

Klima, Wind und Sonne

Lehrerinformation



1/27

Arbeitsauftrag	Diese Lektionen dienen der Vertiefung, um das Thema „Wind/Sonne“ im gesamten Klima-Zusammenhang zu betrachten. Die Theorietexte können in Gruppen studiert und als Kurzvorträge präsentiert werden. Am Schluss, nach dem Theorietext, finden sich eine ganze Reihe spezifischer Arbeitsblätter. Zur Vertiefung dient auch die Klimawandel-Präsentation.
Ziel	• Die Schüler werden vertieft mit den klimatischen Zusammenhängen, die Wind und Sonne betreffen, vertraut gemacht. • Sie verstehen die globalen Klima- und Wetterzusammenhänge ebenso wie regionale Phänomene der Wind- und Solarkraft.
Material	Arbeits-Texte Arbeitsblätter Präsentationen
Sozialform	GA / Plenum EA
Zeit	180 Minuten (oder länger)

Zusätzliche
Informationen:

- Die Erarbeitung dieser Inhalte ist dann angebracht, wenn die Klimazusammenhänge, die zum abgerundeten Verständnis der Windentstehung sinnvoll sind, erarbeitet werden sollen.
- Dabei sind die Schüler herausgefordert in kleinen Projektarbeiten einzelne Kapitel des Themas weit gehend selbstständig zu erforschen, zu entwickeln und in eigenen Kurzvorträgen zusammenzufassen und zu präsentieren.
- Die Unterrichtseinheit kann durch den Bau und Betrieb einer kleinen Wetterstation ergänzt werden.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



2/27

Der Unterschied zwischen Wetter und Klima

Es regnet. Wetter oder Klima?
 Es ist kalt. Wetter oder Klima?
 Es schneit. Wetter oder Klima?
 Es ist warm. Wetter oder Klima?
 Die Sonne scheint. Wetter oder Klima? ...

Diese Frage lässt sich beantworten, wenn man sich eine Definition für Klima betrachtet:

Klima ist der Zustand der Atmosphäre an einem Ort, der über einen längeren Zeitraum durch Mittelwerte und Summen ausgewählter physikalischer Größen beschrieben werden kann.

Mittelwerte und Summen physikalischer Größen sind z. B. Durchschnittstemperaturen, Niederschlagssummen, mittlere Sonneneinstrahlung oder Hauptwindrichtungen. **Das Wort Klima ist also ein Sammelbegriff für alle Vorgänge in der Atmosphäre, an einem bestimmten Ort, über einen längeren Zeitraum.**

Klima kann nicht mit Wetter gleichgesetzt werden. Das Wetter ist zwar auch ein Sammelbegriff für meteorologische Vorgänge, jedoch unterscheiden sich diese beiden Begriffe bzgl. ihrer zeitlichen Gültigkeit:

Wetter	Witterung	Klima
momentaner Zustand der Atmosphäre (1 Stunde, 1 Tag)	Charakter des Wetters über einige Tage oder eine Jahreszeit	mittlerer Zustand der Atmosphäre (z.B. 30-40 Jahre)

Das Klima wird nach seiner räumlichen Ausbreitung in drei Bereiche geteilt:

Makroklima (Groß Klima)	Mesoklima (Regional- und Lokalklima)	Mikroklima
Nach ihm wird die Erde in Klimaregionen geteilt.	Klima in einer Region (Norddeutschland, Mittelmeerraum) oder an einem kleineren bestimmtem Ort (Tal, Siedlung, Insel)	Klima in Bodennähe oder z. B. in einem Wald

Die obigen meteorologischen Erscheinungen **gehören also alle zum Wetter aber auch zum Klima**. Wenn man wirklich wissen will, ob beispielsweise der Regen zum Wetter oder Klima gehört, dann muss man sich fragen **"Wie lange regnet es?"**

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text

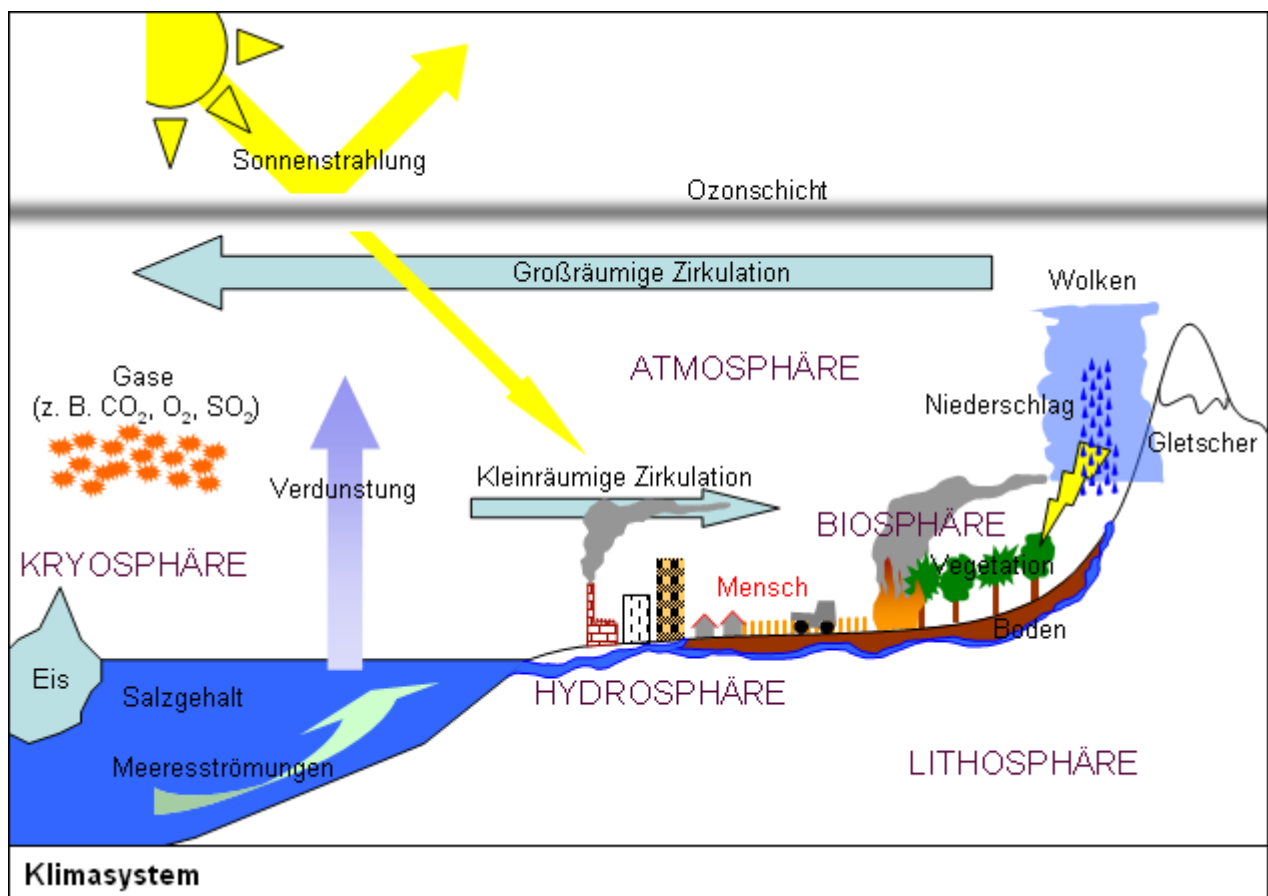


3/27

Klimasystem

Wie in der Definition erwähnt wurde, lässt sich Klima über **Mittelwerte und Summen** beschreiben. Klima wurde deshalb auch lange als Statistik über die Atmosphäre und die Klimatologie als eine Wissenschaft verstanden, deren Aufgabe es ist, statistische Daten über die Atmosphäre zu sammeln. Heute wird Klima nicht nur als eine statistische Größe verstanden, sondern darüber hinaus als **ein System von Wechselwirkungen**. Dieses Klimasystem umfasst dabei folgende Teilsysteme:

- die **Atmosphäre** mit groß- und kleinräumigen Prozessen wie globalen Windsystemen oder der Wolkenbildung
- die **Kryosphäre** (Eishülle der Erde) mit Gebirgs-Gletschern und den Polkappen
- die **Lithosphäre** (Gesteinshülle) mit Vulkanen oder Rohstoffen
- die **Hydrosphäre** (Wasserhülle) mit Flüssen, Seen und Meeren und Prozessen wie der Verdunstung
- die **Biosphäre** (Vegetation, Tier- und Pflanzenarten)
- den **Mensch**, der durch seine Handlungen in alle Sphären eingreift.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/klima.html>

In diesem Klimasystem haben alle Teilsysteme einen Einfluss auf das Klima (im Sinne statistischer Größen über atmosphärische Zustände und Prozesse) und das Klima hat wiederum einen Einfluss auf die anderen Teilsysteme des Klimasystems.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



4/27

Die Wissenschaft vom Klima

Die Klimatologie (Klimakunde) ist das Teilgebiet der physischen Geographie und der Meteorologie, das sich mit dem Klima der Erde beschäftigt.

Als Teilbereich der physischen Geographie wird die Klimatologie auch als Klimageographie bezeichnet. Die physische Geographie ist im Gegensatz zur Human- oder Anthropogeographie der naturwissenschaftliche Teil der Geographie, dem neben der Klimageographie auch die Geomorphologie (Erdoberfläche, Relief), Bodengeographie, Hydrogeographie und Biogeographie angehören.

Die Meteorologie ist die Wissenschaft vom Wetter und Klima, d. h. sie beschäftigt sich mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften und Prozessen der Atmosphäre. Die Arbeit der Meteorologen und Klimatologen stützt sich u. a. auf folgende Hilfsmittel:

- **Meldungen von Wetterstationen:** An Messstationen wird die Ausprägung der Klimatelemente (z.B. Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, ...) gemessen.
- **Satellitenbilder:** Es umkreisen mehrere Wetter-Beobachtungssatelliten die Erde und senden in regelmäßigen Abständen ihre Aufnahmen an die Empfangsstationen. Ein bekannter Wettersatellit ist **METEOSAT**.
- **Wettermodelle:** Computermodelle werden eingesetzt, um die Entwicklung des Wetters oder des Klimas zu simulieren. Auf diesen Modellen beruhen die Wettervorhersage und die Klimamodellierung.
- **Weitere Messdaten** von Regen-Radargeräten, Wetterballons, Bojen, Schiffen und Flugzeugen.



Wovon ist das Klima abhängig?

Das Klima ist **nicht überall auf der Erde gleich**. Dies liegt daran, dass bestimmte Faktoren in verschiedenen Räumen unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Diese Einflüsse, die ein Klima eines Ortes bestimmen, werden als Klimafaktoren bezeichnet.

Klimafaktoren

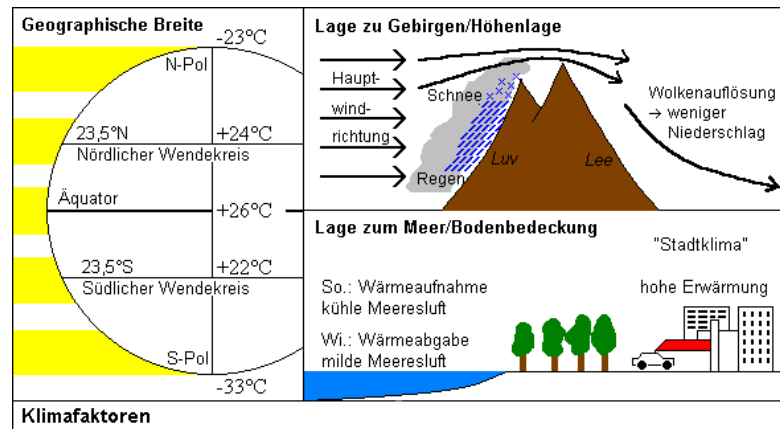
- **Geographische Breite:** Am Nordpol ist es kälter als bei uns in Mitteleuropa und am Äquator ist es wärmer, weil die gleiche Menge Sonnenstrahlen an den Polen eine viel größere Fläche beleuchten muss als am Äquator. Die Erwärmung ist am Äquator also höher, da der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen recht hoch ist und so die gleiche Anzahl Strahlen am Äquator einen viel kleineren Raum erwärmen braucht als am Pol. Die geographische Breite bestimmt also die grundsätzlichen Temperaturen einer Region.
- **Lage zum Meer:** In einem Ort am Meer fällt in der Regel mehr Regen (Niederschlag) als im Binnenland. Außerdem nehmen die Meere im Sommer Wärme auf, die sie im Winter wieder abgeben. So sind die Temperaturschwankungen am Meer geringer. Meere bestimmen also die Temperaturen und Niederschläge eines Ortes.
- **Höhenlage/Lage zu Gebirgen (Relief):** Mit zunehmender Höhe nehmen die Temperaturen ab. So ist es auf der Zugspitze kälter als in München. Weiterhin haben Luvseiten (Luv = dem Wind zugewandt) von Gebirgen mehr Niederschläge als die Leeseiten (Lee = dem Wind abgewandt). Beispielsweise fällt westlich des Harzes mehr Niederschlag als östlich davon, da der Wind in Mitteleuropa meistens aus Westen kommt.
- **Bodenbedeckung:** In Städten mit dunklem Asphalt ist die Erwärmung höher (Stadtklima), als beispielsweise auf schneebedeckten Flächen, da dunkle Flächen die Wärme besser aufnehmen.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text

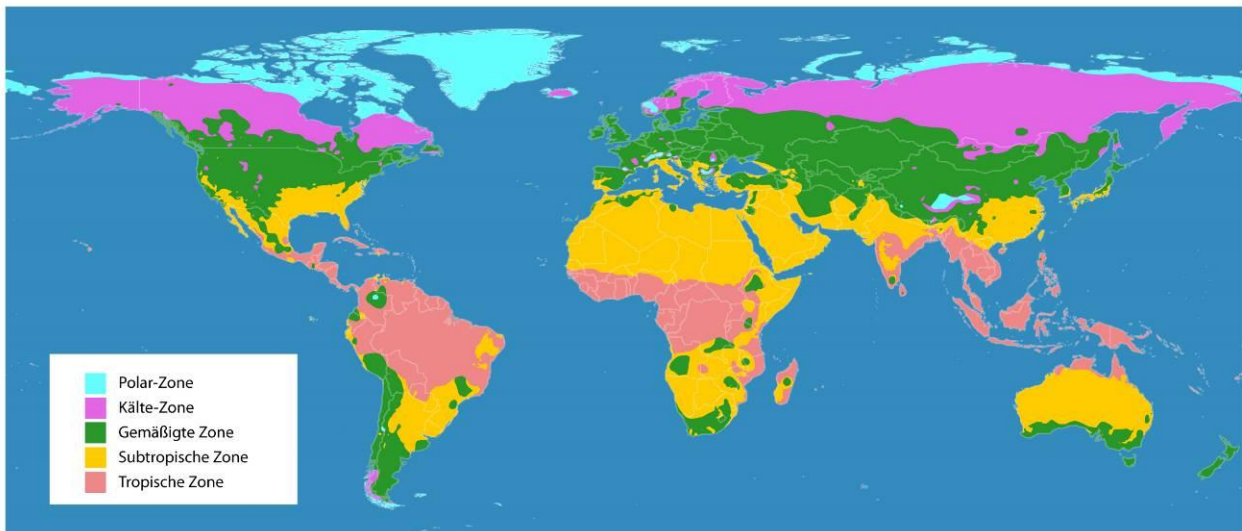


5/27



Die Klimafaktoren geographische Breite, Höhenlage und Relief, Lage zum Meer sowie Bodenbedeckung sind in verschiedenen Regionen unterschiedlich stark ausgeprägt. Wie bereits oben beschrieben wurde, bestimmt die geographische Breite im Wesentlichen die Temperaturen eines Ortes. Neben der Temperatur bestimmen die Klimafaktoren auch noch andere Dinge, die das Klima messbar machen. Diese "Dinge" bezeichnet man als **Klimaelemente**.

Klimazonen der Erde



Quelle: Wikipedia, Lord Toran

Klimaelemente

Meteorologische Elemente oder Klimaelemente sind Messgrößen, die durch Messgeräte oder Beobachtung erfasst werden und zur Beschreibung des Wetters bzw. des Klimas dienen. Die Klimaelemente berechnen sich dabei aus den meteorologischen Elementen durch z. B. die Bildung von Temperatur-Mittelwerten oder Niederschlagssummen, ebenso wie Windrichtungen und Windkraft.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



6/27

Die Klimatelemente (meteorologischen Elemente) sind u. a.:

Klimatelement	Einheiten (Auswahl)	Messgerät
Temperatur	°F, °C, K (Grad Fahrenheit, Grad Celsius, Kelvin) 32°F = 0°C = 273 K 212°F = 100°C = 373 K Fahrenheit (Großbritannien und USA)	Thermometer (Quecksilberthermometer)
Luftdruck	0,75 mm Hg = 1 mbar = 1 hPa (0,75 Millimeter Quecksilbersäule = 1 Millibar = 1 Hektopascal) Die gebräuchlichste Einheit ist hPa! Der mittlere Luftdruck auf der Erde beträgt 1013 hPa.	Barometer (Dosenbarometer)
Windgeschwindigkeit/-stärke	m/s (Meter pro Sekunde) Windstärke nach Beaufort: von 0 (still) bis 12 (Orkan)	Schalenkreuzanemometer Beobachtung und Abschätzung
Windrichtung	Himmelsrichtung oder N = 0°, O = 90°, S = 180°, W = 270° Die Windrichtung gibt an, von wo der Wind kommt! Ein Wind von Westen nach Osten ist also ein Westwind.	Windsack, Windfahne
Niederschlag	1 l /m² = 1 mm (1 Liter pro Quadratmeter = 1 Millimeter Niederschlag)	Niederschlagsmesser
Luftfeuchtigkeit	g/m³, % (Gramm pro Kubikmeter, Prozent)	Hygrometer (Haarhygrometer)
Bedeckung des Himmels	0/8 (wolkenlos) bis 8/8 (bedeckt)	Abschätzen
Wolken	Wolkengattungen, -arten und -unterarten	Beobachtung

Diese und andere meteorologischen Elemente werden an den Wetterstationen gemessen und dann an die Wetterdienste weitergeleitet. Früher wurde morgens und nachts gemessen und dies zu festen Uhrzeiten. Um noch einen zusätzlichen Wert für die Nacht zu ermitteln, wurde der Wert von ca. 21 Uhr doppelt gezählt. Damit erzielte man zumutbare Arbeitsbedingungen für die Wetterbeobachter an den Messstationen.

Heute werden die meisten meteorologischen Elemente jedoch **automatisch gemessen** und mit Hilfe von Computern gespeichert und weitergeleitet. Damit können heute die Messwerte fortlaufend erfasst werden. Während früher nur zwei bis drei Messungen pro Tag vorlagen, gibt es heute praktisch jede Minute Messungen. So sind die Ergebnisse und damit auch die Wettervorhersagen wesentlich genauer.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



7/27

Klimaeinflüsse – gegenseitig

Die Klimaelemente beeinflussen sich auch gegenseitig. Diesen Sachverhalt soll das folgende Beispiel verdeutlichen:

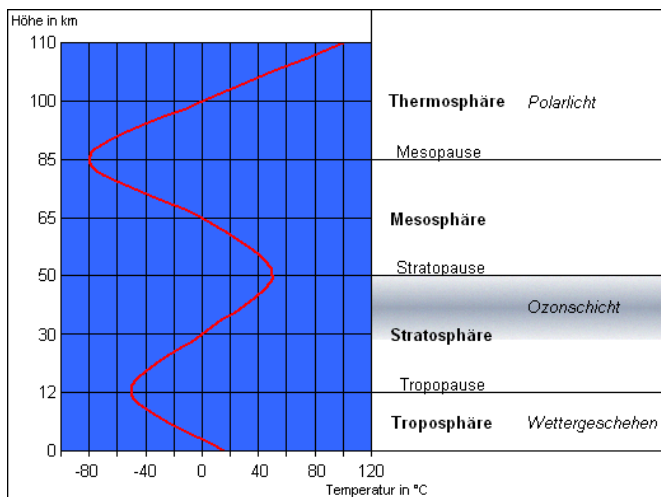
hohe Temperatur → (22°C)	Luftdruck fällt (Tiefdruck) → (998 hPa)	Luftfeuchte steigt → (92%)	Wolken → (Gewitterwolke - Cumulonimbus)	Niederschlag (9 l/m ²)
Warmluft steigt auf Luft strömt nach oben Sogwirkung am Boden	beim Aufstieg: Abkühlung relative Luftfeuchte steigt			
Gegenseitige Beeinflussung der Klimaelemente (Beispiel)				

Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/faktoren.html>

Die Klimafaktoren (z. B. Lage zum Meer) beeinflussen also das tägliche Wetter (z. B. Regen). Dieses bestimmt die Ausprägung der meteorologischen Elemente (Klimaelemente). Die Durchschnittswerte bzw. Summen dieser Messwerte über mehrere Jahre (mindestens 30 Jahre) ergibt so das eigentliche Klima. **Klima ist also nichts anderes als die Verallgemeinerung des täglichen Wetters.**

Die Atmosphäre der Erde

Die Atmosphäre ist die Lufthülle der Erde, die von Gasen gebildet wird, welche durch die Erdanziehung auf ihrer Oberfläche gebunden werden.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/atmosphaere.html>

Die Atmosphäre - die Lufthülle der Erde - ist der Ort, in dem sich Klima und Wetter abspielen. Sie sorgt für den **Temperaturausgleich** zwischen Äquator und Polen, d.h. ohne sie wäre es unerträglich heiß bzw. kalt. Sie schützt uns außerdem vor dem Einfall gesundheits-schädlicher Strahlung, z. B. vor der ultravioletten (UV) Strahlung. Wie die Grafik zeigt, wird die Atmosphäre auf Grund des vertikalen Temperaturverlaufes in **verschiedene Schichten** unterteilt. Die äußersten "Hüllen" der Erde sind die Thermosphäre und die Mesosphäre. In der äußeren Thermosphäre herrschen Temperaturen von bis zu 100°C. In etwa 80 km Höhe trennt die Mesopause die Thermosphäre von der Mesosphäre ab.

Ozonschicht in der Stratosphäre

In ca. 50 km Höhe befindet sich die **Stratopause**. Sie grenzt die Mesosphäre von der darunterliegenden Stratosphäre ab. In ihr befindet sich die **Ozonschicht**. Sie absorbiert (aufnehmen) die **Ultraviolette (UV) Strahlung**. Die UV-Strahlung ist ein Teil der Sonnenstrahlung. Diese besteht aus verschiedenen Strahlungen unterschiedlicher Wellenlänge (elektromagnetisches Spektrum), **von denen wir optisch nur das Licht wahrnehmen können.**

In der Ozonschicht ist die Konzentration an Ozon - einem Molekül mit drei Sauerstoffatomen - sehr groß. Zur Bildung von Ozon muss kurzwellige Ultraviolette Strahlung absorbiert werden. Damit das Ozon wieder abgebaut wird, wird langwelligere UV-Strahlung absorbiert. Zur Ozonbildung und -vernichtung wird also sowohl lang- als auch kurzwellige UV-Strahlung benötigt. Dadurch wird in der Ozonschicht die UV-Strahlung nahezu vollständig absorbiert.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



8/27

An die Erdoberfläche gelangen so nur das **sichtbare Licht**, die **infrarote Strahlung** (Wärmestrahlung) sowie andere **langwelligere Strahlungen**.

		einfallende Strahlung				
		kurzwellig				langwellig
		Röntgenstrahlung	Ultraviolette Strahlung	Sichtbares Licht 390 ... 780 nm	Infrarote Strahlung	Mikrowellen
Atmosphäre	Absorption			Thermosphäre		
				Mesosphäre		
	Absorption			Stratosphäre (Ozonschicht)		
				Troposphäre		
				Erdoberfläche		
Durchlässigkeit der Atmosphäre für Strahlen						

Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/atmosphaere.html>

Die Absorption von UV-Strahlung ist eine **Voraussetzung für Leben auf der Erde**. Die ultraviolette Strahlung bewirkt **Mutationen** und ruft beim Menschen **Hautkrebs** hervor. So schützt die Ozonschicht in der Atmosphäre also vor gefährlicher Strahlung.

Wenn in einigen Regionen der Ozonschicht nur sehr wenig Ozon vorhanden ist, spricht man vom **Ozonloch**. Dort wird folglich nur sehr wenig UV-Strahlung absorbiert und gelangt zur Erdoberfläche. Daher ist es besonders in **Australien** wichtig, dass man sich gut vor der Sonnenstrahlung schützt, da dort das Ozonloch stark ausgeprägt ist.

Die Troposphäre als Ort des Wetters

Die Troposphäre ist für den Meteorologen **die interessanteste Schicht**, weil sich nur hier **das gesamte Wettergeschehen** abspielt. Diese unterste Schicht der Atmosphäre wird durch aufsteigende Warmluft **erwärmt und kühlt** sich an anderer Stelle wieder ab. Dadurch entstehen nicht nur Temperatur- sondern auch Luftdruckunterschiede, die wiederum Winde und Wolken bewirken. **Diese Erscheinungen sind das Wetter**.

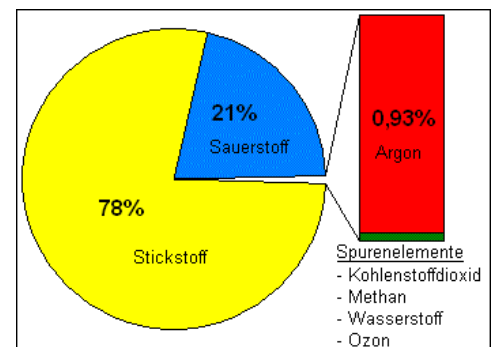
Die Troposphäre wird nach oben durch die Tropopause abgegrenzt, die in den Tropen höher liegt als an den Polen, weil sich die warme Tropikluft gegenüber der kalten Polarluft stärker ausdehnt.

Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre

Durch die **Anziehungskraft der Erde** werden auf ihrer Oberfläche Gase gebunden - die Atmosphäre. Zusammensetzung der untersten 100 km (= Homosphäre):

- 78,08% Stickstoff
- 20,95% Sauerstoff
- 20,95% Sauerstoff
- Gase, die einen Anteil von weniger, als 1% haben, werden als Spurengase bezeichnet. Dazu gehören u.a. 0,03% Kohlenstoffdioxid, Wasserdampf und Ozon.

Einige Spurenelemente wirken als **Treibhausgase**, d.h. sie absorbieren Wärmestrahlung und halten so die **15°C Durchschnittstemperatur der Erde** aufrecht.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/atmosphaere.html>

In der untersten Schicht der Atmosphäre - der Troposphäre - läuft das gesamte Wetter- und Klimageschehen ab.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



9/27

Strahlungs- und Wärmehaushalt der Erde

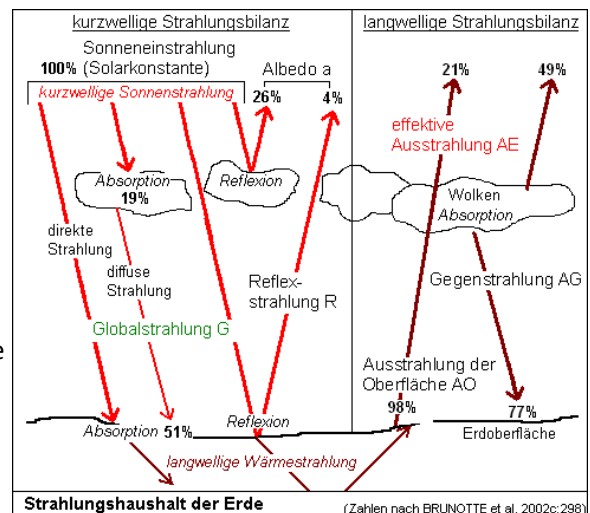
Woraus resultiert die atmosphärische Zirkulation?

Die wichtigste Energiequelle der Erde ist die Sonne. Doch was passiert mit den Sonnenstrahlen, wenn sie auf der Erde ankommen?

Etwa $1'370 \text{ W/m}^2$ an Energie erreichen an der Obergrenze der Atmosphäre eine Fläche, die senkrecht zu den einfallenden kurzwelligen Sonnenstrahlen steht. Dieser Wert wird als **Solarkonstante** bezeichnet. Da die Erde jedoch eine Kugel ist und ein Ort in Abhängigkeit von der Jahreszeit und seiner geographischen Lage unterschiedlich stark von der Sonne bestrahlt wird, fallen **im globalen Jahresmittel nur 342 W/m^2** ein.

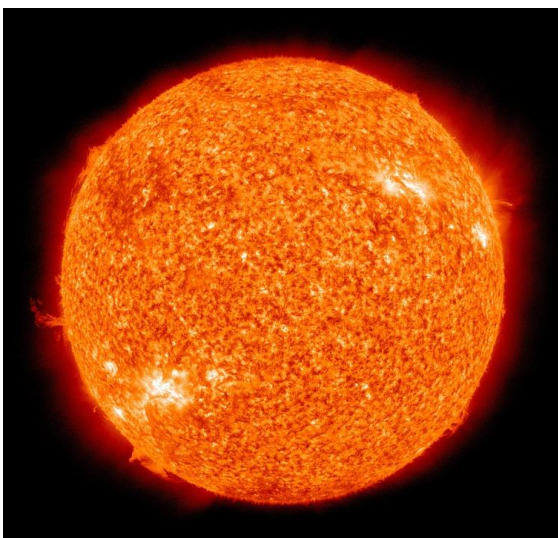
19% dieser solaren Einstrahlung werden durch die Atmosphäre und die Wolken **sofort absorbiert**, d.h. durch Gase (CO_2 , H_2O , u.a.) aufgenommen und in Wärme umgewandelt.

26% werden durch die Atmosphäre und durch Wolken **reflektiert**, also ins All zurückgeworfen. Ein Teil der Strahlung wird durch die Wolken und durch Partikel in der Atmosphäre gestreut und gelangt als **diffuse Strahlung** auf die Erdoberfläche.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/strahlungshshlt.html>

Die Strahlen, die nicht gestreut werden, heißen **direkte Strahlung**. Diffuse und direkte Strahlung werden zusammen als **Globalstrahlung** bezeichnet. Davon werden **noch 4% durch die Erdoberfläche reflektiert (Reflexstrahlung)**. Das Verhältnis der einfallenden zur reflektierten Strahlung wird als **Albedo** bezeichnet.



Die restlichen 51% der gesamten einfallenden Sonnenstrahlung werden durch die Erdoberfläche absorbiert. Dort werden sie über die Photosynthese in Biomasse umgewandelt oder sie erhitzen Gewässer und die Erdoberfläche. Bei diesen Prozessen **entsteht aus der kurzwelligen Sonnenstrahlung langwellige Wärmestrahlung** (Thermalstrahlung des infraroten Bereiches).

Jedoch werden 98% der absorbierten kurzwelligen Sonnenstrahlung **als infrarote Strahlung** (Wärmestrahlung) wieder von der Erdoberfläche abgegeben. Dies ist die **Ausstrahlung der Oberfläche**. Ein Teil davon wird von Wolken aufgenommen und als Wärmestrahlung wieder zur Erdoberfläche zurückgegeben (77%). Dies wird als **Gegenstrahlung** bezeichnet. Es wird also nur ein Teil der Ausstrahlung der Erdoberfläche tatsächlich in den Weltraum ausgestrahlt (21%). Dieser Teil ist die **effektive Ausstrahlung**. Die Gegenstrahlung bewirkt den natürlichen **Treibhauseffekt** und damit die Aufrechterhaltung der 15°C Durchschnittstemperatur auf der Erdoberfläche. Die Atmosphäre selbst strahlt 49% langwellige Strahlung in den Weltraum aus.

Klima, Wind und Sonne

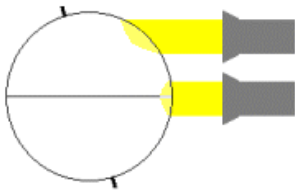
Lese-Text



10/27

Abhängigkeit des Strahlungshaushaltes vom Ort

Die Sonneneinstrahlung unterscheidet sich - wie bereits oben erwähnt - vom Ort. So ist sie am Äquator höher als an den Polen. Dies soll das folgende kleine Modell verdeutlichen:



Wenn man einen Globus (die Erde) mit einer Taschenlampe (die Sonne) bestrahlt, dann ist der Lichtkegel an den Polargebieten grösser als am Äquator, d.h. die gleiche Anzahl Sonnenstrahlen beleuchtet am Pol eine viel größere Fläche als am Äquator. Die Sonne führt dem Äquator daher mehr Energie zu als den Polen.

Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/strahlungshshlt.html>

Wie die Beschreibung des **Strahlungshaushaltes** außerdem zeigte, ist die **Nettostrahlung** eines Ortes neben der Sonneneinstrahlung auch von der Reflexion und Absorption der kurzwelligen Sonnenstrahlung durch die Erdoberfläche abhängig. der Absorption und Reflexion von Strahlung wird v. a. beeinflusst vom Vorhandensein und der Art der Wolken bzw. der Albedo.

Das **Albedo** ist der **Anteil an einfallender kurzwelliger Sonnenstrahlung, der durch eine bestimmte Oberfläche wieder reflektiert wird**. Er ist für verschiedene Oberflächen unterschiedlich. So reflektiert **Schnee** etwa 80 bis 85% der einfallenden Sonnenstrahlung, **Sand** 20 bis 30%, **Wolken** je nach Mächtigkeit von 25 bis 80%, **Wald** bis zu 10% und **Wasser** nur 5%, wenn die Sonne nahe am Zenit steht, aber bis zu 80%, wenn die Sonnenstrahlung im flachen Winkel einfällt.

Insgesamt nimmt das System Erde - Atmosphäre also genauso viel Energie von der Sonne auf wie es wieder abgibt. Im langjährigen Mittel ist die Strahlungsbilanz der Erde somit ausgeglichen. Innerhalb des Systems zeigt sich aber, dass die Erdoberfläche einen **Energieüberschuss von 30%** und die Atmosphäre ein Defizit von 30% hat. Um dieses Verhältnis auszugleichen wird Energie von der Erdoberfläche in die Atmosphäre transportiert.

Dies kann in verschiedenen Formen stattfinden:

Formen des Energietransportes in die Atmosphäre	
Fühlbare (Sensible) Wärme	Latente Wärme
... ist die Wärme, die mit einem Thermometer gemessen werden kann. Diese wird transportiert durch: • Wind • horizontal aufgleitende Luft (Advektion) • und vertikal aufsteigende Luft (Konvektion) bei der Bildung von Wolken	... ist die Wärme, die als Energie im gasförmigen Wasserdampf enthalten ist. Wenn Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand verdunstet, muss es Wärme aufnehmen. Diese ist dann im Wasserdampf gespeichert und wird wieder abgegeben, wenn das Wasser in den flüssigen Zustand wechselt (kondensiert). siehe auch: Luftfeuchtigkeit und Wolkenbildung

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



11/27

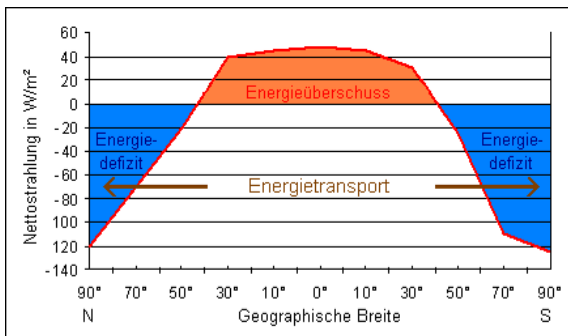
Zusammenfassung:

Die **Strahlungsaufnahme eines Ortes** ist abhängig von:

- der einfallenden Sonnenstrahlung (wird bestimmt durch Jahreszeit und geographische Breite),
- der Bewölkung, die Strahlung reflektiert,
- und der Beschaffenheit der Erdoberfläche, die auch unterschiedliche Albedo bewirkt.

Die **Strahlung die ein Ort abgibt**, hängt ab:

- von der Wärme (Temperatur) der Erdoberfläche und
- von der Art der Erdoberfläche (unterschiedliche Oberflächen - wie Sand, Wasser oder Wald - haben unterschiedliche Fähigkeiten langwellige Strahlung abzugeben).
- Die Bewölkung beeinflusst die Ausprägung der Gegenstrahlung. So verursacht eine geringe Bewölkung eine hohe effektive Ausstrahlung, da kaum Reflexion stattfindet.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/strahlungshsht.html>

Globale Energieverteilung und -transporte

Daraus ergibt sich, dass **jeder Ort eine andere Strahlungsbilanz** hat. Die **polaren Regionen** haben im langjährigen Mittel ein **Strahlungsdefizit**, weil sie ein halbes Jahr lang gar keine Einstrahlung haben (Polarnacht). Die **tropischen Regionen** haben ein **Strahlungs- und Energieüberschuss**, weil sie das ganze Jahr über gleichmäßig stark beschienen werden. Die Abhängigkeit der **Nettostrahlung** von der geographischen Breite zeigt auch die nebenstehende Abbildung.

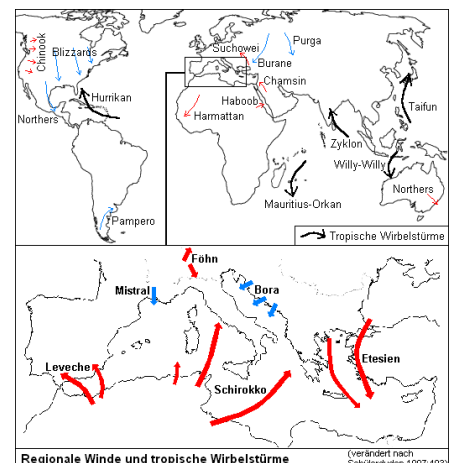
Um die ungleiche **Energieverteilung auf der Erde auszugleichen**, muss Energie von den niederen Breiten in die hohen Breiten transportiert werden. Dies erfolgt **durch globale Windsysteme** der atmosphärischen Zirkulation aber auch durch **Meeresströmungen**. Die Ausgangsfrage "Woraus resultiert die atmosphärische Zirkulation?" ist also mit der unterschiedlichen Strahlungsenergieverteilung auf der Erde zu beantworten.

Die atmosphärische Zirkulation und die Meeresströmungen resultieren also aus dem Strahlungs- und Wärmeunterschied zwischen Pol und Äquator.

Regionale Windsysteme

Regionale Windsysteme sind Zirkulationsformen, die nur in einzelnen Regionen wirksam werden. **Das Gegenteil der regionalen Windsysteme bilden die globalen Windsysteme** der atmosphärischen Zirkulation (Passate, Monsune, Westwinde, polare Ostwinde). Regionale Windsysteme sind die tagesperiodischen Winde, die Fallwinde, die synoptischen Winde und die tropischen Wirbelstürme.

Tagesperiodische Winde sind Druckausgleichsströmungen, deren Ablauf und Rhythmus sich aller 24 Stunden mehr oder weniger intensiv wiederholen. **Synoptische Winde** sind besondere Luftströmungen, die nur bei bestimmten Wetterlagen entstehen. Eine besondere Form der synoptischen Winde sind die **Fallwinde**. Sie sind Luftmassen, die von



Regionale Winde und tropische Wirbelstürme (verändert nach Schüleratlas 1997: 403)

Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/winde.html>

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



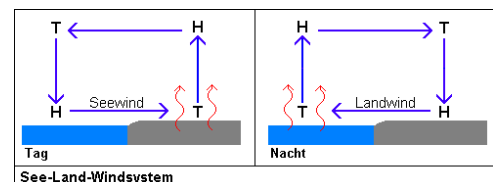
12/27

Gebirgen herabströmen und sich dabei erwärmen. Sie wirken deshalb auf der Leeseite von Gebirgen warm. Es gibt aber auch kalte Fallwinde; diese entstehen, wenn sie einer kalten Luftmasse entstammen und in einen warmen Raum strömen. Fallwinde wehen nicht ständig; sie wehen nur bei bestimmten Wetterlagen. So gibt es Föhn auf der Alpennordseite nur, wenn die Alpen in Süd-Nord-Richtung von Luft überströmt werden.

Tagesperiodische Winde	Synoptische Winde und Fallwinde	Tropische Wirbelstürme
- Land-See-Windsystem - Berg-Tal-Windsystem - Flurwind	Synoptische Winde im Mittelmeerraum: - Leveche - Schirokko - Etesien Fallwinde: - Föhn - Mistral - Bora	Tropische Wirbelstürme haben regional unterschiedliche Bezeichnungen: - Hurrikan in der Karibik, im Golf von Mexiko und in den USA - Zyklon im Indischen Ozean - Taifun in Ostasien - Willy-Willy in Australien - Cordonazo an der Westküste Mittelamerikas - Orkan in anderen Teilen des Atlantiks, im Pazifik (auch Mauritius)

Land-See-Windsystem

Das See-Land-Windsystem ist an allen Küsten sowie an größeren Seen zu beobachten. Am Tag ist die Erwärmung der Landflächen sehr hoch. Deshalb steigt von diesen Warmluft auf, wodurch der Luftdruck über dem Land fällt. Über dem Wasser ist er dazu relativ hoch. Zwischen diesen beiden Druckgebilden bildet sich am Tag ein Seewind. Dieser Wind - die "frische Brise" vom Meer - kühlt die Küste wieder ab.

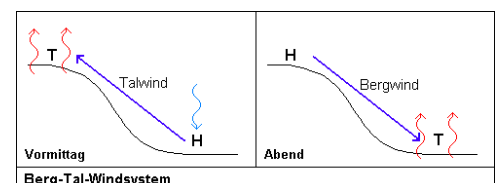


Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/winde.html>

In der Nacht kühlen die Landflächen sehr schnell aus. Das Wasser, das die Wärme speichern kann, gibt sie verstärkt in der Nacht ab. Es bildet sich daher über dem Meer ein Tiefdruckgebiet. Der Luftdruck über dem Land ist dazu relativ hoch. Es weht vom Hoch über dem Land zum Tief über dem Wasser ein Landwind.

Berg-Tal-Windsystem

In den frühen Morgenstunden werden zuerst die Talhänge und Gipfel erwärmt. In den Tälern sammelt sich die schwere und dadurch absinkende Kaltluft. Da über den Gipfeln Wärme abgestrahlt wird, bilden sich hier Tiefdruckgebiete. Die schwere Kaltluft in den Tälern erzeugt einen hohen Luftdruck. Es weht also ein Wind vom Tal zum Berg - ein Talwind.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/winde.html>

Im Laufe des Tages wurden auch die Täler erwärmt. Doch beim Einbruch der Nacht kühlen die Gipfel schnell ab. Es bilden sich daher auf den Bergen Hochdruckgebiete und in den Tälern Tiefdruckgebiete - es weht ein Bergwind.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text

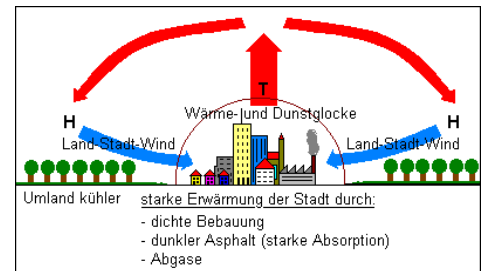


13/27

Flur-Windsystem

Das Flurwindssystem beschreibt Druckausgleichsströmungen zwischen verschiedenen Fluren, z.B.:

- **Wind zwischen Stadt und Umland:** In einer Stadt ist es meist ca. 3°C wärmer als in ihrem Umland. Bei ruhigem Wetter kann sich dann ein regionales Windsystem ausbilden: Die wärmere "Stadtluft" steigt wegen ihrer geringeren Dichte auf. Die kühlere "Landluft" zieht sich zusammen und sinkt ab. Aus diesem Luftdruckgegensatz resultiert ein Wind vom Land in die Stadt. Stadtklimatisch ist diese Form des Flurwinds sehr nützlich, da Abgase aus der Stadt nach oben entsorgt werden und der kühle Wind vom Land einer Überhitzung der Stadt vorbeugt.



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/winde.html>

- **Winde zwischen Wiesen und Wald**

Mistral

Der Mistral ist ein Fallwind, der durch das Rhonetal weht. Er entsteht, wenn sich ein Hochdruckgebiet über der Biskaya und ein Tief über dem Mittelmeer befinden. Dieser Wind erwärmt sich wie der Föhn ebenfalls trockenadiabatisch, aber er wird durch das Rhonetal kanalisiert und erreicht dadurch hohe Windgeschwindigkeiten. Deshalb wirkt der Mistral im warmen Mittelmeerraum als kalter Wind.

Bora

Die Bora ist ebenfalls ein Fallwind, der an der istrischen und dalmatischen Küste weht. Bora wirkt trotz trockenadiabatischer Erwärmung ebenfalls kalt, da sie in den warmen Mittelmeerraum strömt.

Leveche, Schirokko, Etesien

Schirokko und Leveche sind synoptische Winde. Diese Winde entstehen nur bei bestimmten Wetterlagen. Sie können, da sie aus der Sahara wehen, viel Staub und Sand nach Mitteleuropa verfrachten. Sie sind heiß und trocken; Schirokko kann Italien aber auch sehr schmutzigen Regen bringen, da er über dem Mittelmeer Feuchtigkeit aufnimmt. Die Etesien wehen im Sommer über das östliche Mittelmeer. Nach ihnen wird das Mittelmeerklima manchmal auch als Etesienklima bezeichnet.



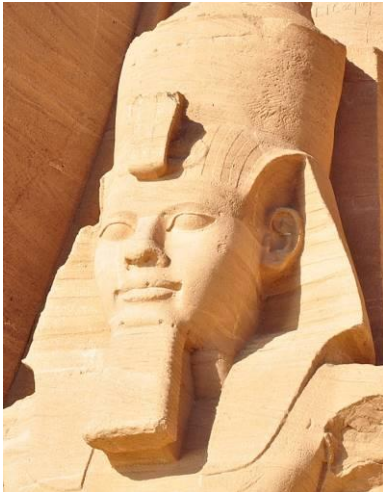
Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



14/27

Was macht die Sonne mit unserem Klima?



Das Zentralgestirn glüht mal ruhig vor sich hin, mal wirft es mit Plasma und Strahlung nur so um sich. Da stellt sich die Frage, ob und, wenn ja, welche Folgen das für die Erdatmosphäre hat.

„Immer wenn Du aufgehst im Osten, erfüllst Du jedes Land mit Deiner Schönheit.“ Vor 3350 Jahren besang der ägyptische König Echnaton in seinem großen Aton-Hymnus die ruhig glänzende Sonnenscheibe als Manifestation Gottes. Was er wohl zu den Bildern, die man von der Sonne heute „schießt“ gesagt hätte? Der fromme Pharao hätte sich vielleicht etwas beruhigt, wenn er erfahren hätte, dass die Sonne schon seit über vier Milliarden Jahren so aussieht - jedenfalls für den, der sie vom Weltall aus mit geeigneten Filtern und Detektoren anschaut. Dabei zeigt das glühende Chaos auf den Bildern unseren Stern noch von einer besonders zahmen Seite. Denn die Sonne ist gerade dabei, aus einem Minimum ihrer Aktivität zu erwachen.

Ein Maß dafür ist die Anzahl dunkler Flecken auf ihrer Oberfläche. Sie nimmt gewöhnlich in einem **Takt von etwa elf Jahren zu und wieder ab**. Im Moment liegt die Sonnenfleckenzahl nahe null. In den Jahren 2008 und 2009 war die Sonne 70 Prozent der Zeit völlig fleckenfrei. Erst Mitte Dezember ließ sich wieder eine größere Fleckengruppe blicken. Dieses Minimum war viel länger und tiefer als erwartet, meinen weltweit die Sonnenforscher.

Der Brite Edward Maunder hatte um 1890 historische Beobachtungen ausgewertet und dabei festgestellt, dass in der Zeit zwischen 1645 und 1715 kaum Flecken registriert worden waren, obgleich man durchaus danach Ausschau gehalten hatte. Just in diesen Jahrzehnten war es in Europa ungewöhnlich kalt. Die Vermutung, diese „kleine Eiszeit“ müsse durch eine besonders ruhige Sonne ausgelöst worden sein, wurde schon so oft geäußert, dass nicht wenige sie für eine Gewissheit halten. Und seit sich Hinweise häufen, dass die Sonne während einer Warmphase im Europa des Hochmittelalters ähnlich aktiv gewesen sein muss wie am Ende des 20. Jahrhunderts, wurde für so manchen daraus bald ein Argument, die gegenwärtige Klimaerwärmung habe nichts mit unseren Treibhausgasemissionen zu tun, sondern mit der Sonne.

Flecken und Fackeln

Was ist da dran? Wie wirken sich solare Aktivitätsschwankungen auf das irdische Klima aus? Diese Frage beschäftigt heute einen ganzen Forschungszweig. Seit 1978 zeichnen Satelliten die auf die Erde eingestrahlte Sonnenenergie auf; tatsächlich schwankt sie von Tag zu Tag um bis zu 0,3 Prozent, insbesondere in Zeiten einer aktiven, fleckigen Sonne. Die Flecken selbst blockieren zwar den Energiefluss, doch zumeist wird das mehr als ausgeglichen durch die „Fackeln“, Systeme von Vertiefungen, durch die tiefere, heißere Schichten Energie abstrahlen können. Dreht die Sonnenrotation aktive, fackelreiche Regionen ins Gesichtsfeld der Erde, steigt dort die Einstrahlung.



Die mittlere Sonneneinstrahlung auf die Erde ist in einem Fleckenmaximum allerdings höchstens 0,1 Prozent höher als in einem Minimum. Das ist möglicherweise zu wenig, um in längeren Ruhephasen wie dem Maunder-Minimum global so gravierende Klimaänderungen zu zeitigen, wie es die Berichte aus der „kleinen Eiszeit“ nahelegen.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text

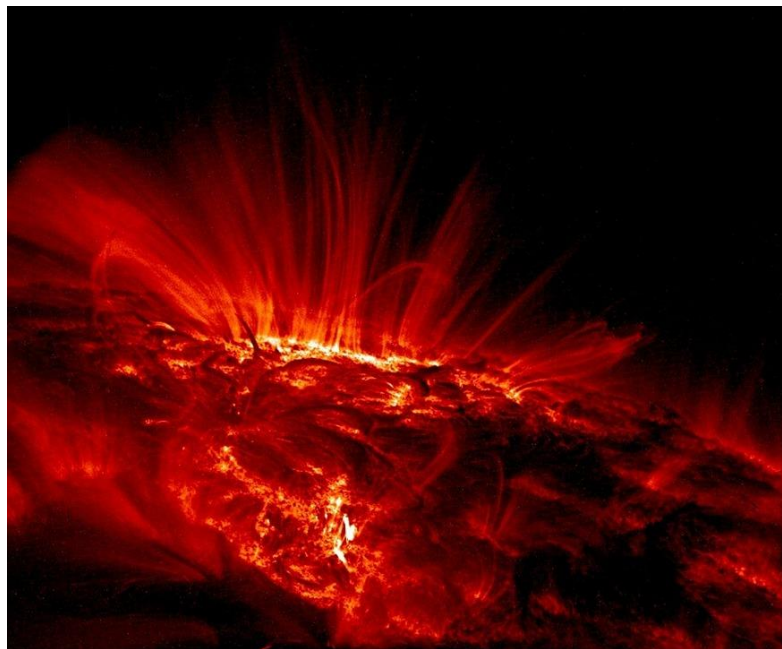


15/27

Doch die „kleine Eiszeit“ oder die mittelalterliche Warmphase müssen keine globalen Phänomene gewesen sein. Für die Nordhalbkugel zeigt ein Vergleich der aus verschiedenen Klimaindikatoren rekonstruierten Temperaturen zwar eine gewisse Übereinstimmung mit Indikatoren für die Sonnenaktivität, doch kam es während des Maunder-Minimums zufälligerweise auch gehäuft zu Vulkanausbrüchen, deren Aerosolwolken einen kühlenden Effekt auf das Klima haben.

Phasen aktiver und ruhiger Sonne

Im Jahr 2006 haben Forscher um den Astronomen Peter Foukal Modellrechnungen für die Temperaturen der Nordhalbkugel im vergangenen Jahrtausend veröffentlicht, die alle in Frage kommenden Klimafaktoren berücksichtigen - darunter auch die belegbaren Schwankungen der Sonnenaktivität. Ihr Ergebnis ist ernüchternd: Die totale Sonneneinstrahlung hätte mindestens dreimal stärker variieren müssen, um damit eine Klimaänderung von der Stärke der Abkühlung im 17. Jahrhundert zu erklären.



Und doch häufen sich in letzter Zeit die Hinweise, dass die Sonnenaktivität tatsächlich beim Klima mitmischet. Nur sind die Zusammenhänge subtiler als gedacht - und eben nicht global, sondern regional. So ist die Korrelation zwischen stiller Sonne und kaltem Klima für Zentralengland statistisch eindeutig. Möglicherweise reagiert das europäische Klima besonders empfindlich auf die Sonnenaktivität. Unser Erdteil liegt nämlich unter dem Jetstream, einem starken Höhenwind, der normalerweise aus Westen bläst, aber hin und wieder abknickt, was über Europa im Winter zum Einstrom kalter Luftmassen aus Nordosten führt. Die Neigung zum Abknicken des Jetstreams scheint bei geringer Sonnenaktivität höher, was vermutlich mit der am Wettergeschehen sonst kaum beteiligten Stratosphäre zu tun hat. Dort wird die ultraviolette (UV) Strahlung absorbiert, und in deren Frequenzbereich schwankt die Sonnenstrahlung während eines Aktivitätszyklus um ein volles Prozent.

Neben der stärkeren UV-Einstrahlung in die Stratosphäre scheinen in bestimmten Weltregionen aber auch Klimaprozesse am Werke zu sein, welche die Wirkung einer nur sehr leicht erhöhten Zufuhr sichtbarer Sonnenstrahlung verstärken. Über dem tropischen Pazifik etwa, wo nur wenig zusätzliche Strahlung die Bildung von Wasserdampf merklich erhöht, misst man in Phasen aktiver Sonne in Äquatornähe tendenziell stärkere Niederschläge (und in höheren Breiten niedrigere) als in Phasen ruhiger Sonne.

Klima, Wind und Sonne

Lese-Text



16/27

Kompensation von Treibhausgasen



Nur eines können solche Prozesse, soweit man sie bisher versteht, nicht: physikalisch plausible Aktivitätsänderungen unseres Gestirns in globale Klimaänderungen umsetzen. Daher dürfte auch die globale Erwärmung der letzten Jahrzehnte nichts mit der Sonne zu tun haben. Denn während die weltweiten Durchschnittstemperaturen im späten Jahrhundert mit gut einem Zehntel Grad pro Dekade anstiegen, gab es bei der Sonnenaktivität, abgesehen von dem elfjährigen Auf und Ab ihrer Flecken, keinen langfristigen Trend.

Selbst wenn mit der gegenwärtigen Ruhe auf der Sonne ein neues Maunder-Minimum begönne, würden wir das Problem der globalen Erwärmung nicht los. Damit sich Politiker oder Interessenvertreter da keine falschen Hoffnungen machen, haben Forscher unlängst ausgerechnet, was solch ein neues Maunder-Minimum an den Prognosen des Weltklimarates ändern würde. Ihre Simulationsrechnung berücksichtigt keine Rückwirkungen stratosphärischer UV-Absorption, dennoch illustriert ihr Ergebnis, um wie viel weniger Änderungen in der Sonneneinstrahlung unser Klima beeinflussen als die Treibhausgase unserer fossil befeuerten Zivilisation. Danach blieben uns von den bis zu vier Grad globaler Erwärmung, die uns ohne sinkende Treibhausgasemissionen im Jahr 2100 blühen, bei einem neuen Maunder-Minimum höchstens 0,3 Grad erspart.

Das alles gilt für den direkten Einfluss der solaren Aktivitätsschwankungen. Seit Beginn der 1990er Jahre wird vermutet, das Geschehen auf der Sonne könnte das irdische Klima indirekt steuern. Das Argument beruht auf dem Umstand, dass eine aktive Sonne vor allem magnetisch aktiver ist als eine ruhige. Sie sorgt damit auch in Erdnähe für ein stärkeres Magnetfeld und damit für eine bessere Abschirmung der Erde vor energiereichen geladenen Teilchen aus den Tiefen des Kosmos. Die Intensität dieser sogenannten kosmischen Strahlung schwankt daher im Takt der Sonnenzyklen um 15 Prozent im globalen Mittel - also sehr viel mehr als die Sonnenstrahlung selbst. Wenn die kosmischen Teilchen nun die Wolkenbildung anregen würden, hätten sie damit unter Umständen enorme Wirkung. Niedrige Wolken haben einen kühlenden Effekt auf das Klima. Eine dauerhafte Änderung der Wolkenbedeckung um wenige Prozent würde die Wirkung unserer Treibhausgase bereits kompensieren.



Unerforschlich ist ihr Lauf

Ob kosmische Teilchen der Sonne klimawirksam sind, wird zurzeit intensiv untersucht. Am europäischen Kernforschungszentrum Cern fanden Ende 2009 die ersten erfolgreichen Messungen mit dem „Cloud“-Experiment statt. In einem großen Spezialtank wird dabei eine künstliche Atmosphäre mit Teilchen aus einem Beschleuniger beschossen. Sollte sich in dem Genfer Teilchentank ein physikalischer Mechanismus nachweisen lassen, durch den kosmische Strahlen unter den Bedingungen der realen Atmosphäre die Wolkenbildung anregen, öffnete sich - neben der Wirkung der UV-Strahlen und den Verstärkungseffekten über Tropenmeeren - ein dritter Kanal, über den die Launen der Sonne auf unser Klima einwirken.

Unser Verhältnis zu unserem Tagesgestirn würde damit noch komplizierter, als wenn es tatsächlich für die globale Erwärmung verantwortlich wäre. Und die Sonne bliebe uns ein Stück weit jenes Rätsel, das Echnaton in seinem Hymnus anspricht: „Bist Du auch fern, Deine Strahlen sind auf Erden. Du scheinst in ihre Gesichter, doch unerforschlich ist Dein Lauf.“

Klima, Wind und Sonne

Arbeitsblatt



17/27

AB 1: Zuordnung Klimazonen – Winde

Aufgabe:

Von welchen Luftdruckgebieten und Windgürteln werden die Klimatypen beeinflusst? Ordnen Sie diese zu, indem Sie die Buchstaben von unten zu den richtigen Satzanfängen von oben stellen!

___ Die subpolare Klimazone wird ...

___ Das subtropische Wechselklima wird ...

___ Das Äquatorialklima wird ...

___ Das Passatklima wird ...

___ Das Seeklima wird ...

___ Das tropische Wechselklima wird ...

A ... ganzjährig durch die Westwinde (Tiefdruckwirbel) beeinflusst.

B ... im Sommer durch die Äquatoriale Tiefdruckrinne und im Winter durch die Passatwinde beeinflusst.

C ... im Winter durch die Westwinde und im Sommer durch den Hochdruckgürtel (z.B. Azorenhoch) beeinflusst.

D ... im Winter durch die polaren Ostwinde und im Sommer durch die Westwinde beeinflusst.

E ... ganzjährig durch die Innertropische Konvergenzzone beeinflusst.

F ... ganzjährig durch die Passatwinde beeinflusst.

Klima, Wind und Sonne

Arbeitsblatt

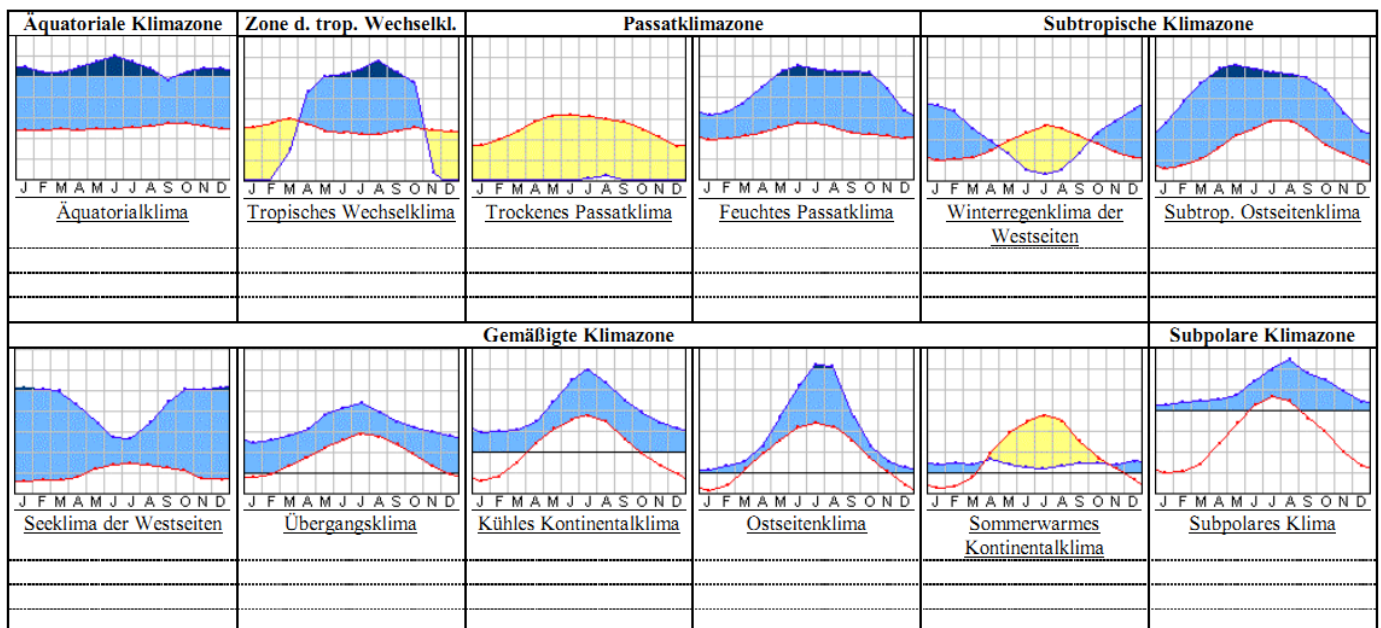


18/27

AB 2: Klimazonen der Erde – Schematische Klimadiagramme

Aufgabe:

Sehen Sie sich die Klimadiagramme an und beantworten Sie die untenstehenden Fragen dazu!



Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/arbeitsb/klimazonen2.pdf>

1. Begründen Sie den Verlauf der Temperaturkurven in den einzelnen Klimazonen!

2. Schreiben Sie unter die Diagramme der Klimatypen die dazugehörigen Vegetationszonen.

Hinweise zu den Klimadiagrammen: Die auf diesem Arbeitsblatt verwendeten Klimadiagramme sind nur für die Nordhalbkugel gültig. Die Niederschlags- und Temperaturachsen stehen im Verhältnis $N=2 \cdot t$.

Klima, Wind und Sonne

Arbeitsblatt



19/27

AB 3: Passatzirkulation und Klima

Aufgabe:

1. Vervollständigen Sie die beiden Querschnitte der Passatzirkulation (mit Zenitständen der Sonne)!
2. a) Kennzeichnen Sie die Lage der Klimastationen in den Querschnitten!
b) Von welchen Luftmassen werden die einzelnen Orte im Winter bzw. Sommer beeinflusst?
Beachten Sie dabei, dass am Äquator ganzjährig konvektive Niederschläge fallen!
3. Begründen Sie nun die klimatischen Verhältnisse der Klimastationen!

30°N

23,5°N

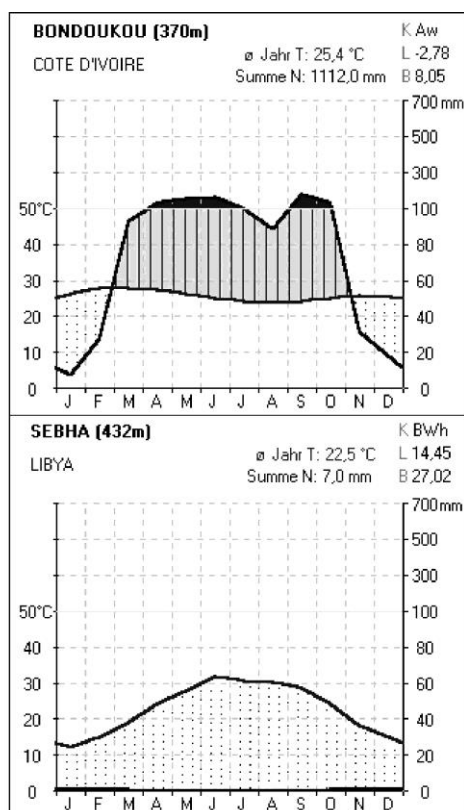
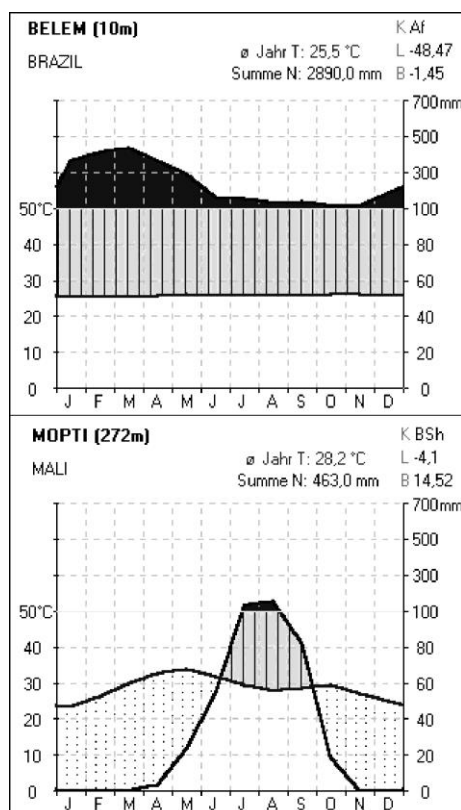
Äquator

23,5°S

30°S

am 23. Dezember

am 23. Dezember

Bildquelle: http://klima-der-erde.de/arbeitsb/passatzir_klima.pdf

Klima, Wind und Sonne

Arbeitsblatt



20/27

AB 4: Regionale Windsysteme

Neben den globalen Winden, wie Passate, Monsune, außer tropische Westwinde, polare Ostwinde, gibt es noch zahlreiche regionale Winde, die nur in bestimmten Gegenden wirksam werden.

1. Tagesperiodische Winde

Diese Winde wechseln ihre Richtung im Laufe des Tages.

- Berg-Tal-Windsystem (v.a. in Hochgebirgen)
- Land-See-Windsystem (an allen Küsten und großen Binnenseen)

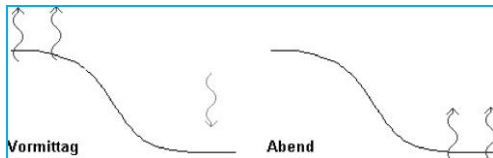
2. Synoptische Winde und Fallwinde

Diese Winde sind von bestimmten Wetterlagen abhängig. Fallwinde sind Luftmassen, die von Gebirgen herabströmen. Dabei unterscheidet man zwischen:

- kalte Fallwinde: Erwärmen sich trockenadiabatisch, wirken aber kalt, da sie aus einer kalten Luftmasse kommen und in einen warmen Raum strömen, z.B. Mistral.
- warme Fallwinde: Erwärmen sich trockenadiabatisch, z.B. Föhn.

Aufgabe:

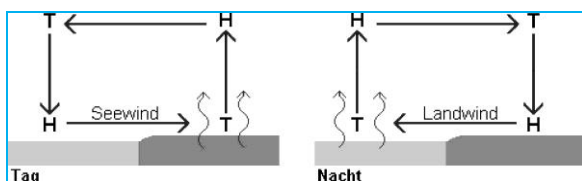
Vervollständigen Sie die Skizze und erklären Sie das Berg-Tal-Windsystem! Weshalb bilden sich in den Hanglagen diese Luftdruckgebiete?



Bildquelle: http://klima-der-erde.de/arbeitsb/reg_winde.pdf

Aufgabe:

Die folgenden Wortgruppen erklären das Land-See-Windsystem. Ordnen Sie sie dazu in die richtige Reihenfolge!



Bildquelle: http://klima-der-erde.de/arbeitsb/reg_winde.pdf

starke Erwärmung des Landes | Hoch über Land | aufsteigende Warmluft | Landwind als Ausgleichströmung vom Hoch zum Tief | Tiefdruckgebiet | über dem Meer: | Tag: | Nacht: | Entstehung eines Hochs | Ausgleichströmung vom Hoch zum Tief = Seewind | Luftdruck fällt | rasche Abkühlung des Landes | kühlere Luft | Meer gibt gespeicherte Wärme ab | aufsteigende Warmluft | Tief über dem Meer

Klima, Wind und Sonne

Arbeitsblatt



21/27

Zeichnen Sie die folgenden regionalen Winde in die Umrisskarte ein!

Aufgabe:

- | | | |
|-------------|-------------------------|-------------|
| A Mistral | G Etesien | M Chamsin |
| B Föhn | H Chinook | N Harmattan |
| C Bora | I Blizzards | O Buran |
| D Suchowei | J Northers (N-oAmerika) | P Purga |
| E Schirokko | K Northers (Australien) | Q Pampero |
| F Leveche | L Haboob | |



Aufgabe:

1. Wenn es im Westen der Kaskadenkette in Nordamerika bei Westwind regnerisch und kühl ist, wird es bald im Osten des Gebirges warm und trocken. Erklären Sie diesen Zusammenhang!
2. Am Meer sind manchmal nachmittags im ufernahen Wasser viele Algen zu sehen, welche beim Schwimmen stören können. Vormittags aber befinden sich die Algen weiter draußen im Meer. Begründen Sie die Lage der Algen!

1. _____

2. _____

Klima, Wind und Sonne

Arbeitsblatt



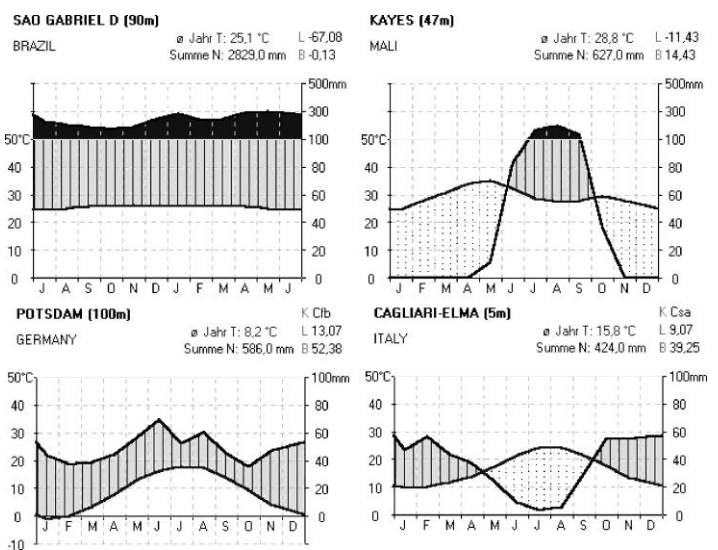
22/27

AB 5: Globale Winde und Klimatypen

Aufgabe:

1. Ergänzen Sie die linksstehende Übersicht mit den Symbolen H / T und Windzirkulationspfeilen!
2. In welchen Klimatypen liegen die Stationen der vier abgebildeten Diagramme?
3. Füllen Sie den Lückentext aus!
4. Begründen Sie nun für die Stationen Sao Gabriel, Kayes und Potsdam die klimatischen Verhältnisse!

Bodenwinde und Druck- gebiete am 21. Juni	Geographische Breite / Klimatypen	Bodenwinde und Druck- gebiete am 21. Dezember
	Nordpol Polarklima Subpolares Klima 60° N Seeklima der Westseiten Winterregenklima der Westseiten 30° N Trockenes Passatklima Tropisches Wechselklima Äquator Äquatorialklima 30° S 60° S Südpol	



Cagliari befindet sich im Sommer unter Einfluss

des _____. Da dann

Luft _____, bilden sich kaum _____. Es

fallen also _____ Niederschläge.

Im Winter herrschen die _____

_____ vor. Diese bringen mit ihren Zyklonen

wieder _____.

Klima, Wind und Sonne

Lösungen



23/27

Lösung:

AB 1: Zuordnung Klimazonen – Winde

- D** Die subpolare Klimazone wird ...
... im Winter durch die polaren Ostwinde und im Sommer durch die Westwinde beeinflusst.
- A** Das subtropische Wechselklima wird ...
... ganzjährig durch die Westwinde (Tiefdruckwirbel) beeinflusst.
- E** Das Äquatorialklima wird ...
... ganzjährig durch die Innertropische Konvergenzzone beeinflusst.
- F** Das Passatklima wird ...
... ganzjährig durch die Passatwinde beeinflusst.
- C** Das Seeklima wird ...
... im Winter durch die Westwinde und im Sommer durch den Hochdruckgürtel (z.B. Azorenhoch) beeinflusst.
- B** Das tropische Wechselklima wird ...
... im Sommer durch die Äquatoriale Tiefdruckrinne und im Winter durch die Passatwinde beeinflusst.

Klima, Wind und Sonne

Lösungen

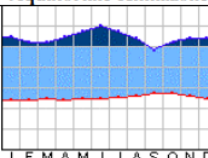
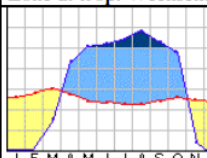
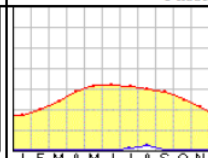
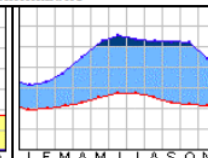
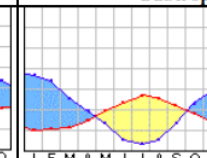
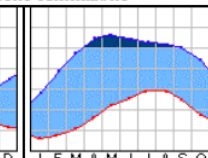
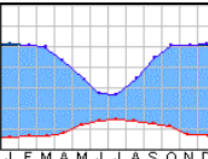
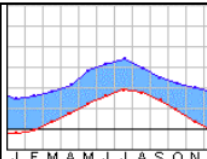
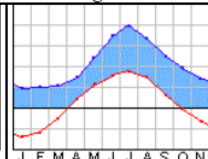
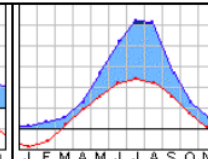
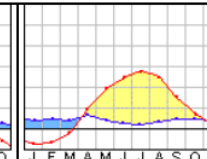
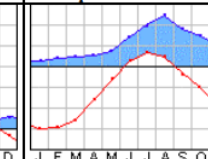


24/27

Lösung:

AB 2: Klimazonen der Erde – Schematische Klimadiagramme

- Begründen Sie den Verlauf der Temperaturkurven in den einzelnen Klimazonen!
 - **Äquatoriale Klimazone:** Sonne ganzjährig nahezu im Zenit ganzjährig hohe Temperaturen (Beleuchtungszone: Tropen)
 - **Zone des tropischen Wechselklimas:** Sonne zweimal im Zenit zwei Temperatur-Maxima (Beleuchtungszone: Tropen)
 - **Passatklimate und Subtropische Klimazone:** Sommer wärmer, da Sonne im Winter auf Nord-Halbkugel (Subtropen)
 - **Gemäßigte Klimazone:** Temperatur gemäßigt, da gemäßigte Beleuchtungszone; Maximum im Sommer, da Sonne dann auf Nord-Halbkugel
 - **Subpolare Klimazone:** Temperatur-Mittel geringer als in Gemäßigter Zone, da weiter polwärts
 - **Polare Klimazone:** polare Beleuchtungszone, Polartag/-nacht
- Schreiben Sie unter die Diagramme der Klimatypen die dazugehörigen Vegetationszonen.

Äquatoriale Klimazone	Zone d. trop. Wechselkl.	Passatklimate		Subtropische Klimazone	
					
Äquatoriales Klima	Tropisches Wechselklima	Trockenes Passatklima	Feuchtes Passatklima	Winterregenklima der Westseiten	Subtrop. Ostseitenklima
Trop. Regenwald	Savannen	Passatwüsten	vers. Feuchtwälder	Hartlaubgewächse	Lorbeerwald
Gemäßigte Klimazone					
					
Seeklima der Westseiten	Übergangsklima	Kühles Kontinentalklima	Ostseitenklima	Sommerwarmes Kontinentalklima	Subpolares Klima
Laubwald	Laub- und Mischwald	Borealer Nadelwald	Laub-/Mischwald Steppen, Tundra	winterkalte Steppen, (Halb)wüsten	Tundra

Bildquelle: <http://klima-der-erde.de/arbeitsb/klimazonen2.pdf>

Klima, Wind und Sonne

Lösungen

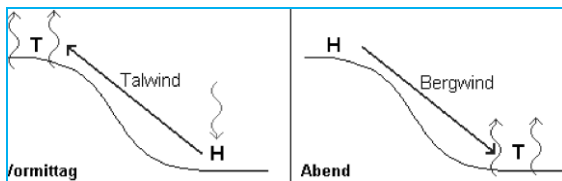


25/27

Lösung:

AB 4: Regionale Windsysteme

Berg-Talwinde



Bildquelle: http://klima-der-erde.de/arbeitsb/reg_winde.pdf

In den frühen Morgenstunden werden zuerst die Talhänge und Gipfel erwärmt. In den Tälern sammelt sich die schwere und dadurch absinkende Kaltluft. Da über den Gipfeln Wärme abgestrahlt wird, bilden sich hier Tiefdruckgebiete. Die schwere Kaltluft in den Tälern erzeugt einen hohen Luftdruck. Es weht also ein Wind vom Tal zum Berg - ein Talwind. Im Laufe des Tages wurden auch die Täler erwärmt. Doch beim Einbruch der Nacht kühlen die Gipfel schnell ab. Es bilden sich daher auf den Bergen Hochdruckgebiete und in den Tälern Tiefdruckgebiete - es weht ein Bergwind.

Land-See-Windsystem

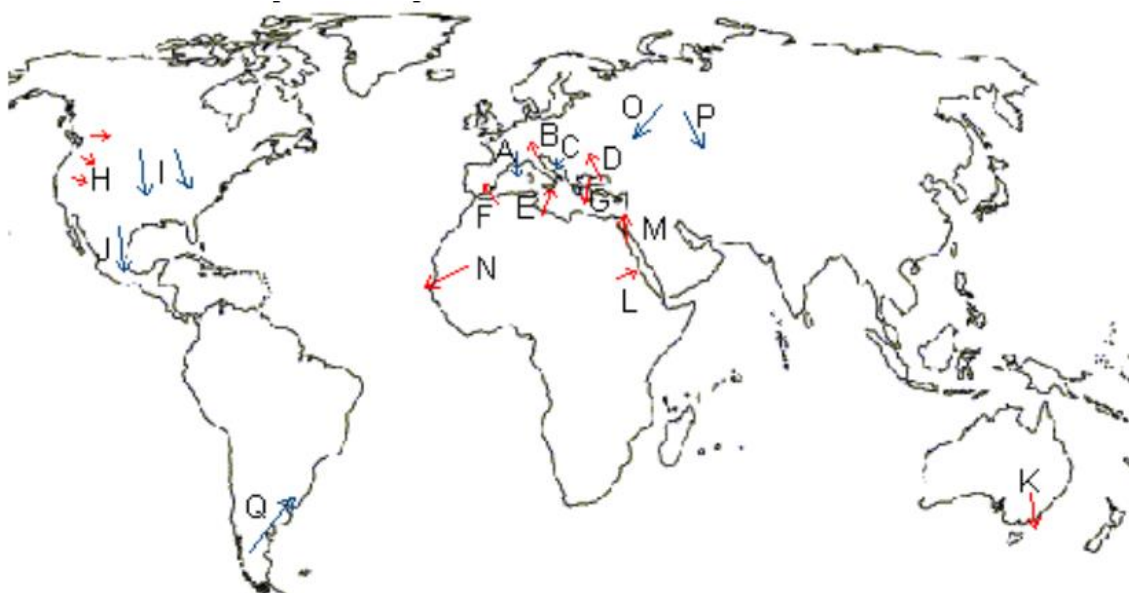
Tag:

Land: Starke Erwärmung des Landes --> aufsteigende Warmluft Luftdruck fällt --> Tiefdruckgebiet
 Meer: kühlere Luft --> Entstehung eines Hochs --> Ausgleichströmung vom Hoch zum Tief = Seewind

Nacht:

Land: rasche Abkühlung des Landes --> Hoch über Land
 Meer: Wasser gibt gespeicherte Wärme ab --> aufsteigende Warmluft --> Tief über dem Meer --> Ausgleichströmung vom Meer = Landwind

Regionale Winde



Klima, Wind und Sonne

Lösungen



26/27

Zusammenhänge erklären

Kaskadenkette in Nordamerika

Vor dem Gebirge staut sich die Luft und weicht schließlich in die Höhe aus. Dabei kühlt sie sich erst trockenadiabatisch und über dem Kondensationsniveau feuchtadiabatisch ab. Es bilden sich Wolken und es fallen Niederschläge. Deshalb ist es im Westen der Kaskadenkette regnerisch und kühl. Die in der Höhe angekommene Luft überströmt das Gebirge. Dahinter strömt sie als Fallwind ab. Dies ist der Chinook. Er erwärmt sich trockenadiabatisch und verursacht Wolkenauflösung. Deshalb ist es östlich des Gebirges warm und trocken.

Algen im Meer

Am Tag entsteht durch eine starke Erwärmung des Landes ein Tiefdruckgebiet. Es weht ein Seewind, welcher die Algen nahe an die Küste treiben lässt. In der Nacht weht der Landwind, der die Algen wieder hinaus treibt. Da sich vormittags das Land erst erwärmt, setzt der Seewind erst gegen Mittag ein, deshalb sind die Algen vormittags noch weit draußen.

Klima, Wind und Sonne

Lösungen



27/27

Lösung:

AB 5: Globale Winde und Klimatypen

Bodenwinde und Druckgebiete am 21. Juni	Geographische Breite/ Klimatyp	Bodenwinde und Druckgebiete am 21. Dezember
	Nordpol Polarklima	
	Subpolares Klima 60°N Seeklima der Westseiten	
	Winterregenklima der Westseiten 30°N Trockenes Passatklima	
	Tropisches Wechselklima Äquator Äquatorialklima	
	Tropisches Wechselklima Trockenes Passatklima 30°S	
	Wi.-re.-klima d. Wests. Seeklima d. Wests. 60°S	
	Subpolares Klima	
	Polarklima Sudpol	

2. Klimatypen:

- **Sao Gabriel:** Äquatoriale Klimazone, Äquatorialklima
- **Kayes:** Zone des tropischen Wechselklimas, Tropisches Wechselklima
- **Potsdam:** Gemäßigte Klimazone, Seeklima der Westseiten
- **Cagliari:** Subtropische Klimazone, Winterregenklima der Westseiten

3. Lückentext:

Cagliari befindet sich im Sommer unter Einfluss

Des **subtropischen Hochdruckgürtels**. Da dann

Luft **absinkt**, bilden sich kaum **Wolken**. Es

fallen also **wenige** Niederschläge.

Im Winter herrschen die **außertropischen**

Westwinde vor. Diese bringen mit ihren Zyklonen wieder

Niederschlag.

4. Begründung des Klimas für die Stationen Sao Gabriel, Kayes und Potsdam

Sao Gabriel: ganzjährig Einfluss der ITC ganzjährig hohe Niederschläge Temperaturen tropisch, da in Tropen. Kaum T-Schwankungen, weil ganzjährig großer Einfallswinkel der Sonne.

Kayes: Nordsommer: ITC hohe Niederschläge (Regenzeit) Nordwinter: Nordost-Passat keine Niederschläge (Trockenzeit) T-Maxima im Mai und Oktober, da dann Zenitstand der Sonne.

Potsdam: ganzjährig außertropische Westwinde ganzjährige Niederschläge Im Winter Niederschlag geringer, da bei niedrigeren Temperaturen maximale Luftfeuchte geringer ist.

Temperaturen gemäßigt mit Maximum im Juli, weil in gemäßigter Beleuchtungszone auf Nordhalbkugel.

Ergänzende Aufgaben:

- Leiten Sie von der atmosphärischen Zirkulation ab, wie die Temperatur- und Niederschlagskurven in Klimadiagrammen aus dem Polarklima, dem Subpolaren Klima und dem Trockenen Passatklima verlaufen!
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Klima eines Ortes und der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre?