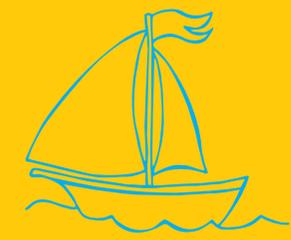


# Handbuch Adventskalender

Experimentierspaß für die Weihnachtszeit



Physik



Chemie



Biologie

## IMPRESSUM

® Lizenz der Marke GEOLino  
durch Gruner + Jahr GmbH  
– Alle Rechte vorbehalten –

© 2019 Franzis Verlag GmbH,  
Richard-Reitzner-Allee 2,  
85540 Haar bei München. 2019/01

Änderungen, Innovationen und  
Druckfehler vorbehalten

[www.franzis.de](http://www.franzis.de)

Autor: Thomas Riegler  
Idee/Konzeption: Richard Schmising  
und Maria Siegmantel  
Copy Editor: Claudia Fliedner  
Coverdesign: [www.ideehoch2.de](http://www.ideehoch2.de)  
Inhalt: Nelli Ferderer

GTIN: 401963167070-0

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträger oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Alle in diesem Buch vorgestellten Bauanleitungen und Tipps wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler im Buch und im Bausatz nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen.

Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

**CE** Dieses Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch ist in der beiliegenden Anleitung beschrieben. Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind allein Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie das Produkt deshalb genau so auf, wie es in der Anleitung beschrieben wird. Das Produkt darf nur zusammen mit der Anleitung und diesem Hinweis weitergegeben werden.

---

### **Bildnachweis:**

Shutterstock.com: 7 links, 8, 9 (alle), 13 rechts unten, 15 rechts unten, 19, 25 (alle), 33 links, 35 Mitte und rechts | Teresa Michel: 29, 31 links oben, 36, 37 (alle), 39 2.v. rechts, 45 rechts, 48 (alle), 49 links, | Sonja Franz: 32 rechts unten | alle anderen Bilder: Thomas Riegler

# WARN- UND SICHERHEITSHINWEISE

## Hinweise an die betreuenden Erwachsenen

Hinweise und Regeln beim Aufbau der Bastelprojekte sind unbedingt einzuhalten. Nicht alle Kinder haben die gleichen Fertigkeiten. Auch in einer vergleichbaren Altersgruppe sollte der betreuende Erwachsene für die Kinder geeignete Experimente auswählen. Die Versuchsanweisungen helfen dabei zu beurteilen, ob Experimente geeignet sind. Vor dem Experiment sollte der betreuende Erwachsene mit den Kindern die erforderlichen Warnungen und Sicherheitsvorkehrungen durchsprechen. Der falsche Gebrauch von Chemikalien kann zu Verletzungen oder anderen Gesundheitsschädigungen führen. Nur solche Versuche durchführen, die in der Gebrauchsanleitung beschrieben sind.

## Sicherheitshinweise

Lies die Anleitungen vor Versuchsbeginn, befolge sie und halte sie nachschlagbereit. Bewahre diesen Kalender außerhalb der Reichweite von Kindern unter 8 Jahren auf. Stelle sicher, dass alle leeren Behälter ordnungsgemäß entsorgt werden. Reinige die Hände nach Beendigung der Versuche. Verwende keine anderen Geräte als solche, die mit dem Kalender mitgeliefert oder die in der Anleitung empfohlen wurden. Iss und trinke nicht

am Experimentierplatz. Bringe keine Chemikalien in Kontakt mit den Augen und dem Mund. Stoffe in nichtwiederverschließbaren Verpackungen sollten im Verlauf eines Versuches (vollständig) aufgebraucht werden, d. h. nach dem Öffnen der Verpackung. Gib enthaltene Substanzen nicht in den Originalbehälter zurück. Entsorge sie unverzüglich.

**ACHTUNG!** Nicht für Kinder unter 3 Jahren geeignet. Es besteht Erstickenungsgefahr, da Kleinteile verschluckt oder eingeatmet werden können.

**ACHTUNG!** Ausschließlich für Kinder von mindestens 8 Jahren geeignet. Anweisungen für Eltern oder andere verantwortliche Personen sind beigefügt und müssen beachtet werden. Verpackung und Anleitung müssen aufbewahrt werden, da sie wichtige Informationen enthalten.

**ACHTUNG!** Dieses Spielzeug hat funktionsbedingte scharfe Spitzen. Verletzungsgefahr!

**ACHTUNG!** Magnete, die im menschlichen Körper einander oder einen metallischen Gegenstand anziehen, können schwere oder tödliche Verletzungen verursachen. Ziehe sofort einen Arzt zurate, wenn Magnete verschluckt oder eingeatmet werden. Für empfindliche elektronische Geräte wie z. B. Computer, Datenträger, Datenchips, Bankkarten usw. besteht die Gefahr, dass durch Magnetfelder in direkter Nähe Daten bzw. die Funktion verloren gehen!

**ACHTUNG!** Benutzung nur unter unmittelbarer Aufsicht von Erwachsenen.

**ERSTE-HILFE-INFORMATIONEN:** Im Falle einer Berührung mit dem Auge: Spüle das Auge mit reichlich Wasser und halte es offen, falls notwendig. Suche umgehend ärztliche Hilfe. Im Falle des Verschluckens: Spüle den Mund mit Wasser aus, trinke frisches Wasser. Führe kein Erbrechen herbei. Suche umgehend ärztliche Hilfe. Im Falle des Einatmens: Bringe die Person an die frische Luft. Im Zweifelsfall suche ohne Verzug ärztliche Hilfe. Nimm die Chemikalie zusammen mit dem Behälter mit. Bei Verletzungen suche immer ärztliche Hilfe. Notfallkontakte: Wichtige Telefonnummern. Vor dem ersten Gebrauch des Kalenders von einem Erwachsenen auszufüllen

Giftnotrufzentrale: \_\_\_\_\_

Arzt: \_\_\_\_\_

Krankenhaus: \_\_\_\_\_

**HINWEIS:** Bei Fragen und Problemen findet ihr unter <https://www.franzis.de/FAQ-zu-den-Adventskalendern> Antworten auf die häufigsten Fragen und Kontaktmöglichkeiten zu unserem Support-Team.



## VERSUCH 1

In deinem ersten Versuch stellst du eine nicht-newtonsche Flüssigkeit, einen sogenannten Oobleck, her. Dazu benötigst du eine Schüssel, einen Löffel, Leitungswasser und das Tütchen Maisstärke aus dem heutigen Türchen.

Das Mischungsverhältnis zwischen Stärke und Wasser beträgt etwa 2 zu 1. Es sollte also etwa doppelt so viel Maisstärke wie Wasser zum Mischen vorhanden sein. Am besten nähertest du dich der idealen Mischung Schritt für Schritt.

Gib zunächst drei Esslöffel Wasser in die Schüssel und dann den Großteil der Stärke dazu. Anschließend verrührst du beides mit dem Löffel. Bleibt das Gemisch dünnflüssig, gibst du noch etwas Stärke dazu. Ist das richtige Mischungsverhältnis erreicht, fühlt es sich beim Umrühren klumpig an. Rührst du langsamer, wirst du feststellen, dass der Widerstand nachlässt. Stichst du mit dem Löffel in die nichtnewtonsche Flüssigkeit hinein, reißt ihre Oberfläche auf.

Zum Fotografieren haben wir etwas mehr Stärke und Wasser verwendet, als in deinem Tütchen ist. Für deine Maisstärke brauchst du nur etwa drei bis vier Esslöffel Wasser.



Ist das richtige Mischungsverhältnis erreicht, reißt die Oberfläche der Flüssigkeit auf, wenn du mit dem Löffel hineinstichst.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ eine Schüssel
- ✓ einen Löffel
- ✓ ca. 3 - 4 Esslöffel Leitungswasser



## VERSUCH 2

### Tauchen und schlagen

Versuche, den Löffel behutsam in die Flüssigkeit zu tauchen. Das wird dir genauso gelingen wie bei Wasser. Schlägst du den Löffel auf die Flüssigkeit, wird er für einige Sekunden obenauf liegen bleiben. Erst danach sinkt er ein.

Du kannst auch versuchen, mit der geballten Faust auf die nichtnewtonsche Flüssigkeit zu schlagen. Dabei wirst du es ebenfalls nicht schaffen, einzutauchen. Es fühlt sich eher so an, wie wenn du auf eine Turnmatte schlägst. Es tut also nicht weh.

Bei langsamer Bewegung wird es dir gelingen, einen Löffel oder Finger ganz in den Oobleck einzutauchen.

# Newtonsche FLÜSSIGKEITEN

Stell dir Wasser vor. Wasser ist immer gleich flüssig. Egal, ob du langsam deinen Finger eintauchst oder mit aller Wucht reinspringst. Wasser fühlt sich somit immer gleich an und reagiert auch immer gleich. Dieses Verhalten trifft auf so gut wie alle Flüssigkeiten, aber auch auf Gase wie Luft zu. Diese Eigenschaft hat der englische Naturforscher Isaac Newton (1643–1727) entdeckt – weshalb man sie nach ihm benannt hat. Wasser ist somit eine newtonsche Flüssigkeit.

## Nichtnewtonsche Flüssigkeiten

Nichtnewtonsche Flüssigkeiten sind nicht immer gleich flüssig. Das wird in der Physik als „veränderliche Viskosität“ bezeichnet. Tauchst du langsam einen Finger in eine nichtnewtonsche Flüssigkeit ein, verhält sie sich wie eine normale Flüssigkeit. Schlägst du stattdessen mit der Faust darauf, verhält sie sich wie ein fester Stoff und du tauchst nicht in sie ein. Es spritzt nicht einmal!

Zu den nichtnewtonschen Flüssigkeiten zählen unter anderem Pudding, Spätzleteig, Ketchup, Sand-Wasser-Gemische und Blut.



Die Flüssigkeit ist so hart, dass du für einige Sekunden sogar einen Turm bauen kannst.

## Warum ist das so?

Drückst du fest auf die nichtnewtonsche Flüssigkeit, werden in ihr die Wassermoleküle zur Seite gedrückt. Gleichzeitig verhaken sich die übrig gebliebenen Stärkemoleküle und werden dadurch fest. Lässt der Druck nach, fließt das Wasser wieder zwischen die Stärkemoleküle. Damit wird die nichtnewtonsche Flüssigkeit wieder flüssig.

Die Tragkraft einer nichtnewtonschen Flüssigkeit kann sogar so hoch sein, dass du auf ihr laufen könntest, ohne einzusinken.

## STOPP!

Hast du die erste Tür geöffnet? Wirf das Kästchen nicht weg! Es gibt nämlich eine Überraschung: Die Rückseiten aller Kästchen dieses Adventskalenders werden zu einem Spielfeld für ein kleines Naturwissenschaftsspiel. Hast du einen Tag geöffnet, falte das Kästchen zusammen und stecke es mit der Rückseite nach oben wieder an seinen Platz. So wird dein Adventskalender nach und nach zum Spielfeld.

Du wirst außerdem den Inhalt einiger Kästchen für das Spiel brauchen. Das ist im Handbuch an den jeweiligen Tagen vermerkt. Achte daher auf diese Hinweise. Die Spielregeln findest du auf der letzten Seite dieses Handbuchs.



## VERSUCH 1

**Das Licht im Prisma**

Setze die Prismabrille auf und schaue damit in das Licht einer Lampe. Neben ihrem weißen Licht in der Mitte wirst du rund um die Lampe Lichtstreifen in den Farben des Regenbogens erkennen. Sie entstehen, weil die Prismabrille das weiße Licht der Lampe in seine Grundfarben zerlegt.

Betrachte mit der Brille auch andere Lichtquellen. Kannst du Unterschiede erkennen?

## VERSUCH 2

**Deine Wohnung im Prisma**

Gehe mit aufgesetzter Prismabrille durch deine Wohnung. Besonders an Kanten und Ecken wirst du das in seine Spektralfarben zerlegte Licht erkennen. So bunt wirst du dein Zuhause noch nie erlebt haben!

Die Prismabrille zerlegt das weiße Licht einer Lampe in seine Spektralfarben.

**DAUER:**

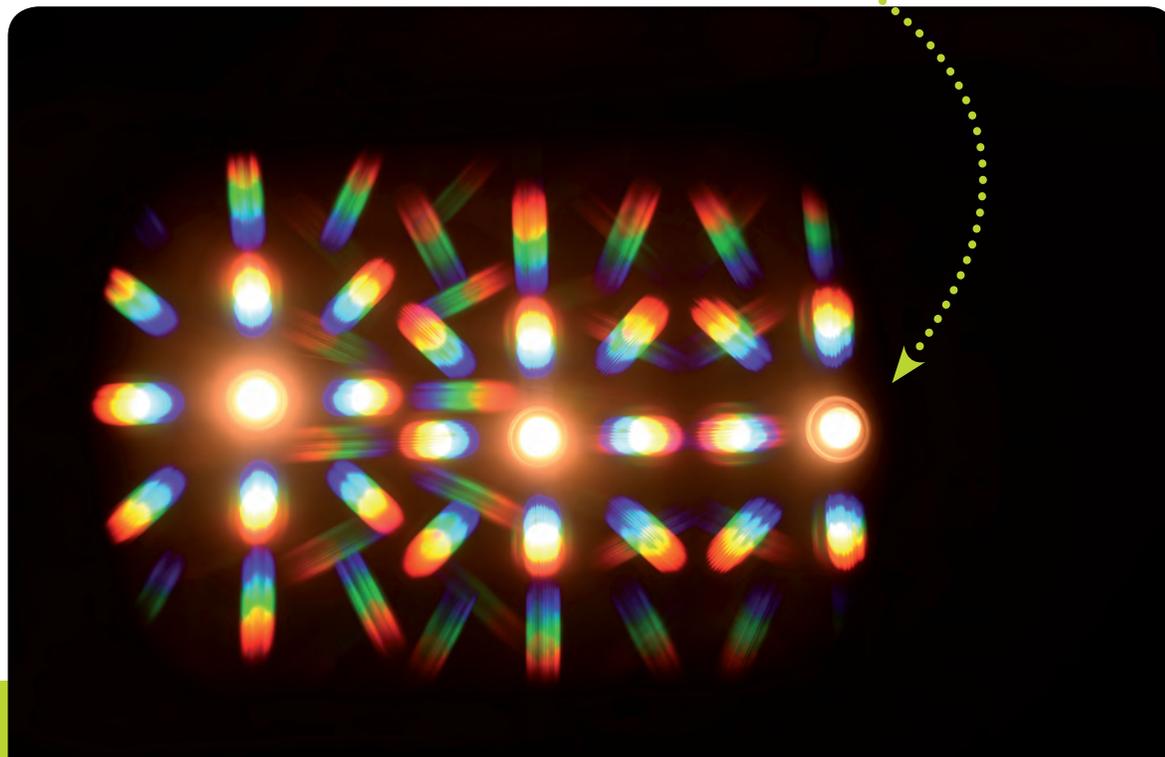
ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

✓ nichts!



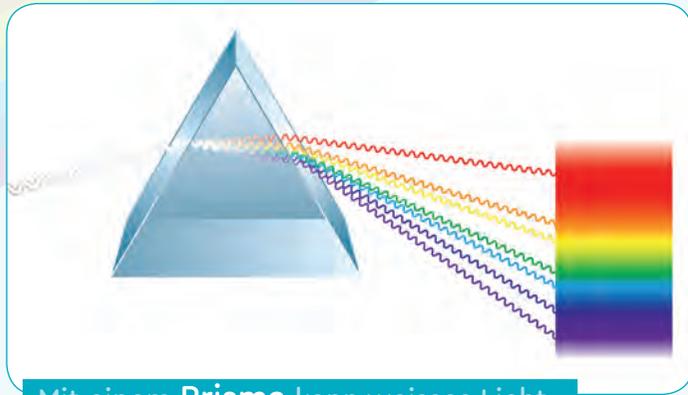
Beim Vergleich zweier Kerzen kannst du gut erkennen, wie die Prismabrille das Kerzenlicht zerlegt.



# SPEKTRALfarben

Weißes Licht empfinden wir als farblos. Tatsächlich ist es ein Gemisch vieler Farben, die auch Spektralfarben genannt werden. Jede Farbe hat eine andere Wellenlänge. Die Farben Violett und Blau haben eine geringe, Grün und Gelb eine mittlere und Orange und Rot eine hohe Wellenlänge.

Weißes Licht lässt sich gut mit einem Prisma zerlegen. Das ist ein vieleckiger Körper (Polyeder) aus durchsichtigem Glas oder Kunststoff. Durch seine Form werden in seinem Inneren die Wellen der einzelnen Farben unterschiedlich abgelenkt. Hältst du ein weißes Blatt vor das Prisma, kannst du die Farben des Regenbogens nebeneinander sehen.



Mit einem **Prisma** kann weißes Licht in seine **Spektralfarben** zerlegt werden.

# Der REGENbogen

Ein Regenbogen entsteht häufig bei leichtem Regen oder wenn es gerade zu regnen aufgehört hat und sich in der Luft unzählige kleine Regentropfen befinden. Scheint das Sonnenlicht durch diese Tröpfchen, zerlegen sie es wie ein Prisma in seine Spektralfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett. Wenn du einen Regenbogen genau betrachtest, erkennst du, dass er nicht einfach nur aus den genannten Farben

besteht. Tatsächlich gehen die Farben fließend ineinander über. Ein Regenbogen besteht also genau genommen aus unendlich vielen Farben.

Einen Regenbogen findest du übrigens stets auf der sonnenabgewandten Seite. Steht die Sonne etwa im Westen, kann ein Regenbogen nur im Osten in Erscheinung treten.



Ein **Regenbogen** entsteht, wenn **Sonnenlicht** durch **Wassertropfen**, die als Prismen wirken, hindurchscheint.



## VERSUCH

Betrachte jedes deiner sechs Illusionskärtchen und beschreibe ganz genau, was du siehst. Dann lege sie weg und schaue sie etwas später noch einmal an. Wetten, dass du nun andere Dinge als zuvor erkennst?



Auf dem Bild kannst du zwei senkrechte graue Rechtecke erkennen, die jeweils durch weiße (links) oder schwarze Balken (rechts) unterbrochen sind. Das linke Rechteck wirkt heller als das rechte. Tatsächlich haben beide Rechtecke aber die gleiche Farbe. Sie wirken nur wegen der schwarzen Streifen unterschiedlich hell. Das kannst du leicht überprüfen, indem du die Karte vorsichtig knickst oder die schwarzen Streifen abdeckst.

Auf dem nächsten Bildchen meinst du, ein weißes Dreieck zu erkennen. Dieser Eindruck entsteht aber nur, weil den drei Punkten jeweils ein Sechstel fehlt. Der Eindruck wird durch die drei Zelte verstärkt, deren offene Unterseite sich auf den gedachten Linien des Dreiecks befindet. Selbst wenn du die Zelte abdeckst, wirst du das Dreieck noch erkennen.



Beim nächsten Bild scheinen die waagerechten Linien schief, ja sogar gebogen zu sein. Sie verändern scheinbar ihre Position, je nachdem, wie du auf das Bild schaust. In Wirklichkeit sind aber alle Linien exakt gerade und zueinander parallel. Das kannst du leicht mit einem Lineal überprüfen.

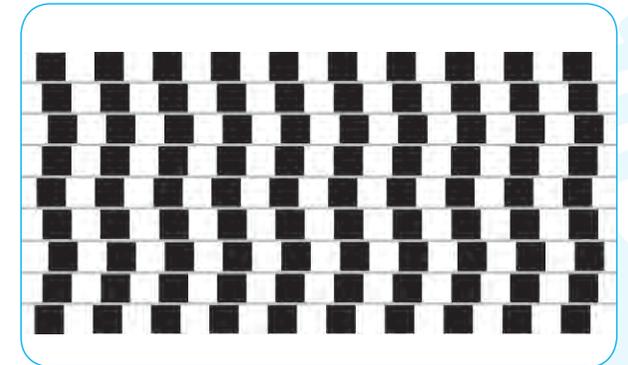


**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

✓ nichts!



Der verworrene Eindruck entsteht nur, weil die schwarzen Kästchen nicht exakt untereinanderstehen.

Die nächste optische Täuschung zeigt uns zwei große Quadrate, deren Seitenlinien verbogen erscheinen. Die gesamte Darstellung

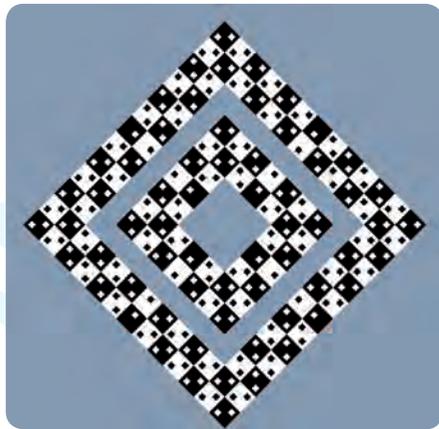
# Warum wir SEHEN, was wir SEHEN

Beim Sehen arbeiten unsere Augen und das Gehirn eng zusammen. Das Gehirn interpretiert, was wir sehen. Dabei greift es auf Erfahrungen aus der Vergangenheit zurück. Meist funktioniert das sehr gut – doch manchmal eben nicht. Diese Wahrnehmungstäuschung ist auch als optische Täuschung oder visuelle Illusion bekannt. Sie tritt auf vielfältige Weise auf. So kannst du dich etwa bei der Einschätzung von räumlichen Tiefen, geometrischen Formen und sogar bei Farben täuschen.

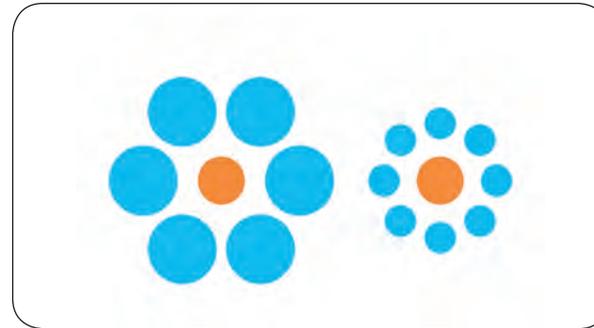
In gewissen Grenzen kannst du dein Gehirn trainieren, weniger oft auf optische Täuschungen reinzufallen, etwa indem du dich beim Betrachten solcher Bilder auf bestimmte Details konzentrierst.

Es sind allein über 200 Figuren bekannt, die optische Täuschungen hervorrufen. Bei einigen Bildern weiß man übrigens bis heute nicht, warum es bei ihnen zu einer optischen Täuschung kommt.

wirkt irgendwie verbogen und gewellt. In Wirklichkeit sind alle Quadrate aber rechtwinklig und gerade. Das siehst du, wenn du Teile der Figur abdeckst oder wieder ein Lineal zu Hilfe nimmst. Die Ursache der optischen Täuschung liegt in den kleinen Punkten in den schwarzen und weißen Quadraten. Meist sind es zwei, die mal waagrecht, mal senkrecht angeordnet sind. Sie sind es, die unsere Augen und unser Gehirn verwirren.



Betrachtest du die mittleren Punkte der beiden Figuren, meinst du links einen kleinen und rechts einen großen Punkt zu sehen. Tatsächlich sind beide Punkte gleich groß. Das kannst du nachprüfen, indem du mit einem Lineal nachmisst. Deckst du die sechs großen und die kleinen äußeren Punkte ab, werden auch deine Augen erkennen, dass beide zentralen Punkte gleich groß sind.



Was siehst du auf diesem Bild? Ganz klar! Den Rest eines Apfels, also das Kerngehäuse. Schließe kurz deine Augen und betrachte das Bild noch einmal. Nun entdeckst du einen Jungen (links) und ein Mädchen (rechts), die sich ansehen.



Natürlich kann es auch sein, dass du zuerst die beiden Gesichter und dann erst den angeknabberten Apfel erkennst.

**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ ein Glas
- ✓ eine Flasche
- ✓ Wasser

**VERSUCH 1****Kommunizierende Gefäße**

Für diesen Versuch brauchst du ein volles Glas Wasser sowie deine Spritze, an deren Spitze du den Schlauch steckst. Schiebe den Kolben der Spritze ganz nach vorn, bevor du den Schlauch ins Wasserglas eintauchst. Danach ziehst du ihn langsam zurück und ganz aus der Spritze heraus. Jetzt kannst du beobachten, wie das Wasser in den Kolben strömt. Wenn du die Spritze etwas höher oder tiefer hältst, wird sich der Wasserstand in ihr ändern. Dabei wird er aber immer auf der derselben Höhe wie der im Glas bleiben.



Sind zwei Gefäße mit einem Schlauch verbunden, steht in ihnen die Flüssigkeit stets gleich hoch.

**VERSUCH 2****Wasser umpumpen**

Um Wasser umpumpen, brauchst du wieder deine Spritze mit Schlauch, ein leeres Glas und eine Flasche Wasser. Stecke das lose Schlauchende in die volle Flasche Wasser. Nun ziehst du den Kolben der Spritze zurück, bis sich in ihr Wasser ansammelt.



Sauge zuerst etwas Wasser an, indem du den Kolben zurückziehst.

# Kommunizierende GEFÄSSE

## VERSUCH 3

Wenn du nun den Kolben ganz aus der Spritze herausziehst, rinnt das Wasser von selbst von der stehenden Flasche über den Schlauch ins Glas. Noch besser rinnt das Wasser, wenn du den Schlauch von der Spritze abziehst.



**HINWEIS:** Bewahre Spritze und Schlauch gut auf! Du wirst sie für mehrere Experimente später wieder brauchen.

**Wasser unter Druck transportieren**  
Sauge etwas Wasser in den Spritzenzylinder, indem du den Kolben zurückziehst. Der in der Spritze herrschende Unterdruck hält das Wasser im Zylinder fest. Obwohl die Düse unten offen ist, rinnt es nicht heraus. Erst wenn du den Kolben wieder hineindrückst, spritzt das Wasser heraus.



Aufgrund des Unterdrucks  
bleibt das Wasser  
in der unten offenen Spritze.

Sind zwei oder mehrere oben offene Gefäße miteinander verbunden, werden sie als kommunizierende Gefäße bezeichnet. Befüllt man sie mit einer Flüssigkeit, steht diese in allen gleich hoch. Das heißt, ihr Flüssigkeitsspiegel befindet sich stets in einer waagerechten Ebene. Dabei kommt es nicht auf die Form der Gefäße an. Selbst wenn die Gefäße unterschiedlich hoch stehen, gleicht sich der Flüssigkeitsspiegel in einer Ebene aus. Auch Wasserleitungen in deinem Ort funktionieren nach diesem Prinzip. Das liegt daran, dass Schwerkraft und Luftdruck konstant sind.

Das Prinzip der kommunizierenden Gefäße wird auch für Wasserstandsanzeigen angewendet. Ist etwa eine dünne, senkrechte Glasröhre mit einem großen Tank verbunden, steht in beiden die Flüssigkeit gleich hoch.



## VERSUCH 1

### Fernsehbild im Detail

Das Fernsehbild setzt sich aus vielen einzelnen Punkten zusammen, die in den Grundfarben Rot, Grün und Blau leuchten. Halte die Lupe vor den eingeschalteten Fernseher. Mit ihr kannst du die einzelnen Punkte, sie werden auch Pixel genannt, gut erkennen.



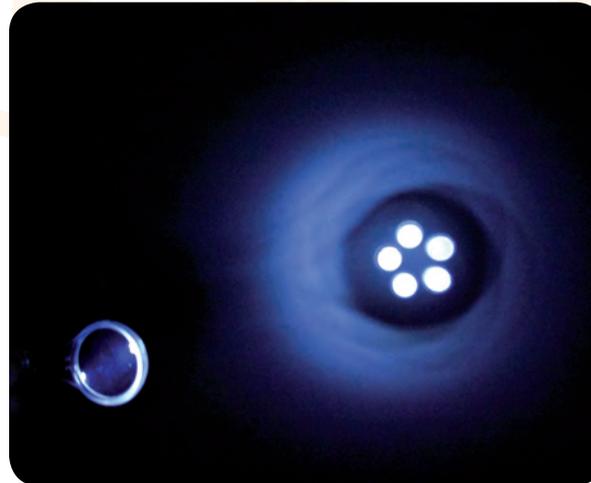
Mit der Lupe kannst Du die einzelnen Bildpunkte, aus denen sich ein Fernsehbild zusammensetzt, gut erkennen.

## VERSUCH 2

### Vergrößerungseffekt mal anders

Halte deine Lupe vor eine eingeschaltete Taschenlampe und richte den Lichtkegel auf eine weiße Wand. Mit der Lupe kannst du den Lichtkegel, in unserem Beispiel die einzelnen LEDs der Lampe, so richtig groß an der Wand darstellen. Mit dem Abstand der Lupe zur Taschenlampe korrigierst du die Schärfe des Bildes an der Wand.

Mit der Lupe kannst du den kleinen Lichtkegel einer Taschenlampe richtig groß an die Wand werfen.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ Fernseher
- ✓ Taschenlampe
- ✓ Ein Glas Wasser (farbloses Glas)
- ✓ Ein Buch



## VERSUCH 3

### Eine selbst gebaute Lupe

Du kannst dir ganz leicht selbst eine Lupe bauen. Dazu brauchst du nur ein durchsichtiges Glas mit Wasser zu füllen. Hältst du nun ein Buch hinter das Glas, kannst du die Vergrößerungswirkung gut erkennen.



Mit einem Glas Leitungswasser erhältst du bereits eine simple Lupe.

## VERSUCH 4

### Abstand variieren

Leg deine Linse auf eine Buchseite und bewege sie langsam von ihr weg. Dabei kannst du beobachten, wie einzelne Buchstaben immer größer werden. Danach schließt ein Bereich an, in dem du durch die Lupe nichts erkennen kannst. Das Bild wird unscharf. Bewegst du die Lupe noch weiter weg, wird das Bild wieder scharf, aber es steht auf dem Kopf.

Hältst du die Lupe nur wenig über ein Blatt Papier, werden die Buchstaben vergrößert.



Bei großem Abstand zum zu betrachtenden Gegenstand - hier ein entfernter Berg - erscheint das Bild auf dem Kopf stehend und seitenverkehrt.

# VERGRÖßERUNG durch Linsen

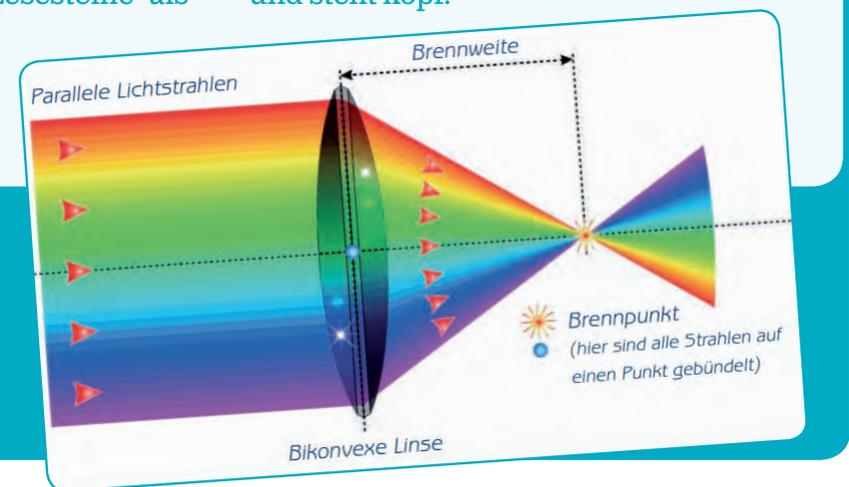
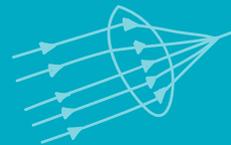
Bereits die alten Ägypter erkannten, dass ein Wassertropfen eine vergrößernde Wirkung hat. Auch die Römer befassten sich mit diesem Effekt. Die Lupe als optisches Instrument wurde im 11. Jahrhundert von dem arabischen Mathematiker Abu Ali al-Hasan ibn al-Haitham, auch Alhazen genannt, erfunden. Allerdings war seine Lupe noch eine geschliffene Halbkugel aus Glas.

Im Mittelalter entdeckten die Mönche die Aufzeichnungen des Arabers. Sie führten die „Lesesteine“ genannten Vorläufer der Lupe in Europa ein. Der Hintergrund: Da es damals noch keinen Buchdruck gab, wurden alle Bücher per Hand geschrieben. Eine Aufgabe, die die Mönche erledigten. Da diese mit zunehmendem Alter immer schlechter sahen, nutzten sie die Lesesteine als Sehhilfe.

Die Lesesteine wurden laufend weiterentwickelt. Aus ihnen entwickelte man mit der Zeit Lupen, Linsen, Mikroskope, Teleskope, Kameras, Brillen und so weiter.

Eine Lupe besteht aus einer zu beiden Seiten nach außen gewölbten Sammellinse. Ihre Bauart nennt man bikonvex. Mit einer Lupe kann man Gegenstände wesentlich größer sehen als mit bloßem Auge. Deshalb wird sie auch oft als Vergrößerungslinse bezeichnet. Der Vergrößerungseffekt funktioniert aber nur, solange die Lupe nicht zu weit weg vom zu betrachtenden Gegenstand gehalten wird. Nur dann ist das Bild scharf. Diesen Bereich nennt man einfache Brennweite der Linse. Wird die Lupe zu weit weggehalten, dreht sich das Bild um und steht kopf.

Funktionsprinzip einer Lupe.





## VERSUCH 1

Hast du dir schon einmal Fingerabdrücke abgenommen? Gib zuerst einige wenige Tropfen Wasser in das Stempelkissen und verteile sie mit einem Finger gleichmäßig. Achte darauf, dass nicht zu viel Wasser im Kissen ist. Das würde zu verwischten Abdrücken führen. Nach dieser Vorbereitung kannst du der Reihe nach die Abdrücke deiner Finger nehmen.

Dazu drehst du die Spitze des ersten Fingers im Stempelkissen etwas nach links und rechts. So verteilt sich die Farbe gleichmäßig auf ihm. Drücke nun den Finger auf ein weißes Blatt Papier und drehe ihn ebenfalls etwas zu beiden Seiten. Nun solltest du auf dem Blatt die Struktur deines Fingers gut erkennen. Falls nicht, versuche es einfach noch einmal.

Nachdem du einige Tropfen Wasser auf dem Stempelkissen verteilt hast, kannst du deinen Finger mit Farbe benetzen.



## VERSUCH 2

Studiere deine Fingerabdrücke und vergleiche sie mit dem Typenblatt. Versuche, verschiedene Strukturen, wie nach links oder rechts zeigende Wirbel oder Bögen, an deinen Fingerabdrücken ausfindig zu machen.



Welche Muster kannst du an deinen Fingerabdrücken erkennen?

**HINWEIS:** Das Stempelkissen wird später für das Naturwissenschaftsspiel benötigt. Bewahre es daher gut auf!

**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ ein paar Tropfen Wasser
- ✓ ein Blatt weißes (oder ähnlich helles) Papier



## VERSUCH 3

Lege eine Fingerabdruckkartei an, indem du die Fingerabdrücke deiner Familienmitglieder und Freunde sammelst. So hast du bald reichlich Material, um die Unterschiede bei den Fingerabdrücken in allen Details zu studieren. Und wer weiß? Vielleicht kannst du deine Fingerabdruck-Sammlung einmal bei der Aufklärung eines Kriminalfalls gebrauchen.

## VERSUCH 4

**Wer ist der Täter?**

Jemand hat deinen Turm aus Bauklötzen zerstört! Keiner will es gewesen sein. Doch der Täter hat gewiss in Form von Finger-

abdrücken eine Spur hinterlassen. Alles, was du brauchst, um sie zu sichern, ist die Fingerabdruck-Klebefolie (ein Stück normales Klebeband tut es auch). Ziehe die Schutzfolie ab. Berühre dabei die Klebefläche nur am Rand. Sonst hast du dir deinen eigenen Fingerabdruck abgenommen. Prüfe nun deinen zerstörten Turm. Auf welchen Bauklötzchen könnte der Täter seine Spur hinterlassen haben? Entscheide dich für ein Teil und hebe es an den Kanten auf. Nun klebst du die Fingerabdruckfolie auf jene Stelle, an der du einen verdächtigen Fingerabdruck vermutest. Anschließend löst du sie wieder vom Baustein. Und tatsächlich! Da ist ein deutlich erkennbarer Fingerabdruck! Nun brauchst du ihn nur noch mit der Fingerabdruckkartei, die du von deinen Familienmitgliedern angelegt hast, zu vergleichen. Der Täter ist so gut wie überführt!



Eindeutig ist auf der Folie ein **Fingerabdruck** zu erkennen. Der Täter ist so gut wie überführt!



Wer hat den Turm zerstört? Ein **Fingerabdruck** wird es zeigen!

# Das **MUSTER** auf unserer Haut

Die Haut besitzt an der Innenseite unserer Finger viele enge Linien, die man Hautleisten nennt. Sie bilden eine Struktur aus Bögen und Schleifen. Dieses Muster nennt man Fingerabdruck. Jeder Fingerabdruck ist einzigartig und kommt nur ein einziges Mal auf der Welt vor. Selbst Zwillinge haben unterschiedliche Fingerabdrücke. Sogar nach einer Verletzung bleibt der Fingerabdruck erhalten.

Die Hautleisten an den Fingern helfen uns, Gegenstände besser fassen zu können. Auch unsere Zehen und Fußsohlen haben solche Strukturen. Sie helfen uns beim Gehen und sollen uns vor dem Ausrutschen bewahren.

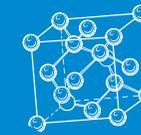
Wenn du einen Gegenstand berührst, hinterlässt du einen Fingerabdruck. Auf einem Glas oder Spiegel kannst du ihn sogar erkennen. Meist bleibt er für unsere Augen aber unsichtbar. Diese von deinen Fingern hinterlassene Spur besteht zu etwa 98,5 Prozent aus Wasser, etwas Fett und Schmutz, der sich seit dem letzten Händewaschen auf unseren Fingern angesammelt hat.

Kriminalisten nutzen Fingerabdrücke, um einen Verbrecher zu überführen. Sie bepinseln Gegenstände, die er berührt haben könnte, mit Eisenstaub. Dieser legt sich hauchdünn auf glatten Oberflächen ab und macht Abdrücke, die Finger hinterlassen haben, in Schwarzweiß sichtbar.

Die Polizei hat unzählige Fingerabdrücke auf ihren Computern archiviert. Findet sie an einem Tatort einen Fingerabdruck, wird dieser mit den bereits gespeicherten verglichen. Auf diese Weise lässt sich ein Täter überführen.



Polizei bei der Suche nach Fingerabdrücken an einem Tatort.



## VERSUCH 1

### Verflüssigtes Salz

Deine Tüte enthält 20 Gramm Natriumacetat. Natriumacetat ist ein Salz. Den Großteil davon benötigst du für den ersten Teil dieses Versuchs. Einige Gramm solltest du zur Seite legen.

Zuerst wirst du versuchen, rund 15 Gramm Salz in destilliertem Wasser aufzulösen. Dazu brauchst du 2,5 Milliliter destilliertes Wasser. Das Mischungsverhältnis zwischen Wasser und Salz beträgt 1:10. Auf einen Teil Wasser kommen also zehn Teile Salz.

Die richtige Menge Wasser kannst du mit der Spritze ermitteln. Damit sich das Salz im Wasser löst, muss dieses warm sein. Je wärmer das Wasser ist, umso leichter lässt sich das Natriumacetat auflösen. Die ideale Temperatur liegt bei rund 50 bis 55 Grad Celsius. Das ist schon ein Stück heißer als übliches Badewasser. Andererseits braucht das Wasser nur kurz erwärmt zu werden, um diese Temperatur zu erreichen.

Fülle zuerst die 15 Gramm Natriumacetat und 1,5 Milliliter Wasser in ein Glas. Das erwärmst du im Wasserbad. Am besten bittest du aber einen Erwachsenen, dir bei dem

Versuch zu helfen. Stelle den Topf mit Wasser auf den Herd und schalte die Herdplatte an. Das Wasser im Topf erwärmt sich und mit ihm das Glas mit dem Natriumacetat-Wasser-Gemisch.

Ist es warm genug, wirst du erkennen, wie sich das Natriumacetat vollständig auflöst. Du kannst auch mit dem Löffel ein wenig umrühren. Das gesamte Natriumacetat hat sich tatsächlich in einigen wenigen Tropfen Wasser aufgelöst!

Das destillierte Wasser lässt sich auch in der Mikrowelle oder mit einer Kerze auf einem Ständer erwärmen. Das dauert aber länger. Achtung, das verwendete Glas muss dafür geeignet sein!

Für den Versuch benötigst du 1,5 Milliliter **destilliertes Wasser**. Die korrekte Menge kannst du sehr gut mit der Spritze ermitteln.



Arbeit getan! Das feste **Natriumacetat** ist nun in einigen Tropfen Wasser gelöst.



**DAUER:**

ca. 30 Minuten

### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ destilliertes Wasser (kein Leitungswasser!)
- ✓ Spritze von Tag 4
- ✓ einen Löffel
- ✓ ein Glas
- ✓ einen Topf mit Wasser für ein Wasserbad
- ✓ einen Teller



Gib das Natriumacetat in das destillierte Wasser.

Das Gemisch soll auf rund 50 Grad Celsius erwärmt werden, was hier durch die Kerze symbolisiert wird.

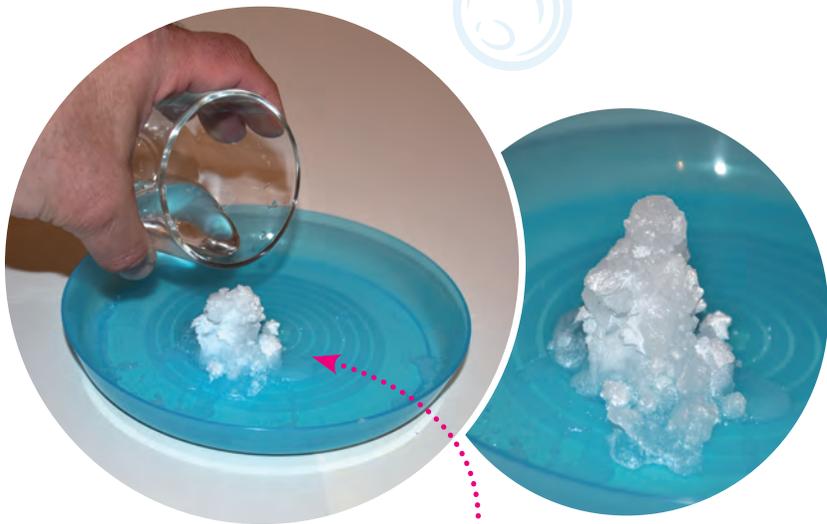


## VERSUCH 2

### Einen Eisberg bauen

Lass das Glas mit dem verflüssigten Salz abkühlen und stelle es anschließend in den Kühlschrank. Währenddessen bereitest du einen Teller vor, auf den du in der Mitte einen Teil der noch übrigen Salzkörner streust.

Nachdem die Flüssigkeit abgekühlt ist, gießt du sie auf die Natriumacetat-Körner. Dabei gehen sie unmittelbar vom flüssigen in den kristallinen Zustand über und werden hart. Es entsteht eine Säule – du kannst einen Eisberg bauen!



Wenn du das gekühlte verflüssigte Salz auf die kleinen Kristalle gießt, kristallisiert die übersättigte Flüssigkeit wieder, und es entsteht ein Eisberg.

# LÖSUNGEN, Kristalle und Salze

Zu Beginn des ersten Versuchs ist das Natriumacetat in Wasser und im eigenen Kristallwasser gelöst. Das funktioniert bei höheren Temperaturen so gut, dass die Flüssigkeit wie Wasser aussieht. Wird die Flüssigkeit abgekühlt, erhältst du eine sogenannte übersättigte Lösung. Sie enthält bei Raumtemperatur viel mehr Salz, als in ihr eigentlich gelöst sein könnte. Eigentlich sollten sich die Salzkristalle ja wieder aus der Flüssigkeit lösen, wenn gekühlt wird. Dazu braucht es allerdings einen, nennen wir es Zündfunken, der diese Reaktion ins Rollen bringt. So einen Zustand nennt man metastabil. Er ist genau genommen nicht stabil. Ihm fehlt aber die Energie, um an seinem Zustand etwas zu verändern. Durch den Kontakt mit den neu hinzugefügten Salzkristallen wird die benötigte Startenergie geliefert, und die Lösung kristallisiert wieder aus. So hast du im zweiten Versuch einen Eisberg geschaffen.

### Der Taschenwärmer-Effekt

Der Eisberg ist zwar weiß, aber alles andere als kalt. Denn während dieser Umwandlung wird Wärme frei. Und zwar genauso viel, wie du beim Verflüssigen des Salzes aufgewendet hast, also 51 Grad Celsius. Das heißt, die Flüssigkeit speichert die Wärmeenergie. Die während des Auskristallisierens wieder abgegebene Wärme kann ziemlich hoch sein. Nach demselben Prinzip funktionieren übrigens Taschen- oder Handschuhwärmer. Auch sie enthalten Natriumacetat. Wenn du das wieder kristallisierte Salz abermals erwärmst, verflüssigt es sich wieder. Auch das kennst du von Taschenwärmern.

### Natriumacetat

Natriumacetat ist eine Salzart, die schwach nach Essig riecht. Sein Schmelzpunkt liegt bei etwa 51 Grad Celsius. Wird es geschmolzen, entsteht eine übersättigte Lösung, die auch unterhalb des Schmelzpunktes flüssig bleibt. Um unbeabsichtigtes Kristallisieren zu vermeiden, muss die Flüssigkeit in einem sauberen und glatten Behälter aufbewahrt werden.



## VERSUCH

Miss den pH-Wert verschiedener Flüssigkeiten, wie etwa Wasser, Milch, Essig und Flüssigseife. Gieße dazu jeweils ein klein wenig in eine saubere Schale, gerade so viel, dass du das vordere Ende des Messstreifens darin eintauchen kannst. Eine Messung dauert etwa zehn Sekunden. Währenddessen kannst du beobachten, wie sich der Messstreifen verfärbt.

Zur Bestimmung des pH-Werts vergleichst du die Verfärbung des Streifens mit der pH-Skala.

Jeder pH-Messstreifen ist nur einmal verwendbar. Somit brauchst du für jede Messung einen neuen Streifen.

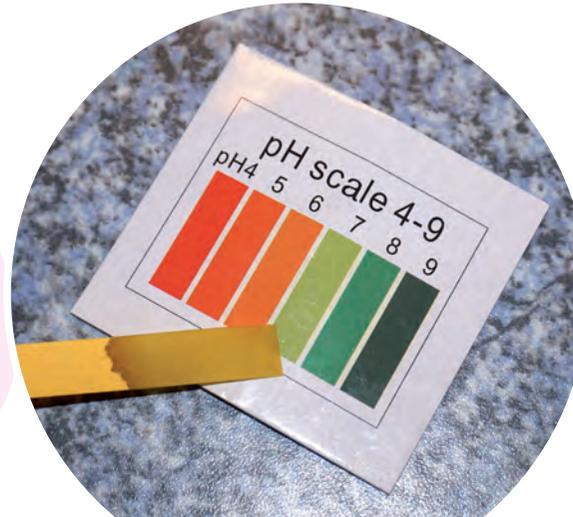


**DAUER:**

ca. 10 Minuten

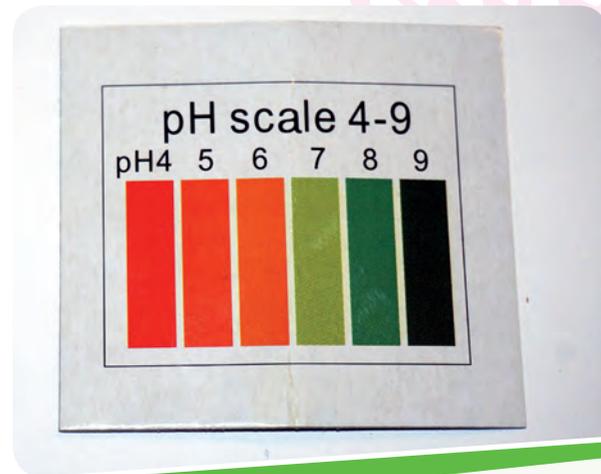
**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ Milch
- ✓ Essig
- ✓ Flüssigseife
- ✓ Schalen oder Gläser

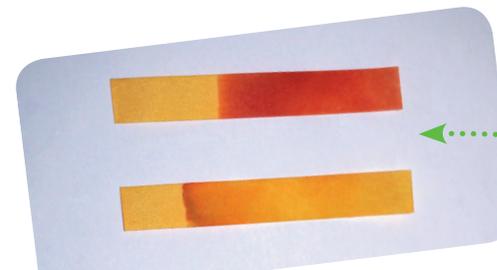


Bei unserer Milch liegt der pH-Wert laut Skala zwischen 6 und 7.

Der pH-Wert unseres Essigs liegt bei etwa 5.



**HINWEIS:** Einige pH-Streifen werden später für das Naturwissenschaftsspiel benötigt. Bewahre daher einige Streifen gut auf!



Deutlich ist die unterschiedliche Verfärbung der beiden Messstreifen zu erkennen.

# SÄUREN und LAUGEN

Der pH-Wert gibt den Säuregehalt an. Er lässt sich bei Flüssigkeiten leicht mit Messstreifen prüfen, die sich je nach ihrem Säuregehalt verfärben. Die pH-Wert-Skala reicht von 0 bis 14. Flüssigkeiten mit einem Wert von 0 bis 6 sind säurehaltig. Starke Säuren, wie etwa Zitronensaft, haben einen pH-Wert um 2. Schwache Säuren liegen bei 5 bis 6.

Reines Wasser hat einen pH-Wert von 7 und ist damit eine neutrale Flüssigkeit.

Ab pH-Wert 8 findet man Laugen, auch alkalische Flüssigkeiten oder Basen genannt. Sie fühlen sich wie Seifenwasser an. Und tatsächlich gehören Seifen und andere Waschmittel zu den Laugen.

Säuren und Laugen sind ätzend und können je nach Konzentration sehr gefährlich sein. Säuren greifen etwa verschiedene Metalle an und zerstören sie. Man nennt solche Metalle unedel. Auch Kleidung kann durch Säure zersetzt werden. Auf der Haut führt Säure zu Verätzungen.

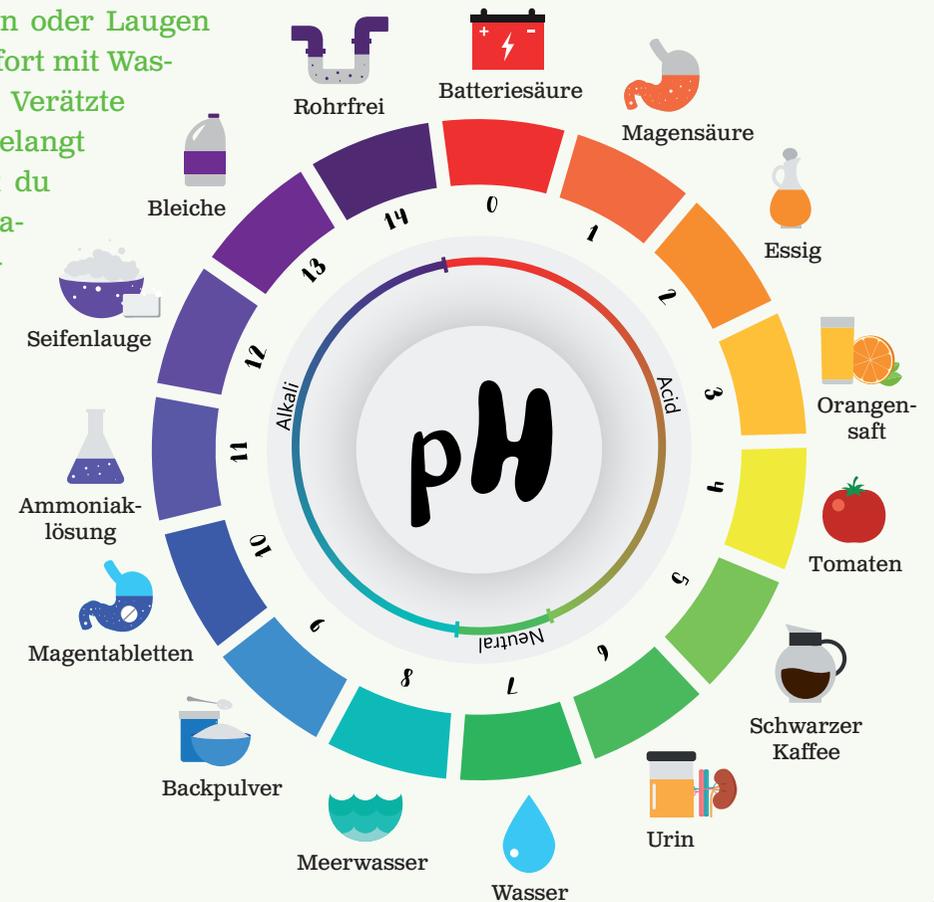
Laugen dagegen greifen viele Stoffe an, die von Säuren kaum angegriffen werden. Vor allem wirken sie auf natürliche Stoffe, wie Haare, Haut und Fett. Mit Ausnahme von Aluminium schaden sie Metallen jedoch nicht.

Bei Verätzungen mit Säuren oder Laugen ist die Wunde am besten sofort mit Wasser gründlich abzuspülen. Verätzte Kleidung ist auszuziehen. Gelangt etwas in die Augen, musst du sie gut mit Wasser auswachen und anschließend sofort zum Arzt.

## pH-Wert der Haut

Der pH-Wert der menschlichen Haut liegt bei etwa 5,5, womit sie leicht säuerlich ist. Dieser Säuremantel schützt uns vor Krankheitserregern. Waschen wir unsere Haut mit Seife, führt deren basische

Zusammensetzung zu einer Austrocknung unserer Haut. Die Seife entfernt das Hautfett und zerstört die Säureschicht, was uns anfälliger für Krankheitserreger macht. Moderne Waschlotionen versuchen, diesen Nachteil auszugleichen.





## VERSUCH 1

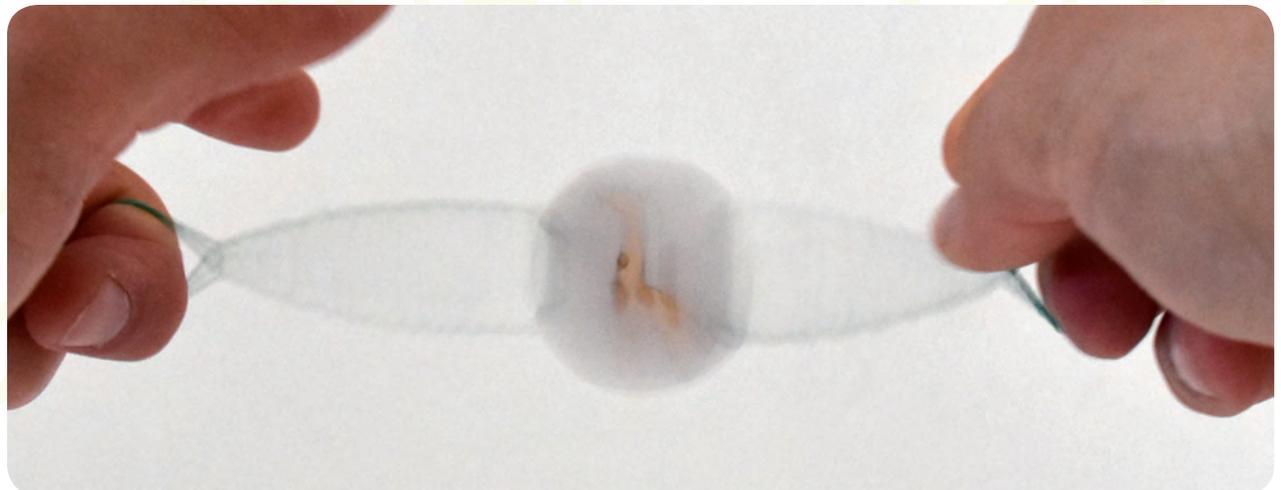
Hinter dem heutigen Türchen findest du Wunderscheiben. Sie funktionieren alle nach dem gleichen Prinzip: Zu beiden Seiten der auf den Kärtchen abgebildeten Figuren erkennst du schwarze Punkte. Durch sie musst du mit einer großen Nadel Löcher stechen. Sie sollen so groß sein, dass du je einen Gummiring durch sie durchfädeln kannst. Nimm dazu ein Stück dünnen Draht zu Hilfe, den du zu einem U zusammengebogen hast.

Stecke die Mittelfinger deiner Hände durch die beiden Gummiringe. Mit den Daumen und Zeigefingern drehst du nun das Kärtchen rund 30- bis 40-mal in eine Richtung. Wenn du das Kärtchen loslässt, beginnt es, sich schnell zu drehen. Dabei fügen sich die beiden Einzelbilder scheinbar zu einem neuen Bild zusammen, das sich aus den beiden Einzelbildern zusammensetzt.

Je zwei Gummiringe fädelst du durch die seitlichen Löcher.



Anschließend drehst du das Kärtchen mehrmals, wobei du die Gummiringe spannst.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ eine Nadel
- ✓ ein Stück Draht  
(oder eine aufgebogene Büroklammer)
- ✓ Stifte zum Anmalen



Lässt du nun das Kärtchen los, kannst du das komplette Bild erkennen.

## VERSUCH 2

Die dritte Scheibe ist leer. Darauf kannst du deine eigenen Bilder entwerfen, die sich gegenseitig ergänzen, am besten einfache geometrische Figuren. Ein Beispiel gefällig? Male auf eine Kärtchenseite einen Strich von links oben nach rechts unten und auf die andere Seite einen Strich von rechts oben nach links unten. Wenn du die Kärtchen drehst, wirst du ein X sehen.

# Die TRÄGHEIT des Auges

Unsere Augen reagieren relativ träge. Sie sind nur bedingt in der Lage, Einzelbilder als solche zu erkennen. Sehen wir 16 bis 18 Bilder pro Sekunde, können wir aufeinanderfolgende Bilder nicht mehr für sich erkennen. Stattdessen nehmen wir sie als bewegtes Bild wahr. Die Ursache: Unsere Nerven sind ab einer gewissen Bildfrequenz nicht mehr in der Lage, die Bildinformationen schnell genug an das Gehirn weiterzuleiten. Warum etwa Bilder von einem Auto in verschiedenen Positionen als ein sich bewegendes Auto wahrgenommen werden, weiß die Wissenschaft bis heute nicht zu erklären.

Also siehst du nicht nur bei den sich drehenden Kärtchen die Abbildungen beider Seiten als eine gemeinsame. Auch Fernsehen und Kino funktionieren nach diesem Prinzip. Beim Fernsehen werden 25 Bilder pro Sekunde ausgestrahlt. Kinofilme werden mit 24 Bildern pro Sekunde aufgenommen. Das reicht, um unseren Augen eine fließende, gleichmäßige Bewegung vorzugaukeln.

Verschiedene Tiere, wie etwa Bienen, erkennen bis zu mehrere Hundert Bilder pro Sekunde als Einzelbilder. Würden sie fernsehen, würden sie keinen Film so wie wir sehen, sondern nur viele einzelne Bilder.



Ein Film besteht aus **Einzelbildern**. Werden sie schnell genug vorgeführt, sehen wir ein **bewegtes Bild**.



## VERSUCH 1

Für den Versuch benötigst du zwei gleich große Flaschen. Eine füllst du mit Wasser, die zweite lässt du leer. Schraube deinen Vortex Connector zuerst auf die volle Flasche. Anschließend schraubst du an das obere Ende des Vortex Connectors die leere Flasche.

Nun drehst du die zusammengeschrabten Flaschen um, sodass die volle oben ist. Was tut sich? Höchstwahrscheinlich nichts! Das Wasser bleibt in der oberen Flasche.



Verbinde beide Flaschen mit dem Vortex Connector.



Nachdem du mit den Flaschen etwas in der Luft „umgerührt“ hast, beginnt sich ein Wirbel aufzubauen, und das Wasser fließt nach unten.

Drehst du die volle Flasche nach oben, bleibt das Wasser in ihr drin und fließt nicht zur unteren.

### Warum ist das so?

Wurde die eine Flasche bis obenhin mit Wasser befüllt, hat die Luft der nun unteren Flasche keine Chance, nach oben zu entweichen. Das Wasser der oberen Flasche liegt quasi auf einem Luftpolster auf.



**DAUER:**  
ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ zwei gleich große Flaschen
- ✓ Wasser



## VERSUCH 2

### Wirbel erzeugen

Wie du bereits bemerkt hast, genügt es nicht, die beiden Flaschen einfach umzudrehen, damit das Wasser nach unten zu fließen beginnt. Dafür musst du sie ein wenig drehen. Etwa so, als würdest du mit dem Kochlöffel umrühren. Dadurch versetzt du das Wasser in eine Drehbewegung, und der Wirbel beginnt sich aufzubauen.

Im Lauf mehrerer Versuche wirst du feststellen, dass der Wirbel jedes Mal anders aussieht. Mal ist er mehr, mal etwas weniger als Trichter ausgebildet.

## VERSUCH 3

### In welche Richtung dreht sich der Wasserwirbel?

Versuche mehrmals hintereinander, einen Wasserwirbel in deinen zusammengeschraubten Flaschen zu erzeugen, und beobachte die Drehrichtung des Wirbels. Du kannst auch den Wirbel des ablaufenden Wassers in der Badewanne beobachten. Dabei wirst du feststellen, dass sich die Wirbel nicht immer in dieselbe Richtung drehen.



Im Lauf mehrerer Versuche wirst du feststellen, dass der **Wirbel** jedes Mal etwas anders aussieht.

# Was ist ein WIRBEL?

Ein Wirbel entsteht bei Flüssigkeiten, die nach unten ablaufen. Sie beschreiben dabei eine kreis- oder spiralförmige Bewegung, die einem Trichter ähnelt. Wirbel sind auch unter den Bezeichnungen Strudel und Vortex bekannt.

Wirbel treten nicht nur bei Wasserbecken-Ausflüssen oder beim Entleeren einer Flasche auf. Man kann sie auch im Meer und in Flüssen beobachten. Dort können sie für Schwimmer und sogar für Boote sehr gefährlich werden, da diese von einem Strudel in die Tiefe gezogen werden.

Früher glaubte man, dass sich ein Wasserwirbel, beeinflusst durch die Erdrotation und die Corioliskraft, stets in dieselbe Richtung dreht. Heute weiß man, dass kleine Wirbel, wie der zwischen deinen Flaschen oder beim Auslassen von Wasser aus der Badewanne, zu klein sind, als dass sich diese Kräfte bei ihnen auswirken würden. In welche Richtung sie sich drehen, ist grundsätzlich zufällig. Die Richtung von Wirbeln kann aber von anderen Faktoren, wie kleinen Unebenheiten bei den Abflussrohren, beeinflusst werden.

# Die CORIOLIS-kraft

Jeder Wasserwirbel auf der Erde wird von der Corioliskraft beeinflusst. Die Corioliskraft wirkt auf sich bewegende Dinge – deinen Wasserwirbel – in einer sich drehenden Umgebung – also der Erde, die sich ja um die eigene Achse dreht. Würde die Corioliskraft ohne Fremdeinflüsse auf deine Wasserwirbel wirken, dann würden sich deine Wirbel stets in dieselbe Richtung drehen. Auf der Nordhalbkugel der Erde, also dort, wo wir leben, würden sich alle Wirbel gegen den Uhrzeigersinn drehen. Auf der Südhalbkugel würde das Wasser im Uhrzeigersinn abfließen. Exakt auf dem Äquator könnte es mit links- oder rechtsdrehender Bewegung abfließen.

Wie du bei den vorangehenden Versuchen festgestellt hast, kann die Drehrichtung aber so oder so sein. Die Ursache liegt darin, dass die Corioliskraft nur sehr schwach ist. Daher wäre sie nur unter optimalen Bedingungen ohne Fremdeinflüsse zu beobachten.



## VERSUCH 1

Nimm je einen Ringmagneten in die linke und die rechte Hand und bewege beide Ringe aufeinander zu. Wird der eine Magnet vom anderen angezogen und bleibt an ihm haften, hast du Nord- und Südpol zweier Magnete aufeinander zubewegt. Sie haften aneinander, weil sich verschiedene Pole von Magneten anziehen.

Treffen jedoch zwei Nord- oder zwei Südpole zusammen, stoßen sie sich gegenseitig ab. So kannst du die beiden Magnete nicht zusammendrücken. Die abstoßende Kraft des Magnetfelds nimmst du als Widerstand wahr. Je näher du beide Magnete zusammendrücken willst, desto größer wird der Widerstand.



Je nachdem, wie du die Magneten hältst, stoßen sie sich ab oder ziehen sich an. In beiden Fällen spürst du die magnetische Kraft.

## VERSUCH 2

Stelle einen Ringmagneten hochkant auf den Tisch und bewege den zweiten auf den ersten zu. Finde heraus, wie nahe du an ihn herankommst, bis er zu rollen anfängt. Versuche danach den ersten Magneten mit dem zweiten, den du mit der Hand hältst, möglichst weit ins Rollen zu bringen.



Wie weit kannst du dich dem linken Magneten nähern, bevor er zu rollen beginnt?

## VERSUCH 3

Für das nächste Experiment knotest du an jeden Ringmagneten einen Faden von etwa einem Meter Länge. Das Ende jeder Schnur klebst du so an einen Tisch, dass beide Magnete nebeneinander herunterhängen und sich ungehindert bewegen können. Beobachte, was passiert.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

✓ Klebeband



Zuerst schwingen beide Magnete kreuz und quer herum, ...



... bis sie sich zuletzt gegenseitig anziehen.



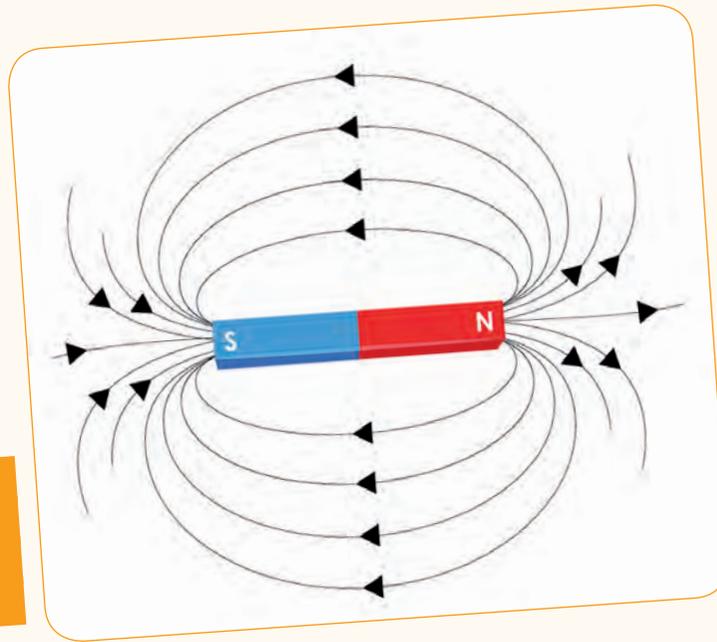
# MAGNETE

Magnetismus ist ein Naturphänomen. Ein Magnet besitzt zwei Pole. Aus dem Nordpol strömen unsichtbare magnetische Feldlinien heraus und wandern durch die Luft zum Südpol zurück. Diese unsichtbaren Linien nennt man Magnetfeld. An den Polen ist die Anziehungskraft am höchsten. Bricht ein Magnet auseinander, entstehen zwei Magnete. Ihre Anziehungskraft ist aber geringer als die des ursprünglichen Magneten.

Auch die Erde besitzt ein Magnetfeld und ist somit selbst ein riesengroßer Magnet. Allerdings liegt ihr magnetischer Südpol in der

Nähe des geografischen Nordpols und ihr magnetischer Nordpol beim geografischen Südpol. Dieses Erdmagnetfeld hilft Vögeln, aber auch Delfinen und Walen, sich bei langen Flügen oder im Meer zu orientieren.

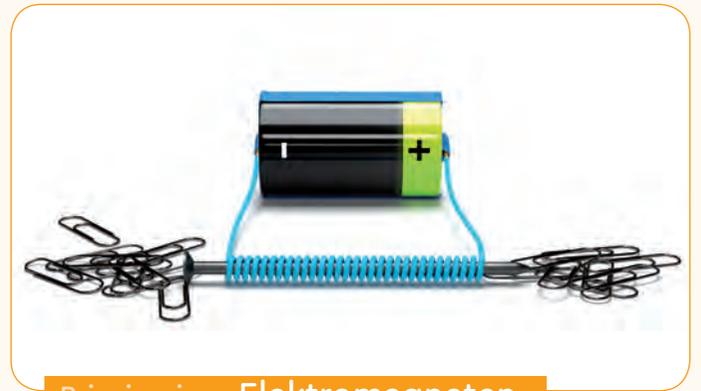
Magnete ziehen Eisen und einige andere Metalle an. Dauermagnete werden aus Stahl oder Keramik hergestellt. Wir finden sie zum Beispiel in Kompassen, Mikrofonen oder elektrischen Messgeräten. Außerdem gibt es Elektromagnete. Sie sind nur dann magnetisch, wenn elektrischer Strom durch sie fließt.



Die Grafik zeigt den **NORD-** und **SÜDPOL** eines Magneten sowie den Verlauf der Feldlinien.

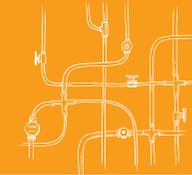
# ELEKTROMagnet

Wickelt man einen Draht zu einer Spule und lässt Strom durch sie fließen, entsteht ein magnetisches Feld. Steckt man durch die Spule ein Stück Eisen, etwa einen Nagel, wird das magnetische Feld und damit die magnetische Kraftwirkung verstärkt. Schaltet man den Strom ab, verliert der Elektromagnet seine magnetische Wirkung. Elektromagneten kommen in der Industrie zum Einsatz. Sie sind in der Lage, viele Tonnen schwere Lasten zu heben.



Prinzip eines Elektromagneten

**HINWEIS:** Bewahre die Magnete gut auf – du wirst sie bei späteren Versuchen und dem Naturwissenschaftsspiel noch brauchen!



## VERSUCH 1

### Unterdruck erzeugen

Nimm die Spritze aus dem heutigen Türchen. Wenn du den Kolben der Spritze nach hinten ziehst, wird dir das ohne Mühen bis zum hinteren Anschlag gelingen. Hältst du jedoch die vordere Düse zu, wirst du schnell merken, dass das Zurückziehen des Kolbens immer schwerer geht. Wahrscheinlich schaffst du es nur, ihn bis zur Mitte zu ziehen.



Wenn du die Düse zuhältst, wirst du den Kolben nicht allzu weit zurückziehen können.

## VERSUCH 2

### Hydraulische Kraftübertragung

Für dieses Experiment brauchst du zusätzlich die Spritze und den Schlauch von Tag 4 sowie etwas Wasser. Verbinde die beiden Spritzen mit dem Schlauch. Während du den Kolben einer Spritze ganz hineinschiebst, ziehst du ihn aus der zweiten vollkommen heraus, sodass die zweite Spritze hinten offen ist. Fülle in diese zweite Spritze Wasser, bis sie voll ist. Während du sie senkrecht hältst, musst du den Kolben der ersten Spritze etwas herausziehen. Durch den in ihr entstehenden Unterdruck saugt sie Wasser an, wodurch der Wasserstand in der zweiten Spritze sinkt. Nun kannst du in diese ebenfalls den Kolben stecken. Währenddessen kannst du beobachten, wie sich auch der erste Kolben bewegt – und zwar nach außen. Wenn du nun abwechselnd beide Kolben hineindrückst, kannst du den jeweils anderen herausschieben, ohne die jeweilige Spritze zu berühren.

### Warum ist das so?

Wasser lässt sich so gut wie nicht zusammendrücken. Es wirkt als Kraftübertragungsmedium und drückt den zweiten Kolben mit



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ Wasser
- ✓ Spritze und Schlauch aus Tag 4



derselben Kraft nach außen, mit der du den ersten Kolben nach innen drückst.



Drückst du den Kolben der ersten Spritze, bewegt sich der Kolben der zweiten Spritze in der gleichen Geschwindigkeit aus der Spritze heraus.

In beiden Spritzen und dem Schlauch bildet sich ein Luftunterdruck.

## VERSUCH 3

### Hydraulische Kraftübertragung umgekehrt?

Ist es eigentlich auch möglich, den Kolben der zweiten Spritze nach innen zu ziehen, wenn du den der ersten nach außen ziehst? Versuche vorsichtig, den Kolben der ersten Spritze nach außen zu ziehen. Das geht zwar relativ leicht, der Kolben der ersten Spritze wird sich aber nicht nach innen bewegen.

### Warum ist das so?

Wie du sicher bemerkt hast, befindet sich in den Spritzen und dem Schlauch nicht nur Wasser, sondern auch etwas Luft. Während sich Wasser so gut wie gar nicht zusammendrücken lässt, klappt das mit Luft sehr gut. Denke etwa an einen Luftballon, den du aufbläst. Während du den Kolben nach außen ziehst, normalisiert sich der Luftdruck im Inneren. Es kann sogar ein leichter Unterdruck entstehen. In beiden Fällen wird der Bereich ohne Wasser in der von dir bedienten Spritze sichtbar größer.



# Mit Wasser und Luft KRÄFTE ÜBERTRAGEN

Hydraulik und Pneumatik sind nahe Verwandte. Beide sind in sich geschlossene Systeme, in denen zum Beispiel Zylinder bewegt werden. In der Hydraulik steckt der griechische Begriff für „Wasser“, in der Pneumatik jener für „Wind“. Damit ist auch schon der entscheidende Unterschied erklärt: In Hydraulikanlagen dient eine Flüssigkeit zur Kraftübertragung, bei der Pneumatik ist es Druckluft.

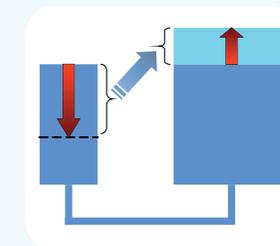
Flüssigkeiten lassen sich nicht zusammendrücken. Deshalb können Hydraulikflüssigkeiten Kräfte verzögerungsfrei und äußerst präzise weitergeben. So lassen sich zum Beispiel sehr exakt arbeitende Hydrauliksteuerungen verwirklichen.

Luft und Gase im Allgemeinen lassen sich leicht zusammendrücken. Deshalb leiten

sie Kräfte nur mit Verzögerung weiter. Da sie sich am Ende auch wieder ausdehnen, sind mit ihnen keine exakten Steuerungen möglich. Im Vergleich zu Hydraulikflüssigkeiten lassen sich mit Luft nur kleinere Kräfte übertragen.

### Hydraulische Kraftübertragung

Dank der Hydraulik können mit geringem Kraftaufwand schwere Gegenstände bewegt werden. So lässt sich etwa mit einem hydraulischen Wagenheber spielend ein Auto mit deutlich mehr als 1.000 Kilogramm Gewicht aufheben.



Mit geringem Kraftaufwand (links) kann ein schwerer Gegenstand (rechts) gehoben werden. Im Beispiel ist zweimal so tief zu drücken, wie der **Gegenstand** rechts gehoben wird.

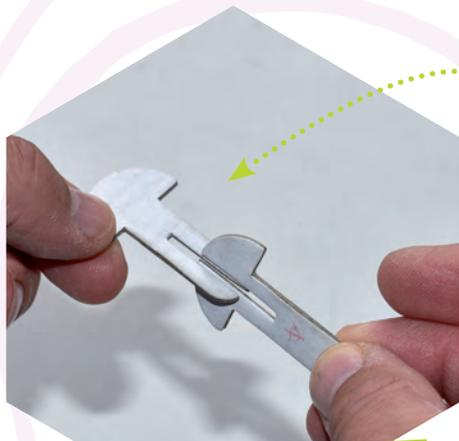


Mit **Hydraulik** lassen sich ungleich größere Kräfte als mit **Pneumatik** übertragen.



## KREISEL ZUSAMMENBAUEN

Heute erwarten dich besondere Kreisel. Du musst sie aber noch zusammenbauen. Jeder Kreisel besteht aus drei Teilen. Baue zuerst die Welle zusammen. Die beiden Teile dafür erinnern an einen Pilz. Eines hat an der Ober-, das zweite an der Unterseite einen Schlitz. Stecke die beiden Pilze entlang ihrer Schlitz zusammen. Schon ist die Welle des Kreisels fertig. Die Scheiben haben ein kreuzförmiges Loch in der Mitte. Du brauchst sie nur noch so auf die Welle zu stecken, dass ihr Muster nach oben weist.



Stecke zuerst die beiden pilzformigen Teile entlang ihrer Schlitz zusammen.

## VERSUCH 1

Versetze den Kreisel im Uhrzeigersinn, also nach rechts, in Drehung und beobachte währenddessen das Muster auf der Scheibe. Du wirst erkennen, dass die kurzen Kreisbögen scheinbar zu vollen Kreisen werden. Höchstwahrscheinlich wirst du sie auch in unterschiedlichen Farben wahrnehmen, wobei die inneren Kreise rot und die weiter zum Rand hin gelegenen gelb, grün und blau erscheinen werden. Diesen Effekt kannst du bereits wahrnehmen, wenn du deinen Kreisel nur langsam drehst. Anfangs mag



Anschließend schiebst du die Scheibe auf die so entstandene Welle.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

✓ ggf. Stifte zum Anmalen



es übrigens schwer sein, zu erkennen, was du da wirklich siehst. Wahrscheinlich wird es mehrere Drehversuche benötigen, bis du alle Farben gesehen und erkannt hast.

## VERSUCH 2

Drehe nun die Benham-Scheibe in die entgegengesetzte Richtung, also gegen den Uhrzeigersinn. Fällt dir etwas auf? Die Reihenfolge der Farben ändert sich von innen nach außen in Dunkelblau, Grau, Beige und Braun.

Untersuche auch, welche Farben deine Freunde und deine Familie erkennen können. Sieht jeder dasselbe, oder ist jemand darunter, der andere Farben wahrnimmt?

### VERSUCH 3

Stecke nun die zweite Kreiselscheibe auf die Welle. Die Scheibe besteht aus abwechselnd rot-gelben und schwarz-weißen Segmenten. Drehe den Kreisel und du wirst sehen, dass sich die Segmente und Farben zu einem Motiv vereinen. Das ist der gleiche Effekt, den du schon bei der Wunderscheibe beobachten konntest.

### VERSUCH 4

Die dritte Scheibe ist noch leer. Du kannst sie selbst gestalten – probiere zum Beispiel aus, wie sich andere Farben mischen lassen, indem du grüne und gelbe Farbfelder nebeneinander malst.



Wenn du die **Benham-Scheibe** in Drehung versetzt, wirst du beobachten, wie aus dem **Muster Kreise** in unterschiedlichen Farben werden.

## Die **BENHAM**-Scheibe

Die Benham-Scheibe wurde nach dem englischen Spielzeugmacher Charles Benham benannt. Er entdeckte 1894, dass verschiedene Muster beim Drehen optische Illusionen erzeugen. Seine Scheibe ist zur Hälfte schwarz bedruckt. Die zweite Hälfte ist in mehrere Segmente aufgeteilt, die je drei eng aneinander liegende schwarze Bögen mit unterschiedlichen Radien enthalten.

Wie es dazu kommt, dass man bei der sich drehenden Benham-Scheibe Farben wahrnehmen kann, ist wissenschaftlich nicht restlos geklärt. Bekannt ist, dass es sich um eine subjektive Wahrnehmung handelt. Denn die Farben sind ja nicht wirklich da.

Wahrscheinlich entsteht der Eindruck von Farbe durch das Wechselspiel von Muster und Rotation. Im weiteren Sinn lässt sich der Effekt sogar mit einem Film oder dem Fernsehen vergleichen. Beides zeigt ja auch keine fließenden Bewegungen, sondern pro Sekunde 25 Einzelbilder. Die Wahrnehmung als Bewegung vollzieht sich erst in unserem Gehirn, genauso wie dieses uns auch bei der Benham-Scheibe Effekte sehen lässt, die in Wirklichkeit gar nicht da sind.

Welche Farben man bei der sich drehenden Benham-Scheibe ausmachen kann, ist von Person zu Person unterschiedlich. Einige können gar keine Farben erkennen.



## VERSUCH 1

### Kerzen ausblasen

Für den ersten Versuch brauchst du nur die Hälfte deines Natrons. Lass die andere Hälfte für den zweiten Versuch übrig.

Stelle deine Kerzen nebeneinander auf und zünde sie an. Achtung, lass dir dabei von einem Erwachsenen helfen! Als Nächstes schüttest du das Natron in eine leere Flasche. Danach gibst du so viel Essig dazu, dass das Natron abgedeckt ist. Nun hältst du die Flasche für rund 30 Sekunden gut mit der Hand zu. Wenn du schnell genug bist, kannst du sie auch zuschrauben. Während der Wartezeit kannst du die Flasche kurz etwas durchschütteln, damit sich beide Stoffe gut miteinander vermischen.

Nach der Wartezeit neigst du die Öffnung der Flasche zur ersten Kerze, allerdings nur so schräg, dass keine Flüssigkeit hinausfließt. Doch was ist das? Die erste Flamme erlischt wie von Geisterhand! Dann führst du die Flasche zu den anderen Kerzen, die ebenfalls sehr schnell erlöschen.

**HINWEIS:** Die Versuche gelingen ebenso mit ganz normalem Natron aus dem Supermarkt. Hast du etwas verschüttet oder möchtest du die Versuche wiederholen, kannst du es damit ersetzen.



Gib so viel Essig hinzu, dass das Natron vom Essig bedeckt ist.

Anschließend hältst du die Flasche für rund 30 Sekunden fest zu.



**DAUER:**

ca. 20 Minuten

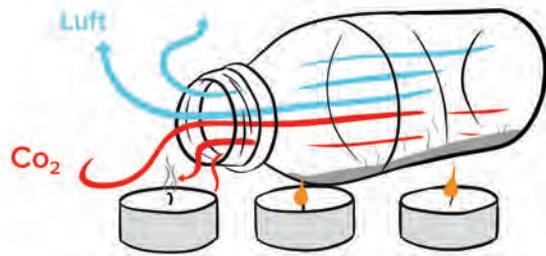
### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ Essig
- ✓ eine leere Flasche
- ✓ mindestens eine Kerze
- ✓ Streichhölzer oder Feuerzeug
- ✓ einen Luftballon
- ✓ einen Trichter



### Was passiert hier?

Werden verschiedene Stoffe gemischt, reagieren sie miteinander. Wie, das variiert von Stoff zu Stoff. Beim Vermischen von Natron und Essig startet eine chemische Reaktion, bei der das Gas Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) in großen Mengen entsteht. Kohlendioxid ist eine chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Außerdem entstehen etwas Wasser und Salz. Da  $\text{CO}_2$  schwerer als Luft ist, sammelt es sich direkt über dem Natron an, während die Luft nach oben entweicht. Wenn du die Flasche weit über eine Flamme neigst, strömt das  $\text{CO}_2$  heraus und verdrängt die Luft über der Flamme.



Neigst du nun die Flaschenöffnung zu den Flammen, gehen sie sehr schnell aus.

In Luft ist jedoch Sauerstoff enthalten, den die Flamme braucht, um brennen zu können. Ohne diesen Sauerstoff erstickt die Flamme sofort.

## VERSUCH 2

### Luftballon aufblasen

Nun brauchst du die zweite Hälfte des Natrons.

Leere etwas Essig in die Flasche. Stülpe dann deinen Luftballon von unten über das schmale Ende des Trichters. So kannst du das Natron leicht in den Ballon füllen. Als Nächstes stülpst du den Ballon über den Flaschenhals. Achte aber darauf, dass der Ballon mit dem Natron nach unten hängt. Essig und Natron sollen sich noch nicht vermischen. Erst wenn der Ballon gut sitzt, richtest du ihn nach oben auf. Dabei fällt das



Stülpe nun den Luftballon über den Flaschenhals.

Stülpe den Luftballon von unten über das schmale Ende des Trichters, um den Luftballon mit Natron zu füllen.

Natron nach unten zum Essig, und es startet sofort eine Reaktion. Das dabei erzeugte Kohlendioxid lässt die Luft nach oben in den Ballon entweichen, sodass er aufgeblasen wird.



Richte den Luftballon auf, damit das Natron in die Flasche fallen kann.



Unmittelbar danach beginnt sich der Luftballon aufzublasen und wird immer größer.

# NATRON und ESSIG

Natron, wissenschaftlich Natriumhydrogencarbonat genannt, findest du im Alltag in Backpulver. Backpulver setzt unter der Hitzeeinwirkung während des Backens und durch die Feuchtigkeit des Teiges Kohlenstoffdioxid frei, wodurch kleine Gasbläschen entstehen, die den Teig auflockern. Damit trägt das Natron entscheidend dazu bei, dass der Kuchen gelingt.



Die luftige Struktur dieses Kuchens ist dem Backpulver zu verdanken. Bei genauem Hinsehen kann man sogar die Bläschen erkennen.

### Essig

Essig ist ein säuerlich schmeckendes Konservierungs- und Würzmittel. Er entsteht, wenn man einem alkoholischen Getränk wie Wein Essigbakterien hinzufügt. Durch die Einwirkung von Sauerstoff aus der Luft und Wärme wandeln diese Bakterien den Alkohol in Essigsäure um. Das dauert einige Wochen. Der fertige Essig enthält bis zu etwa sechs Prozent Essigsäure. Sein Restalkoholgehalt liegt unter 0,5 Prozent.



## VERSUCH 1

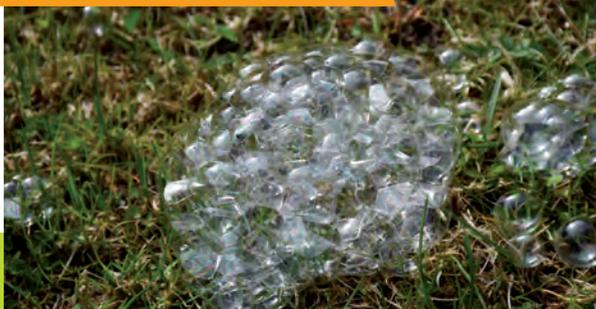
### Panzer-Seifenblasen

Gleich vorweg: So richtig unzerstörbar sind deine Seifenblasen zwar nicht, aber doch um einiges robuster als normale Seifenblasen. Mit etwas Glück kannst du sie mit der Hand auffangen und sie sogar halten. Diese Seifenblasen platzen nicht gleich, wenn sie den Boden berühren. Sie fliegen auch deutlich länger und lassen sich dadurch schön beobachten.

Mit etwas Glück bleiben deine Seifenblasen an der Hand haften.



Versuche, mehrere Seifenblasen zu verbinden, indem du neue Blasen auf bereits bestehende bläst.



### Deine Seifenblasen

Deine Seifenblasen bestehen aus einer Spezialflüssigkeit, die für stabilere Seifenblasen sorgt. Allerdings ist sie nicht für den Einsatz in der Wohnung geeignet. Sie könnte Böden und Möbel ernsthaft verschmutzen. Deshalb empfehlen wir dir, sie ausschließlich im Freien zu benutzen.



Vor allem bei Sonnenlicht schimmern die Seifenblasen in den schönsten Farben.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

✓ nichts!



## VERSUCH 2

### Gefrorene Seifenblasen

Besonders der Winter bietet sich dazu an, im Freien Seifenblasen zu machen. Bei Temperaturen unter minus zehn Grad Celsius gefriert die hauchdünne Seifenblasenhaut, und du kannst erleben, wie sich auf der Seifenblasenkugel binnen kürzester Zeit wunderbare Eisblumen bilden. Selbst wenn die Kugel platzt, kannst du ihre gefrorenen Reste bestaunen.

Bei Temperaturen ab minus zehn Grad Celsius gefrieren Seifenblasen.



# Warum sind SEIFENBLASEN rund?

Entsteht eine Seifenblase, nimmt sie stets die Form einer Kugel an. Das ist die Form mit der kleinsten Oberfläche, die die eingblasene Luft umschließt. Jede andere Form, die du dir vorstellen kannst, hätte eine größere Oberfläche. Damit folgt jede Seifenblase einem allgemeingültigen Gesetz der Natur: der Sparsamkeit.

Die Anziehungskraft der Wasser- und der Seifenmoleküle zieht die Seifenblase auf die kleinstmögliche Fläche zusammen. Man spricht auch von Oberflächenspannung. Ihr drückt die Luft im Inneren der Seifenblase entgegen. Durch das Zusam-

menspiel dieser beiden Kräfte ergibt sich die Kugelform, weil sie die größte Luftmenge mit der kleinstmöglichen Oberfläche umschließt. Somit ist auch egal, welche Form der Pustestab hat.

Übrigens: Weißt du, wie dick die Hülle einer Seifenblase ist? Sie ist 80-mal dünner als ein menschliches Haar!

## Minimalistische Form

Seifenblasenprofis schaffen es, Seifenblasen über Drahtgestellen aller Art zu zaubern. Selbst dabei gilt der Grundsatz der Sparsamkeit. Die Seifenhaut spannt sich auch über das Drahtgestell stets mit der geringstmöglichen Fläche.



Auch Architekten ahmen die minimalistischen Formen von Seifenblasen nach – wie hier beim Dach des Olympiastadions in München.

Selbst Wissenschaftler und Architekten setzen die durch Seifenblasen gewonnenen Erfahrungen um. Ein Beispiel dafür ist die Dachkonstruktion des Olympiastadions in München.

## Aneinanderstoßende Seifenblasen

Werden mehrere Seifenblasen aufeinandergestapelt, scheinen die abenteuerlichsten Formen zu entstehen. Aber auch hier gilt das minimalistische Grundprinzip. Das geht sogar so weit, dass sich zwei Seifenblasen in dem Bereich, in dem sie miteinander verbunden sind, die Oberfläche teilen. Dasselbe Phänomen kannst du in der Natur bei Bienenwaben beobachten.



Werden mehrere Seifenblasen aufeinandergestapelt, können die abenteuerlichsten Formen entstehen.



## VERSUCH 1



### Wassertropfenturm

Für dieses Experiment benötigst du einen kleinen Teller, in dessen Mitte du ein Bauklötzchen legst. Auf diesem platzierst du eine Münze so, dass sie waagrecht liegt.

Fülle nun die Pipette mit Wasser. Die Pipette ist ein naher Verwandter der Spritze. Auch sie hält Flüssigkeiten in ihrem Inneren mithilfe von Unterdruck. Diesen erzeugst du, indem du das hintere Ende der Pipette zusammendrückst, bevor du ihre Spitze ins Wasser eintauchst. Sobald die Pipette im Wasser ist, verringerst du den Druck auf das hintere Ende, wodurch Wasser in ihr Inneres strömt.

Eine Pipette hält Flüssigkeiten in ihrem Inneren mithilfe von Unterdruck.



Nun setzt du mit deiner mit Wasser befüllten Pipette einen Tropfen auf die Münze. Dabei siehst du gut, dass der Tropfen nicht sofort auf die gesamte Münzoberfläche verrinnt, sondern seine Tropfenform behält. Wenn du nach und nach weiteres Wasser hinzufügst, wird der Tropfen auf der Münze größer und größer. Erst nach vielen zusätzlichen Tropfen hat er sich so weit ausgedehnt, dass er den Münzenrand erreicht. Wenn du nun weiter Wasser dazugibst, wird der Tropfen auf der Münze nicht nur immer höher, sondern wölbt sich sogar über den Münzenrand. Allein der Oberflächenspannung ist es zu verdanken, dass der Tropfendurchmesser sogar um bis über einen Millimeter größer werden kann als der Durchmesser der Münze. Selbst die Tropfenhöhe kann etwa bis zur doppelten Münzdicke ansteigen. Wenn die Wassermenge so hoch wird, dass sie durch die Oberflächenspannung nicht mehr gehalten werden kann, beginnt das Wasser, auf den Teller zu fließen.

Dieses Experiment kannst du auch als Spiel mit Freunden spielen. Verloren hat derjenige, bei dem das Wasser als Erstes nach unten zu fließen beginnt.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ Wasser
- ✓ einen Teller
- ✓ ein Bauklötzchen
- ✓ eine Münze
- ✓ Spülmittel



Wenn du den ersten Tropfen platziert hast, bleibt seine Tropfenstruktur erhalten.

Der Wasserturm wird bis zu zweimal so hoch wie die Münze und sogar über sie hinausragen.

## VERSUCH 2



### Oberflächenspannung reduzieren

Versuche das Münzenspiel ein weiteres Mal. Statt reinen Wassers verwendest du jetzt aber welches, in dem einige Tropfen Spülmittel aufgelöst sind. Das Spülmittel reduziert die Oberflächenspannung des Wassers drastisch. Zwar lässt sich auch damit noch ein Wasserturm bauen, er bleibt aber ziemlich niedrig. Außerdem beginnt das Wasser bald, von der Münze herunterzurinnen.



Befindet sich im Wasser etwas **Spülmittel**, wird die **Oberflächenspannung** reduziert, und das Wasser rinnt bald von der Münze herunter.

**HINWEIS:** Bewahre die Pipette gut auf – du wirst sie später noch bei anderen Experimenten brauchen!

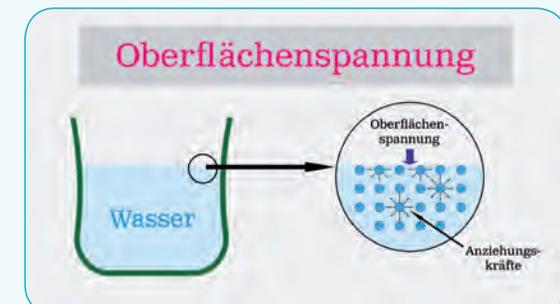
# OBERFLÄCHENSspannung

Zwischen allen im Wasser befindlichen Wassermolekülen wirken aus allen Richtungen Anziehungskräfte. Die Anziehungskräfte heben sich insgesamt auf, ihre Kräfte sind somit ausgeglichen. An der Wasseroberfläche ist dies nicht der Fall, weil bei den an der Wasseroberfläche befindlichen Molekülen keine Anziehungskräfte nach oben wirken. Die Kräfte wirken nur nach unten. Die obersten Moleküle verleihen der Wasseroberfläche dank ihrer gegenseitigen Krafteinwirkung eine Art Haut mit überraschend hoher Stabilität. Ihre Oberflächenspannung entwickelt eine so hohe Tragkraft, dass sogar kleine Insekten wie Wasserläufer auf dem Wasser laufen können.



Dank der hohen **Oberflächenspannung** der Wasseroberfläche können sich auf ihr sogar leichte Insekten, wie hier ein **Wasserläufer**, bewegen.

Wasser ist grundsätzlich bestrebt, eine möglichst geringe Oberfläche zu haben, was die Oberflächenspannung auf das absolut notwendige Minimum reduziert. Darin liegt auch der Grund, warum Regentropfen eine Kugelform haben.



Die Grafik veranschaulicht das **Kräfteverhältnis** zwischen **Wassermolekülen** im Wasserinneren und denen, die an der Oberfläche schwimmen.

Das Prinzip der Oberflächenspannung begegnet uns bei allen Flüssigkeiten. Ihre Tragkraft wird durch ihre Zusammensetzung bestimmt. Die Oberflächenspannung wird in der Einheit Millinewton pro Meter (mN/m) angegeben. Bei Wasser liegt sie bei 73 mN/m, bei organischen Flüssigkeiten bei etwa 15–40 mN/m und bei Quecksilber bei 435 mN/m.



## VERSUCH 1

### Eine Kugel schweben lassen

Alles, was du brauchst, um eine Kugel schweben zu lassen, sind eine Styroporkugel und ein Strohhalm mit Gelenk. Ein Ding der Unmöglichkeit, denkst du? Lass dich überraschen!

Nimm den Strohhalm in den Mund und richte ihn so aus, dass das Ende über dem Gelenk nach oben schaut. Am besten hältst du den Halm mit einer Hand fest, sodass er seine Position beibehält. Als Nächstes platzierst du die Styroporkugel mittig auf das oben offene Ende des Strohhalms, gerade so, als wolltest du sie darauflegen. Halte die Kugel noch leicht fest und beginne nun, durch das Röhrchen zu pusten – allerdings nicht zu

stark. Gleichzeitig lässt du die Kugel los und kannst beobachten, wie sie über dem Strohhalm schwebt. Je stärker du pustest, umso weiter steigt sie nach oben. Wichtig ist, dass du das Röhrchen ruhig hältst und gleichmäßig bläst. Dann sollte es dir gelingen, die Kugel für mehrere Sekunden schweben zu lassen.



## VERSUCH 2

### Schräges Schweben

Im zweiten Versuch bringst du die Styroporkugel wieder mit dem Strohhalm zum Schweben. Ist dir dies gelungen, neige den Strohhalm vorsichtig zur Seite, wie in der Abbildung zu sehen. Die Kugel wird nicht mehr direkt über dem Strohhalm, sondern leicht versetzt schweben. Eigentlich wäre zu erwarten, dass der Ball herunterfällt, warum das nicht so ist, erklären wir auf der rechten Seite (Bernoulli-Effekt).



#### DAUER:

ca. 10 Minuten

#### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

✓ nichts



# Warum **SCHWEBT** die Kugel?

Das Geheimnis der schwebenden Kugel liegt in ihrer gleichmäßigen Form. Voraussetzung, damit du die Kugel schweben lassen kannst, ist, dass du sie mittig über das Röhrchen hältst. Strömt aus dem Röhrchen Luft, stößt diese auf ein Hindernis, deine Kugel. Deshalb kann die Luft nicht frei nach oben entweichen, sondern wird von der Kugel zu allen Seiten abgelenkt – und zwar zu allen Seiten gleich, da die Kugel ja eine gleichmäßige Form hat. Dadurch bildet sich rund um die Unterseite

der Kugel eine Schale aus Luft, in der die Kugel liegen bleibt. Da du aber durch dein Blasen quasi Druckluft erzeugst, wird die Kugel durch den Luftstrahl nach oben gehoben.

Dort, wo sich die Kugel in der Luft gerade befindet, herrscht das Gleichgewicht zwischen ihrer Erdanziehungskraft und der entgegengerichteten Kraft durch den Luftstrahl. Je stärker du bläst, umso mehr Kraft hat der Luftstrahl, die Kugel höher steigen zu lassen.

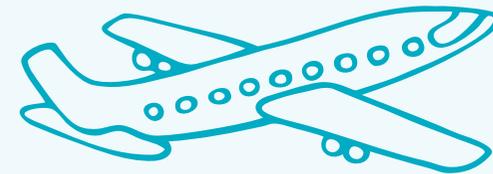
**HINWEIS:** Bewahre Styroporkugel und Strohhalm gut auf! Du wirst sie bei späteren Versuchen und dem Naturwissenschaftsspiel noch brauchen!

# Der **BERNOULLI**-Effekt

In Versuch 2 hast du festgestellt, dass der Ball weiter schwebte, auch wenn du den Strohhalm geneigt hast. Ein verblüffender Trick, der mit dem sogenannten Bernoulli-Effekt zu erklären ist. Danach wird der Druck umso niedriger, je schneller die Luft strömt. Dort wo aber ein niedriger Druck oder Unterdruck herrscht, entsteht ein Sog, der den Ball immer wieder neu in die Mitte des Luftstroms treibt. Hat eine Flüssigkeit oder ein Gas we-

nig Platz, so fließt es schneller – und umgekehrt. Dem Bernoulli-Effekt verdanken wir es auch, dass Flugzeuge fliegen können.

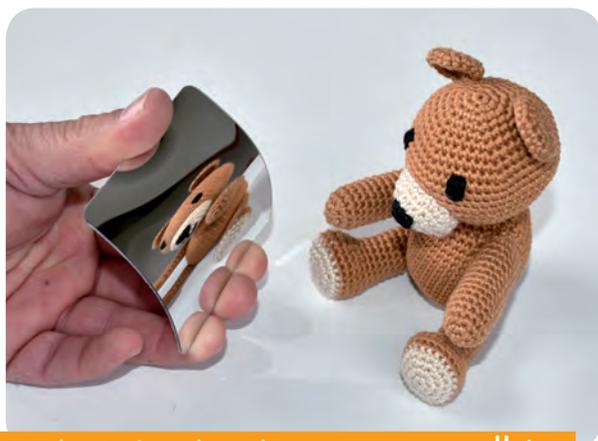
Bewegt sich die Kugel zum Beispiel ein wenig nach links, dann kann die Luft auf der gegenüberliegenden Seite leichter – und damit schneller – vorbeiströmen und der Druck sinkt. So entsteht ein Sog, der dazu führt, dass sich die Kugel zurück in die Mitte bewegt.





## VERSUCH 1

Ziehe die Schutzfolie von deinen Spiegeln. Dann kannst du in ihnen Spiegelbilder gut erkennen. Drücke deinen lochlosen Spiegel so zusammen, dass er sich abwechselnd nach vorn und nach hinten wölbt, und betrachte dich gleichzeitig in ihm. Solange sich der Spiegel zu dir wölbt, erscheinst du darin klein, aber breit. Während du die Biegung des Spiegels immer mehr verringerst, normalisiert sich dein Spiegelbild. Sobald sich der Spiegel nach außen zu wölben beginnt, wirst du über deine lange Nase erstaunt sein. Und plötzlich stehst du kopf!



Ist der Spiegel nach **aussen gewölbt**, zeigt das **Spiegelbild** zwar ein weites Umfeld. Es ist aber verzerrt.

## VERSUCH 2

Stelle deine beiden Spiegel im Abstand von etwa 30 cm parallel zueinander auf, sodass sich ihre spiegelnden Seiten gegenüberstehen. Am einfachsten geht das, wenn du sie an Bauklötze anlehnt. Platziere den Spiegel mit Loch so, dass du gut durch es hindurch gucken kannst. Was kannst du erkennen?

Wenn sich zwei Spiegel gegenüberstehen, tritt ein spannender optischer Effekt auf. Das Spiegelbild des ersten Spiegels spiegelt sich im zweiten. Dessen Bild spiegelt sich im ersten und dieses Bild spiegelt sich wie-



**Wölbst** du den Spiegel **nach innen**, steht das Spiegelbild plötzlich **kopf**.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ Bauklötze
- ✓ einen kleinen Gegenstand (z. B. ein Teelicht)



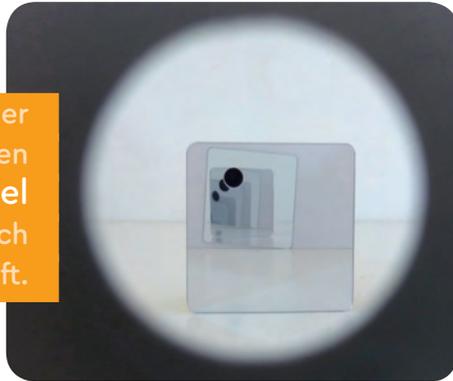
der im zweiten und so weiter. So kannst du, zumindest der Theorie nach, unendlich viele Spiegelbilder erkennen, wenn du durch das Loch guckst.

Um den Effekt noch deutlicher hervorzuheben, stellst du zwischen beide Spiegel einen kleinen Gegenstand, etwa ein brennendes Teelicht. Achtung, lass dir dabei von einem Erwachsenen helfen! Wie viele Teelichter kannst du nun in den Spiegeln erkennen?

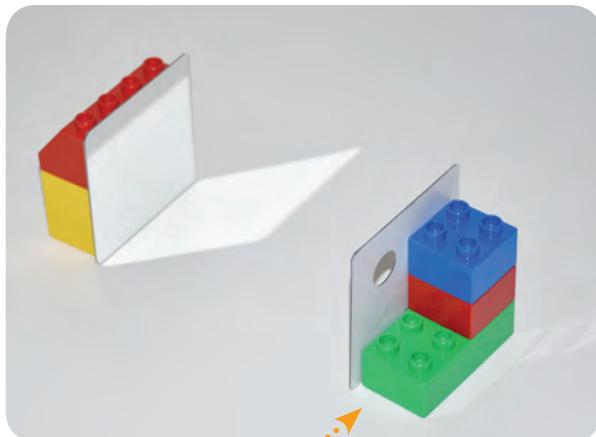
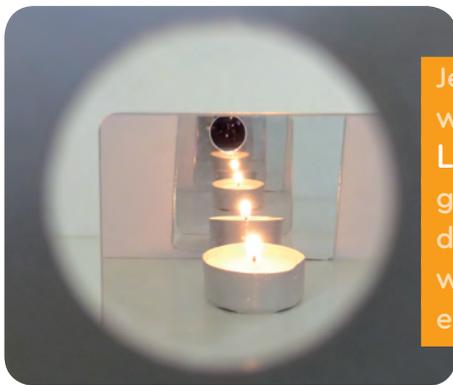
Stelle **beide Spiegel** parallel zueinander auf. Lehne sie dazu an **Bauklötze**.

# SPIEGEL und SPIEGELBILDER

Die Spiegelbilder der beiden Spiegel spiegeln sich unendlich oft.



Je nachdem, wie du durch das Loch im Spiegel guckst, wirst du mehr oder weniger Kerzen erkennen.



Spieglein, Spieglein an der Wand, wer ist die Schönste im ganzen Land? Deine Zauberspiegel werden dir diese Antwort zwar schuldig bleiben. Dafür werden sie dich zum Lachen bringen. Denn deine Spiegel sind Zerrspiegel, so wie sie etwa in einem Spiegelkabinett auf dem Rummelplatz zu finden sind und dort für Heiterkeit sorgen. Durch ihre spezielle Konstruktion lassen sie dich größer oder kleiner, dicker oder dünner erscheinen, als du wirklich bist.

## Konvexspiegel

Der Konvexspiegel wird auch Wölb- oder Zerstreuungsspiegel genannt. Er ist nach vorn gewölbt, sodass sich der Blickwinkel vergrößert. In ihnen spiegelt sich nicht nur das, was vor ihnen, sondern auch das, was weit seitlich ist. So geben sie einen guten Überblick über das Geschehen rundum. Deshalb ist dies auch die übliche Bauform für Verkehrsspiegel und Überwachungsspiegel in Geschäften.

## Konkavspiegel

Der Konkavspiegel wird auch Hohlspiegel genannt. Er ist nach hinten gewölbt. Wie die Bilder in Konkavspiegeln darstellt werden, wird vom Abstand des gespiegel-

ten Gegenstands beeinflusst. Bei geringer Entfernung ist eine Vergrößerung zu sehen. Bei mittlerem Abstand wirkt das Spiegelbild normal groß, und bei größerem Abstand wird es verkleinert. Zudem wird das Bild nur bei geringem Abstand seitlich richtig wiedergegeben. Bei größerer Distanz steht es auf dem Kopf und ist seitenverkehrt.

Hohlspiegel werden unter anderem als Kosmetik- und Rasierspiegel verwendet. Auch für medizinische Untersuchungen werden sie eingesetzt, wobei man sich ihre vergrößernde Wirkung zunutze macht.



Im Spiegelkabinett zeigen uns Zauberspiegel verzerrte Ansichten von allem, was sich in ihnen spiegelt.

Verkehrsspiegel sind Konvexspiegel. Sie haben eine verkleinernde Wirkung

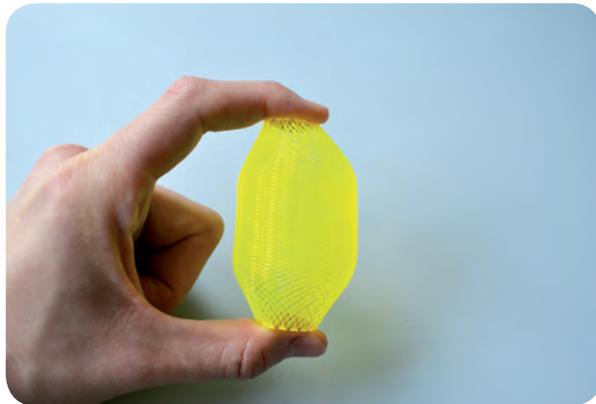




## VERSUCH 1

### Formveränderung

Versuche, deinen Flechtschlauch oder Boink in unterschiedliche Formen zu bringen, etwa durch Stauchen oder Strecken. Dabei wird er mal ganz dünn, dann wieder dick oder bauchig. Was passiert, wenn du ihn loslässt? Richtig: Er kehrt in seine ursprüngliche Form zurück. Dazu nutzt er die Energie, die du beim Verformen in ihn gesteckt hast.

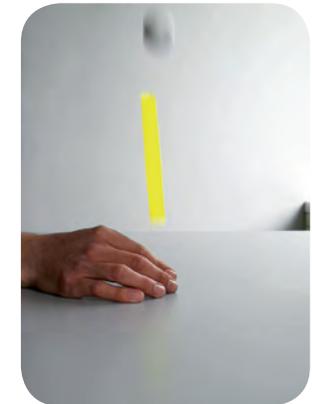


Egal, wie du deinen **Flechtschlauch** zusammenpresst oder dehnt, er wird immer in seine ursprüngliche Form zurückkehren.

## VERSUCH 2

### Lass ihn hüpfen

Die Energie, die du in deinen Flechtschlauch gesteckt hast, lässt sich noch ungleich effektvoller und vor allem lustiger nutzen. Dazu stellst du deinen Flechtschlauch auf den Tisch und drückst ihn von oben zusammen. Danach ziehst du deine Hand schnell zur Seite. Du wirst erstaunt sein, wie weit der Schlauch springt!



Lege **eine Kugel** auf den **Flechtschlauch** und drücke beide nach unten. Sobald du loslässt, wird vor allem die Kugel in die Höhe geschleudert. Auch der Flechtschlauch springt hoch.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU  
ZUSÄTZLICH:**



✓ Styroporkugel  
von Tag 17

# Die ENERGIEERHALTUNG

Damit es noch effektvoller wird, legst du auf den Flechtschlauch eine Kugel, zum Beispiel die Styroporkugel von Tag 17. Dann drückst du beides nach unten. Sobald du loslässt, wird beides richtig hoch nach oben springen.

**HINWEIS:** Der Flechtschlauch oder Boink wird später für das Naturwissenschaftsspiel benötigt. Bewahre ihn daher gut auf!

Energie ist eine der wichtigsten Größen in der Physik. Zu den grundlegenden Eigenschaften von Energie zählt, dass sie nicht verloren gehen kann. Sie kann aber in andere Energieformen umgewandelt und sogar gespeichert werden. Ein Beispiel für Energieumwandlung ist etwa das Kochen, bei dem die Kochplatte Strom, also elektrische Energie, in Wärme umwandelt. Ein weiteres Beispiel ist eine Lampe. Sie wandelt elektrische Energie in Lichtenergie um – aber nicht nur. Ein Teil wird auch in Wärme umgewandelt. Da das eigentlich nicht gewünscht ist, spricht man von Ver-

lustenergie. All das ist im sogenannten Energieerhaltungssatz, einem wichtigen Grundgesetz der Physik, enthalten. Er besagt, vereinfacht ausgedrückt, dass Energie nur umgewandelt, aber niemals verloren gehen kann.

Es gibt verschiedene Energieformen, wie elektrische, magnetische, Lichtenergie und Bewegungsenergie, auch kinetische Energie genannt.



## VERSUCH 1



Für diesen Versuch benötigst du zwei gleich große Gläser und idealerweise destilliertes Wasser, mit Leitungswasser funktioniert es aber auch.

### ACHTUNG!

Das SAP-Pulver ist von Mund und Nase fernzuhalten, da es beim Verschlucken oder Einatmen die Atemwege oder die Speiseröhre blockieren kann. Es ist von Kleinkindern fernzuhalten und nur unter Aufsicht von Erwachsenen anzuwenden.

Wiege deine SAP-Pulver-Tüte mit einer Küchenwaage. Inklusive Verpackung wirst du etwas mehr als 20 Gramm ermitteln. Gib das Pulver in ein leeres Glas. Fülle in das zweite Glas Wasser. Schütte nun das Wasser langsam in das Glas mit dem Pulver. Dabei wirst du feststellen, dass die Flüssigkeit unmittelbar vom Pulver aufgesogen wird und es aufquillt. Leere nun Schritt für Schritt das ganze Wasser in das Pulverglas. Dabei bildet sich aus dem Pulver eine weiße, körnige Masse. Flüssiges Wasser ist nicht mehr vorhanden.



### DAUER:

ca. 20 Minuten

### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ Wasser
- ✓ Küchenwaage
- ✓ zwei gleich große Gläser
- ✓ eine Schüssel



Das Glas ist voll. Allerdings keine Spur von Wasser, sondern nur aufgequollenes Pulver.



Leerst du das Wasser langsam ins Pulverglas, wird es augenblicklich vom Pulver aufgesaugt.





# Was ist SAP-PULVER?

SAP steht für „Superabsorbent Polymers“. Darunter versteht man Kunststoffe, die in der Lage sind, ein Vielfaches ihres Eigengewichts an Flüssigkeit aufzusaugen, was etwa bei Wasser sehr gut klappt. Vereinfacht ausgedrückt, dringen die kleinen Wassermoleküle in das Innere eines Superabsorber-Kunststoffs ein und werden von ihm festgehalten. Dabei quillt das SAP-Pulver auf. Es kann bis zur 1.000-fachen Masse an Flüssigkeit aufnehmen, was auch an den im Pulver enthaltenen Natriumionen, das sind kleine Bausteine eines Moleküls, liegt. Der Name taucht auch in der exakten chemischen Bezeichnung deines SAP-Pulvers auf: Es ist Natriumpolyacrylat.

## Anwendung

SAP-Pulver wird zum Aufsaugen von Flüssigkeiten genutzt. Es sorgt unter anderem in Babywindeln dafür, dass das Kind trocken bleibt. Obwohl sich die Windel auch nach Gebrauch trocken anfühlt, spürst du allein an ihrem Gewicht, wie viel Feuchtigkeit sie bereits aufgenommen hat. Außerdem kann das Pulver als Löschmittel und Zusatz zu Blumenerde Einsatz finden.



## VERSUCH 2



Wenn du die Masse mit den Fingern berührst, wird sie sich weich und irgendwie feucht anfühlen. Nass werden deine Finger trotzdem nicht werden. Wiege die Masse noch einmal. Bei einem normalen Wasserglas wird das aufgequollene Pulver nun zehn- bis zwölfmal so schwer sein wie zu Beginn.

Gib das aufgequollene Pulver in eine Schüssel und leere noch ein Glas Wasser dazu. Das Pulver wird weiter aufquellen. Versuche es mit einem weiteren Glas Wasser. Allmählich baut sich ein Turm über der Schüssel auf. Wenn du nun noch ein weiteres Glas Wasser langsam dazugibst, wird wahrscheinlich ein Teil auf dem Tisch landen. Aber: Wasser ist das nicht, sondern mit Wasser vollgesaugtes Pulver, das keinen Platz mehr in der Schüssel gefunden hat. Versuche trotzdem, noch einige Gläser Wasser vom SAP-Pulver aufsaugen zu lassen.

Obwohl sich längst ein Turm über der Schüssel bildet, nimmt das Pulver noch immer Wasser auf.



In unserem Versuch hat das SAP-Pulver fünf Gläser Wasser aufgenommen. Das entspricht seinem 50-fachen Eigengewicht.





## VERSUCH 1

### Einen Kompass bauen

Ein Kompass lässt sich leicht zusammenbauen. Alles, was du dazu brauchst, ist eine Tasse mit etwas Wasser, einen Magnet sowie die Nadel und das Schaumstoffkissen aus deinem Adventskalender. Jetzt magnetisierst du die Nadel, indem du die Nadel am Magneten reibst. Achte darauf, nur in eine Richtung zu reiben, nicht hin und zurück. Wiederhole das eine Minute lang (etwa 60-mal).

Stecke die Nadel in der Mitte von links nach rechts durch das Kissen. Anschließend legst du sie mit der flachen Seite nach unten in



Damit dein **Kompass** funktioniert, darf er nicht an den Tassenrand stoßen.

der Mitte der Tasse auf das Wasser. Fertig ist dein Kompass! Damit er funktioniert, dürfen weder der Schwimmer noch die Nadel an den Schüsselrand stoßen.

Nachdem du den Schwimmer mit Nadel ins Wasser gelegt hast, kannst du beobachten, wie er sich zu drehen beginnt und irgendwann stehen bleibt. Merke dir, wohin die Nadel zeigt. Stoße dann den Schwimmer leicht an, sodass er in eine andere Richtung zeigt. Sobald du wieder loslässt, wird er sich wieder genauso ausrichten wie zuvor.

## VERSUCH 2

### Den Kompass beeinflussen

Mit einem Magneten kannst du die Kompassnadel ablenken. Teste, wie weit du dich mit dem Magneten nähern musst, bis sich eine Seite in Richtung des Magneten dreht.

**HINWEIS:** Der Kompass wird später für das Naturwissenschaftsspiel benötigt. Bewahre ihn daher gut auf!



#### DAUER:

ca. 10 Minuten

#### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ eine Tasse
- ✓ Wasser
- ✓ die Magnete von Tag 11



Auch vom Strom durchflossene Kabel, Netzteile und allgemein elektrische Geräte bauen um sich ein Feld auf, das einen Kompass ablenkt. Das erfolgt umso intensiver, je stärker dieses Feld ist.

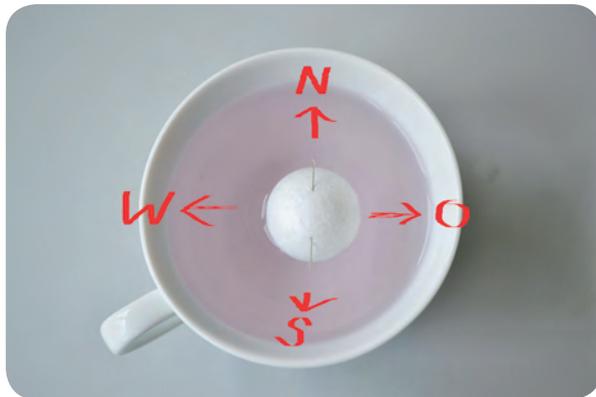


Bei unserem Beispiel richtet sich die **Kompassnadel** nicht nur auf den Magneten aus. Sie wird auch von ihm angezogen.

## VERSUCH 3

### Wo ist Norden?

Die Seite der Kompassnadel, die sich durch den Magneten ablenken lässt, zeigt zum Nordpol. Bei unserem Beispiel lässt sich die Öse der Nadel durch den Magneten ablenken. Entferne nun den Magnet und stuppe den Schwimmer wieder leicht an. Dein Kompass wird sich nun wieder am Magnetfeld der Erde ausrichten. Die Öse zeigt dann wieder nach Norden. Demnach zeigt die Nadelspitze nach Süden. An der rechten Seite schließt an Norden Osten an und an der linken demzufolge Westen.



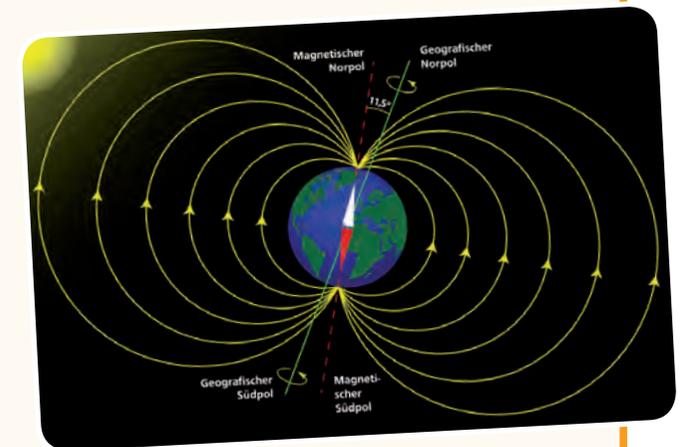
# Das MAGNETFELD unserer Erde

Der Kompass wurde bereits im alten China, rund 300 bis 200 v. Chr., erfunden. Im 12. Jahrhundert, also vor über 800 Jahren, brachten ihn Araber nach Europa. Im 13. Jahrhundert entwickelten italienische Seefahrer die Windrose, und der Kompass wurde eines der wichtigsten Navigationsinstrumente.

Der Kompass erlaubt seinem Benutzer, Himmelsrichtungen genau zu bestimmen und so zum Ziel zu finden. Er war das wohl wichtigste Instrument auf Entdeckungsreisen zu Lande und auf dem Wasser. Der Kompass gilt bis heute als eine der wichtigsten Erfindungen der Weltgeschichte.

Wie wir bereits an Tag 11 erfahren haben, besitzt die Erde ein Magnetfeld. Die magnetischen Feldlinien verlaufen vom Südpol der Erde – er ist der magnetische Nordpol – zum Nordpol unseres Planeten, wo sich dessen magnetischer Südpol befindet.

Der Magnetkompass hat einen drehbar gelagerten Zeiger aus ferromagnetischem Material. Es ist entweder selbst magnetisch oder hat die Eigenschaft, sich in einem Magnetfeld entlang seiner Feldlinien auszurichten. Die Kompassnadel richtet sich entlang der Feldlinien unserer Erde aus und gibt so die Nord-Süd-Richtung an. Da sich unterschiedliche Pole von Magneten, wie jene unserer Erde und die eines Kompasses, gegenseitig anziehen, zeigt die Kompassnadel stets in dieselbe Richtung. Ihre weiße Hälfte zeigt nach Norden, ihre rote nach Süden.



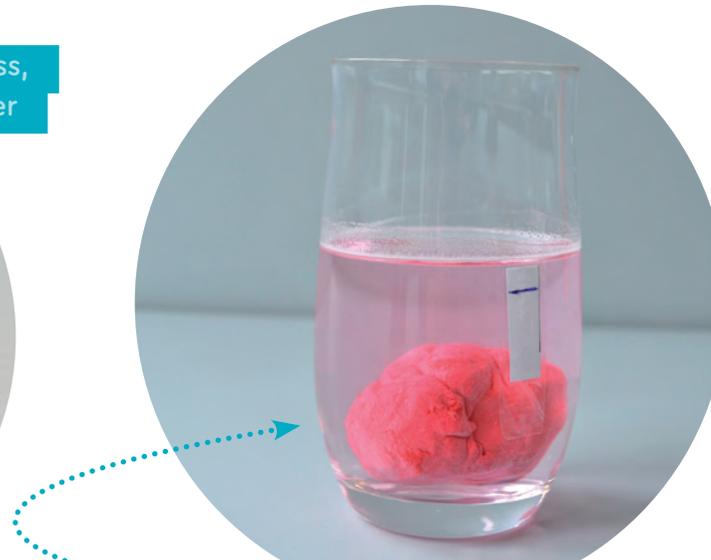


## VERSUCH 1

Befülle ein Glas zu etwa drei Vierteln mit Wasser. Klebe einen Papierstreifen mit Klebeband auf das Glas und kennzeichne den Wasserstand mit einem Stift. Nimm anschließend ungefähr ein Drittel der Knetmasse in die Hand. Du wirst merken, dass sie ganz leicht ist. Wenn du sie schon einmal kurz ins Wasser legst, schwimmt sie sogar. Könnte sie also auch ein Gewicht tragen? Probiere es aus: Drücke ein Gewicht in die Knetmasse

und forme eine Kugel, sodass die Knetmasse das ganze Gewicht umschließt. Gib anschließend die Knetmasse ins Wasser. Doch siehe da: Die Knetmasse geht unter. Das funktioniert nicht! Du wirst aber feststellen, dass der Wasserstand steigt, und zwar genau um das Volumen der eingetauchten Knetmasse. Man spricht auch von Verdrängung.

Unser Gewicht ist eine Stecknuss, die wir in einem Werkzeugkoffer gefunden haben.



Die Knetmasse geht unter, und der Wasserstand ist um das Volumen der Knetmasse gestiegen.



**DAUER:**

ca. 10 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**



- ✓ ein Glas Wasser
- ✓ ein oder mehrere Gewichte (z.B. eine Stecknuss oder eine Schraubenmutter, für ein Drittel der Knetmasse ca. 40g)
- ✓ Stift, Klebeband und Papierstreifen

## VERSUCH 2

Nimm das Gewicht wieder aus der Knetmasse heraus und forme ein Boot. Dazu formst du am besten eine Kugel und drückst von oben ein Loch hinein. Dann sind die Ränder schön hoch und du kannst das Gewicht gut in das Boot hineinlegen. Setze dein Lastenboot nun wieder auf das Wasser – und siehe da, es schwimmt! Du kannst jetzt auch noch einmal den Wasserstand prüfen. Die Knetmasse taucht nun weniger tief ein und verdrängt daher weniger Wasser als beim ersten Versuch.



Das Lastenboot schwimmt!

### VERSUCH 3

Jetzt kannst du kreativ werden: Finde heraus, mit wie vielen Gewichten du dein Lastenboot beladen kannst, bis es untergeht. Oder forme aus der restlichen Knete neue Boote, mal größere, mal kleinere, und schaue nach, wie viel sie tragen können.

# DER AUFTRIEB

An deinen Versuchen hast du gesehen: Das Gewicht eines Körpers allein entscheidet nicht darüber, ob er schwimmt oder untergeht. Es kommt auch auf seine Form an. Denn in Flüssigkeiten wirkt auf jeden Körper der sogenannte statische Auftrieb. Er ist besser als Auftrieb oder Auftriebskraft bekannt. Das Phänomen des Auftriebs wird im Archimedischen Gesetz beschrieben. Es besagt, dass die Auftriebskraft eines Körpers umso größer ist, je höher sein eingetauchtes Volumen ist. Gleichzeitig verdrängt ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper so viel Flüssigkeit, wie seinem eingetauchten Volumen entspricht.

### Sinken, schweben, steigen und schwimmen

Ein Körper sinkt nach unten, wenn die Auftriebskraft des Wassers kleiner ist als seine Gewichtskraft, wie etwa ein Stein. Wenn sich Auftriebs- und Gewichtskraft die Waage halten, schwimmt ein Körper in einer bestimmten Tiefe, zum Beispiel ein Fisch. Er schwebt.

Ist die Gewichtskraft kleiner als die Auftriebskraft, steigt ein Körper hoch. Das hast du sicher schon einmal bei einem

Wasserball erlebt, wenn du versucht hast, ihn unter Wasser zu drücken.

Bei einem schwimmenden Körper, wie etwa einem Schiff oder einer Nusschale, sind Auftriebs- und Gewichtskraft im Gleichgewicht. Im Unterschied zu einem schwebenden taucht ein schwimmender Körper jedoch nur teilweise ins Wasser ein, der andere Teil befindet sich über dem Wasserspiegel.

### Auch auf die Dichte kommt es an

Entscheidend ist auch die Dichte eines Körpers. Darunter versteht man das Verhältnis zwischen Gewicht und Volumen. Stell dir eine Eisenkugel und einen gleich großen Luftballon vor. Die Eisenkugel ist so schwer, dass du sie nicht einmal heben kannst. Sie hat eine große Dichte. Im Luftballon befindet sich Luft. Sie macht ihn sehr leicht, weshalb seine Dichte sehr gering ist. Auch in deiner Knetmasse ist viel Luft.

Ein großes, beladenes Schiff schwimmt nur deshalb, weil seine Dichte geringer als die des Wassers ist. Das ist deshalb so, weil das Schiff ja auch viele Hohlräume mit Luft besitzt.



## VERSUCH 1

### Qualle in der Flasche

Befülle eine Flasche zu etwa zwei Dritteln mit Wasser und wirf deine Qualle hinein. Anschließend schraubst du die Flasche fest zu. Beobachte, wie sich die Qualle in der Flasche verhält. Sie wird die Mitte der Wasseroberfläche aufsuchen und alle ihre zwölf Tentakel gleichmäßig zu allen Seiten ausstrecken. Die Tentakel zeigen alle gleich schräg nach unten. So hält sich die Qualle jederzeit im Gleichgewicht.

Die Qualle schwimmt, da sie eine Kammer mit Luft im Kopf besitzt.



Die **Qualle** wird ihre Position etwa in der Mitte der **Oberfläche** aufsuchen und mit ihren Tentakeln das Gleichgewicht halten.

## VERSUCH 2

### Flasche drehen

Stell deine Flasche auf den Tisch und drehe sie zum Beispiel im Uhrzeigersinn. Während du die Flasche drehst, wird die Qualle ihre Position nicht ändern und weiter in dieselbe Richtung schauen. Erst wenn du die Flasche nicht mehr bewegst, wird sich die Qualle langsam im Uhrzeigersinn zu drehen beginnen.

### Warum ist das so?

Hier spielt die Trägheit des Wassers eine Rolle. Während du die Flasche drehst, macht die in ihr eingefüllte Wassersäule die Bewegung nicht mit. Erst nach einiger Zeit überträgt sich die Bewegung der Flasche auf die Flüssigkeit, die diese Drehbewegung sie auch noch ausführt, wenn die Flasche längst wieder ruhig steht. Ab wann sich das Wasser zu drehen beginnt, kannst du an der Qualle erkennen, die sich mitdreht.



**DAUER:**

ca. 15 Minuten

### DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:

- ✓ eine dünnwandige (Einweg-) Plastikflasche mit Deckel
- ✓ Wasser



## VERSUCH 3

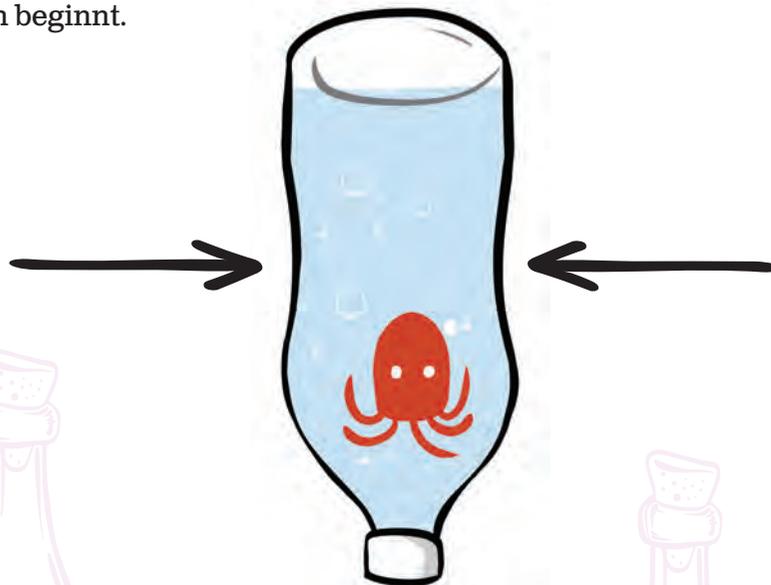
### Die Qualle auf Tauchfahrt bringen

Fülle die Flasche mit der Qualle nun bis zum Rand mit Wasser auf und verschließe den Deckel. Drehe die Flasche einmal auf den Kopf und drehe sie wieder um. Drücke nun mit beiden Händen kräftig gegen die Seitenwände der Flasche. Übst du genügend Kraft aus, wirst du bemerken, dass die Qualle abtaucht, bis sie den Boden der Flasche erreicht. Sollte es dir nicht gelingen, die Qualle auf Tauchfahrt zu schicken, bitte einen Erwachsenen dir beim Drücken gegen die Seitenwände zu helfen. Nun verringere den Druck gegen die Flasche, und du wirst feststellen, dass die Qualle wieder aufzutauchen beginnt.

## VERSUCH 4

### Die Qualle zum Schweben bringen

Wenn du etwas Übung gewonnen hast, kannst du versuchen, genau so fest gegen die Flaschenwände zu drücken, dass die Qualle auf der Stelle schwebt. Ist dir das gelungen, bist du bereit für das nächste Level: Wenn du in rascher Folge fest gegen die Flaschenwände drückst und den Druck wieder zurücknimmst, wird die magische Qualle beginnen zu tanzen, in dem sie sich um die eigene Achse dreht. Das ist nicht ganz leicht, ärgere dich also nicht, wenn es dir nicht gelingt. Vielleicht schafft es ja ein Erwachsener?



# CARTESISCHER Taucher

Deine magische Qualle ist eigentlich ein sogenannter Cartesischer Taucher. Der Name geht auf den französischen Philosophen René Descartes zurück, der im 17. Jahrhundert lebte, und der dieses wissenschaftliche Spielzeug angeblich erfunden hat. Heute weiß man aber, dass es in Wirklichkeit auf den italienischen Physiker Raffaello Magiotti zurück geht, der etwa zur gleichen Zeit lebte.

Aber wie funktioniert dein Cartesischer Taucher? Wie du schon weißt, hat die Qualle einen luftgefüllten Hohlraum im Körper. Dieser sorgt dafür, dass deine Qualle schwimmt und nicht untergeht. Verschließt du nun die volle Flasche mit deiner Qualle und drückst kräftig gegen die Seitenwände, passiert Folgendes: Der Druck in der Flasche erhöht sich. Doch wie du schon an Tag 12 gelernt hast, lässt sich Wasser nicht zusammendrücken. Die Luft in dem Hohlraum in deiner Qualle hingegen schon. Sie wird komprimiert und Wasser tritt an die Stelle der Luft. Dadurch wird die Qualle schwerer und sinkt zu Boden. Lässt der Druck auf die Flasche nach, dehnt sich die Luft in deiner Qualle wieder aus, dadurch wird sie leichter und steigt wieder nach oben.

**DAUER:**

ca. 30 Minuten

**DAS BRAUCHST DU ZUSÄTZLICH:**

- ✓ Wasser
- ✓ drei Gläser für die Farbtalsetten
- ✓ einen Zahnstocher

**FÜR VERSUCH 1:**

- ✓ Speiseöl
- ✓ zwei Gläser für die Versuche
- ✓ die Pipette von Tag 16 (oder eine andere Pipette)
- ✓ eine Brausetablette

**FÜR VERSUCH 2:**

- ✓ eine große flache Schale, zum Beispiel ein tiefes Backblech
- ✓ ca.  $\frac{3}{4}$  Liter Milch
- ✓ die Pipette von Tag 16 und die Spritzen von Tag 4 und 12
- ✓ Spülmittel
- ✓ Wattestäbchen

**VORBEREITUNG**

Die Farbtalsetten sind in Wasser löslich. Für den ersten Versuch brauchst du nur eine Farbe. Löse daher zunächst nur eine Farbe auf. Nimm dazu ein Glas, in das du maximal 1 cm Wasser einfüllst, und gib eine der Farbtalsetten dazu. Die Tablette löst sich nur langsam im Wasser auf. Kalkuliere dafür eine Wartezeit von rund 15 Minuten ein.



Für die Farbtalsette brauchst du ein Glas mit etwa 1 cm Wasser.

Die Tablette löst sich binnen rund 15 Minuten auf. Rühre gelegentlich mit einem Zahnstocher um.

**VERSUCH 1****Vulkan im Glas**

Gieße in ein leeres Glas etwas Wasser. Den Rest füllst du mit Speiseöl auf. Dabei wirst du feststellen, dass das Öl ins Wasser eintaucht, aber kaum bis auf den Boden sinkt und sich auch nicht mit dem Wasser vermischt. Stattdessen steigt es wieder hoch. Der Hintergrund: Öl ist leichter als Wasser, deshalb schwimmt es auf diesem und vermischt sich nicht mit ihm.

Sauge nun mit der Pipette etwas Farbe auf und lass sie langsam auf die Mitte der Öloberfläche tropfen. Da die Farbe in Wasser gelöst ist, ist sie schwerer als das Öl und schwebt Tropfen für Tropfen langsam durch das Öl nach unten durch. Zunächst sammelt sich die Farbe an der Trennstelle von Öl und Wasser an, etwas später sinkt sie dann nach unten.

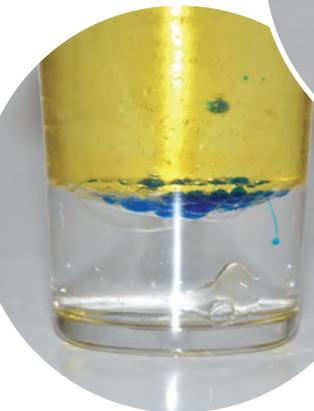
**HINWEIS:** Verbrauche nicht die gesamte Menge dieser Farbe für Versuch 1. Lass etwas für Versuch 2 übrig!

Wirf nun die Brausetablette in das Glas. Sie beginnt, sich langsam aufzulösen, und erzeugt nach oben steigende Blubberbläschen. Diese nehmen aber die Farbe wieder mit nach oben, sodass immer mehr Farbtropfen nach oben, sodass immer mehr Farbtropfen nach oben, sodass immer mehr Farbtropfen nach oben aufsteigen.

Tropfe etwas Farbe auf die **Öloberfläche**. Die Farbtropfen werden langsam durch das **Öl** nach unten sinken.



Am **Übergang** zum Wasser sammelt sich die **Farbe**.



Nachdem du eine **Brausetablette** in die Flüssigkeit gegeben hast, sorgen die **Blubberbläschen** dafür, dass die Farbtropfen wieder nach oben steigen.



## VERSUCH 2

### Auf Milch malen

Als Erstes musst du die beiden restlichen Farbtropfen wie oben beschrieben in Wasser auflösen. Damit hast du drei Farben. Anschließend saugst du je einen Teil deiner Farben mit den Spritzen oder der Pipette auf. Ideal wäre, wenn du für jede Farbe eine hättest.

Gieße nun die Milch in eine Schale oder am besten in ein tiefes Backblech. Es braucht nur so viel Milch, dass der Boden zur Gänze bedeckt ist. Nun nimmst du der Reihe nach deine Farbspritzen und setzt frei nach Laune in der Milchoberfläche kleine Farbtupfer. Mal da, mal dort, aber nicht zu viele.

Als Nächstes brauchst du ein Wattestäbchen, auf dessen Kopf du gerade so viel Spülmittel gibst, dass es nicht heruntertropft. Berühre nun mit dem Wattestäbchen vorsichtig einen der gesetzten Farbkleckse in der Mitte. Im nächsten Augenblick wird die Farbe scheinbar vor dem Wattestäbchen flüchten und Ringe bilden. Du kannst mit dem Stäbchen auch mal schräg von links nach rechts durch die Milch streifen. Dabei wird die Farbe wirbelartig zu beiden Seiten entweichen. Auf diese Weise kannst du tolle Muster in die Milch zaubern.

### Warum ist das so?

Spülmittel hat eine geringere Oberflächenspannung als Milch. Kommt es mit ihr in Berührung, mischt sich an der Eintauchstelle etwas Spülmittel mit der Milch und verringert die Oberflächenspannung. Infolgedessen verflüchtigt sich die Farbe nach außen hin.



Setze mit deinen Spritzen einige **Farbtupfer** auf die **Milchoberfläche**.



Wenn du mit dem mit **Spülmittel** benetzten **Wattestäbchen** in die Farbe tauchst, bilden sich **Farbringe**, und du kannst faszinierende **Muster** erzeugen.

# SPIELREGELN

## DAS NATURWISSENSCHAFTSSPIEL

### DAS BRAUCHST DU:

- ✓ 2 bis 4 Spielfiguren,
- ✓ 1 Würfel,
- ✓ den Inhalt des Adventskalenders der Tage: 6, 8, 11, 17, 19, 21



Nun, da die Adventszeit vorüber ist und alle Türchen am Adventskalender geöffnet sind, muss der Spaß noch nicht vorbei sein. Wie du vielleicht schon bemerkt hast, ist die Rückseite jedes Kästchens mit dem Teil eines Spielbretts bedruckt. Wenn du also alle Kästchen deines Adventskalenders umdrehst, erhältst du ein komplettes Spielfeld. Die Spielregeln dazu erläutern wir auf dieser Seite.

**ACHTUNG!** Die Regeln verraten einiges über den Inhalt dieses Adventskalenders. Lies daher erst weiter, wenn du alle Türen geöffnet hast!

### Die Regeln:

Stellt eure Spielfiguren auf die Rakete. Dort ist der Start. Jeder Spieler darf um die gewürfelte Zahl nach vorn ziehen. Der Jüngste darf beginnen. Wer als Erstes die Erde erreicht, hat gewonnen.

Gelangt eine Spielfigur auf ein Spielfeld mit Pfeil, dann muss die Spielfigur in Richtung des Pfeiles vor- oder zurückwandern. Auf den farbig markierten Spielfeldern sind die unten beschriebenen Aufgaben zu erfüllen.

**Variante für zwei Spieler:** Jeder Spieler startet mit zwei Spielfiguren. Gelangt eine Spielfigur auf ein Feld, auf dem bereits eine Figur steht, wird diese geschlagen und muss zum Start zurückkehren.

### Feld 6:

Errate ob der Fingerabdruck (rechter Zeigefinger) deines linken Nachbarn einen Wirbel oder einen Bogen hat. Überprüfe das mit dem Stempelkissen von Tag 6. Liegst du richtig, darfst du drei Felder vorrücken.

### Feld 12:

Suche jeweils eine saure und eine basische Flüssigkeit in deinem Haushalt. Prüfe das mit den pH-Streifen von Tag 8. Liegst du daneben, musst du leider zwei Felder zurück.

### Feld 20:

Puste die Kugel mit dem Strohhalm (Tag 17) mindestens fünf Sekunden lang in die Luft. Für Fortgeschrittene: Stehe dabei auf einem Bein. Gelingt dir das nicht, geht es für dich zwei Felder zurück.

### Feld 26:

Schnipse den Boink (Tag 19) aus vier Schritten Entfernung in den nächsten Papierkorb (für Fortgeschrittene: in eine Tasse/ein Glas). Du hast drei Versuche. Gelingt es dir nicht, musst du zwei Felder zurück.

### Feld 32:

Finde mithilfe der Magnete drei magnetische Gegenstände und drei nichtmagnetische Gegenstände. Auch hier geht es für dich zwei Felder zurück, wenn du daneben liegst.

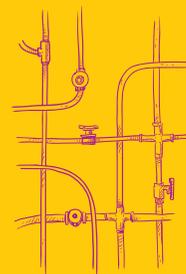
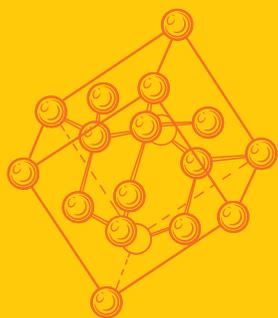
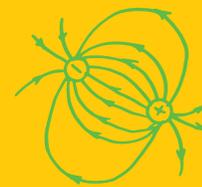
### Feld 38:

Errate in welche Himmelsrichtung das Fenster in dem Zimmer liegt, in dem ihr spielt. Überprüfe das mit dem selbst gebauten Kompass von Tag 21. Liegst du richtig, darfst du drei Felder vorrücken.



# GEOlino

Experimentierkästen für junge Forscher



**ACHTUNG!** Nicht für Kinder unter 3 Jahren geeignet. Erstickungsgefahr, da kleine Teile verschluckt oder eingeatmet werden können.

**ACHTUNG!** Einzelteile dieses Kastens haben funktionsbedingte scharfe Spitzen. Verletzungsgefahr!

**ACHTUNG!** Enthält einige Chemikalien, die eine Gefahr für die Gesundheit darstellen. Lies die Anweisungen vor Gebrauch, befolge sie und halte sie nachschlagbereit.

**ACHTUNG!** Nicht geeignet für Kinder unter 8 Jahren. Benutzung unter Aufsicht von Erwachsenen. Anweisungen für Eltern oder andere verantwortliche Personen sind beige-farbig und müssen unbedingt beachtet werden. Verpackung und Anleitung aufbewahren, da sie wichtige Informationen enthalten.

**Zusätzlich benötigt:** Einige wenige haushaltsübliche Gegenstände

\* Lizenz der Marke GEOlino durch Gruner + Jahr GmbH – Alle Rechte vorbehalten –

© 2019 FRANZIS Verlag GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 2  
85540 Haar  
Innovation, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.

Hergestellt in R.P.China  
2019/01



GTIN 4019631670700