minærva

G

5

SKRIPT

Klimazonen der Erde

Erklärskript

Die Aufgaben 149–173 zu diesem Skript stehen im Aufgabenskript, die Lösungen im Lösungsskript. Verweise auf Aufgaben sind Links.

Geographie – Klasse 5 bis 10, G8 und G9

Pirmin Gohn

Nutzungshinweis: Dieses Skript darf nur im Rahmen des Unterrichts verwendet werden; insbesondere ist die eigenständige Weitergabe untersagt.

Skriptreihe G · Geographie (Klasse 5 bis 10, G8 und G9)

G1 Orientierung	G2 Landschaften	G3 Wetter und Klima	G4 Stadt und Land	G5 Klimazonen	G6 Geozonen
G7 Klimawandel	G8 Eine Welt	G9 Welthandel	G10 Erde und Meere	G11 Ressourcen	

Lernen mit minærva

Dieses Skript ist ein Teil von minærva. Alles gehört zusammen: Jedes Thema führt von der Erklärung zum Üben, zum Ausprobieren und ins große Bild.

minaerva.de

Skripte Verstehen
Der Stoff zum Nachlesen: Erklärungen, Herleitungen, Beispiele und typische Fehler.
minaerva.de

noctua Üben
Fragen zu jedem Abschnitt, mit sofortiger Rückmeldung.
noctua.minaerva.de

fabrica Ausprobieren
Versuche und Anschauungen zum Selbermessen und Anfassen, ohne Konto, auch auf dem iPad.
fabrica.minaerva.de

tela Vernetzen
Das Wissensnetz: worauf ein Thema aufbaut und wohin es führt.
tela.minaerva.de

So greifen die Skripte ineinander

Erklärskripte	Geographie: elf Themenskripte G1–G11 für die Klassen 5 bis 10 (im G9 bis Klasse 11) mit dem Stoff, aber ohne Aufgaben. Unter jeder Abschnittsüberschrift steht, in welchen Klassen das Thema im G8 und im G9 drankommt.
Aufgabenskript	Ein gemeinsames Aufgabenskript für alle Themen. Die Erklärskripte verweisen darauf; jede Aufgaben-, Abbildungs- und Tabellennummer gibt es in der Reihe nur einmal.
Lösungsskript	Die Lösungen zu allen Aufgaben, mit denselben Nummern.

Am Ende vieler Abschnitte stehen Links zur passenden Übung, zum Versuch und ins Wissensnetz. In der PDF-Datei lassen sie sich direkt antippen.

Inhaltsverzeichnis

Worum es geht **4**
1 Beleuchtungszonen und Jahreszeiten **5**
1.1 Schräge Strahlen wärmen weniger 5
1.2 Die schräge Erdachse macht die Jahreszeiten 5
1.3 Wendekreise, Polarkreise und Beleuchtungszonen 6
2 Luftdruck, Wind und tropische Zirkulation **8**
2.1 Hoch, Tief und Wind 8
2.2 Der Passatkreislauf 8
2.3 Die ITC wandert: Regenzeit und Trockenzeit 9
3 Klimazonen und Vegetationszonen **10**
3.1 Das Klimadiagramm lesen 10
3.2 Die Klimazonen der Erde im Überblick 10
3.3 Warum die Zonen nicht genau den Breitenkreisen folgen 11
4 Wetter in den Tropen und in Mitteleuropa **12**
4.1 Tageszeitenklima in den immerfeuchten Tropen 12
4.2 Jahreszeitenklima in Mitteleuropa 12
5 Wetterextreme **14**
5.1 Tropische Wirbelstürme 14
5.2 Weitere Wetterextreme 15

Worum es geht

In Manaus, mitten im Amazonasgebiet, ist es das ganze Jahr über heiß und feucht; fast jeden Nachmittag gibt es ein Gewitter. In Niamey am Rand der Sahara fällt monatelang kein Tropfen, dann kommt für drei, vier Monate der Regen. In Jakutsk in Sibirien sinkt die Temperatur im Januar im Mittel auf fast −37 °C, im Juli steigt sie auf 20 °C. Und in Freiburg wechseln sich Hochs und Tiefs ab, sodass man im April morgens Handschuhe und nachmittags ein T-Shirt braucht.

Warum ist das so? Die Antwort beginnt bei der Sonne: Sie erwärmt die Erde ungleichmäßig, und weil die Erdachse schräg steht, wandert der Ort der stärksten Einstrahlung im Lauf des Jahres. Daraus entstehen Temperaturzonen, Luftdruckgürtel und Winde, und daraus wiederum die Klimazonen mit ihrer typischen Vegetation. Dieses Skript geht diesen Weg Schritt für Schritt und endet bei den Wetterextremen, die Menschen in vielen Teilen der Erde bedrohen.

> **Klimazonen der Erde im Lehrplan.** G8: Klasse 7/8. G9: Klasse 7/8. Einzelne Abschnitte können davon abweichen; die Marken unter den Überschriften sagen es genau.

Lehrplan-Marken. Unter jeder Abschnittsüberschrift steht, in welchen Klassen das Thema im achtjährigen (G8) und im neunjährigen Gymnasium (G9) vorkommt, z. B. G8 · Kl. 7/8 G9 · Kl. 7/8. Ein Strich (G9 –) heißt: Im Lehrplan dieses Zugs kommt der Abschnitt nicht vor. Grundlage ist der Bildungsplan Baden-Württemberg (G8: Fassung vom 22.02.2023, G9: Fassung vom 08.04.2026). Der Bildungsplan nennt Doppeljahrgänge; auf welches Jahr ein Thema fällt, legt die Schule fest. Wo der Plan ein Raumbeispiel zur Wahl stellt, behandelt das Skript alle.

Die Aufgaben zu diesem Skript stehen im Aufgabenskript der Reihe, die Lösungen im Lösungsskript. Jeder Abschnitt endet mit Verweisen auf passende Übungen in **noctua** und Stationen in **fabrica**. Fachbegriffe aus dem Bildungsplan sind beim ersten Auftreten **fett** gesetzt und am Ende jedes Kapitels in einem Kasten zusammengefasst. Alle Klimadiagramme echter Orte beruhen auf Messwerten der Jahre 1991 bis 2020 (Deutscher Wetterdienst).

1 Beleuchtungszonen und Jahreszeiten

G8 · Kl. 7/8 G9 · Kl. 7/8

Halte im Sommer mittags die Hand flach in die Sonne, einmal so, dass die Strahlen senkrecht auftreffen, einmal schräg. Senkrecht wird die Hand schneller warm. Genau das passiert auf der Erde im Großen: Weil die Erde eine Kugel ist, treffen die Sonnenstrahlen nur an einer Stelle senkrecht auf, überall sonst schräg, und zu den Polen hin immer flacher.

1.1 Schräge Strahlen wärmen weniger

Die Sonnenstrahlen kommen praktisch parallel bei der Erde an. Ein Strahlenbündel bringt in jeder Sekunde eine bestimmte Menge Energie mit. Trifft es senkrecht auf, verteilt sich diese Energie auf eine kleine Fläche; trifft es schräg auf, auf eine größere (Abbildung 89). Jeder Quadratmeter bekommt dann weniger Energie ab und erwärmt sich weniger.

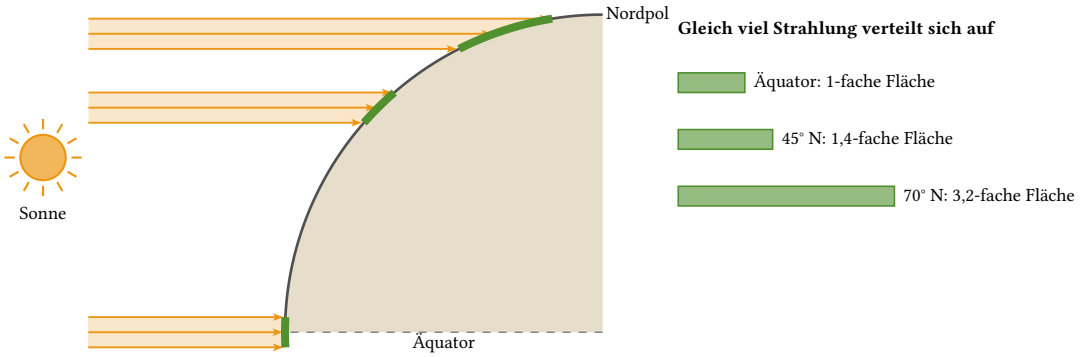


Abbildung 89: Gleich breite Strahlenbündel zur Tag-und-Nacht-Gleiche. Bei 45° Breite verteilt sich die Energie auf eine etwa anderthalbmal so große Fläche wie am Äquator, bei 70° Breite auf gut die dreifache.

Den Winkel, unter dem die Strahlen mittags auf den Boden treffen, nennt man **Einfallswinkel** oder Sonnenhöhe. Je größer er ist, desto stärker wärmt die Sonne. Zur Tag-und-Nacht-Gleiche steht die Sonne mittags über dem **Äquator** senkrecht (90°); an einem Ort mit der Breite φ ist der Einfallswinkel dann $90° - \varphi$. In Freiburg (48° N) sind das mittags nur 42°.

Dazu kommt ein zweiter Effekt: Schräge Strahlen legen einen längeren Weg durch die Lufthülle zurück, und unterwegs wird mehr Strahlung von Wolken, Staub und Luft zurückgeworfen oder verschluckt.

Merksatz

Je weiter ein Ort vom Äquator entfernt ist, desto flacher treffen die Sonnenstrahlen im Mittel auf, desto weniger Energie erhält jeder Quadratmeter und desto kälter ist es.

1.2 Die schräge Erdachse macht die Jahreszeiten

Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse (**Erdrotation**): So entstehen Tag und Nacht. In einem Jahr umläuft sie die Sonne (**Erdrevolution**). Dabei steht die **Erdachse** nicht senkrecht auf der Bahnebene, sondern ist um 23,44° geneigt, und zwar immer in dieselbe Richtung im Weltraum (Abbildung 90). Diese **Schrägstellung der Erdachse** ist der Grund für die **Jahreszeiten**.

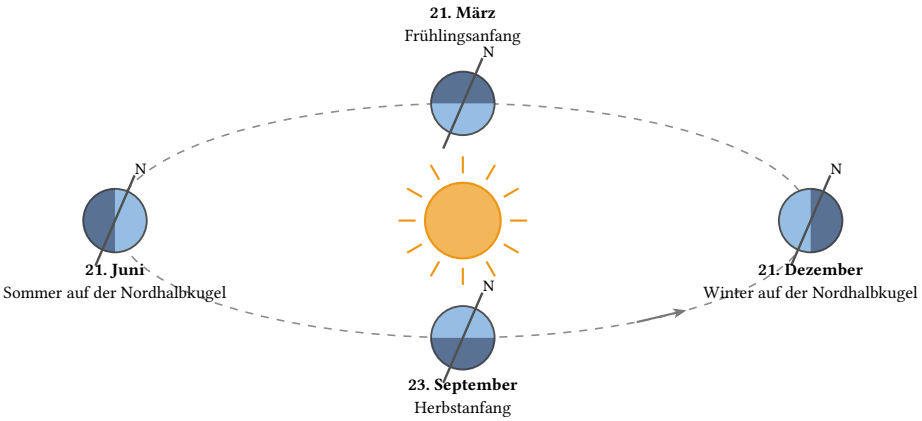


Abbildung 90: Die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne (Schrägansicht, nicht maßstäblich). Die Erdachse zeigt immer in dieselbe Richtung. Im Juni ist die Nordhalbkugel der Sonne zugeneigt, im Dezember die Südhalbkugel.

Im Juni ist die Nordhalbkugel der Sonne zugeneigt. Die Sonnenstrahlen treffen dort steiler auf, und die Tage sind lang: Bei uns ist Sommer. Gleichzeitig ist die Südhalbkugel von der Sonne weggeneigt, dort ist Winter. Ein halbes Jahr später ist es umgekehrt. Mit dem Abstand zur Sonne haben die Jahreszeiten nichts zu tun: Die Erde ist der Sonne Anfang Januar sogar am nächsten.

Typischer Fehler

Falsch: Im Sommer ist es warm, weil die Erde der Sonne dann näher ist.

Richtig: Im Sommer ist es warm, weil die eigene Halbkugel der Sonne zugeneigt ist: Die Strahlen fallen steiler ein, und die Tage sind länger.

Wäre der Abstand entscheidend, hätten Nord- und Südhalbkugel gleichzeitig Sommer.

1.3 Wendekreise, Polarkreise und Beleuchtungszonen

Am 21. Juni steht die Sonne mittags senkrecht über dem **nördlichen Wendekreis** (23,44° N). Weiter nach Norden kommt sie nie in den **Zenit** (senkrecht über einem Ort); danach „wendet“ sie und wandert wieder nach Süden. Am 21. Dezember steht sie senkrecht über dem südlichen Wendekreis, am 21. März und am 23. September über dem Äquator. Nur zwischen den Wendekreisen kann die Sonne also im Zenit stehen.

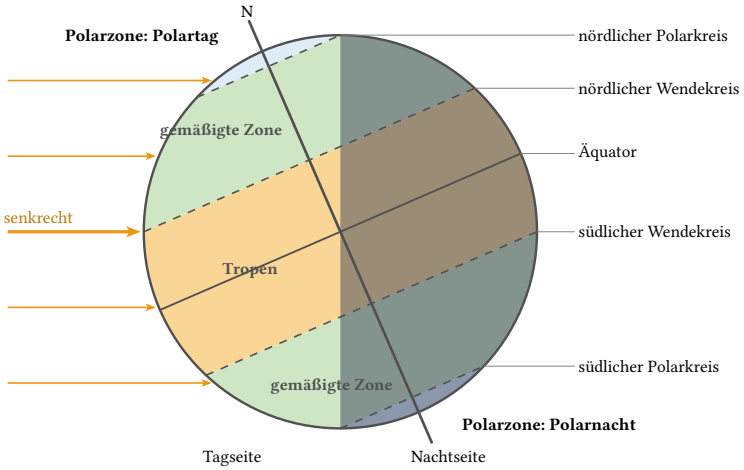


Abbildung 91: Beleuchtung der Erde am 21. Juni (Schnitt durch die Erdachse, Sonne von links). Rund um den Nordpol bleibt es den ganzen Tag hell, rund um den Südpol den ganzen Tag dunkel.

An den Polarkreisen (66,56° N und S) liegt die zweite wichtige Grenze (Abbildung 91). Am 21. Juni bleibt nördlich des **Polarkreises** die Sonne den ganzen Tag über dem Horizont: **Polartag**. Südlich des südlichen Polarkreises geht sie gar nicht auf: **Polarnacht**. Am Polarkreis selbst dauern Polartag und Polarnacht genau einen Tag; zum Pol hin werden sie länger, am Pol jeweils ein halbes Jahr.

Wendekreise und Polarkreise teilen die Erde in **Beleuchtungszonen**:

Beleuchtungszone	Lage	Merkmal
Tropen	zwischen den Wendekreisen	Sonne steht zweimal im Jahr im Zenit; Tage und Nächte immer etwa 12 Stunden
gemäßigte Zonen	zwischen Wende- und Polarkreis	Sonne nie im Zenit; im Sommer lange, im Winter kurze Tage
Polarzonen	jenseits der Polarkreise	Polartag und Polarnacht

Tabelle 24: Die Beleuchtungszonen der Erde.

Weil die Einstrahlung die Temperatur bestimmt, entsprechen den Beleuchtungszonen grob die **Temperaturzonen**: die heiße Zone in den Tropen, die gemäßigten Zonen und die kalten Zonen um die Pole. Die Grenzen der Temperaturzonen folgen aber nicht genau den Breitenkreisen, denn Meere, Gebirge und Winde verschieben sie.

Beispiel 1

Einfallswinkel in Freiburg (48° N). Zur Tag-und-Nacht-Gleiche: $90° - 48° = 42°$. Am 21. Juni steht die Sonne 23,5° höher: $42° + 23{,}5° = 65{,}5°$. Am 21. Dezember steht sie 23,5° tiefer: $42° - 23{,}5° = 18{,}5°$. Im Winter treffen die Strahlen also sehr flach auf, und der Tag ist kurz: Beides zusammen macht den Winter kalt.

Fachbegriffe: Schrägstellung der Erdachse · Beleuchtungszone · Temperaturzone · Äquator · Wendekreis · Polarkreis · Polartag · Polarnacht · Jahreszeiten

Üben: **noctua** ↗ Ausprobieren: **Erdbahn und Jahreszeiten** ↗ · **Sonnenverlauf und Tageslänge** ↗

2 Luftdruck, Wind und tropische Zirkulation

G8 · Kl. 7/8 G9 · Kl. 7/8

Die Sonne erwärmt nicht nur den Boden, sondern über den Boden auch die Luft darüber. Wo die Luft warm wird, kommt sie in Bewegung, und so entstehen Winde, die ganze Erdteile mit Regen versorgen oder austrocknen lassen.

2.1 Hoch, Tief und Wind

Luft hat ein Gewicht. Die Luftsäule über uns drückt auf jeden Quadratzentimeter mit etwa 1 kg Masse; diesen Druck nennt man **Luftdruck**. Er wird in Hektopascal (hPa) gemessen und beträgt auf Meereshöhe im Mittel 1013 hPa.

Erwärmt sich Luft, dehnt sie sich aus, wird leichter und steigt auf. Am Boden fehlt dann Luft: Es entsteht ein **Tiefdruckgebiet** (T). Kühlt Luft ab, wird sie schwerer und sinkt; am Boden staut sie sich: Es entsteht ein **Hochdruckgebiet** (H). Weil die Natur Druckunterschiede ausgleicht, strömt Luft am Boden vom Hoch zum Tief. Diese Ausgleichsströmung ist der **Wind**.

Merksatz

Aufsteigende Luft: am Boden Tiefdruck. Absinkende Luft: am Boden Hochdruck. Wind weht am Boden vom Hoch zum Tief.

Steigt Luft auf, kühlt sie sich ab. Kalte Luft kann weniger Wasserdampf halten; der Dampf kondensiert zu winzigen Tröpfchen, es bilden sich Wolken, oft auch Regen. Sinkt Luft ab, erwärmt sie sich, Wolken lösen sich auf. Darum bringt ein Tief meist Wolken und Regen, ein Hoch meist Sonnenschein.

2.2 Der Passatkreislauf

In den Tropen steht die Sonne hoch, Boden und Luft werden stark erwärmt. In der Nähe des Zenitstands steigt feuchtwarme Luft in einem breiten Gürtel um die Erde auf. Am Boden entsteht ein Tiefdruckgürtel, die **innertropische Konvergenzzone** (**ITC**). „Konvergenz“ heißt Zusammenströmen: Von Norden und Süden strömt hier Luft zusammen. Beim Aufsteigen bilden sich hohe Wolkentürme, und am Nachmittag fallen heftige Regengüsse, die **Zenitalregen**.

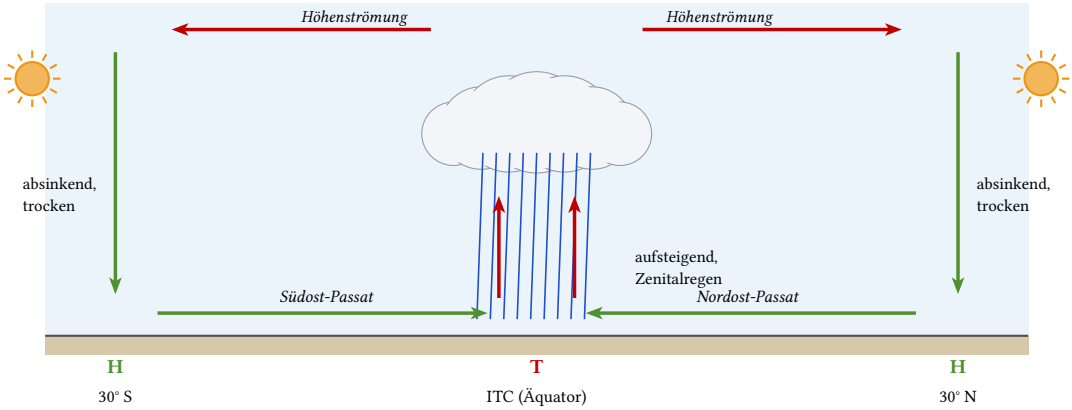


Abbildung 92: Der Passatkreislauf (vereinfacht): An der ITC steigt Luft auf, in etwa 30° Breite sinkt sie ab. Am Boden wehen die Passate zur ITC.

In großer Höhe strömt die Luft nach Norden und Süden weg. Etwa bei 30° Breite sinkt sie ab, erwärmt sich und wird trocken. Am Boden entsteht dort die **subtropisch-randtropische Hochdruckzone**. Von diesen Hochs fließt die Luft am Boden zurück zur ITC. Diese gleichmäßigen, beständigen Winde heißen **Passate** (Abbildung 92). Die Erddrehung lenkt sie ab: Auf der Nordhalbkugel weht der Nordost-Passat, auf der Südhalbkugel der Südost-Passat. Der ganze Kreislauf heißt **Passatkreislauf**; er ist die **tropische Zirkulation**.

Merksatz

An der ITC steigt Luft auf: Tiefdruck, Wolken, Zenitalregen. Bei etwa 30° Breite sinkt sie ab: Hochdruck, wolkenlos, trocken. Dazwischen wehen am Boden die Passate zur ITC.

Unter den absinkenden Luftmassen der Hochdruckzone liegen deshalb die großen Wüsten der Erde: die Sahara, die Arabische Wüste, die Wüsten Australiens und die Namib.

2.3 Die ITC wandert: Regenzeit und Trockenzeit

Die ITC bleibt nicht am Äquator. Sie folgt mit etwa einem Monat Verspätung dem Zenitstand der Sonne: Im Juli liegt sie über Afrika weit im Norden, im Januar im Süden (Abbildung 93). Wo die ITC hinkommt, beginnt die **Regenzeit**; wo sie wieder abzieht und der Passat aus der Wüste weht, herrscht **Trockenzeit**.

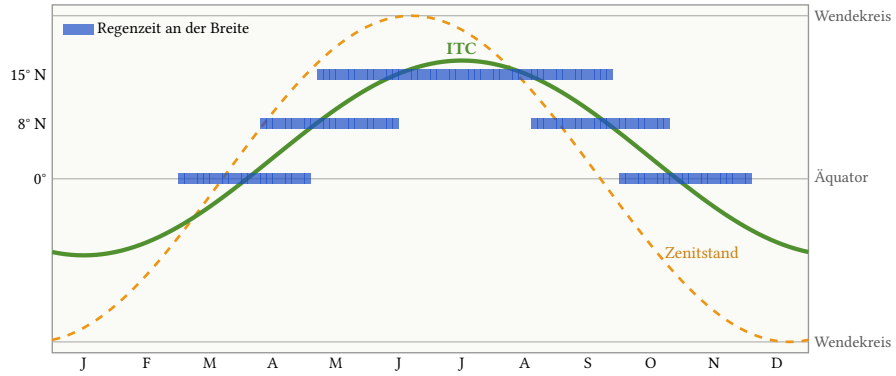


Abbildung 93: Lage der ITC über Afrika im Lauf des Jahres (Modell) und Regenzeiten an drei Breiten. Am Äquator kommt die ITC zweimal im Jahr vorbei, weiter nördlich nur einmal und kürzer.

- **Nahe am Äquator** zieht die ITC zweimal im Jahr vorüber und ist nie weit weg: Es regnet fast das ganze Jahr. Man spricht von den immerfeuchten Tropen.
- **Weiter vom Äquator weg** erreicht die ITC den Ort nur im Sommer der jeweiligen Halbkugel: eine Regenzeit, dazwischen eine lange Trockenzeit. Das sind die wechselfeuchten Tropen.

Die Klimadiagramme in Abbildung 94 zeigen beides.

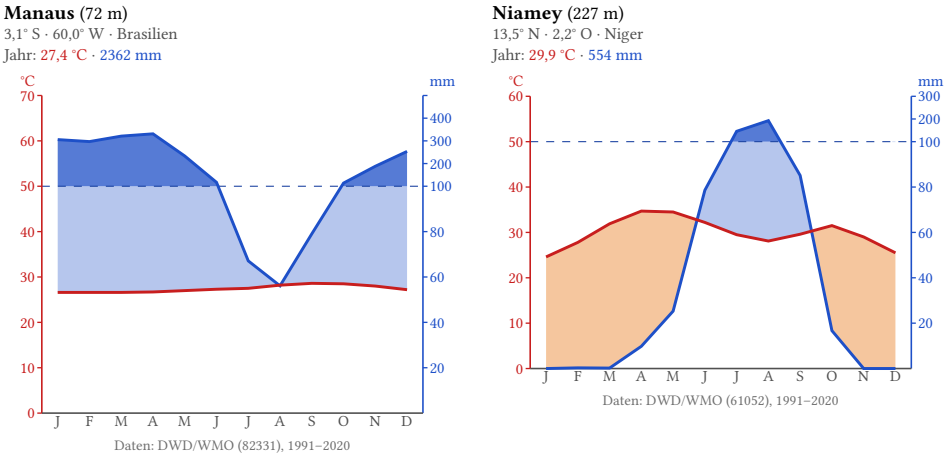


Abbildung 94: Klimadiagramme von Manaus (3° S, immerfeucht) und Niamey (13° N, wechselfeucht mit einer Regenzeit von Juni bis September). Rote Linie: Temperatur, blaue Linie: Niederschlag; blaue Fläche: feuchte (humide) Monate, rote Fläche: trockene (aride) Monate.

Fachbegriffe: Luftdruck · Hochdruckgebiet · Tiefdruckgebiet · Wind · ITC · subtropisch-randtropische Hochdruckzone · Zenitalregen · Passat · Passatkreislauf · Regenzeit · Trockenzeit

Üben: **noctua** ↗ Ausprobieren: **Planetarische Zirkulation** ↗ · **Monsun: Wind, der die Richtung wechselt** ↗

3 Klimazonen und Vegetationszonen

G8 · Kl. 7/8 G9 · Kl. 7/8

Aus Einstrahlung, Luftdruckgürteln und Winden ergeben sich Gebiete mit ähnlichem Klima, die sich wie Gürtel um die Erde legen: die **Klimazonen**. In jeder Klimazone wachsen Pflanzen, die mit ihren Temperaturen und ihrem Wasserangebot zurechtkommen. Diese natürliche Pflanzendecke bildet die **Vegetationszonen**.

3.1 Das Klimadiagramm lesen

Um das Klima eines Ortes zu beschreiben, zeichnet man ein **Klimadiagramm** (vgl. G3). Es zeigt für jeden Monat die mittlere Temperatur (rote Linie) und die mittlere Niederschlagsmenge (blaue Linie), gemittelt über 30 Jahre. Die Achsen sind so gewählt, dass 10 °C auf derselben Höhe liegen wie 20 mm Niederschlag.

Definition

Ein Monat ist **humid** (feucht), wenn die Niederschlagslinie über der Temperaturlinie liegt: Dann fällt mehr Regen, als verdunsten kann. Liegt sie darunter, ist der Monat **arid** (trocken): Es könnte mehr Wasser verdunsten, als fällt.

So wertet man ein Klimadiagramm aus

a) **Lage:** Ort, Land, Breitengrad (Nord- oder Südhalbkugel?), Höhe.
b) **Temperatur:** Jahresmittel, wärmster und kältester Monat, Unterschied zwischen beiden (Jahresschwankung).
c) **Niederschlag:** Jahressumme, Verteilung über das Jahr, humide und aride Monate.
d) **Einordnen:** Welche Klimazone? Welche Vegetation ist zu erwarten?

3.2 Die Klimazonen der Erde im Überblick

In der Schule unterscheidet man vier große Klimazonen, die sich weiter unterteilen lassen (Abbildung 95):



Abbildung 95: Klima- und Vegetationszonen von der Nordhalbkugel vereinfacht (ein gedachter Kontinent ohne Gebirge). Auf der Südhalbkugel wiederholt sich die Abfolge. In Wirklichkeit verschieben Meere, Gebirge und Meeresströmungen die Grenzen.

- **Tropen:** Warm das ganze Jahr (jeder Monat über 18 °C). In den immerfeuchten Tropen wächst **tropischer Regenwald**, in den wechselfeuchten Tropen **Savanne** aus Gras mit einzelnen Bäumen. Je länger die Trockenzeit, desto lichter die Savanne.
- **Subtropen:** Heiße Sommer, milde Winter. Unter dem Hochdruckgürtel liegen die **Wüsten**. Am Rand, etwa am Mittelmeer, regnet es nur im Winter (winterfeucht); dort wächst **Hartlaubvegetation** mit kleinen, ledrigen Blättern, die wenig Wasser verdunsten.
- **Gemäßigte Zone:** Deutliche Jahreszeiten. Im kühl-gemäßigten Bereich wachsen **Laub- und Mischwälder**, im trockenen Inneren der Kontinente **Steppen** (Grasland). Im kalt-gemäßigten Bereich wächst **borealer Nadelwald** (Taiga), der lange, sehr kalte Winter übersteht.

- **Kalte Zone:** Kurze, kühle Sommer. In der subpolaren **Tundra** wachsen nur Moose, Flechten, Gräser und Zwergsträucher; im polaren Bereich liegt Eis.

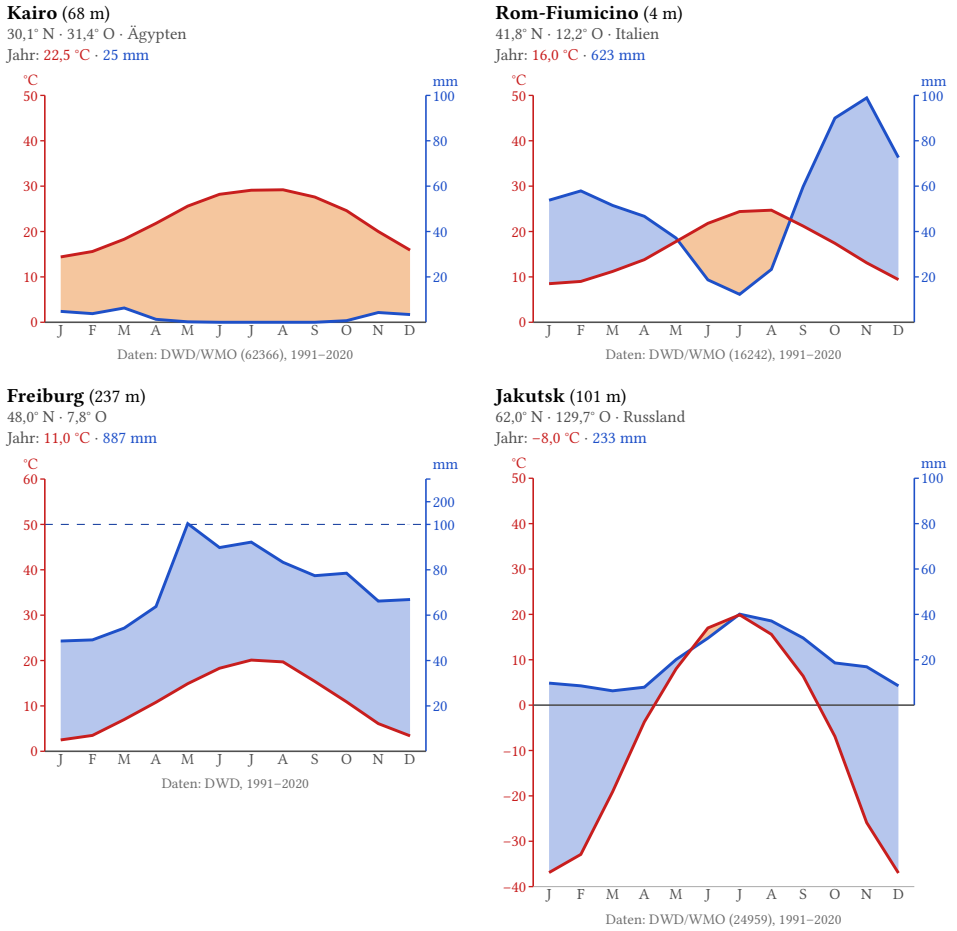


Abbildung 96: Vier Klimadiagramme aus vier Klimazonen: Kairo (Subtropen, Wüste), Rom (Subtropen, winterfeucht), Freiburg (gemäßigte Zone) und Jakutsk (kalt-gemäßigt, borealer Nadelwald).

Beispiel 2

Jakutsk (62° N, Sibirien) auswerten (Abbildung 96). Jahresmittel etwa −8 °C; Juli 19,9 °C, Januar −36,9 °C, Jahresschwankung also rund 57 K. Nur 233 mm Niederschlag im Jahr, die meisten im Sommer. Trotz des wenigen Regens sind alle Monate humid oder fast humid, weil bei der Kälte kaum Wasser verdunstet; der Boden ist im Untergrund dauernd gefroren. Klimazone: kalt-gemäßigt, weit im Inneren eines Kontinents. Vegetation: borealer Nadelwald.

3.3 Warum die Zonen nicht genau den Breitenkreisen folgen

Die Klimazonen hängen nicht nur von der Breite ab. Das Meer gleicht Temperaturen aus (Seeklima), das Innere großer Kontinente hat heiße Sommer und eisige Winter (Landklima, vgl. G3). Gebirge halten Regen ab, warme und kalte Meeresströmungen verschieben die Zonen. Deshalb liegt Freiburg auf fast derselben Breite wie Ulaanbaatar in der Mongolei, aber Ulaanbaatar hat im Januar über −20 °C.

Fachbegriffe: Klimadiagramm · Klimazone · Vegetationszone · humid · arid · tropischer Regenwald · Savanne · Wüste · Hartlaubvegetation · borealer Nadelwald · Tundra

Üben: **noctua** ↗ Ausprobieren: **Reise durch die Vegetationszonen** ↗ · **Klimadiagramm-Baukasten** ↗ · **climæ** ↗

4 Wetter in den Tropen und in Mitteleuropa

G8 · Kl. 7/8 G9 · Kl. 7/8

Wer im Juli nach Manaus fliegt, erlebt jeden Tag fast dasselbe Wetter. Wer in Freiburg eine Woche Urlaub macht, erlebt vielleicht Sonne, Sturm und Landregen hintereinander. Der Unterschied liegt nicht nur in der Temperatur, sondern im ganzen Ablauf des Wetters.

4.1 Tageszeitenklima in den immerfeuchten Tropen

In den immerfeuchten Tropen sind die Monate fast gleich warm: In Manaus liegt zwischen dem kühlsten und dem wärmsten Monat nur 2 K (Abbildung 97). Zwischen Tag und Nacht schwankt die Temperatur dagegen um rund 8 bis 10 K. Man nennt das **Tageszeitenklima**: Der Tag bringt größere Unterschiede als das Jahr.

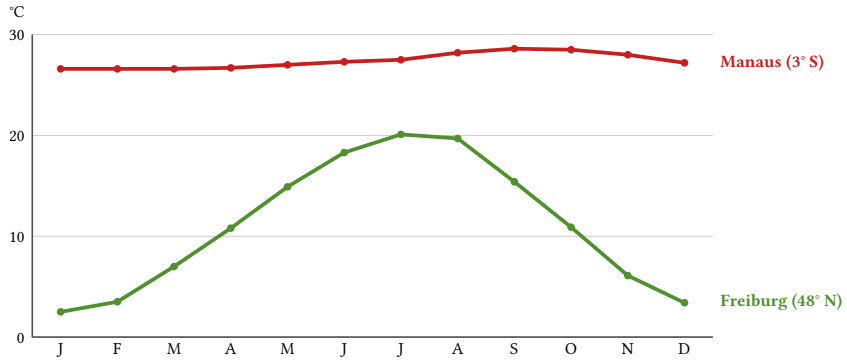


Abbildung 97: Monatsmittel der Temperatur in Manaus und in Freiburg (Deutscher Wetterdienst, 1991–2020). In Manaus beträgt die Jahresschwankung 2 K, in Freiburg 17,6 K.

Ein typischer Tag in den immerfeuchten Tropen läuft immer gleich ab (Abbildung 98): Am Morgen ist der Himmel fast klar, die **Luftfeuchtigkeit** ist hoch. Die Sonne steigt steil und erwärmt Boden und Luft schnell. Ab Mittag steigt die feuchtwarme Luft auf, Quellwolken türmen sich auf, und am Nachmittag entlädt sich ein heftiges Gewitter: der **tropische Mittagsregen** (genauer Nachmittagsregen), ein Zenitalregen. Danach kühlt es ab, und um 18 Uhr wird es schnell dunkel. Sonnenaufgang und Sonnenuntergang liegen am Äquator das ganze Jahr über bei etwa 6 und 18 Uhr.

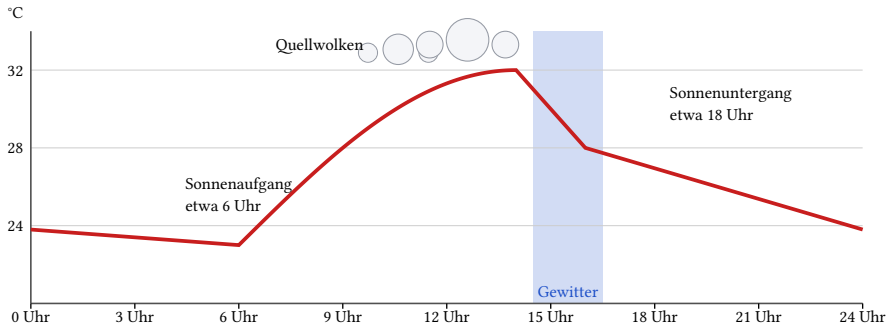


Abbildung 98: Typischer Tagesablauf in den immerfeuchten Tropen (Modell).

4.2 Jahreszeitenklima in Mitteleuropa

In Mitteleuropa unterscheiden sich Sommer und Winter stark: **Jahreszeitenklima**. Und auch innerhalb einer Jahreszeit wechselt das Wetter oft. Der Grund: Deutschland liegt in der **Westwindzone** zwischen etwa 40° und 60° Breite. Dort treffen warme Luft aus den Subtropen und kalte Luft aus dem Norden aufeinander. An dieser Grenze bilden sich immer wieder Wirbel aus Tiefdruck, die **Tiefdruckgebiete** oder **Zyklonen**, die mit dem Westwind von West nach Ost über Europa ziehen.

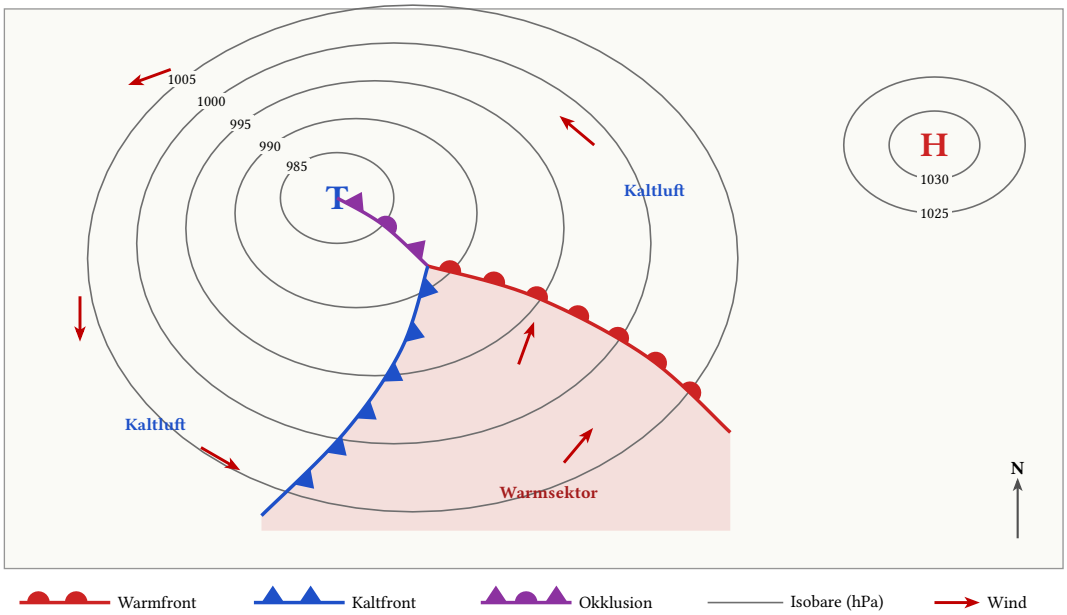


Abbildung 99: Schematische Wetterkarte mit einem Tiefdruckgebiet über Westeuropa: Die Warmfront (rot) bringt anhaltenden Landregen, die Kaltfront (blau) Schauer und Gewitter. Das Tief zieht nach Osten.

Ein Tief bringt eine typische Wetterfolge (Abbildung 99): Zuerst ziehen hohe Schleierwolken auf, dann kommt mit der Warmfront lang anhaltender Regen, danach wird es wärmer. Mit der Kaltfront folgen kräftige Schauer, Gewitter und böiger Wind, dann klart es auf, und es wird kühler. Zwischen den Tiefs liegen Hochdruckgebiete mit ruhigem, sonnigem Wetter, im Winter oft mit Nebel und Frost.

	immerfeuchte Tropen	Mitteleuropa
Temperatur	das ganze Jahr etwa 26–28 °C	Sommer warm, Winter kalt
größter Unterschied	zwischen Tag und Nacht	zwischen Sommer und Winter
Tageslänge	immer etwa 12 Stunden	8 bis 16 Stunden
Niederschlag	fast täglich als Gewitter am Nachmittag	mit durchziehenden Tiefs, zu jeder Tageszeit
Klimatyp	Tageszeitenklima	Jahreszeitenklima

Tabelle 25: Wetter und Klima in den immerfeuchten Tropen und in Mitteleuropa.

Fachbegriffe: Wetter · Luftfeuchtigkeit · Luftdruck · tropischer Mittagsregen · Tageszeitenklima · Westwindzone · Tiefdruckgebiet (Zyklone) · Jahreszeitenklima

Üben: **noctua** ↗ Ausprobieren: **Föhn: Luft über dem Gebirge** ↗

5 Wetterextreme

G8 · Kl. 7/8 G9 · Kl. 7/8

Meistens ist Wetter harmlos. Manchmal wird es aber so heftig, dass es Häuser zerstört, Ernten vernichtet und Menschenleben kostet. Solche **Wetterextreme** gibt es in allen Klimazonen, aber nicht überall dieselben.

5.1 Tropische Wirbelstürme

Ein **tropischer Wirbelsturm** ist ein riesiges, kreisendes Tiefdruckgebiet von mehreren Hundert Kilometern Durchmesser. Je nach Meer heißt er anders: **Hurrikan** im Atlantik und im Nordostpazifik, **Taifun** im Nordwestpazifik, **Zyklon** im Indischen Ozean und im Südpazifik.

Er entsteht nur über sehr warmem Meer (mindestens etwa 26 °C), meist im Spätsommer und Herbst der jeweiligen Halbkugel. Über dem warmen Wasser verdunstet viel Wasser; die feuchte Luft steigt auf, der Dampf kondensiert und gibt dabei Wärme ab. Diese Wärme lässt die Luft noch schneller aufsteigen, und von unten strömt immer mehr feuchte Luft nach (Abbildung 100). Die Erddrehung bringt das Ganze zum Kreisen; darum entstehen Wirbelstürme nicht direkt am Äquator, sondern erst einige Breitengrade entfernt.

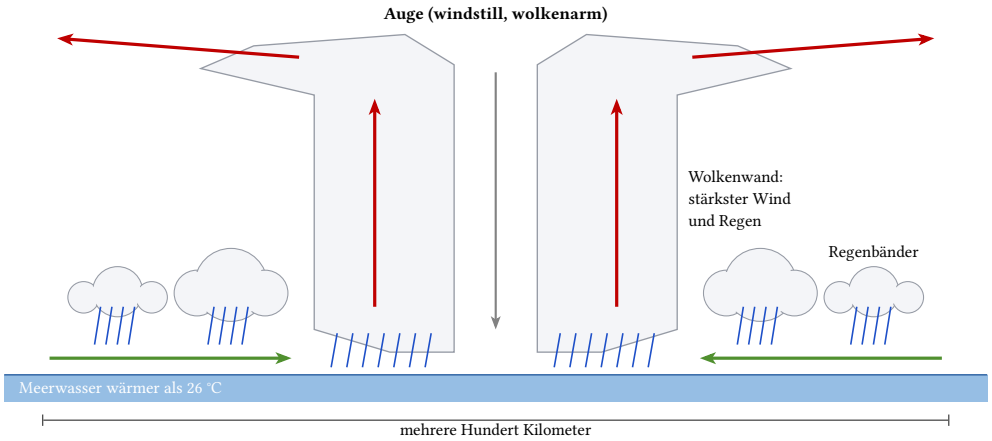


Abbildung 100: Tropischer Wirbelsturm im Querschnitt (schematisch). Unten strömt feuchte Luft ein, in der Wolkenwand steigt sie auf, oben strömt sie aus. Im Auge in der Mitte ist es fast windstill.

Über Land oder kühlerem Wasser fehlt der Nachschub an feuchter Wärme, und der Sturm schwächt sich ab. Bis dahin richtet er aber oft schwere Schäden an, durch drei Gefahren zugleich:

- **Sturm:** Windgeschwindigkeiten von über 250 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ decken Dächer ab und knicken Bäume.
- **Starkniederschlag:** In wenigen Stunden fällt so viel Regen wie bei uns in Monaten; Flüsse treten über die Ufer, Hänge rutschen ab.
- **Sturmflut:** Der Wind türmt das Meer an der Küste mehrere Meter hoch auf. Sie fordert oft die meisten Opfer.

Kategorie	Wind in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	mögliche Schäden
1	119–153	Äste brechen, leichte Schäden an Dächern
2	154–177	Bäume entwurzelt, Dächer schwer beschädigt
3	178–208	Häuser beschädigt, Stromausfall für Tage
4	209–251	Dächer und Wände zerstört, Gebiete unbewohnbar
5	ab 252	großflächige Zerstörung

Tabelle 26: Saffir-Simpson-Skala für Hurrikans (Einteilung nach der Windgeschwindigkeit).

Schutz: Wetterdienste verfolgen Wirbelstürme mit Satelliten und sagen ihre Zugbahn Tage voraus. Warnungen, Evakuierungen, Schutzräume, sturmsichere Bauweise und Deiche retten viele Leben. Arme Länder können sich solchen Schutz oft nicht leisten; dort sind die Opferzahlen bei gleich starken Stürmen meist viel höher.

5.2 Weitere Wetterextreme

- **Tornado:** ein Luftwirbel mit einem „Rüssel“ aus einer Gewitterwolke, meist nur einige Hundert Meter breit, aber mit Wind bis über 400 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Tornados gibt es häufig im Mittleren Westen der USA, seltener auch in Deutschland.
- **Orkan:** Sturm mit mindestens 118 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ (Windstärke 12 auf der Beaufort-Skala), in Mitteleuropa bei kräftigen Tiefdruckgebieten im Herbst und Winter.
- **Blizzard:** Schneesturm mit eisigem Wind in Nordamerika.
- **Starkniederschlag:** sehr viel Regen in kurzer Zeit, etwa bei Unwettern im Sommer; Folgen sind Sturzfluten und Überschwemmungen.
- **Dürre:** eine lange Zeit mit viel zu wenig Niederschlag. Ernten vertrocknen, Flüsse führen wenig Wasser, Wälder brennen leichter.

Merksatz

Ein Naturereignis wird zur Bedrohung, wenn Menschen betroffen sind. Wie schwer die Folgen sind, hängt von der Stärke des Ereignisses ab und davon, wie gut die Menschen vorbereitet und geschützt sind.

Fachbegriffe: Wetterextrem · tropischer Wirbelsturm · Hurrikan · Taifun · Zyklon · Tornado · Orkan · Blizzard · Dürre · Starkniederschlag

Üben: **noctua** ↗

