
Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Chemie

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfling

Aufgabe 1, Aufgabe 2 und Aufgabe 3

Allgemeine Arbeitshinweise

Aufgabe 1 und Aufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Aufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Wahlaufgaben 3.1 oder 3.2 zu lösen.

Ihre Gesamtarbeitszeit beträgt **270 Minuten**. Diese Angabe schließt bereits zusätzliche 15 Minuten für die Aufgabenauswahl und das Einrichten des Experimentierplatzes mit ein.

Bei jeder der zu bearbeitenden Aufgaben sind jeweils 30 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System
Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine gleichwertige Software kann auch auf einer anderen geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Tabellen- und Formelsammlung
- Zeichengeräte
- Computer oder ein computergestütztes Messwerterfassungssystem im Rahmen einer geschlossenen Plattform im Falle einer entsprechenden Aufgabenstellung zur möglichen Nutzung
Es muss die jeweilige Software installiert sein, die der Prüfling im Unterricht für die Erfassung und Auswertung von Messwerten genutzt hat. Das Hilfsmittel wird für die experimentelle oder praktische Tätigkeit benötigt.

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüflinge, deren Herkunftssprache nicht oder nicht ausschließlich Deutsch ist, können zusätzlich ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

Prüfungsinhalt

Aufgabe 1

Die Chemie der Parfüme

Ursprünglich extrahierte man zur Herstellung der Parfüme Duftstoffe aus Pflanzen oder aus Drüsensekreten von Tieren. Im Jahre 1921 wurde „Chanel N° 5“ vorgestellt, eines der ersten synthetisch hergestellten Parfüme. Heute entstammen Parfüme überwiegend chemischen Laboratorien und sind häufig „vollsynthetisch“.

	BE
1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung zur Bildung des Ester-Moleküls aus Material 1 unter Verwendung von Strukturformeln. Benennen Sie die Edukte der Reaktion (M 1). Erklären Sie anhand des Struktur-Eigenschaft-Konzepts die Löslichkeit von kurzkettigen Estern in Ethanol (M 1).	7
2 Erklären Sie anhand des Struktur-Eigenschaft-Konzepts die Eignung von kurzkettigen Estern als Duftstoffe (M 1, M 2). Stellen Sie eine Wasserstoffbrücke zwischen einem Ester-Molekül und dem Riechrezeptor-Molekül mit Strukturformeln dar (M 1, M 2).	6
3 Planen Sie ein experimentelles Vorgehen zur Unterscheidung der drei in Abbildung 3 dargestellten Duftkomponenten unter Angabe der zu erwartenden Beobachtungen (M 3). Formulieren Sie für eine der positiv verlaufenden Nachweisreaktionen eine Reaktionsgleichung (M 3).	9
4 Begründen Sie die vier genannten Empfehlungen für den Kauf und die Verwendung eines Parfüms (M 1, M 3, M 4).	4
5 Diskutieren Sie anhand von zwei Argumenten, ob synthetisch hergestelltes Sandal-Pentanol als Alternative zum natürlichen Sandelholzöl in einem Parfüm eingesetzt werden sollte (M 5).	4

Material 1: Ester als Duftstoffe

Chemisch betrachtet ist ein Parfüm eine ethanolische Lösung aus einer Reihe von Duftstoffen. Mit synthetischen Duftstoffen lassen sich unzählige Duftkompositionen kreieren. Als Duftstoffe können wohlriechende kurzkettige Ester-Verbindungen eingesetzt werden. In Abbildung 1 ist die Strukturformel eines solchen Ester-Moleküls dargestellt.

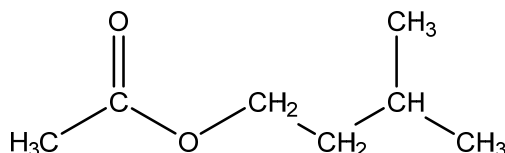


Abb. 1: Strukturformel eines Ester-Moleküls

Material 2: Grundlagen zum Riechvorgang

Für die Wahrnehmung eines Geruchs ist es erforderlich, dass Moleküle der Duftstoffe über die Gasphase in die Nase gelangen. Geeignet dafür sind leicht flüchtige Stoffe.

Die menschliche Nase besitzt ungefähr 350 verschiedene Arten von Riechrezeptoren, die jeweils auf bestimmte Duftstoff-Moleküle spezialisiert sind. Ein interdisziplinäres Forscherteam der Ruhr Universität Bochum klärte erstmals die dreidimensionale Struktur der Bindetasche eines Riechrezeptors auf. Die Duftstoffe werden an der Bindetasche des Riechrezeptors angelagert. Entscheidend dafür ist die Bildung von Wasserstoffbrücken zwischen Duftstoff- und Rezeptor-Molekülen.

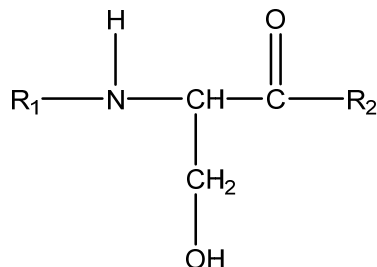
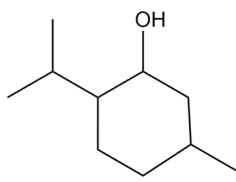


Abb. 2: vereinfachte Strukturformel der Bindestelle eines Riechrezeptor-Moleküls

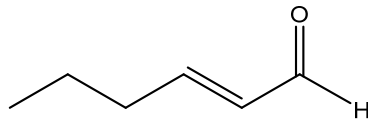
Material 3: Komposition eines Parfüms

Parfümhersteller bringen jährlich zahlreiche neue Parfümkreationen auf den Markt. Dabei folgen sie dem traditionellen dreiteiligen Aufbau eines Parfüms aus Kopf-, Herz- und Basisnote. Allein daraus ergibt sich ein gestaffeltes Dufterlebnis, da die Duftstoffe der drei „Noten“ unterschiedlich schnell verdunsten. Die Duftstoffe der Kopfnote sind bereits nach wenigen Minuten verdunstet. Die Inhaltsstoffe der Herznote entfalten sich nach Abklingen der Kopfnote. Die Duftstoffe der Basisnote verdunsten sehr langsam.

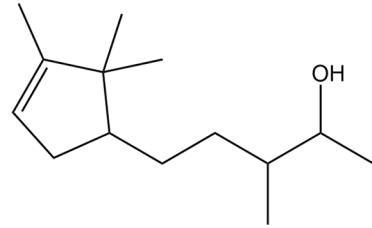
In einem Labor wurden aus einem Parfüm folgende drei Duftkomponenten (Kopf-, Herz- und Basisnote) destilliert und dadurch voneinander getrennt. Anschließend können die drei Verbindungen durch Nachweisreaktionen unterschieden werden.



Verbindung A:
Menthol



Verbindung B:
Hex-2-enal



Verbindung C:
Sandal-Pentanol

Abb. 3: Strukturformeln der Moleküle von Duftkomponenten eines Parfüms

Material 4: Grundlagen zum Riechvorgang

Folgende Empfehlungen werden für den Kauf und die Verwendung eines Parfüms gegeben:

Nicht unmittelbar nach dem ersten Geruchseindruck kaufen; Parfümflasche nach Gebrauch wieder zügig verschließen; kühl lagern und nicht in offene Flammen sprühen

Material 5: Sandal-Pentanol oder natürliches Sandelholzöl?

Natürliches Sandelholzöl wird durch Wasserdampfdestillation aus den Holzspänen des in Indien und Australien heimischen Sandelholzbaumes gewonnen. Für 1 kg Sandelholzöl sind etwa 20 kg Holzspäne nötig, wobei die verarbeiteten Bäume dazu mindestens 30 Jahre alt sein müssen. Sandelholz ist seit jeher ein Luxusgut. Der Preis für Sandelholzöl beträgt derzeit über 1.500 € pro kg. Die unkontrollierte Abholzung infolge der rasant steigenden Nachfrage der Parfümindustrie zeigte fatale Auswirkungen. Deshalb griff die indische Regierung zu drastischen Maßnahmen, wie der Verknappung des Handels und zu strengen gesetzlichen Regelungen.

Das Duftöl Sandal-Pentanol wird durch eine mehrschrittige chemische Synthese hergestellt und ist kaum vom natürlichen Sandelholzöl zu unterscheiden. Der dafür verwendete Ausgangsstoff wird unter anderem aus Fichten gewonnen. Diese sogenannte synthetische Aroma-Chemikalie kam 1976 auf den Markt und ist zu Preisen von weniger als 100 € je kg Öl zu beziehen. Der Sandelholzduft nahm damit Einzug selbst in preisgünstige Kosmetika. In aktuellen Studien wurde die stärkere Toxizität gegenüber Wasserorganismen von Sandal-Pentanol im Vergleich zu Sandelholzöl erkannt.

LEERSEITE

Prüfungsinhalt

Aufgabe 2

Beton – ein Werkstoff für die Ewigkeit?

Jedes Jahr werden weltweit zwölf Kubikkilometer Beton produziert, genug, um eine 30 cm dicke und über tausend Meter hohe Mauer einmal um den Äquator herum zu bauen. Jedoch scheint dieser Superwerkstoff nicht ewig haltbar und stabil zu sein, sondern kommt im Laufe der Jahre an seine Grenzen.

	BE
1 Begründen Sie das basische Milieu von ausgehärtetem Beton (M 1). Erklären Sie die Funktionsweise des Schnelltests zur Feststellung des Fortschritts der Carbonatisierung (M 1, M 2, M 3, M 4).	6
2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Carbonatisierung von Beton (M 3). Nennen Sie das Prinzip von Le Chatelier. Begründen Sie auf dieser Grundlage den sinkenden pH-Wert bei zunehmender Carbonatisierung des Betons (M 3).	5
3 Skizzieren Sie ein Übersichtsschema (z. B. ein Fließdiagramm) zu den chemischen Vorgängen, die zum „Sulfattreiben“ führen (M 5). Erläutern Sie am Beispiel der Reaktion von Schwefelwasserstoff mit Wasser das Säure-Base-Konzept nach Brønsted unter Angabe einer Reaktionsgleichung.	10
4 Berechnen Sie die Massenkonzentration an Calciumhydroxid im Filtrat der Aufschlämmung der Betonprobe (M 6). Beurteilen Sie darüber den Qualitätszustand des Betonteils (M 6).	9

Material 1: Das Aushärten von Beton

Für Beton werden Kies, Sand und das Bindemittel Zement vermengt und anschließend mit Wasser versetzt. Dabei dient das Wasser nicht allein dazu, eine gut verarbeitbare Masse an Beton zu erhalten, sondern ist notwendig für dessen Aushärteprozess durch die sogenannte Hydratation des Zements. Hierbei kommt es zur Bildung von Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), das neben anderen Bestandteilen in dem noch frischen Beton für relativ hohe pH-Werte zwischen 12,5 und 13,5 sorgt.

Material 2: Stahlbeton

Die Zugfestigkeit von Betonbauteilen lässt sich entscheidend verbessern, wenn in die Betonmasse Stahlstäbe oder Stahlgitter (sogenannte Stahlbewehrungen) einbetoniert werden. Dabei wird der Stahl durch das stark basische Milieu der ihn umgebenden Betonmasse vor Korrosion geschützt, indem sich eine Schutzschicht auf dem Stahl ausbildet.



Abb. 1: Bewehrungsstahl vor dem Einbau

Material 3: Carbonatisierung von Beton

Unter Carbonatisierung versteht man die Gleichgewichtsreaktion von gelöstem Calciumhydroxid mit Kohlenstoffdioxid aus der Umgebungsluft zu schwerlöslichem Calciumcarbonat (Kalkstein, CaCO_3) und Wasser.

Durch die Kalksteinbildung erhöht sich zwar die Festigkeit des Betons, jedoch ist das stark basische Milieu des Betons nicht mehr gegeben. Der pH-Wert des angefeuchteten Betons sinkt von 12,5 auf unter 9. Ab einem pH-Wert deutlich unter 9, beginnt der im Beton verbaute Stahl bei eindringender Feuchtigkeit zu rosten. Die Folge davon ist möglicherweise ein Stabilitätsverlust der Konstruktion sowie das Abplatzen von Betonteilen an der Oberfläche.



Abb. 2: Betonabplatzung durch oxidierte Stahlstäbe

Material 4: Schnelltest zur Überprüfung des Fortschrittes der Carbonatisierung

An frischen Betonbruchstellen wird der Fortschritt der Carbonatisierung in der Regel durch Besprühen mit einer Lösung des Säure-Base-Indikators Phenolphthalein sichtbar gemacht. Hierüber lässt sich eine Aussage zum noch vorhandenen Schutz des Baustahls vor Korrosion treffen.

Material 5: Schäden durch „Sulfattreiben“ in Abwasserkanälen

Beim Durchfließen von relativ warmem Haushaltsabwasser durch erdverlegte, kühle Abwasserrohre aus Beton kommt es zur Kondensation von Wasser im oberen Teil der inneren Rohrfläche. Abwasserrohre führen Schwefelwasserstoff-Gas (H_2S) mit, das bei der biologischen Zersetzung von Eiweißen im Haushaltswasser anfällt.

Dieses Gas bildet in Gegenwart bestimmter Schwefelbakterien, dem Kondenswasser und dem Sauerstoff aus der Luft das Reaktionsprodukt Schwefelsäure. Aus dem im Beton enthaltenen Calciumhydroxid wird durch die Reaktion mit Schwefelsäure festes Calciumsulfat (CaSO_4) gebildet. Dadurch kommt es zu einer Volumenvergrößerung gegenüber dem Calciumhydroxid, wodurch der Beton aufquillt und hiernach Risse und Abplatzungen bekommt (siehe Abb. 3). Dies ist in der Fachwelt als sogenanntes „Sulfattreiben“ bekannt.

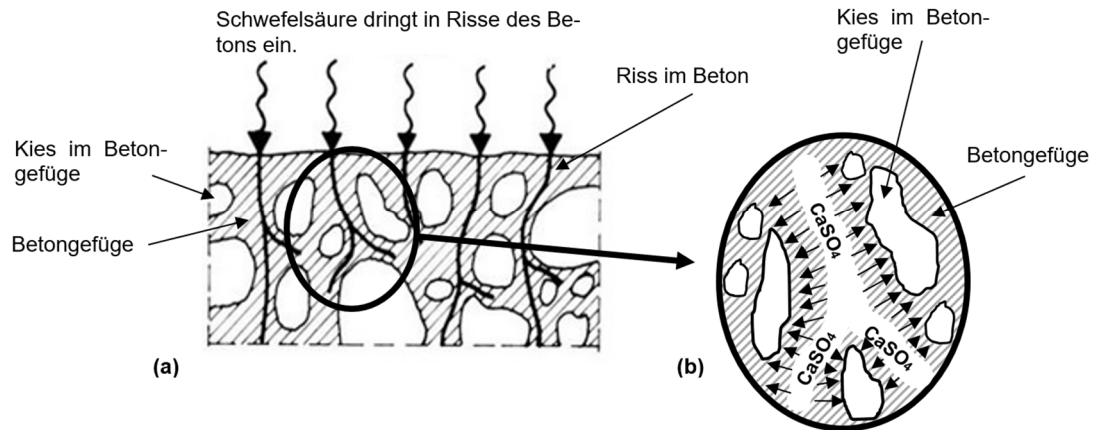


Abb. 3: (a) schematische Abbildung zum Sulfattreiben; (b) vergrößerter Ausschnitt

Material 6: Analyse einer Betonprobe

Bei Kenntnis des Massenanteils an Calciumhydroxid einer Betonprobe kann auf den Zustand des Betons geschlossen werden. Ist der Calciumhydroxid-Anteil infolge der Carbonatisierung zu niedrig, fehlt der Korrosionsschutz für den Baustahl. Dadurch ist die Tragfähigkeit eines Stahlbetonteils nicht mehr dauerhaft gewährleistet. In dem nachfolgenden Diagramm ist eine Referenzgerade abgebildet, die die zum Erhalt des Korrosionsschutzes notwendigen Mindestanteile an Calciumhydroxid im Beton bezogen auf dessen Alter ausweist.

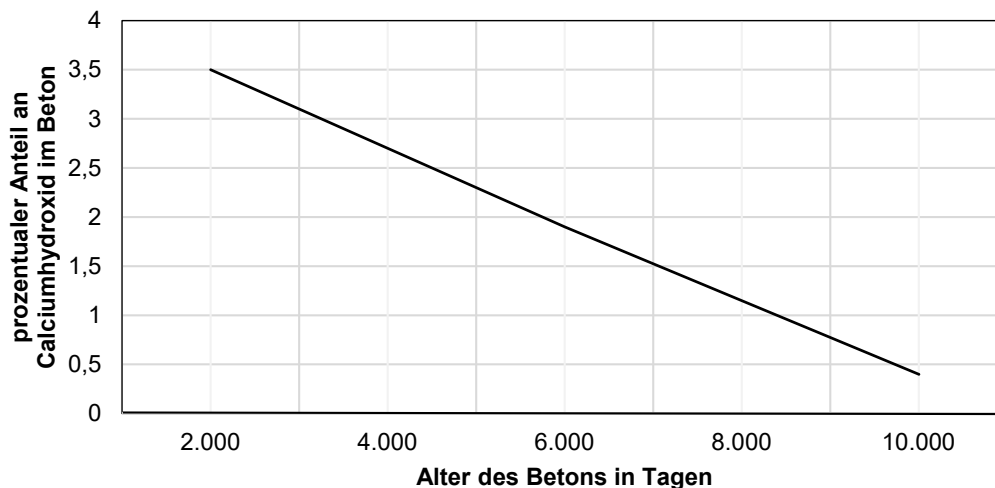


Abb. 4: zeitabhängige Entwicklung des Mindestanteils an Calciumhydroxid in Beton nach der Aushärtezeit

Untersuchung einer Betonprobe:

Von einer 27 Jahre (ca. 10.000 Tage) alten Brücke wurde eine Bohrkernprobe genommen und pulverisiert. Davon wurden 100 g Betonpulver in 1,0 L Wasser aufgeschlämmt.

Diese Aufschlämmung wurde so lange stehen gelassen, bis das gesamte Calciumhydroxid der Probe gelöst war, und anschließend filtriert. Der pH-Wert des Filtrates betrug 12,36.

LEERSEITE

Prüfungsinhalt

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser Aufgaben.

Aufgabe 3.1

Citronensäure und ihre Verbindungen

Citronensäure ist ein natürlicher Bestandteil vieler Früchte und tritt als Stoffwechselprodukt in Organismen auf. Die Säure und ihre Verbindungen werden vielfältig verwendet z. B. als Säuerungsmittel in Lebensmitteln und in Kosmetika.

	BE
1 Begründen Sie anhand des Baus der Moleküle eine der genannten Eigenschaften des Stoffs (M 1).	2
2 Bestätigen Sie die in der Werbung getroffenen Aussagen anhand eines selbst hergestellten Brausepulvers experimentell (M 2). Weisen Sie das gasförmige Reaktionsprodukt nach (M 2). Planen Sie dazu Ihr experimentelles Vorgehen (M 2). Werten Sie Ihre Beobachtungen unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen aus.	14
3 Beschreiben Sie das Vorgehen zum kalorimetrischen Ermitteln des physikalischen Brennwertes (M 3). Berechnen Sie die Reaktionsenthalpie für die Verbrennung reiner Citronensäure aus dem kalorimetrisch ermittelten Messwert (M 1, M 3).	5
4 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Gleichgewichtsreaktion zur Herstellung von Triethylcitrat (M 4). Begründen Sie zwei Maßnahmen, um die Ausbeute dieses Esters zu erhöhen.	6
5 Bewerten Sie den Einsatz von Triethylcitrat gegenüber Aluminiumsalzen in Deodorants (M 4).	3

Material 1: Citronensäure

Citronensäure (2-Hydroxypropan-1,2,3-tricarbonsäure) ist eine farblose, wasserlösliche Carbonsäure, die zu den Fruchtsäuren zählt. Im wasserfreien Zustand bildet sie rhombische Kristalle. Sie ist sehr leicht löslich in Wasser und gut löslich in Ethanol. Eine wässrige Lösung der Citronensäure leitet den elektrischen Strom, feste Citronensäure und die Schmelze jedoch nicht.

Die molare Masse der Citronensäure beträgt $M = 192,12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

Als Formel für Citronensäure-Moleküle kann vereinfacht die Symbolik H_3cit verwendet werden.

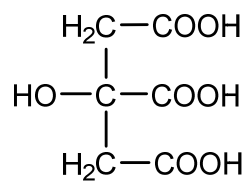


Abb. 1: Strukturformel eines Citronensäure-Moleküls

Material 2: Brausepulver

Brausepulver ist ein Gemisch aus mehreren Stoffen. Laut Werbung kann aus diesem mit Wasser ein sprudelndes und kühlendes Getränk hergestellt werden.

Zur experimentellen Bestätigung der in der Werbung getroffenen Aussagen stehen Ihnen die folgenden Geräte und Chemikalien zur Verfügung.

Geräte:

- Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Bechergläser
- Tropfpipetten
- Spatellöffel
- Thermometer
- Glasrührstab
- Stopfen

Chemikalien:

- Natriumhydrogencarbonat
- Citronensäure
- Saccharose (Zucker)
- Bariumhydroxid-Lösung (gesättigt)
- Wasser

Material 3: Bestimmung des physikalischen Brennwertes

In Lebensmitteln spielt der physikalische und physiologische Brennwert eine wichtige Rolle. Der physikalische Brennwert entspricht der Enthalpieänderung für die vollständige Verbrennung einer Stoffportion in reinem Sauerstoff. Dieser Wert kann kalorimetrisch mit Hilfe eines Verbrennungskalorimeters ermittelt werden.

Bei der Verbrennung von 1 g reiner Citronensäure im Kalorimeter erhöhte sich die Temperatur der Kalorimeterflüssigkeit um 12,1 K. Im Kalorimeter befanden sich 200 g Wasser als Kalorimeterflüssigkeit.

Kalorimetrische Gleichung
$$\Delta_r H = - \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c_p(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T}{n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7)}$$

Spezifische Wärmekapazität des Wassers
$$c_p(\text{H}_2\text{O}) = 4,186 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$$

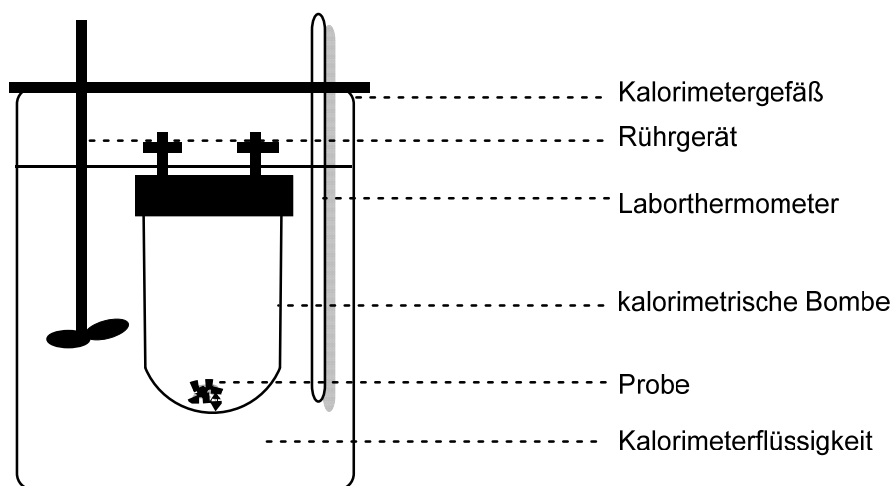


Abb. 2: Aufbau eines Verbrennungskalorimeters

Material 4: Triethylcitrat

Triethylcitrat (TEC), auch Citronensäuretriethylester, wird durch eine exotherme Reaktion von Ethanol mit Citronensäure hergestellt und als künstlicher Trägerstoff und Stabilisator, z. B. in Deodorants, verwendet. TEC verhindert, dass sich mit der Zeit unangenehmer Schweißgeruch bildet. Er wirkt in diesem Fall als eine Art Enzymblocker, der die Bildung der für die Schweißzersetzung so wichtigen Bakterienenzyme hemmt. Die natürliche Hautflora wird dabei geschont, die Verträglichkeit ist in der Regel ausgesprochen gut. Triethylcitrat wird in erster Linie in natürlichen Bio-Deodorants eingesetzt. Konventionelle Deodorants setzen dagegen noch häufig auf Aluminiumsalze. Sie blockieren temporär die Schweißporen, so dass das Schwitzen unter den Achseln eingeschränkt wird. Zudem wirken sie auf die den Schweiß zersetzenden Bakterien antibakteriell, so dass der Schweißgeruch vermindert wird.

Aluminiumverbindungen stehen im Verdacht, an gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie z. B. Allergien beteiligt zu sein.

LEERSEITE

Aufgabe 3.2

Kupfer

Ein Elektrofahrzeug enthält etwa dreimal so viel Kupfer wie ein vergleichbares Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Auch für die Infrastruktur zum Aufladen von Elektrofahrzeugen besteht ein hoher Bedarf an Kupfer.

	BE
1 Fertigen Sie vom Bau der Metalle eine beschriftete Skizze an. Leiten Sie davon ausgehend eine Eigenschaft von Metallen ab.	4
2 Begründen Sie für eine der beiden Reaktionen des Garblasens das Vorliegen einer Redoxreaktion (M 1). Nutzen Sie Ihre Kenntnisse über Oxidationszahlen.	4
3 Diskutieren Sie die Bestrebungen zum Abbau von Kupfererzen in Deutschland (M 1).	3
4 Formulieren Sie für die Elektrodenreaktionen des Daniell-Elements die Teilgleichungen (M 2). Berechnen Sie die Zellspannung unter Standardbedingungen (M 2).	4
5 Führen Sie die Experimente zum Kupferkreislauf durch (M 3). Geben Sie jeweils Ihre Beobachtungen an. Werten Sie diese unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen aus.	15

Material 1: Kupfergewinnung

Deutschland gehört zu den führenden Kupferproduzenten. Etwa 50 % der hierzulande hergestellten Kupferprodukte stammen aus recyceltem Alt-Kupfer.

Da in Deutschland aktuell kein Kupferbergbau betrieben wird, müssen Kupfererze u. a. aus Südamerika importiert werden.

Seit einigen Jahren findet die Erkundung von Kupferlagerstätten z. B. im Süden Brandenburgs und in Thüringen statt. Der Abbau von Kupfererzen soll auch in Deutschland wieder erfolgen.

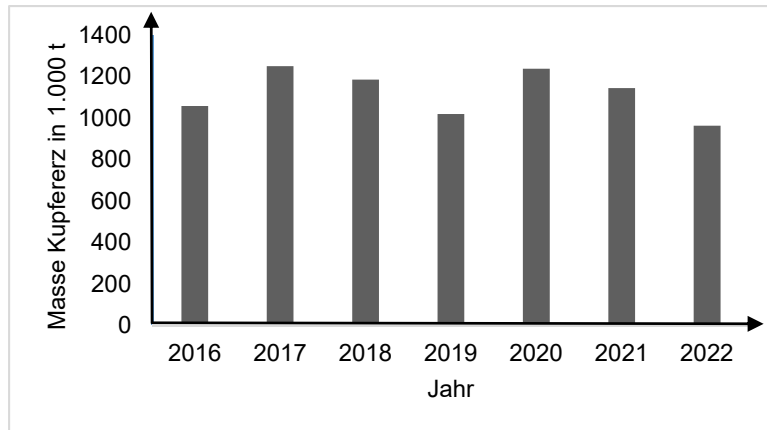
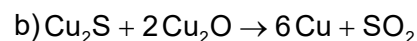
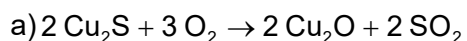


Abb. 1: nach Deutschland importiertes Kupfererz von 2016 bis 2022

Sulfidische Kupfererze werden in mehreren Schritten zum Rohkupfer verarbeitet. Im Röstprozess erfolgt zunächst bei 700 bis 800 °C eine Umsetzung der Erze mit Sauerstoff. Das Schmelzen und Schlackenblasen entfernt anschließend eisenhaltige Bestandteile. Im letzten Schritt, dem Garblasen, führen die beiden chemischen Reaktionen a) und b) zum Rohkupfer.



Material 2: Daniell-Element

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelte der britische Physikochemiker John Frederic Daniell (1790 – 1845) ein nach ihm benanntes galvanisches Element, das Daniell-Element. Es besteht aus einer Kupfer- und einer Zink-Halbzelle, deren Standardpotenziale $E^\circ(\text{Cu} | \text{Cu}^{2+}) = +0,35 \text{ V}$ und $E^\circ(\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}) = -0,76 \text{ V}$ betragen.

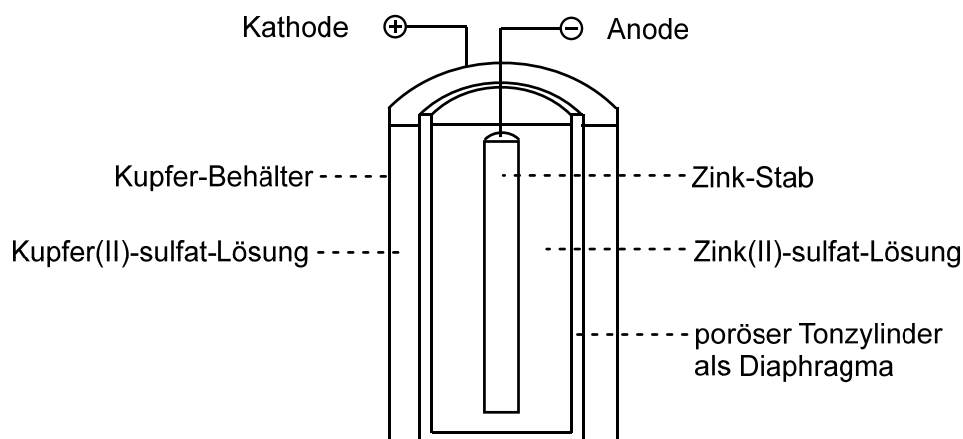


Abb. 2: Aufbau eines Daniell-Elements

Material 3: Kupferkreislauf

Untersuchen Sie die chemischen Reaktionen des dargestellten Kupferkreislaufs.

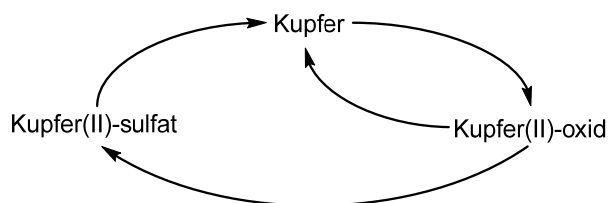


Abb. 3: Darstellung des Kupferkreislaufs

Geräte:

- Reagenzglasständer
- schwer schmelzbare Reagenzgläser
- Reagenzglashalter
- Becherglas (30 bis 50 mL)
- Messzylinder (10 mL)
- Tropfpipetten
- Spatel
- Pinzette
- Stoppuhr
- Brenner
- Tiegelzange

Chemikalien:

- Eisennagel
- Kohlenstoff (Pulver)
- Kupferdraht
- Kupfer(II)-oxid
- Siedesteinchen
- Schwefelsäure-Lösung

Experiment A

Erhitzen Sie einen Kupferdraht in der Brennerflamme bis zum Glühen und kühlen Sie ihn in der Luft ab.

Experiment B

Mischen Sie in einem Reagenzglas zwei Spatel Kupfer(II)-oxid mit zwei Spateln Kohlenstoff. Erhitzen Sie das Gemisch mit dem Brenner bis zum Glühen. Auf den Nachweis des entstehenden Kohlenstoffdioxids wird verzichtet.

Experiment C

Erhitzen Sie in einem Reagenzglas eine Spatelspitze Kupfer(II)-oxid mit ca. 5 mL Schwefelsäure-Lösung bis zum Sieden. Verwenden Sie dabei Siedesteinchen.

Kühlen Sie das Reagenzglas vorsichtig im Wasserbad ab.

Dekantieren Sie die Lösung aus dem Reagenzglas in ein kleines Becherglas. Stellen Sie zum Schluss einen Eisennagel ca. fünf Minuten in die Lösung.