



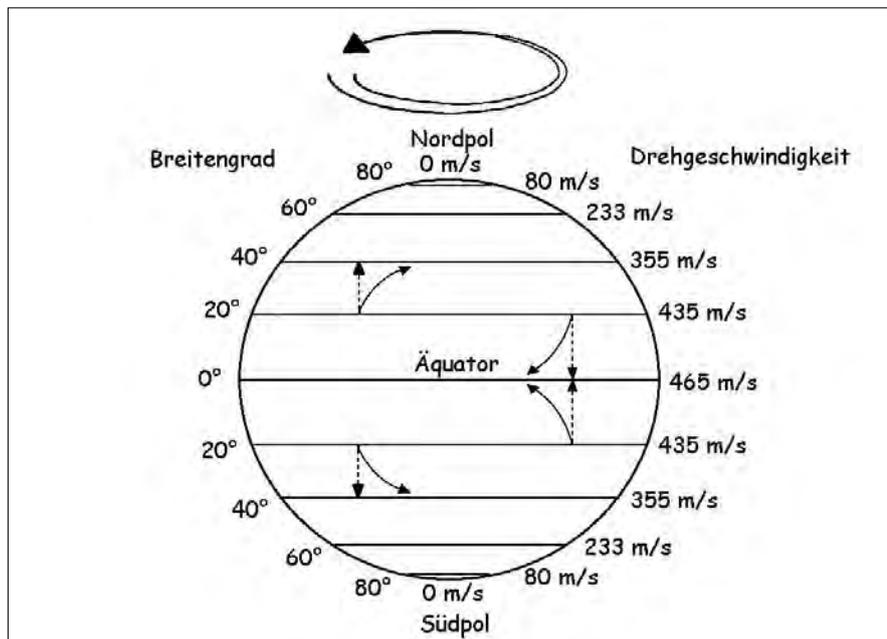
## Sorgt für den richtigen Dreh: Die Corioliskraft

Die Corioliskraft wird auch als „Drallkraft“ bezeichnet. Sie beschreibt die Ablenkung von sich senkrecht zu den Breitengraden bewegend Luftmassen auf der Erde.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um sich selbst. Ein Objekt in Polnähe durchläuft hierbei einen kleineren Kreisradius als ein Objekt in Äquatornähe. Um den größeren Kreisradius aber in der selben Zeit „schaffen“ zu können, wie das Objekt in Polnähe, muss die Geschwindigkeit zunehmen. Luft über dem Äquator dreht sich daher mit dem Erdboden unter ihr mit 465 km/h, zu den Polen hin sinkt die Geschwindigkeit auf 0 km/h ab.

Wandert Luft von den Polen zum Äquator, ist sie langsamer als die sich unter ihr bewegende Erde. Diese dreht sich unter ihr weg. Es kommt zu einer Ablenkung der Luftmasse nach links. Vom Äquator zu den Polen wandernde Luft hingegen ist schneller, sie eilt dem sich unter ihr drehenden Erdboden voraus. Es erfolgt eine Ablenkung nach rechts.

Ablenkung von Luftmassen durch die Erdrotation



gestrichelter Pfeil: ursprüngliche Bewegungsrichtung, durchgezogener Pfeil: Ablenkung von der Bewegungsrichtung, großer Pfeil: Rotationsrichtung der Erde

Versuche:

- Drehende Schülerkette (Seite 70)
- Drehscheibe (Seite 70)

## Luft + Bewegung = Wind

Wind ist Luft, die sich von einem Gebiet mit relativ hohem Luftdruck in ein Gebiet mit relativ niedrigem Luftdruck bewegt (Druckausgleich).

Die Sonne erwärmt die Erdoberfläche. Dies geschieht aber nicht gleichmäßig. Je nach Beschaffenheit der von der Sonne beschienen Region erwärmt sich die Oberfläche schneller oder langsamer oder sie kühlt schneller oder langsamer wieder ab. Entsprechend unterschiedlich ist die Temperatur der Luft über den verschiedenen Untergründen. Warme Luft ist leichter, sie steigt auf und wird von nachströmender kälterer Luft ersetzt.

Land erwärmt sich z.B. schneller als Wasser. Am Morgen weht deshalb kühler Wind von der See zum Land, um die dort aufsteigende wärmere Luft zu ersetzen. Das Wasser kann Wärme besser speichern als Land, am Abend weht daher der Wind vom Land zur See.



#### Beobachtungen:

- Heißluftballone
- unterschiedliche Temperaturen von hellen und dunklen Flächen und unterschiedlichen Materialien, z.B. Stein und Holz, bei Sonnenschein
- Luftzug im Zimmer

#### Versuche:

- Versuch zur zirkulierenden Luft (Seite 74)
- Windfännchen zum Auffinden von Luftströmungen (Seite 65)
- Heizungsschlange (Seite 73)
- Absorption, Reflexion (Seite 83)

#### Selbstbau-Messgeräte:

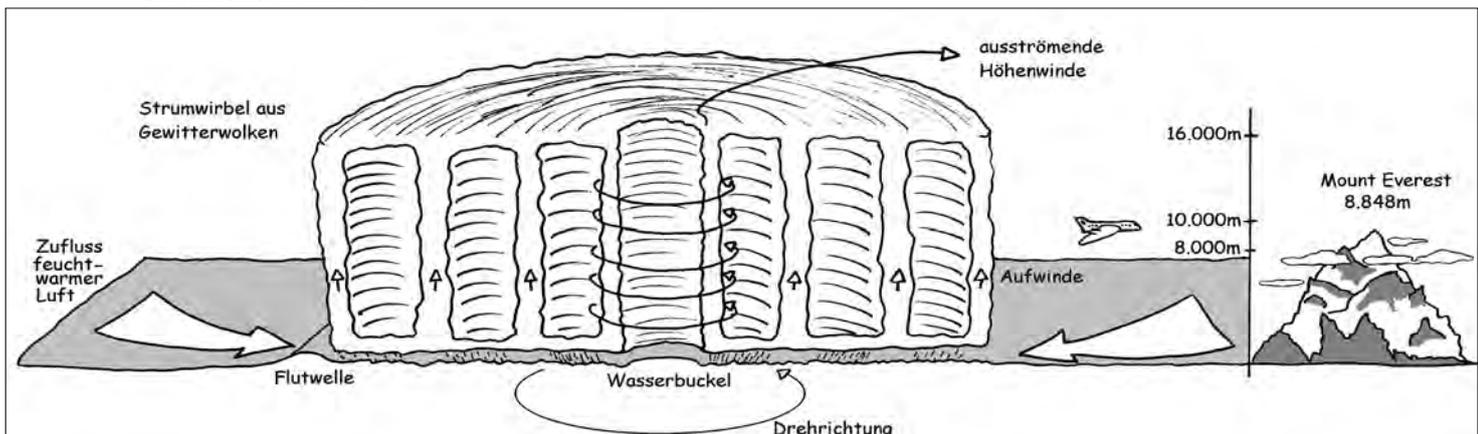
- Windärmel (Seite 65)
- Windrichtungsanzeiger (Seite 64)

#### Sonstiges:

- Vereinfachte Windstärken-Tabelle (Seite 103)
- Windstärkentabelle nach Beaufort (Seite 102)
- Gedichte über Wind (ab Seite 93)

## Zerstörerische Naturgewalten: Wirbelstürme

Schema eines Hurrikans:



Ein tropischer Wirbelsturm (Hurrikan, Taifun oder Zyklon) entsteht über dem Meer zwischen 5° und 20° nördlich und südlich des Äquators. Über dem Äquator selbst aber nicht, denn hier ist die durch die Erdrotation ausgelöste Drehbewegung der Luftmassen (Corioliskraft) nicht stark genug für die Wirbelbildung. Stark wasserdampfhaltige Luft steigt über dem mindestens 25°C warmen Meer auf. Mit zunehmender Höhe kühlt die Luft ab. Der Wasserdampf kondensiert und bildet die größten auf der Erde vorkommenden Gewitterwolken. Sie sind in Spiralen angeordnet. Im Inneren der Spiralen herrschen starke Aufwinde, die unter dem Sturm einen sehr geringen Luftdruck verursachen. Er lässt den Meeresspiegel in diesem Bereich zu einem „Wasserbuckel“ von mehreren Metern Höhe steigen.

Der Sturm schiebt eine riesige Flutwelle vor sich her, die schwere Schäden verursacht, wenn sie auf Land trifft. Die aufsteigende Luft wird durch nachströmende, ebenfalls warme und feuchte Luft ersetzt. Es geraten immer größere Luftmassen in Bewegung. Steigt die Windgeschwindigkeit in der Wolkenspirale über 118 km/h spricht man von einem Wirbelsturm.

In seiner Mitte bildet sich das „Auge“. In diesem Bereich sinkt Luft nach unten, hier gibt es kaum Wind und Niederschläge. Am Rand des Auges sind Niederschläge, Wolken und Wind aber besonders stark und ausgeprägt.

Das Auge hat einen Durchmesser von 20-60 km, der gesamte Durchmesser des Sturmes kann 1000 km betragen, er reicht bis in 16 km Höhe. Die Windgeschwindigkeiten im Sturm liegen bei ca. 300 km/h. Es fallen bis zu 500L/qm an Niederschlägen je Stunde.

Über dem Meer hat solch ein Wirbelsturm eine Lebensdauer von mehreren Wochen. An Land bricht er schnell in sich zusammen, da der Nachschub an feucht-warmer Luft ausbleibt.



Entstehungsgebiete und Hauptzugrichtungen von Hurrikänen:



Saison für Wirbelstürme auf der Nordhalbkugel: Juni bis November, Saison für Wirbelstürme auf der Südhalbkugel: November bis Mai

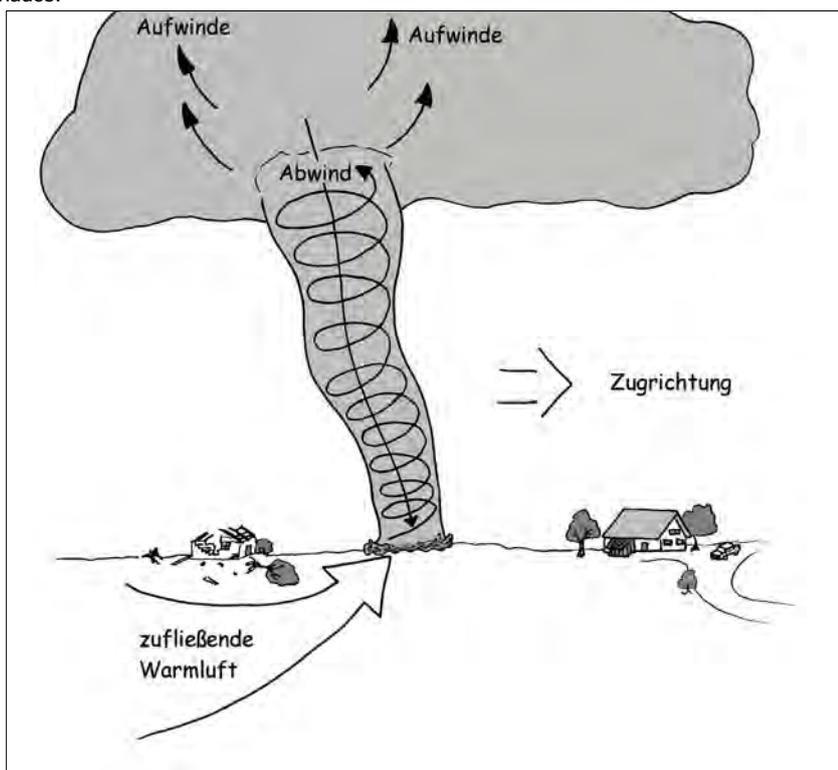
**Tornados** sind Wirbelstürme, die sich über Land aus einer Gewitterwolke bilden. Sie entstehen häufig über den weiten Ebenen im mittleren Westen der USA.

Starke Winde im Inneren der Gewitterwolke erzeugen einen Luftwirbel. Je enger der Wirbel ist, umso schneller dreht er sich. Von der Basis der Gewitterwolke nach unten wächst der „Rüssel“. In ihm herrscht ein extrem geringer Luftdruck, der Häuser, in denen durch geschlossene Fenster und Türen kein Druckausgleich stattfinden kann, platzen lässt, wenn er über sie hinweg zieht.

Ein Tornado „lebt“ nur wenige Sekunden bis eine Stunde. Bleibt die nachströmende Warmluft aus, fällt der Wirbel bald in sich zusammen.

Tornados messen nur wenige hundert Meter bis einen Kilometer im Durchmesser. Die Winde in seinem Inneren erreichen eine Geschwindigkeit von weit über 300 km/h. Tornados mit einem Durchmesser bis 100 m nennt man „Tromben“. Zu ihnen gehören auch die Wind- oder Wasserhosen. Im Sommer lassen sich manchmal kleine Wirbelwinde über freien, von der Sonne aufgeheizten Flächen beobachten. Sie entstehen durch aufsteigende Warmluftblasen, die sich schnell drehend vom Boden abheben.

Schema eines Tornados:





Beobachtungen:

- Der Wasserstrudel im Ausguss bildet auch einen „Rüssel“

Versuch:

- Wirbel-Drehstuhl (Seite 80)

Sonstiges:

- Wirbelsturm-Gedicht (Seite 93)

### Verhalten bei Stürmen

- Möglichst schnell ins Haus gehen oder in einem Hauseingang Schutz suchen, Dachziegel können herunterwehen
- Nicht in den Wald gehen, dort können Äste herunter brechen und Bäume umstürzen

## Zähne klappern und Gänsehaut: Warum friere ich im Wind?

Durch die von unserem Körper abgegebene Wärme bildet sich um uns herum eine warme Luftschicht. Der Wind bläst diese Luftschicht fort, und es gelangt wieder kältere Luft an unsere Haut – wir beginnen zu frieren und bekommen eine Gänsehaut. Muskeln stellen die spärlichen Reste unseres Fells auf, unsere Körperbehaarung sträubt sich. Wäre unser Fell noch vorhanden, würden sich die Luftschicht nun zwischen den Haaren befinden und könnte nicht fortgeweht werden. Aus diesem Grund plustern sich Vögel und andere Tiere in Winter auf. Luft ist außerdem ein guter Isolator, sie leitet Wärme und Kälte nur schlecht weiter. Die Luftschicht unter Kleidung, Federn oder Fell schützt auf diesem Wege vor Auskühlung.

Frieren wir immer noch, beginnen wir zu zittern. Die Muskeln spannen sich in kurzen Anständen hintereinander an und erschlaffen dann wieder. Wie beim Sport, wenn die Muskeln auch angespannt und entspannt werden, geben sie Wärme ab, die unseren Körper aufheizt.

Beobachtungen:

- Unterschiedliches Kältegefühl im Wind und im Windschatten
- Wärmende Bettdecke
- Aufgeplusterte Tiere im Winter
- Styropor in Kühltaschen als guter Isolator durch hohen Luftgehalt

Versuche:

- Isolierung (Seite 82)
- Verdunstungskühlschrank (Seite 70)

Sonstiges:

- Schnupfen-Gedichte (Seite 94)

## Was heißt denn hier „schwül“? Die Luftfeuchtigkeit

Luft kann abhängig von ihrer Temperatur und ihrem Druck eine bestimmte Menge an Wasser in Form von Wasserdampf aufnehmen. Warme Luft oder Luft unter hohem Druck haben hierbei ein höheres Aufnahmevermögen als kalte Luft oder Luft unter geringem Druck.

Die Menge des Wasserdampfes in der Luft wird als Luftfeuchtigkeit bezeichnet. Wichtig ist die relative Luftfeuchtigkeit. Sie ergibt sich aus der Höchstmenge an Wasserdampf, die Luft bei einer bestimmten Temperatur und unter einem bestimmten Druck aufnehmen könnte und der tatsächlich in der Luft vorhandenen Menge. Sie wird als Prozentwert angegeben.



#### Beobachtungen:

- Wäsche trocknet nur dann bei warmem Wetter schnell, wenn es nicht schwül ist
- Bei Disteln und Löwenzahn öffnen sich nur bei trockener Luft die Blüten und die Fruchtstände, ebenso die Zapfen der Nadelbäume
- Bei schwülem Wetter sind die Menschen unkonzentriert und gereizt
- Im warmen Zimmer ist keine Atemwolke zu sehen, in der Kälte draußen aber schon

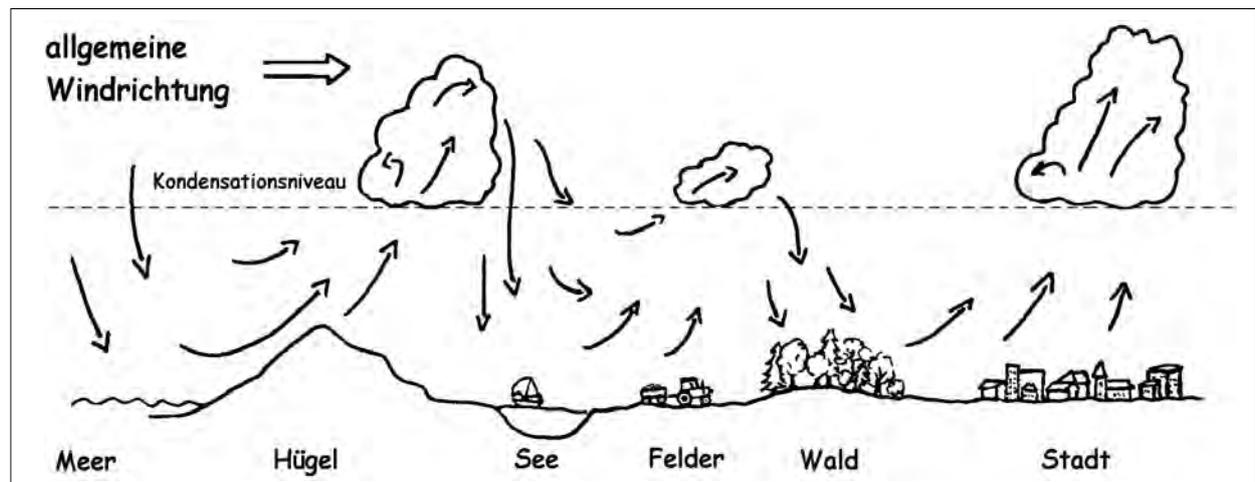
#### Selbstbau-Messgeräte:

- Psychrometer (Seite 70)
- Zapfenbaum (Seite 61)
- Haarhygrometer (Seite 62)

## Die Schäflein am Himmel: Wolken

In der Luft ist für uns unsichtbar Wasser als Wasserdampf enthalten. Kühlt die Luft ab, z.B. indem sie in große Höhen steigt, wird das Wasser als Wolke sichtbar. Der Dampf kondensiert, es bilden sich Tropfen oder Eiskristalle, die bei ausreichender Größe und Gewicht als Niederschlag zur Erde fallen. Wolken lösen sich auf, wenn sie sich in warmer Luft befinden, das Wasser ist dann wieder für uns unsichtbarer Dampf.

Das Erscheinungsbild von Wolken ist unterschiedlich: Winde in der Wolke und um die Wolke herum bestimmen ihre Form. Die Winde in einer Wolke können die Tropfen, Eiskörner und Eiskristalle, aus denen eine Wolke besteht, als „Beule“ an den Rand der Wolke schieben. Ist die Wolke nur dünn und klein, bläst der Wind sie zu feinen Füsseln auseinander. Die weiße Farbe der Wolken kommt vom Sonnenlicht. Es enthält alle Farben des Regenbogens, die uns als Gemisch weiß erscheinen. Graue Wolken sind so dicht, dass sie kaum noch Sonnenlicht zu uns hindurch lassen, deshalb wirken sie dunkel.



Luft erwärmt sich über bestimmten Untergründen stärker als über anderen. Sie steigt auf und kühlt ab. Der Wasserdampf in der Luft kondensiert, Wolken bilden sich. Erwärmt sich die Luft wieder indem sie absinkt, verschwinden die Wolken.

#### Beobachtungen:

- Dampf Wolke über dem Kochtopf
- Beschlagener Spiegel nach dem Duschen oder Baden
- Feuchter Beschlag an der kalten Milchflasche oder am Weinglas
- Beschlagene Fenster im Auto

#### Versuche:

- Wasserkreislauf im Glas (Seite 75)
- Flaschengarten (Seite 51)
- „Wolke“ machen (Seite 74)

#### Sonstiges:

- Wolken-Gedicht (Seite 92)



## Petrus hat keine Schuld: Warum es wirklich regnet

Luft enthält für uns nicht sichtbares Wasser in Form von Wasserdampf. Je kälter die Luft ist, desto weniger Wasser kann in ihr enthalten sein. In großen Höhen nimmt die Temperatur der Luft ab, das Wasser kondensiert, d.h. es bilden sich Wassertröpfchen. In sehr kalter Luft gefriert das Wasser zu Eiskristallen. Bilden sich aus den kleinen Tropfen größere oder werden aus den Eiskristallen dicke Hagelkörner oder Schneeflocken, nimmt ihr Gewicht zu, und sie fallen zu Boden. Hagel und Schneeflocken schmelzen oft auf dem Weg nach unten und kommen bei uns als ganz besonders dicke Regentropfen an.

Regentropfen haben eigentlich die Form eines Bonbons oder einer Frikadelle, wenn sie herabregnen. Sie fallen je nach Größe mit 10-30 km/h vom Himmel. Bei Sprüh- oder Nieselregen sind die Tropfen weniger als 0,5 mm groß. Die größten Regentropfen können 5 mm dick sein, allerdings sind sie sehr selten.

Beobachtung:

- Verschiedene Niederschläge

Versuche:

- Regentropfen-Größe feststellen (Seite 79)

Selbstbau-Messgerät:

- Regenmesser (Seite 63)

Sonstiges:

- Regen-Gedichte (ab Seite 95)
- Kopiervorlage Wasserkreislauf (Seiten 76, 77)



### Verhalten bei Regen

- Nass werden ist nicht schlimm, aber die nassen Sachen schnell ausziehen und sich abtrocknen, damit einem nicht kalt wird.

## Liebe Grüße von Frau Holle: Wie entsteht Schnee?

Schnee entsteht in Wolken, bei denen die Temperatur weit unter 0°C liegt. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf gefriert an kleinen Staubteilchen zu Eiskristallen, die besonders an ihren Enden rasch weiter wachsen. Sie verhaken sich mit ihren Spitzen oder frieren zusammen und bilden so die Schneeflocken. Ist das Gewicht der Flocken groß genug, fallen sie mit 5-7 km/h zur Erde hinunter.

Beobachtungen:

- Verschiedene Schneetypen, die unterschiedlich geeignet sind, um daraus einen Schneemann zu bauen oder Ski zu fahren

Versuche:

- Schneeflocken bewundern (Seite 79)

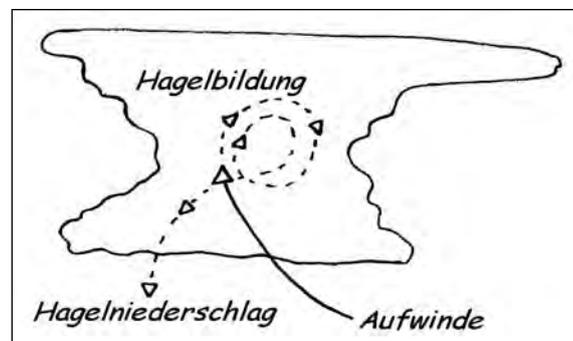


## Fliegende Eisbomben: Hagelkörner

Hagel entsteht in besonders hohen Wolken, in denen die Luft so unterschiedlich warm und kalt ist, dass Wasser sowohl in flüssiger als auch in gefrorener Form vorkommt. Außerdem müssen in der Wolke starke Aufwinde herrschen.

Eiskristalle stoßen in solchen Wolken mit Wassertröpfchen zusammen, die an ihnen fest frieren. Viele fallen als so genannter Graupel zu Boden. Einige bleiben in der Wolke und werden immer wieder von Winden in höhere, kalte Wolkenbereiche getragen und sinken wieder in tiefere, wärmere herab. Es kann immer wieder aufs neue Wasser an dem Eiskorn festfrieren, so dass es Schicht um Schicht zu einem Hagelkorn heran wächst (wie die Wachsschichten beim Kerzenziehen).

Die meisten Hagelkörner, die die Erde erreichen, haben einen Durchmesser von 5-50 mm. In China ist aber auch schon einmal ein Hagelkorn mit einem Gewicht von 4,5 kg vom Himmel gefallen. Das dickste Hagelkorn hatte einen Umfang von 0,44 Metern. Die Geschwindigkeit einer solchen „Eisbombe“ kann über 100 km/h betragen.



Versuche:

- Hagelkorn untersuchen (Seite 78)

## Nicht nur in England: Nebel

Nebel ist eine Wolke, die sich über dem Erdboden oder über einer Wasserfläche gebildet hat.

Beobachtung:

- Nebel im Badezimmer

Sonstiges:

- Nebel-Gedicht (Seite 92)

## Die Tränen der Erde: Tau

In klaren Nächten kühlen der Erdboden und die Pflanzen ab. Die Temperatur der Luft unmittelbar über Boden und Pflanzen sinkt ebenfalls. Sie kann dadurch nicht mehr so viel Wasserdampf aufnehmen und er kondensiert zu kleinen Tröpfchen, die als Tau an den Grashalmen und Blättern hängen.

Beobachtung:

- Tau an den Pflanzen wird im Winter zu Reif

Versuch:

- Tau oder Reif selbst machen (Seite 75)



## Wie entsteht ein Regenbogen? ... und die Sache mit dem Goldschatz

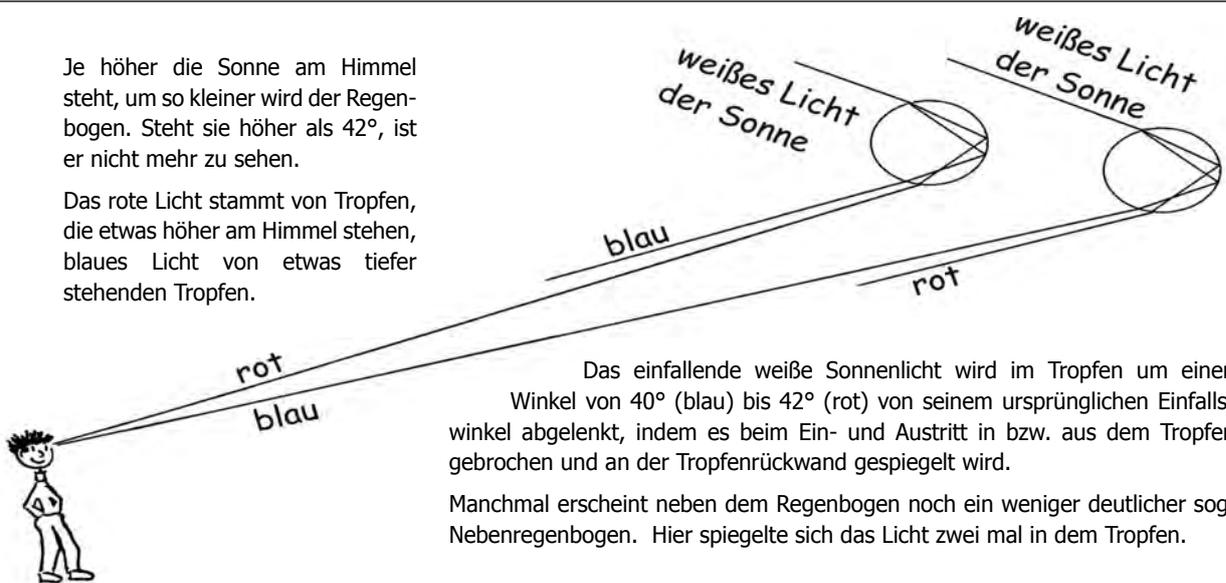
Sonnenlicht besteht aus verschiedenen Farben, den Spektralfarben. Sie werden z.B. sichtbar, wenn das Sonnenlicht durch ein Glasprisma fällt. Die Regentropfen wirken wie winzige Prismen und spalten das Sonnenlicht in die Spektralfarben. Von jedem einzelnen Tropfen gehen dann farbige Lichtstrahlen aus, die alle gleich angeordnet sind. Je nachdem, in welchem Winkel der Betrachter zu diesen Lichtstrahlen steht, sieht er immer nur eine der Spektralfarben (wie bei einem Scheinwerfer, der einem ins Gesicht gerichtet ist). Die gleichfarbigen Lichtstrahlen vieler Regentropfen bilden die farbigen Bänder des Regenbogens.

Je größer die Tropfen sind, um so farbkraftiger ist der Regenbogen. Je tiefer die Sonne steht, umso höher ist er. Um den Regenbogen sehen zu können, muss man der Sonne den Rücken zukehren.

An das Ende eines Regenbogens wird man nie gelangen: kaum ändert der Betrachter seinen Standpunkt, fallen andere Lichtstrahlen aus einem anderen Winkel in sein Auge. Er sieht also genau genommen von jeder neuen Position auch einen neuen Regenbogen. Der sagenhafte Goldschatz am Ende des Regenbogens ist damit für immer unerreichbar.

Je höher die Sonne am Himmel steht, um so kleiner wird der Regenbogen. Steht sie höher als  $42^\circ$ , ist er nicht mehr zu sehen.

Das rote Licht stammt von Tropfen, die etwas höher am Himmel stehen, blaues Licht von etwas tiefer stehenden Tropfen.



Das einfallende weiße Sonnenlicht wird im Tropfen um einen Winkel von  $40^\circ$  (blau) bis  $42^\circ$  (rot) von seinem ursprünglichen Einfallswinkel abgelenkt, indem es beim Ein- und Austritt in bzw. aus dem Tropfen gebrochen und an der Tropfenrückwand gespiegelt wird.

Manchmal erscheint neben dem Regenbogen noch ein weniger deutlicher sog. Nebenregenbogen. Hier spiegelte sich das Licht zwei mal in dem Tropfen.

### Beobachtungen:

- Regenbogenfarben bei geschliffenen Kristallen im Fenster, im Glitzern der Brillantringe, auf Seifenblasen und CDs
- Regenbogen an Wasserfällen und beim Rasensprenger

### Versuche:

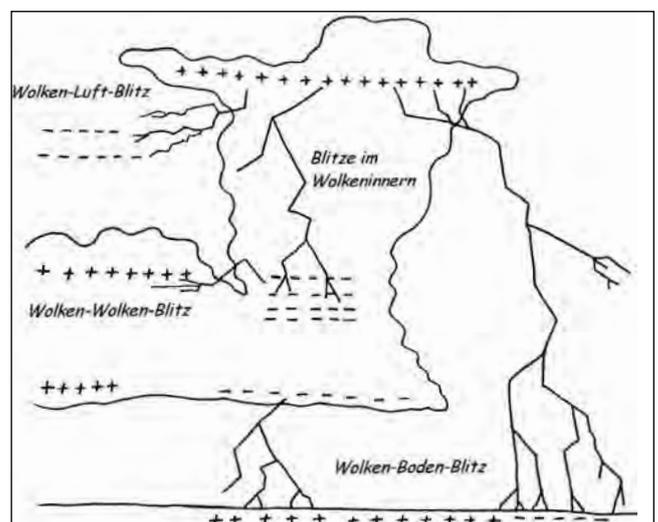
- Selbst einen Regenbogen machen (Seite 80)

### Sonstiges:

- Regenbogen-Gedicht (Seite 96) und Rätsel (Seite 91)

## Zeus Zorn und Thors Hammer: Blitz und Donner

Blitze sind ein „Kurzschluss“ in einer Gewitterwolke oder zwischen einer Gewitterwolke und ihrer Umgebung. Zwischen den Gewitterwolken und im Inneren der Wolken sowie der Erdoberfläche bilden sich elektrisch gegensätzlich geladene Bereiche aus – wie bei einer Batterie mit ihrem Plus- und Minuspol. Blitze fließen als Strom zwischen diesen unterschiedlich geladenen Bereichen und gleichen so die Ladungsgegensätze aus.





An den Blitzenden herrschen etwa 500 Millionen Volt Spannung und es fließt eine Stromstärke von etwa 100.000 Ampere. Im Blitz werden Temperaturen von 30.000°C erreicht, das ist mehr als fünf mal so heiß wie die Sonnenoberfläche. Ein Blitz dauert nur eine Millionstel Sekunde, aber weil wir geblendet werden kommt uns die Zeitspanne länger vor. Blitze können von der Erde zu den Wolken und von den Wolken zur Erde wachsen, oft kommen sich Blitze auch entgegen.

Es gibt viele verschiedene Blitzformen: Linienblitz, Perlschnurblitz, Flächenblitz und Kugelblitz.

Wie genau ein Blitz zustande kommt, ist bis heute noch nicht vollständig geklärt. Eiskristalle, die durch die heftigen Winde in der Gewitterwolke aneinander stoßen, scheinen jedoch eine große Rolle für die elektrische Aufladung zu spielen.

Durch die enorme Hitze eines Blitzes wird die Luft auf dem Weg des Blitzes – dem Blitzkanal – stark erhitzt. Sie dehnt sich schlagartig aus. Es kommt zu einer Schockwelle (ähnlich einer Welle im Wasser), die wir als Donner wahrnehmen. Da das Licht sehr viel schneller als der Schall ist, sehen wir den Blitz, bevor wir den Donner hören können. Teilt man die Anzahl der Sekunden vom Blitz bis zum Donner durch drei, erhält man die Entfernung zum Gewitter in Kilometern. Donner ist etwa 20 km weit zu hören. Zu Donnerrollen kommt es, durch das Echo des Donners an den Wolken. Bei fernen Gewittern ist der Donner nicht mehr zu hören, aber die Blitze sind als Flackern zu sehen. Man bezeichnet sie dann als „Wetterleuchten“.

Beobachtungen:

- Kleiner Blitz beim Anfassen einer Türklinke, wenn man auf Kunststoffteppich gelaufen ist.
- Blitze beim Ausziehen von Wollpullovern
- Vom Blitz gespaltene Bäume
- Blitzableiter auf Häusern und Türmen
- Überschallknall beim Kampfflugzeug (entsteht auch durch eine Schockwelle in der Luft, genau wie der Donner)

Versuch:

- Selber einen Blitz machen (Seite 80)

Sonstiges:

- Gewitter-Gedicht (Seite 97)

### Verhalten bei Gewitter

- Tief liegendes Gelände aufsuchen, z.B. eine Bodensenke und mit geschlossenen Füße in die Hocke gehen
- Metallteile ablegen, Fahrrad abstellen
- Nicht unter Bäumen Schutz suchen!
- Zelte verlassen, der Blitz kann auch von den metallenen Zeltstangen überspringen
- Großen Abstand von aufragenden Objekten halten (Strommasten, Bäume, Türme etc.)
- Im Auto keine Metallteile anfassen oder die (Metall-)Karosserie berühren, dann ist man im Inneren absolut sicher vor Blitzen (Faraday'scher Käfig)
- Im Haus die Stecker von Fernseher, Computer, Telefon etc. ziehen, damit sie nicht kaputt gehen, wenn der Blitz in elektrische Leitungen einschlägt.
- Nicht telefonieren, das zieht den Blitz an (auch wenn nicht klar ist, wieso eigentlich)
- Hände weg von Wasserhähnen, Blitze schlagen auch oft in Wasserleitungen ein
- Nicht im Meer oder im See baden. Wasser ist ein Leiter für elektrischen Strom.



## Ist saurer Regen sauer?

Saurer Regen entsteht, wenn sich Wasser mit Schwefeloxiden und Stickstoffoxiden zu Säuren verbindet. Schwefeloxide und Stickstoffoxide entstehen bei Verbrennungsprozessen, z.B. beim Verbrennen von schwefelhaltigem Treibstoff, von Heizöl oder Kohle. Auch wenn die Säuren durch den Regen stark verdünnt sind, schädigen sie dennoch Pflanzen, Metall und Gestein. Pflanzen, die saurem Regen ausgesetzt sind, sind nicht nur durch die direkte Einwirkung der Säuren betroffen. Sie werden allgemein geschwächt und sind anfälliger für Krankheiten, Schädlinge und Witterungseinflüsse. Der Regen löst Mineralsalze aus dem Boden und setzt giftige Aluminium-Ionen frei. Sie beeinträchtigen die Funktion der Wurzeln und lassen Organismen im Boden absterben. Der Regen verändert den pH-Wert von Seen und Flüssen. Ist die Änderung zu stark, verenden die Lebewesen in den betroffenen Gewässern.

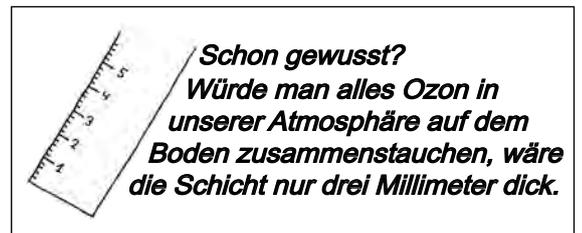
Saurer Regen lässt Metalle schneller verrosten und oxidieren. An Gebäuden richtet er großen Schaden an, da sich Gestein unter seinem Einfluss auflöst. Besonders betroffen sind hier kalkhaltige Gesteine.

Beobachtung:

- Gebäudeschäden an Kirchen und Steinfiguren

Versuch:

- Rotkohl-Indikator (Seite 75)
- Saurer Regen (Seite 78)



## Gutes Ozon - böses Ozon: Die Sache mit dem Loch

Ozon ist ein Gas, das in der oberen Atmosphäre (in der Stratosphäre) für uns schädliche Sonnenstrahlen – die so genannten UV-Strahlen – zurückhält. Sie verursachen Sonnenbrand und Hautkrebs. Verschiedene Gase können das Ozon zerstören, wie z.B. Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, die u.a. beim Betrieb von Kühlschränken und der Herstellung von Styropor verwendet werden. Die Ozon-zerstörenden Gase sammeln sich besonders über den Polen der Erde. In der oberen Atmosphäre über dem Südpol ist schon viel Ozon vernichtet. Die Schicht, in der normalerweise 90% des Ozons unserer Atmosphäre konzentriert sind, enthält dort deutlich weniger Ozon (unter 50% des normalen Wertes). Es wird deshalb von einem Ozonloch gesprochen. Das Loch ist schon so groß, dass es bis nach Australien reicht. Dort wird kaum noch schädliche UV-Strahlung zurückgehalten, und die Menschen müssen sich besonders schützen, damit sie keinen Sonnenbrand und Hautkrebs bekommen. Es gibt aber auch ein Ozonloch über dem Nordpol, das mittlerweile bis nach Nordeuropa reicht.

Die Verwendung von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe ist in vielen Ländern heute verboten. Noch sind aber nicht alle Ozon-zerstörenden Gase bis zu der Ozonschicht aufgestiegen. In den kommenden Jahren werden die Ozonlöcher daher weiter wachsen. Es dauert sehr, sehr lange, bis es wieder genug Ozon in der oberen Atmosphäre gibt (ca. 50 Jahre).

Ozon ist giftig. Es reizt unsere Lungen, verursacht Kopfschmerzen und Übelkeit.

Ozon kommt auch in der Luftschicht vor, in der wir uns bewegen (die Troposphäre). Es entsteht, wenn Chemikalien, die z.B. in Autoabgasen enthalten sind, unter dem Einfluss von Sonnenlicht (den UV-Strahlen) miteinander reagieren. Man spricht von „photochemischem Smog“ oder „Sommersmog“. Im Radio wird dann vor hohen Ozonwerten gewarnt.

### Verhalten bei starker Sonne

- Sonnenbrille aufsetzen
- Lange, weite Kleidung in hellen Farben tragen
- Das Gesicht mit einer Schirmmütze oder einem breitkrempigen Hut schützen, auch den Nacken bedecken
- Nicht über Mittag in die Sonne legen
- Sonnenschutzcreme benutzen und die Zeit, in der sie Schutz bietet, einhalten
- Nicht durch einen Sonnenbrand möglichst schnell braun werden wollen, der Haut Zeit zum Gewöhnen an die Sonne geben



## Hauttypen

Typ	Aussehen	Reaktion auf die Sonne	Eigenschutzzeit
I	auffallend hellhäutig, Haare rötlich, helle Augen (blau)	sofort Sonnenbrand, wird nie braun, Haut schält sich	5-10 Minuten, extrem empfindlich
II	helle Haut (aber dunkler als bei Typ I), Haare blond, Augen hell (blau, grün, grau)	rasch Sonnenbrand, nur schwache Bräunung, Haut schält sich	10-20 Minuten, empfindlich
III	Haut normal, Haare dunkelblond oder braun, Augen grau oder braun	selten Sonnenbrand, bräunt gut	20-30 Minuten, verträgt Sonne gut
IV	Hellbraune bis oliv-farbene Haut, Haare dunkel (braun, schwarz), Augen dunkel	kaum Sonnenbrand, bräunt rasch und intensiv	Über45 Minuten, sonnengewöhnt

## UV-Licht

UV-A-Strahlung:	Dringt tief in menschliche Haut ein, kann zu Hautschäden wie z.B. „Lederhaut“ führen (frühzeitige Hautalterung, Schwielenbildung und Verhornung), verursacht die Sofortbräune
UV-B-Strahlung:	Dringt nur wenig in die Haut ein, ist hauptsächlich für die Spätbräunung, den Sonnenbrand und Hautkrebs verantwortlich, ermöglicht die Vitamin-D-Bildung unseres Körpers
UV-C-Strahlung:	Wird in der Ozonschicht zurückgehalten

### Verhalten bei hohen Ozonwerten

- Nicht im Freien Sport treiben oder wild spielen
- Kleine Kinder und alte Leute sollten besser in den Wohnungen bleiben
- Kein Auto fahren

## Hauptsache warm? Der Treibhauseffekt

Von der auf die Erde treffenden Sonnenstrahlung gelangt nur ein kleiner Teil bis zu Erdoberfläche. Der größere Teil der Sonnenstrahlung wird von den Bestandteilen der Atmosphäre absorbiert oder reflektiert. Die auf die Erdoberfläche treffende Strahlung führt zu ihrer Erwärmung. Ein Teil der Wärme strahlt wieder ins Weltall ab. Insgesamt ist das Verhältnis von einfallender und abgegebener Strahlung so, dass auf der Erde durchschnittlich 15° Celsius herrschen. Dies wird als „natürlicher Treibhauseffekt“ bezeichnet.

Durch den Einfluss des Menschen hat sich die Zusammensetzung der Erdatmosphäre verändert. Der Anteil an Gasen, die den Treibhauseffekt verursachen, hat so stark zugenommen, dass sich die Erde stärker erwärmt. Zu diesen „Treibhausgasen“ gehören z.B. Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und Methan.

Dem Gehalt an Wasserdampf kommt durch die Wolkenbildung eine besondere Bedeutung zu. Dicke Wolken absorbieren Sonnenstrahlung und können wie ein Mantel die Wärmeabstrahlung der Erde behindern. Hohe Wolken reflektieren auftreffende Strahlung.

Zur Zeit wird viel darüber diskutiert, wie sich die Menge an Treibhausgasen verringern lässt, und in wie weit das Klima durch den Temperaturanstieg schon verändert wurde.

Versuch:

- Treibhauseffekt (Seite 81)



### Verhalten bei großer Hitze

- **Besonders viel Trinken, damit durch das Schwitzen verloren gehende Körperflüssigkeit schnell ersetzt wird.**
- **Nichts eiskaltes Trinken, daran kann man sich den Magen verderben.**
- **Bei Hitzschlag (Schwindel, evtl. Ohnmacht durch Überhitzung des Körpers) den Betroffenen flach hinlegen, mit nassen Lappen kühlen, frische Luft zufächeln und ihm etwas zum Trinken geben. Einen Arzt verständigen.**
- **Bei Sonnenstich (Kopfschmerzen, Übelkeit und Herzklopfen) durch Überhitzung des Gehirns den Betroffenen in den Schatten oder einen kühlen Raum legen. Einen Arzt verständigen, da ein Sonnenstich eine Hirnhautentzündung nach sich ziehen kann. Zur Vorbeugung bei Sonne immer eine helle Kopfbedeckung tragen!**
- **Beim Baden nie ohne vorherige Abkühlung erhitzt ins Wasser springen. Die plötzliche Abkühlung kann einen Herz- oder Kreislaufkollaps verursachen.**

## Mammut und Wollnashorn: Wie entstehen Eiszeiten?

Eiszeiten und Warmphasen der Erdgeschichte können verschiedenen Ursachen haben, z.B. kann durch Verdunkelung der Sonne nach Vulkanausbrüchen oder durch Staubwolken eine Abkühlung eintreten. Auch Sonnenflecken beeinflussen die Temperaturen auf unserem Planeten, ebenso wie Abweichungen im Umlauf der Erde um die Sonne. Die Vielzahl der einflussnehmenden Faktoren macht es heute so schwierig, zwischen natürlichen Klimaschwankungen und der vom Menschen verursachten Klimaänderung zu unterscheiden.

## Weißer Gipfel: Warum auf hohen Bergen immer Schnee liegt

Die Lufttemperatur nimmt in der unteren Schicht der Erdatmosphäre mit zunehmender Höhe um 6°C bis 8°C je Kilometer ab. Im Gipfelbereich hoher Berge ist es daher immer so kalt, dass der Schnee nie ganz schmilzt. Wenn die Sonne scheint, kann man sich aber auch im Gebirge zum Sonnen in Bikini oder Badehose in einen Liegestuhl legen, der Schnee schmilzt trotzdem nicht. Seine weiße Oberfläche reflektiert die Sonnenstrahlen fast vollständig. Der Schnee selbst bleibt also kalt, auch wenn alles andere wärmer wird. Das reflektierte Sonnenlicht ist so stark, dass es Schneebblindheit hervorrufen kann. Deshalb ist eine Sonnenbrille im Gebirge besonders wichtig. Auch Wasser reflektiert das Sonnenlicht oft sehr stark, so dass die Augen geblendet werden. Im Gebirge und an der See besteht durch das reflektierte Sonnenlicht erhöhte Sonnenbrand-Gefahr.

## Frühling, Sommer, Herbst und Winter: Warum gibt es Jahreszeiten?

Die Erde kreist in etwa 365 Tagen einmal um die Sonne. Außerdem dreht sie sich innerhalb von 24 Stunden wie ein Kreisel einmal um sich selbst. Die Drehachse steht dabei nicht ganz gerade. Auf ihrem Weg um die Sonne ist deshalb mal die obere und mal die untere Hälfte der Erde mehr zur Sonne hin gekippt und kann sich stärker erwärmen. Auf der Nordhalbkugel ist daher immer dann Winter, wenn auf der Südhalbkugel gerade Sommer ist. Die Mitte der Erde, um den Äquator herum, bescheint die Sonne gleichmäßig, dort gibt es keine Jahreszeiten.

Der mehr oder weniger schräge Einfall der Sonnenstrahlen bedingt auch die Einteilung der Erde in verschiedene Klimazonen. Stark vereinfacht wird unterschieden in das Klima der Tropen (in Äquatornähe), der gemäßigten Breiten (z.B. in Deutschland) und der Polargebiete (in der Arktis und Antarktis).



#### Beobachtungen:

- Verschiedenes Wetter in den unterschiedlichen Jahreszeiten, Veränderungen der Vegetation
- Klima in Urlaubsländern
- Sonnenlauf, sich ändernde Schattenlänge übers Jahr

#### Versuch:

- Sonnenstand und Jahreszeiten (Seite 83)
- Lichtmenge und Einfallswinkel (Seite 81)

#### Sonstiges:

- Jahreszeiten-Gedichte (Seite 98)

### ... und weg damit:

## Warum haben die Bäume im Winter keine Blätter?

Bäume verdunsten über ihre Blätter Wasser. Im Winter ist der Boden oft gefroren und mit ihm das Wasser darin. Gefrorenes Wasser kann aber nicht durch die Wurzeln aufgenommen werden. Würden die Bäume weiter Wasser über die Blätter abgeben, müssten sie verdursten.

Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass die Blätter bei Frost „zerfrieren“. Wasser dehnt sich aus, wenn es zu Eis wird. So kann der gefrierende, wasserhaltige Inhalt der Blatzellen diese zum Platzen bringen und das Blatt ist zerstört.

#### Beobachtungen:

- Unterschiedliche Herbstfärbung der Blätter
- Blattfall besonders nach dem ersten starken Frost

#### Versuch:

- Blätter ins Gefrierfach legen

### Indian Summer:

## Warum sind im Herbst die Blätter bunt?

In den Blättern sind das ganze Jahr über verschiedene Farbstoffe enthalten, von denen das grüne Chlorophyll dominiert. Bevor die Blätter fallen und das Chlorophyll damit für die Pflanze verloren geht, wird es aus den Blättern abgezogen, denn Chlorophyll enthält für die Pflanze besonders wertvolles Magnesium. Ohne das Chlorophyll werden nun die gelben und orange-roten Farbstoffe in den Blättern sichtbar. In den Blättern gelagerte Abfallstoffe sind für die kräftigen Rottöne verantwortlich. Haben sich die Farbstoffe zersetzt erscheinen die Blätter braun.

### Wenn die Luft zum Spiegel wird:

## Die Fata Morgana

Eine Fata Morgana ist ein Spiegelbild an der Grenze zwischen zwei Luftschichten mit sehr starken Temperaturunterschieden, über dem Boden oder dem Meer. Ist die heiße Luft unten und die Kältere oben, steht das Spiegelbild kopf. Ist die oben liegende Schicht aber wärmer, ist das Spiegelbild richtig herum. Die Spiegelbilder wirken immer etwas verschwommen oder flimmern, da die Grenzschicht durch Luftbewegung und Unebenheiten im Gelände nicht gleichmäßig ist.

#### Beobachtungen:

- Nicht vorhandene „Pfütze“ auf der Straße im Sommer
- Flirren der Luft über einer brennenden Kerze



## Vor dem Betreten wird gewarnt: Warum ein See nicht von unten her zufriert

So wie die Luft hat das Wasser bei unterschiedlichen Temperaturen unterschiedliches Gewicht. Am schwersten ist das Wasser bei einer Temperatur von  $+4^{\circ}\text{C}$ . Im See ist dieses Wasser daher am Grund zu finden. Kälteres Wasser steigt nach oben, wo es an der Grenze zur eiskalten Luft gefriert. Es bildet sich eine „Eisdecke“ auf dem Gewässer.

Beobachtungen:

- Schwimmende Eiswürfel im Glas

### Eisrettung

- Von festem Boden aus dem Eingebrochenen Hilfsmittel reichen, hinschieben oder zuwerfen: Äste, Seil, Gürtel, Schal (evtl. mehrere zusammenknuten)
- Wenn der Eingebrochene zu weit entfernt ist, liegend mit ausgebreiteten Armen, am besten auf einer großen, festen Unterlage zur Gewichtsverteilung, zu ihm kriechen (z.B. einer Leiter)
- Ist der Verunglückte unters Eis geraten, die Eisdecke in weitem Umkreis zerschlagen
- Bis zum Eintreffen der Rettungskräfte den Verunglückten warm halten

## Die Farben dieser Welt: Wieso ist der Himmel blau?

Die Gasmoleküle der Luft lenken die Lichtstrahlen der Sonne von ihrem Weg ab (Rayleigh-Streuung). Die Ablenkung ist aber für die einzelnen Farben, aus denen das Sonnenlicht besteht, unterschiedlich ausgeprägt. Das blaue Licht wird am stärksten in alle Richtungen abgelenkt, das rote Licht am wenigsten. Bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang müssen die Sonnenstrahlen eine sehr langen Weg durch die Atmosphäre zurücklegen, auf dem alle Lichtanteile bis auf die roten „herausgestreut“ werden. Daher erscheint uns dann der Himmel rot. Am Tag ist der Weg des Lichts kürzer, wir sehen die gestreuten blauen Lichtanteile, der Himmel ist blau.

Versuch:

- Himmelsblau & Abendrot (Seite 79)

## „Dir wird sonst kalt ...“ Warum muss ich im Haus meine Jacke ausziehen?

Der Körper stellt sich auf die Umgebungstemperatur ein. Ist es zu warm, beginnen wir zu schwitzen. Ist es zu kalt, zittern wir und bekommen eine Gänsehaut. Die Jacke bietet einen zusätzlichen Schutz gegen Kälte. Wurde sie schon im Haus getragen, hat sich der Körper an diesen Schutz gewöhnt und sich mit seiner Wärmeproduktion darauf eingestellt. Wir frieren daher draußen fast genau so stark, als wenn wir keine Jacke an hätten, bis unser Körper wieder mehr Wärme produziert.

Versuch:

- Temperaturempfinden (Seite 81)
- Berechnen lassen der Gefühlten Temperatur (Internetseite im Anhang Seite 112)



## Empfundene Temperatur

### Januar

sonnig, trocken

Lufttemperatur (°C)	Empfundene Temperatur (°C) bei Windstärke:			
	windstill	1m/sec	4m/sec	8m/sec
5	23,6	10,4	3,9	1,3
0	19,7	5,4	-1,3	-4,0
-5	15,7	0,5	-6,6	-9,3

stark bewölkt

Lufttemperatur (°C)	Empfundene Temperatur (°C) bei Windstärke:			
	windstill	1m/sec	4m/sec	8m/sec
5	9,5	2,5	-0,6	-1,9
0	4,8	-2,6	-5,9	-7,2
-5	0,2	-7,8	-11,2	-12,6

### Juli

sonnig, schwül

Lufttemperatur (°C)	Empfundene Temperatur (°C) bei Windstärke:			
	windstill	1m/sec	4m/sec	8m/sec
15	36,4	24,2	16,4	13,4
20	40,2	30,3	21,8	18,8
25	44,1	35,7	29,8	25,4

stark bewölkt

Lufttemperatur (°C)	Empfundene Temperatur (°C) bei Windstärke:			
	windstill	1m/sec	4m/sec	8m/sec
15	23,3	15,5	11,1	10,0
20	27,7	20,8	17,0	15,5

Die empfundene Temperatur wird beeinflusst von: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung und dem körpereigenen Temperaturregulationssystem (dem Schwitzen). Die Universität München entwickelte ein Computerprogramm, das aus diesen Faktoren die empfundene Temperatur errechnet.



# Materialkiste

---

<b>Bauanleitungen</b>	60
Selbstbau-Wetterinstrumente	60
Bauanleitungen für Interessantes und Spielereinen	65
<b>Experimente</b>	72
Zur Corioliskraft	72
Zu Wind und Luftdruck	73
Zu Niederschlägen und Wolken	74
Wärme und Kälte	81
<b>Bauernregeln</b>	84
Lostags- und Monats-Regeln	84
Wind-Regeln	86
Niederschlags-Regeln	86
Optische Wetterphänomene	87
Gewitterregeln	87
Tier- und Pflanzenregeln	87
<b>Wetterspiele</b>	89
Spiele	89
Rätsel	91
<b>Gedichte</b>	92
Über Wolken	92
Über Wind	93
Über Schnupfen	94
Über Regen	95
Über Wetter und Jahreszeiten	98
<b>Kopiervorlagen</b>	100



# Bauanleitungen

## SELBSTBAU-WETTERINSTRUMENTE

### Thermometer

#### Material:

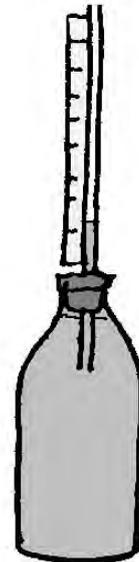
- Flasche
- Modelliermasse
- durchsichtige Trinkhalme
- Mit Lebensmittelfarben gefärbtes Wasser (gute Farben hierfür sind rot und blau)
- Papier, Schere, Stift, Lineal
- Kleber
- (Eine Spritze mit Kanüle)

#### Anleitung:

1. Fülle die Flasche randvoll mit gefärbtem Wasser.
2. Lege um den Trinkhalm einen Wulst aus Modelliermasse.
3. Stecke den Halm in die Flasche und verschließe mit dem Modelliermassenwulst sorgfältig die Öffnung der Flasche (Vorsicht, drücke dabei den Halm nicht zusammen). Der Halm sollte einige Zentimeter in das Wasser hineinragen. Wenn die Modelliermasse in den Flaschenhals gedrückt wird, steigt der Wasserspiegel im Halm an, so dass er über dem Modelliermassenwulst steht. Andernfalls musst du durch den Halm mit der Spritze Wasser einfüllen.
4. Aus dem Papier schneide einen schmalen, langen Streifen und zeichne eine Skala darauf. Dann klebe ihn an dem Halm fest.

Die Flüssigkeit in einem Thermometer (z.B. Quecksilber oder Alkohol) dehnt sich bei Erwärmung aus, deshalb steigt die Flüssigkeitssäule in dem Thermometerröhrchen. Wasser ist eigentlich nicht gut geeignet für ein Thermometer, da es bei 4°C am „kleinsten“ ist.

Tipp: Die Ausdehnung des Wassers in der Flasche und damit auch das Ansteigen des Wasserspiegels im Strohhalm bei verschiedenen Temperaturen kannst du am besten beobachten, wenn du das Thermometer für einige Minuten in ein warmes und danach in ein kaltes Wasserbad stellst.

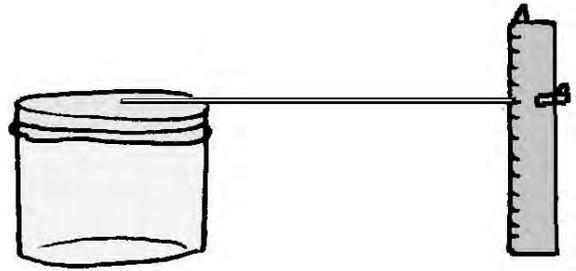




## Ballonbarometer

### Material:

- Glas mit weiter Öffnung
- Luftballon
- Gummibänder
- Trinkhalme
- Klebeband
- Ein großes Stück Pappe
- Eine ganz kleine Wäscheklammer
- Schere
- Stift, Lineal



### Anleitung:

1. Schneide den „Hals“ des Ballons ab. Zieh den Ballon über die Glasöffnung und sichere ihn mit Gummibändern gegen das Herunterrutschen.
2. Stecke zwei Strohhalm ineinander (hierfür schneidest du einen am Ende ein). Sichere die Verbindungsstelle mit Klebeband, damit die Halme nicht wieder auseinander gehen.
3. Schneide den Doppel-Strohhalm an einem Ende spitz zu und klebe ihn mit dem stumpfen Ende auf den gespannten Ballon. Er sollte etwa bis zur Mitte reichen.
4. Falte das große Stück Pappe der Länge nach und zeichne auf eine der Kanten eine Skala. Stelle die Pappe an das angespitzte Ende des Trinkhalms. Mit einer Wäsche- oder Büroklammer kannst du an der Skala auf der Höhe der Strohhalmspitze den aktuellen Barometerstand markieren. So erkennst du am folgenden Tag leichter, ob der Luftdruck gefallen oder gestiegen ist.

## Zapfenbaum

### Material:

- Ein Kiefernzapfen
- Leim oder Heißkleber
- Ein Holzbrett
- Ein großes Stück Pappe, Lineal, Stift, Papier, eine kleine Wäscheklammer
- Einen sehr langen, dünnen Holzspieß oder ein langes, leichtes Stück Draht



### Anleitung:

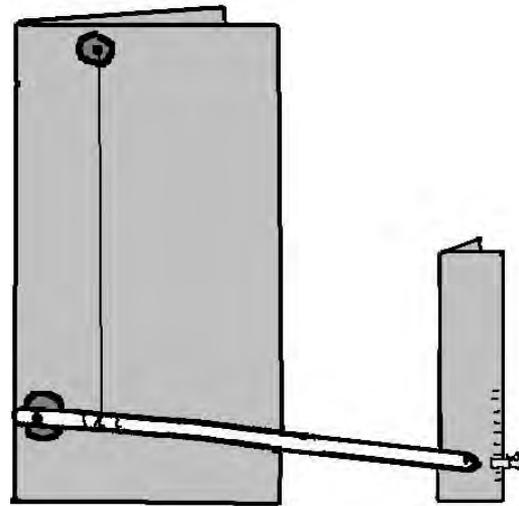
1. Klebe den Zapfen aufrecht auf das Holzbrett.
2. Die Schuppen schließen sich bei hoher Luftfeuchte. Die Bewegungen werden besser sichtbar, wenn in eine der Schuppen ein „Zeiger“ (der Holzspieß oder das lange Drahtstück mit einer Spitze aus Papier) eingelebt ist. Klebe daher den Zeiger in eine der Schuppen auf mittlerer Höhe des Zapfens fest.
3. Falte das Stück Pappe der Länge nach und zeichne an eine der langen Außenkanten eine Skala. Stelle die Pappe an das Ende des Zeigers, damit du besser ablesen kannst, wie sich der Zeiger bewegt. Wenn das Holzbrett lang genug ist, kannst du die Pappe mit der Skala auch am Ende des Zeigers auf dem Brett festkleben.
4. Stelle den Zapfenbaum am Besten draußen an einer vor Wind, Sonne und Regen geschützten Stelle auf. Mit der Wäscheklammer kannst du den aktuellen Zeigerstand für den Vergleich am nächsten Tag auf der Skala markieren.



## Haar-Hygrometer

### Material:

- 1-2 möglichst lange, frisch gewaschene Haare (rotes Frauenhaar soll am Besten gehen)
- Ein großes und ein kleineres Stück Pappe
- Kleine Wäscheklammern
- Klebeband, Leim
- Korke
- Scharfes Messer
- Zwei Stecknadeln
- Trinkhalme
- Lineal, Stift



### Anleitung:

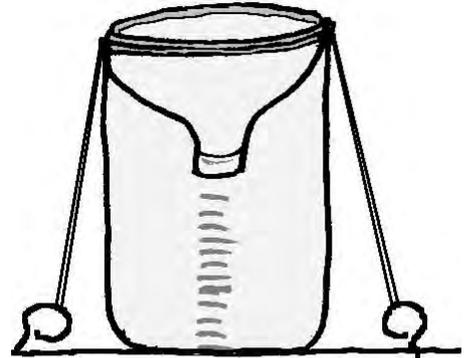
1. Verbinde mindestens zwei Trinkhalme zu einem langen Halm (an den Enden leicht einschneiden, zusammenschieben und mit Klebeband sichern).
2. Das eine Ende des verlängerten Halmes durchbohre mit einer Nadel. Beachte dabei: der Halm muss sich frei um die Nadel drehen können, er darf nicht irgendwo klemmen.
3. Klebe die Haare mit Klebestreifen an der zweiten Nadel fest.
4. Schneide von dem Korke zwei Scheiben ab. Falte ein großes Stück Pappe der Länge nach.
5. Klebe die Korkscheiben so auf der Pappe fest, dass sie soweit auseinander liegen, wie die Haare lang sind. Außerdem sollten die Korkscheiben nicht in einer Linie untereinander sondern etwas versetzt befestigt sein (eine Scheibe etwas weiter nach links, die andere etwas weiter nach rechts).
6. In die Korkscheibe, die am dichtesten an dem Außenrand der Pappe ist, stecke die Nadel mit dem Trinkhalm, in die andere Korkscheibe stecke die Nadel mit den Haaren. Klebe nun die Haare so an dem Halm fest, dass er waagrecht hängt. Der Abstand zwischen der Nadel, um die sich der Halm dreht, und dem Punkt, an dem die Haare am Halm festgeklebt sind, sollte kurz sein. Dann ist der Ausschlag des freien Halmendes größer. Die Haare werden je nachdem wie hoch die Luftfeuchtigkeit ist, länger oder kürzer werden und dadurch den Halmzeiger bewegen.
7. Das zweite Stück Pappe falte ebenfalls der Länge nach. Zeichne an einer der Kanten eine Skala ein. Stelle die Pappe an das freie Ende des Halmes. Markiere den Stand des Halm-Zeigers mit einer kleinen Wäscheklammer an der aufgezeichneten Skala. So kannst du am nächsten Tag leichter erkennen, ob sich der Wert für die Luftfeuchtigkeit verändert hat.



## Regenmesser

### Material:

- Klare, große Getränkeflasche aus Kunststoff
- Klebeband
- Schere, Teppichmesser (und einen Erwachsenen)
- Stift
- Dicker Nagel, Holz zum Unterlegen, Hammer
- Große Gummibänder, Streichhölzer
- Zelt-Heringe
- Messbecher



### Anleitung:

1. Schneide das obere Ende der Flasche ab. Hierbei wirst du wahrscheinlich die Hilfe eines Erwachsenen brauchen, der mit dem Teppichmesser einen kleinen Schnitt in die Flasche macht, damit du dann mit der Schere selbst weiter schneiden kannst.
2. Die Schnittkanten vom Flaschenober- und -unterteil klebe mit Klebeband ab, damit man sich nicht daran schneidet.
3. In den Rand des Oberteils schlage mit dem Nagel zwei gegenüberliegende Löcher. Durch die Löcher ziehe Gummibänder. Sichere die Gummibänder mit Streichhölzern gegen das Herausrutschen aus den Löchern (wie bei den ausgeblasenen Eiern zu Ostern). Stecke das Oberteil der Flasche als Trichter in das Unterteil. Nun kannst du den Regenmesser mit den Gummibändern an den Heringen befestigen, damit er nicht fortweht.
4. Für das Bestimmen der Niederschlagshöhe brauchst du wieder einen Erwachsenen, denn die Rechnung ist ziemlich kompliziert:

Die Regenmenge im Regenmesser bestimmst du mit dem Messbecher. Die Skala dort gibt die die Wassermenge in Milliliter an. Sie wird folgendermaßen in die Niederschlagshöhe umgerechnet:

$$\text{Niederschlagshöhe (mm)} = \text{Niederschlagsmenge (L)} / \text{Öffnungsfläche des Regenmessers (cm}^2\text{)}$$

Die Öffnungsweite ergibt sich nach:

$$A = 3,14 \times (r)^2$$

A: Fläche der Öffnung des Regenmessers

3,14: die Kreiszahl Pi

r: Radius des Regenmessers

Wenn du nicht nach jedem Regen mit einem Erwachsenen die Niederschlagshöhe ausrechnen möchtest, kannst du mit ihm eine Skala für deinen Regenmesser machen.

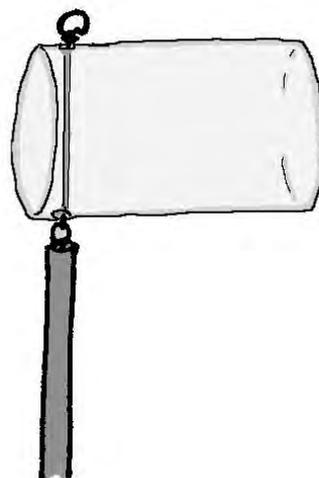
Hierfür müssen einmal die Flüssigkeitsstände für verschiedene Wassermengen berechnet werden. Das Wasser schüttest du nach jeder Berechnung in den Regenmesser. Auf Höhe des Wasserspiegels machst du mit einem wasserfesten Stift einen Strich und schreibst die Wassermenge in Millilitern und die Niederschlagshöhe in Millimetern daneben.



## Flaschen-Windrichtungsanzeiger

### Material:

- Getränkeflasche aus Kunststoff
- Bohrer, Holz zum Unterlegen
- Zange, wasserfester Leim
- Schere, Teppichmesser und einen Erwachsenen
- Holzstab oder eine Bambusstange mit einem langen, hohlen Ende (etwa einen Meter lang)
- Fester Draht, etwa so dick wie der Bohrer oder das Loch im Bambusstab
- Eine Perle mit einem Lochdurchmesser in der Dicke des Drahtes
- Vier mit N, O, S und W beschriftete Steine (für die vier Himmelsrichtungen)
- Kompass



### Anleitung:

1. Schneide das obere Ende und den Boden der Flasche ab. Wahrscheinlich muss dir hier ein Erwachsener helfen, der mit einem Teppichmesser einen Schlitz in die Flasche macht, so dass du mit der Schere weiter schneiden kannst.
2. Durch das Abschneiden des oberen und unteren Flaschenteils erhältst du eine Röhre. Mache an dem einen Ende dieser Röhre zwei gegenüber liegende Löcher. Sie müssen so groß sein, dass der Draht locker hindurch passt.
3. Schiebe den Draht durch diese Löcher und biege das eine Drahtende zu einer Schlaufe, damit die Röhre nicht herunter rutschen kann. Auf das andere Ende des Drahtes steckst du die Perle. Sie sorgt dafür, dass sich dein Windrichtungsanzeiger nicht verklemmt.
4. In den Holzstab bohre ein mindestens 10 cm tiefes Loch, in das der Draht hineingesteckt werden kann. Wenn du einen Bambusstab verwendest, musst du natürlich kein Loch bohren, sondern du kannst den Draht so in das hohle Ende stecken. Klebe den Draht mit dem Leim im Loch gut fest.
5. Suche dir draußen ein freien Platz aus, an dem du den Windrichtungsanzeiger in den Boden stecken kannst.
6. Damit du die Himmelsrichtung besser erkennst, aus der der Wind weht, lege mit dem Kompass die vier Steine mit den Anfangsbuchstaben der Himmelsrichtung um den Stiel herum.

### Merksatz zu den Himmelsrichtungen

Im Osten geht die Sonne auf,  
im Süden nimmt sie ihren Lauf,  
Im Westen wird sie untergehn,  
im Norden ist sie nie zu sehn.

### Gedächtnishilfe Himmelsrichtungen

**Nie Ohne Seife Waschen!**



## BAUANLEITUNGEN FÜR INTERESSANTES UND SPIELEREINEN

### Fähnchen

#### Material:

- Stöckchen
- Kleber
- Bänder von einer Ton- oder Video-Kassette

#### Anleitung:

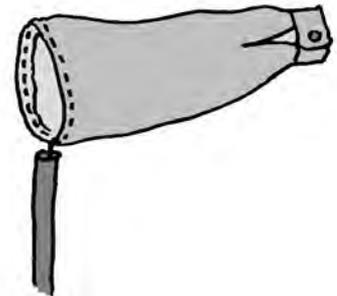
Klebe etwa 15 cm lange Streifen von dem Band an das Stöckchen. Mit diesem Fähnchen kannst du nun sehen, wo überall Wind ist, z.B. oben und unten an einer Tür, am Kühlschrank oder Backofen ...

Wo findest du noch Wind?

### Windärmel

#### Material:

- Fester Draht
  - Schere
  - Zange
  - Tacker oder wasserfester Kleber
  - Eine alte Bluse oder Oberhemd mit langen Ärmeln aus leichtem Stoff
  - Bohrer und ein Holzstab
- oder
- Eine Bambusstange mit einem sehr langen, hohlen Ende



#### Anleitung:

1. Schneide einen Ärmel ab.
2. Forme aus dem Draht eine Schlaufe, die in das obere Ärmelloch passt. Ein langes Drahtende solltest du als „Stiel“ an der Schlaufe überstehen lassen.
3. Schlage den Stoff um die Drahtschlaufe und befestige ihn mit dem Tacker oder dem Klebstoff.
4. Bohre in den Stab ein Loch, in das der Draht passt oder nimm den Bambusstab und stecke das überstehende Drahtende in das Loch am Ende hinein. Wenn das Loch für den Draht nicht tief genug ist, kann der Windärmel weg wehen. Es sollte eine Tiefe von mindestens 15 cm haben.

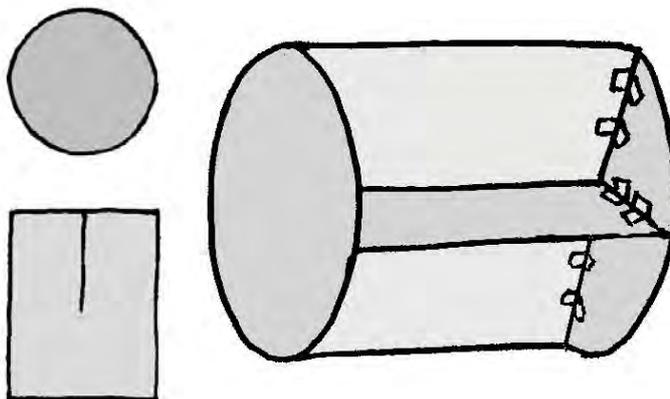
Der Draht muss so dünn sein, dass er sich frei in dem Loch drehen kann. Er darf aber nicht zu dünn sein, da er sonst leicht verbiegt und aus dem Loch rutscht.



## Windwalze

### Material:

- Pappe
- Schere
- Zirkel
- Lineal
- Klebestreifen
- Wind, eine ebene Fläche



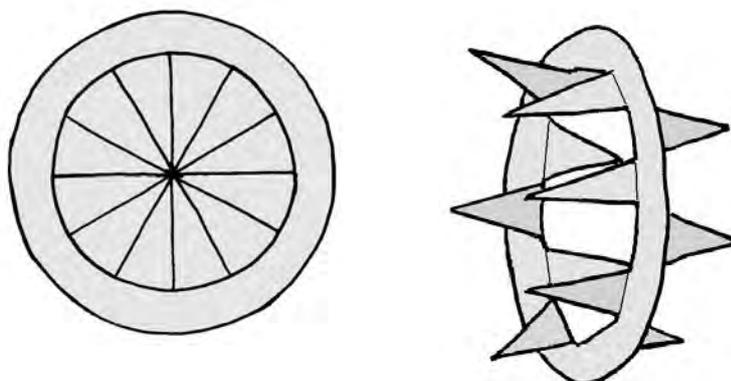
### Anleitung:

1. Schneide aus der Pappe zwei Kreise mit einem Durchmesser von 15 cm und zwei Rechtecke mit den Maßen 15x14 cm aus.
2. Von der Mitte einer der 14 cm-Kante der Rechtecke schneide einen 7 cm langen Schlitz.
3. Stecke die Rechtecke an diesen Schlitzern ineinander.
4. Klappe das Gebilde zu einem Kreuz auf. Befestige die beiden Pappkreise als Räder mit Klebestreifen daran.
5. Lege die Windwalze draußen auf einer ebenen Fläche ab. Der Wind verfängt sich in den „Fächern“ der Walze und treibt sie voran.

## Zackenrad

### Material:

- Pappe
- Zirkel
- Winkelmesser
- Stift
- Schere
- Teppichmesser
- Wind, eine ebene Fläche



### Anleitung:

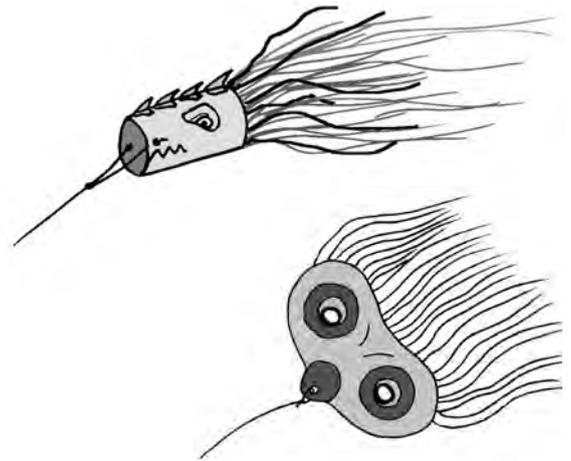
1. Schneide aus der Pappe einen Kreis mit 15 cm Durchmesser aus.
2. Zeichne auf diese Pappscheibe einen zweiten Kreis mit demselben Mittelpunkt und 13 cm Durchmesser ein. Unterteile diesen Kreis in 12 gleich große Segmente.
3. Schneide mit dem Teppichmesser die Segmente bis zum inneren Kreisrand ein. Klappe die so entstandenen Zacken abwechselnd zu beiden Seiten der Pappscheibe weg.
4. Stelle das Windrad draußen auf eine ebene Fläche und gib dem Rad einen kleinen Schubs. Der Wind verfängt sich in den Zacken und lässt das Rad laufen.



## Flattertiere

### Material:

- Pappe, Klorolle
- Buntes Krepppapier, Stifte, Schere
- Krepppapier
- Kleber
- Locher
- Schnur



### Anleitung:

#### Flattertier 1:

1. Schneide aus der Pappe eine Fantasieform mit „Nase“. Bemale und beklebe sie.
2. Befestige Krepppapierstreifen als Haare an der Pappform.
3. Mache mit dem Locher in die Nase ein Loch und binde eine Schnur daran fest.
4. Ziehe dein Flattertier an der Schnur hinter dir her.

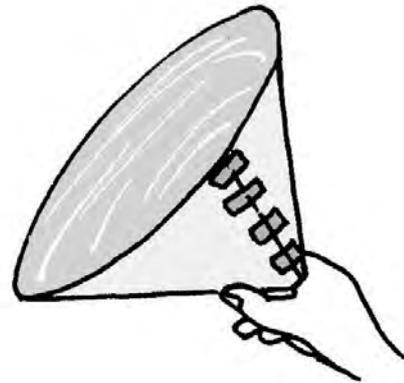
#### Flattertier 2:

1. Mache an einem Ende der Klorolle zwei gegenüberliegende Löcher. Ziehe einen Faden hindurch und verknote ihn.
2. Befestige am anderen Ende der Klorolle bunte Krepppapierstreifen.
3. Dekoriere die Rolle nach beliebigen weiteren.
4. Ziehe dein Flattertier an der Schnur hinter dir her.

## Sonnenfinder

### Material:

- Alufolie
- Festes Papier
- Zirkel
- Klebestift
- Schere
- Klebestreifen



### Anleitung:

1. Zeichne auf das Papier einen Kreis mit einem Durchmesser von etwa 25 cm.
2. Drehe das Papier um und beklebe es mit Alufolie.
3. Drehe das Papier wieder um und schneide nun den Kreis aus.
4. Schneide den Kreis vom Rand bis zur Mitte ein und drehe ihn zu einem Trichter auf. Klebe den Trichter zusammen.
5. Schneide die Spitze des Trichters etwas ein, so dass der Zeigefinger hindurch passt.

Wenn du dich nun nach draußen stellst und deinen Finger mit dem Trichter in den Himmel hältst, kannst du selbst mit geschlossenen Augen die Sonne finden: sie steht in der Richtung, in die der Trichter weist, wenn der Finger warm wird.

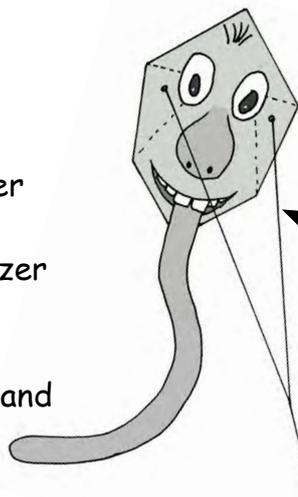


# Drache

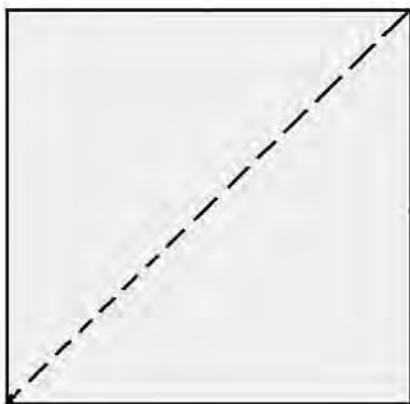
## Material:

- Ein quadratisches Stück Papier
- Kleber
- Zahnstocher oder Streichhölzer
- Krepppapier
- Schere
- Drachenschnur oder festes Band

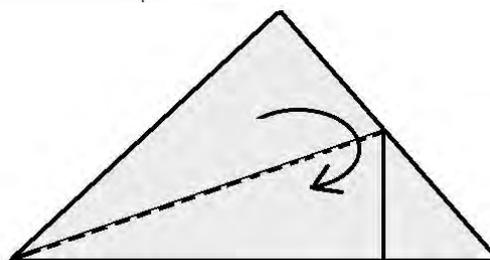
## Anleitung:



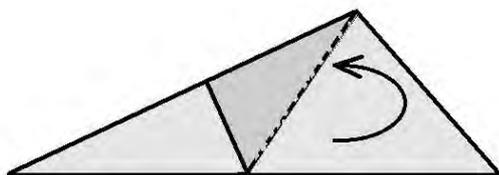
Diese Schnur nennt man „Waage“, an ihr wird die eigentliche Drachenschnur befestigt.



1. Das Papier diagonal falten

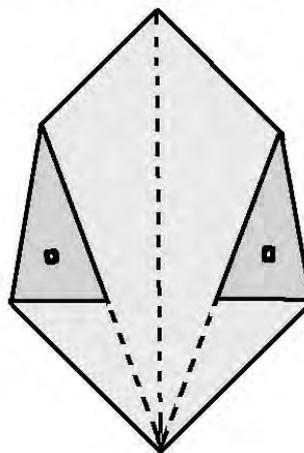


2. Die „Flügel“ des entstandenen Dreiecks noch mal zur Hälfte falten.

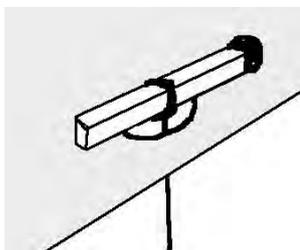


3. Die Zipfel zurückschlagen und festkleben.

*Schwanzende*



4. Den Drachen auffalten und Löcher für die Waage in die doppelt geklebten Ecken stechen.



5. Die Schnur für die Waage durch die Löcher stecken und mit einem Streichholz gegen das Herausrutschen sichern. Die Waage sollte eine Gesamtlänge von etwa 80 cm haben. Sie ist das Band, an dem später die Schnur festgebunden wird, die du in der Hand hältst.

6. Klebe an das Schwanzende einen mindestens drei Meter langen Streifen Krepppapier und male deinen Drachen bunt an. Befestige die Drachenschnur an der Waage. Nun kannst du deinen Drachen steigen lassen.



## Solarkocher

### Material:

- Würstchen o.ä.
- Starke Sonne
- Große, blanke Blechschüssel
- oder
- Große mit Alufolie ausgekleidete Schüssel
- Saugnapf
- oder
- Modelliermasse und Holzspieß

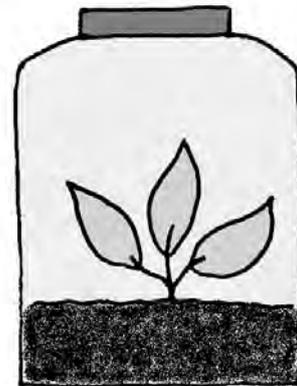
### Anleitung:

Mache mit der Modelliermasse und dem Holzspieß oder dem Saugnapf am Boden der Schüssel eine Halterung zum Aufspießen eines Würstchens. Spieße das Würstchen auf und drehe die Schüssel in die Sonne. Nach einiger Zeit wird das Würstchen warm. Das Sonnenlicht spiegelt sich an den Schüsselwänden, so dass es auf das Würstchen trifft.

## Flaschengarten

### Material:

- Großes, klares Glasgefäß mit Deckel
- Erde
- Wasser
- Kleinwüchsige Pflanzen
- Zwei Schaschlikspieße oder Holzstöckchen
- Einen Korken



### Anleitung:

1. Fülle das Gefäß bis zu einer Höhe von etwa einem Drittel mit angefeuchteter Erde.
2. Bohre mit einem Schaschlikspieß ein Pflanzloch. Setze eine Pflanze hinein. Achte darauf, dass alle Wurzeln im Loch sind.
3. Stecke den Korken auf den zweiten Schaschlikspieß und schiebe mit diesem Werkzeug Erde über die Wurzeln. Drücke die Erde über den Wurzeln fest, damit die Pflanze nicht mehr umfallen kann.
4. Verschließe das Gefäß. Schlägt sich in den folgenden Tagen ständig Feuchtigkeit an der Gefäßwand nieder, muss der Deckel geöffnet werden, damit Wasser verdunsten kann. Die Luftfeuchtigkeit im Gefäß ist dann zu hoch und es könnte zu Schimmelbildung kommen (das kannst du auch riechen).

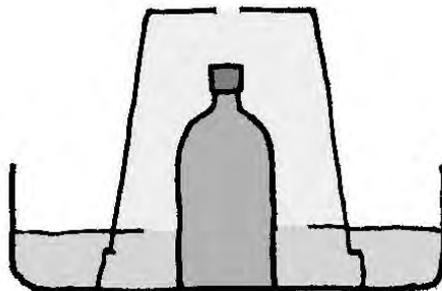
Pflanzen nehmen am Tag aus der Luft Kohlenmonoxid auf und geben Sauerstoff ab. Den Sauerstoff trennen sie aus dem Wasser ab, das sie mit den Wurzeln aufnehmen. Nachts geben die Pflanzen Kohlendioxid und Wasser ab. Sauerstoff nehmen sie dann auf. Es entwickelt sich in dem Glas ein Luft- und Wasserkreislauf..



## Verdunstungs-Kühlschrank

### Material:

- Große Schüssel
- Blumentopf aus Ton
- Flasche mit einem Getränk
- Wasser



### Anleitung:

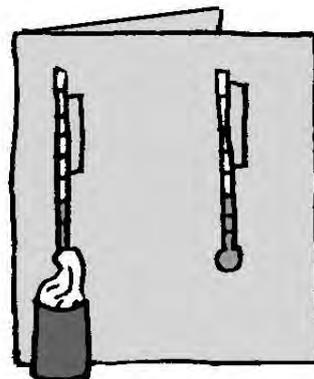
1. Stelle den Blumentopf in Wasser, bis der Ton sich damit voll gesogen hat.
2. Nun kannst du in die mit Wasser gefüllte Schüssel die Flasche mit dem Getränk stellen und den Blumentopf darüber stülpen.

Dein Getränk wird nun kühl bleiben, bis das Wasser aus der Schüssel verschwunden ist. Es verdunstet an der Oberfläche des Blumentopfes und kühlt dabei die Umgebung. Das verdunstende Wasser von der Topfoberfläche wird durch immer neues Wasser aus der Schüssel ersetzt, welches in der Wand des Topfes aufsteigt.

## Psychrometer

### Material:

- Große Pappe, zwei kleine Pappstreifen
- Mullbinde
- Zwei gleiche Thermometer
- Einen kleinen Behälter (z.B. ein Filmdöschen)
- Destilliertes Wasser
- Schere
- Kleber



### Anleitung:

1. Klebe an die Thermometer einen Pappstreifen von halber Thermometerlänge.
2. Falte das große Stück Pappe in der Mitte, dadurch kannst du die Pappe hinstellen.
3. Klebe die Thermometer mit ihren Streifen in gleicher Höhe an der Pappe fest.
4. Unter dem einen Thermometer befestige den kleinen Behälter. In den Behälter stecke etwas von der Mullbinde und fülle ihn mit destilliertem Wasser. Die feuchte Mullbinde aus dem Behälter wickle um den Kolben (die „Blase“ am unteren Thermometerende) des darüber hängenden Thermometers. Ein Ende der Mullbinde muss aber dabei noch in den Wasserbehälter hinein ragen.
5. Es werden beide Thermometer abgelesen und der Temperaturunterschied zwischen beiden bestimmt (dieser Wert heißt „Feuchtkolbendepression“). Den Wert für die relative Luftfeuchte kannst du in der Tabelle „Luftfeuchtigkeit und Feuchtkolbendepression“ ablesen.

Das Psychrometer gibt bei Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt ( $0^{\circ}\text{C}$ ) keine richtigen Werte mehr an!



## Luftfeuchtigkeit und Feuchtkolbendepression

Aktuelle Temperatur (°C)	Feuchtkolbendepression				
	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C
-10	69 %	39 %	10 %		
-7,5	73 %	48 %	22 %		
-5	77 %	54 %	32 %	11 %	
-2,5	80 %	60 %	41 %	22 %	3 %
0	82 %	65 %	47 %	31 %	15 %
2,5	84 %	68 %	53 %	38 %	24 %
5	86 %	71 %	58 %	45 %	32 %
7,5	87 %	74 %	62 %	50 %	38 %
10	88 %	76 %	65 %	54 %	44 %
12,5	89 %	78 %	68 %	58 %	48 %
15	90 %	80 %	70 %	61 %	52 %
17,5	90 %	81 %	72 %	64 %	55 %
20	91 %	82 %	74 %	66 %	58 %
22,5	92 %	83 %	76 %	68 %	61 %
25	92 %	84 %	77 %	70 %	63 %
27,5	92 %	85 %	78 %	71 %	65 %
30	93 %	86 %	79 %	73 %	67 %
32,5	93 %	86 %	80 %	74 %	68 %
35	93 %	87 %	81 %	75 %	69 %
37,5	94 %	87 %	82 %	76 %	70 %
40	94 %	88 %	82 %	77 %	72 %

Relative Luftfeuchtigkeit



# Experimente

## ZUR CORIOLISKRAFT

### Drehende Schülerkette

Stellt euch zu mehreren nebeneinander in einer langen Reihe auf und fasst euch bei den Händen. Nun soll sich die Schlange wie ein Uhrzeiger drehen. Um bei der Drehbewegung der Kette mithalten zu können, wird das ganz außen stehende Kind laufen müssen. Das innen stehende Kind tritt auf der Stelle während es sich dreht.

Die Kinder am äußeren Ende der Kette müssen einen längeren Weg zurücklegen als die Kinder am inneren Ende. Das geht nur, indem sie sich schneller bewegen. Ähnlich ist es bei den Luftmassen auf der Erde: die Luftmassen um den Äquator herum sind schneller, weil der Erdumfang hier am größten ist.

### Drehscheibe

#### Material:

- ein alter Plattenspieler
- Pappe
- Schere
- Stift
- Einen Zirkel oder eine alte Schallplatte

#### Anleitung:

1. Zeichne mit Hilfe des Zirkels oder der Schallplatte einen Kreis auf die Pappe. Markiere die Mitte des Kreises.
2. Schneide den Kreis aus und bohre in die Mitte ein Loch.
3. Lege die Pappscheibe auf den Plattenspieler und schalte das Gerät ein.
4. Zeichne auf der sich drehenden Pappscheibe einen Strich von der Scheibenmitte bis zu ihrem Rand (den Stift dabei nicht so stark aufdrücken, sonst bleibt der Plattenspieler stehen).

Durch die Drehung der Pappscheibe wird der Stift vom geraden Weg abgelenkt und die Linie verläuft bogenförmig.

So wie dein Stift werden auch Luftmassen, die sich zwischen einem der Pole und dem Äquator bewegen, von ihrem geraden Weg abgelenkt, weil sich die Erde unter ihnen wegdreht.

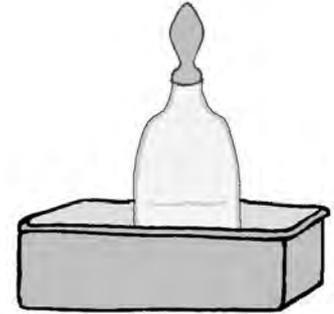


## ZU WIND UND LUFTDRUCK

### Ausdehnung warmer Luft

#### Material:

- Flasche
- Ballon
- Schüssel mit warmen Wasser



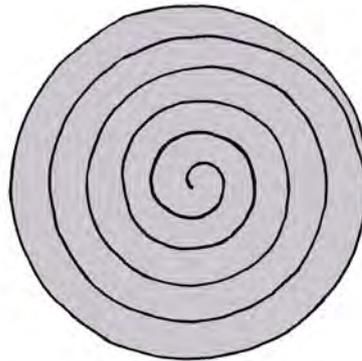
#### Anleitung:

Ziehe den Ballon über den Flaschenhals und stelle die Flasche in das warme Wasser. Die Luft im Flascheninnern dehnt sich aus und der Ballon füllt sich mit Luft. Kühlt die Luft ab, wird der Ballon wieder schlaff.

### Heizungsschlange

#### Material:

- Papier
- Schere
- Zirkel
- Faden
- Stifte



#### Anleitung:

1. Zeichne einen Kreis auf das Papier und male ihn an. Markiere dir den Verlauf einer Spirale auf dem Kreis und schneide an dieser Markierung entlang. Befestige in der Mitte der Spirale eine Schnur.
2. Hänge die Spirale über einer Lampe oder einer anderen Wärmequelle auf.  
Die Schlange wird durch die aufsteigende warme Luft in Bewegung versetzt und beginnt sich zu drehen.

### Lage von Druckgebieten

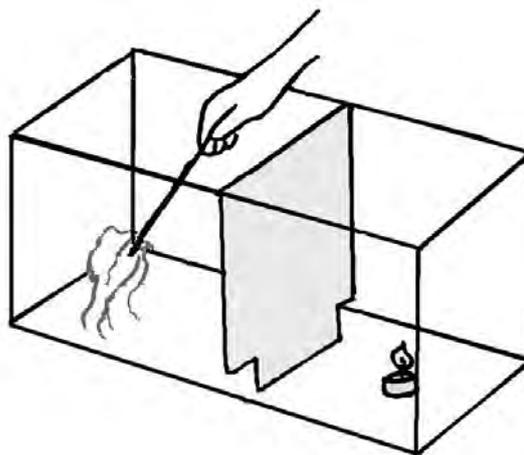
Stelle dich mit dem Gesicht in den Wind. Das Hochdruckgebiet, aus dem der Wind kommt, liegt links. Das Tiefdruckgebiet, in das der Wind hineinweht, liegt rechts. Der Wind weht nicht direkt in das Tiefdruckgebiet hinein, weil sich die Luftmassen drehen.



## Zirkulierende Luft

### Material:

- Großer, durchsichtiger Behälter (z.B. Aquarium)
- Pappe
- Klebestreifen
- Schere
- Teelichter
- Räucherstäbchen
- Streichhölzer



### Anleitung:

1. Schneide die Pappe so zu, dass sich der Behälter mit ihr in eine rechte und eine linke Hälfte unterteilen lässt. Die unteren Ecken der Trennwand schneide ab, so dass etwa 5x5 cm große Durchlässe zwischen den Hälften entstehen. Klebe die Trennwand im Behälter mit den Klebestreifen fest.
2. Stelle in die eine Hälfte ein brennendes Teelicht und halte in die andere Hälfte ein brennendes Räucherstäbchen.

Der Rauch zieht durch die Durchlässe in die Hälfte mit dem Teelicht und steigt dort auf, weil die Luft in dieser Hälfte des Behälters durch das Teelicht erwärmt wird.

## ZU NIEDERSCHLÄGEN UND WOLKEN

## Wolke

### Material:

- Glasgefäß,
- Warmes Wasser
- Blechgefäß
- Eiswürfel

### Anleitung:

Fülle Eis in das Metallgefäß und gib warmes Wasser in das Glas. Stelle die Metallschale auf die Glasöffnung. Unter dem Metallgefäß bildet sich eine „Wolke“.

## Pfützenzauber

### Material:

- Steine
- Eine Pfütze auf Wasser-undurchlässigem Boden
- Sonnenschein

### Anleitung:

Lege um die Pfütze einen Ring aus Steinen, immer am Pfützenrand entlang. Dadurch markierst du ihre Größe. Beobachte, was mit der Pfütze geschieht.



## Wasserkreislauf im Glas

### Material:

- Glas mit Deckel
- Wasser
- Stift

### Anleitung:

Fülle Wasser in das Glas und verschließe es. Markiere den Wasserstand im Glas. Je nach Lufttemperatur verdunstet Wasser oder es kondensiert an der Glaswand und der Wasserstand im Glas verändert sich.

## Reif

### Material:

- Glas
- Eiswürfel
- Salz
- Löffel

### Anleitung:

Gib das Eis mit dem Salz in das Glas und verrühre beides gut miteinander. Das Salz löst sich im Wasser auf und die Eiswürfel beginnen zu schmelzen. Für beide Vorgänge wird Wärme verbraucht, die von der Umgebung des Glases stammt. Dadurch bildet sich an der Glasaußenwand Reif.

## Rotkohlindikator

### Material:

- Rotkohl aus dem Glas
- Kleine, durchsichtige Gefäße
- Testsubstanzen (Kernseifenlauge, Zitronensaft, Essig, Leitungswasser)

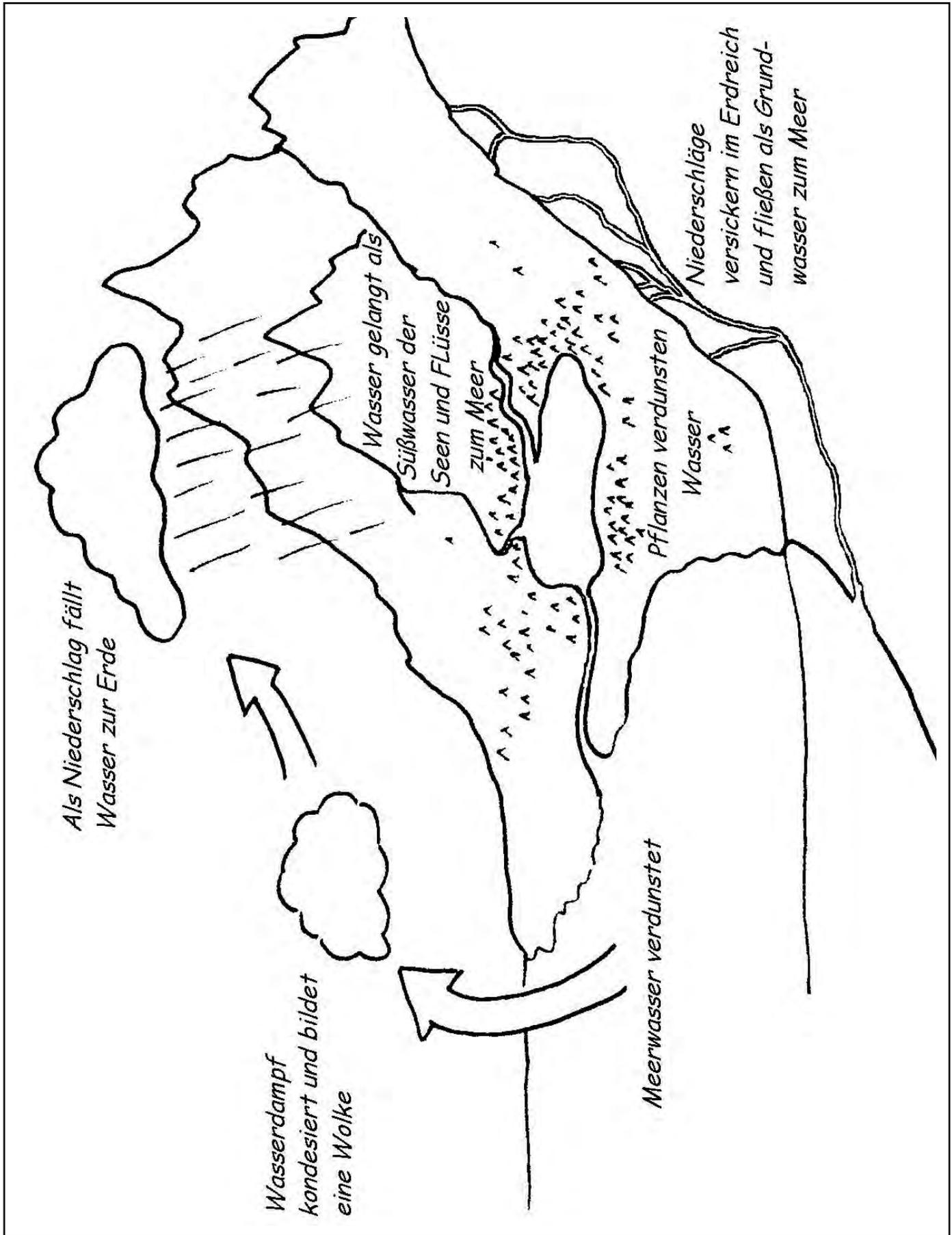
### Anleitung:

Fülle die Testsubstanzen in die kleinen Gefäße und mische sie mit Rotkohlsaft (oder Rotkohlstücken). Die Farbe ändert sich: je saurer die Substanz, umso röter. Bei seifigen (alkalischen Substanzen) erfolgt ein Farbumschlag ins grüne.

Auch das Gewürz Kurkuma lässt sich als Indikator für Säuregehalt verwenden.



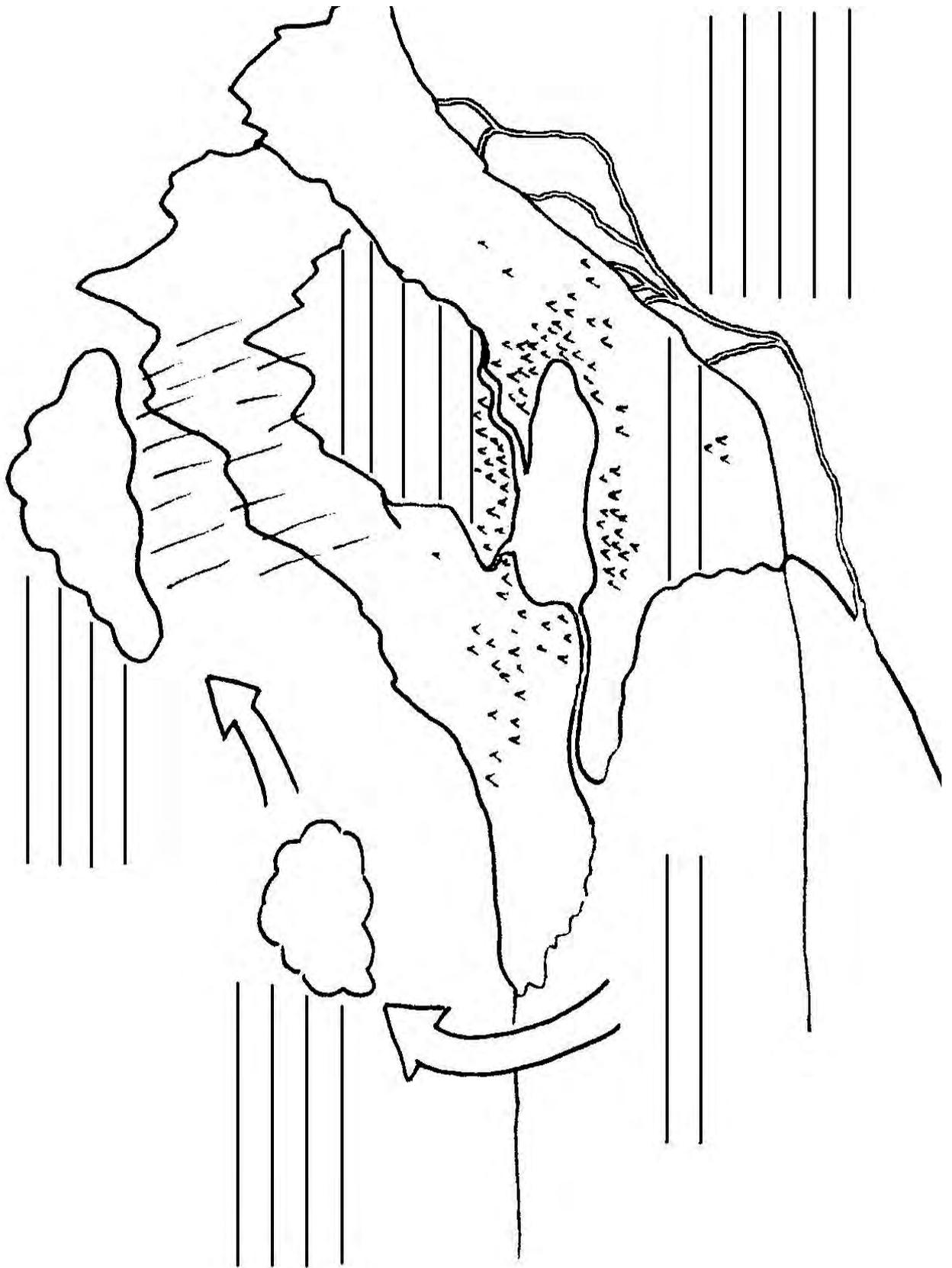
# DER WASSERKREISLAUF





# ARBEITSBLATT „WASSERKREISLAUF“

Erkläre, wie der Wasserkreislauf funktioniert.





## Saurer Regen

### Material:

- Rotkohlsaft
- Filtertüte
- Glasgefäß
- Räucherkegel (vom Räuchermännchen) oder Teelicht
- Streichhölzer

### Anleitung:

1. Tränke ein großes Stück Filterpapier in Rotkohlsaft und lasse es etwas trocken werden (es sollte nicht mehr tropfen aber auch nicht ganz trocken sein).
2. Stelle ein Teelicht oder Räucherkegel auf das Rotkohl-Papier und zünde es an (wenn du einen Räucherkegel verwendest, stelle ihn auf eine kleine feuerfeste Unterlage, z.B. ein Stück Alufolie). Das Rotkohl-Papier muss noch unter dem Teelicht oder der Alufolie hervor schauen.
3. Lasse den Räucherkegel oder das Teelicht eine Zeit lang brennen und stülpe dann das Glasgefäß darüber.
4. Nachdem das Teelicht/der Räucherkegel erloschen ist, musst du noch einige Minuten warten, bevor du das Gefäß entfernen kannst.

Wenn du dir das Papier nun anschaust siehst du, dass es sich verfärbt hat. Dies ist ein Zeichen dafür, dass Säuren oder Laugen entstanden sind, denn sie verändern die Farbe des Rotkohlsaftes. Die Säuren und Laugen entstehen aus Bestandteilen von dem Rauch und der Feuchtigkeit im Papier.

Auf ähnliche Weise kommt es zur Entstehung von saurem Regen: Rauch und Abgase, z.B. von Automotoren und aus Schornsteinen verbinden sich mit dem Wasser in der Luft und die Regentropfen werden dadurch „sauer“.

## Hagelkörner untersuchen

### Material:

- Möglichst große Hagelkörner
- Hammer, Holzbrett
- Lupe

### Anleitung:

Sammele möglichst große Hagelkörner und zerschlage eines nach dem anderen vorsichtig auf dem Brett. Betrachte sie unter der Lupe. Zieh dir am Besten einen Schal vor den Mund, damit deine warme Atemluft die Hagelkörner nicht zum Schmelzen bringt.

Wenn die Hagelkörner groß genug gewesen sind, kannst du an den Stücken erkennen, dass das Korn aus mehreren Eisschichten besteht. Einige der Eisschichten sind etwas milchig, andere sind klar wie Glas.



## Regentropfengröße feststellen

### Material:

- Tiefes Backblech oder ein Tablett
- Mehl oder Puder
- Regen
- Wenig Wind

### Anleitung:

Bestreue das Blech dick mit dem Mehl oder Puder. Halte es dann in den Regen. Die Regentropfen bleiben auf dem Mehl liegen und lassen sich betrachten.

## Schneeflocken bewundern

### Material:

- Schneefall
- Schwarze Pappe
- Lupe

### Anleitung:

Halte die schwarze Pappe in den fallenden Schnee und fange damit einige Schneeflocken auf. Ziehe einen Schal über Mund und Nase, damit die warme Atemluft die Flocken nicht zum Schmelzen bringt und betrachte die Schneeflocken mit der Lupe. Schneekristalle sind immer irgendwie sechseckig: es sind Eisnadeln mit sechs Kanten, Plättchen mit sechs Enden oder Sterne mit sechs Zacken ... Nie sehen zwei Schneeflockenkristalle genau gleich aus.

## Himmelsblau & Abendrot

### Material:

- Milch
- Wasser
- Klares Glas
- Löffel zum Umrühren
- Taschenlampe

### Anleitung:

Vermische einige Tropfen Milch mit Wasser in dem klaren Glasgefäß. Leuchte nun mit der Taschenlampe von oben und von der Seite durch das Milchwasser. Achte auf den Lichtkegel. Fällt das Licht von oben in das Gemisch oder schaut man von der Seite darauf, erscheint es leicht bläulich. Blickt man von vorn in den Lichtkegel, erscheint das Licht rötlich.



## Blitz

### Material:

- Platzdeckchen aus Kunststoff
- Modelliermasse oder Gummihandschuh
- Metallform (z.B. eine Backform für Aufläufe, den Deckel einer Keksdose, eine Form für Tortenböden)

### Anleitung:

1. Mache aus der Modelliermasse einen „Griff“ in der Metallform oder ziehe den Handschuh an. Deine Hand darf das Metall nicht berühren.
2. Reibe mit der Metallform eine Minute über das Platzdeckchen. Nähere dann langsam den Finger oder einen Gegenstand aus Metall an die Form heran. Es springt ein kleiner Funke zwischen der Form und dem Metallgegenstand über (der Versuch geht nicht bei hoher Luftfeuchtigkeit).

Man kann auch einen Kunststoffkamm an einem Wollpullover reiben, um ihn elektrisch zu laden.

## Regenbogen

### Material:

- Starke Taschenlampe
- Glasschüssel
- Wasser
- Taschenspiegel

### Anleitung:

1. Lege den Spiegel etwas schräg (etwa  $45^\circ$  Neigung) in die mit Wasser gefüllte Schüssel.
2. Leuchte mit der Lampe auf den Spiegel.

Auf der gegenüberliegenden Wand sollten Regenbogenfarben zu sehen sein (sonst musst du etwas mit der Stellung des Spiegels und der Taschenlampe herum experimentieren).



## Wirbel-Drehstuhl

### Material:

- Leichtgängiger Drehstuhl

### Anleitung:

Setze dich auf den Stuhl und beginne dich um dich selbst zu drehen. Hebe die Füße an, strecke beide Arme zu den Seiten aus und zieh die Arme langsam an den Körper heran.

Die Drehung wird schneller.

Dieser Effekt ist verantwortlich dafür, dass Wirbelstürme immer schneller werden, je enger sie sich um sich selbst drehen. Beim Eiskunstlaufen nutzt man ihn für Pirouetten.



## WÄRME UND KÄLTE

### Temperaturrempfinden

#### Material:

- Drei Eimer, jeweils einer gefüllt mit warmem, lauwarmem und kaltem Wasser
- Handtuch

#### Anleitung:

Tauche je einen Arm für fünf Minuten in warmes bzw. kaltes Wasser, danach tauche beide Arme gleichzeitig in das lauwarmer Wasser.

An dem Arm, der in kaltes Wasser getaucht war, empfindest du das lauwarmer Wasser als warm. An dem Arm, der in warmes Wasser getaucht war, empfindest du es als kalt.

### Treibhauseffekt

#### Material:

- Glasschüssel oder klarer Plastikbeutel
- Zwei Thermometer
- Sonne oder Lampe

#### Anleitung:

Lege das eine Thermometer unter die umgestülpte Schüssel oder stecke es in den Klarsichtbeutel. Lege das zweite Thermometer daneben. Lasse nun Licht auf die Thermometer fallen (Sonnenlicht oder Licht von einer Lampe)

Das Thermometer unter der Schüssel bzw. in dem Beutel zeigt eine höhere Temperatur als das zweite Thermometer an, denn aus dem Licht wird unter der Schüssel bzw. in dem Beutel Wärme.

### Lichtmenge und Einfallswinkel

#### Material:

- Blatt Papier
- Stift
- Taschenlampe

#### Anleitung:

1. Leuchte mit der Taschenlampe senkrecht auf das Papier. Zeichne den Umriss des Lichtkegels auf dem Papier mit dem Stift nach.
2. Leuchte aus etwa der gleichen Entfernung schräg auf das Papier und zeichne auch hier wieder den Umriss des Lichtkegels nach.

Bei schräg gehaltener Lampe wird eine größere Fläche beleuchtet als bei senkrecht gehaltener Lampe. Die Energie des Lichts ist über eine größere Fläche verteilt. Auf Erde und Sonne bezogen bedeutet dies, dass die Erdoberfläche sich bei schräg einfallendem Sonnenlicht (in den gemäßigten Zonen) weniger stark erwärmt als bei senkrecht einfallendem Licht (über dem Äquator).



## Isolierung

### Material:

- Mehrere gleiche Gefäße mit Verschluss
- Warmes Wasser
- Wollpullover
- Zeitungspapier
- Thermometer

### Anleitung:

1. Gib in alle Gefäße dieselbe Menge an Wasser und verschließe sie.
2. Wickel den Wollpullover und die Zeitung, evtl. noch weitere Testmaterialien um jeweils ein Gefäß. Lasse ein Gefäß so wie es ist, wickle nichts darum herum.
3. Überprüfe nach 15 Minuten mit einem Thermometer die Temperatur des Wassers in den Gefäßen.

Das Wasser in dem Gefäß, das mit nichts umwickelt wurde, hat sich am stärksten abgekühlt. Bei den anderen Gefäßen hat der Pullover, die Zeitung und was du sonst noch getestet hast, das Abkühlen des Wassers vermindert. Was hatte die beste isolierende Wirkung?

## Eis, Salz und Schokolade

### Material:

- Schnee oder zerstoßene Eiszapfen
- Salz
- Ein Löffel zum Umrühren
- Ein großes und ein kleineres Gefäß
- 1 EL Kakaopulver
- 2 EL Milch
- 1 EL Sahne
- Schneebesens
- Handtuch
- Uhr

### Anleitung:

1. Verrühre 2 bis 4 Teile Schnee oder Eis mit einem Teil Salz in dem großen Gefäß zu einer Kältemischung.
2. Verrühre nun mit dem Schneebesens den Kakao, die Milch und die Sahne im kleinen Gefäß und stelle es in die Kältemischung. Decke alles mit dem Tuch ab (damit die Kälte nicht so schnell entweicht).
3. Rühre eine Stunde lang alle 15 Minuten den Inhalt des kleinen Gefäßes gut durch. Wenn alles klappt wirst du mit Schokoladeneis belohnt.

Wenn sich das Salz in Wasser löst wird Wärme verbraucht, ebenso wenn Eis schmilzt. Daher bilden beide im richtigen Verhältnis gemischt eine Kältemischung, mit der sich  $-20^{\circ}\text{C}$  erreichen lassen.

Salzstreuen im Winter zeigt zunächst die Wirkung, dass das Eis und der Schnee schmelzen. Denn die Temperatur, bei der Salzwasser gefriert ist tiefer als beim Süßwasser. Später jedoch kann das Salz noch stärkeres Glatteis zur Folge haben.



## Absorption, Reflexion

### Material:

- Schnee
- Sonnenschein
- Zwei Pappen oder Kunststoffplatten
- Alufolie
- Schwarze Farbe

### Anleitung:

Schlage eine der Pappen oder eine der Kunststoffplatten mit Alufolie ein. Male die andere schwarz an. Lege Beide nebeneinander in den Schnee.

Nach einer Weile wird der Schnee unter der schwarzen Fläche zu schmelzen beginnen. Unter der mit Alufolie eingeschlagenen geschieht nichts.

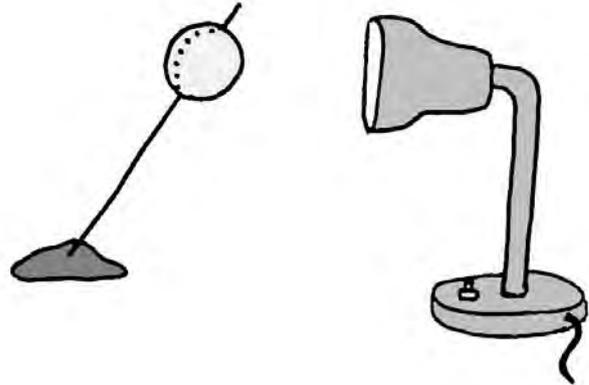
Schwarz nimmt viel Energie aus dem Sonnenlicht auf. Dadurch wird die schwarze Fläche warm, der Schnee darunter beginnt zu schmelzen.

Die Folie spiegelt das Sonnenlicht weg, es kommt zu keiner Aufnahme von Energie und die Fläche bleibt kalt.

## Sonnenstand und Jahreszeiten

### Material:

- Holzspieß
- Kugel (oder Clementine)
- Modelliermasse
- Lampe
- Stift



### Anleitung:

1. Stecke die Kugel auf das eine Ende des Spießes.
  2. Befestige nun den Spieß schräg stehend in einem Fuß aus Modelliermasse.
  3. Zeichne mit dem Stift eine Reihe von Punkten von „Pol“ zu „Pol“.
  4. Leuchte mit der Lampe die Kugel von der Seite an und drehe die Kugel im Lichtkegel.
- Wenn du dir die Punktreihe ansiehst, wirst du feststellen, dass nicht alle Punkte gleichmäßig vom Licht beschienen werden. Dies kommt durch die schiefe Stellung der Kugel zustande.
- Ähnlich ist es mit unserer Erde: ihre Achse steht etwas schief, und auf die Nord- und Südhalbkugel fällt das Sonnenlicht dadurch ungleichmäßig. Hierdurch entstehen die Jahreszeiten.