



Kleine Gase, große Wirkung – Bestandteile der Luft und Treibhauseffekt

Projektwoche Klimawandel: Tag 1

im Rahmen des Aktionsprogramms „Aufholen nach Corona“



Juniorlabor
Merck // TU Darmstadt

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Programm

	Mo., 1.8.22	Di., 2.8.22	Mi., 3.8.22	Do., 4.8.22	Fr., 5.8.22
9-12 Uhr	Bestandteile der Luft/ Treibhauseffekt	Bestandteile der Luft/ Treibhauseffekt	Sensorenbau und Programmieren	Testen der Sensoren	Exkursion (GSI und ESA/ESOC)
12-13 Uhr	Mittagessen in der Mensa	Mittagessen in der Mensa	Mittagessen in der Mensa	Mittagessen in der Mensa	
13-15 Uhr	Bestandteile der Luft/ Treibhauseffekt	Sensorenbau und Programmieren	Sensorenbau und Programmieren	Testen der Sensoren	

Inhaltsverzeichnis

Sicheres Arbeiten im Labor	4
Einleitung	5
Die Bestandteile der Luft	12
Versuch 1: Flüssiger Stickstoff – Der „Stuttgarter Trichter“ (Demonstrationsversuch)	13
Versuch 2: Löslichkeit von CO ₂ in Wasser	18
Versuch 3: Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid – Trockeneis und gasförmiges CO ₂	27
Versuch 4: Chemische Ampel	31
Quellen	34

Allgemeine Laborregeln

Sicheres Arbeiten im Labor

1. Im Labor müssen Schutzbrille und Kittel getragen werden!
2. Im Labor darf weder gegessen noch getrunken werden!
3. Jeder Hautkontakt mit Chemikalien ist zu vermeiden!
4. Das Labor darf nur mit festem Schuhwerk und langer Beinkleidung betreten werden.
5. Lange Haare sollten zusammengebunden werden.
6. Jacken und Taschen dürfen nicht ins Labor mitgenommen werden!
7. Im Labor müssen alle Gefäße in denen Chemikalien sind, beschriftet werden.
8. Lies vor jedem Experiment genau die Versuchsanleitung.
9. Frage bei Problemen die Betreuer*innen.
10. Lasse den Versuchsaufbau stets von einem/r Betreuer*in kontrollieren!
11. Lies die Beschriftung von Chemikalien genau, bevor du sie verwenden.
12. Gehe sorgfältig und sachgerecht mit allen Laborgeräten um!
13. Abfälle dürfen nicht ohne Erlaubnis in den Ausguss entsorgt werden. In der Regel stehen Kanister zur Entsorgung bereit. Achte auf die Anweisungen zur Entsorgung von Chemikalienabfällen. Frage auch hier im Zweifel immer die Betreuer*innen.
14. Halte die Laborräume sauber!
15. Wenn du beim Experimentieren mit Chemikalien in Kontakt gekommen bist, wasche die Hautstelle sofort ab!
16. Chemikalien darf man nicht probieren.
17. Prüfen den Geruch einer Chemikalie stets durch Zufächeln!
18. Wasche dir beim Verlassen des Labors unbedingt die Hände!

Einleitung

Das Thema unserer Projektwoche heißt „Klimawandel“. Um zu verstehen, was das ist, muss man zunächst einmal wissen, was der Unterschied zwischen Wetter und Klima ist. Dann kann man sich damit befassen, welche Faktoren eigentlich das Klima beeinflussen. Um es vorwegzunehmen: Es gibt sehr viele Einflüsse, die bestimmen, wie sich das Klima verändert. Ein wichtiger Einfluss ist die chemische Zusammensetzung unserer Atmosphäre, mit der wir uns in verschiedenen Versuchen beschäftigen werden.



Abbildung 1: Symbolbild Klimawandel (erstellt mit Biorender.com)

Was ist der Unterschied zwischen Wetter und Klima?

Der aktuelle Zustand der Erdatmosphäre zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort wird als **Wetter** bezeichnet. Das Wetter kann sich kurzfristig ändern und spielt sich auf Zeitskalen von **Stunden bis Tagen ab**.

Das **Klima** hingegen bezeichnet das langjährige durchschnittliche Wettergeschehen an einem Ort ("Durchschnittswetter"). Üblicherweise betrachtet man das Wetter dafür über einen **Zeitraum von mindestens 30 Jahren bis hin zu mehreren tausend Jahren**.

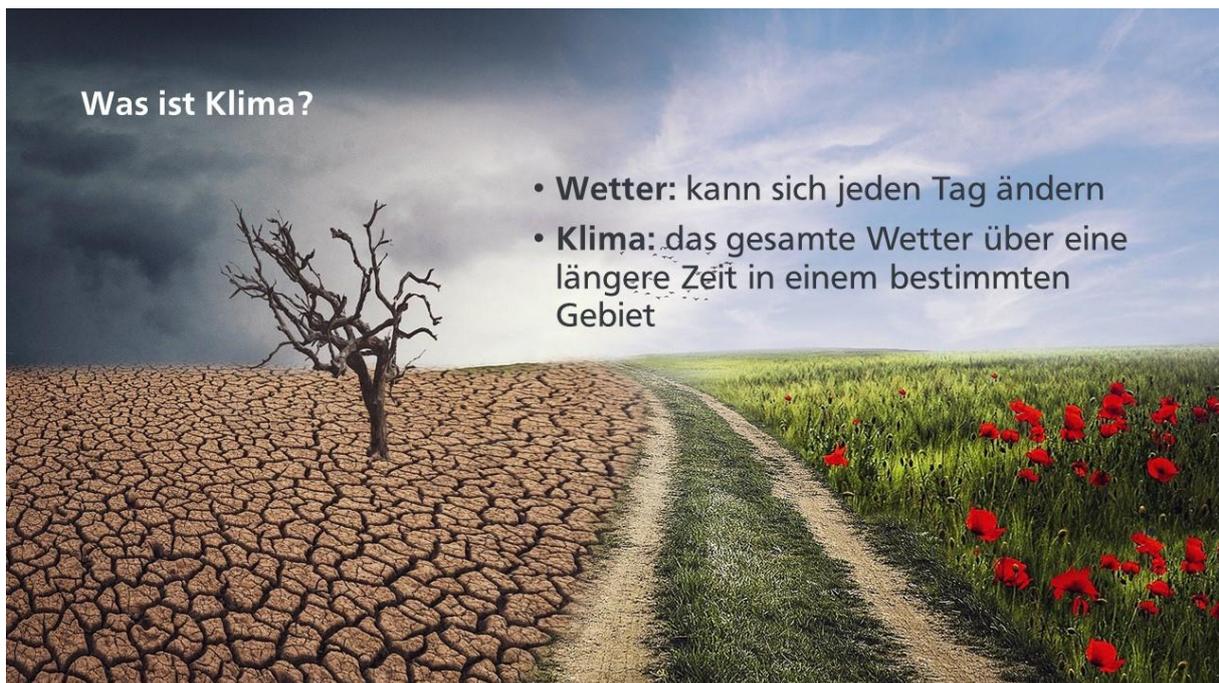


Abbildung 2: Wetter und Klima (Bild: www.pixabay.com)

Was ist Klimawandel?

Das Klima auf der Erde hat sich schon immer verändert. Es gab sehr kalte Zeiten, die sogenannten Eiszeiten, und es gab Zeiten, in denen es wärmer war als heute. In der Vergangenheit fanden diese Temperaturänderungen ohne das Zutun des Menschen über einen sehr langen Zeitraum statt. Das Leben auf der Erde konnte sich entsprechend anpassen.



Abbildung 3: zu viele Treibhausgase (Bild:www.pixabay.com)

Seit dem Beginn der Industrialisierung Ende des 19. Jahrhunderts steigt die Temperatur aber ungewöhnlich schnell an. Seit dieser Zeit ist die Weltbevölkerung stark gewachsen und wir nutzen fossile Energiequellen in großen Mengen – zuerst Kohle, dann auch Erdöl und Erdgas. Wir nutzen diese fossilen Energieträger in Kraftwerken, Autos, Flugzeugen, Schiffen, Fabriken oder zum Heizen. Bei deren Verbrennung entsteht das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (Kohlendioxid, CO_2). Diese Zunahme von Kohlendioxid und anderen vom Menschen freigesetzten Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zur Erderwärmung. Man spricht vom menschengemachten (anthropogenen) Treibhauseffekt. Seit Beginn der Industrialisierung vor 200 Jahren ist es auf der Erde schon über $1\text{ }^\circ\text{C}$ wärmer geworden.

Was ist der Treibhauseffekt?

Unsere Atmosphäre enthält eine Reihe von Gasen, die Energie aus Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) aufnehmen können. Zu diesen sogenannten Treibhausgasen gehören Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan und Distickstoffoxid (Lachgas). Als „Spurengase“ sind sie zwar nur in geringen Mengen vorhanden, sie haben aber dennoch eine große Wirkung auf die Erdtemperatur.

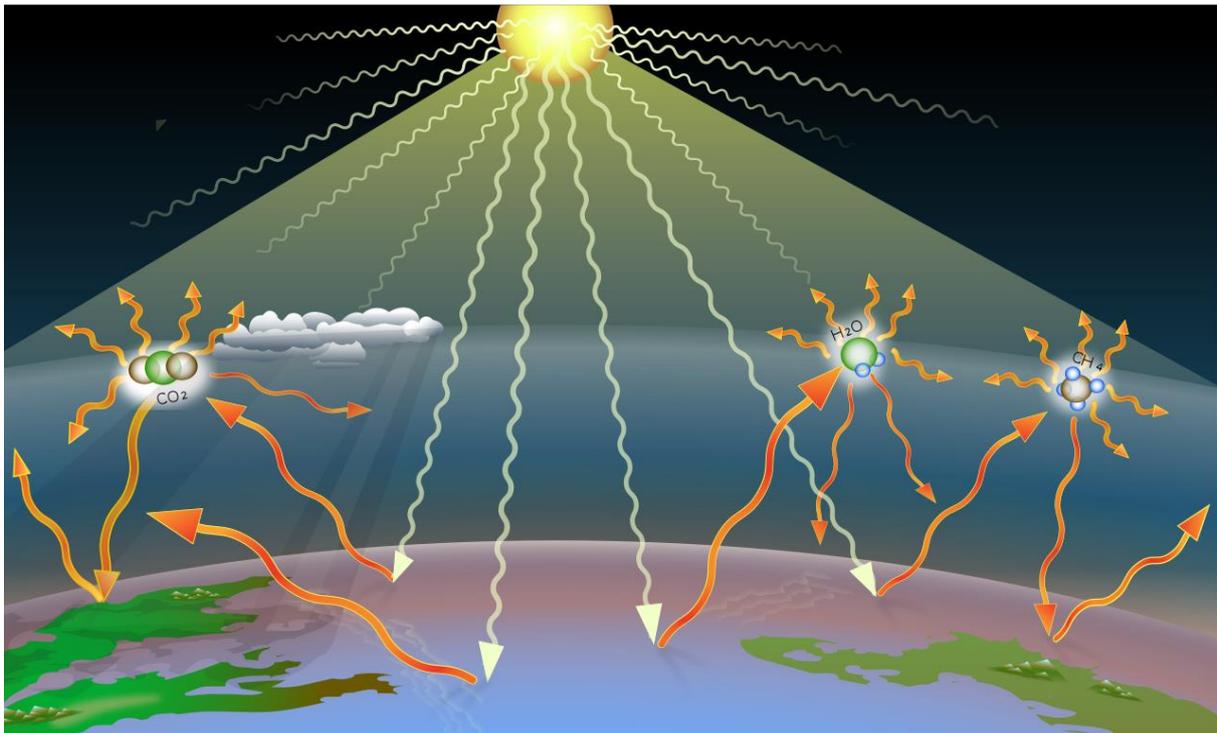


Abbildung 4: Sonnenlicht (weiße Pfeile) wird auf der Erdoberfläche in Wärmestrahlung umgewandelt. Diese wird zurückgestrahlt (orange Pfeile). Ein Teil davon wird von Molekülen der Treibhausgase aufgenommen (Wasserdampf, Kohlendioxid und Methan) und in eine zufällige Richtung wieder emittiert, teilweise auch zurück zur Erde. (By A loose necktie - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=80356809>)

Kurzwellige Sonnenstrahlen (UV-Strahlung) dringen durch die Atmosphäre zur Erdoberfläche vor, wo sie in langwellige Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) umgewandelt wird. Jedoch verhindern die Treibhausgase in der Atmosphäre, dass die gesamte Wärmestrahlung zurück ins Weltall gelangt und halten einen Teil zurück. Als Folge erwärmt sich die Erde.

Ohne diesen **natürlichen Treibhauseffekt** würde eine mittlere Temperatur von -18 °C auf der Erde herrschen und es wäre wahrscheinlich kein Leben möglich. In der Realität sorgt der natürliche Treibhauseffekt dafür, dass die globale Mitteltemperatur der Erde von -18 °C auf ca. 14 °C erhöht wird. Bei dieser Temperatur ist Wasser flüssig und somit Leben auf der Erde möglich.

Und nun kommt der Mensch ins Spiel: Die Temperatur auf der Erde hängt von der Fähigkeit der Atmosphäre ab, die Wärmestrahlung der Erdoberfläche aufzunehmen (und damit auch zurückzustrahlen). Wenn der Mensch diese Absorptionsfähigkeit (Aufnahmefähigkeit) für Wärmestrahlung erhöht, indem er immer mehr Treibhausgase erzeugt, erwärmt sich die Atmosphäre immer weiter – und das immer

schneller. Diese Erwärmung ist der **menschengemachte (anthropogene) Treibhauseffekt**.

Klimakrise

Die Erwärmung der Erdatmosphäre ist bedenklich, denn schon heute kommt es infolgedessen zu mehr Stürmen, Dürren, Waldbränden, Starkregen und Überschwemmungen. Die betroffenen Menschen verlieren ihre Heimat oder sind von Hunger bedroht. Wenn wir den Klimawandel nicht aufgehalten, werden sich diese Krisen verschärfen. Das Meereis des Nordpolarmeeres und das Gletschereis an Land können abschmelzen und der Meeresspiegel so stark ansteigen, dass Regionen in Küstennähe überschwemmt werden. Viele Menschen müssen ihre Heimat verlassen, weil Ernten ausfallen oder Wasser knapp wird. Und viele Tier- und Pflanzenarten sterben aus, weil ihre Lebensbedingungen nicht mehr gegeben sind. Die Klimakrise ist eine Gefahr für die Sicherheit und das gute Leben auf der Erde. Deshalb ist es sehr wichtig, dass Politik, Wirtschaft und wir alle alles dafür tun, den Klimawandel aufzuhalten.

Was macht ein Gas zum Treibhausgas?

Die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre spielt für den Treibhauseffekt eine große Rolle. Die Hauptbestandteile der Erdatmosphäre, Stickstoff, Sauerstoff und Argon tragen nicht dazu bei, da sie die Wärmestrahlung des Erdbodens nicht absorbieren können. Die in geringen Mengen vorkommenden Spurengase Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan und Distickstoffoxid (Lachgas) haben hingegen diese Fähigkeit und können Energie aus Wärmestrahlung aufnehmen. Ihre Moleküle werden durch die eintreffende Strahlung in Schwingungen versetzt und wandeln Strahlungsenergie in Schwingungsenergie um. Die Moleküle geben diese Schwingungsenergie nach einiger Zeit wieder ab, und zwar in zufälliger Richtung. Die Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) wird also einerseits in den Weltraum und andererseits in Richtung Erdoberfläche wieder abgegeben.

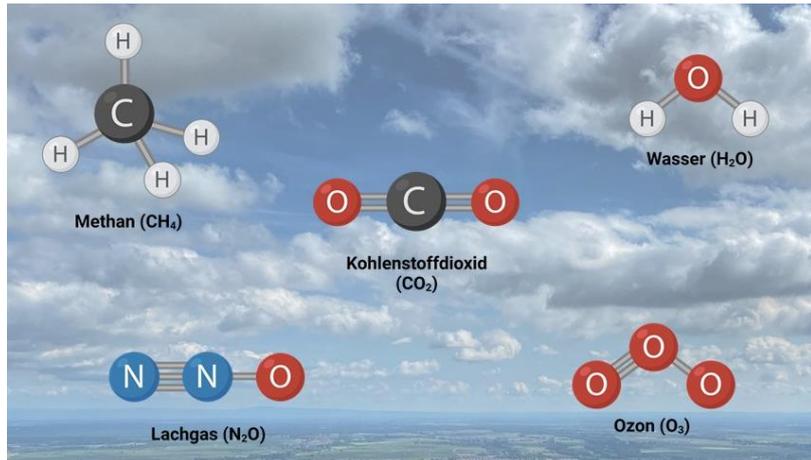
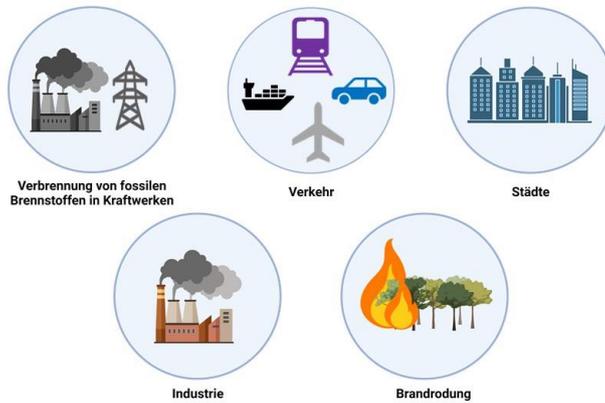


Abbildung 5: Treibhausgase (erstellt mit Biorender.com)

Wo kommt das CO₂ her?



Created with BioRender.com

Abbildung 6: Herkunft des zusätzlichen Kohlendioxids in der Atmosphäre (erstellt mit Biorender.com)



Abbildung 7: CO₂-Ausstoß in Deutschland 2017 (Quelle: Umweltbundesamt).

Die Atmosphäre

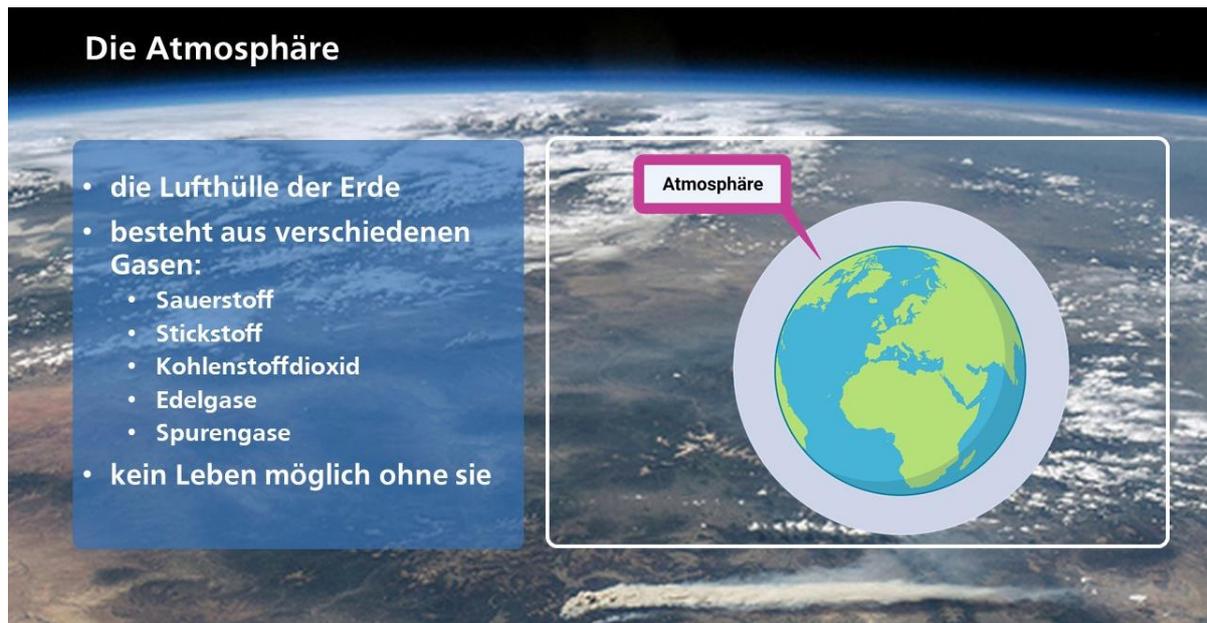


Abbildung 8: Die Atmosphäre (erstellt mit Biorender.com).

Wenn man die Erde aus dem Weltall betrachtet, sieht man, dass sie von einer dünnen, blau schimmernden Gashülle umgeben ist. Diese Gashülle ist die **Atmosphäre**. Sie besteht aus Luft, Wasserdampf und anderen Stoffen.

Die Atmosphäre ist in mehrere Schichten aufgeteilt. Je weiter man nach oben aufsteigt, desto weniger Luftteilchen sind vorhanden, die Luft wird „dünnere“. Luft ist für uns unsichtbar; sie ist sie farblos, geschmacklos und geruchlos. Trotzdem wäre Leben auf der Erde ohne Luft nicht möglich.

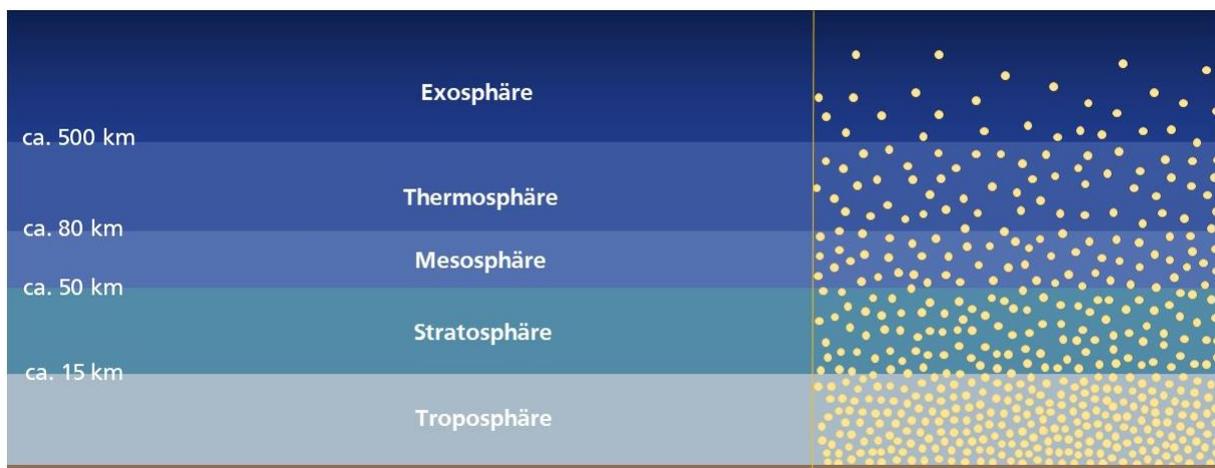
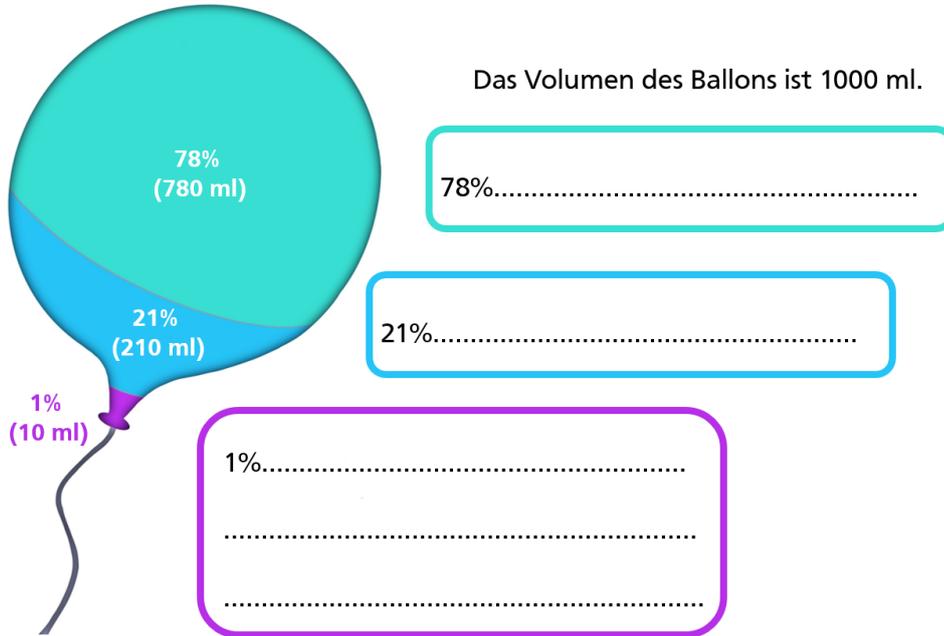


Abbildung 9: Schichten der Atmosphäre.

Die Bestandteile der Luft

Aus welchen Gasen besteht Luft und wie groß sind ihre Anteile am Gesamtvolumen?

Fülle die Kästchen aus:



Versuch 1: Flüssiger Stickstoff – Der „Stuttgarter Trichter“ (Demonstrationsversuch)

Aufbau:



Sicherheitshinweise:

Flüssiger Stickstoff ist sehr kalt. Es muss auf jeden Fall eine Schutzbrille getragen werden. Der flüssige Stickstoff und das Metallgefäß dürfen auf keinen Fall mit der Haut berührt werden. Es besteht die Gefahr einer Kaltverbrennung. Flüssiger Stickstoff darf nur in gut belüfteten Räumen verwendet werden.

Durchführung:

- Vergewissere dich, dass der Kegel aus metallischem Kupfer kein Loch an der Spitze hat!
- Dann wird flüssiger Stickstoff aus dem Vorratsgefäß in den Kupferbehälter gegossen, so dass er etwa halb gefüllt ist.
- Unter die Spitze stellt man ein Gefäß, mit dem man gegebenenfalls eine Flüssigkeit auffangen kann.

Notiere deine Beobachtungen:

Weitere Versuche und Fragen:

- 1) Beschreibe den Vorgang im Inneren des Metallgefäßes. Was passiert mit dem flüssigen Stickstoff?

- 2) Ein brennendes Streichholz wird über den „Trichter“ gehalten.
 - a. Was vermutest Du, wird passieren? Kreuze an.
 - b. Probiere es aus. Was beobachtest du? Kreuze an.

	Vermutung	Beobachtung
Die Flamme wird größer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Flamme wird schwächer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Streichholz geht aus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es passiert gar nichts.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3) Gib eine Erklärung für deine Beobachtungen.

4) Beschreibe, was am unteren Teil des Metallgefäßes passiert.

5) Mit einem Temperaturfühler aus Metall wird die Temperatur der Flüssigkeit in dem Gefäß unter dem „Trichter“ gemessen. Welchen Wert liest du ab?

.....°C

6) Woraus besteht die Flüssigkeit in dem Gefäß? Begründe deine Entscheidung.

7) Woraus besteht der weiße Feststoff am oberen Teil des Metallgefäßes?

8) Auf dem „Trichter“ bildet sich Nebel. Woraus besteht der Nebel?

9) Es ist verboten, mit flüssigem Stickstoff in engen, schlecht belüfteten Räumen (Fahrstuhl, Auto) zu hantieren. Gib eine Begründung für dieses Verbot.

10) Nenne die Bestandteile der Luft, die wir mit diesem Versuch erkennen können.
Schreibe deine Antworten in die Kästchen.

Versuch 2: Löslichkeit von CO₂ in Wasser

In diesem Versuch wird die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid (CO₂) in Wasser untersucht. Als Quelle für das Gas benutzen wir Vitamin-Brausetabletten. Diese enthalten (neben anderen Stoffen) Zitronensäure und Natriumhydrogencarbonat (Natron). Tut man die Tablette ins Wasser, reagieren beide Stoffe miteinander. Durch die Säure zersetzt sich das Natriumhydrogencarbonat, wobei Kohlenstoffdioxid entsteht. Aus gleichartigen Brausetabletten wird immer die gleiche Menge Kohlenstoffdioxid freigesetzt.

Geräte/Materialien:

- Stativplatte
- Stativstange
- Stativklammer
- Muffe
- Wanne (Glas oder Plastik)
- Schlauch
- Schlauchschelle
- Messzylinder (500 ml)
- Becherglas
- Thermometer
- Wasserkocher

Chemikalien

- Brausetabletten
- Wasser
- Eis



Sicherheitshinweise:

Im Labor ist Essen und Trinken verboten. Auch wenn Brausetabletten Lebensmittel sind, darf man im Labor auf keinen Fall die Brausetabletten essen oder das Wasser trinken, da eine Kontamination (Verunreinigung) mit Chemikalien nicht ausgeschlossen werden kann.

Vorsicht mit dem heißen Wasser, Verbrühungsgefahr.

Stromführende Teile der Elektrogeräte vor Wasser schützen.

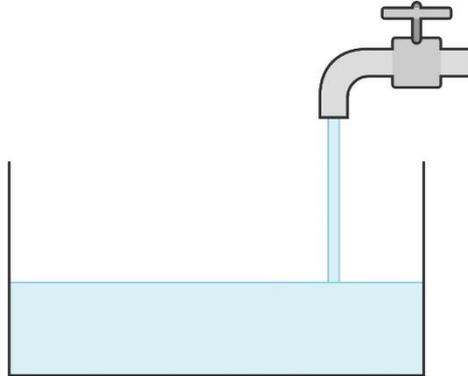
Aufbau:



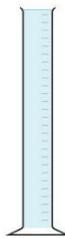
Aufbau und Durchführung:

Versuch a) Wasser bei Raumtemperatur

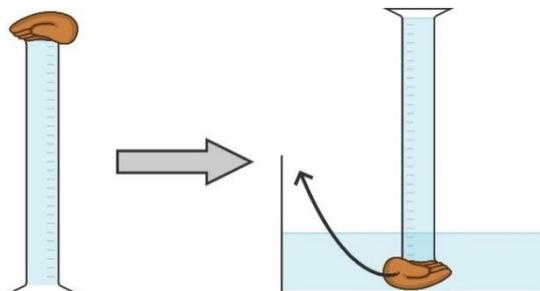
- Fülle die Wanne mit etwas Wasser aus dem Wasserhahn (Schlauch und Schlauchschelle verwenden). Die Wanne sollte etwa zur Hälfte gefüllt sein.



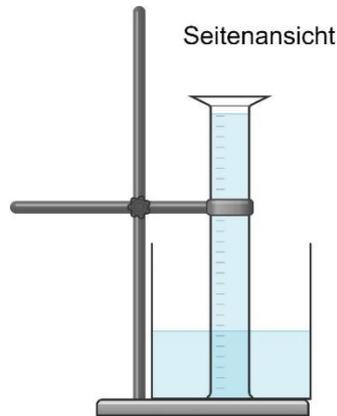
- Fülle den Messzylinder mit Hilfe des Schlauchs ebenfalls bis zum Rand mit Wasser.



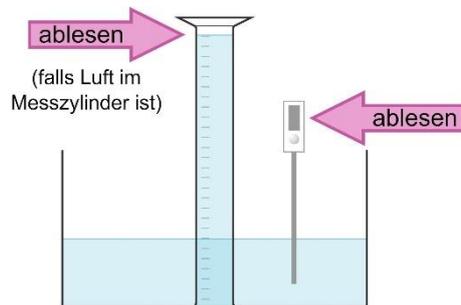
- Verschließe den Messzylinder mit der Hand und drehe ihn um. Tauche ihn in das Wasser der Wanne und ziehe nun die Hand unter Wasser weg.



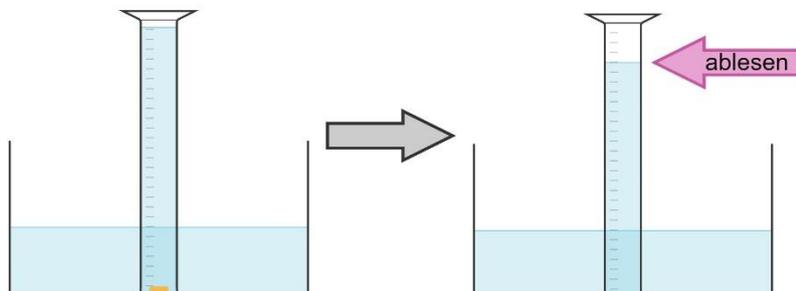
- Sichere den Messzylinder mit Stativ und Klammer gegen Umfallen.



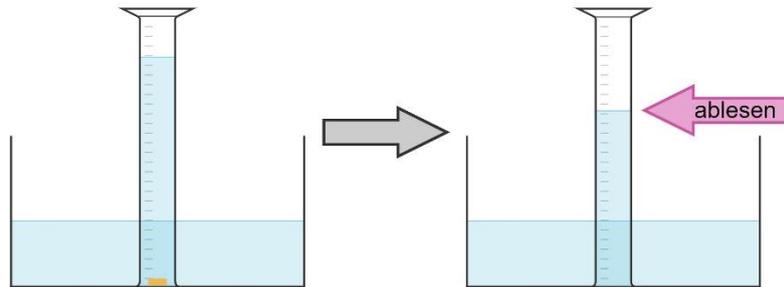
- Bestimme mit einem Digitalthermometer die Temperatur des Wassers und notiere sie über der Tabelle auf Seite 26.
- Notiere außerdem, falls beim Befüllen etwas Luft im Messzylinder geblieben ist. Trage das Volumen der Luft ebenfalls über der Tabelle ein. Falls in dem Bereich keine Striche auf dem Messzylinder sind, musst du das Volumen abschätzen. Falls keine Luft im Messzylinder ist, trage „0 ml“ ein



- Schiebe eine Brausetablette unter den Messzylinder und warte, bis sie sich vollständig aufgelöst hat.
- Lies das Gasvolumen ab und trage es in die erste Tabelle ein.

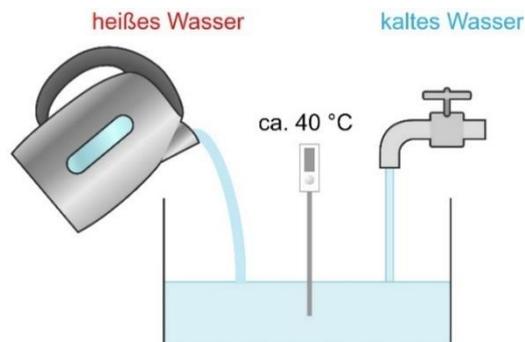


- Schiebe eine zweite Brausetablette unter den Messzylinder.
- Notiere nach dem vollständigen Auflösen wieder das Gasvolumen.

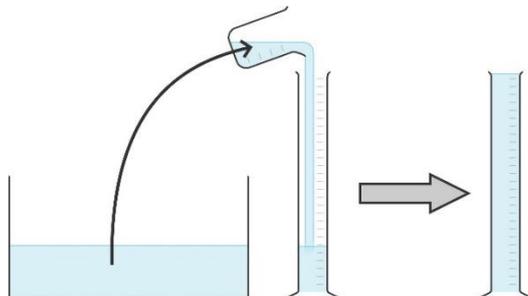


Versuch b) warmes Wasser

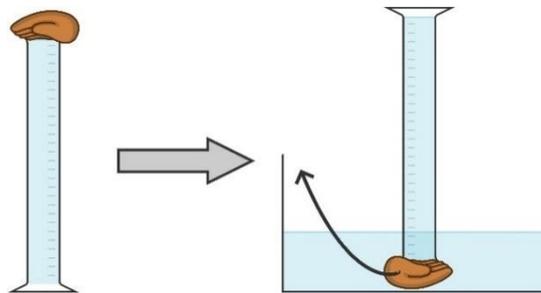
- Fülle die Wanne mit etwas Wasser aus dem Wasserhahn (Schlauch und Schlauchschelle verwenden) und mische heißes Wasser aus dem Wasserkocher dazu. Die Wanne sollte etwa zur Hälfte gefüllt sein.
- Miss die Temperatur. Versuche, auf eine Temperatur von **etwa 40 °C** zu kommen. **Vorsicht: Mache das Wasser nicht zu heiß, da im nächsten Schritt die Hand eingetaucht wird.**



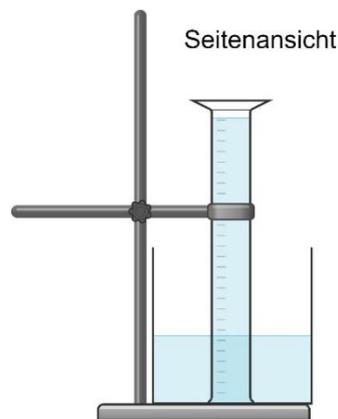
- Fülle den Messzylinder mit Hilfe eines Becherglases bis zum Rand mit warmem Wasser aus der Wanne.



- VerschlieÙe den Messzylinder mit der Hand und drehe ihn um. Tauche ihn in das Wasser der Wanne und ziehe nun die Hand weg. Falls etwas Luft im Messzylinder bleibt, wird dieses Volumen notiert.



- Sichere den Messzylinder mit Stativ und Klammer gegen Umfallen.

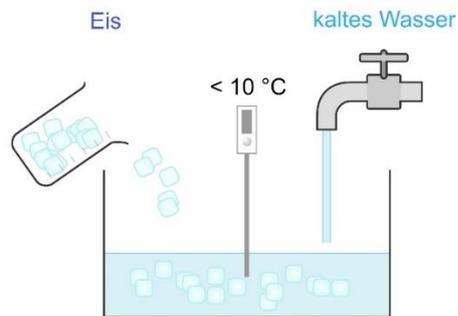


Die weitere Durchföhrung ist wie bei Versuch a):

- Bestimme mit einem Digitalthermometer die Temperatur des Wassers und notiere sie über der Tabelle.
- Schiebe eine Brausetablette unter den Messzylinder und warte, bis sie sich vollständig aufgelöst hat.
- Lies das Gasvolumen ab und trage es in die erste Tabelle ein.
- Schiebe eine zweite Brausetablette unter den Messzylinder.
- Notiere nach dem vollständigen Auflösen wieder das Gasvolumen.

Versuch c) Eisgekühltes Wasser

- Wiederhole den Versuch mit kaltem Wasser.
- Fülle dazu die Wanne mit Wasser aus dem Wasserhahn und mische 2-3 Bechergläser voll Eis dazu.
- Miss die Temperatur. Versuche, unter 10 °C zu kommen.



Die weitere Durchführung ist wie bei Versuch b):

- Fülle den Messzylinder wieder mit Hilfe eines Becherglases bis zum Rand mit dem kalten Wasser aus der Wanne.
- Verschließe den Messzylinder mit der Hand und drehe ihn um. Tauche ihn in das Wasser der Wanne und ziehe nun die Hand weg. Falls etwas Luft im Messzylinder bleibt, wird dieses Volumen notiert.
- Sichere den Messzylinder mit Stativ und Klammer gegen Umfallen.
- Bestimme mit einem Digitalthermometer die Temperatur des Wassers und notiere sie über der Tabelle.
- Schiebe eine Brausetablette unter den Messzylinder und warte, bis sie sich vollständig aufgelöst hat.
- Lies das Gasvolumen ab und trage es in die erste Tabelle ein.
- Schiebe eine zweite Brausetablette unter den Messzylinder.
- Notiere nach dem vollständigen Auflösen wieder das Gasvolumen.

Notiere deine Ergebnisse:

a) Wasser bei Raumtemperatur

Temperatur des Wassers:

Volumen der Luft im Messzylinder vor dem Versuch.....

	Volumen Gas im Messzylinder	Volumen Gas pro Tablette
1. Tablette	(Wert 1)	(Wert 1- Luftvolumen)
2. Tablette	(Wert 2)	(Wert 2 - Wert 1)

b) warmes Wasser

Temperatur des Wassers:

Volumen der Luft im Messzylinder vor dem Versuch.....

	Volumen Gas im Messzylinder	Volumen Gas pro Tablette
1. Tablette	(Wert 1)	(Wert 1- Luftvolumen)
2. Tablette	(Wert 2)	(Wert 2 - Wert 1)

c) eisgekühltes Wasser

Temperatur des Wassers:

Volumen der Luft im Messzylinder vor dem Versuch.....

	Volumen Gas im Messzylinder	Volumen Gas pro Tablette
1. Tablette	(Wert 1)	(Wert 1 - Luftvolumen)
2. Tablette	(Wert 2)	(Wert 2 - Wert 1)

Auswertung:

Vergleicht die im Messzylinder aufgefangenen Gasmengen:

- Wie ändert sich die Gasmenge von der ersten zur zweiten Tablette?
- Wie unterscheiden sich die Gasmengen bei Änderung der Wassertemperatur?
- Versucht, eure Beobachtungen zu erklären.

Fülle den Lückentext aus und nutze folgende Wörter:

mehr, warmem, Kohlenstoffdioxid, CO₂, CO₂, mehr, Gas, kaltem

Wenn man Brausetabletten in Wasser auflöst, entsteht ein

Es heißt und hat die Formel

.....kann sich in Wasser lösen.

Je mehr Kohlenstoffdioxid sich bei der ersten Brausetablette im Wasser löst,

desto..... Kohlenstoffdioxid fangen wir bei der zweiten

Brausetablette im Messzylinder auf.

Die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid ist in Wasser besser

als inWasser.

Je wärmer das Wasser ist, desto..... Kohlenstoffdioxid fangen

wir im Messzylinder auf.

Versuch 3: Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid – Trockeneis und gasförmiges CO₂



Sicherheitshinweise:

Trockeneis ist sehr kalt. Auch hier besteht die Gefahr einer Kaltverbrennung bei Berührung mit der Haut. Auf keinen Fall darf man die Trockeneisstückchen anderen in die Kleidung stecken!

Geräte/Materialien:

- Temperaturfühler
- Teelicht Bechergläser
- Luftballon
- Brausetablettenhülse
- Pipette
- Tiegelfzange
- Stabfeuerzeug

Chemikalien

- Trockeneis
- Spülmittel
- Thymolphthalein
- Natronlauge

Aufgaben zum Trockeneis:

1) Was ist Trockeneis und warum nennt man es so?

2) Miss die Temperatur eines Stückchens Trockeneis mit dem Temperaturfühler und notiere sie.

.....°C

3) Miss jetzt die Temperatur eines Stückchens Eis (gefrorenes Wasser) mit dem Temperaturfühler und notiere sie.

.....°C

- 4) Stoße ein Stück Trockeneis auf einer glatten Oberfläche mit der Tiegelzange an. Beschreibe, wie es sich bewegt. Warum ist das so?

- 5) Stelle ein brennendes Teelicht in ein passendes Becherglas. Lege ein Stück Trockeneis in ein zweites Becherglas. Gieße das Gas aus dem zweiten Becherglas in das mit der Kerze (siehe Abbildung). Achte darauf, dass das Trockeneis nicht herausfällt. Falls die Kerze ausgeht, versuche sie mit dem Stabfeuerzeug wieder anzuzünden.



Beschreibe deine Beobachtungen und versuche sie zu erklären:

- 6) Fülle ein kleines Becherglas etwa zur Hälfte mit Wasser. Wirf nun ein Stückchen Trockeneis hinein. Beschreibe deine Beobachtungen.

- 7) Fülle ein kleines Becherglas mit Wasser und gib ein paar Tropfen Thymolphthalein (ein Säure-Base-Indikator, der farblos in sauren Lösungen und blau in alkalischen/basischen Lösungen ist) hinein. Tropfe nun Natronlauge (**Vorsicht: ätzend!**) hinzu, bis die Lösung sich blau färbt. Wirf nun ein Stückchen Trockeneis hinein. Notiere deine Beobachtungen und versuche, sie zu erklären.
- 8) Fülle ein kleines Becherglas mit Wasser und gib ein paar Tropfen Spüli hinein. Wirf nun ein Stückchen Trockeneis hinein. Notiere deine Beobachtungen und versuche, sie zu erklären. Gib erneut Natronlauge hinzu.

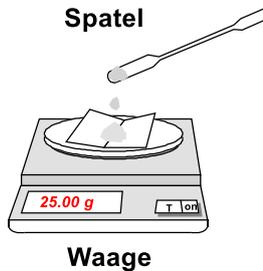
- 9) Zünde ein Teelicht in einem 100 ml-Becherglas an. Fülle etwas CO_2 -Gas aus dem Wassersprudler in ein zweites 100 ml-Becherglas. Gieße das Gas über das Teelicht. Notiere deine Beobachtungen und versuche, sie zu erklären.

- 10) Gib ein kleines Stück Trockeneis in eine leere Brausetablettenhülse und verschließe sie. Stelle die Hülse auf den Tisch (**nicht auf andere Personen richten!**) und warte. Notiere deine Beobachtungen und versuche, sie zu erklären.

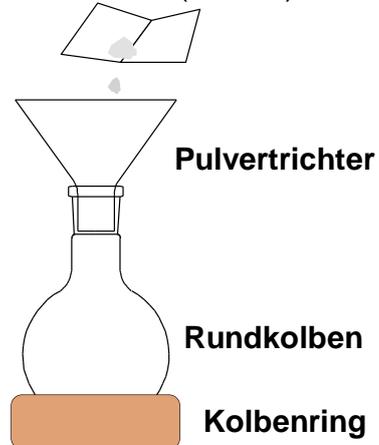
- 11) Gib etwas Trockeneis in einen Luftballon und knote ihn zu. Notiere deine Beobachtungen und versuche, sie zu erklären.

Versuch 4: Die chemische Ampel – gelöster Sauerstoff

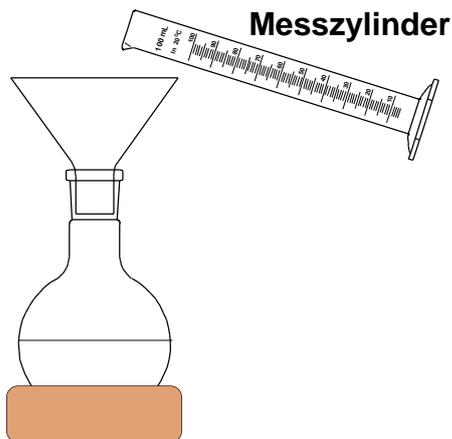
Wiege mit einem Spatel 25 g Glucose (Traubenzucker) auf einem Blatt Papier ab.



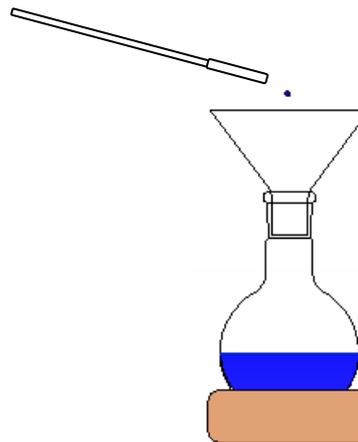
Gib die Glucose über den Trichter in einen Rundkolben (500 ml).



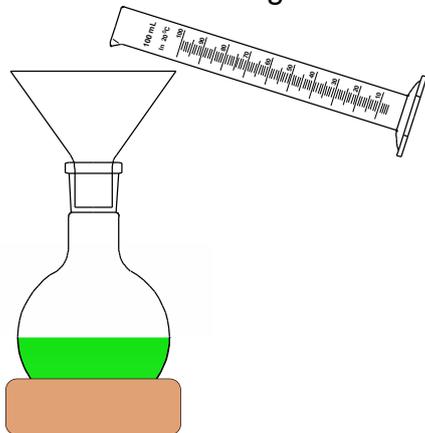
Gib nun mit einem Messzylinder 250 ml destilliertes Wasser hinzu und vermische beides durch Schwenken des Kolbens (oder mithilfe des Magnetrührers).



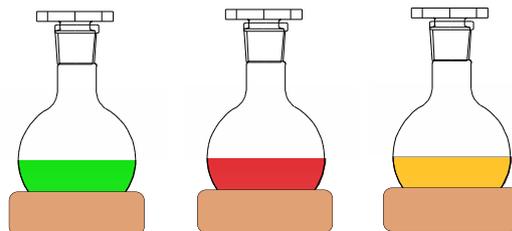
Jetzt wird eine Spatelspitze Indigocarmin hinzugegeben, sodass eine kräftige Farbe entsteht.



Gib nun 50 ml Natronlauge hinzu..



Setze einen Stopfen auf den Kolben und warte, bis sich die Lösung von Grün über Rot zu Gelb verfärbt.



Jetzt kannst du den Kolben schütteln (Stopfen festhalten!) erst ein bisschen, dann kräftig. Beobachte, was passiert!

Erklärung:

Was ist eigentlich Indigocarmin?

Indigocarmin ist ein Farbstoff, der zum Färben von Lebensmitteln benutzt wird. Auch in der Medizin wird er angewendet, um die Nierenfunktion zu testen. Außerdem wirkt er als Säure-Base-Indikator.

Was passiert beim Lösen in Wasser bzw. Lauge?

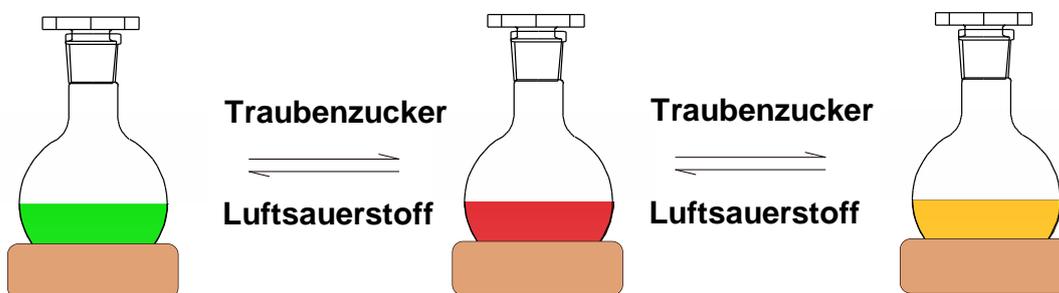
Löst man den Farbstoff in Wasser, färbt er sich blau. Gibt man nun Natronlauge hinzu, färbt sich die Lösung grün (→Indikatorwirkung).

Welche Rolle spielt die Glucose?

Die Glucose reagiert mit dem Farbstoff und wandelt ihn schrittweise von der grünen in die rote Form und von der roten in die gelbe Form um. Die Reaktion mit Glucose ist eine Reduktion.

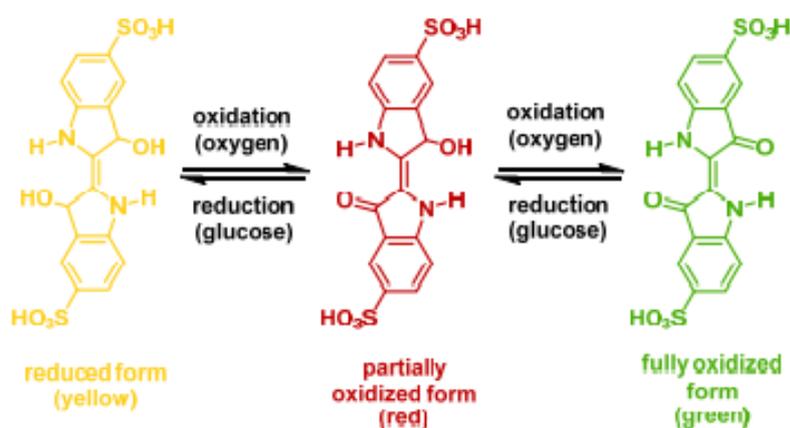
Wieso ändert sich beim Schütteln die Farbe?

Im Kolben ist außer der farbigen Flüssigkeit auch Luft. Schüttelt man den Kolben ein wenig, vermischt sich Luft mit der Flüssigkeit. Der Sauerstoff aus der Luft macht aus der gelben Form durch Oxidation wieder die rote Form. Schüttelt man noch kräftiger, vermischt sich noch mehr Sauerstoff mit der Flüssigkeit und wandelt die rote Form wieder in die grüne Form um. Hört man auf zu schütteln, reduziert die Glucose die grüne zur roten Form und die rote schließlich zur gelben Form.



Indigocarmin ist ein organischer Farbstoff, der z. B. als Lebensmittelfarbstoff, (E132) pH- und Redoxindikator verwendet wird.

Der Redoxfarbstoff Indigocarmin wird durch die alkalische Glucose-Lösung in zwei Stufen reduziert. Es entsteht zunächst ein roter Farbstoff (partiell reduzierte Form) und dann die vollständig reduzierte, gelbe Form des Indigocarmins. Beim Schütteln gelangt Luftsauerstoff in die Lösung und reoxidiert den Farbstoff. Mit wenig Sauerstoff (wackeln des Kolbens) entsteht die partiell oxidierte Form; mit viel Sauerstoff (kräftiges Schütteln) wird der ursprüngliche Oxidationszustand wiederhergestellt. Die Reaktion der Farbstoffe mit Sauerstoff (Oxidation) ist schneller als die Reduktion mit Traubenzucker. Das hat zur Folge, dass die wieder hergestellte Farbe so lange erhalten bleibt, bis der Sauerstoff in der Lösung verbraucht ist. (Die Glucose reduziert den Farbstoff, dieser wird aber immer wieder reoxidiert, so lange Sauerstoff vorhanden ist.) Die Farbe ändert sich erst, wenn die schnelle Rückoxidation nicht mehr stattfinden kann. Diese Reaktion läuft so lange ab, bis der Sauerstoff und schließlich der Traubenzucker verbraucht sind.



•

Gefahrenstoffe				
Name	Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze)			GHS-Symbol
Natronlauge (2 M)	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P330+P331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. P305+P351+P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P308+P310: BEI Exposition oder falls betroffen: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.			
Schutzmaßnahmen				
				
Schutzbrille/Kittel	Schutzhandschuhe	Belüftung	Abzug	Brandschutz

Quellen:

Der Großteil des Skripts (Tag 1 und Tag 2) beruht auf den Materialien zum Experimentiertag „Bestandteile der Luft“ aus dem Programm des Merck-TU Darmstadt-Juniorlabors.

Einige Versuche stammen (modifiziert) aus dem Handbuch „Der Klimawandel: verstehen und handeln. Ein Bildungsprogramm für Schulen der Fakultät für Physik der LMU München:

https://klimawandel-schule.de/materialien/Handbuch/Handbuch_Klimawandel.pdf

Mehr Informationen und Materialien gibt es hier:

<https://klimawandel-schule.de/>

Auch aus dem Schülerskript „HaZweiO – über Klima, Eisberge und Pflanzen“ des NaT-Labs für Schülerinnen und Schüler der Johannes Gutenberg-Universität Mainz wurden Aspekte in modifizierter Form übernommen.

Grafiken wurden mit Biorender.com, chemix.org und Powerpoint erstellt.