

# EINFACHE EXPERIMENTE UM EINE KOMPLIZIERTE ERDE ZU VERSTEHEN

## 3. HEUREKA! SCHWIMMENDE KONTINENTE UND OZEANE



Susana A. Alaniz Álvarez und Ángel F. Nieto Samaniego  
Illustrationen: Luis D. Morán

Übersetzung: Belinda Gómez Rementería und Peter Schaaf

# Universidad Nacional Autónoma de México

**Enrique Luis Graue Wiechers**

Rektor

**Leonardo Lomelí Vanegas**

Generalsekretär

**William Henry Lee Alardín**

Koordinator Wissenschaftliche Forschung

**Jorge Volpi Escalante**

Koordinator Kulturdiffusion

**Socorro Venegas Pérez**

Generaldirektor Publikationen und Verlagsförderung

**Lucía Capra Pedol**

Direktorin des Geowissenschaftszentrums

**Susana A. Alaniz Álvarez**

**Ángel F. Nieto Samaniego**

**Yadira A. Hernández Pérez**

Herausgeber

**Ma. Teresa Orozco Esquivel**

Korrektur

**Janet Sánchez Sánchez**

Entwurf und Gestaltung

Erste Auflage, 2020

Alle Rechte vorbehalten © Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México

Centro de Geociencias

Universidad Nacional Autónoma de México

No. 3001, Boulevard Juriquilla, Juriquilla, Querétaro

C.P. 76230, México

ISBN (Gesamtwerk): 978-607-02-9619-2

ISBN: 978-607-30-3157

Gedruckt und in hergestellt Mexiko

Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen elektronischen oder sonstigen Mitteln reproduziert werden.



### 3. HEUREKA!

## SCHWIMMENDE KONTINENTE UND OZEANE

# INHALT

Vorwort \_ 3

1. Reise zum Mittelpunkt der Erde \_ 5

2. Unter Wasser und ohne nass zu werden \_ 9

3. Wechselnder Luftdruck \_ 12

4. Wenn die Hitze vorbei ist \_ 15

5. Im Meer ist das Leben leichter \_ 17

6. Ertrinken in einem Glas Wasser \_ 20

7. Was wiegt mehr? \_ 23

Danksagung \_ 28

Über die Autoren \_ 29

Über die Übersetzer \_ 30



# Vorwort

Die Erde ist voller Geheimnisse und der Mensch versucht, sie zu lösen. Er beobachtet, untersucht, erforscht, erkundet und experimentiert. Was ist in der Erde? Warum gibt es Berge? Warum gibt es Ozeane? Warum brechen Vulkane aus? Warum bebzt die Erde? Warum ist das Wetter nicht einheitlich? Es gibt Geheimnisse, die leichter zu lösen sind als andere, denn oft genügt es, sehr sorgfältig zu fragen und zu beobachten. Aber es gibt auch Geheimnisse, die schwieriger zu enträtseln sind, vor allem solche, die auf globaler Ebene auftreten. Sie können gewaltige Dimensionen annehmen und übersteigen damit die Lebenserfahrungen eines jeden von uns. Unser Wissen über die Erde und wie die Erde funktioniert, wurde aus einer Vielzahl von Beobachtungen an vielen verschiedenen Orten auf der Erde gewonnen. Die Erde ist so groß und kompliziert, dass man jedes Phänomen so betrachten kann, als wäre es ein großes Rätsel. Wir sollten uns jedoch nicht entmutigen lassen; einfache Experimente werden es uns ermöglichen, sehr komplizierte Phänomene zu verstehen.

Dieser Beitrag ist Archimedes (287 v. Chr. – 212 v. Chr.) gewidmet, der feststellte, dass sein Körper weniger wiegt, wenn er sich im Wasser befindet. Als er ein Bad in seiner Wanne nahm, wurde ihm klar, dass die Gewichtsabnahme proportional zu dem von seinem Körper verdrängten Wasservolumen war. In diesem Moment rief er: „Heureka!“, was auf Griechisch bedeutet: „Ich habe es gefunden!“

In diesem Heft versuchen wir Dir zu zeigen, dass der von Archimedes vor ungefähr zwei Jahrtausenden entdeckte Auftrieb eines der physikalischen Gesetze ist, die so komplizierte Phänomene wie das Klima, die Entstehung von Vulkanen und vor allem die Bewegungen der Kontinente und Ozeane beeinflussen.





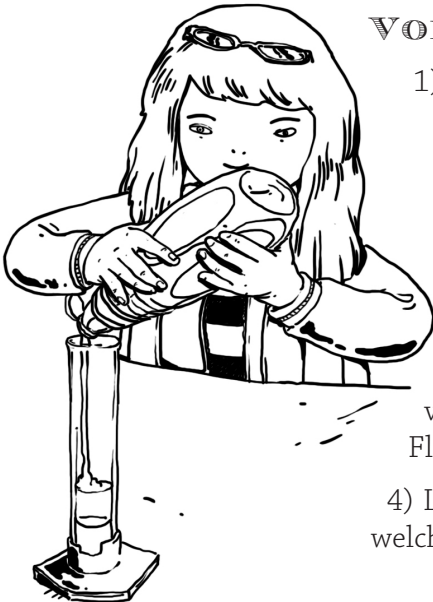
# „REISE ZUM MITTELPUNKT DER ERDE“



Du hast vielleicht im Fernsehen gesehen, dass Astronauten im freien Fall in einem Flugzeug sind, um eine Situation ohne Schwerkraft zu simulieren. Astronauten, die für diese Situation mehr Zeit benötigen, beispielsweise um ein Raumschiff zu reparieren, simulieren es, indem sie in ein Schwimmbad gehen. Probiere das folgende Experiment aus, um dies zu verstehen:

## MATERIALLISTE

1 hohes Glas  
Wasser, Alkohol, Öl, Ahorn-Honig  
Stein, Holz, Eis, Silber  
(oder irgendein Metall), Kork,  
Kunststoff



## VORGEHENSWEISE

- 1) Gebe den Honig, das Wasser, das Öl und den Alkohol langsam und in dieser Reihenfolge in das Glas und achte darauf, nichts zu vermischen.
- 2) Lege vorsichtig die Feststoffe (Stein, Holz, etc. ) hinein, die Du gesammelt hast.
- 3) Probiere andere Materialien aus und versuche zu erraten, ob und in welcher Flüssigkeit sie schwimmen werden.
- 4) Lege die festen Materialien in ein Glas, welches nur Wasser enthält.

## **BEOBACHTE**

Einige Materialien gehen unter, während andere in bestimmten Flüssigkeiten schwimmen. Wenn Du nur Wasser verwendest, wirst Du auch sehen, dass einige Materialien schneller sinken als andere.

## **WAS KANN SCHEITERN?**

Wenn die Flüssigkeiten gemischt werden, wirst du nicht erkennen können, welches Material dichter ist, da sich eine andere Flüssigkeit bildet.

## **KANNST DU ES ERLÄUTERN?**

Ein Objekt sinkt oder schwimmt in einem Glas Wasser, je nach seiner Dichte, d. h. wie viel Materie es in einem bestimmten Raum einnimmt, oder mit anderen Worten, wie viel Masse es pro Volumeneinheit hat. Eine Holzkugel mit einem Durchmesser von 10 cm wiegt weniger als die Wasserkugel mit 10 cm Durchmesser, die vom Holz vertrieben wird, aber eine Bleikugel mit einem Durchmesser von 10 cm wiegt mehr: Das Holz schwimmt und die Bleikugel sinkt. Gewicht ist die Kraft, mit der die Erde einen Körper anzieht abhängig von seiner Masse, während die Dichte sowohl von seiner Masse als auch von seiner Größe abhängt. Stell Dir einen 1-Liter-Behälter vor: wenn Du ihn mit Wasser füllst, wiegt er 1 kg; wenn Du ihn mit Steinen füllst, wiegt er etwa doppelt so viel; wenn Du ihn mit Gold füllst, wiegt er etwa 20 mal mehr, aber wenn er nur Luft enthält, wiegt diese 1000 mal weniger als Wasser (Tabelle 1). Die Dichte wird in  $\text{g/cm}^3$ ,  $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{kg/l}$  gemessen. Die durchschnittliche Dichte der Erde beträgt  $5,5 \text{ g/cm}^3$ .

Um auf den Fall der Astronauten zurückzukommen: die Techniker simulieren die Schwerelosigkeit, indem das Raumfahrtmodul und die Astronauten mit der Ausrüstung die gleiche Dichte wie Wasser haben. Auf diese Weise wird die Wirkung der Schwerkraft im Wasserbecken aufgehoben.

## **FINDE EINE ANWENDUNG IN DEINEM ALLTAGSLEBEN**

Du kannst leicht, sowohl in Flüssigkeiten als auch in Gasen, Schichten mit verschiedenen Dichten, erkennen; zum Beispiel wird in einer Hühnerbrühe das Gemüse schwimmen, während das Huhn absinkt und Dampf aufsteigt. Die Kenntnis der Dichte von Gasen ist im Falle eines Lecks wichtig, wenn sich diese am Boden oder an der

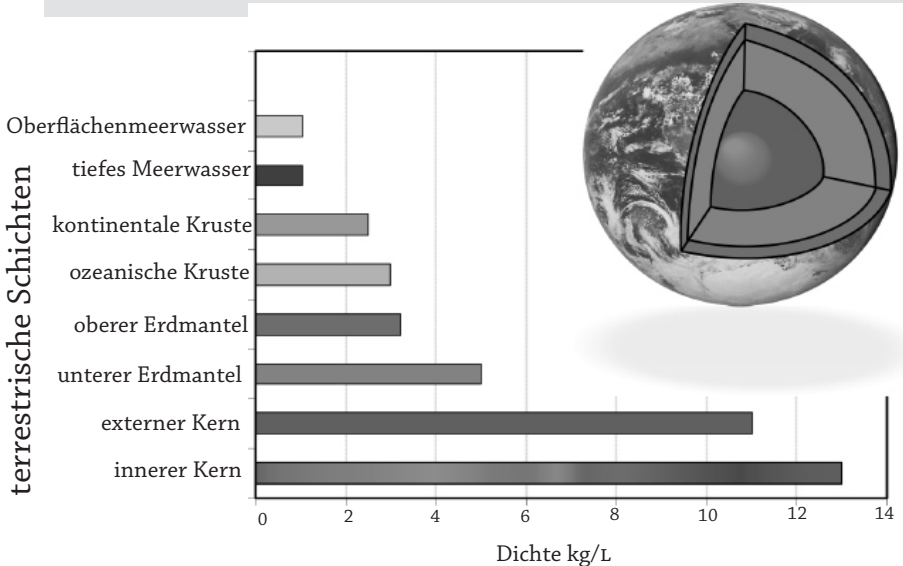


Decke ansammeln. So ist beispielsweise Erdgas leichter als Luft und steigt auf, während Flüssiggas (LP) schwerer als Luft ist und sich in Bodennähe absetzt.

Du kannst deine eigene Dichtetabelle erstellen und sie mit der Tabelle 1 vergleichen.

Tabelle 1. Dichte gängiger Materialien (Durchschnittswerte)

Substanz	Dichte [g/cm <sup>3</sup> oder kg/Liter]	Substanz	Dichte [g/cm <sup>3</sup> oder kg/Liter]
Platin	21.4	Blut	1.6
Gold	19.3	Honig	1.42
Quecksilber	13.6	PVC	1.3
Blei	11.3	Meerwasser	1.03
Silber	10.5	Wasser	1
Stahl	7.85	Kautschuk	0.95
		menschlicher	
Eisen	7.8	Körper	0.95
Erde (Planet)	5.5	Öl	0.92
Diamant	3.5	Eis	0.92
Basalt	3	Holz	0.9
Aluminium	2.7	Alkohol	0.78
Granit	2.7	Bimsstein	0.7
Stahlbeton	2.5	Benzin	0.68
Glas	2.5	Polyurethan	0.04
Kohlenstoff	2.26	Luft	0.0013
Graphit	2.2		

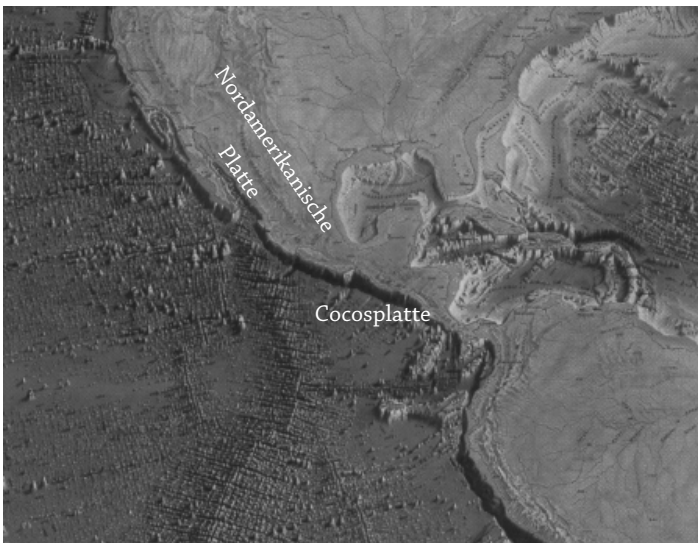


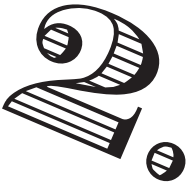
## BEISPIELE IN DER NATUR

Die Erde besteht aus Schichten unterschiedlicher Dichte. Am leichtesten ist natürlich die Atmosphäre; gefolgt von der Hydrosphäre (Meere und Ozeane), und die dichteste ist die feste Erde. Jede dieser Schichten hat intern auch unterschiedliche Dichten. In der Erde befindet sich das dichteste Material im Kern; gefolgt vom Erdmantel, und der Kruste mit der geringsten Dichte. Beachte, dass es zwei Arten von Kruste gibt: kontinentale und ozeanische.

Die obere Erdschale ist in mehrere starre Platten zerbrochen, die sich in permanenter Bewegung auf einer plastischen Schicht befinden, verursacht durch die innere Wärme der Erde. Die Kollision zwischen den Platten verursacht an ihren Kanten Erdbeben und vulkanische Aktivitäten. Wenn eine Platte mit kontinentaler Kruste mit einer ozeanischen kollidiert, sinkt die zweite, weil sie dichter ist. Wir haben ein Beispiel dafür an der Pazifikküste im Süden Mexikos: Die ozeanische Cocosplatte taucht unter der kontinentalen nordamerikanischen Platte ab. Das Reiben dieser beiden Platten hat viele der Erdbeben in Zentral- und Südmexiko und auch die vulkanische Aktivität in Zentralmexiko verursacht. Ein Beispiel für die Trennung von zwei Kontinentalplatten ist der Golf von Kalifornien, wo sich die Halbinsel Baja California vom Festland Mexikos trennt. Die Halbinsel Baja California bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 3 cm pro Jahr nach Nord-Nordwesten, das heißt, in 20 Millionen Jahren wird Baja California vor der Pazifikküste der Vereinigten Staaten liegen.

Die Luft versucht immer, nach oben zu entweichen, während das Wasser nach unten fließt.

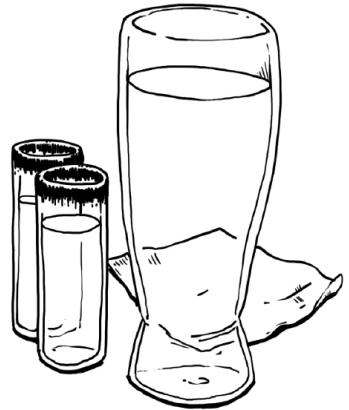




## „UNTER WASSER UND OHNE NASS ZU WERDEN“<sup>66</sup>

### MATERIALLISTE

Ein Eimer oder ein großes Wasserglas,  
ein kleines Glas  
ein Stück Papier

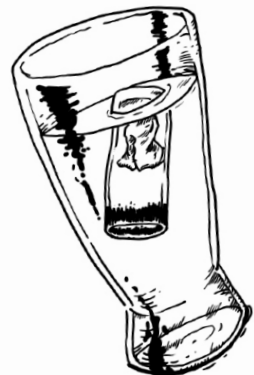


### VORGEHENSWEISE

1. Lege das Stück Papier in das kleine Glas, indem du es zerknitterst und auf den Glasboden drückst.
2. Tauche das Glas (mit dem Papier) mit der Öffnung nach unten in den Eimer, bis es vollständig in das Wasser eingetaucht ist.
3. Nimm das Glas aus dem Wasser.

### BEOBSACHTE

Das Papier kommt völlig trocken heraus.



## WAS KANN SCHEITERN?

Wenn das Glas nicht senkrecht in das Wasser eingetaucht wird, kann die Luft aus dem Glas austreten und das Wasser benetzt das Papier. Der Glas dreht sich leicht um, wenn es nicht fest gehalten wird.



## KANNST DU ES ERLÄUTERN?

Die Luft, die sich im Glas befindet, wird zusammen mit dem Papier in das Wasser getaucht, und versucht nach oben zu entweichen, aber der Boden des kleinen Glases verhindert dies. Die Luft komprimiert sich gegen den Boden des Glases und verhindert, dass das Wasser aufsteigt und das Papier benetzt.

Der Druck in einer Flüssigkeit wirkt in alle Richtungen mit gleicher Intensität; die Luft steigt, weil sie viel leichter als Wasser ist und den Weg dorthin nimmt, wo die Größe der Wassersäule kleiner ist, also nach oben.

Im Experiment 1 wirst du festgestellt haben, dass die Materialien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf- und absteigen. Wir haben gelernt, dass die Fallgeschwindigkeit eines Körpers im Vakuum unabhängig von seinem Gewicht, seiner Form und Dichte ist. Du hast vielleicht gesehen, als der Astronaut auf dem Mond, der keine Atmosphäre hat, einen Hammer und eine Feder fallen ließ und diese gleichzeitig gefallen sind. In einem Medium wie Luft oder Wasser hängt die Fallgeschwindigkeit jedoch von den unterschiedlichen Dichten des Festkörpers und dem Medium, der Form des Objekts und der Viskosität der Flüssigkeit ab. Lass gleichzeitig ein zerknittertes Papier und ein glattes Papier fallen.

Die Viskosität ist ein Maß für den Widerstand gegen die Bewegung einer Flüssigkeit. Eine dichte Flüssigkeit ist nicht unbedingt viskoser; z. B. ist Öl weniger dicht, aber viskoser als Wasser.

Der Platz eines festen, flüssigen oder gasförmigen Materials innerhalb eines Fluids hängt von einem Kräftegleichgewicht ab. Stelle Dir vor, du drückst einen Ball an den Boden eines Pools. Du weißt,

dass der Ball Gewicht hat, weil er von der Erde angezogen wird und „fällt“, wenn er sich außerhalb des Wassers befindet. Im Becken spürt man jedoch, dass es eine Kraft gibt, die den Ball nach oben drückt. Es ist der Auftrieb und er hängt von den Dichteunterschieden ab. Stelle Dir nun vor, Du tauchst den Ball in Auto-Öl ein; in diesem Fall steigt er auch, aber die Aufstiegs geschwindigkeit wird nicht so schnell sein wie im Wasser, da die Viskosität des Öls höher ist und einen Widerstand gegen Bewegungen ausübt.

## **FINDE EINE ANWENDUNG AUS DEINEM ALLTAGSLEBEN**

Beachte, dass die Geschwindigkeit, mit der sich Luftblasen in einer Shampooflasche und in einer mit Wasser gefüllten Flasche bewegen, sehr unterschiedlich ist. Die viskosere Flüssigkeit des Shampoos erlaubt keine schnelle Bewegung der Blasen. Oder beachte, dass es mehr Arbeit erfordert, zähflüssige Materialien aus Flaschen zu entfernen: Zum Beispiel ist es viel schwieriger, Tomatensauce (Ketchup) zu entfernen als Essig. Sicher hast du gehört, dass viele Athleten in den Bergen trainieren. Weißt du warum?

### **BEISPIELE AUS DER NATUR**

Es ist nicht schwer, sich vorzustellen, dass sich im Inneren der Erde hauptsächlich Gestein befindet. Mit der Untersuchung der Geschwindigkeit und der Ausbreitung von Erdbebenwellen wurden jedoch Bereiche identifiziert, in denen das Gestein plastisch oder geschmolzen ist. Im oberen Teil des Erdmantels, in Tiefen zwischen 100 und 200 km, befindet sich das Gestein nahe seines Schmelzpunkts. An den wenigen Stellen, an denen das Gestein im Inneren der Erde geschmolzen wird (meist durch Dekompression) nennen wir es Magma, und wenn Magma an die Oberfläche kommt, nennen wir es Lava. Wir können Lava aus einem Vulkan austreten sehen, aber es kommt auch Gas heraus. Die meisten Gase auf der Erde befinden sich in Magmenkammern und werden freigesetzt durch 1) die Dekompression eines Magmas (stelle Dir vor, wie ein Erfrischungsgetränk entgast wird, wenn die Flasche geöffnet wird), 2) die Wechselwirkung des Magmas mit einem Aquifer (stelle Dir heißes Gestein in Kontakt mit Wasser vor), oder 3) durch Reaktion zwischen zwei Magmen unterschiedlicher Zusammensetzung. Explosive Ausbrüche mit starker Gasemission sind viel gefährlicher als Lavaausbrüche. In Mexiko haben explosive Ausbrüche im Vulkan Chichón, im Nevado de Toluca, im Vulkan Fuego in Colima, im Pico de Orizaba und im Popocatepetl stattgefunden.

# 3.

## „WECHSELNDER LUFTDRUCK“

Sicher hast du gehört, dass viele Athleten in den Bergen trainieren. Weißt du warum?



### MATERIALLISTE

- 1 Strohhalm
- 1 Faden
- 3 Luftballons
- Klebeband

### VORGEHENSWEISE

- 1) Baue Dir eine Waage indem Du den Faden in der Mitte des Strohhalms festbindest
- 2) Hänge und fixiere die Luftballons mit dem Klebeband an den Enden des Strohhalms so, dass Deine Waage im Gleichgewicht ist
- 3) Tausche einen der nicht aufgeblasenen Ballons durch einen aufgeblasenen aus.

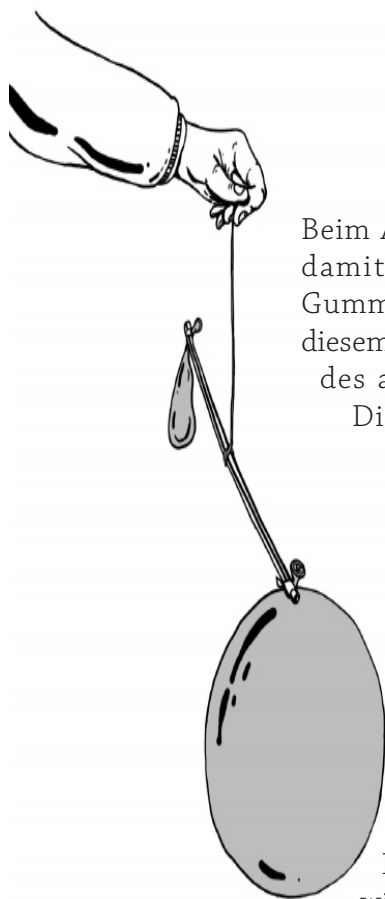


### BEOBACHTE

Die Waage pendelt nach unten auf der Seite des aufgeblasenen Ballons und zeigt an, dass dieser mehr wiegt als der nicht aufgeblasene.

### KANNST DU ES ERKLÄREN?

Obwohl beide Ballons Luft enthalten und sich in der Luft befinden, muss der Ballon zum Aufblasen den Dehnungswiderstand des Gummis überwinden.



Beim Aufblasen erhöhst Du die Luftmenge, damit der Luftdruck den Widerstand des Gummis des Ballons überwinden kann. Aus diesem Grund ist die Dichte der Luft im Inneren des aufgeblasenen Ballons größer als die Dichte der Luft im Freien. Obwohl die Dichte eine Materialeigenschaft ist, kann sie variieren. Bei Gasen nimmt die Dichte mit dem Druck zu, denn mit zunehmender Verdichtung des Gases nimmt die Materialmenge pro Volumeneinheit zu. Bei der Temperatur passiert das Gegenteil: Bei höheren Temperaturen trennen sich die Moleküle und es gibt weniger Materie pro Volumeneinheit. Flüssigkeiten sind inkompressibel, sie ändern ihre Dichte mit der Temperaturänderung, während Feststoffe mit steigendem Druck Hohlräume beseitigen können oder sogar ihre Molekularstruktur verändern und zu einem weiteren Festkörper mit anderen Eigenschaften werden können. Diamant und Graphit sind beispielweise beides Kohlenstoffverbindungen.

## **FINDE EINE ANWENDUNG IN DEINEM ALLTAGSLEBEN**

Vielleicht hast Du gehört, dass Menschen an der Höhenkrankheit leiden können. Der Körper ist es gewohnt, bei jeder Inhalation eine bestimmte Menge an Sauerstoff aufzunehmen. Wenn Du auf einen Berg steigst, enthält die Luft mit zunehmender Höhe weniger Sauerstoff und Dein Körper kann auf verschiedene Weise reagieren: allgemeines Unwohlsein, Kopfschmerzen, Atembeschwerden und so weiter. Sportler, die in den Bergen trainieren, konditionieren ihren Körper, um mit wenig Sauerstoff leistungsfähig zu bleiben. Auf diese Weise haben sie mehr Sauerstoff zur Verfügung, wenn sie in niedrigen Regionen mit höherer Luftdichte Wettkämpfe bestreiten und bringen deshalb eine höhere Leistung.

### **FINDE ES IN DER NATUR**

Die Dichte der Luft in der Atmosphäre ist abhängig von Temperatur und Druck. Die Temperatur am Boden ist höher, da die Sonnenstrahlen durch die transparente Luft strömen und der Boden die Luft erwärmt. Deshalb sinkt die Temperatur ab dem Meeresspiegel nach oben. Die Temperatur liegt bei ca.  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  in der Höhe, in der Flugzeuge fliegen. Der atmosphärische Druck in einer bestimmten Höhe hängt von dem Gewicht der von ihm getragenen Luftsäule ab. In größeren Höhen, z. B. in den Bergen, ist die Säule niedriger, sodass deren Gewicht geringer und der Luftdruck ebenfalls niedriger ist.



# „WENN DIE HITZE VORBEI IST“



Hast du bemerkt, dass die Flammen immer nach oben gehen?

## MATERIALLISTE

1 Kerze

1 Streichholz

ein Erwachsener, der aufpasst



## VORGEHENSWEISE

- 1) Zünde die Kerze an und lass das angezündete Streichholz oben drauf.
- 2) Lösche die Kerze, ohne das Streichholz zu löschen, und lass das Streichholz über der Kerze brennen.



## BEOBACHTE

Die Kerze leuchtet wieder auf, auch wenn das Streichholz nicht mit ihr in Berührung kommt.

## WAS KANN SCHEITERN?

Der Dampf des Wachses erreicht nicht die Flamme des Streichholzes.

## KANNST DU ES ERKLÄREN?

Damit eine Kerze sich entzünden kann, ist es notwendig, dass die Hitze des Streichholzes das Wachs schmilzt und das geschmolzene Wachs den Docht hochsteigt und verdunstet. In diesem Moment, wenn es mit dem Sauerstoff in der Luft in Kontakt kommt, wird das Feuer gezündet. Wenn ein Gas erwärmt wird, wie z. B. verdampftes Wachs, bewegen sich seine Moleküle schneller und benötigen mehr Raum. Auf diese Weise benötigt die gleiche Menge an Materie mehr Volumen, hat somit eine geringere Dichte als Luft bei Raumtemperatur und steigt nach oben. Im Experiment erreicht die Säule aus verdampftem Wachs das Streichholz und auf diese Weise wird die Kerze wieder angezündet.

### FINDE EINE ANWENDUNG IN DEINEM ALLTAGSLEBEN

Wenn du weißt, dass heiße Luft dazu neigt aufzusteigen, kannst Du das Mikroklima Deines Hauses verbessern: Wenn es sehr kalt ist, isoliere den Raum mit dem höchsten Dach oder den mit dem höchsten Luftauslass.

### FINDE ES IN DER NATUR

Wärme kann durch Wärmeleitung (wie beim Berühren eines Bügeleisens), durch Konvektion (wie erhitztes Wasser in einem Herd) und durch Strahlung (wie an einem sonnigen Tag) übertragen werden. Konvektion erfolgt durch eine Flüssigkeit in Bewegung; Du kannst dieses Phänomen sichtbar machen, indem Du Wasser in einem Topf mit schwarzen Pfefferkörnern kochst (am besten sichtbar, wenn der Hintergrund hell ist). Es gibt zwei Arten von Konvektion: natürliche und induzierte oder erzwungene. Natürliche Konvektion ist, wenn Du das Wasser erwärmst; erzwungene ist, wenn Du Kaffee mit einem Löffel umrührst. Die Wärmeübertragung durch Konvektion erfordert Temperaturschwankungen (die die Dichte der Flüssigkeit verändert) und die Überwindung des Widerstands der Flüssigkeit gegen Bewegungen. Auf der einen Seite wird kalte Flüssigkeit nach unten drängen (die dichter ist und daher mehr von der Schwerkraft angezogen wird) und auf der anderen Seite wird die heiße leichter und steigt auf. Wenn sie aufsteigt, dehnt sie sich aus, weil der Druck geringer ist und kühlt wieder ab. Auf diese Weise geht der Zyklus weiter. Die Konvektion, zusammen mit der Rotation der Erde, regelt weitgehend die Bewegung der Luft in der Atmosphäre und erzeugt die atmosphärischen Strömungen, die das Klima steuern.



## „DAS LEBEN IST LEICHTER IM MEER“

Hast Du bemerkt, dass Gewicht und Dichte verschiedene Sachen sind?



### MATERIALLISTE

2 Gläser Wasser

zwei Eier

Salz

### VORGEHENSWEISE

- 1) Gib soviel Salz in eines der Gläser, bis es nicht mehr gelöst werden kann.
- 2) Gib in jedes Glas ein Ei.



### BEOBSACHTE

Das Ei schwimmt im Glas mit Salzwasser, während es im Glas mit reinem Wasser absinkt.

### KANNST DU ES ERKLÄREN?

Die Dichte des Eies ist etwas größer als die von reinem Wasser. Wenn dem Wasser Salz zugesetzt wird, nimmt seine Dichte zu und wird größer als die des Eies.

## WAS KANN SCHIEF GEHEN?

Das Salz, das dem Wasser zugesetzt wurde, reichte nicht aus, um die Dichte des Wassers gegenüber der des Eies zu erhöhen.

### FINDE EINE ANWENDUNG IN DEINEM ALLTAGSLEBEN

Die Dichte des menschlichen Körpers ist etwas geringer als die von Wasser (es ist nicht weiter verwunderlich, da der Körper 75% Wasser enthält). Deshalb können wir in einem Schwimmbad schwimmen. Du kannst die Dichte Deines Körpers verändern, indem Du die Luft aus Deinen Lungen nimmst oder reinpumpst. Da das Meerwasser dichter ist, kannst Du leichter im Meer schwimmen als in einem Schwimmbad.

### ENTDECKE ES IN DER NATUR

Die Dichte von Meerwasser hängt von seiner Temperatur und der Menge der darin gelösten Feststoffe (Salze) ab. Die Dichte des Meerwassers liegt zwischen 1,025 und 1,028 kg/Liter (entspricht g/cm<sup>3</sup>) und enthält etwa 3,5% Salze. In hohen Breitengraden, in der Nähe der Pole, ist die Dichte des Wassers größer als in der Nähe des Äquators.

Wasser hat eine sehr unterschiedliche Eigenschaft im Vergleich zu anderen Materialien: Je niedriger die Temperatur ist, umso mehr steigt das Volumen an. Wenn wir einen Eiswürfel in eine Presse stellen und den Druck bei konstanter Temperatur (um den Gefrierpunkt) erhöhen, beginnt der Würfel zu schmelzen, auch wenn die Temperatur des Raumes, in dem das Experiment stattfindet, unter 0 °C liegt. Daher wissen wir, dass sich die Dichte des Wassers mit der Temperatur ändert. Die Maximaldichte liegt bei 4 °C und erreicht bei Atmosphärendruck ihren charakteristischen Wert von 1 kg / Liter. Diese Eigenschaft hat das Leben in den Seen kalter Länder ermöglicht: Die Temperatur des Seewassers sinkt den ganzen Winter über. Bei einer Temperatur von 4 °C erreicht es seine maximale Dichte und sinkt dann ab. Wärmeres und weniger dichtes Wasser steigt vom Boden des Sees auf. Im Kontakt mit der Luft kühlt es sich auf 4 °C ab und sinkt wieder ab. Nur solange die Temperatur des gesamten Seewasser bei 4 °C liegt, kann das Oberflächenwasser seine Temperatur weiter senken. Wenn es 0 °C erreicht, friert es ein. Darunter ist das Wasser noch flüssig und voller Leben. Bevor das ganze Wasser 0 °C erreicht und der See völlig gefroren ist und alles Leben abgetötet wird, kommt der Frühling und das Auftauen beginnt. Das Leben im Wasser des Sees wurde durch die Tatsache erhalten, dass die maximale Dichte des Wassers bei 4 °C liegt und nicht bei Null.

Die Ozeane haben eine große Kapazität zur Wärmeübertragung und beeinflussen daher das Klima genauso wie die Atmosphäre. Dank des kalifornischen Stroms, der von Alaska bis zum Äquator wirkt, ist das Klima in Ensenada viel milder als in Mexicali, obwohl beide fast auf dem gleichen Breitengrad und nahe dem Meeresspiegel liegen. Aber konzentrieren wir uns auf etwas, das für das Meer charakteristisch ist: sein Salzgehalt.

Man sagt, dass das Wasser der Flüsse „süß“ ist, während das der Meere „salzig“ ist. Woher kommt dieser Unterschied? Wenn Meerwasser verdunstet oder gefriert, geschieht dies ohne die Salze. Das verdunstete

Wasser fällt als Regen über dem Meer und den Kontinenten; ein Teil dieses Wassers fließt in den Flüssen und versickert teilweise und bildet die Grundwasserleiter. Das Wasser

in den Flüssen führt süßes Wasser und löst und transportiert Salze (chemische Verbindungen, die sich leicht im Wasser lösen) der Gesteine und der Böden in seinem Verlauf. Die Menge

an Salzen, die der Fluss in seinem Verlauf mit sich führt, ist sehr gering, weshalb es Millionen von Jahren

dauerte bis die Salze im Meer angereichert wurden und das salzige Meerwasser entstand.

Natriumchlorid (mit der chemischen Zusammensetzung des Speisesalzes) ist der Hauptbestandteil



von gelösten

Feststoffen im Meerwasser. Calcium ist eine

der anderen Substanzen, die sich in Flüssen auflöst und das Meer erreicht: Calcium bildet in Kontakt mit Kohlendioxid eine Verbindung, die auf dem Meeresboden ausfällt und verfestigt wird und ein Gestein, den Kalkstein bildet.

Die Sierra Madre Oriental besteht hauptsächlich aus marinen Sedimentgesteinen, die durch die Ausscheidung von Feststoffen, die von den Flüssen transportiert wurden, gebildet wurden. Bei der Betrachtung dieser Felsen ist es unschwer vorstellbar, dass dieses Gebiet viele Jahre lang unter dem Meer versunken gewesen sein muss (etwa 100 Millionen Jahre) und vor langer Zeit (vor etwas mehr als 60 Millionen Jahren) durch den Druck und die Bewegungen der tektonischen Platten an die Oberfläche kam.

# „IN EINEM GLASWASSER ERTRINKEN“



Hast du bemerkt, dass Schiffe schwimmen, obwohl sie aus Eisen sind?

## MATERIALLISTE

Ein Glas Wasser

Münzen

ein Stift / Marker

ein leerer Geleebecher

Klebeband (Masking tape)



## VORGEHENSWEISE

- 1) Klebe ein Stück Klebeband auf das Glas und markiere den Wasserstand.
- 2) Lege mehrere Münzen in den Geleebecher und lass ihn im Wasser schwimmen, indem du ein kleines Boot simulierst. Achte darauf, dass nicht zu viele Münzen im Becher sind damit er noch schwimmt. Markiere den neuen Wasserstand.
- 3) Werfe die Münzen ins Wasser und lass den kleinen Becher weiter schwimmen; messe den Füllstand erneut.



## VARIANTE

Fülle einen Eiswürfel in das Glas Wasser und messe den Wasserstand erneut.

Warte, bis das Eis schmilzt und messe erneut.

## BEOBSACHTE

Der kleine Becher sinkt, wenn du die Münzen hinzufügst.

Der Wasserstand ist niedriger, wenn sich die Münzen am Boden befinden, als wenn sie sich im Becher befinden.

Der Wasserstand mit dem Eiswürfel und mit geschmolzenem Eis ist gleich.



## KANNST DU ES ERKLÄREN?

Der Becher mit den Münzen und der Luft, die sie umgibt, ist leichter als Wasser und schwimmt. Die Münzen an sich sind viel dichter als Wasser und sinken; die Wassermenge, die sie verdrängen, ist genau die gleiche wie das Volumen der Münzen. Im Falle des Bootes (kleiner Becher) mit den Münzen kannst Du sehen, dass das verdrängte Volumen größer ist, da das Gewicht des verdrängten Wassers gleich dem Gewicht der hinzugefügten Münzen ist. Die Gesamtdichte des Boots ist jedoch niedriger als die Dichte der einzelnen Münzen, da es neben den Münzen auch Luft enthält. Daher nimmt es bei gleichem Gewicht ein größeres Volumen ein.

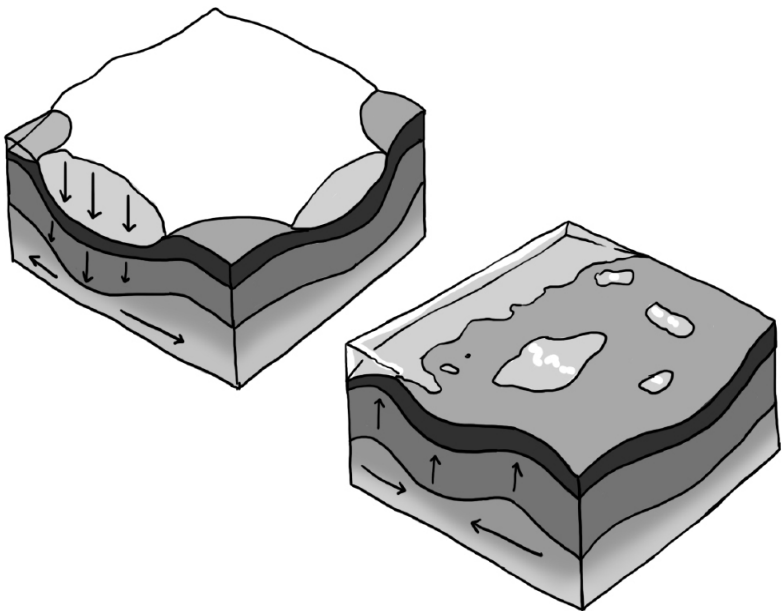
## FINDE EINE ANWENDUNG IN DEINEM ALLTAGSLEBEN

Schiffe, obwohl aus Metall, schwimmen, weil ihre Gesamtdichte tatsächlich niedriger ist als die von Wasser. Berücksichtige, dass die Dichte eines Schiffs dadurch erreicht wird, dass die Masse (oder das Gewicht) des Schiffs (einschließlich Rumpf, Möbel, Geschirr, Personen und vor allem die eingeschlossene Luft) durch das Volumen dividiert wird.

### ENTDECKE ES IN DER NATUR

Wir haben die Probleme gehört, die die globale Erwärmung beim Schmelzen der Polkappen mit sich bringen würde. Schauen wir uns das mal an. Am Nordpol liegt das Eis auf dem Wasser, auf dem Arktischen Ozean; wenn das gesamte Eis, das auf dem Meer liegt, schmelzen würde, würde sich der Meeresspiegel nicht ändern, das hast du selbst im Experiment überprüft.

Am Südpol befindet sich das Eis auf einem Kontinent, der als Antarktis bekannt ist; wenn das Eis schmilzt, wird es nicht nur die Wasserversorgung der Ozeane erhöhen und den Meeresspiegel anheben, sondern auch die Antarktis, da sie sich vom Gewicht des Eises befreit, aufsteigen lassen: Aber warum sollte es steigen? Auf der skandinavischen Halbinsel ist zu beobachten, dass die Küstenlinie in den letzten 150 Jahren um mindestens 30 cm gestiegen ist. Die Erklärung, die gegeben wurde, dass während der letzten Eiszeit die Länder in der Nähe der Pole von einer mehrere Kilometer dicken Eisschicht bedeckt waren welche nun, da wir uns in einer interglazialen Phase befinden, geschmolzen ist; dies hat dazu geführt, dass die Halbinsel die Eisschicht verloren hat und ihr Gewicht abnahm. Weil sie durch die Gewichtsabnahme angehoben wurde, bedeutet dies, dass sie auf einer semi-plastischen Schicht mit niedriger Viskosität sitzt, die dichter ist. Dank der Untersuchung der Geschwindigkeit der Wellen, die bei Erdbeben entstehen, wissen wir, dass sich nicht nur diese Halbinsel sich auf einer Schicht befindet, die sehr langsam fließt, sondern auch die Kontinente und Ozeane. Diese Schicht wird als Asthenosphäre bezeichnet und ist dichter als die Erdkruste, aber viel weniger viskos.





# WAS WIEGT MEHR?

Ein Kilo Gold oder ein Kilo Silber? Und unter Wasser?

## MATERIALLISTE

Ein Haken oder eine Feder  
Faden

Zwei Halsketten aus verschiedenen Materialien (Silber, Glasperlen, Perlen, Muscheln, etc.; du kannst sie selbst herstellen), aber mit gleichem Gewicht. Um dies zu erreichen, kannst du die Anzahl der Perlen erhöhen oder verringern.

Zwei große Behälter mit Wasser.

## VORGEHENSWEISE

1) An jedem Ende des Hakens (oder an einem Ende der Feder) eine Halskette anbringen; der Haken (oder die Feder) dient als Niedrigpräzisionswaage. Ihre Lage muss horizontal sein.

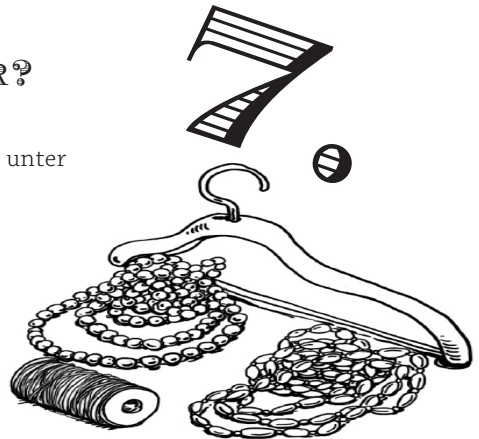
2) Stelle die beiden Wasserbehälter unter die Halsketten, sodass diese im Wasser untergetaucht sind.

## BEOBACHTE

Die Waage neigt sich zum dichtesten Objekt.

## KANNT DU ES ERKLÄREN?

Unterwasserobjekte verringern ihr Gewicht um einen Betrag, der dem Gewicht des verdrängten Wassers entspricht. Wenn wir zwei Materialien mit unterschiedlicher Dichte, aber gleichem Gewicht haben, wird das dichtere Material weniger Volumen haben



und weniger Wasser verdrängen. Die Waage wird anzeigen, welches Objekt unter Wasser mehr wiegt. Wenn wir zum Beispiel eine 2 g schwere Goldkette, die sehr wenig Platz einnimmt, und eine Halskette aus Hohlperlen an unsere Haushaltswaage hängen, werden die Hohlperlen schwimmen und unsere Waage wird sich daher zur Goldkette hin neigen.

## **FINDE EINE ANWENDUNG IN DEINEM ALLTAGSLEBEN**

Es wird die Geschichte erzählt, dass Hieron, der Gouverneur von Syrakus in Sizilien, im Jahr 250 v. Chr. seinen Cousin und Volksweisen Archimedes darum bat, ihm zu sagen, ob sein Goldschmied ihn betrogen habe, indem er teilweise Silber anstelle des Goldes in der Krone verwendete, die er in Auftrag gegeben hatte. Der König hatte ihm einige Goldmünzen gegeben und die Krone hatte das entsprechende Gewicht, aber der König zweifelte und wie sollte er es beweisen? Archimedes dachte darüber nach. Er nahm an, dass ein Teil des Goldes durch etwas Silber ersetzt worden war. Eines Tages, als er in die Badewanne stieg, fiel ihm auf, dass sein Körper unter Wasser weniger wog und dass der Wasserspiegel um ein Volumen stieg, das seinem Körpervolumen entsprach. Da Gold sehr dicht ist, sollte es wenig Volumen einnehmen und Silber bei gleichem Gewicht fast das doppelte Volumen haben. Er konnte nicht nur den Volumenunterschied, sondern auch das Gewicht des verdrängten Wassers messen. An eine Waage ähnlich Deines Versuchs mit dem Haken, hängte er auf der einen Seite die gleiche Menge Gold, die die Krone haben sollte, und an die andere Seite die Krone. Wenn das Ergebnis ein Gleichgewicht ist, war es Gold, wenn sich die Waage zur Seite der Münzen geneigt hätte, wäre der König betrogen worden. Zum Glück für den Goldschmied bestand die Krone aus reinem Gold und die Waage war im Gleichgewicht.

Seitdem ist das archimedische Prinzip bekannt: „Wenn ein Körper ganz oder teilweise in die ihn umgebende Flüssigkeit eingetaucht ist, wirkt eine Schubkraft auf den Körper. Diese Kraft hat eine Aufwärtsrichtung und ihre Größe entspricht dem Gewicht der Flüssigkeit, die vom Körper verdrängt wurde“.

Damit zeigte Archimedes, dass ein Kilo Gold und ein Kilo Silber unter Wasser nicht dasselbe wiegen: Unter Wasser wird Gold 0,948 Kilo\* wiegen, während Silber 0,9047 Kilo wiegen wird.

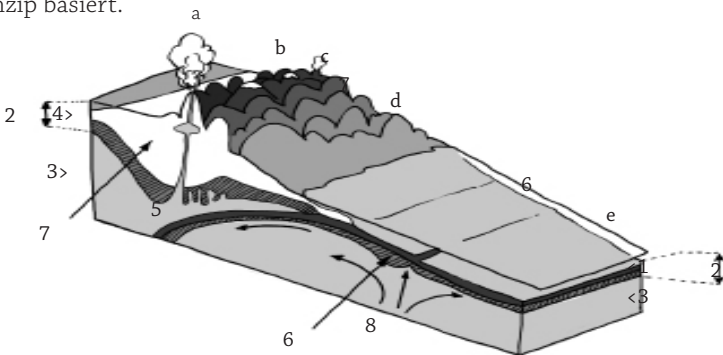
\* Hinweis: In unserem Alltag messen wir das Gewicht in Kilogramm und die Waage hat eine Skala in Kilogramm oder Gramm. In der Fachsprache muss das Gewicht jedoch in Kräfteinheiten (Kilogrammkraft oder Grammkraft) angegeben werden.

# ENTDECKE ES IN DER NATUR

## SCHICHTEN DER ERDE

Die feste Erde wurde auf zwei Arten in Schichten unterteilt. Nach der Zusammensetzung: Rinde, Mantel, Kern; und nach mechanischen Eigenschaften: Lithosphäre (beinhaltet Rinde und Teil des oberen Mantels), Asthenosphäre (unterer Teil des oberen Mantels), unterer Mantel, flüssiger Kern, fester Kern. Die zweite Klassifizierung ist sehr hilfreich, um die Beobachtungen der Bewegungen von starren Platten (Lithosphäre) auf einer „flüssigen“ Schicht (Asthenosphäre) zu erklären.

Die ozeanische Kruste wird durch Material aus dem Mantel gebildet, das an den mittelozeanischen Rücken an die Oberfläche kommt, während die kontinentale Kruste auch durch Gesteine aus dem Mantel gebildet wird, aber unter der Beteiligung von mehreren geologischen Prozessen wie Vulkanismus, Plutonismus, Metamorphose, Erosion, Partikelverfestigung (Lithifizierung), etc. Diese Prozesse haben die Gesteine der kontinentalen Kruste leichter gemacht. So ist die kontinentale Kruste weniger dicht als die ozeanische Kruste und ihre Mächtigkeit (zwischen 35 und 45 km) ist viel größer. Die Tatsache, dass die ozeanische Kruste im Durchschnitt 3.800 Meter unter dem Meeresspiegel liegt und dass die kontinentale Kruste im Durchschnitt 850 Meter über dem Meeresspiegel entsteht, wurde durch ein Phänomen erklärt, das als Isostasie bekannt ist und auf dem Archimedischen Prinzip basiert.



1. Ozeanische Kruste
2. Lithosphäre
3. Asthenosphäre
4. Kontinentale Kruste
5. Magma-Erzeugungszone
6. Cocosplatte
7. Nordamerikanische Platte

8. Zone der Entstehung der ozeanischen Kruste
- a. Golf von Mexiko
- b. Sierra Madre Oriental
- c. Transmexikanischer Vulkangürtel
- d. Sierra Madre del Sur
- e. Pazifischer Ozean

## INNERE ERDWÄRME

Wir wissen, dass jeder Stoff eine Temperatur hat, bei der er seinen Zustand ändert, von fest zu flüssig oder von flüssig zu gasförmig (obwohl es einige seltene Materialien gibt, die direkt von fest zu gasförmig umgewandelt werden, wie z. B. Naphthalin), und dass diese Temperatur vom Druck abhängt: Je höher der Druck, umso höher muss die Temperatur sein, um den Zustand zu ändern. Das bekannteste Beispiel ist, dass Wasser auf Meereshöhe bei einer höheren Temperatur kocht als in Mexiko-Stadt. Deshalb sind Suppen in Puerto Vallarta (Meeresspiegel) wärmer als in Toluca (2680 Meter über dem Meeresspiegel). Etwas ähnliches geschieht im inneren der Erde.

Die Erdkruste ist viel heißer als wenn sie nur von der Sonne erwärmt worden wäre. Wir wissen das von den Temperaturen in tiefen Minen, den Fumarolen, den heißen Quellen und der Lava, die aus den Vulkanen austritt. Die Temperatur im Inneren der Kruste steigt durchschnittlich um 30 °C pro Kilometer Tiefe; in einer Mine kann die Temperatur 50 °C erreichen. Der Druck steigt ebenfalls, da er direkt proportional zur Tiefe ist.

Die äußere Wärme der Erde kommt von der Sonneneinstrahlung und die innere Wärme ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen. In ihren Ursprüngen wurde die Erdwärme durch die Aufnahme von im Weltraum schwebendem Material erhöht, später durch den Einschlag großer Meteoriten, und heute wird ein grosser Teil der Wärme durch den Zerfall radioaktiver Isotope erzeugt. Obwohl die Abkühlung der Erde bei Kontakt mit sideraler Kälte unvermeidlich ist, findet in ihr auch eine Wärmeübertragung in Richtung der Oberfläche statt, die durch Wärmeleitung, vor allem aber durch Konvektion erfolgt.

## AUSWIRKUNGEN DER INNEREN WÄRME AUF DIE ERDOBERFLÄCHE

In der Asthenosphäre verhält sich das Gestein nicht mehr wie ein fester Stoff, sondern wie ein Fluid von hoher Viskosität und hoher Dichte. Dies ist auf die herrschenden Drücke und Temperaturen zurückzuführen. Die Viskosität der Asthenosphäre ist sehr hoch (wenn auch viel geringer als die der Kruste und der Lithosphäre), so dass sie Bewegung zulässt, jedoch in Zeiträumen von Tausenden oder Millionen von Jahren. Isostasie ist der Zustand des gravitativen Gleichgewichts, in dem die Lithosphäre nach dem archimedischen Prinzip über der Asthenosphäre schwebt.

Wenn das Gewicht auf dem Kontinent durch Anhäufung von Sedimenten oder Eis erhöht wird, sinkt die Lithosphäre, und wenn das Gewicht durch Auftauen oder Erosion abnimmt, steigt die Lithosphäre.

Die Lithosphäre besteht aus einer Reihe von starren Platten. Die Asthenosphäre, wie die Atmosphäre und die Hydrosphäre, ermöglicht die Übertragung von Wärme durch ein „Fluid“, das Konvektionsströme erzeugt. Aufgrund der hohen Viskosität des Materials der Asthenosphäre ist die Bewegung sehr langsam, einige Zentimeter pro Jahr. Diese Konvektionsbewegung in der Asthenosphäre erklärt viele Phänomene der Plattentektonik.

In Mexiko führt die nordöstliche Bewegung der an der Südwestküste gelegenen Cocosplatte dazu, dass sie unter der nordamerikanischen Platte in einem als Subduktion bezeichneten Prozess versinkt. Im Golf von Kalifornien ermöglichen ein aufsteigender Strom und eine Schwächung der Lithosphäre den Ausfluss des Mantels in Form von Magma, wodurch neue ozeanische Kruste und die Ausdehnung des Meeresbodens unter dem Meer von Cortez entstehen. Weiter nördlich der Halbinsel Baja California gibt es eine seitliche Bewegung zwischen zwei Platten entlang der San-Andres-Verwerfung.



## ARCHIMEDES

hat mit seiner Entdeckung in der Badewanne dazu beigetragen, zahlreiche Phänomene auf der Erde zu erklären, wie z. B. das Klima (Winde und Meeresströmungen), den Magmatismus (Vulkanismus) und die Plattentektonik (thermische Konvektion in der Asthenosphäre).

## DANKSAGUNG

Die Autoren danken den Doktoren Manuel Lozano Leyva, Ma. Teresa Orozco Esquivel, Marina Manea, Vlad Manea und Thierry Calmus, die den wissenschaftlich-technischen Aspekt des Manuskripts überprüft haben; Evangelina Rice und Adriana Myers, die kontrolliert haben, dass die beschriebenen Experimente leicht reproduzierbar waren, und Jesús Silva, der uns mit der technischen Redaktion geschult und unterstützt hat.

## ÜBER DIE AUTOREN

### SUSANA A. ALANIZ ÁLVAREZ

Investigadora Titular C des Centro de Geociencias (CGEO) der Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sie hat 1996 ihren Dokortitel in Geowissenschaften erlangt. Sie ist Mitglied der Mexikanischen Akademie der Wissenschaften und der Academia de Ingeniería. Sie hat über 65 wissenschaftliche Artikel über die Verformung der oberen Kruste und die Beziehung mit dem Vulkanismus und mehrere populärwissenschaftliche Werke geschrieben. Sie gehört dem Sistema Nacional de Investigadores (III) an. Sie unterrichtet am Posgrado en Ciencias de la Tierra an der UNAM. 2004 hat sie den Juana Ramírez De Asbaje Preis der UNAM erhalten.

### ÁNGEL F. NIETO SAMANIEGO

Er ist Doktor der Geophysik der Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Dozent am Posgrado en Ciencias de la Tierra, Mitglied der Mexikanischen Akademie der Wissenschaften und des Sistema Nacional de Investigadores (III). Er war Präsident der Mexikanischen Geologischen Vereinigung (Sociedad Geológica Mexicana) und Herausgeber des Gedenkbandes zur Hundertjahrfeier dieser Vereinigung. Er ist Redakteur von mehreren nationalen und internationalen Zeitschriften und hat 76 hauptsächlich strukturgeologische und tektonische Artikel mit Schwerpunkt über die Känozoische Verformung von Mexiko veröffentlicht. Derzeit ist er Investigador Titular C am Centro de Geociencias der UNAM in in Juriquilla, Querétaro.

### LUIS DAVID MORÁN TORRES

Er wurde 1984 in Mexiko-Stadt geboren, studierte Grafikdesign und schloss sein Studium 2009 an der Universidad del Valle de Mexico ab. Er hat mehrere Bücher für das Centro de Geociencias (UNAM) sowie für verschiedene museographische und kulturelle Projekte für die Regierung des Staates Querétaro illustriert. Er nahm an Sammelausstellungen in Mexiko und Schweden teil. Im Jahr 2012 absolvierte er einen künstlerischen Aufenthalt in der Cité des Arts in Paris, Frankreich. Derzeit arbeitet er als freiberuflicher Maler und Illustrator in der Stadt Querétaro.

## ÜBER DIE ÜBERSETZER

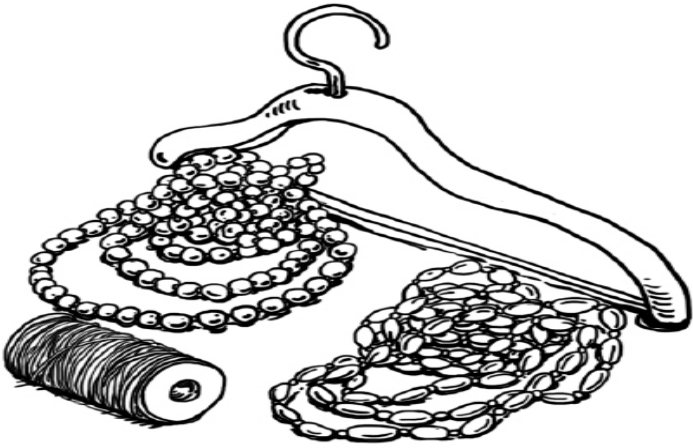
### PETER SCHAAF

Geboren 1953 in München, Deutschland. Studium der Geologie an der Universität München. Doktor in Geologie. Seit 1993 Investigador Titular am Instituto de Geofísica der UNAM. Er ist Mitglied des Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III), Leiter des Labors für Isotopengeochemie (LUGIS) an der UNAM und zusammen mit Ángel Nieto Chefeditor der Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.

### BELINDA GÓMEZ REMENTERÍA

Sie ist Deutschlehrerin an der Escuela Nacional Preparatoria 6 Antonio Caso. An der Philosophischen Fakultät der UNAM studierte sie den Master in Germanistik. Sie hat an derselben Fakultät ihr Studium der Germanistik abgeschlossen. Derzeit ist sie Koordinatorin der PASCH-Initiative, Schulen, Partner der Zukunft an der Preparatoria 6 "Antonio Caso". In Deutschland und Österreich hat sie verschiedene Kurse und Hospitationen für Deutschlehrer besucht. Sie hat Leitfäden für Deutsch als Fremdsprache für die Schüler der Escuela Nacional Preparatoria veröffentlicht.







Einfache Experimente um eine komplizierte Erde zu verstehen. 3. Heureka! „Schwimmende Kontinente und Ozeane“ veröffentlicht vom Geowissenschaftszentrum der Nationalen Autonomen Universität von Mexiko am 16. April 2020. Die Druckauflage besteht aus 500 Exemplaren, die im Offsetverfahren auf Couch-Papier von 100 g/cm<sup>2</sup> hergestellt wurden. Die verwendeten Schriften waren Chaparral Pro und Currency im Textkörper und Carlisle auf dem Cover. Janet Sánchez Sánchez kümmerte sich um diese Ausgabe.

Finanzierung des Druckes durch die Coordinación de la Investigación Científica der Universidad Nacional Autónoma de México, und Projekt PE106919.



dgapa



Finanzierung des Druckes durch die  
Coordinación de la Investigación Científica  
der Universidad Nacional Autónoma de México

Projekt PE106919



Die Reihe „Einfache Experimente um eine komplizierte Erde zu verstehen“ basiert auf der Liste der schönsten Experimente der Geschichte, die im September 2012 vom Physik World Magazin veröffentlicht wurden. Sie wurden wegen ihrer Einfachheit, Eleganz und Veränderungen ausgewählt, die sie im wissenschaftlichen Denken der damaligen Zeit bewirkt haben.

Jede Ausgabe dieser Reihe ist einem dieser Experimente gewidmet. Unser Ziel ist es, Dir durch Experimentieren Phänomene näher zu bringen, die sowohl in unserem täglichen Leben als auch auf unserem Planeten vorkommen.

Diese Ausgabe widmet sich dem Experiment des Auftriebs von Archimedes.

Bücher dieser Serie:

1. Der Luftdruck und der freie Fall
2. Das Licht und die Farben
3. Heureka! Schwimmende Kontinente und Ozeane

Die komplette Reihe kann con den folgenden Webseiten heruntergeladen werden:

<https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/lenguasciencia/>

<https://sites.google.com/site/recursos4miradas/8>



9 786073 031578

