www.glaciereducation.com

GlacierXperience

Outdoor - Lab

In Kooperation mit:

Fachdidaktikzentrum CHEMIE

DACHSTEIN SCHLADMING-DACHSTEIN

RVB RAMSAU DACHSTEIN

Einleitung

Herzlich willkommen im Gletscher-Labor!
Wir vom Fachdidaktikzentrum Chemie der Universität Graz werden dich heute im Labor betreuen. Durch das Sponsoring der Dachstein-Seilbahn konntest du gratis auf den Gletscher fahren und gelangst am Ende auch wieder ins Tal. Die Ramsauer Verkehrsbetriebe übernehmen für dich die Maut für die Straße zur Talstation.
Hier noch einige Infos zur Benutzung des Laborbuchs:

Blick in die **Forschung**

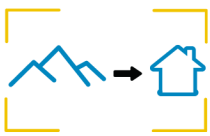
> In diesem Bereich findest du QR-Codes zu Links oder wissenschaftlichen Artikeln. Wenn dich ein Thema interessiert kann du hier weiterlesen. Die Verweise sind dabei mit Schneeflocken gekennzeichnet:

❄ ❄ ❄ **Schwerer Text.** Hierbei handelt es sich meistens um echte wissenschaftliche Publikationen.

❄ ❄ **Mittelschwerer Text.** Es handelt sich hierbei um einfache wissenschaftliche Publikatione oder sonstige vertiefende Texte.

❄ **Leichter Text.** Hierbei handelt sich meistens um Links oder Texte speziell für Schüler:innen.

Hilfreiche **Symbole**



Experimente mit diesem Symbol sind **eher für den Klassenraum geeignet**. Manchmal nimmst du hier auch Proben mit, die du dann im Klassenraum weiter untersuchst.

Inhalt

01 Kochtopf am Berg

02 Druck auf den Ohren

03 Hot Stone, Cold Ice

04 Gletscherwasser

05 Schwarze Löcher im Eis

06 Bakterien im Eis

07 Farbige Steine

08 Windchill

09 Wirkung von Treibhausgasen

Inhalt

10 Gletscher als Kohlenstoffdioxidsenken

11 Speicherung von Kohlenstoffdioxid

Virtuelle Gletscher und Zugang zur digitalen Lernumgang

01

Kochtopf am Berg

Bestimmung des Siedepunkts von kochendem Wasser

Material

- Gaskocher und Gaskartusche
- Topf
- Thermometer
- Höhenmesser
- Wasser

Durchführung

Führe den Versuch im Tal und auf dem Berg durch.

- Bestimme die Siedertemperatur des Wassers indem du es mit dem Gaskocher erhitzt und die Siedetemperatur bestimmst.
- Bestimme die Höhe (z.B. mit der Smartwatch oder der App Phyphox)

Beobachtung

Ort	Höhe	Siedetemperatur

Erklärung

Auf der Bergstation der Dachsteinseilbahn in 2.687 Meter Höhe siedet Wasser bereits bei etwa 91°C und nicht erst bei den gewohnten 100°C. Der Grund dafür ist der geringere Luftdruck in dieser Höhe.
Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck ab. Während auf Meereshöhe ein Druck von etwa 1013 hPa herrscht, beträgt er auf der Dachstein-Bergstation nur noch etwa 730 hPa. Diese Druckverringerung hat direkten Einfluss auf das Siedeverhalten von Wasser.
Wasser siedet, wenn der Dampfdruck der Wassermoleküle den äußeren Luftdruck erreicht. Die Wassermoleküle müssen sozusagen gegen den Luftdruck "ankämpfen", um als Dampfbläschen aufsteigen zu können. Bei geringerem Luftdruck ist dieser Widerstand kleiner, weshalb bereits bei niedrigeren Temperaturen genügend Moleküle die nötige Energie besitzen, um zu verdampfen.

Diese Temperaturverringerung hat konkrete Folgen: Lebensmittel benötigen längere Garzeiten, da das kochende Wasser weniger heiß ist. Getränke wie Tee oder Kaffee erreichen ebenfalls nicht die gewohnte Temperatur, auch wenn das Wasser deutlich sprudelt.

Der niedrigere Siedepunkt ist also eine direkte Folge des reduzierten Luftdrucks in der Höhe und nicht etwa der kälteren Umgebungstemperatur.

Blick in die **Forschung**

Möchtest du mehr über das Phänomen wissen? Hier findest du Infos über kochen auf dem Mount Everest. Ebenso findest du einen Artikel über die Veränderung der Siedetemperatur während eines Sturms.

Link ❄

Der Kochtopf auf dem Mount Everest

Paper ❄ ❄ ❄

Storm Ciarán's effect on the boiling point of water in the southeast of the United Kingdom.

02

Druck auf den Ohren

Veranschauliche den Luftdruck mit einer leeren Flasche

Experiment

- leere Einweg-PET-Flasche

Durchführung

- Öffne die Leere Flasche oben auf dem Berg.
- Verschließe die Flasche wieder und mache ein Foto,
- Steige in die Gondel nach unten und beobachte die Flasche.
- Mache ein weiteres Foto wenn du bei der Talstation bist.

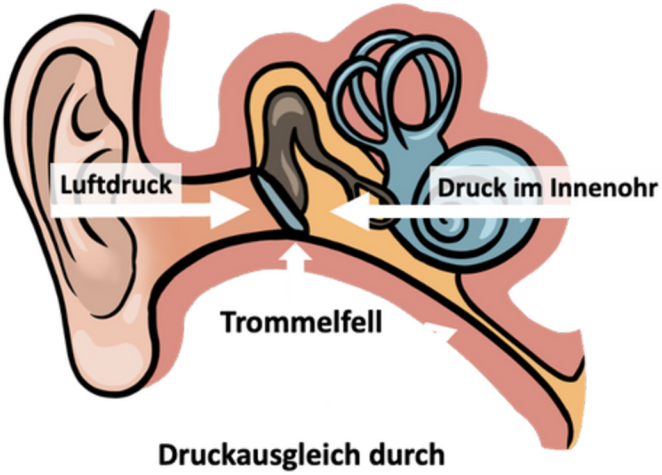
Beobachtung

Erklärung

Auf der Dachstein-Bergstation (2.687 m) herrscht ein Luftdruck von etwa 730 hPa. Wenn eine leere PET-Flasche dort geöffnet und sofort wieder verschlossen wird, befindet sich Luft mit diesem niedrigen Druck in der Flasche.

Während der Fahrt zur Talstation steigt der Außendruck kontinuierlich an – im Tal herrschen etwa 1013 hPa. Die eingeschlossene Luft in der Flasche behält jedoch ihren niedrigen Druck von 730 hPa. Der höhere Außendruck drückt nun stärker auf die Flaschenwände als der niedrigere Innendruck dagegen wirkt. Diese Druckdifferenz führt dazu, dass sich die Flasche zusammenzieht.

Das gleiche Prinzip erklärt auch den Druck auf den Ohren während der Seilbahnfahrt. Im Mittelohr befindet sich Luft mit dem Druck der jeweiligen Höhe. Ändert sich der Außendruck schneller als sich der Druck im Mittelohr anpassen kann, entsteht eine Druckdifferenz am Trommelfell. Dieses wird dann entweder nach innen oder außen gedrückt, was als unangenehmer Ohrendruck wahrgenommen wird.



Druckausgleich durch öffnen der Ohrtrompete

Blick in die **Forschung**

Lerne hier mehr darüber, wie Knochen dir beim Hören helfen. Unter dem Link findest du zudem Forschungs, welche die Prozesse im Ohr erstmals sehr detailiert sichtbar machen kann.

Paper: ❄

How Air and Bones Can Help You to Hear

Hier gibt es einen Beitrag wie Knochen beim Hören helfen.

Link: ❄

Ohr beim Hören „zugeschaut“

Hier gelangst du zu einem Betrag über ein Forschungsprojekt, dass dem Ohr beim hören “zuschaut”.

03

Hot Stone, Cold Ice

Wie wirken sich schwarze und weiße Flächen aus?

Experiment

- Mit Hilfe der Wärmebildkamera schaust du dir die Temperatur von hellen und dunklen Flächen an.
- Mit Hilfe eines Lichtmessers untersuchst du, wie viel Licht helle und dunkle Flächen reflektieren.

Durchführung

Wärmebildkamera:

Lichtmesser:

Beobachtung

Probe/Objekt	Farbe und Oberfläche	Temperatur [°C]	Reflexion [Lux]

Erklärung

Das Albedo beschreibt, wie stark eine Oberfläche das einfallende Sonnenlicht reflektiert. Dieser Wert wird in Prozent angegeben und hat große Auswirkungen auf die Erwärmung von Oberflächen.
Weiße Schneeflächen haben ein sehr hohes Albedo von etwa 80-90%. Sie reflektieren also den Großteil des Sonnenlichts und bleiben dadurch kühl. Der Lichtmesser zeigt eine hohe Reflexion, die Wärmebildkamera niedrige Temperaturen.
Dunkle Gesteine besitzen ein niedriges Albedo von nur 5-15%. Sie absorbieren fast das gesamte Sonnenlicht und wandeln es in Wärme um. Der Lichtmesser zeigt geringe Reflexion, die Wärmebildkamera deutlich höhere Temperaturen als beim Schnee. Dies führt dazu, dass dunkle Steine sich durch die Sonneneinstrahlung stark erwärmen und diese Wärme an den umgebenden Schnee abgegeben, wodurch dieser schmilzt. Der Stein sinkt so langsam in den Schnee ein.

Rund um Felsen entstehen oft Spalten oder trichterförmige Vertiefungen im Schnee oder Eis. Hier wirken mehrere Effekte zusammen:

- Wärmeleitung: Der erwärmte Fels gibt kontinuierlich Wärme an das angrenzende Eis ab
- Wärmestrahlung: Auch ohne direkten Kontakt strahlt der warme Fels Wärme ab, die das Eis zum Schmelzen bringt
- Windzirkulation: Um den Felsen entstehen Luftströmungen, die warme Luft in die Spalten leiten

Diese Albedo-Unterschiede haben große Auswirkungen auf die Gletscherschmelze. Schmutz oder Geröll auf Gletschern verringert das Albedo und beschleunigt das Abschmelzen erheblich.

Blick in die **Forschung**

Hier findest du zwei Artikel zum Thema. Im ersten geht es um den Energiehaushalt der Erde. Der zweite Artikel thematisiert die Auswirkungen schwarzer Flächen in der Arktis und Antarktis.

Paper: ❄

Planetary energy budgets

Hier findest du einen Artikel über den Energiehaushalt der Erde

Paper: ❄

Polar Amplification: Stronger Warming in the Arctic and Antarctic

Hier geht es zu einer wissenschaftlichen Publikation für Schüler:innen über Albedo in der Arktis und Antarkis

04 Gletscherwasser

Leitfähigkeit von Wasser, Eis und Schmelzwasser

Material

- Leitfähigkeitsmessgerät
- Bechergläser

Durchführung

1. Fülle etwas von deiner Probe in ein Becherglas.
2. Schalte das Leitfähigkeitsmessgerät ein und spüle die Sonde mit destilliertem Wasser ab.
3. Halte die Sonde in deine Probe und notiere dir den Wert.
4. Spüle die Sonde danach erneut mit destilliertem Wasser ab.
5. Führe die Schritte für alle Proben durch und notiere die jeweilige Leitfähigkeit.

Beobachtung

Probe	Leitfähigkeit

Erklärung

Die elektrische Leitfähigkeit von Wasser hängt direkt von den darin gelösten Ionen ab. Je mehr Ionen vorhanden sind, desto besser kann das Wasser elektrischen Strom leiten.
Gewöhnliches Wasser enthält immer gelöste Salze und andere Stoffe aus der Umgebung. Beim Durchfließen von Gestein und Boden löst Wasser kontinuierlich Minerale heraus – Calciumionen aus Kalkstein, Natriumionen aus Salzvorkommen, Sulfationen aus Gips und viele andere. Diese Ionen machen das Wasser elektrisch leitfähig.

Beim Gefrieren passiert etwas Bemerkenswertes: Die Wassermoleküle ordnen sich zu einem regelmäßigen Kristallgitter, aber die meisten gelösten Ionen werden dabei "ausgeschlossen" und sammeln sich in winzigen Zwischenräumen oder an Korngrenzen. Da die Ionen im festen Eis nicht mehr frei beweglich sind, sinkt die elektrische Leitfähigkeit drastisch.
Schmelzwasser verhält sich ähnlich wie destilliertes Wasser. Da beim Gefriervorgang die meisten Ionen aus dem Kristallgitter ausgeschlossen wurden, enthält das entstehende Schmelzwasser nur sehr wenige gelöste Stoffe. Erst wenn es wieder über Gestein fließt und neue Minerale aufnimmt, steigt die Leitfähigkeit allmählich an.

Blick in die **Forschung**

Die Leitfähigkeit wird auch zur Bestimmung der Dicke des Permafrosts genutzt. Hier findest du mehr Informationen zum Thema.

Paper: ❄

Leitfähigkeit wird auch zur Bestimmung der Dicke von Permafrost verwendet.

05 Schwarze Löcher im Eis

Analyse von Kryokonit

Experiment

- Du sammelst Kryokonit
- In der Schule filtrierst du deine Probe und trocknest das Kryokonit
- Du bestimmst den organischen und anorganischen Anteil deiner Probe

Durchführung

Sammeln und Trocknen von Kryokonit:

Analyse von Kryokonit:

Beobachtung

Erklärung

Kryokonit ist ein dunkles, staubartiges Material, das sich in kleinen Löchern und Vertiefungen auf Gletscheroberflächen ansammelt. Der Name stammt aus dem Griechischen und bedeutet “Eisstaub”. Kryokonit besteht aus einer Mischung verschiedener Materialien.

Anorganische Bestandteile bilden den Hauptanteil. Dabei handelt es sich um feinen Gesteinsstaub, der durch Wind über weite Strecken transportiert wird. Auf dem Dachsteingletscher stammt dieser Staub hauptsächlich aus dem umgebenden Kalkgebirge – deshalb lässt sich mit dem Salzsäure-Test nachweisen, dass es sich um Kalkstein (Calciumcarbonat) handelt. Die Salzsäure reagiert mit dem Kalk unter Bildung von Kohlendioxid, was durch das charakteristische Aufschäumen sichtbar wird.

Organische Bestandteile machen einen kleineren, aber wichtigen Teil aus. Dazu gehören Pollen, Pflanzenfasern, Bakterien, Algen und andere Mikroorganismen. Diese können durch Verbrennen zerstört werden, wodurch nur die anorganischen Reste übrig bleiben.

Der dunkle Staub wird durch Wind auf die Gletscheroberfläche getragen. Aufgrund seines niedrigen Albedos (geringe Reflexion) erwärmt er sich in der Sonne stark und schmilzt das umliegende Eis. Dadurch entstehen die charakteristischen kleinen Löcher, in denen sich immer mehr Kryokonit ansammelt. Kryokonit beschleunigt das Abschmelzen von Gletschern erheblich, da die dunklen Bereiche mehr Sonnenwärme absorbieren als das helle Eis. Diese positive Rückkopplung verstärkt den Schmelzprozess und macht Kryokonit zu einem wichtigen Faktor beim Gletscherschwund.

Blick in die **Forschung**

> Erfahre mehr über Kryokonit und die dunklen Staubansammlungen auf Gletschern. Aktuelle Forschung beschäftigt sich damit, wie dunkle Flächen die Gletscher schneller zum Schmelzen bringen. Hier geht es vor allem um die mikrobielle Aktivität.

Link: ❄

Mikroben auf dem Eis heizen Gletschern ein

Hier gelangst du zu einem Beitrag auf Scinexx.

Paper: ❄ ❄ ❄

Cryoconite – From minerals and organic matter to bioengineered sediments on glacier's surfaces

Hier geht es zu einer wissenschaftlichen Publikation über Kryokonit.

06

Bakterien im Eis

Analyse der Eisoberfläche

Material

- zweifarbige Dipslides

Durchführung

1. Öffne das Gefäß der Nährbodenstäbchen.
2. Streiche nun mit jeder der beiden oberflächen vorsichtig über das Eis.
3. Verschließe die Dose.
4. Beobachte die Dose in der Klasse.
5. Bitte öffne die Dose nicht mehr!

Entsorgung:
Öffne die Dose im Abzug und fülle sie mit Alkohol oder Spiritus. Warte einige Minuten, danach kannst du sie im Hausmüll entsorgen.

Beobachtung

Erklärung

Auch wenn Gletscher auf den ersten Blick lebensfeindlich wirken, sind sie keineswegs steril. In Schnee, Schmelzwasser, Gletscherschutt oder auf der Eisoberfläche lassen sich Mikroorganismen finden – zum Beispiel Bakterien, Hefen, Schimmelpilze oder Algen. Manche kommen mit den Winden oder über Menschen und Tiere dorthin, andere sind tatsächlich an die extremen Bedingungen angepasst und leben dauerhaft in dieser Umgebung.

Mit dem Nährboden könnt ihr Proben direkt auf dem Gletscher nehmen – etwa von schmutzigem Schnee, Oberflächenwasser, Erde, Moos oder Steinen. Der Nährboden liefert den Mikroorganismen die Nährstoffe, die sie zum Wachsen brauchen. Im Laufe der nächsten Tage werdet ihr beobachten können, wie sich Kolonien bilden – zum Beispiel weiße, gelbe oder grünliche Flecken, Fäden oder Schimmelrasen. Was genau wächst, hängt stark davon ab, was ihr gesammelt habt und wie viele Mikroorganismen darin enthalten waren.

Blick in die **Forschung**

Hier findest du einige Publikationen zu Bakterien im Eis und den sogenannten “Blutschnee”.

Paper: ❄

Cold-Loving Bacteria Can Survive in the Ice

Hier gelangst du zu einem Paper für Schüler:innen

Link: ❄

Naturphänomen Blutschnee

Hier erfährst du auf der Webseite der Universität Innsbruck etwas über Blutschnee.

07

Farbige Steine

Warum sind Steine farbig?

Experiment

In diesem Experiment gehst du der Ursache für die Farbigkeit einiger Steine auf den Grund. Hierzu untersuchst du rote und grüne Steine mit Teststäbchen auf Eisen und Kupfer.

- farbige Steine (hier grün und rot)
- Teststreifen für Eisen
- Teststreifen für Kupfer
- 10%-ige Salzsäure

Durchführung

1. Gib einen Tropfen der Salzsäure auf einen Stein mit Farbe und warte eine Minute.
2. Nimm ein Teststäbchen für Eisen oder Kupfer und gib es mit der Testseite auf den Stein.
3. Warte 60 Sekunden und vergleiche die Farbe dann mit der Farbskala des Tests.
4. Welche Farbe kannst Eisen zuordnen, welche Kupfer?

Beobachtung

Erklärung

Viele Gesteine haben unterschiedliche Farben – manche sind rötlich, andere grünlich oder bläulich. Diese Farben entstehen durch winzige Mengen bestimmter Metalle, die in den Steinen eingebaut sind.

Steine bestehen aus Mineralen, und Minerale sind aus winzigen Bausteinen – den Atomen – aufgebaut. Diese Atome ordnen sich in regelmäßigen, dreidimensionalen Mustern an, die man Kristallgitter nennt. Man kann sich das wie ein dreidimensionales Gerüst vorstellen, ähnlich einem Klettergerüst auf dem Spielplatz, nur viel kleiner und regelmäßiger. In dieses "Gerüst" können sich fremde Atome einbauen – sie ersetzen dann die ursprünglichen Atome an bestimmten Stellen. Diese fremden Atome sind oft Metalle wie Eisen oder Kupfer, und sie verleihen dem Mineral seine charakteristische Farbe.

Eisen ist ein sehr häufiger Farbgeber für rot und brauneFarben in Gesteinen.
Die Farbe entsteht durch Eisen (Eisen(III)-oxid). Dieses kennt man vom alltäglichen Rost und es färbt Gesteine rotbraun bis dunkelrot.
Kupferverbindungen erzeugen oft sehr auffällige grünliche oder bläuliche Farben.
Schon winzigste Mengen dieser Metalle reichen aus, um einem ganzen Gestein eine intensive Farbe zu verleihen. Die Farbe ist deshalb ein wichtiger Hinweis auf die Zusammensetzung von Gesteinen,.

Blick in die **Forschung**

Hier findest du einige Beiträge zur Farbigkeit von Edelsteinen. Besonders bei diesen ist die Farbigkeit auch ein Kaufgrund.

Link: ❄

What Causes the Colour of Gemstones?

Hier gelangst du zu einem Beitrag über die Farbigkeit von Edelsteinen.

Link: ❄ ❄

Funkeln in der Tiefe

Hier geht es zu einer Beitrag auf scinexx.de über die Farbe von Edelsteinen.

08 Windchill

Wie funktioniert ein Gletscherfließ?

Material

- PET-Flasche (noch besser eine Aluminiumdose)
- Thermometer
- Nasses Handtuch oder Küchenrolle

Durchführung

1. Fülle die Flasche oder Dose mit warmen Wasser.
2. Miss die Temperatur mit dem Thermometer.
3. Mache das Handtuch oder die Küchenrolle nass.
4. Lege die Flasche in den Wind und miss immer wieder die Temperatur.

Beobachtung

Messung	Temperatur in °C

Erklärung

Auf einem Gletscher fühlt sich die Kälte oft viel intensiver an, als es die gemessene Temperatur vermuten lässt. Das liegt an zwei physikalischen Effekten: Windchill und Verdunstungskälte.

Der Windchill-Effekt beschreibt, wie Wind die isolierende Luftschicht an Oberflächen – auch an der Haut – wegbläst. Dadurch geht Wärme schneller verloren, und es fühlt sich deutlich kälter an. Gleichzeitig sorgt Verdunstungskälte dafür, dass durch das Verdunsten von Wasser Wärme aus der Umgebung entzogen wird. Besonders interessant: Die Sonne kann diesen Effekt sogar verstärken, weil sie Energie liefert, die die Verdunstung beschleunigt – was wiederum mehr Kälte erzeugt.

Diese Prozesse kann man in einem einfachen Experiment sichtbar machen: Umwickelt man eine Flasche mit feuchtem Stoff und setzt sie Wind oder Sonne aus, sinkt ihre Temperatur spürbar. Am stärksten ist der Effekt, wenn Wind und Sonne gleichzeitig wirken – genau wie auf einem echten Gletscher.

Und genau hier schließen sich die Parallelen zu den Gletschervlies an.
In vielen Alpenregionen werden Gletscher im Sommer teilweise mit hellen, wasserabweisenden Vliesen abgedeckt, um sie vor dem Schmelzen zu schützen. Diese Vliese wirken auf mehreren Ebenen:

- Sie reflektieren Sonnenlicht, wodurch weniger Energie auf das Eis trifft.
- Sie verhindern direkte Verdunstung und Windabkühlung, indem sie die Oberfläche abschirmen.
- Gleichzeitig kann sich unter dem Flies eine leichte Verdunstungsschicht mit kühlendem Effekt bilden – ähnlich wie bei unserem Experiment. Diese kühlt das darunterliegende Eis zusätzlich ab.

Blick in die **Forschung**

Gletschervliese sind ein Versuch die Gletscher vor dem Schmelzen zu bewahren. Der folgende Link und das wissenschaftliche Paper geben dir hier mehr Einblicke.

Link ❄

Hier findet ihr ein Video des Senders “Deutsche Welle” zu den Gletschervliesen

Paper ❄ ❄ ❄

Hier gelangt ihr zu einem wissenschaftlichen Paper über Geotextilien und Gletscher

09

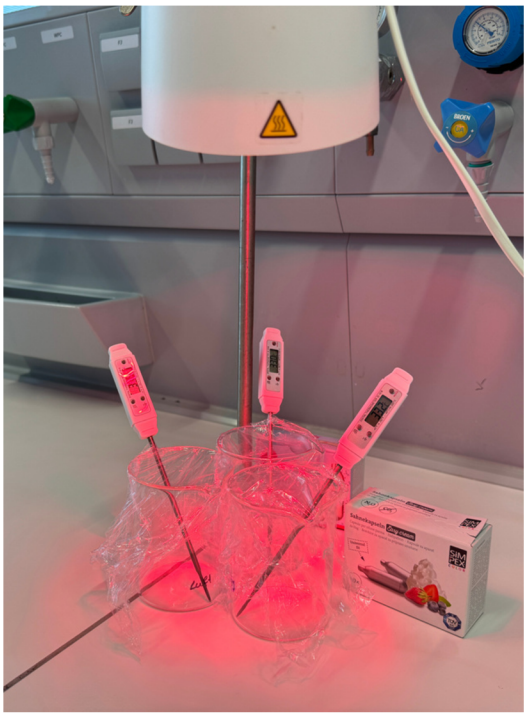
Treibhausgase

Welchen Effekt haben Treibhausgase?

Experiment

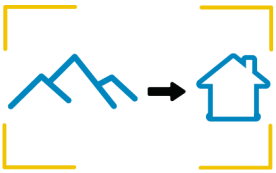
Bei diesem Experiment beobachtest du die unterschiedliche Erwärmung von Atmosphären mit und ohne Kohlenstoffdioxid

- 2 Thermometer
- 2 Bechergläser
- 2 Eiswürfel
- Kohlenstoffdioxid
- Frischhaltefolie
- Sonne



Durchführung

1. Gib in jedes der Bechergläser einen Eiswürfel. Diese sollten möglichst gleich groß sein.
2. Gib in jedes Becherglas ein Thermometer. Achte darauf, dass der Thermometer des Eis nicht berührt.
3. Fülle den Luftraum eines der Gläser mit Kohlenstoffdioxid.
4. Decke beide Gläser mit Folie ab und stelle sie in die Sonne.
5. Beobachte die Temerpatur.



Sollte die Sonne nicht scheinen, könnt ihr den Versuch in der Schule durchführen

Beobachtung

Erklärung

In diesem Experiment simulieren wir im Kleinen, wie Kohlendioxid (CO_2) zur Erwärmung der Atmosphäre beiträgt.

Die Sonne sendet überwiegend kurzwellige Strahlung (sichtbares Licht und nahes Infrarot). Diese kann problemlos durch Glas und durch CO_2 hindurchdringen. Sie trifft auf die Oberfläche im Becherglas und erwärmt dort Wasser, Eis und Glasboden. Die erwärmten Oberflächen senden langwellige Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) zurück. Und genau hier liegt der Unterschied: CO_2-Moleküle können diese langwellige Infrarotstrahlung absorbieren (aufnehmen) und speichern einen Teil der Energie in Form von Schwingungen ihrer Molekülstruktur (Biegeschwingungen der O=C=O-Bindung). Danach geben sie die Energie wieder ab – aber nicht gerichtet, sondern zufällig in alle Richtungen. Ein Teil dieser Wärme wird also zurück ins Glas reflektiert.
Die Wärme bleibt länger im Becherglas eingeschlossen. Das CO_2 wirkt wie eine durchsichtige Wärmedecke. Im Vergleichsglas ohne CO_2 kann ein größerer Anteil dieser Wärmestrahlung einfach durch den Glasrand oder die Folie nach außen entweichen.

CO_2 verhält sich in diesem Experiment weitgehend inert – es reagiert nicht, sondern wirkt rein physikalisch als sogenanntes IR-aktives Molekül.
Das bedeutet: Es kann elektromagnetische Strahlung im infraroten Bereich selektiv absorbieren und emittieren, weil seine Molekülstruktur asymmetrische Schwingungen erlaubt. Andere Gase wie z. B. Stickstoff (N_2) oder Sauerstoff (O_2) können das nicht – sie sind IR-inaktiv.

Blick in die **Forschung**

Hier findest du Informationen zur Rolle von Kohlenstoffdioxid als Klimagas und weitere Einflussfaktoren auf den Klimawandel.

Paper 1 ❄

Hier findest du einen Artikel über die Rolle von Kohlenstoffdioxid als Klimagas.

Paper 2 ❄

Hier findest du einen Artikel über 10 Dinge, die unser Klima beeinflussen.

10

Gletscher als Kohlendioxidsenken

Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser

Experiment

In diesem Experiment veranschaulichst du die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser.

- 0,5 L Einweg-PET-Flasche
- Destilliertes Wasser
- CO_2-Korkenzieher
- iSi-Soda-Kapsel
- Schlauch für Korkenzieher

Durchführung

- Die Einweg-PET-Flasche wird zu einem Drittel mit destilliertem Wasser gefüllt.
- Die Sodakapsel wird in den Korkenzieher geschraubt.
- Mit Hilfe eines Schlauchs wird nun Kohlenstoffdioxid in den Luftraum über dem Wasser gepumpt.
- Die Flasche wird verschlossen und dann geschüttelt.

Beobachtung

Erklärung

CO_2 ist ein Gas, das sich gut in Wasser lösen kann. Beim Schütteln vergrößerst du die Kontaktfläche zwischen Wasser und Gas, wodurch mehr CO_2 ins Wasser übergeht. Dabei wird es nicht nur physikalisch gelöst, sondern reagiert auch chemisch mit dem Wasser zu Kohlensäure (H_2CO_3). Ein Teil des CO_2 verschwindet also aus dem Gasraum in die Flüssigkeit. Weil nun weniger Gas im Luftraum vorhanden ist, sinkt der Druck in der Flasche. Von außen wirkt aber weiterhin der normale Luftdruck auf die Flasche – und da innen nun ein Unterdruck herrscht, wird die Flasche zusammengedrückt. Du kannst also direkt beobachten, wie CO_2 aus der Luft „verschwindet" – zumindest vorübergehend – und in Wasser gebunden wird.

Genau dieser Prozess passiert auch in der Natur – in viel größerem Maßstab. Ozeane, Seen, Flüsse und sogar Regenwasser nehmen ständig CO_2 aus der Atmosphäre auf. Die Weltmeere sind daher eine der größten sogenannten CO_2-Senken der Erde: Sie speichern große Mengen Kohlenstoff, der sonst zur Erwärmung der Atmosphäre beitragen würde. Allerdings ist dieser Prozess empfindlich. Wird zu viel CO_2 aufgenommen, sinkt der pH-Wert des Wassers – es wird saurer. Das kann langfristig empfindliche Ökosysteme schädigen, etwa Korallenriffe oder planktonische Organismen, die eine wichtige Rolle im marinen Nahrungsnetz spielen.

Blick in die **Forschung**

Die Speicherung von Kohlenstoffdioxid in Wasser ist ein wichtiger Prozess. Hier findest du zum einen einen Beitrag darüber, welche Bedeutung Ozeane hier haben. Der zweite Link informiert dich über Gletscher als Speicher für Kohlenstoffdioxid.

Paper: ❄

Klimaretter Ozean?
Wie das Meer (noch) mehr Kohlendioxid aufnehmen soll

Hier gelangst du zur Zeitschrift World Ocean Review mit jeder Mege Artikel zur Rolle der Ozeane im Klimawande.

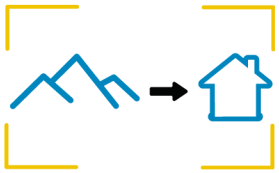
Link: ❄

Melting Glaciers Are Helping Capture Carbon

Hier geht es zu einem Beitrag, wie schmelzende Gletscher Kohlenstoffdioxid speichern können.

11

Speicherung von Kohlenstoffdioxid



Experimente zu Carbon Capture and Storage (CCS)

Experiment

In diesem Experiment veranschaulichst du die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser.

Durchführung

Führe das Experiment einmal mit kaltem Wasser und einmal mit warmen Wasser durch. Du findest die Versuchsanleitung hier:

Beobachtung

Erklärung

Zunächst löst sich das CO_2 aus dem Gasraum im Wasser und bildet Kohlensäure. Diese reagiert mit den Mineralien im Basaltgestein – vor allem mit Calcium-, Magnesium- und Eisenverbindungen. Dabei entstehen Hydrogencarbonat-Ionen, die das CO_2 nun chemisch gebunden in der Flüssigkeit halten. Der CO_2-Gehalt in der Luft der Flasche sinkt, der Innendruck fällt ab – und die Flasche wird durch den äußeren Luftdruck zusammengedrückt. Die sichtbare Verformung ist also ein indirekter Nachweis dafür, dass CO_2 im Inneren „verschwunden" ist.

Dieses Prinzip wird auch in der realen Welt genutzt: In bestimmten Regionen – etwa in Island oder im Oman – wird CO_2 aus Industrieanlagen aufgefangen, in Wasser gelöst und tief in poröses vulkanisches Gestein wie Basalt gepresst. Dort reagieren die Mineralien über längere Zeit mit dem gelösten CO_2 und wandeln es schließlich in feste Karbonate wie Kalkstein um. So wird aus einem unsichtbaren Klimagas ein fester Bestandteil des Gesteins. Dieser Prozess ist unter dem Begriff Carbon Capture and Storage (CCS) bekannt – in diesem Fall in Form von Carbon Mineralization, also der Umwandlung von CO_2 in „Stein".

In unserem Schulversuch läuft dieser Prozess allerdings nicht vollständig ab. Unter den einfachen Bedingungen in der PET-Flasche – bei Raumtemperatur und ohne hohen Druck – endet die Reaktion meist bei der Bildung von Hydrogencarbonat. Das CO_2 ist damit zwar gebunden, aber noch nicht dauerhaft im Gestein gespeichert. Dennoch zeigt das Experiment anschaulich, wie CO_2 durch natürliche Prozesse entfernt und gespeichert werden kann – und wie geologische Materialien wie Basalt dabei helfen können, den CO_2-Gehalt der Atmosphäre langfristig zu senken.

Blick in die **Forschung**

Die Speicherung von Kohlenstoffdioxid in Wasser ist ein wichtiger Prozess. Hier findest du zum einen einen Beitrag darüber, welche Bedeutung Ozeane hier haben. Der zweite Link informiert dich über Gletscher als Speicher für Kohlenstoffdioxid.

Paper: ❄

Turning Carbon Dioxide into rock

Hier findest du einen Artikel über die Speicherung von Kohlenstoffdioxid in Basalt

Link: ❄

How much Carbon is locked in a tree?

Hier geht's zu einem Aritkel über die Menge an gespeichertem Kohlenstoffdioxid in Bäumen

Virtuelle Gletscher

Xpedition

Karte der Stationen

GlacierXperience

Future Lab

Scanne die QR-Codes und wandere virtuell auf dem Gletscher.

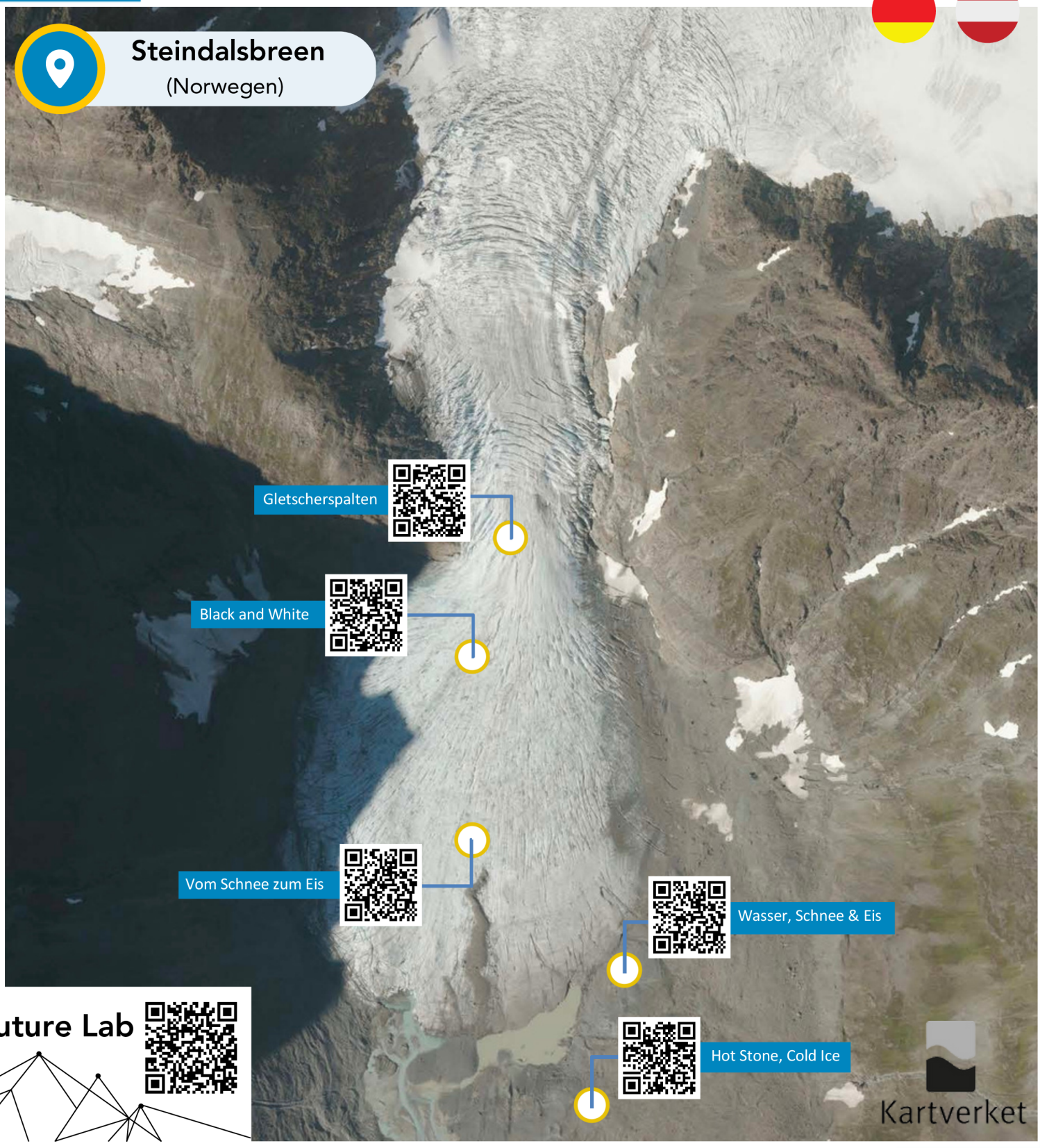
Co-funded by the European Union

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der OeAD-GmbH wider. Weder die Europäische Union noch die

Xpedition

Karte der Stationen

GlacierXperience



Scanne die QR-Codes und wandere virtuell auf dem Gletscher.

Co-funded by the European Union

Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der OeAD-GmbH wider. Weder die Europäische Union noch die

EUROPEAN RESEARCHERS' NIGHT
Life is Science
IN A WORLD TURNED UPSIDE DOWN
26.9. 2025
FREIER EINTRITT
Dieses European Researchers' Night Projekt wird von der Europäischen Kommission unter HORIZON EUROPE im Rahmen der Marie Skłodowska Curie-Maßnahmen finanziert. GA Nr. 101162383.
www.lifeisscience.at

GlacierLab 2025

www.glaciereducation.com

life is science EUROPEAN RESEARCHERS' NIGHT

Dieses European Researchers' Night Projekt wird von der Europäischen Kommission unter HORIZON EUROPE im Rahmen der Marie Skłodowska Curie-Maßnahmen finanziert. GA Nr. 101162383.