Werkstattunterricht zum Thema

Wetter

Voransicht der Werkstatt

Beschreibung

Diese Werkstatt ist zur Vertiefung des Themas „Meteorologie“ gedacht und kann beispielsweise am Ende einer entsprechenden Unterrichtseinheit eingesetzt werden. Mittels neun ausgesuchter Teilaspekte zum Thema Wetter soll der abstrakte Stoff der Meteorologie veranschaulicht und besser verständlich werden. Bei der Konzeption der Posten wurde vor allem darauf geachtet, dass die Schülerinnen und Schüler -wo immer möglich- experimentell arbeiten und lernen, sorgfältig zu beobachten.

Lernziele

Leitidee
Das Wetter spielt in unserem Alltag eine immer grössere Rolle, z. B. weil wir einfach wissen wollen, ob wir den Regenschirm mitnehmen müssen oder weil wir eine Freizeitaktivität planen, die wetterabhängig ist. In allen Medien wird über das aktuelle Wetter berichtet, ja es gibt sogar eigene Wetter-Programme im Fernsehen und Wetter-Homepages auf dem Internet, über die man sich permanent informieren kann.

Um das Wetter zu verstehen, muss man naturwissenschaftlicher Grundkenntnisse auf alltägliche Vorgänge in der Atmosphäre anwenden können. Das Wetter verstehen heisst aber auch, seinen vielfältigen Einfluss auf die Gestaltung unsere Landschaft und unseren Lebensraumes zu erkennen.

Dispositionsziel
Die Lernenden verstehen die Zusammenhänge zwischen den wetterbestimmenden Naturfaktoren. Sie beziehen diese Erkenntnisse in ihr Alltagshandeln ein, z.B. wenn sie Wetterphänomene in der Natur beobachten oder wenn sie eine Freizeitaktivität planen.

Operationalisierte Lernziele
Die Schülerinnen und Schüler repetieren viele meteorologischen Fakten und Zusammenhänge. Im Rahmen von Experimenten beobachten sie Wetterprozesse, die in der Natur ablaufen in modellhafter Form. Sie üben, ihre Beobachtungen in Worte zu fassen und dabei die richtige Fachterminologie anzuwenden. Sie überlegen, mit welchen Wettersituationen in der Natur man die Experimente vergleichen kann.

Voraussetzungen

Kenntnisse der Wetterfaktoren und -elemente, Zusammenhang zwischen Luftdruck, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, Kenntnisse über bestimmte Wettersituationen, wie z.B. den Durchzug einer dynamischen Zyklone und Gewitter, Umgang mit dem Computer.

Übersicht

1. **Unterrichtsfach:** Geographie
2. **Autorin:** Marianne Landtwing, Remy Holenstein, Sibylle Reinfried
3. **Redaktion:** Dr. Sibylle Reinfried, Fachdidaktikerin für Geographie, ETHZ
4. **Fachexperte:** Dr. Hans Gilgen, Institut für Atmosphäre und Klima, ETHZ
5. **Schultyp:** Gymnasium, alle Typen
6. **Stufe:** 11. Schuljahr
7. **Dauer:** 5 Lektionen (200 Minuten)
8. **Thema:** Wetterkunde
9. **Erprobung:** Dezember 2002, Freies Gymnasium Zürich

Werkstattunterricht zum Thema

Wetter

Unterrichtsfach:	Geographie
Thema:	Wetterkunde
Schultyp:	Gymnasium, alle Typen
Stufe:	Sekundarstufe II (11. Schuljahr)
Vorkenntnisse:	Grundbegriffe in der Wetterkunde
Dauer:	5 Lektionen (200 Minuten)
Herausgeberin:	Dr. Sibylle Reinfried, Fachdidaktikerin für Geographie, ETHZ
Autoren:	Marianne Landtwing, Remy Holenstein, Sibylle Reinfried
Fachexperte:	Dr. Hans Gilgen, Institut für Atmosphäre und Klima, ETHZ
Erprobung:	Dezember 2002, Freies Gymnasium Zürich

Werkstatt zum Thema Wetter

Worum geht es?

Mit dem Wetter kommt jeder von uns tagtäglich hautnah in Berührung. Wetter beeinflusst auch unser Wohlbefinden. Wenn wir einen Ausflug oder eine grössere Reise unternehmen, oder wenn wir am schulfreien Nachmittag in die Badi gehen wollen, interessiert es uns wie das Wetter wohl sein wird.
Nun, wie kommen wir zu diesen Informationen? Zum Beispiel über die Zeitung, das Radio oder das Fernsehen. Zudem können wir sie im Internet jederzeit abrufen.

Doch es gibt noch andere wichtige Gründe um einige der vielen Aspekte des Wetters kennenzulernen:

- Wetter hat mit Wind, Sonne und Regen einen vielfältigen Einfluss auf die Gestaltung der Landschaft. Denken wir z.B. an Stürme, Dürren oder Überschwemmungen, Bergrutsche und Lawinen nach Starkniederschlägen.
- Niederschlag vermag Unmengen von Verwitterungsmaterial abzutragen und in Flüsse zu transportieren und wirkt so als Gegenspieler zur Hebung der Erdkruste (Gebirgsbildung).
- Pflanzen, Tiere und Menschen werden direkt vom Wetter beeinflusst. Wir brauchen Wasser und Licht zum leben – und so entscheidet die Summe aller Wetterfaktoren, welche Teile der Erde von welchen Lebewesen bewohnt werden können.
- Die Wetterkunde ist eng mit anderen Teilwissenschaften der Geographie verknüpft und hilft uns die Glaziologie (Gletscherkunde), Hydrologie (Lehre vom Wasser / Grundwasser), die Klimatologie (Klimakunde) und die Geologie (Lehre vom Bau und Entwicklungsgeschichte der Erde) besser zu verstehen.

Was ist zu tun?

In den kommenden 5 Stunden haben Sie Gelegenheit einige Phänomene zum Thema Wetter im sogenannten „Werkstattunterricht“ selbständig zu erarbeiten.
Im Schulzimmer liegen 9 Posten zum Thema „Wetter“ auf. An den meisten Posten führen Sie Versuche aus. Zu jedem der Posten sind Fragen formuliert, die Sie alleine oder in Zweier- oder Dreiergruppen schriftlich bearbeiten. Für die Beantwortung brauchen Sie das aufliegende Postenmaterial, die aufliegenden Theorieblätter und das ebenfalls aufliegende Aufgabenblatt. Sie dürfen ein Theorie- und ein Arbeitsblatt für Ihre Unterlagen mitnehmen. Bitte entfernen Sie kein Postenmaterial.
Lesen Sie zuerst an jedem Posten das Theorieblatt, bevor Sie mit den Aufgaben an einem Posten beginnen. Studieren Sie dabei die Abbildungen genau, denn die Abbildungen sind oft für das Verständnis des Textes sehr wichtig. Lesen Sie danach zuerst das Aufgabenblatt und lösen sie die Aufgaben. Auf dem jeweiligen Arbeitsblatt notieren Sie Ihre Versuchsergebnisse und Beobachtungen. Wenn Sie einen Posten vollständig bearbeitet haben, kommen Sie zur Kontrolle Ihrer Lösung nach vorne und holen Sie das Testat Ihrer Lehrerin. Sie können dort Ihre Lösungen mit den Musterlösungen vergleichen. Ordnen Sie alle Theorie- und Arbeitsblätter in Ihren Schnellhefter ein, der Ihnen von Ihrer Lehrerin abgegeben wird.
Sie erhalten einen persönlichen Lernpass. Darauf bestätigt Ihre Lehrerin die Bearbeitung jedes abgeschlossenen Postens, bevor Sie die Musterlösung anschauen. Auch der Lernpass gehört in den Schnellhefter.
Es findet keine umfassende Schlussbesprechung der einzelnen Aufgaben statt. Daher sollten Sie sich die auftauchenden Fragen fortlaufend notieren und diese nach der Kontrolle Ihrer Lösung stellen. Häufige Fragen von allgemeinem Interesse werden jedoch am Schluss in der Klasse diskutiert. Bei dieser Arbeitsform sind Sie für Ihren Lernfortschritt selbst verantwortlich. Der Stoff wird nach Abschluss der Werkstatt in einem Test geprüft.

Ziele

- Sie werden sich bewusst, wie wichtig Kenntnisse über das Wetter sind.
- Sie erhalten eine Einführung über die Vielfalt und das Zusammenspiel von Wetterfaktoren, die das komplizierte Wettergeschehen beeinflussen.
- Sie haben Gelegenheit, mit dem Wetter und mit Wetterphänomenen direkt “in Berührung zu kommen“ und erfahren, dass Wetterkunde spannend und faszinierend sein kann.

Zeitplan

Sie haben pro Posten **20 – 30 Minuten** Zeit. In den 5 Stunden sollen mindestens 7 Posten bearbeitet werden. Die freiwilligen Zusatzposten können - je nach Zeit - zusätzlich gelöst werden. Die Reihenfolge der Posten ist beliebig. Sie können also selbst entscheiden, womit Sie beginnen wollen.

Lernpass zur Werkstatt Wetter

Name:	***Sozialform:***	***ungefähre Dauer:***	***Erledigt Visum Lehrer(in):***
Posten 1: Wetter online	☺	30 Minuten	
Posten 2: Wie funktioniert ein Höhenmesser	☺ ☻	20 Minuten	
Posten 3: Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken	☻	20 Minuten	
Posten 4: Wolkenbildung und Konvektion	☻ ☺	25 Minuten	
Posten 5: Kälteempfinden	☺ ☻	25 Minuten	
Posten 6: Albedo	☻ ☺	25 Minuten	
Posten 7: Wettergeräusche	☻ ☺ ☻	25 Minuten	
Posten 8: Kondensation	☺ ☻	15 Minuten	
Posten 9: Sonneneinstrahlung	☺ ☻ ☺	25 Minuten	

☻ = Einzelarbeit ☻ ☺ = Partnerarbeit ☻ ☺ ☻ = Arbeit in Dreiergruppen

Glossar (z.T. von: http://www.meteoschweiz.ch/de/index.shtml) - einzelne Definitionen wurden hier gekürzt

ALBEDO
Sie ist das Mass für das Rückstrahlungsvermögen von nicht selbstleuchtenden, diffus reflektierenden (also nicht spiegelnden) Oberflächen.

BEAUFORT
Beaufort-Skala. Eine vom englischen Admiral Sir Francis Beaufort (1774-1852) aufgestellte, ursprünglich zwölfteilige (ohne Windstille), später auf 17 Stufen erweiterte Skala der Windstärke, um auch innerhalb der Windstärke 12 (Orkan) noch eine weitere Unterteilung vornehmen zu können. Windstärke 12 war ursprünglich nach oben hin nicht begrenzt.

BEDECKUNGSGRAD
(oder Bewölkungsgrad): Das Ausmass der Bedeckung des Himmels mit Wolken wird vom Wetterbeobachter geschätzt und im Klimadienst in Zehntel bzw. im synoptischen[1] Dienst in Achtel angegeben. Die Angaben reichen von $^0/_8$ oder $^0/_{10}$ (wolkenlos) bis $^8/_8$ oder $^{10}/_{10}$ (bedeckt). Im Wetterbericht erfolgt meist folgende Zuordnung: $^0/_8$ = wolkenlos, $^1/_8$ – $^2/_8$ = heiter, $^3/_8$ = leicht bewölkt, $^4/_8$ – $^6/_8$ = wolkig, $^7/_8$ = stark bewölkt, $^8/_8$ = bedeckt.

BEWÖLKUNGSGRAD
Siehe Bedeckungsgrad.

BEWÖLKUNG
Bedeckung des Himmels mit Wolken; Angabe in Achteln von $^0/_8$ (wolkenlos) bis $^8/_8$ (bedeckt). (Siehe auch Bedekungsgrad)

BODENWETTERKARTE
Zeichnerische Darstellung der Wetterverhältnisse eines grösseren Gebietes (z.B. Europa und Nordatlantik) zu einem bestimmten, international festgelegten Zeitpunkt (00.00, 06.00, 12.00, 18.00 Uhr UTC). In der Wetterkarte werden die Messdaten der einzelnen Beobachtungsstationen mit ebenfalls international festgelegten Wettersymbolen für Temperatur, Taupunkt, Luftdruck, Windverhältnisse, Niederschlag, Wolken dargestellt. Somit sehen auf der ganzen Welt die Wetterkarten gleich aus. Mit Hilfe dieser Eintragungen kann die Wetterlage analysiert werden. Die Bodenkarte ist neben dem Satellitenbild und den Höhenwetterkarten die wichtigste Grundlage für die Beurteilung der Wetterlage und der daraus folgenden Wettervorhersage. Siehe auch Wetterkarte.

GMT
Abkürzung für Greenwich Mean Time (mittlere Greenwich-Zeit), war im internationalen Wetterdienst und in der Luftfahrt eingeführt. 12 Uhr GMT = 13 Uhr MEZ Winterzeit bzw. 14 Uhr MEZ Sommerzeit. Bezeichnung heute: UTC = Koordinierte Weltzeit (Universal Time Co-ordinated).

HEKTOPASCAL
Druckeinheit in der Meteorologie ab 1.1.1984 (nach Blaise Pascal, 1623-1662); sie löst das Millibar ab. 1 Hektopascal (hPa) = 1 Millibar (mb).

INVERSION
Normalerweise sinkt die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe. Wenn jedoch in höheren Schichten wärmere Luft anzutreffen ist als weiter unten, spricht man von Temperaturinversion.

KONDENSATION
Kondensation bezeichnet den Übergang vom gas- beziehungsweise dampfförmigen in den flüssigen Zustand.

KONDENSATIONSKERNE
Wenn feuchte Luft abkühlt, bilden sich in ihr winzige Wassertröpfchen (siehe Posten Wolkenbildung). Dieser Vorgang läuft um so rascher ab, wenn die Luft Staub- oder Schmutz-Körnchen enthält. Weil diese Teilchen die Kondensation erleichtern, werden sie Kondensationskerne genannt. Aus dem Grund bilden sich hinter einem Flugzeug „Kondens-Streifen“ sobald es überfeuchte Luftschichten durchfliegt. Der Abgas-Schmutz der Flugzeuge löst die Bildung von Wassertröpfchen aus.

---

[1] Synopsis = Teilgebiet der Meteorologie, das mit Hilfe zahlreicher Wetterkarten den Wetterzustand zu einem gegebenen Zeitpunkt untersucht und die Wettervorhersagen macht.

KONVEKTION
Bewegt sich die Luft vertikal, also von unten nach oben und umgekehrt, so nennt man diese Strömungen Konvektion.

KONVEKTIONSNIEDERSCHLAG
Besonders heftige Konvektions-Strömungen mit Wolkenbildung findet man in den Tropen über den dichtbewaldeten Flächen von Zentralafrika und über dem Gebiet des Amazonas. Dort beladen sich die Konvektionsströme im Verlauf des Tages so stark mit Feuchtigkeit und steigen so hoch in kältere Luftschichten, dass alltäglich heftiger Regen fällt.

LUFTDRUCK
Der Druck, den die Luft infolge der Schwerkraft auf eine Fläche ausübt. Der Druck ist in der Physik als Kraft pro Fläche definiert. Eine gedachte vertikale Luftsäule also, die vom Erdboden bis an den Rand der Atmosphäre reicht, übt auf eine Einheitsfläche im Durchschnitt das Gewicht (die "Gewichtskraft") von 1013.2 Hectopascal (hPa) aus. 1 hPa = 100 Pascal (Pa); 1 Pa = 1 Newton/Quadratmeter.

LUFTFEUCHTIGKEIT
Wasserdampfgehalt der Luft, angegeben als relative Feuchtigkeit (in Prozent), absolute Feuchtigkeit (in Gramm Wasserdampf pro Kubikmeter Luft) oder als Taupunkt bzw. Taupunktdifferenz (in Grad Celsius). Die Luft kann bei einer bestimmten Temperatur nur eine bestimmte Menge Wasserdampf aufnehmen ("Sättigung"); je höher die Temperatur der Luft, umso mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100% ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt; überschüssiger Wasserdampf kondensiert zu Tröpfchen. Absolut trockene Luft (0%) kommt selbst über Wüsten mit sehr tiefer Temperatur nicht vor. Im Wetterdienst wird hauptsächlich der Taupunkt bzw. die Taupunktdifferenz als Maß für die Luftfeuchtigkeit verwendet.

LUFTTEMPERATUR
Temperatur, die ein von Luft umströmtes, gegen Strahlung geschütztes Thermometer (in der "Wetterhütte") in 2 m Höhe (über Rasen) anzeigt. Die Luft wird im wesentlichen durch die Wärmeabgabe der Erdoberfläche erwärmt. Die Temperatur der Luft soll unter Ausschaltung jeglicher Strahlungseinflüsse gemessen werden ("Schattentemperatur"). Ein der Sonne ungeschützt ausgesetztes Thermometer misst nicht die Temperatur der Luft, sondern die Temperatur des von der Sonne aufgeheizten Thermometers. Die mittlere Lufttemperatur an der Erdoberfläche beträgt etwa +15°C. In der Antarktis wurden bereits Temperaturen von -88°C registriert. Maximale Werte bis zu +55°C wurden gemessen in Arabien, in der Sahara, in Arizona und in Zentralasien. Mit der Höhe nimmt die Lufttemperatur ab.

NIEDERSCHLAG
Regen entsteht durch verschiedene, teils noch nicht gänzlich erforschte Prozesse, bei denen kleine schwebende Wolkentröpfchen zu grosse Tropfen anwachsen, aus einer Wolke ausfallen und den Erdboden erreichen. Niederschlag kann in verschiedener Form aus der Wolke fallen: Regen, Nieseln, Schnee, Graupel oder Hagel.

SICHTWEITE / SICHT
In der Luft sind fast immer sehr kleine feste oder flüssige Teilchen vorhanden, deren Gehalt stark schwankt, und die dadurch eine verschieden starke Trübung der Luft und damit gute oder schlechte Sichtverhältnisse verursachen. Als Sichtweite bezeichnet man die grösste Entfernung bis zu der ein Gegenstand in annähernd horizontaler Richtung bei normalen Beleuchtungsverhältnissen gerade noch deutlich erkennbar ist. Für die Bestimmung der Sichtweite durch Schätzung werden Sichtmarken benützt, feste Sichtziele in bekannter Entfernung vom Beobachter. Ein Sichtmarkenplan liegt an jeder Wetterbeobachtungsstation auf. Die Sichtweite schwankt je nach Wetterlage zwischen einigen Metern (Nebel) und über 50 km. Die besten Sichtverhältnisse herrschen nach Kaltlufteinbrüchen und bei Föhnlagen.

SOLARZELLEN / PHOTOVOLTAIK
Solarzellen gibt es in verschiedener Grösse und Form. In der Regel bestehen sie aus einer dunklen, viereckigen Scheibe aus Glas oder einem Glasähnlichen Material. Auf deren Unterseite (vor der Witterung geschützt) werden metallische und/oder keramische Substanzen aufgeklebt oder aufgedampft. Diese Stoffe besitzen die Fähigkeit Sonnenenergie in elektrischen Strom umzuwandeln. Solarzellen werden so auf den Hausdächern oder Hauswänden angebracht, dass sie möglichst viel Sonnenlicht auffangen. Die so gewonnene elektrische Energie wird entweder in Batterien gespeichert oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

SONNEKOLLEKTOREN
Sie bestehen im Prinzip aus einem schwarzen Blech an dem hinten Röhrchen angeschweisst sind. Das Blech wird so der Sonnenstrahlung zugewendet, dass es sich möglichst stark erwärmt. Die Wärme wird auf das, in den Röhrchen befindliche Wasser, übertragen. Hat dieses sich genügend erwärmt, so wird es in einen Warmwasserspeicher abgeleitet. Dort gibt es die Wärme ab und fliesst wieder in die Kollektoren zurück.

TAUPUNKT
Temperatur, auf die sich das Gemisch Luft-Wasserdampf abkühlen muss, damit die Luft mit der vorhandenen Wasserdampfmenge gerade gesättigt ist und Kondensation einzusetzen beginnt. Bei 15°C und 50% relativer Feuchte beträgt der Taupunkt etwa 5°C, bei 80% relativer Feuchte etwa 12°C und bei einer Feuchte von 100% entspricht der Taupunkt der aktuellen Temperatur von 15°C; der Taupunkt liegt also um so niedriger, je trockener die Luft ist. Kühlt die Luft unter den Taupunkt ab, kommt es zur Nebel- bzw. Wolkenbildung. Im Wetterdienst wird meist die Taupunktdifferenz (Differenz zwischen Lufttemperatur und Taupunkt) als Mass für die Luftfeuchtigkeit verwendet.

UTC
Abkürzung für "Universal Time Co-ordinated" (Koordinierte Weltzeit); entspricht der Zeitzone des 0°-Meridians (Greenwich).

WELTZEIT
Früher als Mittlere Greenwich-Zeit (GMT) bezeichnet; jetzt koordinierte Weltzeit (Universal Time Co-ordinated, UTC); im synoptischen Wetterdienst übliche Zeitangabe.

WETTER
Zustand und Änderung der (unteren) Atmosphäre (Troposphäre) zu einem bestimmten Zeitpunkt oder während einer kurzen Zeitspanne an einem Ort oder in einem Gebiet, bestimmt durch die meteorologischen Grössen. Die primären Ursachen für das wechselnde Wettergeschehen sind die unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche und in weiterer Folge der darüberliegenden Luftschichten in Abhängigkeit der geographischen Breite, Land-Meer-Verteilung, Orografie (Relief), Bewuchs, Bewölkung, usw.

WETTERBEOBACHTUNG
Grundlage für jede Wettervorhersage und Klimaforschung. Zur Wetterbeobachtung gehören sowohl die Beobachtungen mit dem blossen Auge (Bestimmung der Wolken und des Bedeckungsgrades, Feststellung bestimmter Wettererscheinungen, z.B. Nieselregen oder Gewitter, Zustand der Erdoberfläche) als auch Beobachtungen mit Hilfe von Messgeräten (Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsmenge). Ein Teil der Messgeräte ist in einer speziell konstruierten (vor direkter Sonnenstrahlung geschützten) Wetterhütte untergebracht. Meteorologische Beobachtungen bilden die Grundlage der Meteorologie. Während für den Flugwetterdienst die Beobachtungen halbstündlich oder stündlich, für die Zwecke der Synoptik dreistündlich, um 00.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, 18.00 und 21.00 UTC durchgeführt werden, beschränken sich die Beobachtungen für die Erforschung des Klimas auf die drei täglichen Termine um 07.00, 14.00 und 21.00 Uhr Lokalzeit. Die Beobachtungen umfassen alle meteorologischen Elemente; die wichtigsten: Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit (Taupunkt), Bewölkung, Sicht, Wind, Niederschläge und Gewitter.

WETTERELEMENTE
Das Wetter wird gekennzeichnet durch das Verhalten der Wetterelemente wie Wind, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Strahlung, Bewölkung, Niederschlag, Sicht, die jedoch den subjektiven Eindruck des Wetters nicht immer vollständig wiedergeben.

WETTERHÜTTE
Weissgestrichene Holzhütte mit doppeltem Boden und Dach sowie Jalousienwänden, die der Luft einen ungehinderten Zutritt zu den im Inneren befindlichen meteorologischen Messgeräten erlauben, jedoch die Strahlung, insbesondere der Sonne, abhalten sollen, so dass das (in 2 m Höhe angebrachte) Thermometer möglichst fehlerfrei die Lufttemperatur ("Schattentemperatur") anzeigt. Ein Thermometer, das der Sonnenstrahlung direkt ausgesetzt ist, misst nicht die Lufttemperatur, sondern die Temperatur des von der Sonne durch Absorption erwärmten Thermometers und dessen Gehäuse. Die Form und Aufstellung der Hütte ist weitgehend international genormt, um die gemessenen Temperaturen der einzelnen Wetterstationen untereinander vergleichbar zu machen. Die Wetterhütte wird auf einem freien Platz über Rasen in einigem Abstand von Bäumen und Gebäuden aufgestellt; die Tür der Hütte ist nach Norden gerichtet, eine dreistufige Holztreppe ermöglicht die Ablesung der in 2 m Höhe in der Hütte untergebrachten Instrumente: trockenes und feuchtes Thermometer (Psychrometer), Maximum- und Minimumthermometer, Hygrometer, sowie Registrierinstrumente (Thermograph, Hygrograph).

WETTERKARTE
Die mehrmals täglich gezeichneten Wetterkarten bilden die wichtigsten Unterlagen für die Wettervorhersage. Die analysierten Karten zeigen den dreidimensionalen Aufbau der Wirbel und Wellen der Atmosphäre, der Fronten und übrigen Schlechtwettergebiete mit ihren zeitlichen Änderungen (vergl. Auch Bodenwetterkarte).

WETTERSYMBOLE
In den Wetterkarten werden nach internationaler Vereinbarung definierte Symbole verwendet, sodass eine Wetterkarte auf der ganzen Welt gleich aussieht und von allen Meteorologen, Piloten, Seefahrern, usw. gelesen werden kann.

WIND
Ausgleichende Luftbewegung zwischen hohem und tiefem Luftdruck, die um so stärker ist, je grösser die Luftdruckunterschiede sind. Bei einer nicht rotierenden Erde würde der Wind entsprechend dem Luftdruckgefälle geradlinig vom Hoch ins Tief wehen. Die ablenkende Kraft der Erdrotation (Corioliskraft) bewirkt jedoch das Ablenken des Windes (nach Osten auf der Nordhalbkugel, nach Westen auf der Südhalbkugel). Diese Ablenkung kann in der freien Atmosphäre (oberhalb 1000 m) etwa 80 Grad betragen, in Bodennähe jedoch wegen der mehr oder weniger starken Reibung erheblich weniger. In der freien Atmosphäre weht daher der Wind annähernd parallel zu den Höhenlinien und Isobaren. In Bodennähe bewirkt die Reibung somit im Tiefdruckgebiet ein Einströmen der Luft ins Druckzentrum (und daher Aufsteigen im Zentrum = Wolkenbildung) bzw. Im Hochdruckgebiet ein Ausströmen (und daher Absinken im Zentrum = Wolkenauflösung). Die Feststellung der Windrichtung erfolgt mit der Windfahne oder dem Windsack. Dabei gilt immer als Richtung, woher der Wind weht (Achtung: für Meeresströmungen umgekehrt). Die Masseinheiten des Windes: Beaufort-Skala (Stärke 1-17), Meter pro Sekunde (m/s), Kilometer pro Stunde (km/h) und Knoten (kt) = Seemeilen pro Stunde. Im Flugwetterdienst gilt seit 1949 der Knoten als Geschwindigkeitsmass (1 Seemeile = 1852 m). Zur Umrechnung der Windgeschwindigkeits-Einheiten dient die Faustregel: Knoten mal 2 minus 10% = km/h; Knoten geteilt durch 2 = m/s. Die stärkste je gemessene Windgeschwindigkeit trat am 11./12. April 1934 am Mt. Washington, USA, auf mit 103 m/s (gemessene Böenspitzen). In der freien Atmosphäre wurden im Jetstream Werte bis 150 m/s gemessen.

WINDGESCHWINDIGKEIT
Der Weg der bewegten Luft pro Zeiteinheit; wird in Meter pro Sekunde (m/s) oder Knoten (kt) = Seemeilen bzw. nautische Meilen/Stunde (nm/h) ausgedrückt. Umrechnung der Windgeschwindigkeitsmasse: 1 kt = 1 nm/h = 0,51 m/s = 1.85 km/h; 1 m/s = 1.94 kt = 3.6 km/h; 1 km/h = 0.54 kt = 0.28 m/s

WINDRICHTUNG
Als Windrichtung wird in der Meteorologie immer die Himmelsrichtung angegeben, aus der der Wind weht (im Gegensatz zu Meeresströmungen!). Für genaue Windrichtungsangaben wird in der Flugmeteorologie die 360°-Skala verwendet, z.B. bedeutet die Windrichtungsangabe Westwind, dass der Wind aus 270° weht.

WINDSTÄRKE
Stärke des Windes nach der von Sir F. Beaufort (1806) aufgestellten Skala in 12 Stufen, die entsprechend den Windwirkungen geschätzt werden können. Die Skala wurde später auf 17 Stufen erweitert. Siehe Beaufort-Skala.

WOLKEN
Ansammlung von kleinen Wassertröpfchen oder Eisteilchen, deren Fallgeschwindigkeit so gering ist, dass die Wolken in der Atmosphäre schweben. Wolken entstehen durch Abkühlung feuchter Luft in der Höhe infolge Hebung, bis der Wasserdampf kondensiert. Man unterscheidet Wolken ohne Struktur (Cirrostratus, Altostratus, Stratus, Nimbostratus), Wolken mit Struktur (Cirrus, Cirrocumulus, Altocumulus, Stratocumulus) und Wolken mit vorwiegend vertikalem Aufbau (Cumulus, Cumulonimbus). Die Wolken stellen eine Stufe im Wasserkreislauf dar: von der Erdoberfläche (Meere, Seen, Flüsse, feuchte Erdoberfläche, Vegetation) verdampft Feuchtigkeit, wird als Wasserdampf in höhere Bereiche der Troposphäre transportiert, kondensiert dort zu Wolken, aus denen dann das Wasser in Form von Regen oder Schnee wieder auf die Erdoberfläche zurückkehrt.

WOLKENART
Bezüglich Wolken wird die Troposphäre in drei Stockwerke eingeteilt: das untere Stockwerk (0 bis ca. 2500 m) mit Cumulus (CU), Stratus (ST) und Stratocumulus (SC); das mittlere Stockwerk (2500 bis ca. 5500m): Altocumulus (AC) und Altostratus (AS); das obere Stockwerk (5500m bis zur Tropopause): Cirrus (CI), Cirrocumulus (CC), Cirrostratus (CS). Wolken mit grosser Vertikalerstreckung: Cumulonimbus (CB) und Nimbostratus (NS).

Posten 1

Wetter online

Posten 1: Wetter online – Übersichtsblatt

Das Internet, ein weltweites Informationsnetz, stellt uns eine unglaubliche Menge von Daten zu den verschiedensten Themen zur Verfügung. Die Wetterkunde macht da keine Ausnahme!

Ziel dieses Postens:

- Sie haben erkannt, dass das Medium Internet dem Benutzer eine grosse Menge von interessanten Wetterdaten und unzählige Bilder von Wetterphänomenen zur Verfügung stellt, angefangen von Satellitenbildern bis zu wissenschaftlichen Dokumenten.
- Sie sind fähig in kurzer Zeit (in nur 30 Minuten) im Internet relevante Information zu einem Teilthema der Wetterkunde zu finden und in einem kurzen Bericht zusammenzufassen.

Sozialform:

Einzelarbeit

Dauer:

30 Minuten

Einführung:

Vermutlich sind Sie bei der Suche nach Informationen im Internet bereits ziemlich erfahren und versiert. Bei diesem Posten haben Sie Gelegenheit diese Fähigkeiten einzusetzen.
Sie haben aber wohl noch nie oder nur selten nach Themen aus dem Bereich Wetterkunde gesucht. Es ist erstaunlich, was auf dem weltweiten Netz dazu alles angeboten wird! In den nächsten 30 Minuten haben sie Gelegenheit einen kleinen Teil dieser Information etwas genauer zu erforschen.

Arbeitsauftrag:

- Für diesen Posten steht Ihnen ein Computer (online) zur Verfügung. Stellen Sie den Küchenwecker auf 30 Minuten. Nach dieser Zeit müssen Sie die Aufgabe fertig gelöst haben.
- Auf dem Desktop dieses Computers steht Ihnen das file „Wetter online“ zur Verfügung, das alle unten angeführten links enthält. Sie müssen die Adressen also nicht mühsam abtippen.
- Beschränken Sie sich nicht auf die unten stehenden Seiten. Oft ist eine direkte Suche mit einer der geläufigen Suchmaschienen erfolgreicher.

Aufgaben:

Wählen Sie eines der untenstehenden Themen aus. Schreiben Sie – basierend auf den im Internet gefundenen Dokumenten – einen kurzen Bericht in Word ($^1/_2$ – 1 Seite, inklusive einer Abbildung pro Seite). Sie dürfen Textstellen aus den Internet-Seiten kopieren und Abbildungen aus dem Internet benutzen. Drucken Sie Ihren Bericht aus und heften Sie ihn in Ihren Schnellhefter. Zu dieser Aufgabe gibt es kein Lösungsblatt, da jeder Bericht anders aussehen wird. Die Berichte werden individuell beurteilt.

Themen:

- Das Wetter morgen
- Lothar – Weihnachtssturm 1999
- Wirbelstürme – Entstehung und Wirkung
- Die Wolkentypen und Ihre Bedeutung
- Wie entstehen Blitze
- Das Klima in Zürich
- Bauernregeln – für den aktuellen Monat und insbesondere für den heutigen Tag
- Polarlichter – Ihre Entstehung
- El Niño
- Das aktuelle Satellitenbild und seine Entstehung

Massstab:

Der Posten ist gut gelöst, wenn in Ihrem Bericht folgende Punkte enthalten sind:

1. Fragestellung (was wollten Sie mit Ihrer Internetsuche herausfinden)
2. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Resultate Ihrer Internetsuche
3. Liste der Internetadressen aus denen Sie Ihre Information bezogen haben

Gegenstände / Material:

- Computer (online) mit Microsoft® Word und Drucker
- Küchenwecker
- Arbeitsblatt

Posten 1: Wetter online – Arbeitsblatt

Schreiben Sie - basierend auf den im Internet gefundenen Dokumenten - einen kurzen Bericht in Word ($^1/_2$ – 1 Seite, inklusive einer Abbildung pro Seite). Sie dürfen Textstellen aus den Internet-Seiten kopieren und Abbildungen aus dem Internet benutzen. Drucken Sie Ihren Bericht aus und und heften Sie ihn in Ihren Schnellhefter. Sie haben für diese Aufgabe 30 Minuten Zeit.

Massstab:

Der Posten ist gut gelöst, wenn in Ihrem Bericht folgende Punkte enthalten sind:

1. Fragestellung (was wollten Sie mit Ihrer Internetsuche herausfinden)
2. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Resultate Ihrer Internetsuche
3. Liste der Internetadressen aus denen Sie Ihre Information bezogen haben

Interessante Links:

http://www.meteoschweiz.ch/de/
http://www-imk.physik.uni-karlsruhe.de/~muehr/wetter.html
http://www.kzu.ch/fach/gg/links/linkswetterkarten.html
http://www.dkrz.de/sat/sat99.html
http://worldclimate.com/
http://saevert.de/index.html
http://www.wetteronline.de/
http://www.wetterzentrale.de/
http://www.wetterlinks.de/wetterlage.html
http://www.bauernregeln.de/
http://www.altmuehltal.de/kelheim/bauernre.htm
http://www.nottingham.ac.uk/meteosat/
http://www.intellicast.com/ (Wetter Amerika)
http://www.dwd.de/ (Wetter Deutschland)

etc.

Allgemeine Suchmaschienen:

http://www.google.ch/
http://www.ask.co.uk/
http://www.looksmart.com/
http://www.lycos.com/
http://www.overture.com/

etc.

Posten 1: Wetter online – Lösungsblatt

Zu dieser Aufgabe gibt es kein Lösungsblatt, da jeder Bericht anders aussehen wird. Die Berichte werden individuell beurteilt.

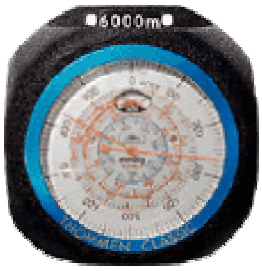
Drucken Sie Ihren Bericht aus und legen Sie ihn in Ihren Schnellhefter ab. Heften Sie Ihren Bericht, falls dieser mehr als eine Seite umfasst und vergessen Sie nicht Ihn mit Ihrem Namen anzuschreiben.

Posten 2

Wie funktioniert ein Höhenmesser

Posten 2: Wie funktioniert ein Höhenmesser – Übersichtsblatt

Die Elemente die das Wetter bestimmen, kann man mit Messgeräten messen. Mit dem **Thermometer** bestimmt man die **Umgebungstemperatur**, mit dem **Barometer** den **Luftdruck** und mit dem **Hygrometer** oder **Psychometer** die **Luftfeuchtigkeit**. Das **Anemometer** misst die **Windgeschwindigkeit**, der **Niederschlagsmesser** die **Niederschlagsmenge** in mm und das **Pyrheliometer** die **Strahlung**.
An diesem Posten der Wetterwerkstatt haben Sie Gelegenheit den **Höhenmesser, ein etwas spezielles Barometer** kennenzulernen.



Ziel dieses Postens:

Sie verstehen das Funktionsprinzip eines Höhenmessers. Sie erkennen, dass die auf dem Höhenmesser angezeigte Höhe zum einen von Ihrem Standort, zum andern aber auch von der Grosswetterlage abhängig ist.

Sozialform:

Partnerarbeit

Dauer:

20 Minuten

Zur Repetition Luftdruck:

Unter dem Einfluss der Schwerebeschleunigung der Erde übt das Gewicht einer bis zur Obergrenze der Atmosphäre reichenden Luftsäule einen Druck senkrecht auf die jeweils darunterliegende Fläche aus (Druck = Kraft / Fläche). Dieser Druck wird als Luftdruck gemessen. Die Luftsäule wird dabei mit zunehmender Höhe kürzer.

Der Luftdruck wird dabei in Hektopascal (hPa) gemessen dabei gilt:
1 hPa = 100 Pascal (Pa) = 100 Newton (N) / m^2 = 1 mbar

Die Skalen des Höhenmessers:

Damit Sie diese Aufgabe lösen können, müssen Sie vorerst verstehen, was der Höhenmeter vor Ihnen genau anzeigt. Der Höhenmesser hat verschiedene Skalen:

Äusserste Skala (schwarz): gibt die Meter über dem Meer an. Diese Skala kann rotiert werden um wetterbedingte Druckunterschiede auszukorrigieren. Die Zahl im ovalen Fenster ist wichtig, wenn wir uns in einer Höhe grösser als Tausend Meter befinden. Die Zahl im ovalen Fenster gibt die Kilometer in einer ganzen Zahl an. Steht im ovalen Fenster z.B. eine 2, bedeutet dies, dass wir uns 2000 Meter plus die auf der äusseren, schwarzen Skala abgelesene Anzahl Meter über dem Meer befinden.

Innere Skalen (rot, orange, gelb): geben den Luftdruck an. Die Farbe innerhalb des ovalen Fensters gibt an, welche der drei Skalen aktuell gültig ist.

Arbeitsauftrag:

- Als Arbeitsmaterial stehen Ihnen ein Höhenmesser und ein Tiefkühlbeutel (Plastik, durchsichtig) zur Verfügung
- Packen Sie den Höhenmesser in den Tiefkühlbeutel.
- Blasen Sie Luft in den Tiefkühlbeutel, sodass dieser gut gefüllt ist.
- Dichten sie mit einer Hand den Tiefkühlbeutel so ab, dass keine Luft mehr entweichen kann. Achten Sie darauf, dass der Höhenmesser so liegt, dass Sie die Bewegungen des Zeigers beobachten können.
- Ändern Sie nun durch schwachen, mittel starken und starken Druck mit der zweiten Hand auf den Tiefkühlbeutel die Druckverhältnisse innerhalb des Tiefkühlbeutels. Notieren Sie Ihre Beobachtungen auf dem Arbeitsblatt.

Aufgaben:

1. Fassen Sie das Resultat Ihrer Beobachtung in ein- bis zwei Sätzen zusammen.
2. Wie können Sie Ihr Resultat erklären? Nehmen Sie für die Erklärung die Definition des Luftdruckes (siehe oben) zur Hilfe.
3. Die auf dem Höhenmesser angegebene Höhe ist nicht nur von der Höhe über Meer, sondern auch von den witterungsbedingten Luftdruckschwankungen abhängig. Da der Luftdruck sich zeitlich und örtlich mit dem Wetter ändert, muss der Höhenmesser vor und während der Benutzung in einer bekannten Höhe (z.B. Bergstation der Bergbahn, SAC Hütte, Gipfel einer Bergtour) eingestellt und nachgestellt werden. Der Höhenmesser kann also – wie ein Barometer – zur Wettervorhersage eingesetzt werden. Der Durchzug eines Tiefdruckgebietes ist oft mit schlechtem Wetter verbunden. Welche einfache Faustregel würden Sie einem Bergwanderer / Bergsteiger mitgeben um mit Hilfe des Höhenmessers zu erkennen, dass schlechtes Wetter im Anzug ist?

Massstab:

Die Aufgabe haben Sie gut gelöst, wenn Sie die Funktionsweise eines Höhenmessers verstanden haben, die Skalen lesen können und beides einer Kollegin, einem Kollegen erklären können.

Gegenstände / Material:

- Höhenmesser Thommen Classic
- Tiefkühlbeutel (Plastik, durchsichtig)
- Arbeitsblatt

Posten 2: Wie funktioniert ein Höhenmesser – Arbeitsblatt

Bedingung	**Höhe in Meter über Meer (m.ü.M)**	**Luftdruck (hPa bzw. mbar)**
Ausserhalb des Tiefkühlbeutels	Universität Zürich 450 m.ü.M	
Im Tiefkühlbeutel bei schwachem Druck		
Im Tiefkühlbeutel bei mittel starkem Druck		
Im Tiefkühlbeutel bei starkem Druck		

1. **Fassen Sie das Resultat Ihrer Beobachtung in ein bis zwei Sätzen zusammen.**

2. **Wie können Sie Ihr Resultat erklären? Nehmen Sie für die Erklärung die Definition des Luftdruckes (siehe oben) zur Hilfe.**

3. **Die auf dem Höhenmesser angegebene Höhe ist nicht nur von der Höhe über Meer, sondern auch von den witterungsbedingten Luftdruckschwankungen abhängig. Der Höhenmesser kann daher – wie ein Barometer – zur Wettervorhersage eingesetzt werden. Der Durchzug eines Tiefdruckgebietes ist oft mit schlechtem Wetter verbunden. Welche einfache Faustregel würden Sie einem Bergwanderer / Bergsteiger mitgeben um mit Hilfe des Höhenmessers zu erkennen, dass schlechtes Wetter im Anzug ist?**

Posten 2: Wie funktioniert ein Höhenmesser – Lösungsblatt

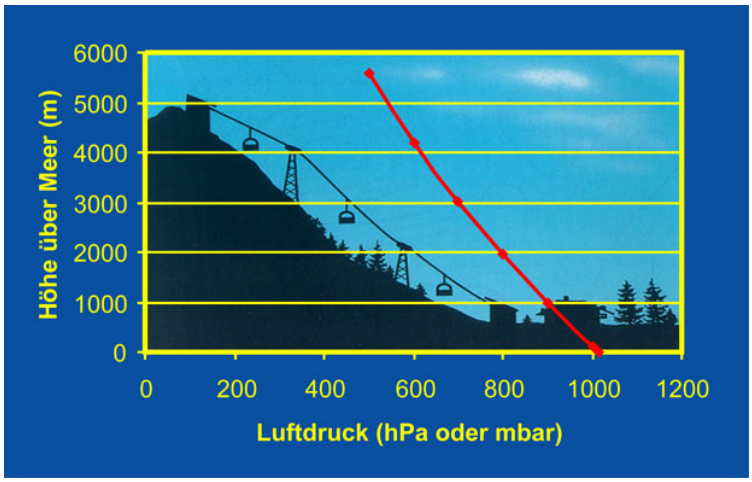
Bedingung	Höhe in Meter über Meer (m.ü.M)	Luftdruck (hPa bzw. mbar)
Ausserhalb des Tiefkühlbeutels	Universität Zürich 450 m.ü.M	Ca. 930 – 980 hPa bzw. mbar Abhängig von Wettersituation
Im Tiefkühlbeutel bei schwachem Druck	300 m.ü.M	10 hPa höherer Druck als Umgebungsbedingungen
Im Tiefkühlbeutel bei mittel starkem Druck	200 m.ü.M	20 hPa höherer Druck als bei Umgebungsbedingungen
Im Tiefkühlbeutel bei starkem Druck	100 m.ü.M	30 hPa höherer Druck als bei Umgebungsbedingungen

1. Fassen Sie das Resultat Ihrer Beobachtung in ein bis zwei Sätzen zusammen.
Je höher der Luftdruck im Tiefkühlbeutel, desto tiefer die angezeigte Höhe auf dem Höhenmesser. Der Luftdruck nimmt also mit der Höhe ab.

2. Wie können Sie Ihr Resultat erklären? Nehmen Sie für die Erklärung die Definition des Luftdruckes (siehe oben) zur Hilfe.
Der Höhenmesser ist nichts anderes als ein Barometer. Er ist nur mit einer Höhenskala statt mit einer Druckskala versehen. Aus der Definition des Luftdruckes[1] folgt, dass der Luftdruck von der Höhe abhängt und mit zunehmender Höhe abnehmen muss. Vergleiche dazu auch den Ausdruck im Volksmund: „die Luft ist in grosser Höhe dünn“.

Die Luftsäule wird mit zunehmender Höhe kürzer und damit sinkt der Luftdruck. Das Gewicht und die Dichte der Luft werden kleiner. Dabei spielt die Temperatur eine wichtige Rolle. Im Durchschnitt können wir mit zunehmender Höhe folgende Druckabnahme erwarten.

Höhe über Meer (m)	Druck (hPa oder mbar)	Temperatur (°C)	Dichte (kg / m^3)
0	1013	15	1.225
111	1000	14.3	1.212
988	900	8.6	1.113
1949	800	2.3	1.012
3012	700	-4.6	0.908
4206	600	-12.3	0.802
5574	500	-21.2	0.692
16180	100	-56.5	0.161



[1] Definition des Luftdruckes: Unter dem Einfluss der Schwerebeschleunigung der Erde übt das Gewicht einer bis zur Obergrenze der Atmosphäre reichenden Luftsäule einen Druck senkrecht auf die jeweils darunterliegende Fläche aus.

3. **Die auf dem Höhenmesser angegebene Höhe ist nicht nur von der Höhe über Meer, sondern auch von den witterungsbedingten Luftdruckschwankungen abhängig. Der Höhenmesser kann daher – wie ein Barometer – zur Wettervorhersage eingesetzt werden. Der Durchzug eines Tiefdruckgebietes ist oft mit schlechtem Wetter verbunden. Welche einfache Faustregel würden Sie einem Bergwanderer / Bergsteiger mitgeben um mit Hilfe des Höhenmessers zu erkennen, dass schlechtes Wetter im Anzug ist?**

Faustregel: „Sinkt der Druck, steigen die auf dem Höhenmesser angegebenen Höhenmeter. Wenn der Bergwanderer / Bergsteiger seid seiner letzten Höhenmesserablesung aber gar nicht in die Höhe gewandert ist, kann ein Anstieg der auf dem Höhenmesser angegebenen Höhenmeter heissen, dass ein Tiefdruckgebiet im Anzug ist. Zeit die Augen offen zu halten und das Wettergeschehen genauer zu beobachten!“

Aber: Das tatsächliche Wettergeschehen hängt nicht alleine vom Luftdruck ab und tiefer Luftdruck heisst nicht zwingend schlechtes Wetter. Die oben ausformulierte Regel bleibt also eine Faustregel, die mit weiteren Beobachtungen (Wolkenentwicklung, Temperaturverlauf, etc.) ergänzt werden muss.

Eine Bemerkung zum Schluss:

Ist es nicht bemerkenswert, wie die doch beträchtliche Druckänderung innerhalb des Tiefkühlbeutels von 10 mbar einer Höhendifferenz von nur 100 m entspricht.
Bedenken wir, dass unser Körper den Aufstieg in Seilbahnen und Skilifte mit zum Teil über 1000 m Höhendifferenz in kürzester Zeit meist problemlos verkraftet, ist das doch eine beachtliche Leistung.

Posten 3

Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken

Posten 3: Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken – Übersichtsblatt

Auf den ersten Blick scheint ein Heissluftballon und ein Gleitschirm mit einer Gewitterwolke nicht allzu viel gemeinsam zu haben. Dass dem nicht so ist, erfahren Sie in dieser Aufgabe.

Ziel dieses Postens:

Sie können Ihrer Freundin / Ihrem Freund in eigenen Worten in wenigen Sätzen erklären, was Thermik ist und wie ein sommerliches Wärmegewitter entsteht.

Sozialform:

Einzelarbeit

Dauer:

20 Minuten

Einführung:

Denken wir uns in 3 Szenarien ein:

1. Wer an heissen Sommertagen in die kühlen Berge flüchtet, kann vielleicht am einen oder anderen Ort einen Gleitschirmflieger beobachten, der sich – wie ein Adler kreisend – in die Höhe treiben lässt.

2. Was Bertrand Piccard und Brian Jones 1999 im Zweierteam geschafft haben, versuchte Steve Fosset im Sommer 2002 alleine. Mit seinem High-Tech Ballon hat er die Erde umrundet.

3. Gewaltig türmen sich über dem Mittelland Wolken auf, die bedrohlich immer grösser werden. Die Sturmwarnungen rufen alle Boote vom Zürichsee. Mit Blitz, Donner und Hagel entlädt sich die Ladung über der Stadt und bringt die erhoffte Abkühlung.

All die drei oben beschriebenen Situationen machen sich die gleiche physikalische Eigenschaft zu Nutze, die es in diesem Posten zu beschreiben gilt. Es gibt aber einen kleinen Unterschied: während der Gleitschirmflieger und die Gewitterwolke natürliche Prozesse ausnützen hilft der Ballonflieger etwas nach!

Arbeitsauftrag:

Am Posten finden Sie:

- ein Arbeitsblatt mit einer aufgezeichneten Spirale
- Nähfaden und Nadel
- eine Kerze

A. Schneiden sie die Spirale aus und bis ins Zentrum der Linie nach ein, sodass eine Spiralförmige Papierschlange entsteht.
B. Befestigen Sie am kleinen schwarzen Punkt im Zentrum der Spirale mit der Nähnadel einen ca. 20 cm langen Nähfaden als Aufhänger.
C. Stelle Sie die Kerze vorsichtig auf den Boden. Halten Sie die Papierspirale am Aufhänger und senken Sie sie sorgfältig bis maximal 10 cm über die Kerze. Beobachten Sie was dabei passiert und halten Sie Ihre Beobachtung in den folgenden Aufgaben fest.

!!! Passen Sie auf, dass die Papierschlange kein Feuer fängt !!!

Aufgaben:

1. Beschreiben, was Sie im Papierspiralenversuch beobachtet haben. Überlegen Sie sich auch, wie Sie Ihre Beobachtung erklären könnten.

2. „Heissluftballone haben unten eine ringförmige Öffnung über einem Gasbrenner. Der Ballonfahrer bringt die Heissluft zum Steigen, indem er mit dem Gasbrenner die Luft in der Ballonhülle erwärmt. Der Auftrieb eines Heissluftballons wird also durch die Erwärmung der Luft in der Ballonhülle erzeugt.“ Die warme Luft steigt.
   ➔ Überlegen Sie sich warum warme Luft steigen kann.

3. Bei seinem rasanten, adlerartigen Aufstieg macht sich der Gleitschirmflieger ebenfalls die Eigenschaft zunutze, dass ein warmes Luftpaket geringerer Dichte aufsteigt. Nur – im Unterschied zum Ballon – benutzt er dabei ein „natürliches“ Luftpaket, das durch Unterschiede der Erdoberflächenbeschaffenheit stärker erwärmt wurde als seine Umgebung. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Thermik.
   ➔ Überlegen Sie sich bei welchem Wetter um welche Tageszeit sie für Ihren Flug starten würden und wohin Sie als GleitschirmfliegerIn fliegen könnten um nach Möglichkeit in einen „Aufwärtswirbel“ zu gelangen. Solche Oberflächen, die stärker erwärmt werden als Ihre Umgebung, könnten z.B. sein: trockene Erde, Felsen, Häuser. Überlegen Sie sich selbständig andere Beispiele.

4. Wärmegewitter sind meist örtlich begrenzte Gewitter, die dort entsteht, wo die Aufwärtsbewegungen der Luft besonders stark werden (durch Aufheizung der Erdoberfläche). Die Wärmegewitter entstehen durch rasches Aufsteigen feuchter, warmer Luft.
   ➔ Wie verändert sich die Luft beim Aufstieg? Gehen Sie dabei auf die Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit ein und überlegen Sie sich wie es zur Wolkenbildung kommen könnte.

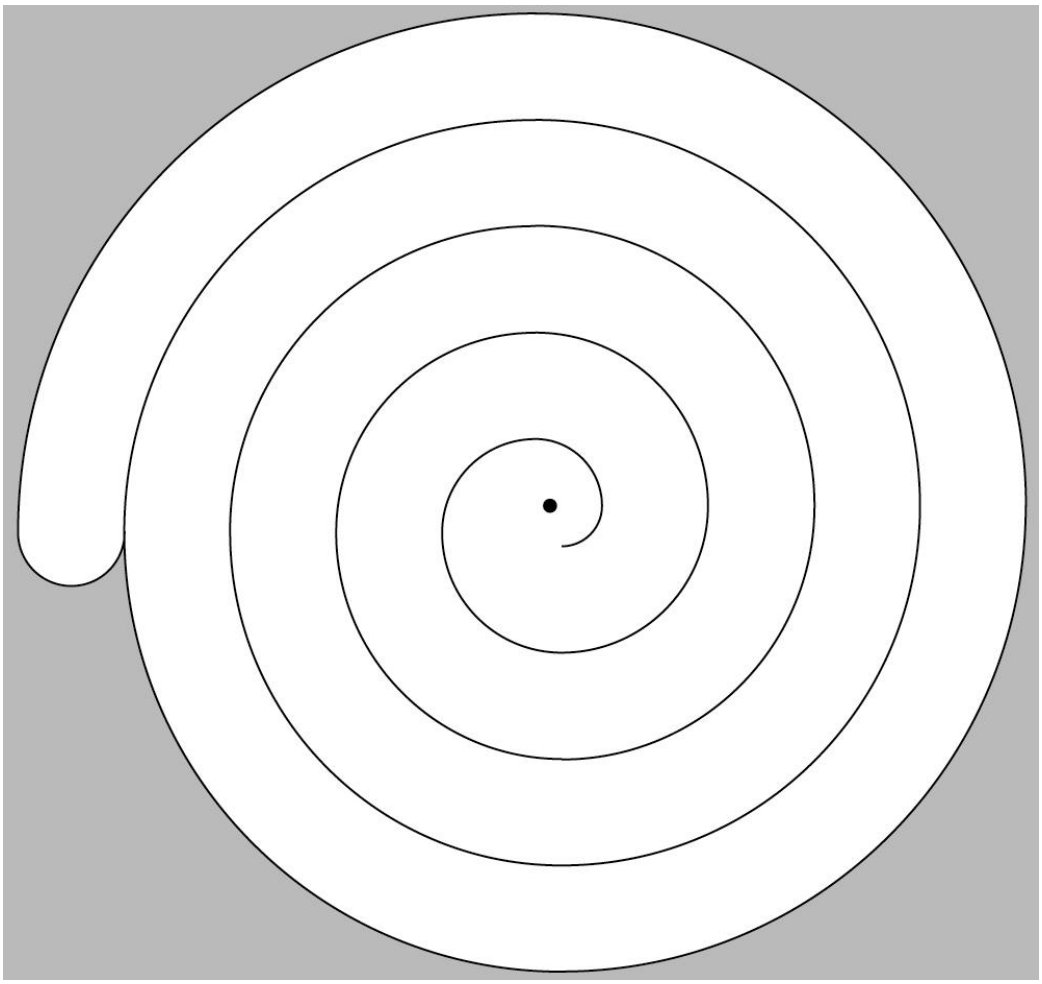
Massstab:

Die Aufgabe ist gut gelöst, wenn Sie wissen, nach welchen Gesetzten sich ein Heissluftballon bzw. ein Gleitschirm aufwärts bewegt, und wenn Sie verstanden haben warum Thermik für die Entstehung von Gewitterwolken von entscheidender Bedeutung ist.

Gegenstände / Material:

- Arbeitsblatt mit einer aufgezeichneten Spirale
- Nähfaden und Nadel
- Kerze und Zündhölzer
- Schere
- das Glossar mit wichtigen Begriffen der Wetterkunde

Posten 3: Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken – Arbeitsblatt



1. Beschreiben Sie, was Sie im Papierspiralenversuch beobachtet haben. Überlegen Sie sich auch, wie Sie Ihre Beobachtung erklären könnten.

2. „Heissluftballone haben unten eine ringförmige Öffnung über einem Gasbrenner. Der Ballonfahrer bringt die Heissluft zum Steigen, indem er mit dem Gasbrenner die Luft in der Ballonhülle erwärmt. Der Auftrieb eines Heissluftballons wird also durch die Erwärmung der Luft in der Ballonhülle erzeugt.“ Die warme Luft steigt.
   ➔ Überlegen Sie sich warum warme Luft steigen kann.

3. Bei seinem rasanten, adlerartigen Aufstieg macht sich der Gleitschirmflieger ebenfalls die Eigenschaft zunutze, dass ein warmes Luftpaket geringerer Dichte aufsteigt. Nur – im Unterschied zum Ballon – benutzt er dabei ein „natürliches“ Luftpaket, das durch Unterschiede der Erdoberflächenbeschaffenheit stärker erwärmt wurde als seine Umgebung. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Thermik.
   ➔ Überlegen Sie sich bei welchem Wetter um welche Tageszeit sie für Ihren Flug starten würden und wohin Sie als GleitschirmfliegerIn fliegen könnten um nach Möglichkeit in einen „Aufwärtswirbel“ zu gelangen. Solche Oberflächen, die stärker erwärmt werden als Ihre Umgebung, könnten z.B. sein: trockene Erde, Felsen, Häuser. Überlegen Sie sich selbständig andere Beispiele.

4. Wärmegewitter sind meist örtlich begrenzte Gewitter, die dort entsteht, wo die Aufwärtsbewegungen der Luft besonders stark werden (durch Aufheizung der Erdoberfläche). Die Wärmegewitter entstehen durch rasches Aufsteigen feuchter, warmer Luft.
   ➔ Wie verändert sich die Luft beim Aufstieg? Gehen Sie dabei auf die Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit ein und überlegen Sie sich wie es zur Wolkenbildung kommen könnte.

Posten 3: Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken – Lösungsblatt

1. **Beschreiben Sie, was Sie im Papierspiralenversuch beobachtet haben. Überlegen Sie sich auch, wie Sie Ihre Beobachtung erklären könnten.**

Wird die Papierspirale über die Kerze gehalten, beginnt sie sich langsam zu drehen.
Über der Kerze wird die Luft erwärmt und steigt dadurch auf. Die warme Luft wirkt wie ein gerichteter Luftstrahl der an die Papierspirale „bläst“ und diese so zur Drehung bringt. Nach dem gleichen Prinzip funktionieren auch die Weihnachtskarusselle aus Holz oder Metall, die gelegentlich zum Kauf angeboten werden.

2. **„Heissluftballone haben unten eine ringförmige Öffnung über einem Gasbrenner. Der Ballonfahrer bringt die Heissluft zum Steigen, indem er mit dem Gasbrenner die Luft in der Ballonhülle erwärmt. Der Auftrieb eines Heissluftballons wird also durch die Erwärmung der Luft in der Ballonhülle erzeugt.“ Die warme Luft steigt.**
   ➔ **Überlegen Sie sich warum warme Luft steigen kann.**

Mit der Erwärmung dehnt sich die im Ballon gefangene, trockene **Luft aus. Ihr Gewicht ist im Verhältnis zum Volumen leichter als die Umgebungsluft: Der Ballon steigt auf.** Heissluftballons benötigen ein brennbares Gas, in der Regel Propan, für die Wärmeerzeugung. Durch geschicktes Navigieren (Aufsteigen und Absteigen) versucht der Ballonfahrer Luftströmungen in der Atmosphäre zu erreichen, die ihn zum gewünschten Ziel bringen.

3. **Bei seinem rasanten, adlerartigen Aufstieg macht sich der Gleitschirmflieger ebenfalls die Eigenschaft zunutze, dass ein warmes Luftpaket geringerer Dichte aufsteigt. Nur – im Unterschied zum Ballon – benutzt er dabei ein „natürliches“ Luftpaket, das durch Unterschiede der Erdoberflächenbeschaffenheit stärker erwärmt wurde als seine Umgebung. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Thermik.**
   ➔ **Überlegen Sie sich bei welchem Wetter um welche Tageszeit sie für Ihren Flug starten würden und wohin Sie als GleitschirmfliegerIn fliegen könnten um nach Möglichkeit in einen „Aufwärtswirbel“ zu gelangen. Solche Oberflächen, die stärker erwärmt werden als Ihre Umgebung, könnten z.B. sein: trockene Erde, Felsen, Häuser. Überlegen Sie sich selbständig andere Beispiele.**

Als **Thermik** bezeichnet man die Vertikalbewegung von Luftteilchen, die durch die starke Erwärmung des Bodens und der darüberliegenden Luftschichten infolge der Sonneneinstrahlung hervorgerufen wird. Voraussetzung für die Ausbildung der Thermik ist eine labile Temperaturschichtung der Luft: Ein infolge Überhitzung am Boden aufsteigendes Luftpaket ist in jeder Höhe wärmer und leichter (geringere Dichte) als die Umgebungsluft, so dass es ständig weiter zu steigen bestrebt ist.
Die besten Bedingungen für die Entwicklung von Thermik sind sonnige, wolkenlose Sommertage um die Mittagszeit und über Gebieten, deren Oberfläche sich sehr stark erwärmt (Sand, trockene Erde, Getreidefelder, Felsen, Häuser); die als Ausgleich erforderlichen Abwinde treten in der Nachbarschaft (Wiesen, Wälder, Gewässer) auf.

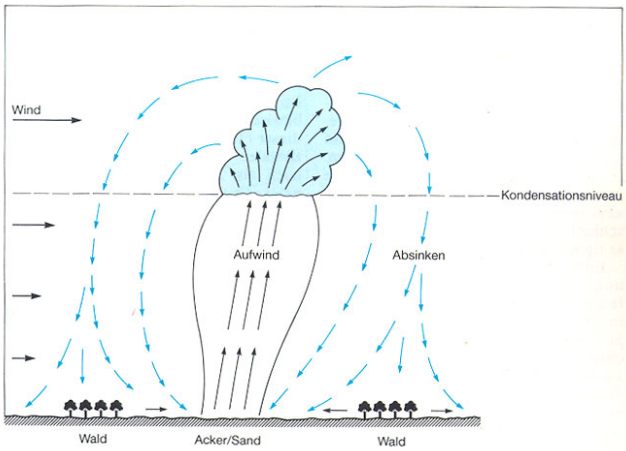


Abb.1
Thermikblase mit Cumulusbildung

In: Hans Schirmer et al.: Wie funktioniert das? Wetter und Klima. Meyers Lexikonverlag: Mannheim/Wien/Zürich. 1989. S. 59

Die überhitzte Luft löst sich in Form grosser Warmluftblasen ("Thermikblasen") von 200 bis 500m Durchmesser vom Boden ab und steigt mit rund 3 bis 5m/sec. Geschwindigkeit auf, wobei sie sich ausdehnt und abkühlt. Diese Thermikblasen werden von Gleitschirm- und Segelfliegern ausgenutzt; Sie können, indem sie enge Spiralen in der Aufwindzone ausführen, schnell an Höhe gewinnen.

4. **Wärmegewitter sind meist örtlich begrenzte Gewitter, die dort entsteht, wo die Aufwärtsbewegungen der Luft besonders stark werden (durch Aufheizung der Erdoberfläche). Die Wärmegewitter entstehen durch rasches Aufsteigen feuchter, warmer Luft.**
   ➔ **Wie verändert sich die Luft beim Aufstieg? Gehen Sie dabei auf die Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit ein und überlegen Sie sich, wie es zur Wolkenbildung kommen könnte.**

Die Wärmegewitter entstehen durch rasches Aufsteigen feuchtwarmer Luft und deren rasche Abkühlung. Diese Bedingungen sind gegeben bei schneller Erwärmung des Untergrundes durch Sonneneinstrahlung, und ausreichender Feuchte. Dabei kann man sich die Bildung einer Gewitterwolke wie folgt vorstellen:
Durch ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche bilden sich Thermikblasen. Da diese wärmer und damit leichter als ihre Umgebungsluft sind, beginnen diese Thermikblasen wie ein Heissluftballon aufzusteigen. Allein dadurch, dass der Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt, dehnen sich die Thermikblasen aus und kühlen sich dadurch ab.
Steigt das Luftpaket durch Thermik soweit hoch, dass der Taupunkt erreicht wird (die Luft ist dann gesättigt und kann nicht mehr zusätzliches Wasser aufnehmen), dann kommt es zur **Kondensation, und es bildet sich eine Cumulus-Wolke**. Die Höhe, ab der es zur Bildung von Cumulus-Wolken kommt, wird Kondensationsniveau genannt. Hält die Thermik an, kann sich eine Cumulus-Wolke zu einer **Cumulonimbus-Wolke** (Gewitterwolke) mit Blitz, Donner und Regen oder gar Hagel weiterentwickeln. Ein Cumulonimbus erscheint als massige, dichte Wolke von beträchtlicher horizontaler und vertikaler Ausdehnung und erinnert mit seiner Form an einen hohen Berg oder einen mächtigen Turm. Er besteht aus Wassertröpfchen und aus Eiskristallen, die besonders im oberen Teil vorkommen. Daneben enthält er auch große Regentropfen, Schneeflocken, Eis- und Hagelkörner.
Die Vorgänge, die zur elektrischen Entladung in der Gewitterwolke führen, sind noch nicht restlos geklärt; die starken Aufwinde (bis zu 30 m/s) und das Vorhandensein von Eis (Hagel und Schnee) in der Wolke sind sicherlich die Voraussetzung hierfür.

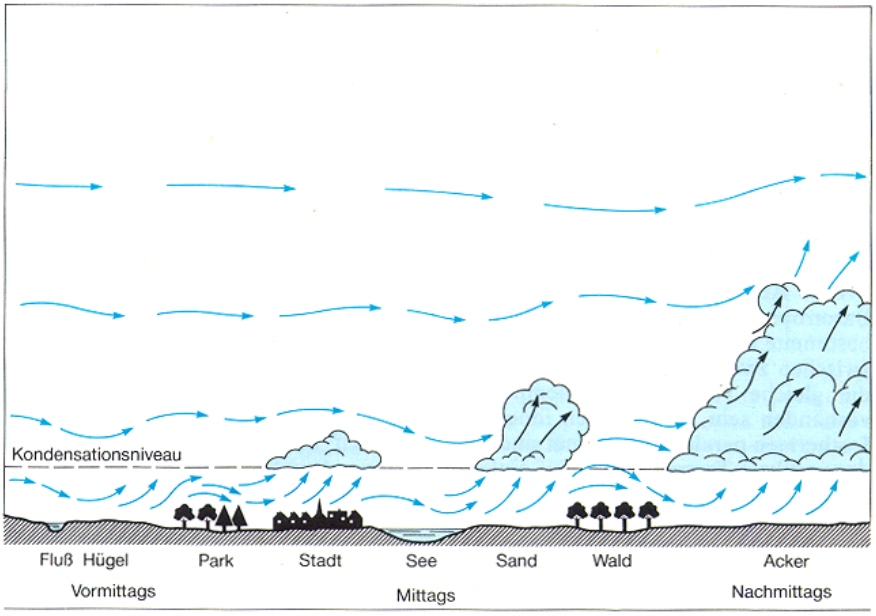


Abb. 2
Thermik und Konvektion an einem Sommertag
(nach J. Grunow)

In: Hans Schirmer et al.: Wie funktioniert das? Wetter und Klima. Meyers Lexikonverlag: Mannheim/Wien/Zürich. 1989. S. 59

Posten 4

Wolkenbildung und Konvektion

Posten 4: Wolkenbildung und Konvektion – Übersichtsblatt

Ziel dieses Postens:

- Die Schülerinnen und Schüler beobachten die Bildung einer Wolke in einem Glasgefäss.
- Sie erkennen, dass Abkühlung feuchter Luft zur Kondensation von Wasserdampf führt.
- Sie beobachten die Konvektionsströme der Luft.
- Sie haben verstanden, dass mehrere Voraussetzung gegeben sein müssen, damit sich in der Atmosphäre Wolken bilden können.

Sozialform:

Partnerarbeit

Dauer:

25 Minuten

Einführung:

Wenn eine Wasseroberfläche, z.B. die Oberfläche eines Sees, wärmer ist, als die darüber liegende Luft, so erwärmt das Wasser die Luft und gibt Feuchtigkeit an sie ab. Die erwärmte Luft steigt auf. Durchdringt sie auf ihrem Weg kältere Luftschichten, so kondensiert nach und nach der in der Luft enthalten Wasserdampf und bildet sichtbare Nebelschwaden.

Arbeitsauftrag:

- Stellen Sie das Glasgefäss zwischen sich und eine Lichtquelle (z.B. ein Fenster). Beobachten Sie gegen das Licht.
- Füllen Sie das Gefäss knapp einen Fünftel mit heissem Wasser.
- Im Gefrierfach finden Sie Eiswürfel an Schnurstücken. Nehmen Sie drei davon heraus und hängen Sie diese an den Holzstab (siehe Skizze auf dem Arbeitsblatt).
- Legen Sie nun den Holzstab auf die Bücher, so dass die Eiswürfel im Gefäss frei hängen. Der Abstand zwischen dem heissen Wasser und den Eiswürfeln muss mehrere Zentimeter betragen. Jedoch sollten die Eiswürfel deutlich unterhalb vom oberen Gefässrand hängen.
- Beobachten Sie nun das Geschehen zwischen den Eiswürfeln und dem heissen Wasser.

Aufgaben:

1. Schreiben Sie ihre Beobachtung auf.
2. Zeichen Sie die Luftbewegungen zwischen den Eiswürfeln und dem heissen Wasser in Form von kreisförmigen Luftströmen (Konvektionsströme) in die Abbildung auf dem Arbeitsblatt hinein.
3. Welche Ursachen lassen solche Konvektionsströme entstehen?
4. Nennen Sie zwei Beispiele von Konvektionsströmungen in der Natur.

Massstab:

Die Aufgabe ist erfüllt, ...

... wenn die Beobachtungen verständlich geschildert und die Luftströmungen richtig eingezeichnet wurden.

... wenn mindestens eine Ursache für die Konvektionsströme nachvollziehbar niedergeschrieben wurde.

... wenn mindestens zwei Beispiele für das natürliche Vorkommen dieses Prozesses in Satzform auf dem Lösungsblatt stehen.

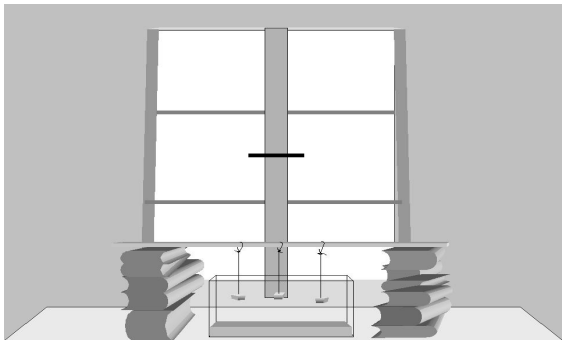
Gegenstände / Material:

- Glasgefäss
- heisses Wasser (im Thermoskrug)
- Stab aus Holz oder Metall
- Ablagefläche für Holzstab (z.B. Bücherstapel oder Chemieständer)
- Eiswürfel mit eingefrorenen Schnüren (im Gefrierfach des Kühlschrankes oder in einer Kühlbox)
- Arbeitsblatt

Posten 4: Wolkenbildung und Konvektion – Arbeitsblatt

Arbeitsauftrag:

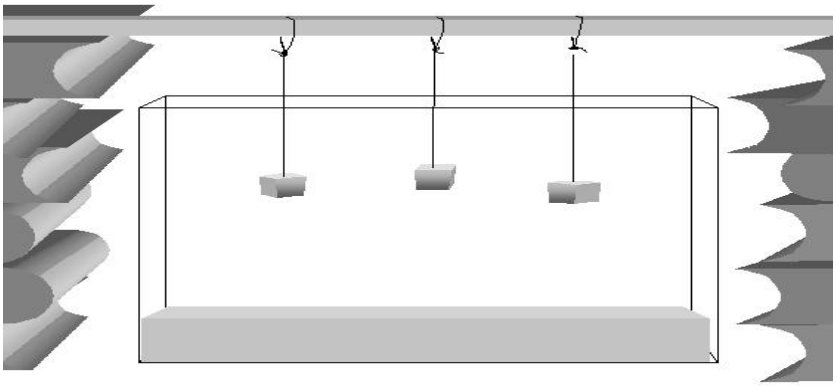
- Stellen Sie das Glasgefäss zwischen sich und eine Lichtquelle (z.B. ein Fenster). Beobachten Sie gegen das Licht.
- Füllen Sie das Gefäss knapp einen Fünftel mit heissem Wasser.
- Im Gefrierfach finden Sie Eiswürfel an Schnurstücken. Nehmen Sie drei davon heraus und hängen Sie diese an den Holzstab (siehe Skizze).
- Legen Sie nun den Holzstab auf die Bücher, so dass die Eiswürfel im Gefäss frei hängen. Der Abstand zwischen dem heissen Wasser und den Eiswürfeln muss mehrere Zentimeter betragen. Jedoch sollten die Eiswürfel deutlich unterhalb vom oberen Gefässrand hängen.
- Beobachten Sie nun das Geschehen zwischen den Eiswürfeln und dem heissen Wasser.



Aufgaben:

1. Schreiben Sie ihre Beobachtung auf.

2. Zeichen Sie die Konvektionsströme in die Abbildung hinein.



3. Welche Ursachen lassen diese Konvektionsströme entstehen?

4. Nennen Sie zwei Beispiele von Konvektionsströmungen in der Natur.

Posten 4: Wolkenbildung und Konvektion – Lösungsblatt

Wolken sieht man weil sie Wassertröpfchen oder Eiskristalle enthalten. Wenn sich Wolken infolge Erwärmung auflösen, so verwandeln sich die Wassertröpfchen oder Eiskristalle in Wasserdampf (Wasser in gasförmiger Form). Die Luft mit dem Wasserdampf ist dann zwar immer noch feucht, aber man sieht die Feuchtigkeit nicht mehr. Dieser Vorgang wird Verdunstung oder Verdampfung genannt.
Der umgekehrte Vorgang heisst Kondensation. Er tritt ein, wenn feuchte Luft abkühlt. Dann kondensiert der Wasserdampf zu Wassertröpfchen. Es entstehen Dunst, Nebel oder Wolken.

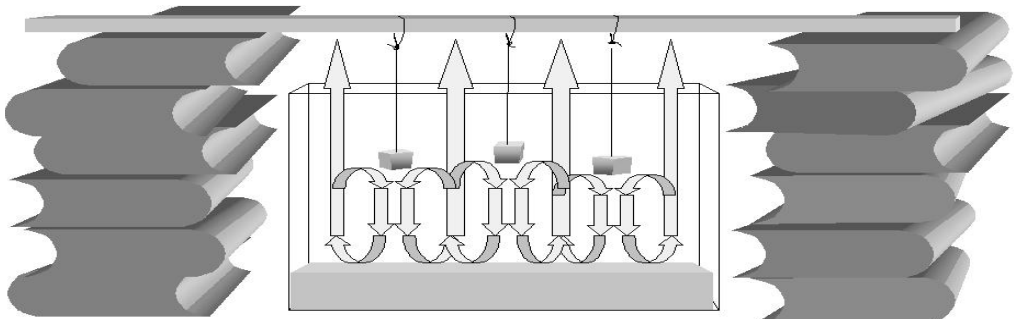
Sind die Luftschichten über weite Gebiete hinweg gleich warm, so findet man in ihnen fast keine Luftströmungen. Wo aber grosse Temperaturunterschiede herrschen, kommt es zu Ausgleichsströmungen (Winden) zwischen den wärmeren und kälteren Regionen.
Bewegt sich die Luft vertikal, also von unten nach oben und umgekehrt, so nennt man diese Strömungen Konvektion. Als Advektion werden dementsprechend horizontale Luftbewegungen bezeichnet.

Besonders heftige Konvektionsströmungen mit Wolkenbildung findet man in den Tropen in Form des sogenannten Passatkreislaufs. Die konvergierten (zusammengeströmten) Luftmassen der Passate beladen sich in den inneren Tropen im Verlauf des Tages mit Feuchtigkeit und steigen dort hoch in kältere Luftschichten auf. Die damit verbundenen Niederschläge werden Zenitalregen genannt.

1. Schreiben Sie ihre Beobachtung auf.

Im Gegenlicht kann man neblige Schwaden entdecken, welche sich in Wirbeln von den Eiswürfeln weg nach unten bewegen und von dort wieder aufsteigen. Ein Teil der aufsteigenden Nebel verlässt das Gefäss – ohne dass der Nebel im Gefäss abnimmt!

2. Zeichen Sie die Konvektionsströme in die Abbildung hinein.



3. Welche Ursachen lassen diese Konvektionsströme entstehen?

- Feuchtigkeitsabgabe (Wasserdampf) des warmen Wassers.
- Abkühlung der Luft in der Umgebung der Eiswürfel.
- Beim Abkühlen kondensiert der Wasserdampf in der Luft. Es bildet sich Nebel.
- Die kalte, schwere Luft sinkt nach unten (= nach unten sinkende Nebelschwaden).
- Die wärmere und damit leichtere Luft über der Wasseroberfläche wird von der kalten nach oben verdrängt (=aufsteigende Nebelschwaden).

4. Nennen Sie zwei Beispiele von Konvektionsströmungen in der Natur – mögliche Antworten

- Bei der Kerzenflamme zieht die aufsteigende Luft die Flamme aufwärts in die Länge.
- Winde vom Meer zum Festland oder umgekehrt entstehen wegen unterschiedlicher Temperaturen zwischen Wasser und Land.
- Berg- und Talwinde bilden sich infolge unterschiedlicher Bodentemperaturen (bedingt durch den Wechsel zwischen Sonneneinstrahlung am Tag und Wärmeabstrahlung in der Nacht).
- Über einem Heizkörper steigt warme Luft auf.
- Heisse, aufsteigende Luft im Kamin bewirkt einen starken Sog.

Posten 5

Kälteempfinden

Posten 5: Kälteempfinden – Übersichtsblatt

Wer kennt nicht das Gefühl, nach einer körperlichen Anstrengung zu schwitzen, und dann, kaum hat man sich im Freien erholt, zu frieren? Was lässt uns oftmals die Lufttemperatur kälter erscheinen, als sie wirklich ist?

"Wo die schneidenden Winterstürme über's Land fegen, fallen die physikalischen Gesetze der Temperaturmessung als Mass der wahren Kälte aus. Der Mensch empfindet Kälte dann viel schlimmer." (Aus: Horst Eichler, 1984)

Sie sollen an einer Versuchsreihe herausfinden, wie die Windgeschwindigkeit, die Körperfeuchtigkeit und das Kälteempfinden zusammenhängen. Bei Unfällen im Gebirge zeigt sich immer wieder, dass die Wirkung der Kälte vielfach unterschätzt wird. Entscheidend für das Auftreten von Kälteschäden ist aber nicht die Umgebungs-, also die Lufttemperatur, sondern der Wärmeverlust des Körpers durch Wind und ungenügende Bekleidung. Sich im Freien richtig zu verhalten und keine Kälteschäden zu erleiden heisst, diese Zusammenhänge zu verstehen und zu beachten.

Ziel dieses Postens:

- Sie erkennen Zusammenhänge zwischen Windgeschwindigkeit, Körperfeuchtigkeit, Kälteempfinden und Körpertemperatur.
- Sie erkennen die Konsequenzen für die Praxis ziehen Rückschlüsse auf richtiges Verhalten im Freien, z. B. bei der Wahl der Bekleidung für das nächste Segel-, Wander- oder Snowboardwochenende.

Sozialform:

Partnerarbeit

Dauer:

25 Minuten

Arbeitsauftrag:

Sie finden an diesem Arbeitsplatz folgendes Material:

- Föhn
- Wasserbecken
- Flasche Medizinalalkohol
- Handtuch
- 1 Paar Handschuhe
- windundurchlässiges Stück Stoff
- Arbeitsblatt

⇒ Arbeiten Sie in Zweiergruppen. **Die Schülerin, welche mit dem Föhn arbeitet, darf unter keinen Umständen mit dem Wasser in Kontakt kommen! Wasser und Strom = Lebensgefahr!!!**

⇒ Der Föhn soll den Wind ersetzen. Wir arbeiten mit den Stufen schwach und stark.

A) trocken

Beginnen Sie den Versuch wie folgt:
Ihre Mitschülerin stellt den Föhn auf die kleinste Ventilationsstufe und auf "kalt" ein. Nun halten Sie die eine Hand vor die Windströmung und zwar so, dass Sie den Wind gerade noch spüren. Merken Sie sich:

a) wie Sie den Luftstrom empfinden (handwarm, kühl, angenehm ...)
b) den Abstand Föhn – Hand.

In den kommenden Teilversuchen werden Sie Ihr Empfinden an der Hand immer auf dieses Empfinden "trockene Hand, Wind schwach" beziehen und immer denselben Abstand Föhn – Hand benutzen.

Ihre Mitschülerin steigert nun die Windgeschwindigkeit auf "stark". Notieren Sie Ihr Empfinden an der Hand auf dem Arbeitsblatt.
Verwenden Sie folgende Zeichen:

gleich:	=
wärmer:	+
viel wärmer:	++
sehr viel wärmer:	+++
kälter:	–
viel kälter:	– –
sehr viel kälter:	– – –
usw.	

B) mit Wasser

Nun halten Sie Ihre Hand in das Wasserbad. Lassen Sie die Hand abtropfen und halte Sie sie feucht in den Windstrom, wieder bei Stufe "schwach" und im gewohnten Abstand. Notieren Sie Ihr Empfinden. Ihre Mitschülerin achtet darauf, dass sie nicht mit dem Wasser in Berührung kommt.

Ihre Mitschülerin steigert nun die Windgeschwindigkeit auf "stark". Notieren Sie Ihr Empfinden an der Hand auf dem Arbeitsblatt.

C) mit Alkohol, D) mit Handschuh, E) mit luftundurchlässigem Stoff

Nun machen Sie analog die drei weitere Versuche:
- Feuchten Sie die Hand mittels Watte mit Alkohol anfeuchten (C)
- Stecken Sie die Hand in den Handschuhe (D)
- Bedecken Sie dann die Hand mit dem luftundurchlässigen Stoff. (E)

⇒ Tip: Sollte es Ihnen schwerfallen, die Unterschiede im Empfinden an der Hand zu spüren, so lassen Sie jeweils die Handfläche trocken (als Vergleichsfläche) und feuchten Sie nur die Finger an. So können Sie den Luftstrom etwas schwenken und den Unterschied unmittelbar fühlen.

⇒ Wenn Sie alle Teilversuche durchgeführt haben, so wechseln Sie und Ihre Mitschülerin die Rollen. Wenn auch sie ihr Kälteempfinden notiert hat, so fahren Sie auf dem Arbeitsblatt mit der Beantwortung der Aufgaben fort.

Aufgaben:

1. Welchen Einfluss hat die Windstärke auf das Kälteempfinden? Weshalb?
2. Welchen Einfluss hat die Feuchtigkeit auf das Kälteempfinden? Weshalb?
3. Welche Schlüsse lassen sich aus diesem Versuch für die Praxis ziehen?
4. Berechnen Sie mit Hilfe der Tabelle, die Lufttemperatur, die ein Mensch empfindet, wenn das Thermometer –21°C misst und die Windgeschwindigkeit 40 km/h beträgt.

Massstab:

Die Aufgabe ist gut gelöst, wenn Sie….

…. verstanden haben, dass für das Gefühl „kalt haben“ nicht allein die Umgebungs-, also die Lufttemperatur, sondern vielmehr der Wärmeverlust des Körpers durch Wind und ungenügende Bekleidung verantwortlich ist.

…. Ihnen bewusst ist, dass Sie sich beim Packen für das nächste Segel-, Wander- oder Snowboardwochenende überlegen müssen, ob es windig sein könnte und Sie Ihre Bekleidung dementsprechend auswählen sollten.

Gegenstände / Material:

- Verlängerungskabel
- Föhn (Achtung im Umgang mit Wasser!)
- Wasserbecken
- Flasche Medizinalalkohol
- Watte oder Taschentücher
- Handtuch
- ein Paar Handschuhe
- windundurchlässiges Stück Stoff
- Arbeitsblatt

Posten 5: Kälteempfinden – Arbeitsblatt

	A) trocken	B) mit Wasser	C) mit Alkohol	D) mit Handschuh	E) mit luftundurch-lässigem Stoff
schwacher Wind					
starker Wind					

Aufgaben:

1. **Welchen Einfluss hat die Windstärke auf das Kälteempfinden? Weshalb?**

2. **Welchen Einfluss hat die Feuchtigkeit auf das Kälteempfinden? Weshalb?**

3. **Welche Schlüsse lassen sich aus diesem Versuch für die Praxis ziehen?**

4. **Berechnen Sie mit Hilfe der Tabelle, die Lufttemperatur, die ein Mensch empfindet, wenn das Thermometer –21°C misst und die Windgeschwindigkeit 40 km/h beträgt.**

	Lufttemperaturen in °C (unter Null)																
Windgeschwindigkeit in km/h	0	9	12	15	18	21	24	26	29	31	34	37	40	42	45	47	51
	8	12	15	18	21	24	26	29	31	34	37	40	42	45	47	51	54
	16	18	24	26	29	31	37	40	42	45	51	54	56	60	62	68	71
	24	24	29	31	34	40	42	45	51	54	56	62	65	68	73	76	79
	32	24	31	34	37	42	45	51	54	60	62	65	71	73	79	82	84
	40	29	34	37	42	45	51	54	60	62	68	71	76	79	84	87	93
	48	31	34	40	45	47	54	56	62	65	71	73	79	82	87	90	96
	56	34	37	40	45	51	54	60	62	68	73	76	82	84	90	93	98
	64	34	37	42	47	51	56	60	65	71	73	73	82	87	90	96	101
		Gefährlicher Bereich, in dem innerhalb einer Minute bei ungeschützten Körperteilen mit Erfrierungen gerechnet werden muss.						Sehr gefährlicher Bereich, in dem Erfrierungen schon innerhalb einer halben Minute eintreten können.									

In: Horst Eichler: Geographisches Hand- und Lesebuch für modernes Reisen. Touristbuch Reise- und Kunstgesellschaft: Hannover. 1984. S. 85

Posten 5: Kälteempfinden – Lösungsblatt

	A) trocken	B) mit Wasser	C) mit Alkohol	D) mit Handschuh	E) mit luftundurch-lässigem Stoff
schwacher Wind	Vergleichswert	–	– –	+	+
starker Wind	– –	– – –	– – – –	–	+

Aufgaben:

1. Welchen Einfluss hat die Windstärke auf das Kälteempfinden? Weshalb?

Je stärker der Wind, desto kälter ist das Empfinden.

Über der Haut liegt eine ganz dünne Wärmeschicht. Diese Wärmeschicht über der Haut wird durch den Wind weggeblasen und dadurch die Verdunstung von Wasser ab der Haut begünstigt.

2. Welchen Einfluss hat die Feuchtigkeit auf das Kälteempfinden? Weshalb?

Je feuchter die Haut ist, desto kälter ist auch das Empfinden. Offenbar ist das Kälteempfinden von der Flüssigkeit abhängig, denn mit Alkohol ist das Kälteempfinden noch kälter als mit Wasser.

Verdunstung von Feuchtigkeit kühlt. Diesen Effekt zeigt Alkohol sehr deutlich, der einen niedrigeren Siedepunkt als Wasser hat und daher leichter verdunstet.

3. Welche Schlüsse lassen sich aus diesem Versuch für die Praxis ziehen?

Um eine Ab- und schliesslich Unterkühlung im Freien zu verhindern, ist es ratsam ...
- windabweisende Kleidung zu tragen.
- keine feuchten Kleider auf der Haut zu tragen.
- die Haut vor direkter Windeinwirkung zu schützen.

4. Berechnen Sie mit Hilfe der Tabelle, die Lufttemperatur, die ein Mensch empfindet, wenn das Thermometer –21°C misst und die Windgeschwindigkeit 40 km/h beträgt.

Die Temperatur wird als –45°C empfunden, was für ungeschützte Körperteile gefährlich ist.

Posten 6

Albedo

Posten 6: Albedo – Übersichtsblatt

Ziel dieses Postens:

- Sie erfahren, dass unterschiedliche Farben das Licht unterschiedlich stark reflektieren.
- Ausserdem lernen Sie einige Beispiele von Albedo-Werten von verschiedenen Bodenbedeckungen kennen.

Sozialform:

Partnerarbeit

Dauer:

25 Minuten

Einführung:

Die Albedo-Theorie beruht auf der physikalischen Tatsache, dass unterschiedlich graue und unterschiedlich farbige Flächen das Licht verschieden stark zurückwerfen (reflektieren). Ein Augenmass für die Albedo ist dabei die Helligkeit einer Fläche.
In der Natur hat dieses Phänomen eine wichtige Auswirkung. Wenn die Sonne auf eine Fläche scheint, wärmt sich diese nicht nur auf, sondern auch die darüber liegende Luft.
Besonders eindrücklich ist die Erkenntnis, dass Schnee die meiste Wärme in den Weltraum zurückwirft. Deshalb kann sich die Kälte wesentlich länger halten, als wenn der Schnee schwarz wäre. Die Albedo-Wirkung ist ein Grund dafür, dass eine Eiszeiten schon bei deutlich geringeren Durchschnitts-Temperaturen eintreten kann, als dies ohne Albedo der Fall wäre.

Die Albedo kann auch technisch genutzt werden:
Weisse Hausflächen und Kleider vermeiden ein starkes Aufheizen, schwarze dagegen verhelfen zu Wärme.
Schwarze Flächen von Sonnenkollektoren oder Solaröfen sammeln mehr Wärme.

Arbeitsauftrag und Aufgaben:

- Führen Sie die Messungen gemäss Anleitung auf dem Arbeitsblatt durch und tragen Sie die Ergebnisse in die Lücke und die Tabelle ein.
- Rechnen Sie die dazugehörigen Albedowerte aus und tragen diese ebenfalls ein.
- Welche Schlussfolgerungen ziehen Sie aus den Messergebnissen?

Massstab:

Die Aufgabe ist erfüllt, wenn die gefundenen Werte nicht mehr als 10% von denjenigen auf dem Lösungsblatt abweichen.

Gegenstände / Material:

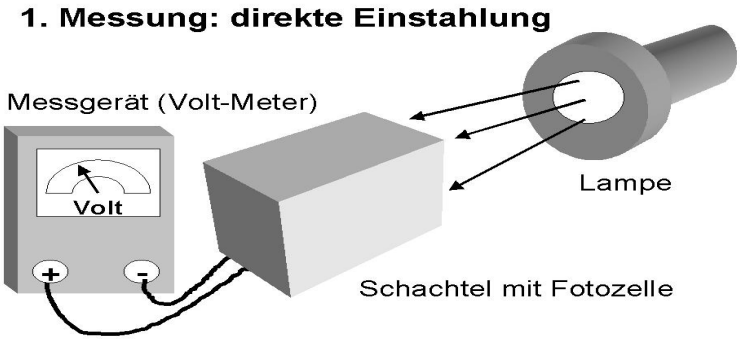
- Schachtel mit Solarzelle
- Messgerät (Volt-Meter)
- Farbige Blätter der Grösse A4 (schwarz, violett, blau, rot, grün, gelb, weiss)
- Sonnenlicht bei starker und zuverlässiger Einstrahlung, sonst künstliches Licht (Tischlampe).
- Taschenrechner
- Arbeitsblatt

Posten 6: Albedo - Arbeitsblatt

Messanleitung Albedo

1. Messung: direkte Einstrahlung

Zuerst wird das unreflektierte Licht (direkte oder diffuse Sonneneinstrahlung oder, sofern vorhanden, das direkte Licht einer Versuchslampe) gemessen.
Halten Sie zu dem Zweck die Öffnung der Schachtel mit der Fotozelle direkt in die Richtung der Sonnenstrahlung (oder der Lampe).

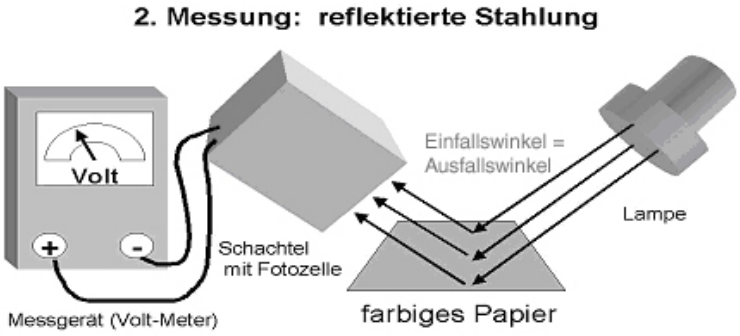


Lesen Sie nun die Spannung auf dem Messgerät ab und notiere Sie diese.

Spannung der Fotozellen bei unreflektiertem Licht = ... Volt.

2. Messung: reflektierte Strahlung

Halten Sie jetzt die Schachtel mit der Fotozelle (wie auf der Abbildung dargestellt) mit der Öffnung so über ein farbiges Blatt, dass kein direktes, sondern nur reflektiertes Licht in den Schlitz der Schachtel gelangt.



Notieren Sie die verschiedenen Spannungswerte, die mit den sieben unterschiedlich farbigen Unterlagen angezeigt werden (mittlere Spalte der Tabelle).

Farbe	Spannung (Volt)	Albedo (%)
Schwarz		
Violett		
Blau		
Rot		
Grün		
Gelb		
Weiss		

3. Berechnung der Albedo

Nun können Sie die Albedo ausrechnen:

$$\text{Albedo (\%)} = \frac{\text{Spannungsablesung bei reflektiertem Licht}}{\text{Spannungsablesung bei direktem Licht}} * 100\%$$

Tragen Sie die Resultate in die dritte Spalte der Tabelle ein.

4. Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen

Welche Schlussfolgerungen ziehen Sie aus den Messergebnissen? Stellen sie eine allgemein gültige Regel auf, nach dem Muster: Je ... desto ... .

Posten 6: Albedo – Lösungsblatt

Messung der direkten Einstrahlung und der reflektierten Strahlung / Berechnung der Albedo

Die Messung der direkten Sonneneinstrahlung und reflektierten Strahlung hängt von mehreren Faktoren ab (klarer Himmel oder Bewölkung, Messung in einem Gebäude oder im Freien). Die unten stehenden Spannungswerte können deshalb stark von den, im Versuch gemessenen Ergebnissen, abweichen.
Der Albedo-Wert sollte jedoch ähnlich sein, denn er ist das Verhältnis von Reflexion und Einstrahlung und dieses bleibt bei der Änderung der Lichtstärke gleich.

Bei der für dieses Lösungsblatt durchgeführten Messung der direkten Sonneneinstrahlung zeigte das Volt-Meter eine Spannung von 2 Volt an. Damit wurde die angegebene Albedo berechnet.

Farbe	Spannung	Albedo
Schwarz	0,2 Volt	**10%**
Violett	0,4 Volt	**20%**
Blau	0,6 Volt	**30%**
Rot	0,8 Volt	**40%**
Grün	0,9 Volt	**45%**
Gelb	1,0 Volt	**50%**
Weiss	1,1 Volt	**55%**

Dass keine höheren Albedowerte erreicht wurden (vor allem beim weissen Blatt), lässt sich zum Teil mit den Schwächen der Versuchseinrichtung und dem möglicherweise nichtlinearen Wirkungsgrad der Fotozellen erklären.

Zum Vergleich folgen hier einige ausgewählte (wissenschaftlich erhobene) Albedowerte bezüglich der Bodenbedeckung.

Bodenbedeckung	Albedo
Neuschnee	75 – 95%
Altschnee	40 – 70%
Sandboden	15 – 40%
Wiesen	12 – 30%
Wälder	5 – 20%
dunkler Ackerboden	7 – 10%
Wasserflächen	3 – 10%

Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen:

- Je dunkler eine bestrahlte Oberfläche ist, um so weniger reflektiert sie und desto kleiner ist ihre Albedo.
- Feuchte Oberflächen haben eine geringere Albedo als trockene, weil sie dunkler sind.

Posten 7

Wettergeräusche

Posten 7: Wettergeräusche – Übersichtsblatt

Donner, Sturmgeheul, das regelmässige Plätschern des Regens, das Knistern des Schnees unter den Füssen bei einem winterlichen Spaziergang: Das Wetter hat unzählige Geräuschnuancen, die wir im Alltag meist kaum mehr wahrnehmen. In den folgenden 25 Minuten haben Sie Gelegenheit bewusst einigen Wettergeräuschen zuzuhören. Dazu nehmen Sie ein Kassettengerät zur Hilfe. Vielleicht spornt dieser Posten Sie auch dazu an, heute auf dem Heimweg wieder einmal die Geräusche auf Ihrem Schulweg bewusster wahrzunehmen.

Ziel dieses Postens:

Sie lernen Wettergeräusche, die uns tagtäglich umgeben, bewusst wahrzunehmen. Sie erkennen, dass Geräusche Assoziationen wecken können und uns so – wie auch Tast-, Geruch-, und Sehsinn – entscheidende Information geben können.

Sozialform:

Arbeit in Dreiergruppen

Dauer:

25 Minuten

Arbeitsauftrag und Aufgaben:

Als Arbeitsmaterial stehen Ihnen 14 Bildkärtchen, 14 Titelkärtchen, 14 Nummerkärtchen und ein Kassettengerät mit einer Kassette mit 14 Wettergeräuschen zur Verfügung. In den folgenden 25 Minuten haben Sie Gelegenheit ein Bild – Gehör – Memory zu lösen. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

A. Ordnen Sie die 14 Titelkärtchen den 14 Bildkärtchen zu. Die Titelkärtchen beschreiben, das zum Bildkärtchen gehörige Wettergeräusch.
B. Spielen Sie die Kassette mit den 14 Wettergeräuschen ab. Jedes der 14 Geräusche wird nur einmal abgespielt, mit einer längeren Pause vor dem nächsten Geräusch. Ordnen Sie die 14 Bildkärtchen den einzelnen Wettergeräuschen zu. Legen sie dabei das Nummerkärtchen „Wettergeräusch 1“ dem entsprechenden Wetterbild zu, das Nummerkärtchen „Wettergeräusch 2“ dem entsprechenden Wetterbild zu usw.

Massstab:

Die Aufgabe haben Sie gut gelöst, wenn Sie 11 der 14 Wettergeräusche richtig erkannt haben.

Gegenstände / Material:

- 14 Bildkärtchen
- 14 Titelkärtchen
- 14 Nummerkärtchen
- Kassettengerät mit Kassette mit 14 Wettergeräuschen
- Arbeitsblatt

!!! Bitte spulen Sie die Kassette an den Anfang zurück, wenn Sie den Posten fertig gelöst haben. Sortieren Sie die Kärtchen nach erledigter Arbeit die Kärtchen wieder in Bild- und Titelkärtchen !!!

Posten 7: Wettergeräusche – Arbeitsblatt

Arbeitsauftrag und Aufgaben:

Als Arbeitsmaterial stehen Ihnen an diesem Posten folgendes Material zur Verfügung:

- 14 Bildkärtchen
- 14 Titelkärtchen
- 14 Nummerkärtchen
- ein Kassettengerät mit einer Kassette mit 14 Wettergeräuschen

In den folgenden 25 Minuten haben Sie Gelegenheit ein Bild – Gehör – Memory zu lösen. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

A. Ordnen Sie die 14 Titelkärtchen den 14 Bildkärtchen zu. Die Titelkärtchen beschreiben, das zum Bildkärtchen gehörige Wettergeräusch.
B. Spielen Sie die Kassette mit den 14 Wettergeräuschen ab. Jedes der 14 Geräusche wird nur einmal abgespielt, mit einer längeren Pause vor dem nächsten Geräusch. Ordnen Sie die 14 Bildkärtchen den einzelnen Wettergeräuschen zu. Legen sie dabei das Nummerkärtchen „Wettergeräusch 1“ dem entsprechenden Wetterbild zu, das Nummerkärtchen „Wettergeräusch 2“ dem entsprechenden Wetterbild, usw.

Bevor Sie Ihr Bild – Gehör – Memory wieder auseinander nehmen, holen Sie das Lösungsblatt und vergleichen es mit Ihrer Lösung. Bitte das Lösungsblatt wieder zur Lehrerin zurückbringen.

!!! Bitte spulen Sie die Kassette an den Anfang zurück, wenn Sie den Posten fertig gelöst haben. Sortieren Sie die Kärtchen nach erledigter Arbeit die Kärtchen wieder in Bild- und Titelkärtchen !!!

Posten 7: Wettergeräusche – Lösungsblatt

Wettergeräusch 1
Titelkärtchen / Geräusch : Sturm: Heulen des Windes, Krachen von Bäumen
Bild: Sturmschaden, abgeknickte Fichten

Wettergeräusch 2
Titelkärtchen / Geräusch: Wolkenbruch: schweres Regenprasseln
Bild: Ein alter Bauernkarren im Regen

Wettergeräusch 3
Titelkärtchen / Geräusch: Dauerregen: gleichmässiges Regenprasseln
Bild: Bunte Regenschirme

Wettergeräusch 4
Titelkärtchen / Geräusch: Sonnenaufgang: Vogelgezwitscher, sonntägliches Kirchengeläut
Bild: Ein Sonnenaufgang über taubedeckter Wiese

Wettergeräusch 5
Titelkärtchen / Geräusch: Nacht: Mitternachtsglocken
Bild: Der Mond steht über einem einsamen Baum

Wettergeräusch 6
Titelkärtchen / Geräusch: Gewitter: Regen, Donnergrollen und Blitzschlag
Bild: Blitze am Gewitterhimmel

Wettergeräusch 7
Titelkärtchen / Geräusch: Hagel: Prasseln von harten Hagelkörnern
Bild: Hagelkörner im Blumenbeet

Wettergeräusch 8
Titelkärtchen / Geräusch: Brandung bei Flut
Bild: Wellen schlagen gegen eine Uferbefestigung

Wettergeräusch 9
Titelkärtchen / Geräusch: Schnee: Schneeschaufeln
Bild: Ein Mann beim Schneeschaufeln vor dem Haus

Wettergeräusch 10
Titelkärtchen / Geräusch: Lawine: grollender Abgang einer Lawine
Bild: Ein Lawinenfeld

Wettergeräusch 11
Titelkärtchen / Geräusch: Nebel: Nebelhörner von Schiffen
Bild: Schiff im Nebel

Wettergeräusch 12
Titelkärtchen / Geräusch: Sommer: sommerliche Waldgeräusche
Bild: Ein sonnendurchfluteter Buchenwald

Wettergeräusch 13
Titelkärtchen / Geräusch: Tauwetter: herabtropfendes Tauwasser
Bild: Ein schmelzender Eiszapfen

Wettergeräusch 14
Titelkärtchen / Geräusch: Waldbrand: Knistern des brennenden Unterholzes
Bild: Brennender Wald

Titelkärtchen - Wettergeräusche

Sturm: Heulen des Windes, Krachen von Bäumen

Wolkenbruch: schweres Regenprasseln

Dauerregen: gleichmässiges Regenprasseln

Sonnenaufgang: Vogelgezwitscher, sonntägliches Kirchengeläut

Nacht: Mitternachtsglocken

Gewitter: Regen, Donnergrollen und Blitzschlag

Hagel: Prasseln von harten Hagelkörnern

Brandung bei Flut

Schnee: Schneeschaufeln

Lawine: grollender Abgang einer Lawine

Nebel: Nebelhörner von Schiffen

Sommer: sommerliche Waldgeräusche

Tauwetter: herabtropfendes Tauwasser

Waldbrand: Knistern des brennenden Unterholzes

Nummerkärtchen - Wettergeräusche

Wettergeräusch 1
Wettergeräusch 2
Wettergeräusch 3
Wettergeräusch 4
Wettergeräusch 5
Wettergeräusch 6
Wettergeräusch 7
Wettergeräusch 8
Wettergeräusch 9
Wettergeräusch 10
Wettergeräusch 11
Wettergeräusch 12
Wettergeräusch 13
Wettergeräusch 14

Posten 8

Kondensation

Posten 8: Kondensation – Übersichtsblatt

Kondensation bezeichnet den Übergang vom gas- beziehungsweise dampfförmigen in den flüssigen Zustand.

Ziel dieses Postens:

Sie erkennen, dass unsere scheinbar trockene Umgebungsluft eine beträchtliche Menge Wasser enthält.

Sozialform:

Partnerarbeit

Dauer:

15 Minuten

Einführung:

Die Temperatur, auf die sich das Gemisch Luft-Wasserdampf abkühlen muss, damit die Luft mit der vorhandenen Wasserdampfmenge gerade gesättigt ist und Kondensation einzusetzen beginnt, nennt man Taupunkt.
Wird Luft mit 15°C und 50% relativer Feuchte abgekühlt, erreicht man den Taupunkt bei etwa 5°C.
Wird Luft mit 15°C und 80% relativer Feuchte abgekühlt, erreicht man den Taupunkt bei etwa 12°C.
Und bei einer Feuchte von 100% entspricht der Taupunkt der aktuellen Temperatur von 15°C.
Der Taupunkt liegt also um so niedriger, je trockener die Luft ist. Kühlt die Luft unter den Taupunkt ab, kommt es zur Nebel- bzw. Wolkenbildung (Kondensation).
Im Wetterdienst wird meist die Taupunktdifferenz (Differenz zwischen Lufttemperatur und Taupunkt) als Mass für die Luftfeuchtigkeit verwendet.

Arbeitsauftrag:

- Nehmen Sie eine Glasflasche aus dem Gefrierfach des Kühlschrankes. (Wo ein Kühlschrank fehlt kann man eisgekühlte Flaschen in einer Kühlbox in den Unterricht bringen)
- Trocknen Sie diese mit dem Lappen sauber ab.
- Nun stellen Sie die getrocknete Flasche auf den Tisch und beobachten sie.

Aufgaben:

- Schreiben Sie alles auf was sie beobachtet haben, auch wenn es Ihnen banal erscheint. Was ist die Ursache für den beobachteten Sachverhalt?
- Welche Vorkommnisse aus dem Alltag kennen Sie, die dieses Phänomen auch zeigen (2 Beispiele)?
- Nennen Sie zwei ähnliche Beispiele aus der Natur, die mit dem Wetter in Verbindung gebracht werden können.

Massstab:

Die Aufgabe ist erfüllt, ...
... wenn eine sinnvolles Beobachtungsergebnis aufgeschrieben wurde,
... wenn wenigstens ein natürlicher Kondensationsvorgang genannt wird,
... wenn wenigstens zwei Beispiele in Bezug auf das Wetter auf dem Arbeitsblatt stehen.

Gegenstände / Material:

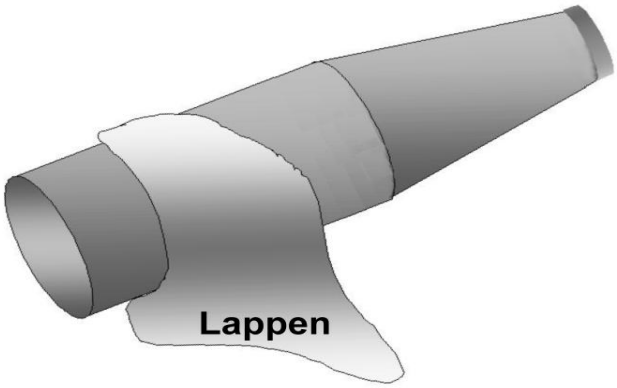
- Glasflasche
- Putzlappen
- Kühlschrank mit Gefrierfach
- Arbeitsblatt

Posten 8: Kondensation – Arbeitsblatt

Arbeitsauftrag:

- Nehmen Sie eine Glasflasche aus dem Gefrierfach des Kühlschrankes (oder aus der Kühlbox).
- Trocknen Sie diese mit dem Lappen sauber ab.
- Nun stellen Sie die getrocknete Flasche auf den Tisch und beobachten sie.

Flasche trocknen und beobachten



Aufgaben:

- Schreiben Sie alles auf was sie beobachtet haben, auch wenn es Ihnen banal erscheint. Was ist die Ursache für den beobachteten Sachverhalt?

- Welche Vorkommnisse aus dem Alltag kennen Sie, die dieses Phänomen auch zeigen (2 Beispiele)?

- Nennen Sie zwei ähnliche Beispiele aus der Natur, die mit dem Wetter in Verbindung gebracht werden können.

Posten 8: Kondensation – Lösungsblatt

Schreiben Sie alles auf was sie beobachtet haben, auch wenn es Ihnen banal erscheint. Was ist die Ursache für den beobachteten Sachverhalt?

Die Luft, die uns normalerweise umgibt, erscheint uns trocken. Trotzdem – wenn wir eine kalte Flasche aus dem Gefrierfach nehmen, beschlägt sie sich sofort.
Die Flasche wird nach dem Abtrocknen sofort wieder feucht. Sie beschlägt immer wieder bis sie annähernd die Zimmertemperatur erreicht hat.

Das Gemisch Luft-Wasserdampf kühlt auf der Flasche (im Schulzimmer) bis zum Taupunkt ab. Kondensation setzt ein, was in Form der Wassertröpfchen auf der Flaschenoberfläche sichtbar wird.

„Welche Vorkommnisse aus dem Alltag kennen Sie, die dieses Phänomen auch zeigen?“ – mögliche Beispiele:

- Tropfenbildung im Kühlschrank (feuchtwarme Kühlschrankluft kondensiert auf der Kühlschrankinnenseite.)
- „Nebelbildung“ beim Ausatmen an kalten Wintertagen.
- Feuchtigkeit an kalten Wänden, besonders im Winter in schlecht isolierten Häusern.
- Brillen beschlagen, wenn man an kalten Wintertagen von Aussen in einen warmen Raum kommt.

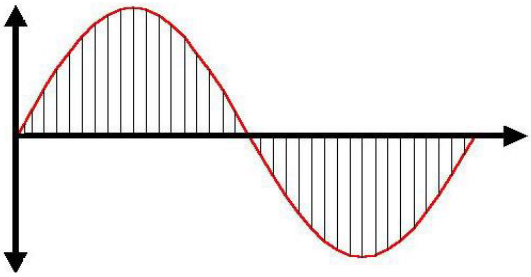
„Nennen Sie zwei ähnliche Beispiele aus der Natur, die mit dem Wetter in Verbindung gebracht werden können“ – mögliche Antworten

- Nebelbildung durch Abkühlung von feuchter Luft. Beispiel: Der Zürichsee dampft an kalten Herbstmorgen. Erklärung: Das Wasser ist wärmer als die darüber liegende Luft. Die unterste Luftschicht nimmt Wärme und verdunstenden Wasserdampf auf. Die nun warme Luft steigt auf. Sie durchdringt kältere Luftschichten und kühlt sich ab. Zwangsläufig kondensiert die Luftfeuchtigkeit und das zeigt sich als Nebelschwaden.
- Warme Luft steigt auf, kühlt dabei ab. Wolken bilden sich, bis hin zum Ausregnen.
- Taubildung in der Nacht: Die Feuchtigkeit der Luft kondensiert (infolge abnehmender Temperatur) und schlägt sich auf den Pflanzen nieder.
- An eiskalten Tagen blitzt es an den Stromabnehmern der Eisenbahn. Zuvor ist an den Drähten Luftfeuchtigkeit kondensiert und gefroren. Das Eis verschlechtert den Kontakt zwischen Bügel und Draht. In der Folge bilden sich Lichtbogen (Blitze).

Posten 9

Sonneneinstrahlung

Posten 9: Sonneneinstrahlung – Übersichtsblatt



Ziel dieses Postens:

- Die SchülerInnen erspüren den qualitativen Temperaturunterschied zwischen zwei Flächen die unter verschiedenen Winkeln angestrahlt werden.
- Sie erkennen, dass der Einstrahlwinkel sehr bedeutungsvoll für die Erwärmung des Bodens und damit des Klimas ist.
- Sie überlegen, wo in der Natur dieses physikalische Phänomen vorkommt und welche Auswirkungen und Wichtigkeit es für unser Leben hat.

Sozialform:

Arbeit in Dreiergruppen

Dauer:

25 Minuten

Einführung:

Der Tagestemperaturverlauf, die Temperaturunterschiede von Sommer zum Winter und die Abnahme der Temperatur vom Äquator zu den Polen, sie alle beruhen vor allem auf dem zu- oder abnehmenden Einfallswinkel der Sonneneinstrahlung.
Als extreme Beispiele können von Ost nach West verlaufenden Täler betrachtet werden (Wallis, Engadin). Dort erhalten die nach Süden gerichteten Bergflanken im Winter mehr Sonnenstrahlung als die Nordhänge im Sommer. Demzufolge finden wir in diesen Tälern auf gegenüberliegenden Hängen eine völlig unterschiedliche Flora und Fauna.

Arbeitsauftrag:

- Richten Sie den Infrarot-Strahler zwei Minuten lang in der vorgeschriebenen Richtung auf die beiden Flächen (Skizze beachten). Der Infrarot-Strahler symbolisiert dabei die Sonne. Er strahlt jedoch nur einen Teil des Lichtspektrums der Sonne aus.
- Lesen Sie in Minutenabständen (ohne die Lampe auszuschalten) die Temperatur auf den beiden Flächen ab. Tragen Sie Ihre Resultate in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt ein und berechnen Sie die Temperaturdifferenz.
- Schalten Sie nach Ihrer letzten Messung nach 10 Minuten die Lampe aus. Berühren Sie die Oberfläche der bestrahlten Flächen mit der Hand. Spüren Sie den mit dem Thermometer gemessenen Temperaturunterschied?

Aufgaben:

1. Schreiben Sie Ihre Beobachtungen auf.
2. Welche Erkenntnis vermittelt Ihnen der Versuch?
3. Kann man allgemeingültige Aussagen über Sonneneinstrahlung und Bodenerwärmung ableiten?
4. Übertragen Sie ihre Erkenntnis auf die Erde als Kugel. Gibt es in der Natur ähnliche Prozesse?

Massstab:

Die Aufgabe ist erfüllt, ...
... wenn Sie Ihre Beobachtungen verständlich geschildert haben.
... wenn der Zusammenhang vom Einfallswinkel des Lichts und der Erwärmung der Flächen erkannt wurde.
... wenn die gewonnene Erkenntnis sinnvoll auf die Sonneneinstrahlung übertragen wurde.
... wenigstens ein in der Natur vorkommendes Beispiel auf dem Blatt steht.

Gegenstände / Material:

- zwei schwarze Bretter, eines flach liegend, das andere unter 45° abgewinkelt.
- zwei gleiche Metallbleche
- zwei schnell reagierende (elektrische) Thermometer
- zwei Wäscheklammern
- eine Infrarot-Lampe
- eine Halterung für die Lampe
- Arbeitsblatt

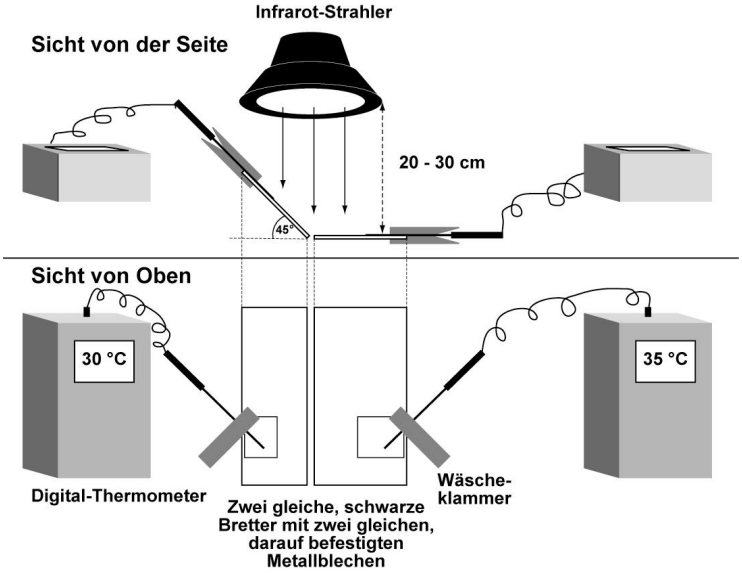
Posten 9: Sonneneinstrahlung – Arbeitsblatt

Wichtige Hinweise:

- Der Infrarot-Strahler wird heiss. Bitte seien Sie entsprechend vorsichtig.
- Tragen sie Sorge zur Lampe. Sie erträgt fast keine Erschütterung.

Arbeitsauftrag:

- Richten Sie den Infrarot-Strahler zwei Minuten lang in der vorgeschriebenen Richtung auf die beiden Flächen (Skizze beachten). Der Infrarot-Strahler symbolisiert dabei die Sonne. Er strahlt jedoch nur einen Teil des Lichtspektrums der Sonne aus.
- Lesen Sie in Minutenabständen (ohne die Lampe auszuschalten) die Temperatur auf den beiden Flächen ab. Tragen Sie Ihre Resultate in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt und berechnen Sie die Temperaturdifferenz.
- Schalten Sie nach Ihrer letzten Messung nach 10 Minuten die Lampe aus. Berühren Sie die Oberfläche der bestrahlten Flächen mit der Hand. Spüren Sie den mit dem Thermometer gemessenen Temperaturunterschied?



Minuten	Einstrahlungswinkel 90° Temperatur	Einstrahlungswinkel 45° Temperatur	Temperaturunterschied
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Aufgaben:

1. Schreiben Sie Ihre Beobachtungen auf.

2. Welche Erkenntnis vermittelt Ihnen der Versuch?

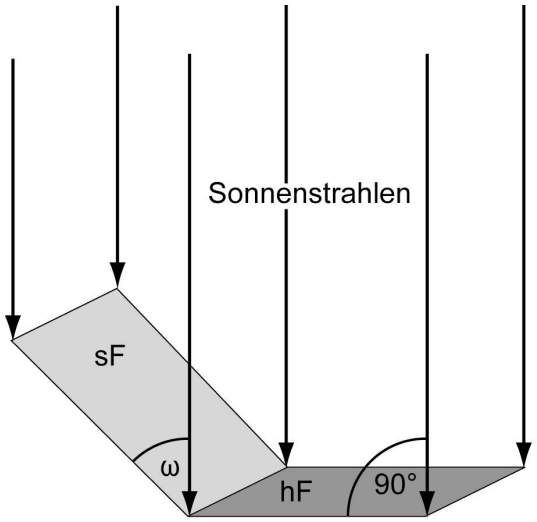
3. Kann man allgemeingültige Aussagen über Sonneneinstrahlung und Bodenerwärmung ableiten?

4. Übertragen Sie ihre Erkenntnis auf die Erde als Kugel. Gibt es in der Natur ähnliche Prozesse?

Posten 9: Sonneneinstrahlung – Lösungsblatt

Wegen der Kugelform der Erde trifft die Sonnenstrahlung unter sehr verschiedenen Winkeln auf die Erdoberfläche auf (90 Grad bis 0 Grad) Deshalb erwärmt sich der Boden in Äquatornähe viel stärker als in höheren geographischen Breiten. In vergleichbarer Weise findet man auch grosse Unterschiede zwischen Nordhängen, Talsole und nach Süden gerichteten Bergflanken.

Erläuterung zum Zusammenhang zwischen Sonneneinstrahlung und der Sinus-Kurve (auf dem Titelblatt). Wenn der Einstrahlungswinkel der Sonne kontinuierlich von 90 Grad gegen 0 Grad abnimmt, dann vermindert sich die Wärmeaufnahme der bestrahlten Fläche nicht linear sondern sinus-förmig.



Energieaufnahme

$EsF = EhF * \sin \omega$

EhF = Energieaufnahme (Erwärmung) der horizontal liegenden Fläche hF, welche von der Sonne unter dem 90° Winkel bestrahlt wird.
EsF = Energieaufnahme (Erwärmung) der schrägen Fläche sF.
ω = Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die schräge Fläche sF

Aus der Formel folgt, dass die Änderung des Einfallswinkels von 80 auf 70 Grad eine wesentlich kleinere Erwärmungseinbusse mit sich bringt, als wenn der Einfallswinkel beispielsweise von 30 auf 20 Grad abnimmt. (Vergleichen Sie mit der abgebildeten Sinus-Kurve auf dem Übersichtsblatt zu Posten 9)

Die Berechnung der Sonneneinstrahlung kann bei der Einrichtung von Sonnenkollektoren, Solarzellen oder anderen von der Sonnenbestrahlung abhängigen Anlagen wichtig sein.

Minuten	Einstrahlungswinkel 90° Temperatur	Einstrahlungswinkel 45° Temperatur	Temperaturunterschied
0	21.3	21.5	-0.2
1	33.3	28.2	5.1
2	35.8	30.1	5.7
3	37.3	31.4	5.9
4	38.6	32.3	6.3
5	39.4	33.0	6.4
6	40.6	33.6	7.0
7	41.0	34.1	6.9
8	41.4	34.5	6.9
9	42.0	34.8	7.2
10	42.6	35	7.6

Die absolut gemessenen Ergebnisse können deutlich von den hier eingetragenen abweichen. Die Messwerte hängen vom Material und der Grösse der Bleche ab, von der Wärmekraft des Infrarot-Strahlers und vom Abstand des Infrarot-Strahlers zu den Blechen, sowie vom Material der Temperatursonden.

1. **Schreiben Sie Ihre Beobachtungen auf.**

Das flachliegende Brett wird wärmer an als das schräg gestellte.

2. **Welche Erkenntnis vermittelt Ihnen der Versuch?**

Wenn gleichartige Flächen (mit derselben Albedo) verschiedene Winkel zum einfallenden Licht aufweisen, so erwärmen sie sich verschieden stark.

3. **Kann man allgemeingültige Aussagen über Sonneneinstrahlung und Bodenerwärmung ableiten?**

Der Einfallswinkel des Lichtes ist im Versuch sehr entscheidend. Deshalb kann man davon ableiten, dass auch der Winkel, unter dem die Sonnenstrahlung auf die Erde fällt, einen starken Einfluss auf die Erwärmung der beschienenen Flächen hat.

4. **Übertragen Sie ihre Erkenntnis auf die Erde als Kugel. Gibt es in der Natur ähnliche Prozesse – mögliche Antworten**

- In den niederen Breiten der Erdkugel ist die Jahresdurchschnittstemperatur wesentlich höher als in den hohen Breiten. Der Sonneneinfallswinkel ist dort grösser als in der gemässigten oder Polarzone. Scheint die Sonne, so wird es am Äquator heiss, an den Polen aber bleibt es auch an Sonnentagen kalt.
- Im Winter steht die Sonne ausserhalb der Tropenzone nie hoch am Himmel. Deshalb fallen Strahlen unter einem sehr flachen Winkel auf den Boden. Sie vermögen in nur wenig zu erwärmen.
- Ein Südhang erwärmt sich bedeutend stärker als ein Nordhang.

Hinweise für den Lehrer

Posten 1: Wetter online

Vor der Stunde muss ein file mit dem Namen „Wetter online“ auf den Desktop kopiert werden. Dieses enthält alle für die SchülerInnen nützlichen Wetterlinks.

Wetterlinks

http://www.meteoschweiz.ch/de/
http://www-imk.physik.uni-karlsruhe.de/~muehr/wetter.html
http://www.kzu.ch/fach/gg/links/linkswetterkarten.html
http://www.dkrz.de/sat/sat99.html
http://worldclimate.com/
http://saevert.de/index.html
http://www.wetteronline.de/
http://www.wetterzentrale.de/
http://www.wetterlinks.de/wetterlage.html
http://www.bauernregeln.de/
http://www.altmuehltal.de/kelheim/bauernre.htm
http://www.nottingham.ac.uk/meteosat/
http://www.intellicast.com/ (Wetter Amerika)
http://www.dwd.de/ (Wetter Deutschland)

Allgemeine Suchmaschienen:

http://www.google.ch/
http://www.ask.co.uk/
http://www.looksmart.com/
http://www.lycos.com/
http://www.overture.com/

Posten 2: Wie funktioniert ein Höhenmesser

In dieser Wetterwerkstatt wurden die Zahlenwerte der Luftdruckangabe „Ausserhalb des Tiefkühlbeutels“ und „Im Tiefkühlbeutel bei schwachem / mittel starkem / starkem Druck“ für das Beispiel Universität Zürich, 450 m.ü.M, angegeben. Bei der Verwendung dieser Wetterwerkstatt muss dieser Zahlenwert sowohl auf dem Arbeits- als auch dem Lösungsblatt auf den Wert des eigenen Schulhauses angepasst werden.

Posten 3: Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken

1) Zur Vorbeugung eines Zimmerbrandes muss für diesen Posten ein Eimer Wasser oder ein Feuerlöscher als Brandschutz bereitgestellt werden.

2) Falls diese Wetterwerkstatt in einer Arbeitswoche zum Einsatz kommt, kann das Spiralenexperiment durch den Bau eines Würfelballons aus Seidenpapier ersetzt werden. Der Bau eines Würfelballons beansprucht jedoch einiges an Zeit und ist im Rahmen des regulären Werkstattunterrichts zu zeitintensiv.

Bauanleitung für den Würfelballon:

Material:

- 19 Bogen Seidenpapier (75 cm x 50 cm)
- 1 Tube Alleskleber
- 1 Schere
- 1 schwarzer Filzschreiber
- 1 langes Lineal
- etwas Draht (z.B. Blumendraht)
- Watte
- Brennspiritus

Bauanleitung:

1. Aus 4 Bögen Seidenpapier wird jeweils eine Seitenwand geklebt: ca. 100 cm x 150 cm. Sie benötigen vier Seitenwände.

2. Aus 3 Bögen Seidenpapier wird die Deckfläche 100 cm x 100 cm zusammengeklebt.

3. Die vier Seitenwände werden abgeschrägt. Achten Sie darauf, dass Sie mit dem Filzstift keine Löcher machen.

4. Die vier Wände werden an der längsten Seite verbunden.

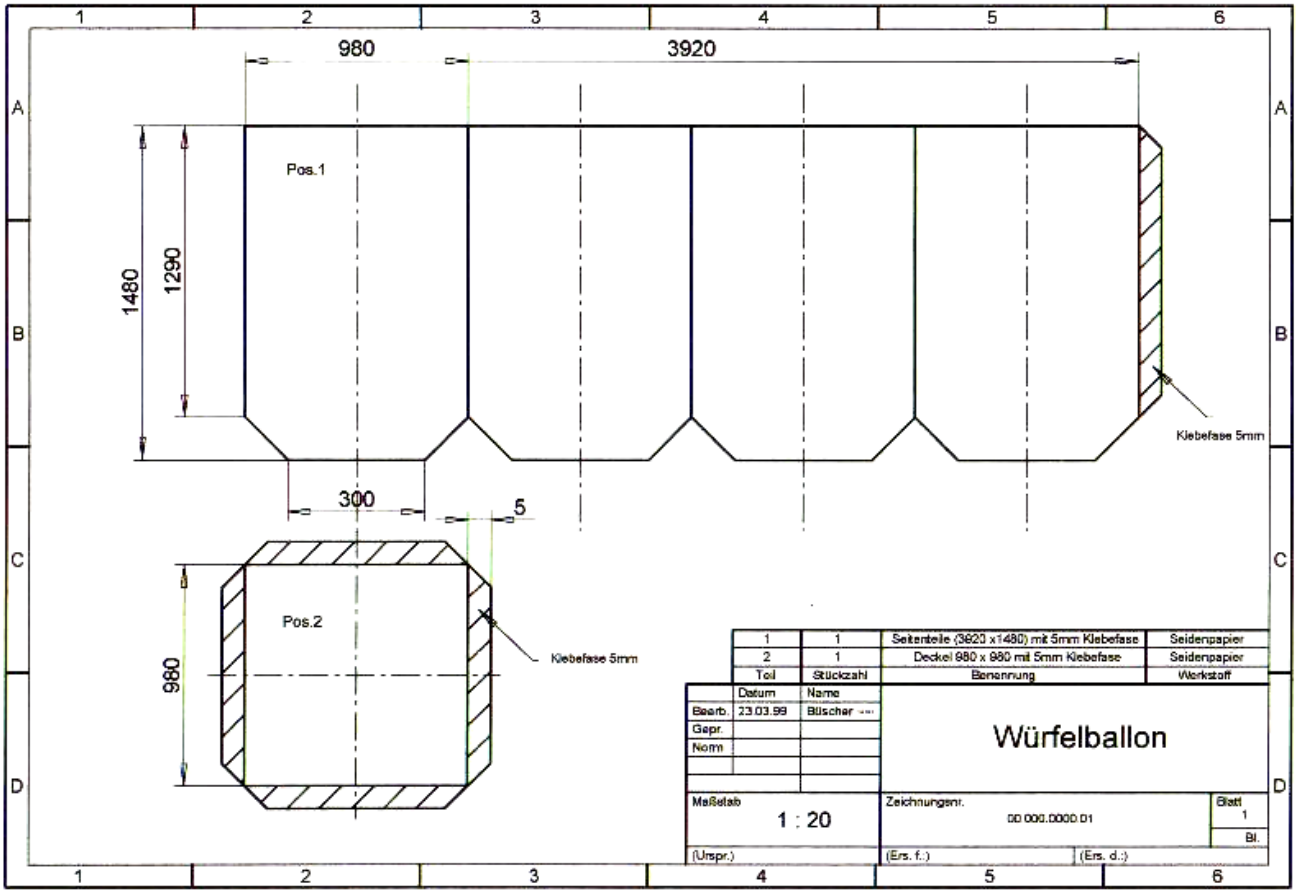
5. Verbinden Sie die Schachtseiten. Achten Sie auf den Übergang vom Würfel zum Schacht.

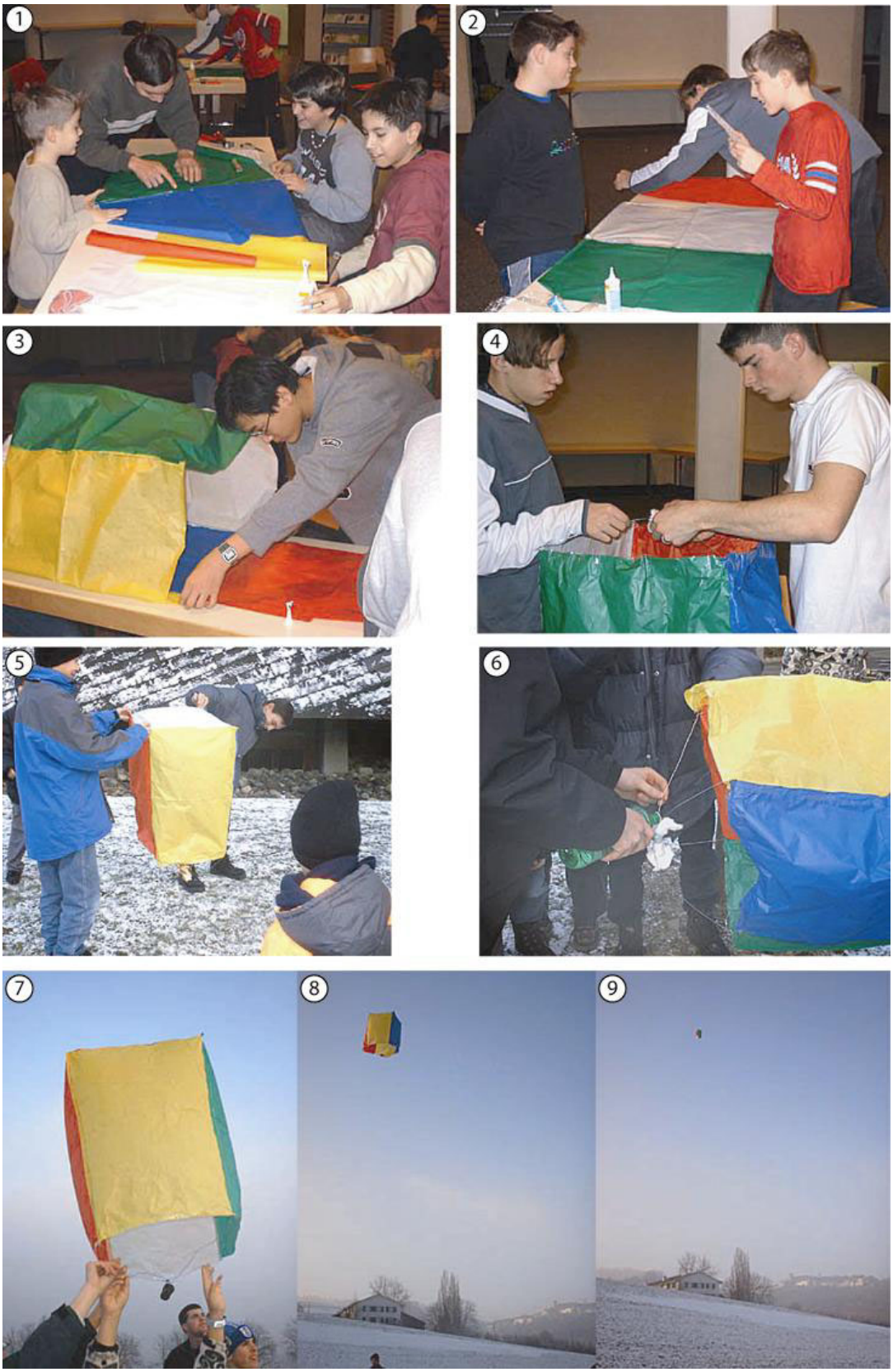
6. Kleben Sie die Deckfläche an.

7. Der Ballon lässt sich mit einem Draht, der in das Schachtende eingefaltet und geklebt wird, zentrieren. Das Gewicht muss genau in der Mitte liegen. Nur wenn der Schwerpunkt des Ballons ziemlich weit unten liegt, steigt er hoch, ohne zu kippen und damit Feuer zu fangen.

8. Kurz bevor Sie den Seidenpapierballon steigen lassen: Tränken Sie die Watte mit Brennspiritus. Befestigen Sie die Watte mit Draht unterhalb des Schwerpunktes des Ballons. Viel Glück beim Ballonflug!

Quelle: http://www.arr-witten.de/arr/projekte/ballon/heissluftballon.htm

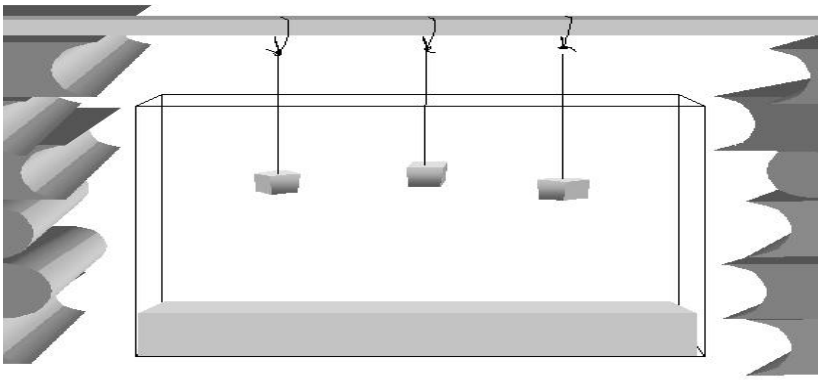




Quelle:
http://home.pages.at/jubla-dielsdorf/050102.html
http://home.pages.at/jubla-dielsdorf/

Posten 4: Wolkenbildung und Konvektion

Jede Schülergruppe benötigt für diesen Posten mindestens drei Eiswürfel, in denen eine Schnur eingefroren ist. Diese sind rechtzeitig vorzubereiten damit das Wasser gefrieren kann.
Einige Stunden vor Beginn der Werkstatt muss daher die benötigte Anzahl Schnurstücke geschnitten werden. Ihre Länge sollte etwa 20 cm betragen (entsprechend der Abbildung). An einem Ende jedes Schnurstückes wird eine Schlinge geknüpft. Das andere spitze Ende der Schnüre wird in die wassergefüllten Abteile eines Eiswürfelgefässes gelegt. Es ist darauf zu achten, dass die heraushängenden Schnüre im Gefrierfach trocken liegen, damit sie nicht anfrieren.



Posten 5: Kälteempfinden

Der Föhn, der für diese Aufgabe gebraucht wird muss verschiedene Stärkestufen haben und auch die Möglichkeit bieten, Kaltluft auszublasen.

Posten 6: Albedo

Vor der Stunde muss die Messbox nach folgender Anleitung gebaut werden:

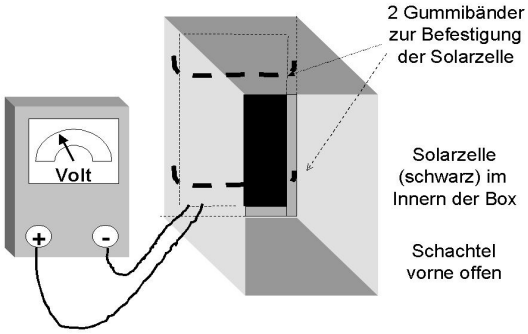
Solarzelle

Besorgen Sie sich eine Solarzelle. Sie sind in jedem Elektronik-Kleinmaterial-Laden erhältlich. Solche Läden findet man in allen grösseren Städten. Versandhäuser für Elektronik-Bestandteile bieten sich als weiter Möglichkeit an. Beim Kauf sollten Sie darauf achten, dass die Solarzelle eher auf die Lieferung einer hohen Spannung als auf die Erzeugung von viel Strom ausgelegt ist. Für eine problemlose Durchführung des Versuchs genügt es, wenn die Zelle bei normaler Beleuchtung ein bis drei Volt Spannung erzeugt.

Box

Nehmen Sie eine längliche Kartonschachtel, deren Bodenfläche wenig grösser ist als die Solarzelle. Entfernen sie die Deckelfläche der Schachtel. (Die Box soll möglichst tief werden.) Bohren Sie ein kleines Loch in die Bodenfläche der Schachtel (kommt unter der befestigten Solarzelle zu liegen), damit die zwei elektrischen Drähte der Solarzelle nach Aussen zum Messgerät geführt werden können. Befestigen sie innen auf der Bodenfläche die Solarzelle. Das kann mit zwei Gummibändern, kurzen Drähten oder Schnüren geschehen.

Vorrichtung zur Messung der Albedo



Volt-Meter

Borgen Sie sich im Physiklabor Ihrer Schule ein robustes Messgerät. Ein möglichst einfaches Gerät mit wenig Einstellmöglichkeiten hilft Probleme durch Fehlbedienungen zu vermeiden.

Lichtquelle

Sonnenlicht eignet sich bei zuverlässiger Einstrahlung (bei wolkenlosen Himmel). Regelmässiger strahlt eine normale Lampe.
Sie sollte robust sein und ein gutes Stehvermögen aufweisen.

Posten 7: Wettergeräusche

1) Die Kassette / CD „Wettergeräusche-Spiel“ sowie die Bildkärtchen können bezogen werden bei:

© Verlag an der Ruhr, 1997
ISBN 3-98072-252-2
Best.-Nr. 2252
15.30 € (Deutschland), 15.70 € (Österreich), 26.80 SFr. (Schweiz)

Bestelladresse:
Verlag an der Ruhr
Alexanderstr. 54
45422 Mühlheim an der Ruhr

Tel.: 0208/49 50 40
Fax: 0208/495 0 495

Email: bestellung@verlagruhr.de
http://www.verlagruhr.de/

2) Von den insgesamt 21 Wettergeräuschen wurden nur 14 ausgewählt. Diese kommen auf der Originalkassette / Original-CD nicht alle hintereinander vor und müssen auf eine Kassette oder CD zusammenkopiert werden

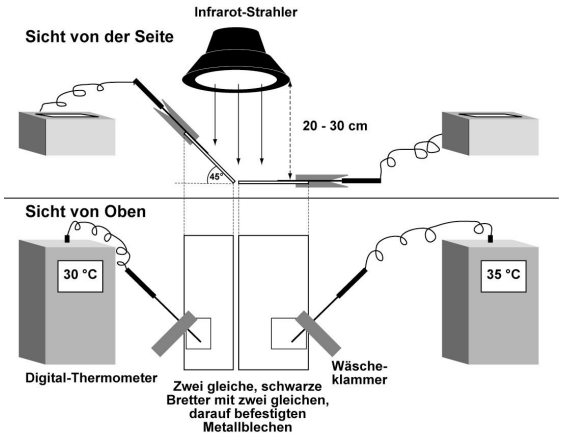
3) Die 14 Titelkärtchen und die 14 Nummerkärtchen werden durch den Lehrer vorbereitet: aus der Vorlage (siehe Posten) ausschneiden und auf Kartonkärtchen kleben.

Posten 8: Kondensation

Falls kein Kühlschrank mit Gefrierfach zur Verfügung steht, kann als Alternative eine Kühlbox mit eisgekühlten Flaschen bereitgestellt werden.

Posten 9: Sonneneinstrahlung

Es empfiehlt sich, vor der Stunde die beiden Bretter (eines in horizontaler Lage und eines in 45 Grad, je ein Metallblech daraufgeklebt) nach folgender Skizze zu montieren. Der Einstrahlungsunterschied kann dabei besonders gut beobachtet werden, wenn die Bretter schwarz eingefärbt werden.



Liste mit dem Material für den Lehrer

Allgemeines Material

- Einführungsblätter „Werkstatt zum Thema Wetter“ für die SchülerInnen
- Blatt „Lernpass zur Werkstatt Wetter“ für die SchülerInnen
- Glossar mit wichtigen Begriffen der Wetterkunde für Posten 3 und Posten 4 für die SchülerInnen
- 1 Ordner mit den Lösungsblättern zu den einzelnen Posten
- eventuell einen Schnellhefter für jeden Schüler und jede Schülerin

Posten 1: Wetter online

- 1 Computer (online) mit Microsoft® Word und Drucker
- 1 Küchenwecker
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 2: Wie funktioniert ein Höhenmesser

- 1 Höhenmesser Thommen Classic
- Tiefkühlbeutel (Plastik, durchsichtig)
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 3: Über Heissluftballone, Gleitschirmflieger und Gewitterwolken

- Nähfaden und Nadeln
- Kerzen und Zündhölzer
- Scheren
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 4: Wolkenbildung und Konvektion

- 1 Glasgefäss
- heisses Wasser (im Thermoskrug)
- 1 Stab aus Holz oder Metall
- 1 Ablagefläche für Holzstab (z.B. Bücherstapel oder Chemieständer)
- Eiswürfel mit eingefrorenen Schnüren (im Gefrierfach des Kühlschrankes oder in einer Kühlbox)
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 5: Kälteempfinden

- Verlängerungskabel
- 1 Föhn, mit verschiedenen Stärkestufen, sowie der Möglichkeit Kaltluft auszublasen
- 1 Wasserbecken
- 1 Flasche Medizinalalkohol
- Watte oder Taschentücher
- 1 Handtuch
- 1 Paar Handschuhe
- 1 windundurchlässiges Stück Stoff
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 6: Albedo

- 1 Kartonschachtel
- 1 Solarzelle
- 1 Messgerät (Volt-Meter)
- Farbige Blätter der Grösse A4 (schwarz, violett, blau, rot, grün, gelb, weiss)
- Sonnenlicht bei starker und zuverlässiger Einstrahlung, sonst künstliches Licht (Tischlampe).
- 1 Taschenrechner
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 7: Wettergeräusche

- 14 Bildkärtchen
- 14 Titelkärtchen
- 14 Nummerkärtchen
- 1 Kassettengerät / CD-Gerät mit einer Kassette / CD mit 14 Wettergeräuschen
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 8: Kondensation

- 1 Glasflasche
- 1 Putzlappen
- Kühlschrank mit Gefrierfach (oder als Alternative eisgekühlte Flaschen in einer Kühlbox)
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Posten 9: Sonneneinstrahlung

- 2 schwarze Bretter, eines flach liegend, das andere unter 45° abgewinkelt.
- 2 gleiche Metallbleche
- 2 schnell reagierende (elektrische) Thermometer
- 2 Wäscheklammern
- 1 Infrarot-Lampe
- 1 Halterung für die Lampe
- Arbeitsblätter für die SchülerInnen
- 1 Satz Postenblätter

Referenzen:

HORST EICHLER H. 1984: Geographisches Hand- und Lesebuch für modernes Reisen. Touristbuch Reise- und Kunstgesellschaft: Hannover

KRÜGER L. 1994: Wetter und Klima (beobachten und verstehen). Springer-Verlag, 211 S., Berlin/Heidelberg/New York

ROTH G.D. 1994: Wetterkunde für alle (Wolkenbilder und andere Wetterphänomene, Grosswetterlagen, Wettervorhersagen). BLV Verlagsgesellschaft mbH, 288 S., München/Wien/Zürich

SCHIRMER H., BUSCHNER W., CAPPEL A., MATTHÄUS G. SCHLEGEL M. 1989: Wie funktioniert das? Wetter und Klima. Meyers Lexikonverlag, 304 S., Mannheim/Wien/Zürich.

Verdankung:

Der Posten 5 wurde aus einer nicht publizierten Wetterwerkstatt der ETH Zürich übernommen, die im Rahmen des Kurses „Fachspezifische Arbeitsmethoden des Geographieunterrichtes“ 1994 an der ETH unterrichtet worden war. Die Autoren dieser Werkstatt danken dem ehemaligen Studierenden Thomas Stucki für seinen Beitrag.