

Unterrichtsprjekte Natur und Technik

Landeshauptstadt

Hannover



Schulbiologie-
zentrum
Hannover

Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover

Telefon: 0511-168-47665/7

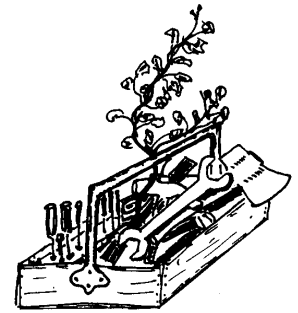
Fax: 0511-168-47352

E-mail:

schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de

Internet:

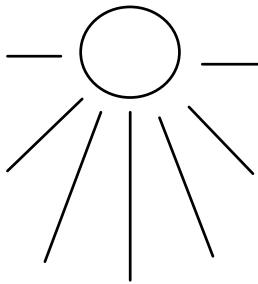
www.schulbiologiezentrum-hannover.de



19.32

Die "Prima-Klima-Box"

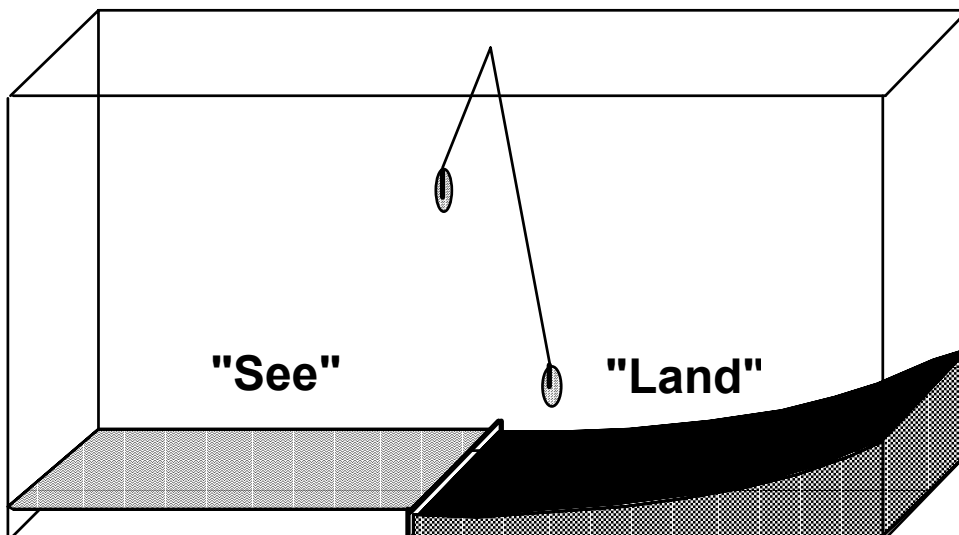
Ein einfaches Experimentierset zum Thema „Windentstehung“ und „Wasserkreislauf“



Die beiden Federn hängen (meistens) nicht senkrecht:

Zauberei?
Magnetismus?
Elektrostatische Kräfte?

Oder sonst noch was?



Die „Prima-Klima-Box“ ist ein einfach nach zubauendes Experimentierset zur Veranschaulichung und zum „Erforschen“ einfacher meteorologischer Phänomene. An einem Sonnentag können Sie mit Ihren Schülern draußen dem Wind auf die Spur kommen oder der Frage nachgehen, wie das Wasser in den Himmel (und wieder herunter) kommt. Im Winter können Sie die Box auch als „Nebelkammer“ benutzen und die Bildung von Wolken studieren. Die „Prima-Klima-Box“ ist im „Garten für Sonne, Energie und Klima“ im Schulbiologiezentrum zu besichtigen.

Wer macht den Wind?

In Schülerkreisen (aber auch außerhalb der Schule) besteht meist eine gewisse Unkenntnis darüber, wer oder was die Luft nun in Schwung bringt. Oft wird die Erdrotation als mögliche Ursache genannt und es sei der „Fahrtwind“, der uns ins Gesicht bläst.

Immerhin: Wie leicht nachzurechnen ist, bewegt sich ein Punkt auf dem Äquator der Erdrotation folgend mit Überschallgeschwindigkeit (40000 km geteilt durch 24 Stunden macht 1667 km/h!).

Selbst in unseren Breiten sind wir mit 1050 km/h noch viel schneller als der schrecklichste aller (irdischen) Wirbelstürme je werden könnte. Wir jagen allerdings ostwärts (die im Osten aufgehende Sonne weist täglich darauf hin) und wenn die Rotation unseres Planeten der Grund für alle Luftbewegungen wäre, müsste uns der „Fahrtwind“ beständig von Osten her ins Gesicht blasen, und das in mehr als Orkanstärke. Tatsächlich weht der Wind bei uns zumeist aus Westen, und es gibt völlig windstille Tage, an denen sich die Erde wie gewohnt weiterdreht.

Die wahre Ursache dafür, dass wir manchmal mit dem Fahrrad gegen den Wind ankämpfen müssen, dass sich Windgeneratoren drehen oder dass Hurrikane über das Land toben, ist im Kleinen und ganz Alltäglichen zu finden:

Zwischen dem Zug bei geöffneten Fenstern und Türen und einem kräftigen Sturm im Herbst besteht nämlich im Prinzip überhaupt kein Unterschied. Stets werden Luftteilchen entlang eines Druckgefälles vom hohen zum tiefen Luftdruck hin bewegt. Das Zischen beim Öffnen einer vakuumverpackten Erdnusstüte oder das Loslassen eines prall gefüllten Luftballons sind bekannte Erscheinungsformen des gleichen Phänomens. In anderen Alltäglichkeiten zeigt sich, daß der Luftdruck etwas mit der Temperatur zu tun hat: Ein Glas mit heiß abgefüllter Marmelade läßt sich mitunter nach dem Abkühlen nur schwer wieder öffnen. Ein Luftballon, aus dem warmen Zimmer in die winterliche Kälte gebracht, schrumpft ganz kläglich zusammen, um im Zimmer wieder seine ursprüngliche Größe anzunehmen.

Warme Luftteilchen bewegen sich (wie alle Atome und Moleküle) schneller als kalte und brauchen mehr Platz. Wenn genug Platz vorhanden ist, rücken sie auseinander. Warme Luft ist weniger dicht und damit leichter als kalte, weil sie bei gleichem Volumen weniger Teilchen enthält. Folglich steigt sie auf.

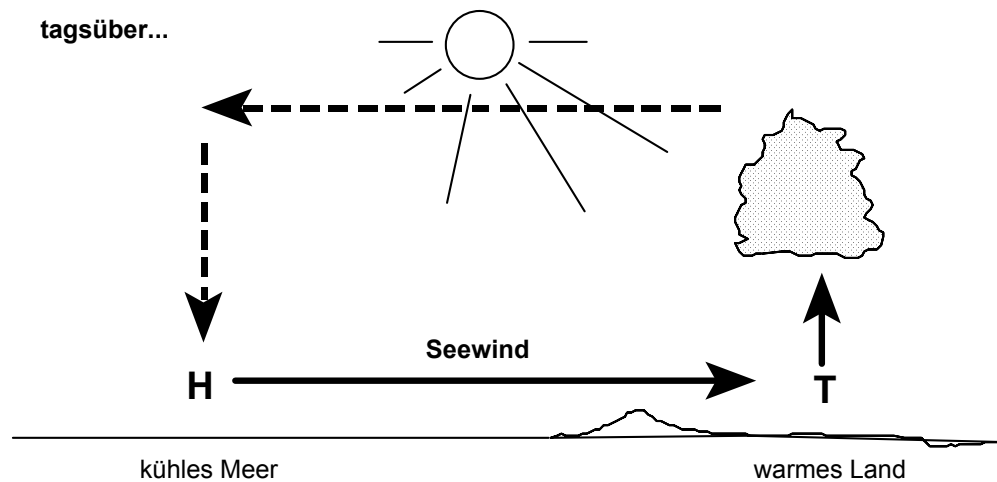
Im großen planetarischen Maßstab entsteht Wind als Ausgleichsbewegung zwischen Gebieten hohen und tiefen Luftdrucks. Das Druckgefälle entsteht durch die unterschiedliche Erwärmung der tropischen und polaren Breiten: Durch die starke, etwa senkrecht einfallende Sonnenstrahlung in den Tropen steigt Luft auf und wird in Bodennähe durch Luft aus höheren Breiten ersetzt. In größerer Höhe fließt die aufgestiegene Luft in Richtung auf die Pole ab, wird kühler, sinkt ab und wird erneut dem Kreislauf zugeführt.

Durch die Erdrotation, die ungleichmäßige Land- und See-Verteilung und Verwirbelungen in der Nähe von Gebirgszügen, wird diese Luftbewegung auf komplizierte Weise abgelenkt. Die planetarische Luftzirkulation mit ihren vielen Luftdruck- und Klimagürteln ist vielfach komplizierter als hier kurz angerissen und lässt sich auch nicht im Modell darstellen. Wir möchten das Thema deshalb auf ein einfaches und kleinräumiges Geschehen reduzieren:

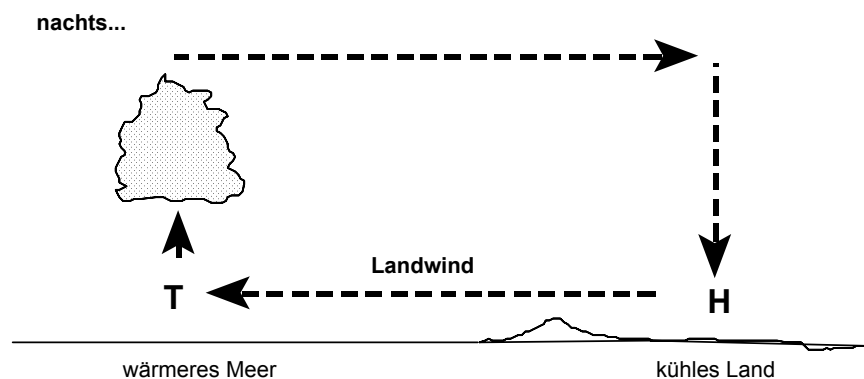
Die See-Landwind-Zirkulation

Ein bekanntes und verlässlich auftretendes sommerliches Wetterphänomen an der Küste ist der bei ansonsten ruhiger Hochdrucklage tagsüber auffrischende Wind von See her (Seewind). Nachts kehrt die Windrichtung zumeist um (Landwind).

Diese oft fast lehrbuchhaft ablaufende Land-Seewind-Zirkulation verdeutlicht auf relativ kleinem Raum, wie Wind entsteht und dass der Wind nichts weiter ist als eine Form der Sonnenenergie: Tagsüber heizt sich das Festland in der Sonne auf und lässt die dünner und leichter werdende Luft aufsteigen. Hierbei entsteht ein bodennahes Tiefdruckgebiet (d.h. es kommt zu einem Unterdruck relativ zur umgebenden Luft). In der Höhe kühlt die aufgestiegene Luft ab, wobei der in ihr gespeicherte Wasserdampf kondensiert. Je nach Luftfeuchtigkeit und vertikaler Temperaturdifferenz stehen dann mehr oder weniger mächtige Haufenwolken über dem Land. Über der See scheint die Sonne, während die Wolken die Konturen der Küste oft überraschend scharf nachzeichnen.



Zwischen See und Land entsteht ein Luftdruckgefälle: Die Folge ist, dass Luft vom kühleren Meer in den Bereich niedrigeren Luftdrucks hineinströmt: Der Seewind. In großer Höhe fließt die aufgestiegene und abgekühlte Landluft horizontal zurück und sinkt über dem kühlen Meer ab. Absteigende und sich erwärmende Luft lässt die Wolken verschwinden. Die ost- und nordfriesischen Inseln verzeichnen daher im statistischen Mittel mehr Sonnenscheinstunden als das benachbarte Festland, das, selbst wenn es hinter dem Horizont liegt, an den oft hoch aufragenden Haufenwolken zu erkennen ist. Im Frühjahr, wenn das Meer noch kalt ist, der Boden sich aber im schon kräftigen Sonnenschein schnell erwärmt, liegt auch über den Inseln oft eine Kette von „Wolkeninseln“, die in ihrer Form den darunter liegenden Eilanden verblüffend ähnelt. Nachts weht der Wind meist vom Land her: Der Boden kühlt aufgrund der geringeren Wärmehaltbarkeit (=Wärmekapazität) schneller aus als das Meer. Draußen auf See bilden sich Haufen- oder Gewitterwolken, und über Land klart es auf, was zu einer weiteren Abkühlung führt.



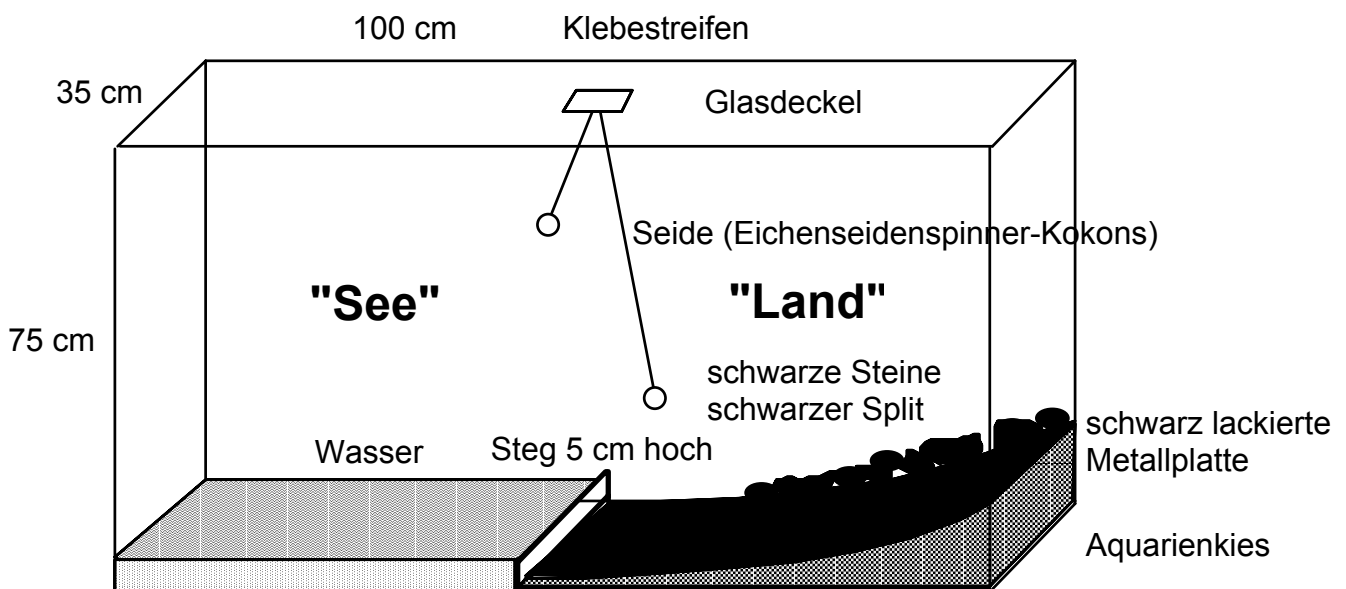
Windstärke

Die Geschwindigkeit und damit die Kraft des Windes ist abhängig vom Temperaturgefälle und von der Distanz zwischen dem kalten und dem warmen Gebiet. Natürlich spielt auch die Größe der Flächen eine Rolle. Die Windgeschwindigkeit kann durch Querschnittsverengung, z.B. in einem Tal oder zwischen Häusern, erhöht werden („Düseneffekt“), vergleichbar mit einem laufenden Wasserhahn, auf den man den Daumen drückt.

Die „Prima-Klima-Box“

Zum Aufbau brauchen Sie folgende Komponenten:

Durch einen Steg zweigeteiltes Aquarium mit gläserner Abdeckscheibe
Alublech mit schwarzer Solarfarbe (ersatzweise Ofenrohrlack) lackiert
Aquarienkies o. ä.
Schwarzen Split und dunkle Steine
Seide (Kokon des Eichenseidenspinners) oder andere dünne Fäden
Daunenfedern



Der Glasbehälter ist durch einen Glassteg in eine „Land-“ und eine „See“-Fläche geteilt. Die „Land“-Abteilung sollten Sie z.B. mit Aquarienkies leicht ansteigend gestalten, damit die in Europa nie senkrecht über uns stehende Sonne möglichst steil einfällt (Wie am Weinberg!). Achten Sie darauf, dass das Grundniveau der Landfläche etwa so hoch ist wie die Stegoberkante: So kann das später von der Abdeckung herab fallende „Regenwasser“ wieder zurück ins „Meer“ fließen. Legen Sie die schwarze Metallplatte auf den Kies und dichten Sie sie an den Rändern gut mit Ton oder einem wärmeresistenten Dichtmittel ab. Andernfalls versickert der Niederschlag im Kies, was zwar natürlich wäre, aber dazu führt, dass die Landseite nicht so warm wird, ständig Wasser nachgefüllt werden muss und die „Box“ noch schwerer wird. Bedecken Sie die Platte mit schwarzem Split und dunklen Steinen. Die „See“ gießen Sie mit Wasser auf. Anschließend wird das Becken mit der Glasscheibe verschlossen. Bewährt hat sich, größere Becken auf eine Styroporunterlage zu setzen, damit es nicht zu Spannungen im Glas kommt. Ein Nebeneffekt ist dabei, dass das „Meer“ eine weiße Unterlage bekommt und nicht so warm wird.

Nachweise für die in der Sonne einsetzende Luftzirkulation:

- Hängen Sie leichte Fäden, z.B. vom Kokon des Eichenseidenspinners (bei uns erhältlich!) abgewickelte Seide in die Mitte des Glasdeckels (Klebestreifen), einen langen und einen kurzen. An das Ende der Fäden hängen Sie leichte Daunenfedern (mit etwas Klebstoff befestigen). Die Fäden werden im Sonnenschein bald nicht mehr senkrecht hängen: Der lange Faden wird zur Landseite hinübergeweht, der kurze zur Seeseite. Auch wenn das Glasbecken etwa mit Knetgummi, Fensterkitt oder Silicon-Fugenmasse hermetisch abgedichtet wurde, bewegen sich die Federn (was einen Drittklässler auf die Idee brachte, wir hätten den Wind eingefangen). Es hat sich übrigens nicht bewährt, das Becken mit Fugendichtmasse „auf immer und ewig“ zu verschließen: Hin und wieder müssen Sie das Wasser austauschen (Veralgung), die Glaswände putzen und auch die Tonabdichtungen nacharbeiten (trockener Ton reißt). Wir haben den Deckel mit Knetmasse abgedichtet.

Eine Variante

Ein Räucherhütchen, am Ufer des „Land“-bereichs auf einem Kronenkorken als „Aschenbecher“ aufgestellt, lässt feinen Rauch aufsteigen, der durch den „Seewind“ je nach Temperaturgefälle mehr oder weniger ausgelenkt wird. Der Rückstrom des Rauchs erfolgt, deutlich sichtbar, unter dem Glasdeckel von der Landseite zur Seeseite hin. Gut ist auch das langsame Absinken des Rauchs über der kühlen „Meeresoberfläche“ zu sehen. Wenn die Zirkulation der Rauchpartikel richtig in Gang gekommen ist, lässt sich im Sonnenlicht gut beobachten, wie sie, immer schneller werdend, in den Landbereich hinein gesogen werden.

Im Schulbiologiezentrum haben wir statt der Räucherkerze auch einen durch einen Trafo regelbaren Modelleisenbahn-Dampferzeuger benutzt. Für weitere Hinweise stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Durch selbst gefertigte Blenden aus Pappe können Sie den Querschnitt des Luftstroms in der Vertikalen und in der Horizontalen einengen oder erweitern, was zu stärkerem oder schwächerem „Wind“ führt. Eiswürfel, in das Wasser gebracht, verstärken den Temperaturgegensatz.

Es regnet

Hat der Versuch lange genug in der Sonne gestanden, setzen sich Tropfen unter dem Deckel ab, sowohl über der „See“ als auch (schwächer) über „Land“. Die Tropfenbildung können Sie beschleunigen, wenn Sie den Deckel kühlen (z.B. mit Eiswürfeln). In der richtigen Atmosphäre kondensiert der unsichtbare Wasserdampf in der (kühlen) Höhe, es bilden sich Wolken, sind die Tropfen groß und schwer genug, fällt Regen.

Nebel

An einem kalten Tag können Sie Nebel entstehen lassen: Füllen Sie den „Seebereich“ mit warmem Wasser auf. Beim Abkühlen kondensiert der Wasserdampf, es bildet sich Nebel.

Ingo Mennerich, Dezember 1998

Nachtrag: Unter der Katalog-Nummer 1.12.2 können Sie die „Prima-Klima-Box“ im Schulbiologiezentrum ausleihen. Statt der Vogelfedern bieten wir Ihnen hier eine Version mit einem kleinen elektrischen Dampferzeuger an, der zwischen „Meer“ und „Land“ platziert wird. Ein regelbares Netzgerät und ein 500-Watt-Strahler (Sonnenersatz, wenn nötig) gehört zum Lieferumfang.