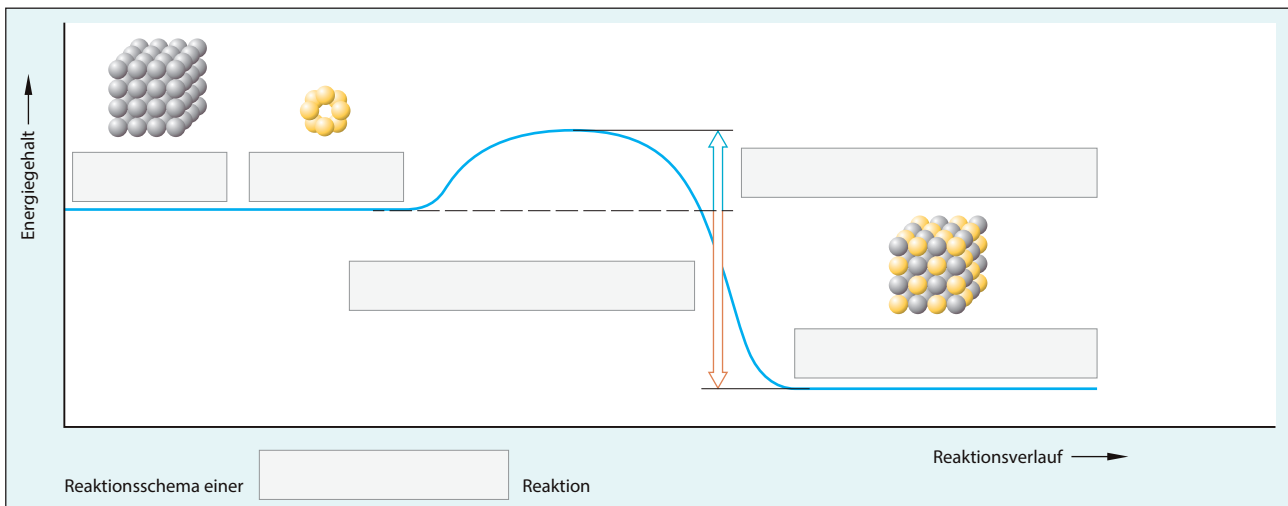
AUFGABE

Stoffliche Änderung: Ergänzen Sie!

			
	Schwefel	Eisen	Eisen(II)-sulfid
Farbe			
Glanz			
elektrisch leitend			
verformbar/spröde			
magnetisch	ja/nein	ja/nein	ja/nein
Pulver schwimmt auf Wasser	ja/nein	ja/nein	ja/nein
Schmelztemperatur	°C	°C	°C

AUFGABE

Energieumsatz: Ordnen Sie dem abgebildeten Diagramm folgende Begriffe zu (siehe dazu Buch S. 55): Aktivierungsenergie, Eisen, Eisen(II)-sulfid, exothermen, Reaktionsenergie, Schwefel.



Reaktionsgleichung: + →

Entsorgung:

Eisen(II)-sulfid in einen entsprechend beschrifteten Kunststoffbeutel geben und dann in den Behälter für Feststoffabfälle entsorgen.

Kupfer(I)-sulfidsynthese

GEFÄHR ACHTUNG



Chemikalien:

- Schwefelpulver
- Kupferblech, 0,1 mm dick (1,5 × 5,0 cm)

Geräte:

- 2 Reagenzgläser
- Spatel
- Stativ, Klemme, Muffe
- Luftballon
- Gasbrenner
- Pinzette
- Waage

Versuchsaufbau:



Sicherheitshinweise: Bei dem Erhitzen entsteht das farblose, stechend riechende, giftige Gas Schwefeldioxid. Der MAK-Wert von Schwefeldioxid liegt bei 2,7 mg/m³ Raumluft. Dieser darf nicht überschritten werden! Das Entfernen des Luftballons vom Reagenzglas muss im Abzug erfolgen.

Versuchsbeschreibung:

Das Kupferblech wiegen. Ein Reagenzglas ca. 1 cm hoch mit Schwefelpulver befüllen, dieses schräg einspannen und das Kupferblech knapp oberhalb des Schwefels im Reagenzglas positionieren. Das Reagenzglas mit einem Luftballon verschließen. Den Schwefel mit der nicht leuchteten Brennerflamme bis zum Sieden erhitzen. Sobald der Schwefel schmilzt und eine dunkelbraune Farbe annimmt, wird auch das Kupferblech mit erhitzt. Die Reaktion ist an einem Aufglühen zu erkennen.

Nach dem Abkühlen den Luftballon unter dem Abzug entfernen, das Reaktionsprodukt vorsichtig in ein zweites Reagenzglas geben und den auf der Oberfläche noch vorhandenen Schwefel durch weiteres Erhitzen (ca. zwei bis drei Minuten) mit der nicht leuchtenden Brennerflamme entfernen. Das Produkt (= Kupfer(I)-sulfid) wiegen und auf weitere Eigenschaften untersuchen.

Beobachtung:

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Erkenntnis:

Exotherme oder Endotherme Reaktion: Es handelt sich hier um eine _____
 Reaktion. Die Reaktionsgleichung in Worten (Wortgleichung):

_____ + _____ → _____

Aus der Massendifferenz von Kupfer und Kupfer(I)-sulfid lässt sich der Verbrauch an Schwefel berechnen! Zusammen mit der molaren Masse kann damit die eingesetzte Stoffmenge bestimmt werden. Das Stoffmengenverhältnis gibt einen Aufschluss über die chemische Formel des Produktes.

Die Wiegung hat zum Beispiel folgende Werte ergeben:

$$m(\text{Kupfer}) = 2,312 \text{ g}, \quad m(\text{Produkt}) = 2,883 \text{ g} \rightarrow m(\text{Schwefel}) = 0,571 \text{ g}$$

$$\text{aus: } M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol} \rightarrow n(\text{Cu}) = 2,312 \text{ g} : 63,55 \text{ g/mol} = 0,0364 \text{ mol}$$

$$M(\text{S}) = 32,07 \text{ g/mol} \rightarrow n(\text{S}) = 0,571 \text{ g} : 32,07 \text{ g/mol} = 0,0178 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}) : n(\text{S}) = 0,0364 \text{ mol} : 0,0178 \text{ mol} = 2,04 : 1$$

AUFGABE

Das Verhältnis Kupfer zu Schwefel beträgt etwa zwei zu eins (Cu_2S).

Ergänzen Sie!

			
	Schwefel	Kupfer	Kupfer(I)-sulfid
Farbe			
Masse m			
molare Masse M (siehe PSE)	32,07 g/mol	63,55 g/mol	
Stoffmenge $n = \frac{m}{M}$			
verformbar/spröde			

$$n(\text{Cu}) : n(\text{S}) = \underline{\hspace{2cm}} : \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} : 1$$

Reaktionsgleichung: _____ + _____ → _____

Entsorgung:

- Kupfer(I)-sulfid in einem entsprechend beschrifteten Kunststoffbeutel und dann in den Behälter für Feststoffabfälle.
- Die Reagenzgläser und den Luftballon in die Entsorgung geben.