

## Auf der Suche nach einer zweiten Erde

In Bezug auf den Beitrag „Barnards Pfeilstern umkreisen vier Planeten“ in der Zeitschrift »Sterne und Weltraum«, Rubrik: Nachrichten, S. 12, Zielgruppe: Mittelstufe, WIS-ID: 1571296

Natalie Fischer

Die Erde ist ein einzigartiger Ort, denn sie ist unser Heimatplanet. Obwohl wir schon über 5000 sogenannter extrasolarer Planeten (Exoplaneten) in fremden Sonnensystemen entdeckt haben, kennen wir zur Zeit keinen zweiten Planeten, der nur annähernd die Klima- und Umweltbedingungen erfüllt, die wir Menschen zum Leben brauchen. In diesem WIS-Beitrag werden passende Aktivitäten wie Versuche, Schätzungen und Berechnungen rund um diesen Themenkomplex vorgestellt, die man zum Beispiel in Form von Stationsarbeit durchführen kann.

| Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| Astronomie                          | <a href="#">Sterne</a> , <a href="#">Sonne</a> , <a href="#">Planeten</a> , <a href="#">Stellare habitable Zone</a> , <a href="#">Leuchtkraft</a> , <a href="#">Atmosphäre</a> , |  |
| Physik                              | Allgemein, Optik, Geophysik, Thermodynamik,  | <a href="#">Strahlung</a> , <a href="#">Absorption</a> , <a href="#">Albedo</a> , <a href="#">Temperatur</a> , <a href="#">Einfallsinkel</a> , <a href="#">Isolierung</a> , <a href="#">Treibhausgas</a> , <a href="#">Treibhauseffekt</a> |
| Fächerverknüpfung                   | <a href="#">Astro-Mathematik</a> , Astro-Chemie, Astro-Biologie, <a href="#">Astro-Kunst</a>   | <a href="#">Maßstab</a> , <a href="#">abiotische Umweltfaktoren</a> , <a href="#">Umwelteigenschaften</a> , <a href="#">Wasser auf der Erde</a>  |
| Lehre allgemein                     | Kompetenzen (Wissen und Erkenntnis), Unterrichtsmittel, Lehr- und Sozialform   | Erkenntnisgewinnung, <a href="#">Modelle bauen</a> , <a href="#">Gruppenarbeit</a> ,   |

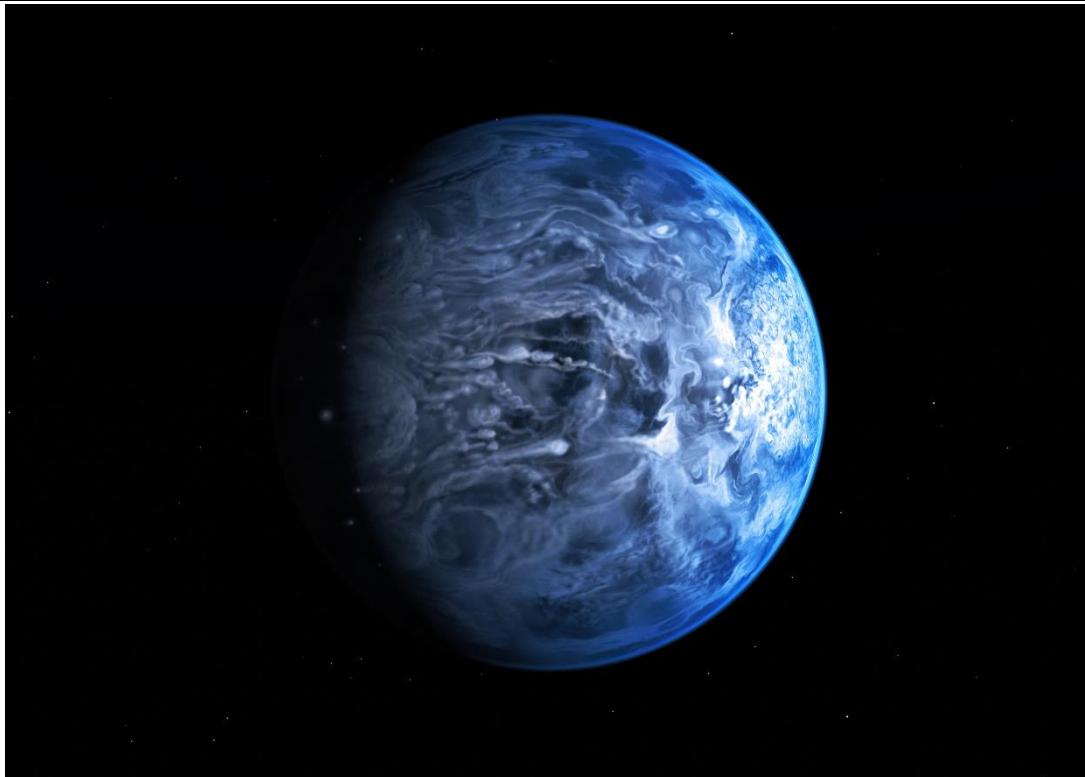


Abbildung 1: So könnte eine zweite Erde aussehen. (Künstlerische Darstellung)  
Bild: ESA/Hubble, NASA, ESA, M. Kornmesser, <https://esahubble.org/images/heic1312a/> CC BY 4.0)

## Einführung (Plenum)

Die globalen Umwelteigenschaften der Erde haben sich im Laufe ihrer Existenz immer wieder verändert. Aber auch lokal unterscheiden sich die Umwelteigenschaften unseres Planeten teilweise gewaltig. Wir betrachten in diesem WIS-Beitrag die sogenannten **abiotischen Umweltfaktoren**. Als abiotisch (griech. „nichtlebend“) werden die Umweltfaktoren zusammengefasst, an denen Lebewesen nicht erkennbar beteiligt sind. Sie umfassen unter anderem **Klima, Atmosphäre, Wasser, Temperatur, Licht, Strömung, Salinität, Konzentration an Nährsalzen und anderen chemischen Stoffen**. Sie stellen somit alle nicht-belebten Interaktionspartner in einem Ökosystem dar. [1] Dazu kommen äußere Faktoren wie **Gravitation, Magnetfeld, Strahlung, Monde, Beschaffenheit des Planeten** (Gas- oder Gestein), **Sterneigenschaften, Bahneigenschaften**, usw.

Schauen wir uns als Vorbereitung auf die Stationsarbeit die Erde zum jetzigen Zeitpunkt einmal genauer mit unseren Schülerinnen und Schülern an: Was genau macht die Erde im Hinblick auf diese Faktoren zu diesem besonderen und lebenswerten Ort? Was könnten die Ursachen dafür sein?

Lassen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler recherchieren.

Hier ein paar mögliche Aspekte:

- Die Erde umkreist einen ruhigen Stern, die Sonne → Keine plötzlichen und womöglich lebensgefährlichen Strahlungs- und Temperaturschwankungen
- Die Erde hat flüssiges Wasser → Der Abstand der Erde von der Sonne liegt in der sogenannten habitablen Zone
- Die Erde hat eine Atmosphäre → Keine extremen Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht (wie beim Planeten Merkur)
- Die Erde ist ein Gesteinsplanet und hat daher eine festen Oberfläche → Einfache Fortbewegung auf der Erde (z. B. Laufen) möglich, anders als bei Gasplaneten
- Die Erde hat große zusammenhängende Wasserreservoirs, sowohl unterirdisch (z. B. Grundwasser) als auch oberirdisch (z. B. Ozeane) → Wasser ist die Grundlage allen Lebens, Klimarelevanz
- Die Masse der Erde und damit ihre Anziehungskraft ist genau richtig → Halten einer ausreichend dichten Atmosphäre (anders als beim Planeten Mars) und ermöglichen von ermüdungsarmer Bewegung auf ihrer Oberfläche
- Die Atmosphäre enthält Sauerstoff → Ermöglicht das Atmen
- Die Atmosphäre enthält Kohlendioxid → Der dadurch stattfindende Treibhauseffekt erhöht die Durchschnittstemperatur der Erde von -18 Grad auf +14 Grad
- Die Erde hat ein Magnetfeld → Schutz vor gesundheitsschädlichen hochenergetischen Teilchen des Sonnenwindes
- Unser Sonnensystem liegt am Rande eines Milchstraßenarmes und weit entfernt vom Milchstraßenzentrum → Schutz vor den schädlichen Einflüssen anderer Sterne (Strahlungsausbrüche, Supernovae, usw.)
- Die Erde hat einen Mond → Stabilisierung der Erdrotation
- ...

## Stationen (Gruppen oder einzelne Personen)

### Station 1: Die habitable Zone um einen Stern (1 Aktivität)

#### Fachlicher Hintergrund

Die Astronomen haben eine sogenannte habitable d.h. bewohnbare Zone um einen Stern definiert, innerhalb der ein Planet nach unserem Kenntnisstand flüssiges Wasser besitzen kann und damit Chancen auf Existenz von Leben besitzt.

Ihr Abstand zum Zentralstern lässt sich berechnen zu:

$$d[AE] = \sqrt{\frac{L_{\text{Stern}}}{L_{\text{Sonne}}}}$$

|                    |   |
|--------------------|---|
| $d[AE]$            | Durchschnittsabstand in der Einheit AE = Astronomische Einheit = Abstand Sonne-Erde |
| $L_{\text{Stern}}$ | bolometrische (= gesamte Strahlung) Leuchtkraft des Sterns                          |
| $L_{\text{Sonne}}$ | bolometrische Leuchtkraft der Sonne   |

An der Gleichung kann man erkennen, dass als Ausgangspunkt für diese Abschätzung die Situation in unserem Sonnensystem zugrunde gelegt wird, denn dort gibt es offensichtlich auf einem Planeten in der habitablen Zone flüssiges Wasser und Leben, eben die Erde bei  $d = 1$  AE. Alle anderen Sterne, um die Exoplaneten entdeckt wurden, werden also in ihrer Leuchtkraft zu unserer Sonne in Relation gesetzt. Hätte ein Stern z. B. die vierfache Leuchtkraft der Sonne, so läge die Mitte der um ihn liegenden habitablen Zone in einer Entfernung von 2 AE (in unserem Sonnensystem entspräche dies einer Region zwischen der Mars- und der Jupiterbahn).

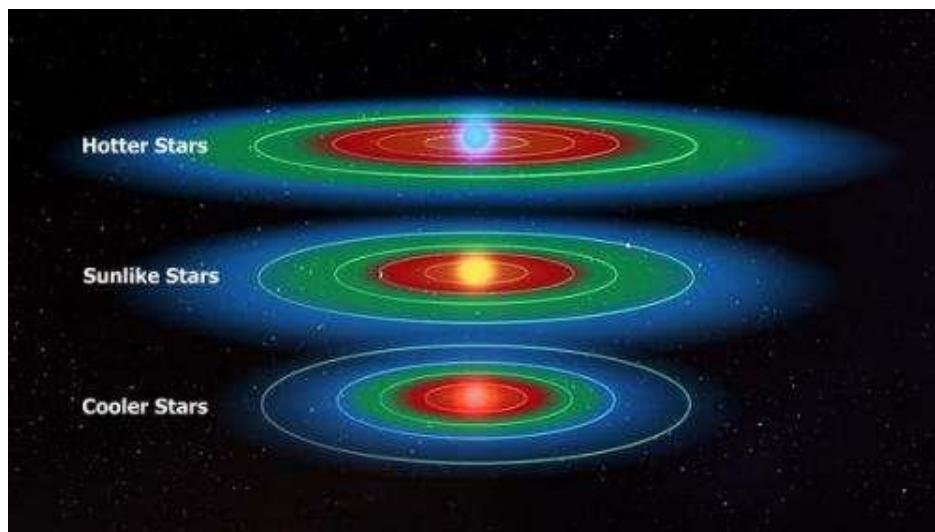


Abbildung 2: Je nach Temperatur und der damit einhergehenden Leuchtkraft eines Sternes befindet sich die habitable Zone (grüner Bereich) weiter außen (Hotter Stars, oben) oder weiter innen (Cooler Stars, unten) im Vergleich zu ihrer Lage bei der Sonne (Sunlike Stars, Mitte). Bild: NASA, Kepler

Da das Rückstrahlvermögen eines Planeten (Albedo) und die Zusammensetzung der Atmosphäre bei anderen Planeten durchaus anders sein kann als bei der Erde, hat diese Zone eine Ausdehnung weiter hin und weiter weg vom Stern. Hier gibt es je nach verwendetem Rechenmodell unterschiedliche innere und äußere Grenzen der habitablen Zone, die von 0,725 AE bis 3 AE reichen. In der Literatur findet man zurzeit als Grenzen vor allem  $r_{\text{innen}} = 0,87$  AE und  $r_{\text{außen}} = 1,2$  AE genannt.

Schauen wir uns die Lage der habitablen Zone innerhalb unseres Sonnensystems einmal genauer an, so sehen wir, dass sich die Erde inmitten der habitablen Zone befindet.

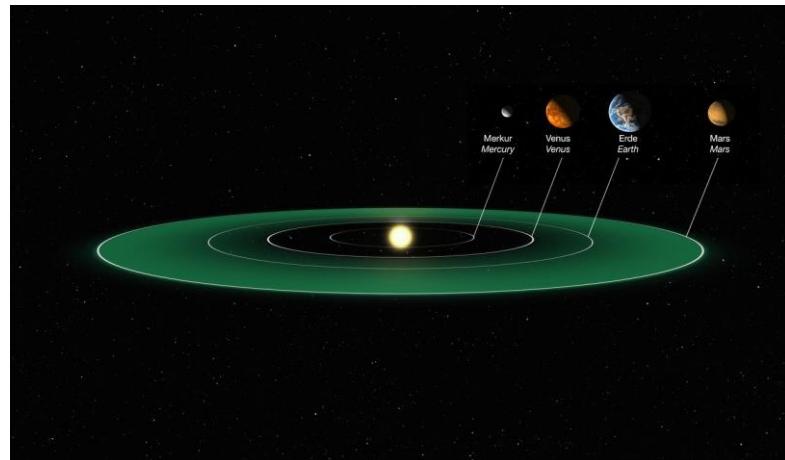


Abbildung 3: Die Lage der inneren Planeten unseres Sonnensystems bezüglich der habitablen Zone. Je nach Modell ist die habitable Zone mal weiter, mal schmäler. Bild: ESO/M. Kornmesser (CC BY 4.0)

Mars und Venus liegen in Abbildung 3 jeweils am Rand der Zone, Merkur und die anderen Planeten außerhalb. Auf keinem von ihnen wurde bisher flüssiges Wasser gefunden, sie sind entweder viel zu heiß oder viel zu kalt. Mars konnte sein flüssiges Wasser, das er einmal besessen haben muss, nicht halten, da seine Masse und somit seine Anziehungskraft zu gering ist, um den Wasserdampf langfristig festzuhalten. Die mangelnde Anziehungskraft ist auch der Grund, warum seine Atmosphäre so dünn ist.

Damit die Schülerinnen und Schüler eine Idee davon bekommen, wie sich diese Zonen in Abhängigkeit von der Leuchtkraft der Sterne verschieben, haben wir vom Haus der Astronomie für die Mitmachausstellung Explore Science 2024 ein passendes Modell gebaut: Auf drei Holzplatten wurden in passenden Abständen Bilder der Planeten unseres Sonnensystems gemalt, sowie jeweils ein Stern. Die erste Latte erhielt einen Stern mit der Leuchtkraft der Sonne, die zweite einen Stern mit der vierfachen Leuchtkraft der Sonne. Die Leuchtkraft des dritten Sterns lag bei einem Viertel der Sonnenleuchtkraft (siehe Abbildung 4).

Da die Latten für eine durchweg maßstabsgetreue Darstellung der Planetengrößen und ihrer Abstände natürlich viel zu klein waren, wurde ein Kompromiss notwendig. Drei unterschiedliche Maßstäbe wurden gewählt: für die Planetengrößen, für die Abstände vom Stern bis zum Jupiter und für die Abstände zwischen Saturn bis zum Neptun. Auch die Sterne erhielten mit Absicht ihre größtmögliche und damit einheitliche Größe.

Die Latten wurden sowohl auf der Vorderseite wie auf der Rückseite gleich gestaltet. Passend zur Leuchtkraft des jeweiligen Sterns wurden jedoch auf der Rückseite die jeweiligen habitablen Zonen in grün markiert. Als Grenzen hatten wir uns beim Sonnensystem damals für 0,8 AE und 1,2 AE entschieden (siehe Abbildung 5).

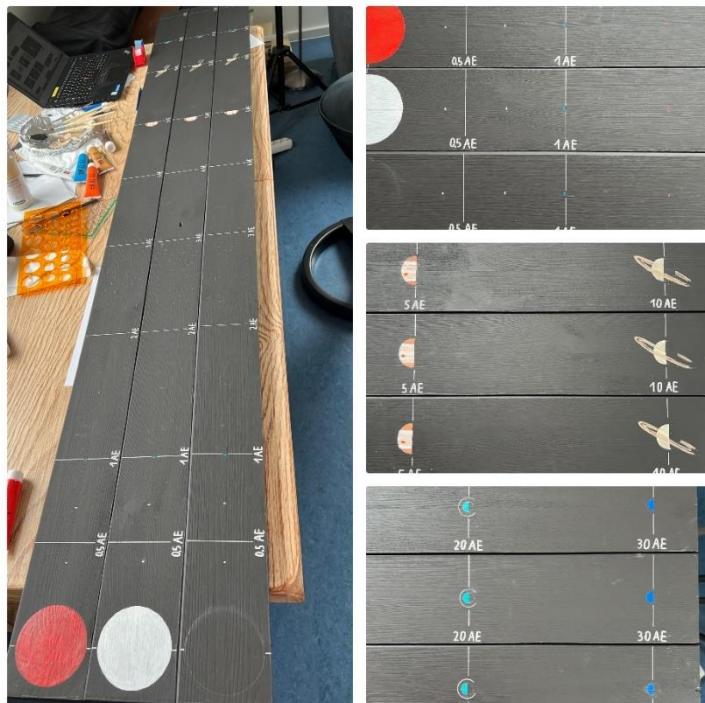


Abbildung 4: „Entstehung“ der Sonnensystemplatten mit drei unterschiedlich hellen Sternen (auf der unteren Latte fehlt noch die Sonne). Damit das Sonnensystem auf eine zwei Meter lange Latte passt, wurde für die Abstände der Planeten Saturn, Uranus und Neptun der Maßstab verändert.  
Bild: Natalie Fischer

## Aktivität „Die Lage und Ausdehnung der habitablen Zone schätzen oder berechnen“

**Material:** Sonnensystemlatten mit drei unterschiedlich heißen Sternen, Kärtchen mit den Namen der Planeten unseres Sonnensystems, zwei Pfeile

**Durchführung:** Vor den Schülerinnen und Schülern liegen die drei Sonnensystemlatten hintereinander auf einem Tisch. Sie zeigen jeweils unser Sonnensystem mit einem unterschiedlichen Stern als Zentralgestirn, deren Leuchtkraft von  $1/4 - 1 - 4$ -fachem der Sonnenleuchtkraft variiert.

In einem ersten Schritt identifizieren die Schülerinnen und Schüler zunächst die Planeten unseres Sonnensystems, indem sie die entsprechenden Namenskärtchen unter die Planeten legen.

Nun sollen sie zunächst mit Hilfe von zwei Pfeilen die Lage bzw. die innere und äußere Grenze der habitablen Zone bei dem Sonnensystem mit dem sonnenähnlichen Stern markieren. Zur Überprüfung wird einfach Latte so gekippt, dass ihre Rückseite nun oben liegt. Welche Planeten befinden sich in der habitablen Zone?

Die Schülerinnen und Schüler wiederholen diese Aufgabe nun mit dem kühleren und dann mit dem heißeren Stern. Auch hier erfolgt die Lösung durch Umklappen der jeweiligen Leiste.

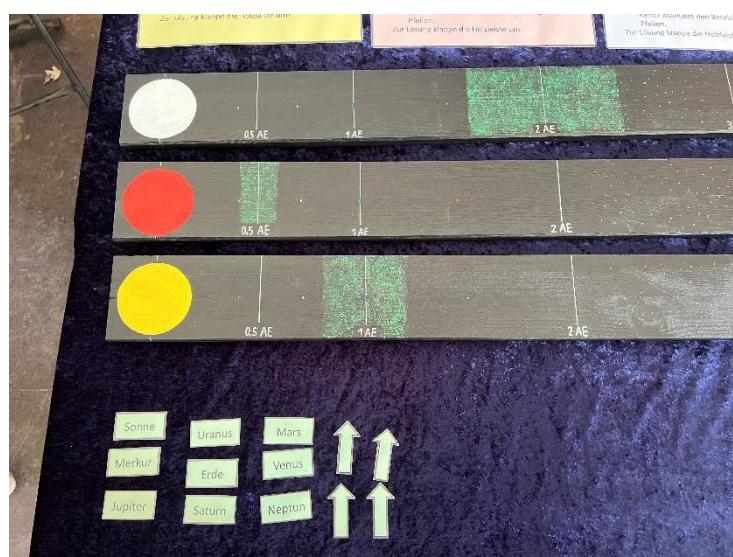


Abbildung 5: Je nach Temperatur und damit Leuchtkraft verschiebt sich die habitable Zone innerhalb des Sonnensystems. Bild: Natalie Fischer

Beim Vergleich aller drei Sternsysteme zeigt sich: Je heißer der Stern, desto weiter schiebt sich die habitable Zone nach außen.

Alternative Durchführung: Die Schülerinnen und Schüler berechnen die Lage der jeweiligen habitablen Zone nach obiger Gleichung.

## Station 2: Die Temperatur auf einem Planeten (5 Aktivitäten)

### Fachlicher Hintergrund

Die Sonne strahlt Licht und Wärmestrahlung ins Weltall. Ein Teil davon trifft auf Planeten. Wie warm ein Planet durch diese Bestrahlung tatsächlich wird, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, die sich gegenseitig verstärken oder auch aufheben können. Die Lage in der habitablen Zone allein ist nicht ausreichend für lebensfreundliche Temperaturen. Beispiel: Ohne das Treibhausgas Kohlendioxid hätte die Erdoberfläche eine Temperatur von -18 Grad. Mit der derzeitigen Konzentration an Kohlendioxid sind es +14 Grad und steigend...

Folgenden Faktoren können die Temperatur auf einem Himmelskörper beeinflussen:

### 1. Versuch „Abstand des Planeten von seinem Stern“

Je weiter ein Himmelskörper von seinem Zentralstern entfernt ist, desto weniger Licht und Wärme erhält er.

Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler: Sitzen am Lagerfeuer, Abstand von einem Heizkörper, etc.

Blick ins Sonnensystem: Die inneren Planeten sind wärmer als die äußeren.

**Material:** 1 Infrarotlampe, zwei Trinkgläser mit Wasser, 1 Thermometer

**Durchführung:** Vor eine Infrarotlampe wird ein Glas mit Wasser ganz nah und ein identisches Glas mit Wasser weiter entfernt aufgestellt. Nach einigen Minuten wird die Wassertemperatur mit einem Thermometer gemessen.

**Ergebnis:** Je näher das Glas mit Wasser an der Lampe steht, desto wärmer ist das Wasser.

### 2. Versuch „Rückstrahlvermögen der Planetenoberfläche (Albedo)“

Trifft Licht auf eine dunkle Oberfläche, so wird diese stärker erwärmt als wenn es auf eine weiße Oberfläche trifft. Dunkle Flächen absorbieren das Licht also stärker als helle Flächen.

Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler: helle und dunkle Kleidung im Sommer, dunkle Sitze im Auto, heißer Sandboden am Sommerstrand, Heißwasser-Kollektoren.

Sonnensystem: Eismond Europa

**Material:** 1 Holzkiste, weiße und schwarze Pappe, Infrarotlampe

**Durchführung:** Der Boden einer Holzkiste wird auf der einen Hälfte mit weißer Pappe und auf der anderen Hälfte mit schwarzer Pappe ausgelegt oder beklebt und dann um 90 Grad gekippt (der Boden ist nun senkrecht). Die Schülerinnen und Schüler vergewissern sich durch Berühren beider Flächen, dass diese zu Beginn des Versuchs die gleiche Temperatur haben. Nun werden beide Flächen gleichzeitig von einer Infrarotlampe bestrahlt. Nach kurzer Zeit wird die Lampe ausgeschaltet und die Flächen erneut berührt.



Abbildung 6: Der Boden einer Kiste ist mit weißem und dunklem Papier ausgelegt. Welches wird bei der Bestrahlung mit Wärmestrahlung wärmer?  
Bild: Natalie Fischer

**Ergebnis:** Vor der Lichteinstrahlung sind beide Flächen gleich kühl, doch schon nach ca. 20 Sekunden Lichteinstrahlung fühlt sich die dunkle Seite deutlich wärmer an als die weiße Fläche. (Hinweis: Da sich die Flächen schon nach wenigen Minuten abkühlen, kann der derselbe Aufbau ohne viel Wartezeit mehrfach hintereinander genutzt werden.)

### 3. Versuch „Einfallswinkel der Strahlung“

Senkrecht einfallendes Licht erwärmt eine Oberfläche stärker als schräg einfallendes Licht.

Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler: Unterschiedliche Wärmewirkung der Sonne am Mittag im Vergleich zum Morgen oder Abend, Wechsel der Jahreszeiten, unterschiedliche Temperaturen am Äquator (fast immer senkrecht einfallendes Licht) und an den Polen (immer schräg einfallendes Licht)

Sonnensystem: Klimazonen der Erde

**Material:** 2 offene Holzkisten, 2 Infrarotlampen, 1 Schraubzwinge, 2 Untertassen, Holzspieß, etwas Margarine gegebenenfalls in einem Kühlbehälter, 1 Messer, 1 Rolle Klopapier

**Durchführung:** In einer offenen Holzkiste wird eine Infrarotlampe so verbaut, dass ihr Licht senkrecht auf eine dort am Boden stehende Untertasse fällt. In einer zweiten Kiste fällt das Licht

schräg auf den dortigen Teller. Mit einem Messstäbchen wird überprüft, dass beide Lampen denselben Abstand von der jeweiligen Tellermitte haben.

Um diesen Versuch ohne viel Wartezeit wiederholen zu können und mit einem gewissen „Aha“-Effekt auszustatten, wird nicht jeweils die Temperatur der Teller nach der Bestrahlung gemessen oder „gefühlt“, sondern beobachtet, welcher der beiden Versuchsaufbauten ein Stück Margarine am schnellsten zum Schmelzen bringt. Das Ergebnis wird besonders beeindruckend, wenn die Margarine auf etwas Klopapier aufgebracht wird, denn dieses zieht den Fettfleck schnell in die Breite.

**Ergebnis:** Fällt das Licht von oben auf die Margarine, so schmilzt sie sehr viel schneller als wenn das Licht von der Seite kommt.



Abbildung 7: Versuchsaufbau im Überblick (linkes Bild) und Ergebnis (rechtes Bild). Trifft das Licht senkrecht auf den Teller, schmilzt dort die Margarine schneller und zieht rascher großflächig in das Papier ein (rechtes Bild Teller unten) als bei schrägem Lichteinfall (rechtes Bild Teller oben). Bilder: Natalie Fischer

#### 4. Versuch „Atmosphäre als Isolierung“

Luft wirkt als Isolierung gegen Aufheizen und Auskühlen

Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler: Thermoskanne, Dämmung an Häusern, Federbett  
Sonensystem: Geringer Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht auf der Erde (mit Atmosphäre), riesiger Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht auf Merkur (keine Atmosphäre) (ca. 660 Grad)

**Material:** 2 doppelwandige Trinkflaschen oder Thermobecher, heißes und kaltes Wasser

**Durchführung:** Zwei identische doppelwandige Gefäße oder Trinkflaschen werden mit kaltem bzw. heißem Wasser gefüllt. Kann man durch Anfassen der Gefäßwände erkennen, in welchem Gefäß sich die heiße bzw. die kalte Flüssigkeit befindet?

**Ergebnis:** Nein, beide Gefäßwände fühlen sich von außen gleich warm bzw. kalt an.

#### 5. Versuch „Kohlendioxid als Treibhausgas“

Je nach Zusammensetzung der Atmosphäre können ihre Bestandteile (z. B. Kohlendioxid) die Atmosphäre zusätzlich erwärmen.

Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler: Klimaerwärmung

Sonensystem: Der Planet Venus (Kohlendioxid-Atmosphäre) ist weiter von der Sonne entfernt als Merkur, aber trotzdem heißer (über 500 Grad)

**Material:** 2 große Glasbehälter, zwei Thermometer mit Kabelfühler, etwas schwarze Pappe, Frischhaltefolie, zwei farbig unterschiedliche Gummis, tragbare CO<sub>2</sub>-Fahrradpumpe, Luftballon, sonniges Außengelände

**Durchführung:** Auf den Boden der zwei Glasbehälter wird schwarze Pappe gelegt. Die Kabelfühler werden jeweils bis kurz über den Boden in die Gläser abgesenkt und eines der Gläser mit der Frischhaltefolie und einem Gummi verschlossen. In den Luftballon wird nun sehr langsam eine ca. faustgroße Menge an Kohlendioxid abgefüllt und der Gasballon im Anschluss wiederum sehr langsam tief unten in das noch unverschlossene Glas entleert. Nun auch dieses Glas mit Folie und Gummi verschließen. Ein paar Minuten warten und dann beide Gläser zeitgleich in die Sonne stellen und die Thermometer beobachten. Was passiert?



Abbildung 8: Versuchsaufbau im Überblick: Die Thermometer hängen in gleicher Höhe über dem Glasboden. Im rechten Glas befindet sich Kohlendioxid. Die Temperaturen stehen rechts oben: linkes Glas 35,8 Grad, rechtes Glas 39,4 Grad (die großen Ziffern zeigen die relative Luftfeuchtigkeit an). Bild: Natalie Fischer

**Ergebnis:** Die Temperaturen innerhalb der Gläser steigen beide an, dasjenige mit Kohlendioxid erwärmt sich schneller und bleibt auch um wenige Grad wärmer. (Hinweis: Dieser Versuch funktionierte in 8 von 10 Fällen genau wie beschrieben. Aus nicht nachvollziehbaren Gründen war das Ergebnis zweimal genau andersherum!)

### Station 3: Wasser auf der Erde (1 Aktivität)

#### Fachlicher Hintergrund

Unser Planet ist zu 2/3 mit Wasser bedeckt. Das hört sich ganz schön viel an, jedoch macht der gesamte Wasservorrat der Erde mit 1,4 Mrd. km<sup>3</sup> gerade mal 0,024% der Gesamtmasse der Erde aus, das entspricht 0,129% ihres Volumens. Diese Wasservorräte bestehen zu 97,5% aus Salzwasser und nur zu 2,5% aus Süßwasser. Und von dem Süßwasser liegt nur 30% in nicht gefrorener, also flüssiger Form vor. [2]

#### Wie lassen sich diese Zahlen veranschaulichen:

Wir bauen uns ein passendes Modell: Dazu nehmen wir einen Globus und wandeln dann diese oben genannten Wasservorräte in maßstabsgerechte Kugeln um, die wir dann neben den Erdglobus zum Vergleich hinlegen.

Es gilt:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \text{ und damit } r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

In unserem Modell hat der Erdglobus einen Radius  $r_{Erde} = 21$  cm und somit ein Volumen  $V_{Erde} = 38772$  cm<sup>3</sup>. Damit entspricht der

#### Gesamtwassermenge der Erde

$$V_{Gesamtwasser\ Erde} = 0,129\% \cdot V_{Erdglobus} = 0,129\% \cdot 38772\text{ cm}^3 = 50,1\text{ cm}^3 \text{ und damit}$$

$$r_{Gesamtwasser\ Erde} = 2,29\text{ cm}$$

eine Kugel mit einem Durchmesser  $d_{Gesamtwasser\ Erde} = 4,58\text{ cm}$

#### Süßwassermenge der Erde

$$V_{Süßwasser} = 2,5\% \cdot V_{Gesamtwasser\ Erde} = 2,5\% \cdot 50,1\text{ cm}^3 = 1,25\text{ cm}^3 \text{ und damit}$$

$$r_{Süßwasser} = 0,67\text{ cm}$$

eine Kugel mit einem Durchmesser  $d_{Süßwasser} = 1,34\text{ cm}$

#### Flüssige Süßwassermenge der Erde

$$V_{flüssiges\ Süßwasser} = 30\% \cdot V_{Süßwasser} = 30\% \cdot 1,25\text{ cm}^3 = 0,38\text{ cm}^3 \text{ und damit}$$

$$r_{flüssiges\ Süßwasser} = 0,45\text{ cm}$$

einer Kugel mit einem Durchmesser  $d_{flüssiges\ Süßwasser} = 0,9\text{ cm}$



Abbildung 8: Welche Kugel entspricht wohl der gesamten Menge an Wasser auf der Erde (Globus)? Es ist die kleinste weiße Kugel. Rechts davon liegt eine kleine dunkelblaue Kugel, die dem Gesamtsüßwasseranteil der Erde entspricht sowie eine noch kleinere hellblaue Kugel, die dem gesamten flüssigen Süßwasser auf der Erde entspricht.

Bild: Natalie Fischer

#### Schätzungen „Anteil des Wassers am Erdvolumen“

**Material:** Erdglobus (Durchmesser hier 42 cm), Kugeln (Durchmesser 1 cm, 1,5 cm, 4,5 cm, 7 cm, 10 cm und 15 cm)

**Durchführung 1:** Die Schülerinnen und Schüler sehen vor sich das Modell der Erde in Form eines Globus mit einem Durchmesser von 42 cm.

Sie sollen schätzen: Würden wir aus dem gesamten Wasser einer Erde dieser Größe eine Kugel formen, welchen Durchmesser hätte diese Kugel dann? Es stehen vier Kugeln zur Auswahl: 15 cm, 10 cm, 7 cm und 4,5 cm.

**Lösung 1:** Die Lösung ist die Kugel mit dem Durchmesser von ca. 4,5 cm (jeweils sinnvoll gerundet auf Größen, die als Kugel auch erwerbbar sind).

**Durchführung 2:** Dieses Wasser umfasst Salz- und Süßwasser. Nun werden die Schülerinnen und Schüler gefragt, wie groß sie eine Kugel schätzen würden, wenn es nur um den Anteil an Süßwasser ginge.

**Lösung 2:** Die Lösung ist eine Kugel mit einem Durchmesser von 1,3 cm (hier eine Murmel mit einem Durchmesser von 1,5cm).

**Durchführung 3:** Die Kugel mit 1,3 cm Durchmesser entspricht dem gesamten Süßwasser, also gefrorenes und flüssiges Süßwasser. Die Schülerinnen und Schüler schätzen erneut, wie groß eine Kugel wäre, wenn wir nur den flüssigen Süßwasseranteil betrachten würden.

**Lösung 3:** Die Lösung ist eine Kugel mit einem Durchmesser von 0,9 cm (hier eine Perle mit einem Durchmesser von 1 cm).

Da Wasser eine unserer wichtigsten Ressource ist, sollten wir also gut darauf aufpassen!

### Quellen:

- [1] Quelle: Department of Biodiversity and Conservation Biology, University of the Western Cape
- [2] <https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wasserressourcen>

### Das Haus der Astronomie wünscht viel Spaß bei der Umsetzung!

Weitere WIS-Materialien zur Astronomie und allen ihren Bezügen finden sie unter der Adresse [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de) (Fachgebiet Astronomie).

Wir würden uns freuen, wenn sie zum vorliegenden Beitrag Hinweise, Kritiken und Bewertungen an die Kontaktadresse des Autors senden könnten.