

DIE REISE ZUM MARS II

Ideen für Experimente, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht durchführen können 1. Stufe der Sekundarschule

1. Stufe der Sekundarschule

Bild: NASA

Inhaltsverzeichnis

Gefahrstoffsymbole	4
Leben auf dem Mars	5
Wasser auf dem Mars	27
Der rote Planet	39
Analyse von Marsgestein	41
Die Marsatmosphäre	50
Chemische Reaktionen in der Marsstation	54
Kompetenzen, die erarbeitet werden	57

Vorwort

Generationen von Forschenden haben das Abenteuer Mars möglich gemacht. Wir stehen alle, wie es Isaac Newton bescheiden formulierte, auf den Schultern von Riesen. Es sind elementare Regeln, an die man sich halten muss, um die Geheimnisse der Natur zu entschlüsseln und sich in der Welt zurecht zu finden.

ÜBERPRÜFE Ideen durch EXPERIMENTE und BEOBACHTUNG!

Diese Regel ist nicht die einzige, aber sie ist eine unerlässliche Voraussetzung. Die Kunst des Lehrenden ist es, die FREUDE am ERKENNEN und SCHAFFEN zu wecken und zu erhalten. Wenn es Ihnen gelingt, dieses Gefühl zu vermitteln, wird man Sie als Mensch und Lehrenden nicht vergessen.

Es gibt eine Helferin. Sie ist eine der fundamentalsten Eigenschaften des Lebens überhaupt: NEUGIERDE!

Sie bedarf regelmäßiger Pflege und erfordert immer wieder Ihr pädagogisches Geschick.

Nun zu Ihrem Einwand!

Warum der Mars?

Ich gebe Ihnen recht!

Es könnte auch der Mond sein, der Mount Everest, von mir aus die Touristenklasse eines Jumbojets oder die geplante Unterwasserstation im Marianengraben in 11934m Tiefe. (Biologie, Physik, Chemie... sind dort höchst spannend zu vermitteln und ebenfalls die Mathematik.) Da kommt mir doch glatt eine Idee!

Jeder Fortschritt, so formulierte es einmal Oscar Wilde, ist die Umsetzung von Träumen (Phantasie).

Die Erkundung des Mars und eine eventuelle Besiedlung ist so ein Traum, und vielleicht ist eines der Kinder, welches Sie unterrichten, ein Teil der Verwirklichung.

Wer weiß?

Witold Franke

OstR.a.D.

Gefahrstoffsymbole



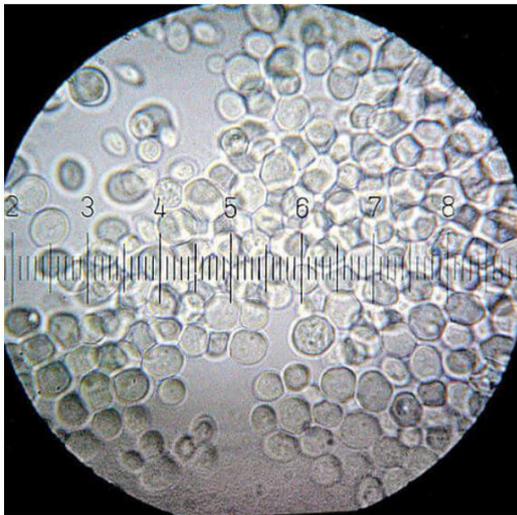
Leben auf dem Mars

Info

Gibt es Leben auf dem Mars? Diese Frage treibt Forschende schon lange um. Schon in den 1970er Jahren erforschte die US-Raumfahrtorganisation NASA mit zwei „Viking“-Sonden den Mars, um dort Leben zu finden. Die beiden Sonden landeten im Juli und September 1976 auf dem roten Planeten und schickten Bilder zur Erde. Außerdem hatten beide Sonden vier biologische Experimente dabei, mit denen die Wissenschaftler:innen nach Leben auf dem Mars suchen wollten.

Die Ergebnisse dieser biologischen Experimente lieferten keine eindeutigen Ergebnisse darüber, ob organisches Leben auf dem Mars existiert. In allen Experimenten kam es zu Veränderungen, die durch organisches Leben hervorgerufen worden sein könnten - aber nicht mussten.

Wie kannst du das Leben erkennen?



Unsere Backgär besteht aus richtigen Lebewesen! Aber nicht aus Pflanzen oder Tieren, sondern aus Pilzen mit dem komplizierten Namen "Saccharomyces cerevisiae".

Hefen bilden übrigens keine Schirme und Hüte, wie ihr sie von anderen Pilzen im Wald kennt. Sie gehören zu den Einzellern und vermehren sich durch Zellteilung oder die Bildung von Ablegern. Deswegen sehen wir von ihnen ohne Mikroskop auch nicht mehr als eine gelblich-graue Masse. Mit einem Mikroskop hingegen kann man die einzelnen Hefezellen sehen.

Backhefe unter dem Mikroskop: Die Teilstriche der

Skala sind jeweils 11 Mikrometer

(Millionstel Meter!) voneinander entfernt.

By Bob Blaylock [CC BY-SA 3.0 or GFDL], from [Wikimedia Commons](#)

Versuch 1: Objekte unter dem Mikroskop



Materialien:

Objektträger, Deckgläschen, Mikroskop, Becherglas, Wasser, Pipette

Zum Beispiel:

-tote Insekten

-Pollen

-Algen

-Wasserproben (von der Oberfläche) eines stehenden Gewässers (Teich): Wasserflöhe, Einzeller

-Abgestandenes Wasser (Oberfläche) in einer Vase mit Blumen enthält eine große Zahl Einzeller.

-Pilze (auf Marmelade, Käse,...).

Für viele mikroskopische kleine Organismen reicht die Vergrößerung nicht (z.B. Bakterien, ...) aber sie sind da!

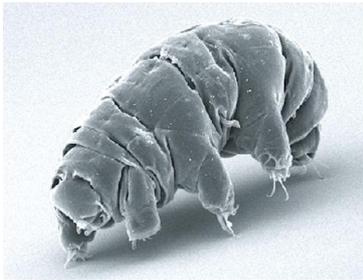
Durchführung:

- Heu, Gras, ...oder Moos im Becherglas mit Wasser versetzen.
- Es bildet sich nach einigen Tagen an der Oberfläche eine milchige sog. Kahlhaut. Eine Kahlhaut ist ein Biofilm aus Mikroorganismen, der sich an Grenzübergängen von Medien zur Luft ansammelt. Gebildet wird sie vor allem durch Hefen und sauerstoffabhängige Bakterien, wobei sie auch aus mehreren Arten gemeinsam gebildet werden.
- Tropfen auf den Objektträger aufbringen (Pipette!).
- Deckglas auflegen.
- Präparat (mit Deckglas nach oben) auf den Objektisch legen
- Einstellen von Bildschärfe, Helligkeit und Kontrast

Beobachtung:

Bilder vorgeben und im Tropfen bestimmen lassen.

Versuch 2: Weltraumbären unter dem Mikroskop

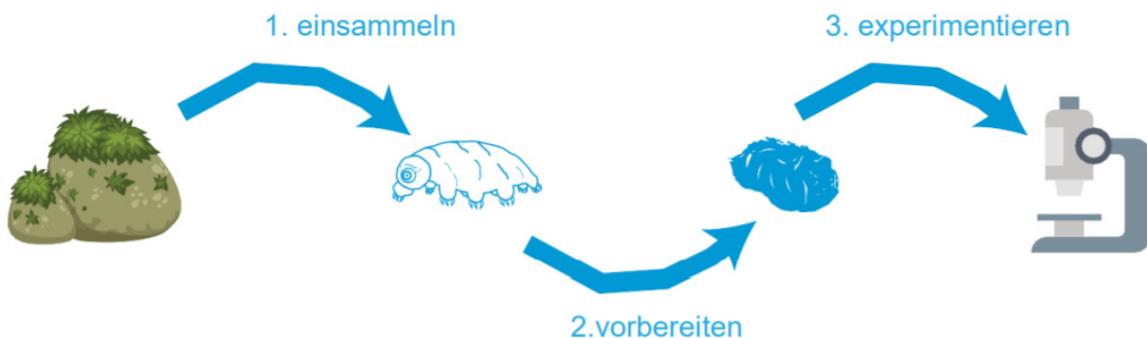


Das Bärtierchen *Milnesium tardigradum*

<https://de.wikipedia.org/wiki/B%C3%A4rtierchen>

Die Entdeckung von Organismen, die Extrembedingungen auf der Erde aushalten können, die denen im Weltraum gleichen, hat die Suche nach Leben außerhalb unseres Planeten plausibler gemacht. Die Astrobiologie bemüht sich darum, den Ursprung des Lebens auf der Erde zu ermitteln und um herauszufinden, ob anderswo im Universum Leben existieren könnte.

Bei den folgenden Aufgaben untersuchen wir die Widerstandsfähigkeit von Bärtierchen gegenüber Extrembedingungen. Wir gehen also der Frage nach, ob irdisches Leben (hier: Bärtierchen) Weltraumbedingungen standhalten kann, bzw. Marsbedingungen.



Bärtierchen, oder „Tardigrada“, sind nahe Verwandte der Arthropoden (Insekten und Krebstiere), die oft in feuchten Moosen und Flechten auftreten, wo es viel Wasser gibt. Es sind außerordentlich kleine, achtbeinige Tiere, die nicht mehr als 1,5 mm lang sind, was es praktisch unmöglich macht, sie mit bloßem Auge zu sehen. Bestimmte Arten von Bärtierchen sind für ihre einzigartigen Überlebensfähigkeiten berühmt.

Es wurde festgestellt, dass sie

- Temperaturen von 150 °C und -272 °C,
- extreme pH-Werte,
- Austrocknung,
- Vakuumbedingungen

überstehen bzw. überleben können.

Wenn Bärtierchen extrem Wasser entzogen wird (Trockenzustand), geraten sie in den Zustand der Anhydrobiose. In diesem Zustand, der als Tönnchenzustand bekannt ist, ist die Stoffwechsellätigkeit minimal. In diesem Zustand können die Bärtierchen Jahre oder gar Jahrzehnte überleben, während sie Extrembedingungen ausgesetzt sind. Aus diesem Zustand können sie durch den Kontakt mit Wasser wiederbelebt werden und leben normal weiter.

Aufgabe 1: Einsammeln der Bärtierchen (30 Minuten + über Nacht)

Materialien:

Moos- oder Flechtenprobe für jede Gruppe, Leitungswasser oder demineralisiertes Wasser, 1 Petrischale für jede Zweiergruppe

Hinweis für Lehrer zur Übung 1 – Die Bärtierchen finden

Geben Sie als Einleitung einen Überblick über die Eigenschaften der Bärtierchen und erörtern Sie, welche Extrembedingungen Organismen auf der Erde und im Weltraum antreffen und überleben können oder bitten Sie die Schüler:innen, unabhängige Untersuchungen anzustellen. Bärtierchen lassen sich von Moos- oder Flechtenproben einsammeln. Das Einsammeln der Mooskissen kann durch die Lehrperson oder die Schüler:innen unter Einhaltung der Anweisungen auf den Arbeitsblättern erfolgen. Nach dem Einsammeln sollte das Moos vollständig trocknen, bevor es zum Einsammeln der Bärtierchen vorbereitet wird.

Übung 1 – Die Bärtierchen finden

Bei dieser Aufgabe sammelt ihr Bärtierchen von Moos oder Flechten in eurer Umgebung und erstellt euren Versuchsplan.



Auf Steinen wachsendes Moos ist zum Suchen von Bärtierchen ideal.

Bärtierchen finden sich in Moos- oder Flechtenproben. Zum Einsammeln sucht einige sonnengetrocknete Mooskissen in weißem Gestein, von Natursteinmauern oder von Terracotta-Dachziegeln. Viele Bärtierchen bevorzugen kalzitisches Gestein, da sie zum Aufbau ihrer Stilett-Zähne etwas Kalzit (CaCO_3) benötigen. Moos aus Wäldern ist weniger geeignet, da viele Bärtierchen Moos bevorzugen, das alle paar Tage vollständig trocken wird. Vermeidet stinkendes und andauernd feuchtes Moos. Bärtierchen mögen Moos, das frei von Bakterien und Pilzen ist.

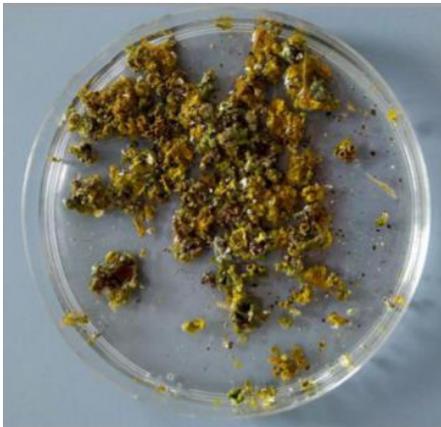
- 1) Bärtierchen finden sich oft auf feuchtem Moos und Flechten. Wo könntet ihr in eurer Umgebung Bärtierchen finden?

- 2) Sammelt eine Probe von Moos (oder Flechten), die eurer Meinung nach möglicherweise Bärtierchen enthält. Lagert das eingesammelte Moos so, dass es vollständig trocknen kann. So könntet ihr beispielsweise eure Proben dem direkten Sonnenlicht aussetzen oder es in offene Papiertüten an einem trockenen Ort aufbewahren.
-
-

Hinweis für Lehrende zur Übung 2 – Vorbereitung der Moosproben

Teilen Sie die Klasse in Zweier- oder Dreiergruppen auf. Die Schüler:innen sollten ein Mooskissen auswählen, das genau in ihre Petrischale passt, und den größten Teil des lockeren Bodens bzw. der Schmutzteilchen entfernen. Anschließend sollten sie das Verfahren so wie es auf dem Arbeitsblatt beschrieben ist abschließen.

Übung 2 – Vorbereitung der Moosproben



Flechtenprobe in der Petrischale.

In eurer Gruppe müsst ihr Bärtierchen von eurer Moos- oder Flechten-probe einsammeln. Richtet euch nach den nachstehenden Anweisungen:

- I. Legt das Mooskissen umgekehrt in die Petrischale und füllt sie mit Leitungs- oder destilliertem Wasser. Das Moos sollte mit der Aufnahme des Wassers beginnen.
- II. Fügt weiter Wasser hinzu, bis das Moos gesättigt ist (d.h. kein Wasser mehr aufnimmt) und achtet darauf, dass noch einige Millimeter Wasser in der Petrischale zurückbleiben. Falls notwendig, fügt etwa Wasser hinzu.
- III. Kennzeichnet die Petrischale mit euren Namen und lasst sie über Nacht stehen.

Hinweis für Lehrende zur Übung 3 – Plant euren Versuch

Die Schüler:innen sollten planen, wie sie die Überlebensfähigkeiten der Bärtierchen erproben wollen. Die Schüler:innen werden gebeten, drei extreme Umweltbedingungen aufzuführen, in denen Bärtierchen überleben können.

Beispiele für vorgeschlagene Antworten sind:

- Extreme Temperaturen
- Keine Luft (unterschiedliche atmosphärische Bedingungen)

- In Eis
- Hoher Salzgehalt
- Extremer pH-Wert

Erörtern Sie die Versuche, die sie durchführen wollen. Überlegen Sie:

- Welche Arten von Versuchen können Sie durchführen?
- Wie lassen sich diese Versuche konzipieren?

Die Schüler:innen sollten die Abschnitte: Bezeichnung, Ziel, Hypothese und Methode im Untersuchungsbericht auf ihrem Arbeitsblatt ausfüllen.

Übung 3 – Plant euren Versuch

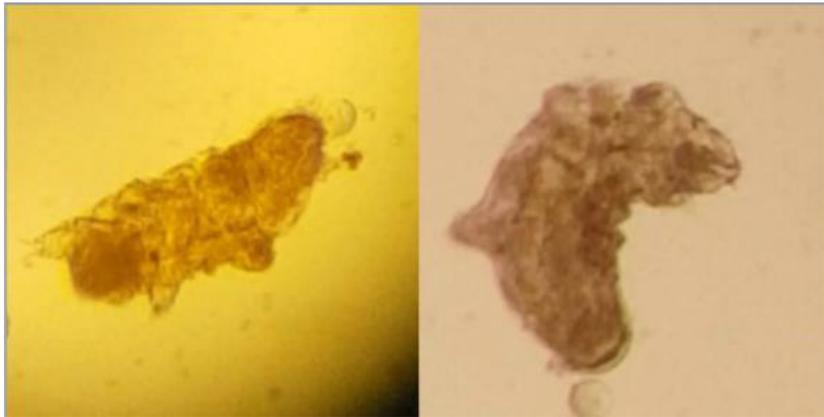
1) Schreibt drei extreme Umweltbedingungen auf, unter denen Bärtierchen überleben können.

2) Plant einen Versuch zur Erprobung der Widerstandsfähigkeit von Bärtierchen gegenüber einer der Umweltbedingungen, die ihr in Frage 1 aufgeschrieben habt. Füllt die Abschnitte Bezeichnung, Ziel, Hypothese und Methode der Berichtsvorlage aus.

Aufgabe 2: Die Bärtierchen einschlafen lassen (30 Minuten + über Nacht)

Materialien:

Mikroskop und/oder Lupe, kleiner durchsichtiger Behälter (Münzbehälter o.ä.), Pipetten, Petrischale mit durchtränktem Moos (aus Aufgabe 1), schwarzer Karton o.ä., der zur Kontrastverbesserung unter das Mikroaquarium gelegt wird, Taschenlampe



Bärtierchen unter dem
Mikroskop.

Bevor ihr mit eurem Versuch fortfahrt, müsst ihr den Tönncchenzustand bei den Bärtierchen einleiten. Bei dieser Aufgabe verlegt ihr eure Bärtierchen in kleine Behälter und leitet dadurch die Anhydrobiose ein, indem ihr sie austrocknen lasst.

Hinweis für Lehrer zur Übung – Einleitung der Anhydrobiose

Bei dieser Übung müssen die Schüler:innen einen kleinen, durchsichtigen Behälter wie einen Münzbehälter o.ä. benutzen. Der Behälter sollte klare, glasähnliche Wände haben.

Es wird empfohlen, dass die Lehrkraft einige Bärtierchen vor dem Unterricht vorbereitet, falls es einigen Gruppen nicht gelingt, diese aus ihrem Moos zu extrahieren. Falls die Schüler:innen keine Bärtierchen finden konnten, können sie erörtern, weshalb sie keine gefunden haben. Haben sie vielleicht die falsche Moosart eingesammelt?

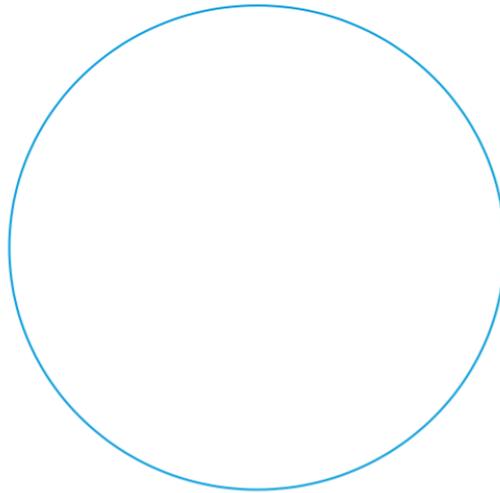
In Zweiergruppen sollten sich die Schüler:innen nach den Anweisungen auf dem Arbeitsblatt richten, um die Anhydrobiose als Vorbereitung für die Erprobung der Überlebensfähigkeiten der Bärtierchen einzuleiten. Zeigen Sie einige Bilder von Bärtierchen, die mit dem Mikroskop aufgenommen wurden, damit die Schüler:innen wissen, wonach sie suchen. Bitten Sie die Schüler:innen, nach dem Ausdrücken des Mooses ihre Proben unter einem Mikroskop oder einer Lupe zu beobachten. Sie sollten ihre Bärtierchen auf dem Arbeitsblatt zeichnen.

Danach müssen die Schüler:innen das (die) Bärtierchen in ihre(n) kleinen Behälter verlegen. Das Restwasser sollte langsam – d.h. in 6 bis 7 Stunden – bei fast völlig geschlossenem Behälter verdunsten. Eine schnellere Verdunstung bringt die Bärtierchen um.

Bevor die Schüler:innen zu Aufgabe 3 übergehen, sollten sie ihren Versuchsplan überarbeiten.

Übung – Einleitung der Anhydrobiose

- I. Entfernt das Mooskissen von der Petrischale. Drückt und schüttelt das Moos vorsichtig über eurer Petrischale, um überschüssiges Wasser zu entfernen, und schüttelt alle Bärtierchen ab, die noch am Moos festsitzen.
- II. Benutzt euer Mikroskop bei 20-facher Vergrößerung oder eine Mineralogenlupe bei 10-facher Vergrößerung zur Suche nach Bärtierchen. Beleuchtet die Probe seitlich und setzt die Petrischale auf schwarzen Karton, um den Kontrast zu erhöhen.
- III. Zeichnet im Feld unten, wie die Bärtierchen unter eurem Mikroskop aussehen.



- IV. Extrahiert ein Bärtierchen mit einer Pipette von der Petrischale und verlegt es in eine kleine Petrischale oder ein Uhrglas. Wiederholt den Vorgang mindestens 4mal.
- V. Prüft unter dem Mikroskop, ob die Bärtierchen erfolgreich verlegt wurden.
- VI. Lagert eure kleinen Behälter über Nacht an einem warmen, trockenen Ort, damit die Austrocknung langsam abläuft.
- VII. Schließt euren Plan mit der Frage ab, wie ihr die Überlebensfähigkeiten eurer Bärtierchen untersuchen wollt, und lasst ihn von eurem Lehrer genehmigen.

Aufgabe 3: Halten sie durch? (1 Stunde)

Bei dieser Aufgabe setzt ihr eure Bärtierchen-Proben extremen Umweltbedingungen aus, wie auf eurem Versuchsplan vorgeschlagen.

Materialien:

Kleine(r) durchsichtige(r) Behälter mit Bärtierchen-Probe (aus Aufgabe 2), Pipetten, Laborthermometer, Kühlschrank / Gefrierschrank, Mikrowellenherd, warmes Wasser oder Wärmequelle (Infrarotlampe o.ä.), Salzlösungen in unterschiedlicher Konzentration, Lösungen mit verschiedenen pH-Werten, Mikroskope und/oder Lupe

Hinweis für Lehrkräfte zur Übung – Durchführung der Versuche

Jede Zweiergruppe sollte ihre Proben aus Aufgabe 2 nehmen und die Bärtierchen unter dem Mikroskop oder der Lupe beobachten. Ein zehnfacher Vergrößerungsfaktor ist ausreichend. Bei dieser Vergrößerung sollten die Schüler:innen einige der Hauptmerkmale des Bärtierchen-Tönnchens ermitteln können. Bitten Sie sie, zu zeichnen, wie die Bärtierchen aussehen. Dann sollten die Schüler:innen ihre Versuche vorbereiten. Neben den verschiedenen Versuchen sollte jede Gruppe eine Kontrollprobe haben, die am Ende einfach mit Leitungswasser wiederbelebt wird.

Durchführung der Versuche

Die Schüler:innen sollten ihre Beobachtungen während des Versuchs aufschreiben. Achten Sie darauf, dass die Expositionszeit während jedes Versuchs konstant bleibt.

Helfen Sie den Schüler:innen die Versuchsbedingungen zu realen Beispielen in Bezug zu setzen; beispielsweise können die Extremtemperaturen auf dem Mond von 123 °C am Tag bis zu -233 °C bei Nacht reichen.

1. Wärme

Die Schüler:innen sollten einen Tropfen warmes Wasser auf die eingetrocknete Probe träufeln. Das Wasser dürfte die Bärtierchen aus ihrem Tönchchenzustand herausholen, doch wegen der hohen Wassertemperatur geraten sie auch unter enormen Stress. Wenn das Wasser abgekühlt ist, sollten die Schüler:innen die Proben beobachten und das Verhalten der Bärtierchen registrieren. Anstelle von warmem Wasser könnten die Schüler:innen auch eine Infrarotlampe oder einen Brutzylinder für diesen Versuch verwenden. Beispiel von zu erprobenden Temperaturbedingungen: 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.

2. Kälte

Legen Sie Ihre Probe für einige Stunden oder über Nacht in den Gefrierapparat und/oder Kühlschrank, wenn möglich bei unterschiedlichen Temperaturen, beispielsweise unter Einsatz verschiedener Kühlschränke, Gefrierapparate oder von Trockeneis. Nachdem die Proben der Kälte ausgesetzt wurden, sollten die Schüler:innen sie aus ihrem Tönchchenzustand herausholen. Beispiel von zu erprobenden Bedingungen bei niedriger Temperatur: < -79 °C Trockeneis -18 °C Gefrierapparat 0 °C Wassereis 5 °C Kühlschrank. Diese Erörterung sollte dahingehend weitergeführt werden, dass die Schüler:innen gebeten werden, sich zu überlegen und aufzuschreiben, welche Parameter gegeben sein müssen, damit etwas als lebend gilt (aus Zellen bestehen, Energie aufnehmen und verbrauchen, wachsen und sich entwickeln, sich fortpflanzen, auf seine Umgebung reagieren, sich seiner Umgebung anpassen).

3. Salzgehalt

Bereiten Sie Lösungen mit unterschiedlichem Salzgehalt vor. Die Schüler:innen sollten einen Tropfen der Lösung auf ihre Proben träufeln und deren Verhalten beobachten. Das Wasser in der Lösung dürfte die Bärtierchen aus dem Tönchchenzustand herausholen, doch wegen des Salzgehalts des Wassers geraten sie unter enormen Stress. Nach Abschluss des Versuchs sollten die Schüler:innen durch Zugabe eines Tropfens Leitungswasser die Wiederbelebung der Bärtierchen vornehmen. Von einigen der Jupiter- und Saturn-Monde wird angenommen, dass sie unterirdische Salzwasser-Meere aufweisen. Beispiel von zu erprobenden Salzgehalt-Bedingungen: 0,9 % isotonische Kochsalzlösung ~3,5 % Atlantischer Ozean ~34 % Totes Meer ~43 % Gaet'ale-Teich – salzigstes Gewässer der Erde.

4. Azidität

Bereiten Sie Lösungen mit einem unterschiedlichen pH-Wert vor; die Schüler:innen sollten einen Tropfen davon zu ihren Proben geben und deren Verhalten beobachten. Der Tropfen dürfte den Wiederbelebungsmechanismus einleiten, doch wegen des pH-Wertes des Wassers geraten die Bärtierchen unter enormen Stress. Nachdem die Proben unterschiedlichen pH-Werten ausgesetzt wurden, sollten die Schüler:innen die Bärtierchen durch Zugabe eines Tropfens Leitungswasser wiederbeleben. In unserem Sonnensystem findet sich eine Vielzahl von pH-Bedingungen – von den Säurewolken der Venus und den sauren Seen des Jupitermondes Europa bis zu dem basischen Gestein unseres Nachbarplaneten Mars.

pH 3 bis 5 – saures Milieu

pH 9 bis 11 – basisches Milieu

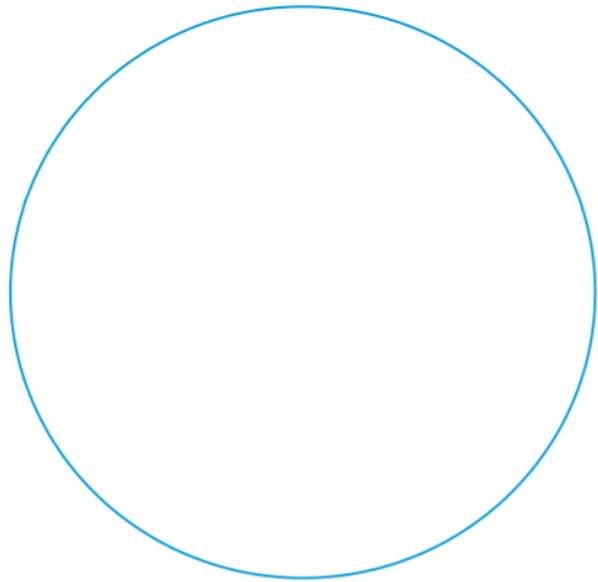
pH 7 – Kontrollprobe.

Sicherheit und Gesundheitsschutz: Die Lehrkraft sollte diesen Versuch überwachen. Er beinhaltet den Umgang mit Lösungen mit einem extremen pH-Wert.

Übung – Durchführung der Versuche

Vor dem Beginn dieser Übung müsst ihr entschieden haben, welche Umweltbedingung(en) ihr simulieren wollt, und über einen Plan für die Schaffung dieser Bedingungen in eurem Labor verfügen.

- I. Beobachtet eure Proben unter dem Mikroskop und achtet darauf, dass sich die Bärtierchen im Tönnchenzustand befinden.
- II. Zeichnet im Feld rechts, wie die Bärtierchen (in ihrem Tönnchenzustand) unter dem Mikroskop aussehen.
- III. Bereitet das Versuchsmaterial und/oder die chemischen Lösungen vor, die ihr zum Simulieren eurer gewählten extremen Umweltbedingung(en) benötigt (Beispiele: Wärme, Kälte, saures Milieu, basisches Milieu, Strahlung, Salzgehalt, Vakuum).
- IV. Ihr solltet verschiedene Extrembereiche einer einzigen Bedingung untersuchen, d.h. wenn ihr Wärme untersucht, dann versucht jedes Bärtierchen einer unterschiedlichen Temperatur, beispielsweise 40 °C, 60 °C oder 80 °C auszusetzen. Dadurch findet ihr mögliche Grenzen der Überlebensfähigkeiten der Bärtierchen.
- V. Exponiert die Bärtierchen für eine festgesetzte Zeitdauer (achtet darauf, dass sie für alle Versuche gleichbleibend ist).
- VI. Schreibt alle Beobachtungen während dieses Prozesses auf.
- VII. Schaut unter dem Mikroskop, ob euer Bärtierchen noch lebt und sich bewegt oder sich noch im Tönnchenzustand befindet. Wenn es lebt und keine Not leidet, könnt ihr zu Schritt X übergehen. Befindet sich das Bärtierchen noch seinem Tönnchenzustand oder in einer extremen Umweltbedingung und Not leidend, fahrt mit Schritt VIII fort.
- VIII. Öffnet den Behälter und träufelt mit einer Pipette behutsam einen Tropfen Wasser auf jede eurer Proben.
- IX. Schließt den Behälter und achtet darauf, dass sich der Wassertropfen in der Mitte befindet.
- X. Beobachtet das weitere Geschehen unter dem Mikroskop. Versucht nach Möglichkeit eine Kaltlichtlampe einzusetzen, da die Exposition gegenüber übermäßiger Wärme in diesem Stadium eure Ergebnisse ungünstig machen könnte.
- XI. Schreibt eure Ergebnisse auf und füllt euren Laborbericht für diese Untersuchung aus.



Setzt die Bärtierchen zum Ende eures Versuchs zurück in eine feuchte Moosprobe und bringt sie in deren natürliche Umgebung zurück.

Untersuchungsbericht

Bezeichnung:

Ziel:

Hypothese:

Methode:

Ergebnisse:

Probe	Umweltbedingung(en)		Lebende Bärtierchen		Beobachtungen*
	Zu Beginn	Zu Ende	Zu Beginn	Zu Ende	
Kontrolle					

*Zu prüfende Umweltbedingungen: Temperatur, Salzgehalt, pH-Wert oder Druck

Diskussion:

Schlussfolgerung:

Aufgabe 4: Bärtierchen auf dem Mars (20 Min.)

Der Mars weist eine dünne, hauptsächlich aus CO₂ bestehende Atmosphäre auf. Es gibt Hinweise dafür, dass es in der Vergangenheit auf dem Mars ein Wassermeer gab, das mit der Entwicklung des Planeten verschwunden ist. Derzeit gibt es keine Hinweise darauf, dass an der Oberfläche Wasser fließt. Die Temperaturen variieren zwischen -153 °C und 20 °C.

- a. Könnten Bärtierchen eurer Meinung nach auf dem Mars überleben? Warum?

- b. Auf der Marsoberfläche herrschten über zehntausende von Jahren sehr trockene Bedingungen. Ferner ist der Mars einer viel höheren Strahlung ausgesetzt als auf der Erde. Stellt dies ein Problem für das mögliche Überleben von Bärtierchen dort dar? Warum?

- c. Welche Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden, um eine Kreuzkontamination von Proben zu vermeiden?

- d. Kann der ExoMars-Rover eurer Meinung nach die Frage beantworten, ob jemals Leben auf dem Mars existiert hat?

Hinweis (Lehrkraft):

Ergebnisse:

Im Vergleich zur Erde weist der Mars sehr extreme Umweltbedingungen auf. Er hat eine sehr dünne, kohlendioxidreiche Atmosphäre, die keinen Schutz vor Strahlung bietet. Der atmosphärische Druck ist sehr niedrig. Flüssiges Wasser auf der Oberfläche ist instabil. Trotz dieser widrigen Bedingungen gibt es einige terrestrische Mikro-Organismen, die auf dem Mars überleben könnten. Die Bärtierchen wären höchstwahrscheinlich in der Lage, die Umweltbedingungen auf dem Mars für eine kurze Zeit zu überleben, sie wären jedoch nicht in der Lage, unter diesen Bedingungen zu gedeihen. Bärtierchen können nicht gut überleben, wenn sie einer hohen UV-Strahlung ausgesetzt sind, weshalb sie zum langfristigen Überleben auf dem Mars irgendeinen Schutz benötigen. Erstmals wird der ExoMars-Rover in der Lage sein, bis in eine maximale Tiefe von 2 m unter der Marsoberfläche zu bohren. Falls in der Vergangenheit Leben auf dem Mars existierte, als es möglicherweise wärmer und feuchter war, wäre hier der ideale Ort, um Nachweise dafür zu finden, da diese vor der widrigen Oberflächenumgebung geschützt wären.

Die Weltraumorganisationen müssen gewährleisten, dass sie von anderen Welten kein gefährliches Material zurück zur Erde bringen. Gleichzeitig müssen sie gewährleisten, dass sie auf anderen Planeten und Monden keine terrestrische biologische Kontamination einführen, die Potential für vergangenes oder künftiges Leben hätte. Bei Weltraummissionen werden mehrere Vorsichtsmaßnahmen getroffen, um eine Kreuzkontamination zu vermeiden. Weltraummissionen werden in extrem reinen Laboren vorbereitet, und sie sind gesetzlich verpflichtet, die Einschränkungen zum Schutz der Planeten einzuhalten.

Diskussion

Erörtern Sie die Notwendigkeit zur Verwendung einer Kontrollprobe und die Überlegung eines angemessenen Tests. Davon ausgehend sollten Sie die Diskussion weiterführen und darauf hinweisen, dass es darauf ankommt, immer nur eine Variable zu verändern, um die Auswirkung nur dieser Variable einzugrenzen. Erörtern Sie, weshalb das ein wichtiger und interessanter Versuch ist. Was können wir daraus lernen? Weisen Sie die Schüler:innen auf die Möglichkeit des Überlebens unter Extrembedingungen hin, insbesondere im Weltraum. Machen Sie den Schüler:innen klar, dass nirgendwo anders als auf der Erde Leben angetroffen wurde und dass dieser Versuch lediglich einige Überlegungen zu den Bedingungen liefert, die Bärtierchen aushalten können. Wenn der Versuch gut funktionierte und die Schüler:innen ihre Bärtierchen wiederbeleben konnten, können Sie die Auswirkungen dieser Ergebnisse erörtern. Welche Bedingungen erfordert unserer Überzeugung nach Leben normalerweise? Glauben wir noch, dass dies Bedingungen benötigt werden? Sie können auch andere Bedingungen erörtern, unter denen Ihrer Meinung nach Bärtierchen überleben könnten und wie Sie diesen Versuch erweitern bzw. verbessern könnten. Falls die Schüler:innen ihre Bärtierchen nicht wiederbeleben konnten, erörtern Sie, woran das möglicherweise liegt. Erörtern Sie die möglichen Grenzen der Fähigkeit von Bärtierchen zum Aushalten von Extrembedingungen. Sie verfügen über eine unglaubliche Ausdauer, können jedoch nicht alles überleben. Was bedeutet die Entdeckung der Bärtierchen für die Suche nach Leben anderswo im Sonnensystem? Sie können auch erörtern, ob es möglicherweise andere Lebensformen gibt, die genauso widerstandsfähig wie Bärtierchen sind. Auf ESA-Missionen haben auch Salatsamen und Flechten die Exposition von Weltraumbedingungen überlebt – was könnte sonst noch im Weltraum überleben? Falls die Schüler:innen vor dieser Aufgabe die Aufgabe „Könnte das Leben in außerirdischen Umgebungen überleben?“ durchgeführt haben, fragen Sie sie, ob sich ihre Einstellung dazu, wo Leben im Sonnensystem überleben könnte, geändert hat. Sie können die Faktenblätter zum Sonnensystem überarbeiten und eine besser begründete Entscheidung treffen und dies zu der wissenschaftlichen Methode in Beziehung setzen.

Lernziele

Die Schüler:innen sollten ein Verständnis dafür entwickelt haben, was Bärtierchen sind und welche Bedingungen sie überleben können. Sie sollten wissen, wo man Bärtierchen findet, wie man sie einsammelt und wie man ihre Überlebensfähigkeit auf sichere und wissenschaftlich geeignete Weise untersucht. Die Schüler:innen sollten sich bewusstmachen, dass Bärtierchen diese widrigen Umweltbedingungen überleben, doch darin nicht funktionieren oder gedeihen können. Darüber hinaus sollten sich Schüler:innen bewusstmachen, dass es darauf ankommt, ein umfassendes Verständnis von den Bedingungen zu haben, unter denen das Leben überleben kann, um das Leben und dessen Ursprünge auf unserem eigenen Planeten besser zu verstehen sowie um zur Suche nach Leben in anderen Welten beizutragen.

Zusatzinformationen

Suche nach Anzeichen für Leben auf dem Mars

exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars

Zehn Dinge, die Sie noch nicht vom Mars wussten

esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars

ESA-Euronews: Mars auf der Erde

esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth

Ted-Ed: Bärtierchen kennenlernen

<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

Leben unter extremen Umweltbedingungen

<https://www.nature.com/articles/35059215>

ESA-Ressourcen

Könnte das Leben unter extremen Umweltbedingungen überleben?
esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09

ESA-Ressourcen für die Schulklasse

esa.int/Education/Classroom_resources

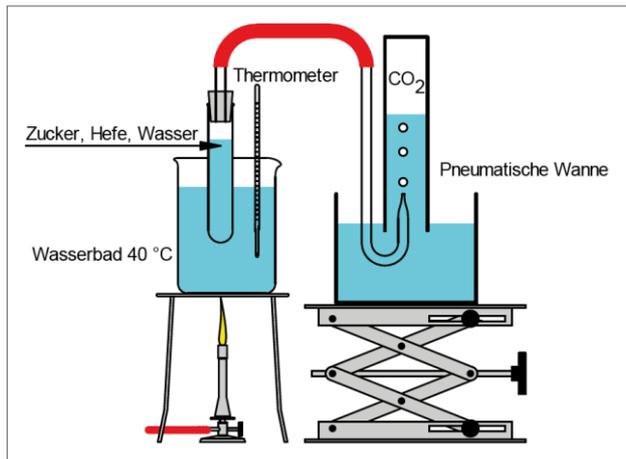
Versuch 3: Die alkoholische Gärung sichtbar machen

Bei der alkoholischen Gärung bildet die Hefe aus Zucker in sauerstofffreier Umgebung Ethanol und Kohlendioxid. Dies wird bei der Herstellung von alkoholischen Getränken und Backwaren genutzt.

Materialien:

Becherglas, Reagenzglas, Zucker (Glucose), Backhefe, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

Ein Würfel Backhefe wird in etwa 150 ml Wasser verrührt. Ein Reagenzglas wird zur Hälfte mit dieser Lösung gefüllt und mit einer konzentrierten Glucose-Lösung aufgefüllt.

Nach dem Durchmischen beider Lösungen wird das Reagenzglas in die Versuchsanordnung eingebaut.

Aufgaben:

Der Versuchsverlauf wird über die CO_2 -Entwicklung verfolgt. Dazu wird alle drei Minuten eine Minute lang die Zahl an CO_2 -Bläschen gezählt und in eine Grafik aufgenommen, in der die Zahl der CO_2 -Bläschen gegen die Zeit t in min dargestellt wird.

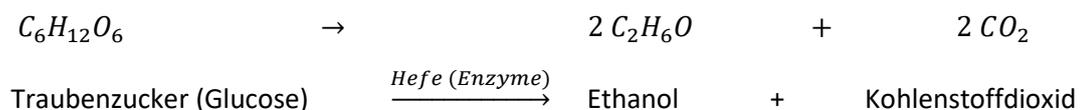
Man versetzt eine Probe am Ende des Versuchs mit einer $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung, um CO_2 nachzuweisen. Dabei bildet sich Calciumcarbonat (Kalk) als weißer Niederschlag, der als Nachweis für CO_2 gilt.

Hinweise und Lösungen für die Lehrerinnen und Lehrer

Die Glucose ist Nahrung für die Hefe. Die Hefe enthält Enzyme (biologische Katalysatoren), die die alkoholische Gärung ermöglichen.

Bei der Verstoffwechslung entsteht das Gas CO_2 und Ethanol.

Gleichung für die alkoholische Gärung:



Bei einer Temperatur von 40 °C kann man folgendes Versuchsergebnis erhalten.



CO₂-Entwicklung bei der alkoholischen Gärung in Bläschen pro Minute bei T = 40 °C

Kurvendiskussion

Bis t = 11 min nehmen die Zellen die Glucose auf, führen die Gärung durch und geben CO₂ sowie Ethanol an das Wasser ab. Das entstandene CO₂ löst sich in Wasser.

t = 11 bis 16 min: CO₂ entweicht gasförmig aus dem Reaktionsgemisch. Die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt zu.

Ab t = 16 min nimmt die Glucosekonzentration ab.

Erklärung:

Hefepilze haben die Fähigkeit (im Gegensatz zur biologischen Atmung, bei der Glucose mit Sauerstoff oxidiert wird) Glucose zu vergären. Bei der alkoholischen Gärung wird Glucose zu Ethanol und Kohlenstoffdioxid ohne Sauerstoff (anaerob) umgewandelt. Die Gärung hört von allein auf, wenn ein Alkoholgehalt von 15% erreicht ist!

Bei einem höheren Alkoholgehalt sterben die Hefepilze.

Höhere Alkoholkonzentrationen lassen sich durch Destillation sog. „Brennen“ herstellen: Weinbrand, Cognac, Brandy ,...

Der entstandene Alkohol kann nach dem Abdestillieren durch Geruchsprobe und durch Brennprobe (Mars II) nachgewiesen werden.

Quelle: lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/bs/

Versuch 4: Weinherstellung

Materialien:

Hefe (trocken), Saft (Kirschsaf), Trichter, Filterpapier, Flasche

Durchführung:

- 1) Hefe mit Kirschsaf
- 2) Gemisch für eine Woche gären lassen
- 3) Filtrieren
- 4) Im Kühlschrank lagern

Beobachtung:

	Kirschsaf	Hefe
Vorher	Rot, durchsichtig, süßlicher Geruch	Beige, Granulat, roch nach Brot
Wein		
Währenddessen	Hefe schwimmt am Anfang auf dem Saft, geht dann aber unter, beim Rühren aufgelöst und hat den Saft gefärbt, bei der Gärung entstehen Gasbläschen bzw. Bläschen.	
		
Nachher	Wein ist trüb, riecht leicht alkoholisch aber mehr nach Brot, wird beim mehrfachen Filtrieren klar und der brotliche Geruch lässt nach.	
		

Erklärung:

Die Organismen, die die alkoholische Gärung betreiben, sind Hefen, z. B. die Zuckerhefe. Diese Zuckerhefen sind einzellig und eukaryotisch. Sie gehören zu den Schlauchpilzen und betreiben keine Photosynthese. Zur Gewinnung lebenswichtiger Energie betreiben sie alkoholische Gärung, in dem sie Glukose abbauen, wobei weniger Energie gewonnen wird, als durch Zellatmung. Der Abbau von Monosacchariden ist ein biochemischer Prozess, bei dem das Endprodukt Ethanol ist. Um die alkoholische Gärung zu betreiben, ist die wichtigste Bedingung, dass es eine anoxische Umgebung sein muss, da sie bei Anwesenheit von Sauerstoff Zellatmung betreiben würden.

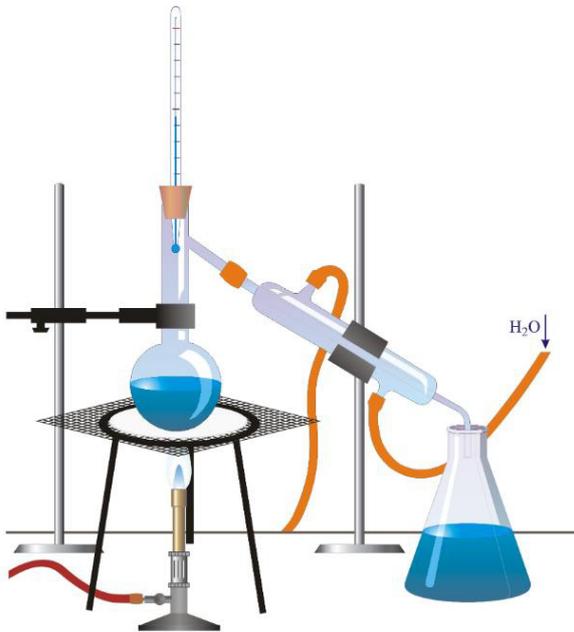
Alkohol hat gefährliche Auswirkungen auf den menschlichen Körper, die zu Leberschäden und Erinnerungsverlust und im schlimmsten Fall zum Tod führen. Deshalb sollten nur kleine Mengen konsumiert werden.

Versuch 5: Trennung des Alkohols durch Destillation

Materialien:

Heizplatte, Schläuche, Destille, Auffangbehälter, Stativ 2x, Muffen, Stopfen

Aufbau:



<https://research.annemariemaes.net/doku.php?id=distillation>

Beobachtung:

Vorher	Wein ist rot, riecht süßlich und nach Brot. 
Währenddessen	Wein siedet und Bläschen steigen auf. Der Magnet zum Rühren erzeugt einen Strom, Ethanol tropft in die Auffangbehälter. 
Nachher	Auffangbehälter mit Ethanol. 

Erklärung:

Dadurch, dass Ethanol einen Siedepunkt von 78°C hat, verdampft der Alkohol bei der Destillation zuerst. Der Dampf kondensiert in der Destillationsbrücke zum flüssigen Alkohol.

Quelle: <https://knowunity.de/knows/chemie-weinherstellung-und-distillation-f1c9a5b9-3065-468a-ad9f-02ce82ce8cf7>

Versuch 6: Nachweis von CO₂ (Kalkwasser – Indikator (Anzeiger) auf CO₂)**Materialien:**

Gebrannter Kalk, Trichter und Filterpapier, Destilliertes Wasser, Erlenmeyerkolben (100 ml), Reagenzglas, Strohhalm, Becherglas (150 ml), Schutzbrille

Durchführung:

Vorversuch: Erstellung von Kalkwasser:

Eine Löffelspitze gebrannten Kalk in Wasser auflösen. Die Lösung filtrieren.

a) Nachweis von CO₂ in der ausgeatmeten Luft:

Das Mensch verstoffwechselt Nahrungsbestandteile wie z.B. Kohlenhydrate und Fette zur Energiegewinnung. Dabei entstehen als Produkte Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasser (H₂O), die ausgeatmet werden.

Fragestellung:

1. Enthält die ausgeatmete Luft mehr Kohlendioxid als Umgebungsluft?
2. Enthält die ausgeatmete Luft mehr CO₂, wenn man sich körperlich bewegt?

Hinweis:

Der menschliche Atem enthält einen großen Anteil an Feuchtigkeit. Wenn man gegen eine kalte Fensterscheibe haucht, kondensiert diese Feuchtigkeit. Es bilden sich kleinste Wassertröpfchen, die die Scheibe beschlagen.

Könnte man auch mit wasserfreiem Kupfersulfat nachweisen (Siehe Versuch 4).

Durchführung:

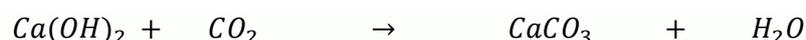
5ml klares Kalkwasser (aus der Filtration) wird in ein Reagenzglas gegeben. Durch einen Strohhalm wird Atemluft vorsichtig in das klare Kalkwasser geblasen

Beobachtung:

Das Kalkwasser wird trüb (Indikator auf CO₂).

Erklärung:

Das Kohlenstoffdioxid (CO₂) reagiert mit Kalkwasser zu einem hellen Niederschlag aus fein verteiltem Calciumcarbonat (weiß):



Kalkwasser + Kohlenstoffdioxid → Kalziumkarbonat (weiß)+ Wasser

Fragestellung: Enthält ausgeatmete Atemluft mehr Kohlenstoffdioxid als Frischluft? Enthält Ausausgeatmete Atemluft nach Bewegung noch mehr Kohlenstoffdioxid?

Material: Stoppuhr, Einmachglas, Draht, Teelicht, Strohhalm

Versuchsaufbau:



Durchführung:

- 1) Zünde die Kerze mit dem Feuerzeug an. Hänge die brennende Kerze mit Hilfe der Drathalterung am Rand des Glasgefäßes mit der Frischluft ein und verschließe es schnell. Stoppe dabei die Zeit vom Verschließen des Glases bis zum Erlöschen der Kerzenflamme und notiere die Zeit.
- 2) Schwenke das offene Glas, um es mit Frischluft zu füllen und wiederhole den Versuch. Atme vor dem Einbringen der Kerze über den Strohhalm dreimal kräftig in das Glas aus und halte den Deckel dabei möglichst verschlossen.
- 3) Laufe eine Treppe zwei- bis dreimal zügig hoch und runter und wiederhole direkt danach den Versuch wie bei 2).

Beobachtung:

	Frischluft	Ausatempluft	Ausatempluft nach Belastung
Brenndauer der Kerze in Sekunden			

Ergebnis/Erklärung:

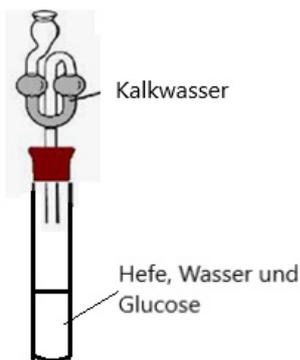
Variante:

Plane mit den Materialien einen Versuch, der überprüft, ob bei Bewegung mehr Kohlenstoffdioxid gebildet wird. Führe den Versuch durch und notiere die Messergebnisse. Fertige ein Versuchsprotokoll/Forscherprotokoll an, das deinen Erkenntnisgang zeigt.

Hinweis: Bevor du selbst experimentierst, sollte deine Fachlehrerin/dein Fachlehrer deine Versuchsdurchführung überprüfen!

Materialbox:

Waschflasche, Luftballon, Klebestreifen, Kalkwasser, Stoppuhr, Einmachglas, Draht, Teelicht, Strohhalm, Kunststoffspritze oder Kolbenprober

b) Nachweis von CO₂ in der alkoholischen Gärung:**Durchführung:**

Fülle das Gärröhrchen bis zur Hälfte mit Calciumhydroxidlösung („Kalkwasser“).

Beobachtung:

Evtl. erst am nächsten Tag ist ein heller Niederschlag im Gärröhrchen zu sehen.

Entsorgung

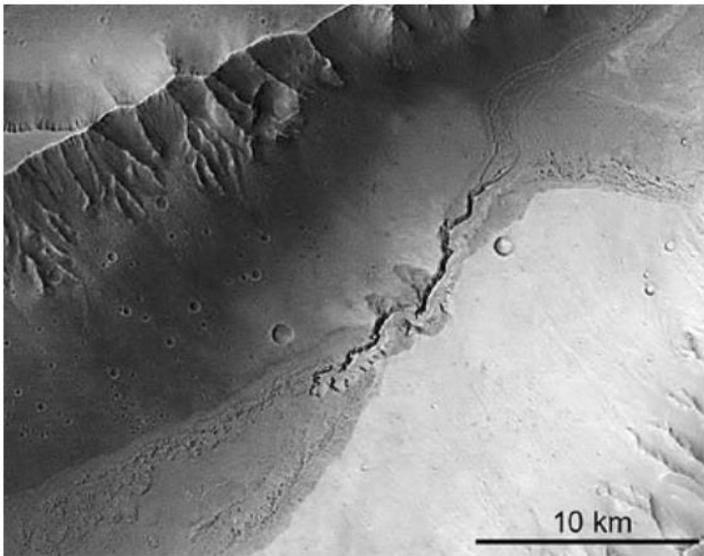
Das Hefe-Wasser-Gemisch könnt ihr im Ausguss entsorgen

Wasser auf dem Mars

Info

Wo es Wasser gibt, ist Leben – zumindest auf der Erde. Bei der Suche nach Leben auf dem Mars ist die wasserüberfrorene Polregion am interessantesten. Dass Wasser in den Polbereichen, im Marsboden sowie in der Mars-Atmosphäre vorhanden ist, wusste man bereits. Ebenso war bekannt, dass der Rote Planet drastische klimatische Änderungen über Jahrmilliarden erlebt hat – von einem früheren, warmen Klima mit einer dichten Atmosphäre, gigantischen Mengen an flüssigem Wasser an der Oberfläche hin zum heutigen Zustand mit einer extrem ausgedünnten Atmosphäre und einer global anzutreffenden Eiswüste. Angesichts der niedrigen Druckverhältnisse war jedem Wissenschaftler klar: flüssiges Wasser wird man heute nicht mehr an der Marsoberfläche antreffen können.

Bilder der deutschen hochauflösenden Stereokamera HRSC zeigen ein geheimnisvolles Packeisgebiet



mit einer Ausdehnung von etwa 800 mal 900 Kilometer. Diese Bilder erhärten den Verdacht, dass sich dort ein See befindet. Forscher schätzen die Tiefe des „Eis-Sees“ auf 45 Meter. Der See soll erst vor fünf Millionen Jahren entstanden sein. Gemessen an dem Mars-Gesamtalter von 4,6 Mrd. Jahren ist das sehr jung. Aber weshalb blieb das Wassereis an der Oberfläche erhalten? Forscher vermuten, dass eine Staubschicht den zufrierenden See bedeckte und ihn damit thermisch isolierte sowie konservierte¹.

— Kasei Valles, das größte ausgetrocknete Flussbett auf dem Mars

https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Neue_Indizien_fuer_Leben_auf_dem_Mars

Wie kann man Wasser nachweisen?

Wasser ist einer der wichtigsten Stoffe auf der Erde. Ein Wasser-Indikator kann dir zeigen, ob es sich bei einer Flüssigkeit um Wasser handelt oder nicht. Es gibt nämlich auch Flüssigkeiten, die keine Wasserteilchen enthalten. Man erkennt die Anwesenheit von Wasser, wenn sich die Farbe des Wasser durch den Indikator von weiß nach blau ändert. In diesem Versuch wird weißes Kupfersulfat als Indikator für Wasser verwendet.

Materialien:

10 Reagenzgläser, 10 Holzklammer, Schutzbrillen, 10 Teelichter, Streichhölzer oder Feuerzeug, Keramikplatten, Spatel, Kartoffel, Apfel, Banane

Chemikalien:



Kupfersulfat mit Wasser ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$): blau

Vorversuch: Herstellung des weißen Indikators:

Durchführung:

Setze die Schutzbrille auf. Um den Wasser-Indikator herzustellen, muss blaues, wasserhaltiges Kupfersulfat zuerst erhitzt werden, um es wasserfrei zu machen. Dafür füllst du mit dem Spatel ein wenig von dem blauen Kupfersulfat in ein Reagenzglas und erhitzt dieses mithilfe der Holzklammer vorsichtig über dem Teelicht, bis die Substanz weiß (oder noch ganz leicht hellblau) ist. Der Farbwechsel wird begleitet von Kondenswasser an der Reagenzglaswand.

Beobachtung/ Erklärung:

Das blaue Kupfersulfat enthält Wasser (sog. Kristallwassers), das durch das Erhitzen entweicht. Das Wasser ist die Ursache für die Blaufärbung.

Versuch 7: Nachweis von Wasser mit wasserfreiem Kupfersulfat

Durchführung:

Setze die Schutzbrille auf. Jetzt hast du alles vorbereitet, um zu testen, ob in einem Lebensmittel Wasser enthalten ist.

Gib mithilfe des Spatels etwas von dem weißen Wasser-Indikator auf die Schnittfläche einer Kartoffel, eines Apfels, ... Was kannst du dabei beobachten?

Beobachtung:

Es erfolgt Farbwechsel. Weißes CuSO_4 ist ein Wasser-Indikator.

Erklärung:

Durch das Aufbringen des Kupfersulfates auf das wasserhaltige Lebensmittel verändert das Kupfersulfat seine Farbe von weiß hin zu blau. Das wasserfreie, weiße Kupfersulfat wird umgewandelt in wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat. Dies geschieht, da die Wasserteilchen wieder in das Kupfersulfat eingelagert werden.

Mögliche Anwendung:

Wasser im Gestein (Mars -kann schon im Vorfeld in der Klasse ausgetestet werden). Wasser kann sich im Boden bzw. Gestein verbergen. Erhitzt man eine irdische Bodenprobe, entsteht häufig Wasser (kalte Reagenzglaswand beschlägt).

Lockere Erde, Sand, ...ergeben nach Erhitzung im Reagenzglas Kondenswasser an der Glaswand.

Wassernachweis mit weißem Kupfersulfat.

Versuch 8: Erzeugung von Sauerstoff und Wasserstoff auf dem Mars durch Zerlegung von Wasser

Die Erkundung des Mondes durch den Menschen erfordert Ressourcen: Wasser, Sauerstoff, Nahrungsmittel, Materialien, Treibstoff usw. Da der Transport all dieser Stoffe von der Erde sehr unwirtschaftlich und teuer wäre, untersuchen die Planer:innen der Missionen, wie sich bereits auf dem Mond vorhandene Ressourcen nutzen lassen. Eine der wichtigsten Ressourcen ist Wasser. Die Wissenschaftler:innen konnten nachweisen, dass Wasser möglicherweise in einigen Bereichen in der Nähe der Mondpole existiert. Bei einer künftigen Mondmission könnten mit diesem Wasser Wasserstoff und Sauerstoff zum Antrieb und Sauerstoff zu atembare Luft für die Besatzung erzeugt werden.

Bei dieser Aufgabensammlung untersuchen wir, wie Energie in Batterien gespeichert werden kann und wie sich Sauerstoff und Wasserstoff aus Wasser erzeugen lässt. Hierzu müssen wir etwas über die Elektrochemie erfahren. Die Elektrochemie ist der Zweig der Wissenschaft, der das Verhältnis zwischen Elektrizität und Chemie untersucht. Bestimmte chemische Reaktionen können Elektrizität erzeugen wie bei einer Batterie. Auch das Gegenteil ist möglich: Elektrizität kann bestimmte chemische Reaktionen hervorrufen, die spontan nicht eintreten würden.

Die Schüler:innen werden durch die Grundsätze und die Chronologie der Elektrochemie, von der Erfindung der ersten Batterie (der Volta'schen Säule) bis zu der Verwendung moderner Brennstoffzellen geführt.

Die Schüler:innen bauen die nachstehenden Geräte:

1. Batterie: Ein Gerät, das Elektrizität aus chemischen Reaktionen erzeugt.
2. Elektrolyseur: Ein Gerät, das Elektrizität dazu nutzt, um bestimmte chemische Reaktionen stattfinden zu lassen. In unserem Fall elektrolysieren wir Wasser, sog. Wasserelektrolyse und brechen die Bindungen auf, die die Bestandteile der Wassermoleküle zusammenhalten.
3. Brennstoffzelle: Ein Gerät, das Elektrizität und Wärme aus einer chemischen Reaktion erzeugt.

Aufgabe 1-Baut eure eigene Batterie

Die Volta'sche Säule war die erste jemals erfundene Batterie – erfunden 1799 von Alessandro Volta. Batterien erzeugen Elektrizität aus chemischen Reaktionen, und die Erfindung der Volta'schen Säule bedeutete den Beginn der Elektrochemie. Batterien werden oft in Raumfahrzeugen als Mittel zum Speichern und Verteilen von Elektrizität (Strom) eingesetzt.

Traditionelle Batterien lassen sich nur entladen. Bei Weltraummissionen sind die Batterien meistens wiederaufladbar (sog. Akkus). Dies geschieht z.B. mit gewonnenem Strom aus Sonnenenergie. Batterien sind von wesentlicher Bedeutung, da sie in Zeiten ohne Zugang zu anderen Stromquellen Elektrizität bereitstellen können (beispielsweise, wenn kein direktes Sonnenlicht zur Verfügung steht). Bei dieser Aufgabe bauen die Schüler:innen eine Volta'sche Säule – eine einfache Batterie aus Metallplatten, einem Geschirrtuch und Essig. Eine Volta'sche Säule nutzt die spontane chemische Reaktion zur Erzeugung von Elektrizität.

Sicherheit und Gesundheitsschutz: Die Volta'schen Säulen dürfen nicht im angeschlossenen Zustand in einem geschlossenen Behälter oder einem ungelüfteten Raum abgestellt werden.

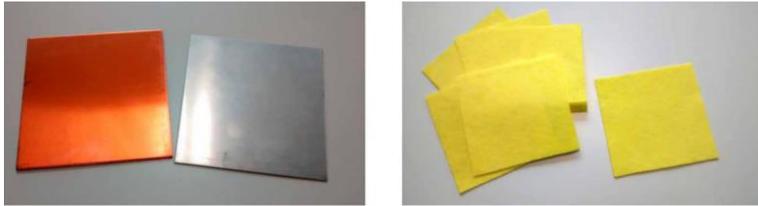
Materialien:

6 Zinkplatten (je Gruppe), 6 Kupferplatten (je Gruppe), 1 Geschirrtuch (je Gruppe), Schere, Essig (7-8%), Schleifpapier, 2 Gummibänder, Drähte mit Krokodilklemmen, Mehrzweckmessgerät, (wahlweise) AA-Batterien

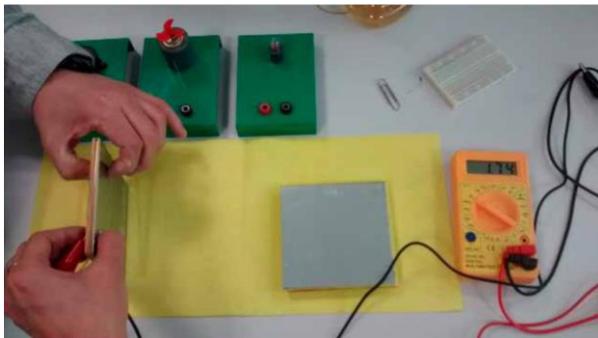


Durchführung:

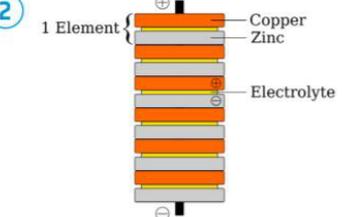
- a) Schleift beide Seiten der Zink- und Kupferplatten mit Schleifpapier ab und schneidet sechs Quadrate aus dem Geschirrtuch in derselben Größe wie die Platten aus.



- b) Legt ein Geschirrtuch-Quadrat auf eine Zinkplatte und tränkt es mit Essig. Legt dann eine Kupferplatte auf das Geschirrtuch. Jetzt habt ihr ein galvanisches Element. Verbindet die Drähte mit den Krokodilklemmen mit der ersten und letzten Platte und schließt sie dann an ein Mehrzweck-Messgerät an.



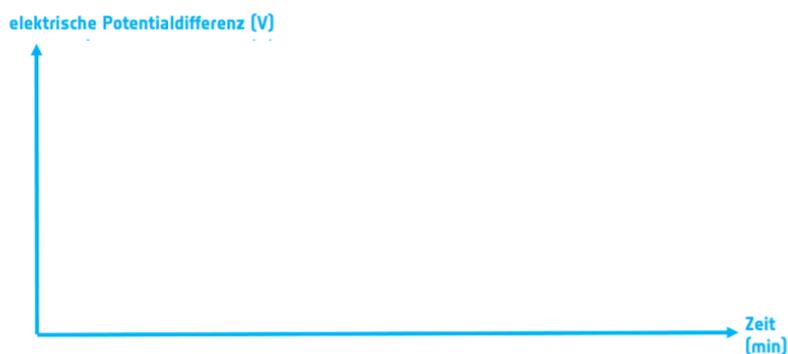
- c) Wie hoch ist das Spannungspotenzial eines galvanischen Elements? _____ V
- d) Schreibt die Netto-Ionengleichung auf, die den in dem Element ablaufenden Gesamtprozess zeigt:
- e) Welcher Bestandteil wird bei dieser Reaktion oxidiert, und welcher reduziert?
- f) Weshalb ist es sinnvoll, die Metallplatten abzuschleifen?
- g) Weshalb wird das Tuch in Essig getränkt? Könnte auch eine andere Substanz verwendet werden? Erläutert dies.
- h) Beachtet die untenstehenden Anweisungen zum Bau einer Volta'schen Säule.

	
<p>Stellt sechs galvanische Elemente gemäß den Anweisungen in Übung 1 her.</p>	<p>Stapelt die Elemente in der gezeigten Reihenfolge.</p>
	
<p>Bindet ein Gummiband um die Säule, um sie zusammenzuhalten.</p>	<p>Verbindet die Drähte mit den Krokodilklemmen an der ersten und letzten Platte und schließt sie an ein Mehrzweck-Messgerät an.</p>

- i) Messt das Spannungspotenzial der Volta'schen Säule sofort nach dessen Zusammenbau. Nehmt 10 Minuten lange jede Minute eine Messung vor und tragt eure Messungen in die Tabelle ein.

Zeit (Min.)	Spannungspotenzial (V)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- j) Zeichnet ein Diagramm des Spannungspotenzials als Funktion von Zeit.



- k) Was beobachtet ihr? Erläutert dies.

l) Wie hoch ist das Spannungspotenzial der Säule im Vergleich zu einer normalen AA-Batterie?

m) Wie könnten Batterien bei der Monderkundung eingesetzt werden? Was sind die Vor- und Nachteile von Batterien?

Ergebnisse

Von einem galvanischen Element dürfte man ungefähr 1 V erhalten 4.

Die Netto-Ionengleichung lautet:

Die Teilprozesse bei der Redoxreaktion für die beiden Halbelemente lauten:

Die Kupferplatte dient lediglich als ein „chemisch inerte“ Edelmetalleiter zum Transport von Elektronen im Kreislauf und ist nicht chemisch an der Reaktion beteiligt. Die Kupferplatte könnte durch jeden anderen, hinreichend metallischen Leiter ersetzt werden. 5. Zink wird oxidiert und setzt Elektronen frei (Anode). Wasserstoff (Hydronium = H_3O^+) wird reduziert und zieht Elektronen an (Kathode). 6. Eine oxidierte Schicht akkumuliert auf der Plattenoberfläche (was das Metall matt aussehen lässt). Dadurch verringert sich der Nutzbereich für den Ionenaustausch. Durch Schleifen lässt sich die Oxidschicht entfernen. 7. Essig ist ein Elektrolyt. Er ermöglicht den Ionenaustausch zwischen den Platten und erhöht das Spannungspotenzial. Alle Säuren wie Essig setzen H^+ -Ionen frei, die für die Reaktion erforderlich sind. Sogar Wasser setzt H^+ -Ionen frei, jedoch in sehr geringer Menge. Durch Zugabe von Salz oder einer Säure erhöht sich die elektrische Leitfähigkeit. Wir könnten auch jede andere Substanz verwenden, die als Elektrolyt wirkt (Salz oder Säure).

Aufgabe 2-Wasserelektrolyse

Bei der Elektrolyse wird Elektrizität dazu verwendet, um chemische Reaktionen eintreten zu lassen, die spontan nicht passieren würden. Bei dieser Aufgabe bauen die Schüler:innen einen Elektrolyseur: ein Gerät, das über zwei Elektroden einen elektrischen Strom in eine Flüssigkeit leitet. Sie benutzen das Gerät für die Wasserelektrolyse und entdecken, dass man Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff aufspalten kann.

Materialien:

Kunststoffbehälter mit Deckel (mit zwei Löchern), 2 Reagenzgläser, 2 stählerne Pinnnadeln, 2 Bechergläser, Kupferdraht, Batterie (wahlweise: eine Solarzelle), 400 cm³ destilliertes Wasser + 12 g NaOH (3%ige Lösung), Destilliertes Wasser, Handschuhe

Sicherheit und Gesundheitsschutz

Achtet beim Testen der Gase darauf, einen Sicherheitsabstand einzuhalten und verwendet lange Streichhölzer oder einen Span, um Verbrennungen zu vermeiden.



Durchführung:

Bohrt zwei kleine Löcher in den Boden des Behälters und zwei Löcher in den Deckel (im Durchmesser der Reagenzgläser), wie in der Abbildung gezeigt.



Befestigt die Drähte mit den Pinnadeln an dem Behälter



Löst NaOH in Wasser auf (3%) und füllt damit den Behälter



Setzt die Reagenzgläser über die Pinnadeln (achtet darauf, dass sie mit Wasser gefüllt bleiben). Setzt den Deckel auf den Behälter, damit die Gläser stehen bleiben.



Schließt die Stromquelle an und beginnt mit der Elektrolyse. Lasst einen Kurzzeitmesser laufen und schreibt auf, wie lange der Prozess dauert.



Ermittlung der Gase

Sie können diesen Versuch als Demonstration in der Klasse durchführen oder die Schüler:innen ihn selbst durchführen lassen. Fragen Sie die Schüler:innen vor der Durchführung des Versuchs, ob sie eine Vorstellung davon haben, wie sie die Gase in den Reagenzgläsern prüfen können.

Wasserstoffprobe:

Haltet einen Finger auf die Öffnung des Reagenzglases, damit kein Wasserstoff entweichen kann, dreht dann das Reagenzglas um und haltet ein langes Streichholz (oder ein Feuerzeug) an die Öffnung des Glases. Ihr sollt einen hellen Knall hören, der das Vorhandensein von Wasserstoff bestätigt (das Geräusch deutet eine Mini-Explosion an). Die Reaktion $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ erzeugt eine kleine Menge Wasser am Boden des Reagenzglases.



Sauerstoffprobe:

Haltet einen Finger auf die Öffnung des Reagenzglases, damit kein Sauerstoff entweichen kann, dreht dann das Reagenzglas um und haltet einen angezündeten Span an die Öffnung des Glases. Durch das Vorhandensein von Sauerstoff entzündet sich der Stab wieder.



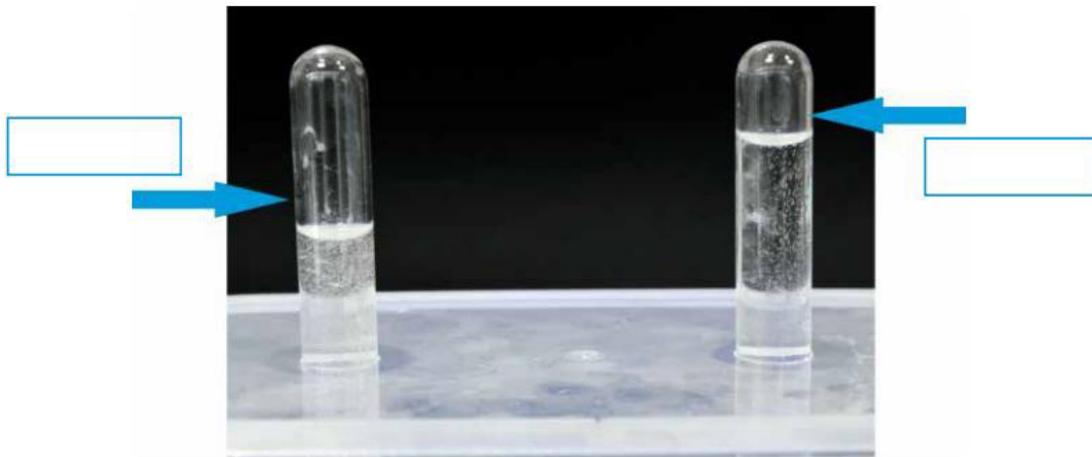
Füllt die untenstehende Gesamtreaktion aus:



Beschreibt, was während der Elektrolyse passiert.

Welche Funktion hat die Auflösung von NaOH in Wasser?

Welches der Gläser enthält Sauerstoff und welches Wasserstoff? Woher wisst ihr das?



Wie könnt ihr mehr Sauerstoff pro Tag produzieren?

Welches sind die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Wasserelektrolyse auf dem Mond?

Aufgabe 3-Brennstoffzelle

Bei dieser Aufgabe nutzen die Schüler:innen die Produkte der Wasserelektrolyse (H_2 und O_2) in einer Brennstoffzelle. Sie untersuchen, wie Brennstoffzellen Elektrizität und Wärme aus einer chemischen Reaktion erzeugen. Die Schüler:innen prüfen die Möglichkeiten und Grenzen von Brennstoffzellen für die Monderkundung.

Diese Übung kann entweder als Demonstration oder, wenn genügend Zeit vorhanden ist, als praktische Aufgabe durchgeführt werden. Der Versuch erfordert eine Brennstoffzelle, die online erworben werden kann.

Durchführung:

Verbindet die beiden Silikonröhrchen (4 cm) mit den Öffnungen auf der Brennstoffzelle am unteren Teil auf beiden Seiten der Brennstoffzelle.



Entfernt den roten Stopfen von dem Röhrchen, das an die Sauerstoffseite der Brennstoffzelle angeschlossen ist. Injiziert mit der Spritze destilliertes Wasser in die Brennstoffzelle, bis sie zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. 3. Setzt die kuppelförmigen Innenbehälter in die Bechergläser fügt Wasser bis zu der „0“ ml- Marke hinzu (das Wasser sollte den Innenbehälter fast bedecken). Achtet darauf, dass sich in den Innenbehältern keine Luftblasen befinden.



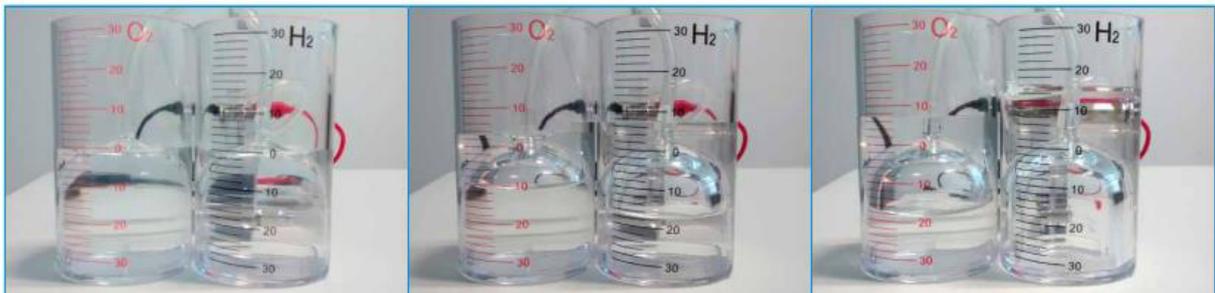
Verbindet die Silikonröhrchen mit den oberen Öffnungen der O₂ - und H₂ -Seite der Brennstoffzelle.



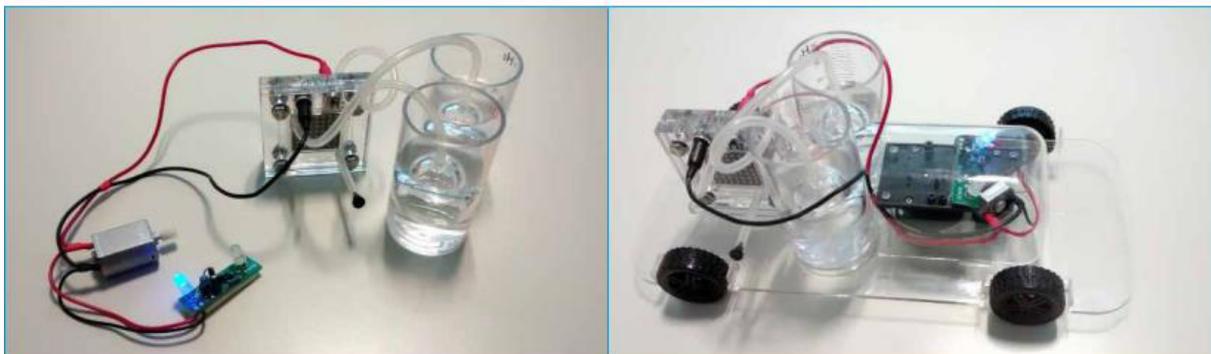
Schließt den Batteriesatz wie unten gezeigt an. Schaltet den Batteriesatz auf Stellung „ein“, und die Elektrolyse sollte beginnen.



Beobachtet, wie sich die Innenbehälter allmählich mit H₂ und O₂ füllen. Wenn H₂ allmählich in Blasen aus dem Behälter austritt, ist der Tank voll.



Trennt die Batterie ab und schließt einen Aktuator (Auto, Motor, LED usw.) an. H₂ und O₂ zusammen produzieren wieder H₂O und Energie zum Antrieb des Motors.

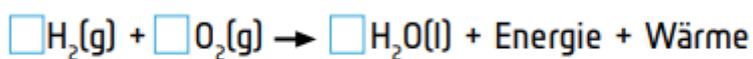


Erklärung:

Brennstoffzellen können zum Antrieb von Fahrzeugen oder Raumschiffen oder allen Zwischenlösungen eingesetzt werden. Brennstoffzellen bewirken das Gegenteil der Elektrolyse: Sie kombinieren H₂ und O₂ und produzieren H₂O (Wasser) und Energie.

Beantwortet nach der Beobachtung der Funktionsweise einer Brennstoffzelle die nachstehenden Fragen:

Füllt die Gesamtreaktion aus:



Was sind die Vor- und Nachteile der Brennstoffzellen?

Wie lassen sie sich für Missionen zum Mond einsetzen?

Was sind die Unterschiede und Ähnlichkeiten zwischen Volta'scher Säule, Elektrolyse und Brennstoffzelle?

Quelle: ESA- teach with space – Strom aus Wasser / C09

Der rote Planet

Info

Benannt ist der Planet nach dem römischen Kriegsgott Mars. Der Mars wird häufig als der „rote Planet“ bezeichnet, weil er am Nachthimmel wie ein orangeroter Stern erscheint. Die Farbe erinnerte die alten Griechen und Römer an ihren Kriegsgott, nachdem sie den Planeten schließlich auch benannten.



Hubble's close encounter with Mars (ESA)

Wieso ist der Planet Mars rot?

Dank der Raumschiffexpeditionen, die zwischenzeitlich durchgeführt wurden, wissen wir heute, dass Rost im Marsgestein für die Farbe des Planeten verantwortlich ist. Seine Oberfläche enthält nämlich viel Eisen, genauer gesagt Eisenoxid-Staub. Wenn Eisen rostet, färbt es sich rötlich. Der Mars ist ein verrosteter Planet. Dass der Mars rötlich schimmert, kann man sogar von der Erde aus sehen, wenn man den Mars am Nachthimmel beobachtet.

Versuch 9: Nachweis von rotem Eisenoxid (Rost)

Rost ist das Produkt einer langsamen Oxidation. Eine langsame Oxidation ist z.B. die Bildung einer Oxidhaut auf einem Metall. Feuchtes Eisen verbindet sich mit Sauerstoff zu Rost.

Das dadurch entstehende Korrosionsprodukt, ist porös und bildet keine Schutzhaut für das Eisen, sondern führt zur Verwitterung des Eisens.

Ein weiteres Beispiel für eine langsam ablaufenden Oxidation ist die Verbindung von Nährstoffen im Körper (die Kohlenstoffatome enthalten) mit Sauerstoff, das über die Atmung und das Blut dem Körper bzw. den Zellen zugeführt wird.

Durch diesen Vorgang entsteht Kohlendioxid, welches durch das Blut zur Lunge transportiert und dort ausgeatmet wird.

Materialien:

5 Reagenzgläser, 1 Reagenzglasständer, Schutzbrillen, Spatel, Glasstab, Eisenwolle oder Nägel, Spritzflasche mit destilliertem Wasser

Chemikalien:

gelbes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanoferrat(II))



Citronensäure $C_6H_8O_7$

Vorversuch: Entstehung von Rost

Einen Tag vorher 5 fach ansetzen oder nach Ansatz durch Schüler:innen bis zur nächsten Fachstunde (es reicht ein Tag) warten.

Fingerhutmenge Eisenwolle mit einem Glasstab in ein Reagenzglas drücken. Locker, nicht fest.

Mit destilliertem Wasser befeuchten. Nach 1 Tag ist rotbraunes Rost sichtbar.

Rosten ist eine langsame Oxidation. Es entsteht dabei rotbrauner Rost.

Durchführung: Nachweis des Rostes

Mit Citronensäure (fest) versetzen. Üppige Menge!

Mit Wasser versetzen. Etwas gelbes Blutlaugensalz (fest oder in Wasser gelöst) hinzugeben.

Beobachtung:

Es entsteht eine Blaufärbung. Gelbes Blutlaugensalz ist ein Indikator auf Rost.

Erklärung:

Durch Anwesenheit von Eisen-Ionen (Fe^{3+}) (im Rost) entsteht mit gelbem Blutlaugensalz eine tiefblaue Verbindung (Berliner Blau).

Entsorgung:

Die gesamte Masse wird in den Feststoffabfall gegeben.

Analyse von Marsgesteine

Info

Direkte Gesteinsproben vom Mars existieren nur in der Form einiger Marsmeteorite. Auf der Erde wurde eine Reihe von Meteoriten entdeckt, deren chemische Zusammensetzung darauf schließen lässt, dass sie vom Mars stammen. Diese Marsmeteoriten wurden in irdischen Labors eingehend untersucht. Auf dem Mars liegt alles in Gemischen vor (wie im Mülleimer). Wissenschaftler:innen trennen die Gemische auf, damit sie mit den abgetrennten Stoffen (reine Stoffe) experimentieren können.

Stoffgemische

In der Natur kommen Stoffe nur selten als Reinstoffe vor. Meistens handelt es sich um Stoffgemische, die sich aus mindestens zwei Reinstoffen zusammensetzen. Selbst eine hochreine Laborchemikalie ist niemals zu einhundert Prozent rein, sie enthält immer einige Verunreinigungen, wenn auch nur in geringem Maße. Stoffgemische findet man überall. Betrachtet man ein Stück rötlichen Granit, sieht man verschiedene Bestandteile: Transparenter Quarz, roter und weißer Feldspat, sowie schwarzer Glimmer. Wenn man das Granitstück mit einem Hammer zerkleinert, kann man es in die einzelnen Bestandteile auftrennen. Beim Granit sind die einzelnen Bestandteile deutlich erkennbar. Die Bestandteile liegen alle im festen Zustand vor, ein solches Gemisch nennt man auch Gemenge.



Vermischt man Salatöl und Wasser, schwimmt das Öl aufgrund seiner geringeren Dichte zunächst auf dem Wasser. Durch kräftiges Schütteln vermischen sich die beiden Flüssigkeiten teilweise. Dieses Gemisch von zwei Flüssigkeiten bezeichnet man als Emulsion.



Auch Milch ist eine Emulsion von Fett-Tröpfchen in Wasser. Dass bei der Milch ein Stoffgemisch vorliegt, kann man erst unter dem Mikroskop erkennen. Die kleinen Punkte auf dem Bild zeigen die Fett-Tröpfchen in der Milch bei hundertfacher Vergrößerung:



Vermischt man einen festen Stoff mit einer Flüssigkeit, erhält man eine Suspension oder eine Lösung (z.B. Salz oder Zucker in Wasser). Beim Verrühren von Gartenerde in Wasser sind die festen Bestandteile der Erde auch ohne Mikroskop zu erkennen. Sie setzen sich nach einer Weile am Boden des Gefäßes ab. Sind die Bestandteile eines Stoffgemisches mit den Augen oder mit Hilfe eines Mikroskops noch zu erkennen, liegt ein heterogenes Stoffgemisch vor.



Wenn man einen Goldbarren herstellt, versucht man möglichst reines Gold zu verwenden. Die kleinen Goldbarren auf der Abbildung unten besitzen eine Reinheit von 999,9. Das bedeutet sie enthalten mindestens 99,99% Massenanteile Gold. Der Goldring mit dem innen versehenen Stempel 585 enthält einen garantierten Goldgehalt von 58,5% Gold, der restliche Anteil setzt sich aus Silber, Kupfer oder Platin zusammen. Hier liegt ebenfalls ein Stoffgemisch in Form einer Legierung vor. Als Legierung bezeichnet man ein Stoffgemisch, bei dem mindestens eine Komponente aus einem Metall besteht. Das goldgelbe Messing enthält beispielsweise kein Gold, sondern die Messing-Legierung setzt sich aus den Komponenten Kupfer und Zink zusammen. Bronze wäre eine Legierung aus Kupfer und Zinn.



Die einzelnen Komponenten einer Legierung kann man jedoch selbst mit einem Mikroskop nicht mehr erkennen. Derartige Stoffgemische nennt man homogene Stoffgemische. Nicht nur Legierungen bilden homogene Stoffgemische, sondern auch Lösungen und Gemische verschiedener Gase. Beim Streuen von Kochsalz in Wasser löst sich das Salz allmählich auf und ist nach einer Weile nicht mehr zu sehen. Dass es noch im Wasser gelöst ist, kann leicht mit der Geschmacksprobe feststellen.



Wie kann man Stoffgemische trennen?

Will man Flüssigkeiten von unlöslichen Feststoffen trennen, wählt man das Filtrieren. Das Filtrieren ist ein mechanisches Trennverfahren. Das zu trennende Gemisch durchläuft einen Filter. Es werden nur die Teilchen zurückgehalten, die größer sind als die Porengröße des Filtermaterials.

Die Flüssigkeit, die aus sehr kleinen Teilchen besteht, fließt ohne Probleme durch das Filterpapier oder Filtertuch. Dabei ist auf die Porengröße des verwendeten Filtermaterials zu achten. Zurück bleibt der aus größeren Teilchen bestehende Filtrerrückstand. Die Flüssigkeit, die sich nach dem Durchlaufen des Filters im Auffanggefäß (z.B. Becherglas) sammelt, wird als Filtrat bezeichnet.

Die beschriebene einfache Filtration mithilfe eines Papierfilters ist insofern nachteilig, da sie sehr langsam verläuft und stets Flüssigkeit am Filtrerrückstand haften bleibt.

Dies kann man verbessern, wenn man mit Saugflaschen und Büchnertrichtern arbeitet. Durch die Verwendung einer Vakuumpumpe und den entstehenden Unterdruck verläuft das Filtrieren weitaus schneller und der Filtrerrückstand wird durch die nachgesogene Luft getrocknet.

Weitere Trennmöglichkeiten bietet die Filtration mithilfe bestimmter Membranen mit sehr kleiner Porengröße (Molekularfilter). Durch diese Filter werden beispielsweise Wassermoleküle oder andere kleine Moleküle durchgelassen, jedoch Verunreinigungen (teilweise sogar lösliche Salze) zurückgehalten.

Anwendungsgebiete dieses Verfahrens sind beispielsweise die Meerwasserentsalzung zur Trinkwassergewinnung, aber auch die Reinigung des Bluts von Patienten mit geschädigten Nieren durch Dialyse. Auch bei der Herstellung von alkoholfreiem Bier wird der Alkohol über eine Membran abgetrennt.

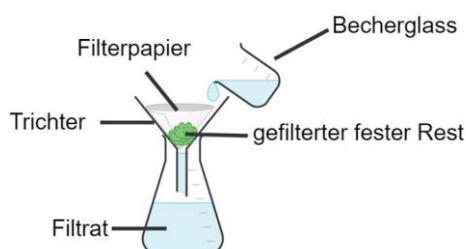
Quelle:

<https://www.seilnacht.com/Lexikon/stoffgem.html#:~:text=In%20der%20Natur%20kommen%20Stoffe,auch%20nur%20in%20geringem%20Ma%C3%9F>.

Versuch 10: Das Filtrieren

Materialien:

5 Filter und 5 Filterpapiere (rund), 5 Trichter, 5 Erlenmeyerkolben (200ml), 5 Bechergläser (150 ml), 5 X Gemisch aus Sand und Kochsalz, 5 Pipetten, 5 Objektträger, digitales Mikroskop, 1 X Lampe, Keramikplatten



Durchführung:

Schüler:in Kochsalz und Sand mischen lassen (kann im Becher geschehen)

Mit Wasser versetzen -Durch Filter gießen

Einige Tropfen des Filtrats auf Objektträger geben

Einsammeln und auf Keramikplatte legen

Mit Lampe bestrahlen oder alternativ: im Reagenzglas eine ½ ml Probe in Kerzenflamme erhitzen bzw. Wasser verdampfen und mit dem Digitalmikroskop betrachten.

Hinweis: Bei diesem Versuch ist ein Stoff in Wasser lösbar (Kochsalz). Die kleinen Filterporen lassen das gelöste Kochsalz hindurch. Der grobe Sand dagegen bleibt im Filter „hängen“.

Beobachtung:

Kochsalzkristalle (unterschiedliche Formen und Größe)

Bemerkungen:

- Je langsamer die Verdunstung, desto größer und geometrischer werden die Kochsalzkristalle.
- Man kann alle Objektträger auf eine Keramikplatte legen und mit Fön (Warmluft) bearbeiten.

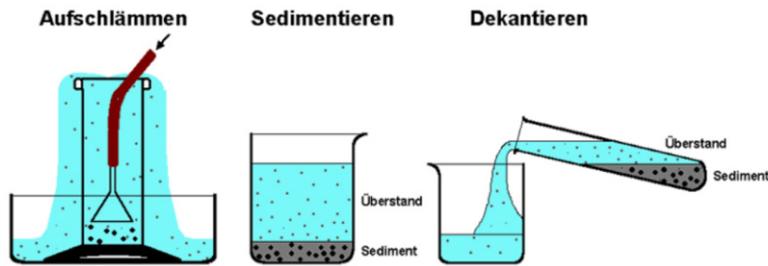
Versuch 11: Sedimentieren, Dekantieren, Aufschlätzen

Gibt man Gartenerde zu Wasser, dann bildet sich eine trübe Suspension. Nach einer Weile setzen sich die unlöslichen Feststoffe der Gartenerde am Boden ab. Man könnte die Gartenerde wieder zurückgewinnen, wenn man das Wasser abgießt. Allerdings fehlen dann die löslichen Bestandteile. Diese wurden vom Wasser extrahiert.



© Thomas Seilnacht

Beim Sedimentieren lässt man eine mit einem unlöslichen Feststoff verunreinigte Flüssigkeit, zum Beispiel eine Suspension, länger stehen, wobei sich der Feststoff als Sediment absetzt. Das Abgießen der überstehenden Flüssigkeit nennt man Dekantieren. Die beiden Verfahren werden im Haushalt angewandt, wenn der über dem Kaffeesatz stehende Kaffee abgegossen wird. Im Labor dienen die Verfahren zum Abtrennen von unlöslichen Stoffen vom Wasser, beispielsweise bei einer Ausfällung oder beim Herstellen einer konzentrierten Lösung.



Beim AufschlÄmmen werden zwei Feststoffe mit unterschiedlicher Dichte durch einen Wasserstrom getrennt. So trennt sich in einem Fluss der Kies vom Sand. Die feinen Sandteilchen werden durch die Wasserströmung weiter transportiert, wÄhrend sich der schwere Kies am Boden absetzt. Dieses Prinzip wird als technisches Verfahren beim Goldwaschen angewandt, wobei die goldhaltigen Sande aufgeschlÄmmt werden und sich die schweren Goldflitter danach am Boden absetzen.

Quelle: <https://www.seilnacht.com/versuche/dekant.html>

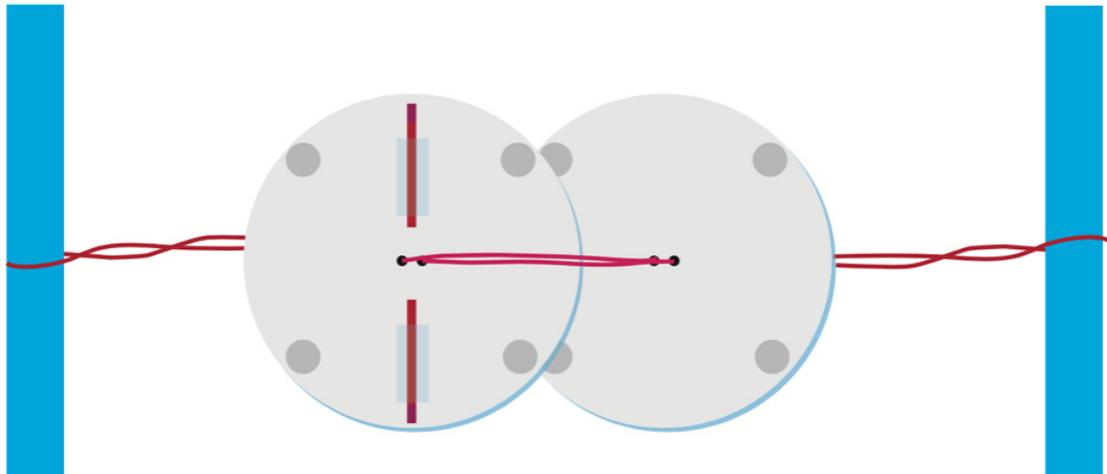
Versuch 12: Einfaches Zentrifugieren einer Lösung von Gartenerde

Die Zentrifugation ist ein Trennverfahren, das in der Medizin zur Separierung von Zellen oder Biomolekülen aus Suspensionen (z.B. Blut) verwendet wird.

Papier Zentrifuge

Materialien:

ca 90 cm Bindfaden / Kordel, Zirkel, Schere, Klebestift • Pappe (2 Scheiben mit ca 10 cm Durchmesser)



Durchführung:

An einer Pappscheiben sind zwei 4 Zentimeter lange, hinten verschlossene Strohhalme angebracht, die als Behälter für Röhrchen mit Proben dienen. Die Pappscheiben werden per Klettverschluss aneinandergeheftet. Die Schnur wird an zwei Stellen hindurchgeführt und stark eingedreht.

Beobachtung:

Wenn man nun kräftig an den Griffen zieht, rotieren die Scheiben schnell.

Quelle: <https://www.heise.de/hintergrund/Taschenlabor-ohne-Strom-3838971.html>



Versuch 13: Papier-Chromatografie: Trennung von Filzstiftfarben

Manche Farben, die als Tinte in Filzstiften verwendet werden sind keine reinen Stoffe, sondern ein Gemisch aus verschiedenen Farbträgern. Auch bei Blattfarbstoffen handelt es sich um verschiedene Substanzen. Mit dem Stofftrennverfahren das man als Chromatographie (griechisch: wörtlich: „Farben schreiben“) bezeichnet, kann man auch bei sehr geringen Stoffmengen gute Trennergebnisse erzielen.

Materialien:

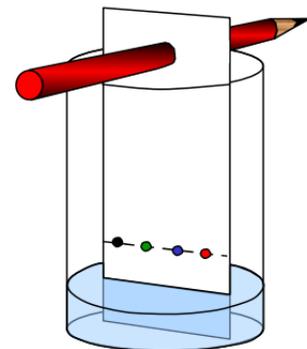
Wasser, Gläser (oder Bechergläser) hohe Form, Bleistift, Filzstifte (beste Erfahrungen mit wasserlöslichen OH-Folienschreibern)

Ergänzungen bzw Alternativen

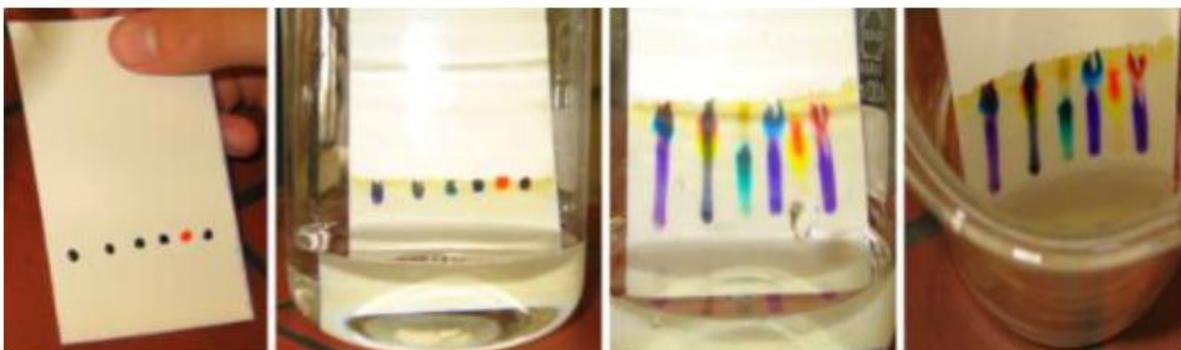
Als Flüssigkeit in einem zweiten Versuch auch Spritus (F) ausprobieren, statt Papier auch mit DC-Folie experimentieren lassen

Durchführung:

Schneide aus Filterpapier einen Papierstreifen aus, der mit einer Bleistifthalterung versehen wird (vgl. Skizze). Das Filterpapier sollte nirgendwo am Glas anstoßen. Lege eine Startlinie fest und trage mit Filzstift nebeneinander verschiedene Farben auf. Wichtig ist, dass die Filzstiftpunkte oberhalb der Wasseroberfläche liegen. Fülle etwas Wasser in das Glas und bringe das Filterpapier hinein. Wenn die nach oben laufende Flüssigkeitsfront den oberen Rand des Glases erreicht hat ist der Versuch beendet. Das Papier herausnehmen, trocknen und ins Heft kleben.

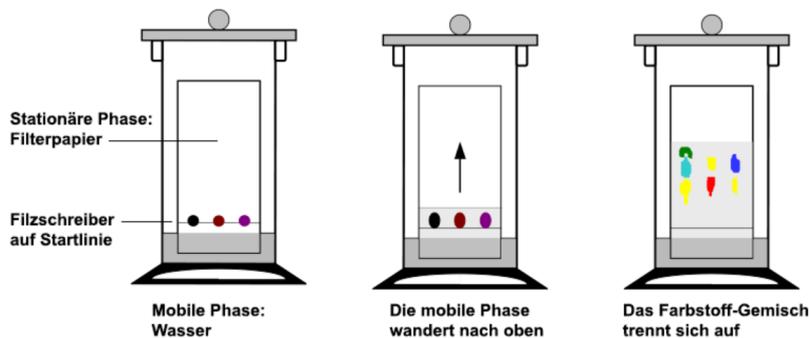


Beobachtung:



Erklärung:

Bei der Papier-Chromatografie wird zum Beispiel ein Farbstoff-Gemisch auf einem punktförmigen Startpunkt eines Filterpapiers aufgetragen. Das Papier ist das Trägermaterial und stellt die stationäre Phase dar. Das Wasser bewegt sich über die Farbstoffe und transportiert sie mit. Manche Farbstoff-Komponenten lösen sich besser im Wasser, andere haften besser am Filterpapier. So trennt sich das Farbstoff-Gemisch in seine Komponenten. Das aufsteigende Wasser als Fließmittel ist die mobile Phase.



zur Auswertung

Stelle fest welche Farben aus Gemischen bestehen und welche Farben reine Stoffe sind. Überlege wie man vorgehen könnte, um die reinen Farbstoffe aus den Gemischen abzutrennen.

Quelle: https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/chemie/neuer-index.html/mat-seki/stoffe-eigenschaften/trenn/trenn/trenn_pics/ab_chrom_filz.pdf

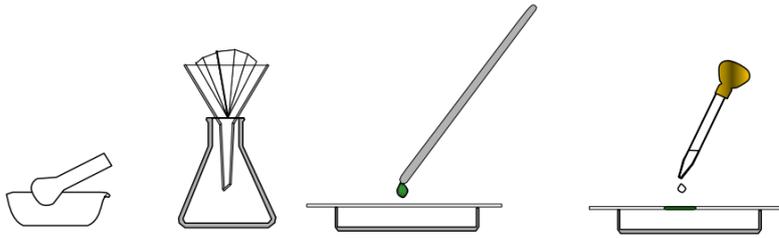
Versuch 14: Papier-Chromatografie: Trennung von Blattfarben

Materialien:

Spiritus (F), Seesand, Schere oder Messer, Reibschale, Pistill, Trichter, Rundfilterpapier, Faltenfilterpapier, Petrischale, Pipette (Pasteurpipette), Erlenmeyerkolben, Fön

Durchführung

- Blätter mit Schere oder Messer (Mixer) möglichst klein schneiden in einer Reibschale mit feinem Sand zu einem Brei verreiben; einige Milliliter Spiritus dazugeben und weiter verreiben bis eine einheitliche Brühe entsteht
- Filtrieren durch einen Faltenfilter in einen Erlenmeyerkolben
- Rundfilter auf eine Petrischale legen und mit einem Glasstab wiederholt die Lösung in die Mitte des Filterpapiers auftragen, Fleck zwischendurch trocknen auf dem Heizkörper oder mit dem Fön
- mit einer Pipette tropfenweise Spiritus in die Mitte des Flecks geben, zwischen den Tropfen immer warten bis der Spiritus vom Filterpapier aufgenommen wurde.



Quelle: <https://www.seilnacht.com/versuche/chromat.html>

Gibt es gefährlich ätzende Stoffe im Marsgestein?

Die Konzentration und damit die Aggressivität von Säuren und Laugen wird durch den pH-Wert angegeben. Je weiter der pH-Wert von 7 (neutral) entfernt liegt, desto aggressiver ist der jeweilige Stoff. Säuren haben pH-Werte von 0 bis 7, Laugen von 7 bis 14. Bei Laugen oder Basen spricht man von basischer oder alkalischer Wirkung. Reines Wasser ist neutral und hat einen pH-Wert von 7. Normale Lebensvorgänge laufen nur zwischen den pH-Werten 4 und 9 ab.

Wirkung	Stark sauer	Schwach sauer	Neutral	Schwach alkalisch	Stark alkalisch
pH-Wert	0-3	4-7	7	7-10	11-14
Beispiel	Kalk-entferner	Hautpflege-mittel	Wasser	Boden-reiniger	Backöfen-reiniger

Quelle:

https://www.bgn.de/?storage=3&identifizier=%2F395591&eID=sixomc_filecontent&hmac=9e719147a2d6542eed72773cd4c73e2480f8d825

Säuren und Laugen sind die wirksamen Bestandteile vieler Reiniger. Reinigungsmittel für fetthaltige Rückstände wie z.B. Grillreiniger oder Rauchharzlöser enthalten Natronlauge. Abflussreiniger enthalten Ätznatron. Säuren wie z.B. Zitronensäure oder Essigsäure werden zum Lösen von Kalkablagerung in Kaffeemaschinen verwendet. Bei „Batteriesäure“ handelt es sich um ca. 38 %ige Schwefelsäure

Versuch 15: pH bestimmen

Materialien:

5 dreigeteilte Petrischalen, pH-Papier (insges. 15 kleine Stücke), Spatel, Kochsalz oder Zucker

Chemikalien:



Natriumcarbonat Na_2CO_3



Citronensäure $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$

Durchführung:

Substanz in Petrischalen „füllen“ (Citronensäure, Natriumcarbonat, Kochsalz oder Zucker). Mit destilliertem Wasser versetzen. Je nach benötigter Menge Indikatorpapier abreißen und rund eine Sekunde lang in die Probenlösung tauchen. Danach mit der Farbskala vergleichen und Wert ablesen.



Im pH-Papier befinden sich verschiedene Indikatoren, die je nach pH-Wert unterschiedlich farbig reagieren.

Beobachtung:

Je nachdem, in welcher Farbe sich das Papier färbt, kann man **ungefähr** den pH-Wert bestimmen. Eine genaue Bestimmung ist meist nicht möglich.

Die Marsatmosphäre

Info

Mars ist eine kalte Wüstenwelt mit einer sehr dünnen Atmosphäre. Sie weist gerade noch einen Druck von 0,006 Bar auf – das ist weniger als ein Hundertstel des auf der Erde in Meereshöhe herrschenden Luftdrucks. Ihr Hauptbestandteil ist mit 95 Prozent Kohlendioxid (CO₂), hinzu kommen knapp drei Prozent Stickstoff, 1,6 Prozent Argon, 0,13 Prozent Sauerstoff und Spuren von Wasserdampf.

Obwohl die Atmosphäre des Mars so dünn ist, ist der Himmel des Mars nicht schwarz. Wegen des hohen Staubanteils in der Atmosphäre wird das Licht stark gestreut. Der Taghimmel erscheint hell und Sterne sind nicht zu sehen. Die Farbe des Taghimmels variiert von orangerot über rosa und violett bis blau in der Nähe der auf- und untergehenden Sonne.



(NASA Goddard Space Flight Center)

Wie kann man die Bestandteile der Marsatmosphäre nachweisen?

CO₂ lässt sich im Labor herstellen, z. B. aus Natriumcarbonat (Soda), ein Stoff, der in der Natur vorkommt. In Getränken befindet sich gasförmige CO₂ zur Geschmackverbesserung.

Versuch 16: Kohlenstoffdioxid auf dem Mars

Materialien:

5 Reagenzgläser (mit etwas weiterer Öffnung)

5 Kerzen und Streichhölzer

Brausetabletten (5 x 1/2) oder Essig oder  Citronensäure

 Natriumcarbonat

Spritzflasche

Durchführung:

Eine Brausetablette oder alternativ eine Mischung von Citronensäure und Natriumcarbonat in ein Reagenzglas geben und mit Wasser ca $\frac{1}{4}$ füllen (übergießen)

Entstehendes CO₂-Gas (unsichtbar!) auf die brennende Kerze „gießen“.

Im Versuch sollten 3 Eigenschaften ermittelt werden:

- erstickt Flamme
- schwerer als Luft (höhere Dichte)
- riecht säuerlich (an Glasöffnung schnuppern)

Beobachtung: Auslöschten der Kerze

Mögliche Anwendung:

Mit festem CO₂ (Trockeneis) zu experimentieren ist effektiv.

Festes CO₂ im Internet bestellen.

Durchführung:

Ein großes Reagenzglas wird mit Wasser gefüllt. Dann gib zwei kleinere Stücke Trockeneis hinzu und warte ab.

Sicherheit:

Trockeneis darf nicht mit den bloßen Händen angefasst werden, es sind kälteisolierende Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille zu tragen. Dies gilt insbesondere beim Zerkleinern von Trockeneis. Die Räume, in denen Trockeneis gelagert oder transportiert wird, müssen gut belüftet werden.

Beobachtung:

Es steigen Gasblasen auf. Nebelschwaden fließen aus der Flüssigkeit heraus.

Erklärung:

Die im Wasser aufsteigenden Kohlenstoffdioxid-Bläschen nehmen feinste Wasser-Tröpfchen mit. Das aufsteigende Kohlenstoffdioxid ist noch relativ kalt, wodurch an der Austrittsstelle über dem Wasser Wasserdampf aus der Luft zu feinsten Wasser-Tröpfchen kondensiert. Staub-Partikel in der Luft und ebenfalls entstehende kleine Eis-Kristalle begünstigen diesen Vorgang zusätzlich. Ein feiner Nebel entsteht. Ein Teil des aufsteigenden Kohlenstoffdioxids löst sich im Wasser und bildet Kohlensäure. Man könnte ein pH-Papier in die Lösung tauchen (vorher und nachher) und den Wert ablesen oder besser ein Tropfen einer Indikatorlösung hinzufügen.

Variante: Die Brausepulverrakete

Materialien:

kleine Filmdose mit Druckdeckel, Wasser H_2O

Brausepulver, bestehend aus:

a) Natriumhydrogencarbonat (Natron) $NaHCO_3$

b)  Citronensäure $C_6H_8O_7$

Durchführung:

1. Die Brausepulverrakete kannst du nur im Freien starten lassen. Suche dir also eine Stelle im Freien mit festem Untergrund, wo die fliegende Rakete niemanden verletzen oder Gegenstände beschädigen kann.
2. Fülle die Dose mit dem Brausepulver bis zu einer Höhe von etwa 0,5 cm.
3. Gib etwas Wasser in die Dose und verschließe diese sofort mit dem Deckel.
4. Stelle die Dose sofort mit dem Deckel nach unten auf eine feste, glatte Unterlage im Freien und trete einige Schritte zur Seite.

Achte darauf, dass sich niemand in der unmittelbaren Nähe der Dose aufhält und dass keine Gegenstände durch die startende Rakete beschädigt werden können.

Aufgabe

Fertige dir eine Brausepulverrakete an.

Erkläre die Entstehung des Gases Kohlendioxid, welches die Rakete antreibt.

Beobachtung:

Auswertung:

Versuch 17: Kein Laut im Vakuum (ohne Luft kein Laut)

Materialien:

Vakuumglocke, Tickender Wecker, Händehandtuch

Durchführung:

Handtuch mehrfach falten und mit Wecker in Vakuumglocke positionieren (das Handtuch verhindert Schallübertragung durch den Glockenboden).

Maximal vakuumieren aber nicht bis zum Skalenende!

Beobachtung:

Ticken wird leiser und beim Einleiten der Luft wieder lauter

Versuch 18: Riss im Raumanzug

Materialien:

Elastischen weichen Einmalhandschuh (eventuell einige Male vorab aufblasen)

Alternative: Schaumkuss, Luftballon

Versuchsanleitung:

Zugebundenen Handschuh in Vakuumglocke legen und vakuumieren

Beobachtung:

Schwellung des Handschuhes (Riss im Anzug führt zur Gewebeswellung)

Versuch 19: Flugschwierigkeit in Marsatmosphäre

Materialien:

Drohne, Vakuumglocke

Durchführung:

Drohne in Vakuumglocke und Glocke leicht nach oben bewegen

Versuch "im Vakuum" wiederholen und interpretieren

Beobachtung:

Feststellen der Flugschwierigkeiten unter „Vakuumbedingungen“

Chemische Reaktionen in der Marsstation

Info

Beim Experimentieren mit Stoffproben des Mars können gefährliche Stoffe entstehen, wie z.B. Wasserstoff. Wasserstoff kann in Gemisch mit Luft zur Explosion führen.

Bemerkung: In Anbetracht der Gefahrenhinweise sollten diese Experimente in Anwesenheit eines Erwachsenen durchgeführt werden.

Fallbeispiel 1: Knallgasexplosion mit Wasserstoff/Luft - Gemisch

Materialien:

5 Erlenmeyerkolben (100ml), 5 X 2 Streichholzschachtel, 5 X (5cm) Streifen Magnesium

Chemikalien:



Citronensäure (5 X (3 gehäufte) Spatel)

Durchführung:

Citronensäure in Erlenmeyer mit Wasser (1½ cm hoch) versetzen und durch Schütteln auflösen.

Streifen Magnesium hinzufügen und mit Schachtel Streichhölzer Öffnung schließen.

Ca. 3 Minuten warten. Brennendes Streichholz an Öffnung halten (Schachtel wegnehmen)

Beobachtung:

Explosion!

Bemerkungen In dem Versuch sollte es in der Stufe allein um die Gefährlichkeit brennbarer gasförmiger Stoffe gehen (im Gemisch mit Sauerstoff aus der Luft). Versuch lässt sich mindestens 1-mal wiederholen (bei gleichem Vorgehen).

Erklärung:

Eine Explosion ist eine besonders schnelle Verbrennung. Eine Explosion ist eine Oxidations- oder Zerfallsreaktion mit plötzlichem Anstieg der Temperatur und gleichzeitiger Druckänderung.

Ein Beispiel für eine Explosion ist die Knallgasreaktion, deren Reaktionsprodukt Wasser ist.

Die Reaktionsgleichung dafür lautet:



Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser

Weitere Beispiel: Ein Gemenge aus 15 Teilen Luft und 1 Teil Benzindampf explodiert, wenn es entzündet wird.

Hierbei werden große Energiemengen freigesetzt, die vorher auf kleinem Raum konzentriert waren.

Dies geschieht ebenfalls durch eine plötzliche Volumenausdehnung von Gasen (Stoßwelle).

Fallbeispiel 2: Verbrennung von Eisen – „schnelle“ Oxidation

Verbrennungsvorgänge sind schnelle Oxidationen. Eine Verbrennung beginnt, wenn der Brennstoff eine bestimmte Temperatur erreicht hat und genug Sauerstoff vorhanden ist.

Dabei werden Wärme und Licht abgegeben. Dies geschieht durch die Flammenbildung (Feuer).

Materialien:

1 Tiegelzange, Keramikplatten, Teelichte, 1 Anzünder/ Feuerzeug, 1 Bausch Eisenwolle

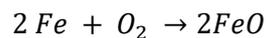
Durchführung:

Ein lockeres Büschel Eisenwolle (walnussgroße Menge) wird mit einer Tiegelzange kurz in Kerzenflamme gehalten. Entzündung und Verbrennung. Tisch mit Keramikfeld schützen! Nach Entzündung aus Flamme ziehen und leicht bis mittelstark dagegen pusten (Luftzufuhr).

Beobachtung: Die Eisenwolle entzündet sich und glüht teilweise. Die Wolle verbrennt schnell zu schwarzen Eisenoxid (Vergleich vorher und nachher). Es entsteht kein rotes Eisenoxid.

Erklärung: Eisen wurde zu Eisenoxid oxidiert. Durch das Erhitzen reagiert die Eisenwolle mit Sauerstoff und wird oxidiert zu Eisenoxid. Eine schnelle Oxidation (hier von Eisen) wird auch Verbrennung genannt.

Es handelt sich um eine exotherme Reaktion, d.h. es wird Energie frei (Wärme, Licht):



Eisen + Sauerstoff → Eisenoxid

Entsorgung:

Die Reste können in den Feststoffabfall entsorgt werden.

Variante:



Durchführung / Beobachtung:

Man nehme eine klassische 9 Volt Batterie und halte ein lockeres Büschel Eisenwolle so dagegen, dass er beide Pole der Batterie berührt: Dadurch entsteht ein Kurzschluss, der die Stahlwolle ans Glimmen bringt. Mit der glimmenden Eisenwolle lässt sich mühelos ein Blatt Papier zünden, mit dem man dann ein Feuer entzünden kann. Batterie natürlich schnell weglegen, dann vorsichtig pusten und das Feuer nähren.

Erklärung:

Die Eisenwolle verbindet den Plus- und Minus-Pol der Batterie. Es fließt mit einem Ruck starker Strom. Die Hitze, die beim Stromfluss durch den Widerstand erzeugt ist, bringt die Eisenwolle zum Glühen und Verbrennen.

Kompetenzen, die erarbeitet werden können

Energie in unserem Leben
Die Schüler:innen...
<ul style="list-style-type: none">• erläutern Energieumwandlungsprozesse;
Materie: Zustand und Veränderung
Die Schüler:innen...
<ul style="list-style-type: none">• erkennen und beschreiben die verschiedenen Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen durch Energiezufuhr oder -abgabe;• erkennen und beschreiben die Teilbarkeit der Materie;• beschreiben und erklären den Zusammenhang zwischen der Molekülstruktur; den Aggregatzuständen und deren Eigenschaften;• erkennen und beschreiben den Unterschied zwischen heterogenen und homogenen Gemischen;• erkennen und beschreiben die wichtigsten Trennverfahren der Gemische.
Chemische Reaktion
Die Schüler:innen...
<ul style="list-style-type: none">• kennen wesentliche im chemischen Labor verwendete Gefahrstoffsymbole;• erkennen, dass die Verbrennung eine chemische Reaktion ist;• deuten Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung der Teilchenzusammensetzung.