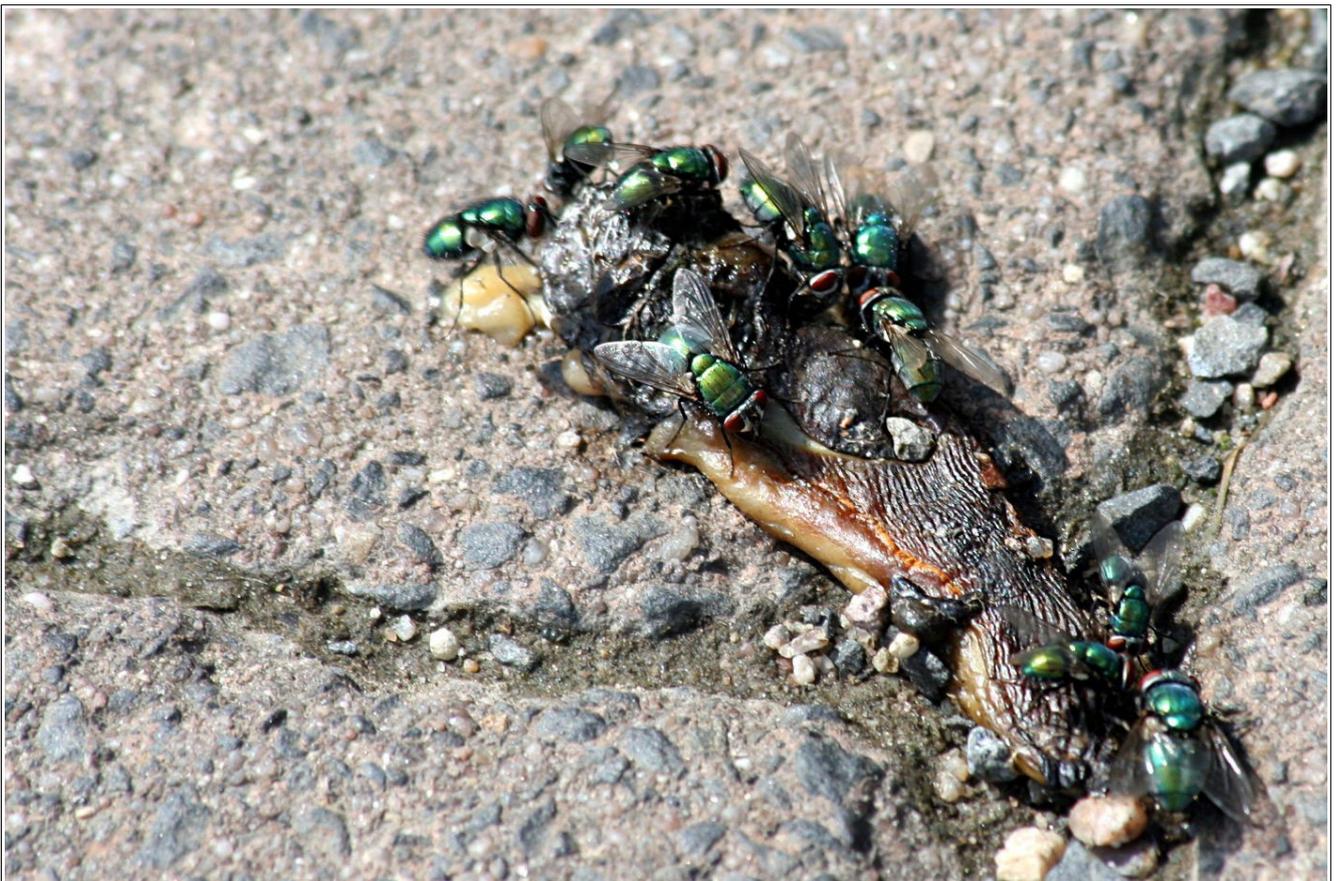


Kapitel 04.06: Abiotische Faktoren



Totes organisches Material (hier eine Nacktschnecke) wird wieder dem Kreislauf der Natur zugefügt.

Freies Lehrbuch der Biologie von H. Hoffmeister und C. Ziegler
(unter GNU Free Documentation License, Version 1.2 (GPL)).

Die jeweils aktuellste Fassung finden Sie unter: <https://hoffmeister.it/index.php/biologiebuch>

Inhalt

Kapitel 04.06: Abiotische Faktoren.....	1
Inhalt.....	2
Ökologische Grundbegriffe und Definitionen.....	4
Das Ökosystem.....	5
Gliederung eines Ökosystems:.....	5
Übersicht über Ökosysteme des Planeten Erde.....	6
Terrestrische Ökosysteme.....	6
Aquatische Ökosysteme:.....	6
Bereiche der belebten und unbelebten Umwelt.....	7
Ordne die folgenden Bilder den Begriffen zu.....	8
Die Ökologie im Zentrum der biologischen Wissenschaften.....	9
Mögliche Störungen im Ökosystem.....	9
Ökologische Grundbegriffe und Definitionen.....	10
Der Garten im Einmachglas - Dein eigenes Ökosystem.....	10
Eine berechnete Frage: Warum liegt nicht meterhoch das Laub am Waldboden?.....	11
Lebewesen eines Ökosystems.....	12
Destruenten schließen den Stoffkreislauf.....	13
Man unterscheidet zwei Typen von Destruenten:.....	14
Stoffwechsel der Mikroorganismen:.....	14
Beziehungen im Ökosystem.....	15
Materie und Energiefluss im Ökosystem.....	16
Exkurs: Grobe Gliederung der Lebewesen I: Die Pflanzen.....	17
a) Ordnung im Reich der Pflanzen nach dem herkömmlichen System (veraltet):.....	17
b) Die phylogenetische Verwandtschaft zwischen den Pflanzen.....	17
Exkurs: Grobe Gliederung der Lebewesen II: Die Tiere.....	18
a) Wirbellose Tiere (Invertebrata).....	18
Keimung von Chili – einer zweikeimblättrigen Pflanze.....	18
b) Vereinfachter Stammbaum der Gliedertiere mit Erkennungsmerkmalen.....	19
c) Die Wirbeltiere (Vertebrata).....	20
d) Der vereinfachte Stammbaum der Wirbeltiere.....	21
e) Stammbaum der Säugetiere mit den Erkennungsmerkmalen.....	21
Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt.....	22
Einfluss von Umweltfaktoren auf Lebewesen.....	23
1. Ein abiotischer Faktor: Temperatur (3 Beispiele).....	23
2. Zwei abiotische Faktoren: Temperatur & Salzgehalt.....	24
3. Zwei abiotische Faktoren: Säuregrad des Bodens und Temperatur.....	24
Toleranzbereich bzgl. eines Umweltfaktors (= physiologische Potenz).....	25
Toleranzkurve eines Organismus bzgl. eines Umweltfaktors.....	25
Die Reaktionsnorm.....	26
Die Reaktionsnorm als genetischer Hintergrund der Toleranzkurven:.....	27
Besondere Beispiele für Anpassungen an extreme abiotische Faktoren.....	28
Physiologische und ökologische Potenz.....	29
Abiotische Umweltfaktoren: Wasser.....	31
a) Anpassungen an den Umweltfaktor Wasser bei Pflanzen:.....	31
b) Anpassungen an den Umweltfaktor Wasser bei Tieren:.....	32
Abiotische Umweltfaktoren: Licht.....	33
Photoperiodismus: Wirkung der Tageslänge auf zwei verschiedene Pflanzen.....	34
Wie verhalten sich Kurz- und Langtagpflanzen im Versuch?.....	35
Vergleich Kurztagpflanze/ Langtagpflanze.....	35
Licht und Lichtausnutzung.....	36
Lichtverhältnisse und Bodenbewuchs am Waldboden.....	37
Abiotische Umweltfaktoren: Temperatur.....	38
Gleichwarm - Wechselwarm.....	39
a) Wechselwarme Tiere (=poikilotherm oder auch ektotherm).....	39
b) Gleichwarme Tiere (=homoiotherm oder auch endotherm).....	39
c) Die Entwicklung der Homoiothermi.....	40

d) Merkmale gleichwarmer Tiere (homoiotherm).....	41
e) Typische wechselwarme Tiere.....	42
f) Typische gleichwarme Tiere.....	43
Für den Einfluss der Temperatur auf Lebewesen gelten folgende drei Regeln:.....	44
1) RGT-Regel:.....	44
2) Bergmann'sche Regel:.....	44
Modellexperiment zur Bergmannschen Regel:.....	44
3) Die Allensche Regel.....	45
- Hessesche Regel oder Herzgewichtsregel.....	45
- Glogersche Regel oder Färbungsregel.....	45
Einfluss der abiotischen Faktoren auf Lebewesen.....	46
Pinguine.....	47
Anpassungen an die Kälte.....	48
Füchse - angepasst an das Klima.....	49
a) Der Rotfuchs.....	49
b) Der Polarfuchs.....	50
c) Der Fennek.....	51
Vergleich der Ohrengrößen bei Füchsen - ein Beispiel für die Allen'sche Regel.....	52
Winterschlaf und Winterruhe.....	53
a) Winterschlaf.....	53
b) Die Winterruhe.....	53
Das Murmeltier.....	54
Igel.....	54
Abiotischer Faktor: Boden.....	55
Mineralsalzgehalt von Böden und ihre Auswirkungen (die Minimalfaktoren).....	56
Liebig Modell zur Versorgung mit Mineralsalzen: Die Minimum-Tonne.....	58
Mangelerscheinungen bei Pflanzen.....	58
Übungsaufgaben Ökologie.....	59
Zeigerorganismen.....	60
Beispiele für Zeigerorganismen.....	60
Bachforellen.....	61
Aufgabe zur Höhenzonierung in den Alpen.....	62
Wiederholungsfragen.....	63

Ökologische Grundbegriffe und Definitionen

BIOSPHERE: Gesamtheit aller Ökosysteme auf der Erde
= belebter Raum der Erde

Höhe: Andenkondor lebt und fliegt in 5000m Höhe.
Eingekapselte Einzeller sind in 18km Höhe noch lebensfähig!

Tiefe: Große Fischpopulationen sowie Erdölbakterien leben in 4000 m Tiefe, Ökosysteme an Black & White Smokern in der Tiefsee, Pottwal hat vermutete Tauchtiefe von 3000-4000 m.

Die Ökologie wirft folgende grundlegende Fragen auf:

- Wie sind Pflanzen und Tiere von den abiotischen und biotischen Faktoren ihrer Umwelt abhängig?
- Woher beziehen die Organismen eines Ökosystems ihre Nährstoffe und Energie?
- Wie hat der Mensch die Ökosysteme verändert und welche Folgen hat das für ihn?
- Wie kann der Mensch nachteilige Folgen vermeiden?

Probleme mit denen sich die Ökologie beschäftigt:

- Waldsterben durch Luftverschmutzung
- Verschmutzung der Meere durch Abwässer
- Ausbreiten von Wüsten
- Treibhauseffekt
- Ausbreitung nicht heimischer Arten

Das Ökosystem

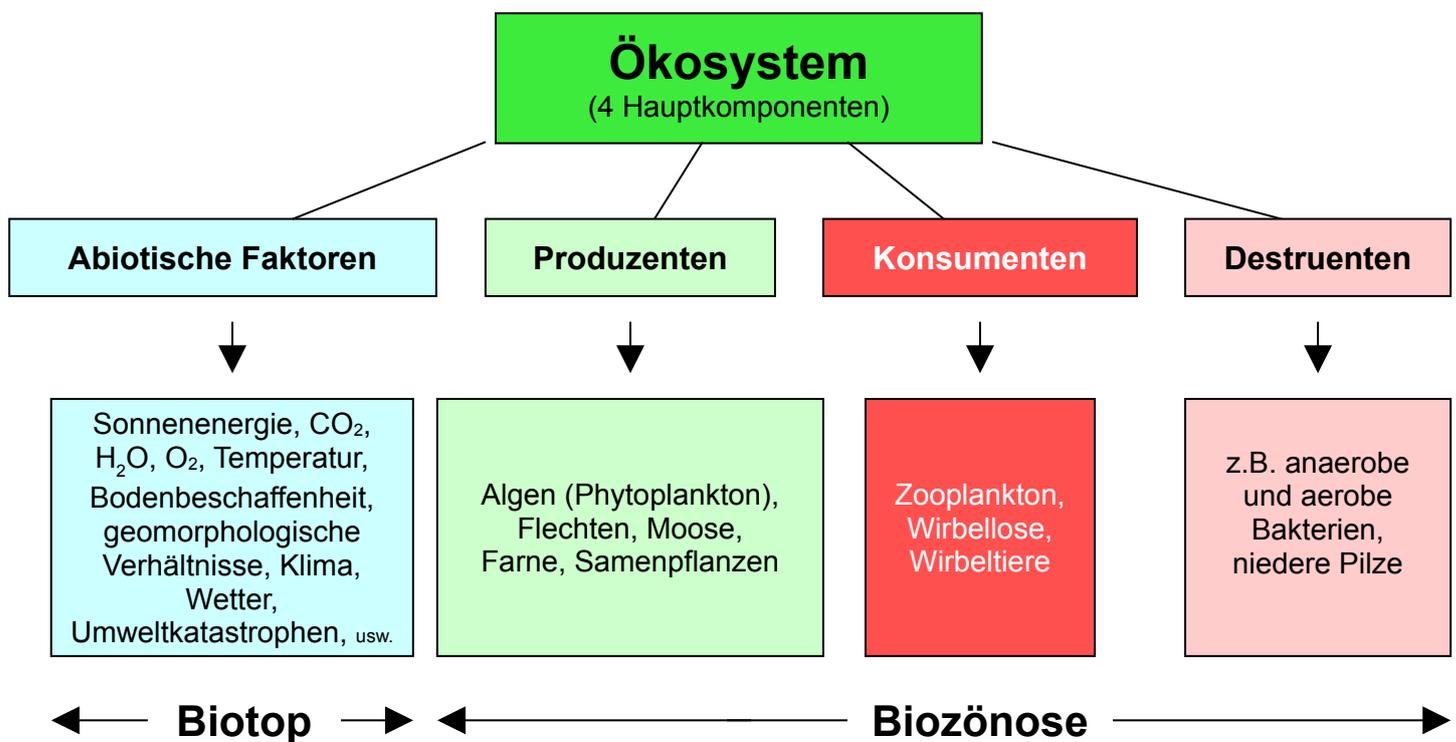
Ein Ökosystem ist der Verbund aus Biotop (unbelebter Lebensraum, definiert durch alle abiotischen Faktoren) und der Biozönose, der Lebensgemeinschaft aller Lebewesen in diesem Ökosystem.

Ökosysteme sind offen, d.h. sie gehen nahtlos in andere Ökosystem über. Feste Grenzen sind sehr selten. Daraus folgt, dass Lebewesen zwischen Ökosystemen wechseln können und es Übergangsbereiche gibt. Demzufolge findet auch zwischen Ökosystemen ein Energiefluss statt.

Ökosysteme sind komplex: Biotische und abiotische Faktoren permanente Wechselwirkung komplexes Geflecht Lebewesen und Umwelt

Ökosysteme sind dynamisch, sie reagieren auf Einflüsse und Störungen.

Gliederung eines Ökosystems:



Als **Biozönose** bezeichnet man die Gesamtheit der Lebewesen

Ein auch gelegentlich verwendeter Ausdruck ist „Habitat“. Ein Habitat ist ein Lebensraum, in dem eine Auswahl von Tier- oder Pflanzenarten aus der Lebensgemeinschaft eines Biotops lebt. Habitate sind somit Teillebensräume in Biotopen.

Im üblichen Gebrauch wird dabei oft von wenigen Arten ausgegangen. Formulierungen wie das Habitat der Art XYZ sind üblich, aber schränken tatsächlich die Sicht für die Komplexheit von Ökosystemen ein.

Übersicht über Ökosysteme des Planeten Erde

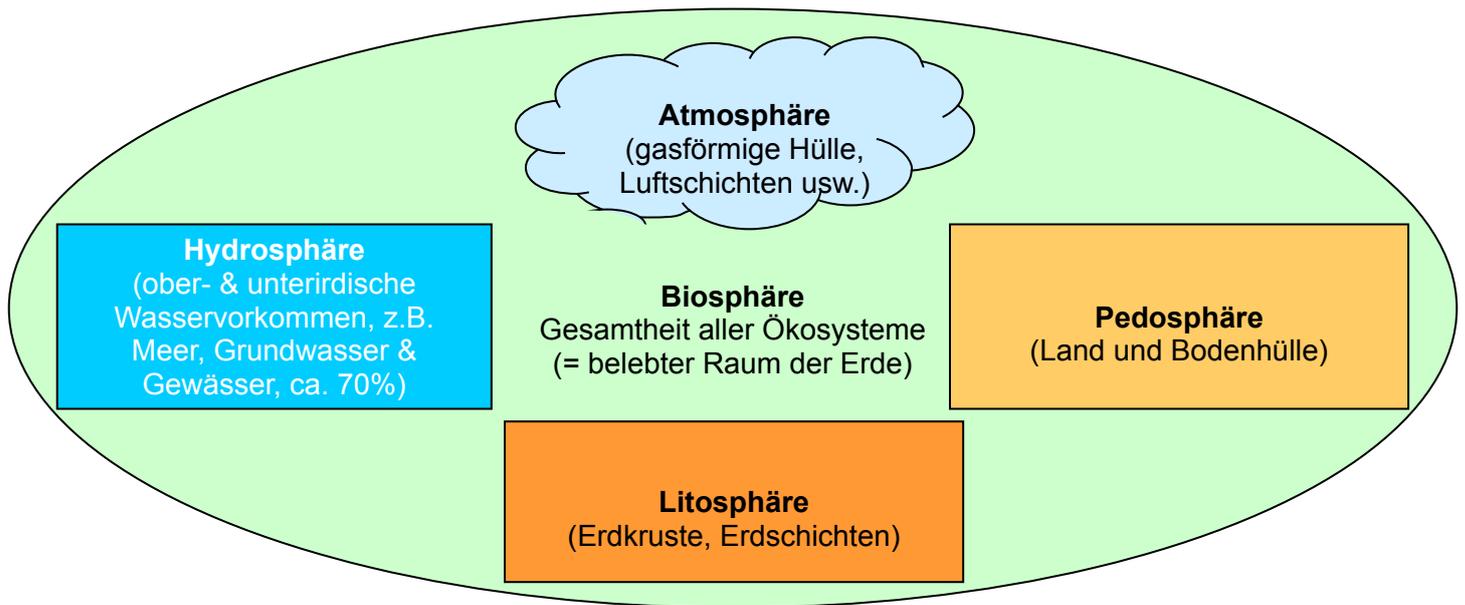
Terrestrische Ökosysteme

- alle Klimazonen: Moore, Sumpf
- arktische Klimazone
 - antarktisches Landeis
 - Tundra
 - Borealer Nadelwald (Taiga)
- gemäßigt-ozeanische Zone
 - sommergrüner Laubwald, Laubmischwald, Mischwald, Bergmischwald, siehe auch: Waldgesellschaften Mitteleuropas
 - gemäßigter Regenwald
- gemäßigt-kontinentale Zone
 - Waldsteppe
 - Steppe
 - Pampa
- alpine Zone
 - subalpiner Nadelwald
 - alpine Stufe
 - nivale (schneebedeckte) Stufe
- mediterrane Zone
 - Hartlaubformationen (Macchia)
 - Hartlaub-Strauchheiden (Gariden)
- Tropen
 - Wüsten
- # Nebelwüste
- # Salzwüste
 - Savanne
 - tropischer Trockenwald
- # trockener Monsunwald
- # Savannenwald
- # Dornwald
 - tropische Hochgebirge
 - äquatoriale Zone (Tropen)
 - tropischer Regenwald

Aquatische Ökosysteme:

- limnische Ökosysteme
 - stehende Gewässer (Ökosystem See)
 - Fließgewässer
- marine Ökosysteme
 - Flachmeer
 - Hochsee
 - Tiefsee
 - Eismeer
 - Felsenküste, Felswatt
 - Korallenriffe
 - Mud Mounds
 - Salzwiesen
 - Watten
 - Mangrovenwald

Bereiche der belebten und unbelebten Umwelt



Die **Pedosphäre** (=besiedelter Bereich des Bodens), die **Hydrosphäre** und die **Atmosphäre** sind die Bereiche, in denen Lebewesen vorkommen. Man nennt diesen Bereich auch **Biosphäre**. Zwischen diesen Bereichen findet immer auch ein Austausch von Nährstoffe, Nährsalzen, anderen Stoffen und Energie statt.

Die Lithosphäre ist tief im Boden und ist in der Regel nicht von Lebewesen besiedelt. Sie enthält Mineralsalze, Gestein und bereits verwittertes Gestein und abgestorbene, fossile Lebewesen.

Die Biosphäre gliedert sich je nach den herrschenden abiotischen Faktoren einzelne Ökosysteme (terrestrische Ökosystem, wie Wald, Steppe, Wüste Eiwüste und aquatische Ökosysteme wie Pfützen, Tümpel, Flüsse, Seen, Meer usw.)

Die ökologischen Forschungen und Untersuchungen sind in mehrere Gebiete unterteilt:

- a) In der **Autökologie** steht ein Lebewesen und sein Überleben in Hinblick auf abiotische Faktoren und biotische Faktoren.
- b) Die **Populationsökologie** untersucht Populationen einer Art, ihr Überleben, Artstrategien und die Wechselwirkungen der Lebewesen untereinander.
- c) Die **Synökologie** untersucht Wechselwirkungen zwischen den Arten der Biozönose in einem Biotop (z.B. Nahrungsbeziehungen, intraspezifische und interspezifische Konkurrenz).

(Atome → Moleküle → Organellen → Zellen → Gewebe → Organe →)
Organismus → Population → Biotop / Biozönose → Ökosystem → Biosphäre

Ökologie ist die Lehre von den Wechselwirkungen der Lebewesen untereinander und zu ihrer Umwelt.

Die Ökologie wurde von Ernst Heinrich Haeckel (1834-1919) in Folge auf Darwins Erkenntnisse zur Entwicklung der Arten (=Evolution) als biologische Fachdisziplin begründet.

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Ökologie>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Hydrosphäre>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Lithosphäre>

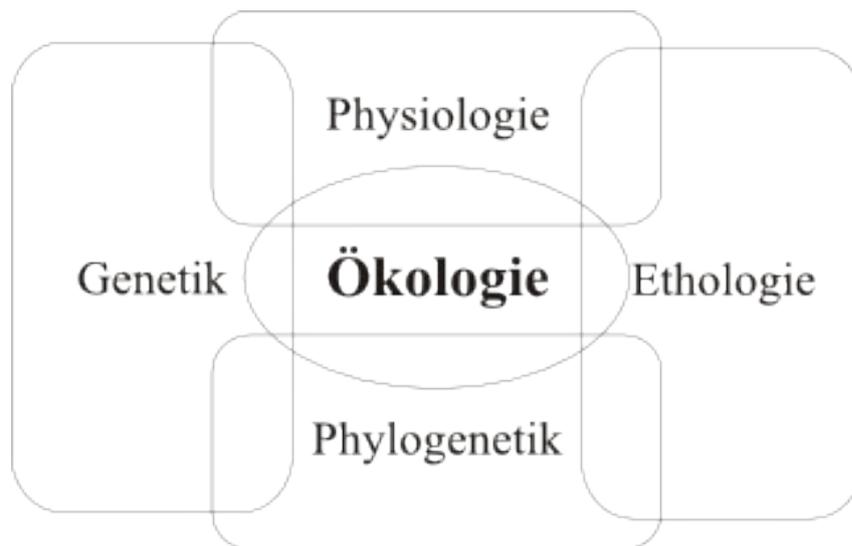
https://de.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel
<https://de.wikipedia.org/wiki/Pedosphäre>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Atmosphäre>

Ordne die folgenden Bilder den Begriffen zu

Begriffe: Autökologie - Populationsökologie - Synökologie



Die Ökologie im Zentrum der biologischen Wissenschaften



Mögliche Störungen im Ökosystem

- Feuer
- Überschwemmungen
- Stürme
- Tsunamis
- Lawinen
- Epidemien
- Menschen
- artfremde Nahrungskonkurrenten
- Parasiten
- Krankheitserreger
- Neobiota
- usw.

Ökologische Grundbegriffe und Definitionen

- ÖKOLOGIE:** Ernst Haeckel (1866): „**Ökologie ist die Lehre vom Haushalt der Natur!**“
Sie ist innerhalb der Biologie die Wissenschaft von den Wechselbeziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt.
<https://de.wikipedia.org/wiki/Ökologie>
- BIOZÖNOSE:** Gesamtheit aller Organismen, die in einem geographisch abgrenzbaren Raum leben (= Lebensgemeinschaft).
<https://de.wikipedia.org/wiki/Biozönose>
- BIOTOP:** Unbelebte Umwelt und Lebensbereich, welcher räumlich auf ein Gebiet beschränkt ist.
<https://de.wikipedia.org/wiki/Biotop>
- ÖKOSYSTEM:** Einheit von Biozönose und Biotop.
z.B.: terrestrisch: Wald, Wiese, Wüste, Hochgebirge, Polarzone, Darm, usw.
z.B.: aquatisch: Pfütze, Tümpel, Weiher, See, Fluss, Meer, usw.
<https://de.wikipedia.org/wiki/Ökosystem>
- BIOSPHERE:** Gesamtheit aller Ökosysteme auf der Erde. <https://de.wikipedia.org/wiki/Biosphäre>
- HABITAT:** Ein auch gelegentlich verwendeter Ausdruck ist „Habitat“. Ein Habitat ist ein Lebensraum, in dem eine Auswahl von Tier- oder Pflanzenarten aus der Lebensgemeinschaft eines Biotops lebt. Habitate sind somit Teillebensräume in Biotopen.

Der Garten im Einmachglas - Dein eigenes Ökosystem

Besorge Dir ein großes Einmachglas mit Deckel oder eine kleines kugelförmiges Aquarium. Bedecke den Boden mit Holzkohle und dann mit einer etwas dickeren Schicht Blumenerde. Nun kannst Du Moose aus dem Wald und andere kleinere Pflanzen in diesem „Gewächshaus“ anpflanzen. Achte darauf, nicht die Glaswände mit Erde zu beschmutzen. Als Werkzeuge eignen sich übrigens Löffel und Gabeln hervorragend ;-)

Abschließend wird der Boden gut bewässert und man kann nun das Gewächshaus verschließen (mit einem passenden Deckel oder eine Kunststoffolie, welche mit einem Gummiband fixiert wird. Es sollte nur geöffnet werden, wenn die Scheiben beschlagen.

Eine berechnigte Frage: Warum liegt nicht meterhoch das Laub am Waldboden?

Betrachte einmal das Bild eines Laubwaldbodens Anfang April:



Vielleicht kannst Du erklären, was das Laub verschwinden lässt, wenn Du das folgende Experiment auswertest:



Laub aus dem Wald in einer Kunststoffkiste und sich selbst überlassen. Bild 1 entstand im November, Bild 2 im darauf folgenden Februar.

Lebewesen eines Ökosystems

PRODUZENTEN: Alle Photosynthese betreibenden (=autotrophen) Lebewesen.
Dazu gehören v.a. grüne Pflanzen und Algen (aber auch einige Bakterien). Sie produzieren die „grüne“ Biomasse und sind somit Primärproduzenten.
Alle atmenden (=heterotrophen) Lebewesen sind darauf angewiesen.

KONSUMENTEN (= Verbraucher): Alle atmenden (=heterotrophen) Lebewesen sind gleichzeitig auch Konsumenten. Sie sind auf die Produkte der Produzenten für ihren Stoffwechsel angewiesen. Dazu gehört die Tierwelt und die Menschen.

Man unterscheidet zwei Typen:

1. **Primärkonsumenten:** Pflanzenfresser (=Herbivore)
2. **Sekundärkonsumenten:** Fleischfresser (=Carnivore)

DESTRUENTEN (= Zersetzer/ Zerkleinerer v. Latein: destruere „zerstören“, „zersetzen“) ernähren sich also von den abgestorbenen, toten organischen Material der ersten beiden Gruppen.

Destruenten schließen den Stoffkreislauf

Wird alles, was Pflanzen produzieren von Konsumenten gefressen? => Nein, Laub bleibt übrig
 Warum liegen am Waldboden nicht meterhohe Haufen von Blättern? => Verwesung

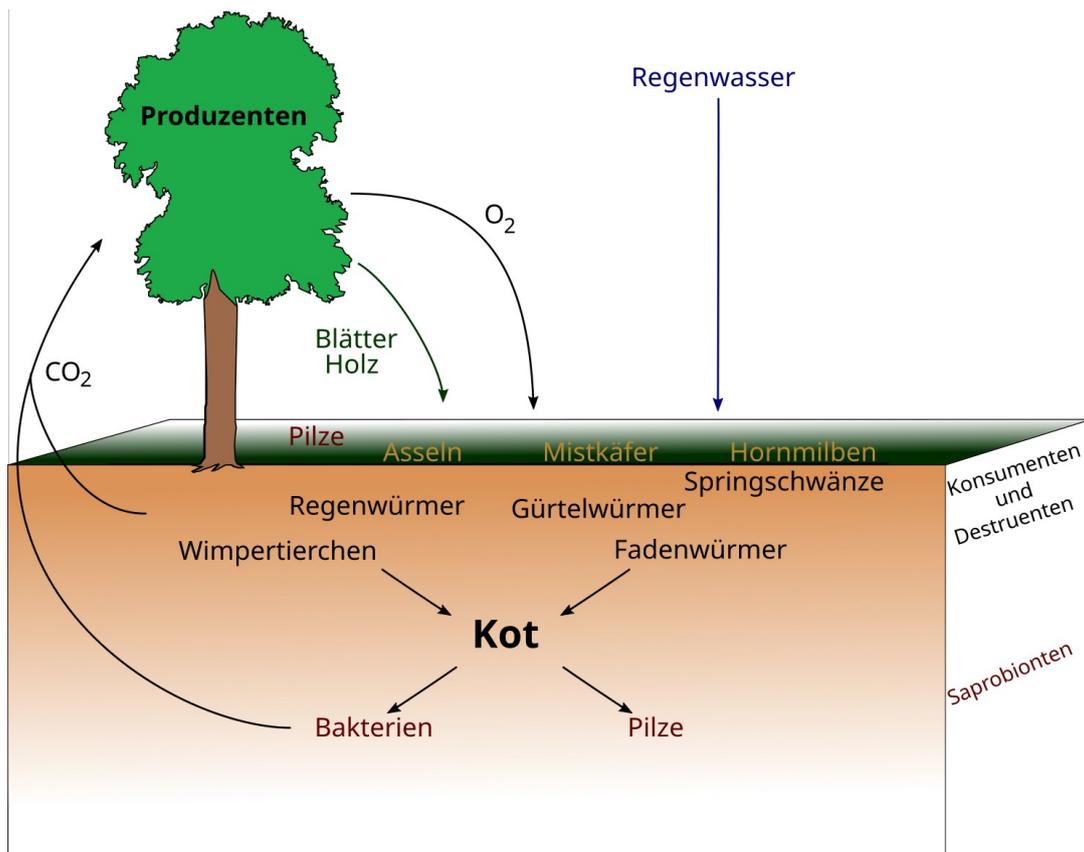
Ein Ökosystem ist bezüglich des **Materieflusses** ein geschlossenes System. Keine neue Materie muss zugeführt werden. Es ist also selbst erhaltend. Aber woher beziehen eigentlich Pflanzen und Tiere ihre Mineralstoffe? Pflanzen nehmen sie aus dem Boden auf, Tiere über Pflanzen oder andere Tiere. Aber wie gelangen sie von den Tieren oder toten Pflanzenresten wieder in den Boden?

Hier kommen die Destruenten (=Zersetzer) ins Spiel. Sie zersetzen tote Tier- und Pflanzenkörper sowie deren Ausscheidungen (=Exkremente), ernähren sich also von den abgestorbenen ersten beiden Gruppen. Ihr Merkmal ist, dass sie die organischen Substanzen wieder in anorganische Substanzen (unter Energiegewinn für sich selbst!) umwandeln.

Zu den Destruenten gehören Tiere wie viele Würmer (Wattwurm & Regenwurm) Aaskäfer, Krebstiere, Termiten und Asseln sowie Bakterien und Pilze. Sie ernähren sich z.B. von Laub, toten Tierkadavern, Pflanzenresten sowie Ausscheidungen von Tieren (=Exkremente).

Sie gewinnen ihre Energie aus diesen Stoffen und zersetzen diese wieder in anorganische Mineralstoffe (unter Energiegewinn). So entstehen aus toter Materie wieder Wasser, Kohlendioxid sowie viele Mineralsalze wie Magnesiumsalze, Calciumsalze, Kaliumsalze, Natriumsalze, Phosphatsalze, Sulfatsalze, Chloridsalze, Nitratsalze, usw. Diese werden dann von den Produzenten wieder aufgenommen.

(<https://de.wikipedia.org/wiki/Destruenten>)



Man unterscheidet zwei Typen von Destruenten:

a) **Saprobionten** (=Fäulnisbewohner von Altgriechisch „σαπρός“ [sapros] = „faul, verfault“): Sie zersetzen (in der Regel als erstes) v.a. größere Bestandteile, wie tote Tiere oder Blätter. Sie stehen am Anfang der Zersetzungskette. Dazu gehören z.B. Asseln, Regenwürmer oder der Pillendreher. Sie scheiden mit ihren Exkrementen noch organisches Material aus, welches immer noch ein wenig Energie enthält.

Sie sorgen durch das Zerkleinern (z.B. von Laub) ebenfalls für eine erste Verteilung und eine größere Angriffsfläche für Bakterien und Pilze. <https://de.wikipedia.org/wiki/Saprobiont>

b) **Mineralisierer**: Diese Mikroorganismen kommen meist nach den Saprobionten und zersetzen letzte organische Bestandteile zu Mineralsalzen, Kohlenstoffdioxid, Nitraten und Wasser. Diese werden freigesetzt und stehen dann dem natürlichen Kreislauf (v.a. den Pflanzen) wieder zum Aufbau zur Verfügung. Zu ihnen gehören z.B. Pilze und Bakterien. <https://de.wikipedia.org/wiki/Mineralisierung>

Beide Gruppen sorgen an Land für die Humusbildung sowie in Gewässern für die Bildung von Faulschlammschichten. In Gewässern sind mineralisierende Bakterien auch für die „Selbstreinigung“ der Gewässer verantwortlich.

Stoffwechsel der Mikroorganismen:

Organische Stoffe ---> anorganische Stoffe (Wasser, Kohlenstoffdioxid, Nährsalze)

Destruenten: Fäulnisbewohner, Bakterien + Pilze, die organische Stoffe (wie Kohlenhydrate + Fette) zu einfachen anorganischen Stoffen (wie H₂O, CO₂ + Nährsalzen) abbauen. Zurück bleibt meist Humus

Zusatzinformationen:

Der früher oft verwendete Begriff „Saprophyt“ gilt aus zwei Gründen als überholt:

- Pflanzen leben generell nicht saprobiontisch.
- Tiere wurden auch als Saprophyt bezeichnet. **Phyt** bedeutet übersetzt aber Pflanze!

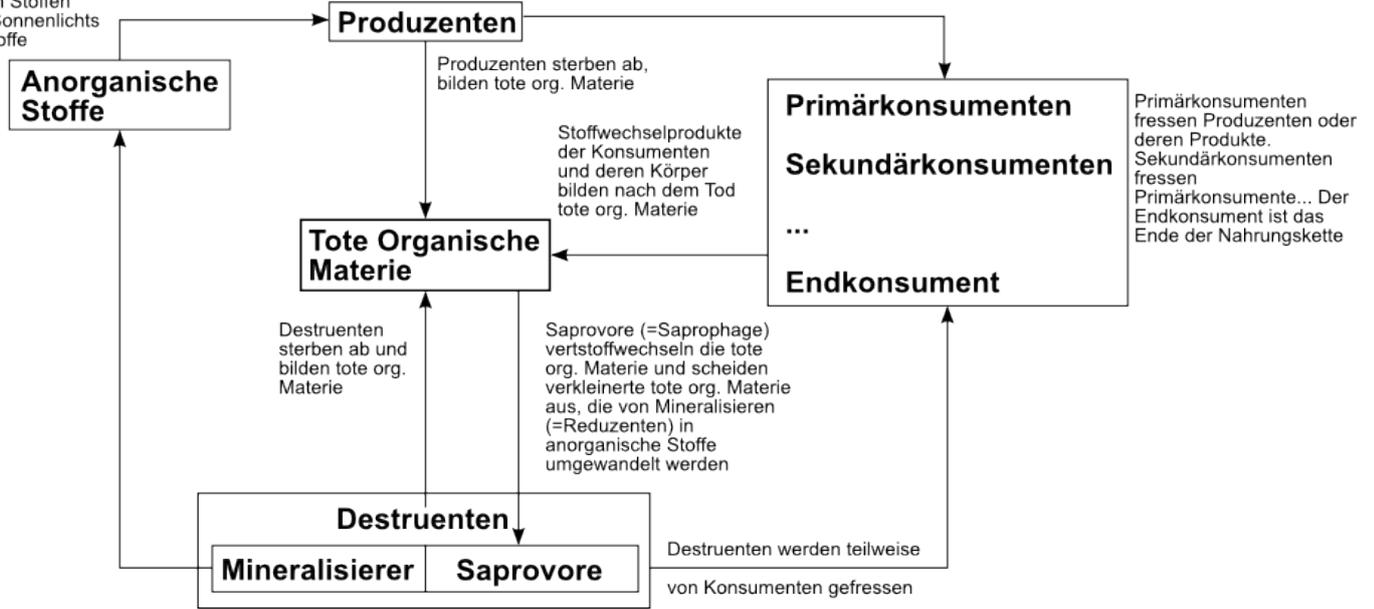
Auch die Unterscheidung in Saprophyten (=pflanzliche Fäulnisbewohner) und Saprozoen (=tierische Fäulnisbewohner) ist veraltet. Besser ist die Verwendung des Begriffes „Saprobiont“.

Aufgaben:

1. Im Dickdarm des Menschen und im Labmagen von Kühen befinden sich sehr viele Bakterien. Erkundige Dich nach deren Aufgaben und beurteile, ob es sich bei diesen Bakterien um Destruenten handelt.
2. Nenne 10 weitere Saprobionten.

Beziehungen im Ökosystem

Pflanzen oder Algen produzieren z. B. aus anorganischen Stoffen mit Hilfe des Sonnenlichts organische Stoffe



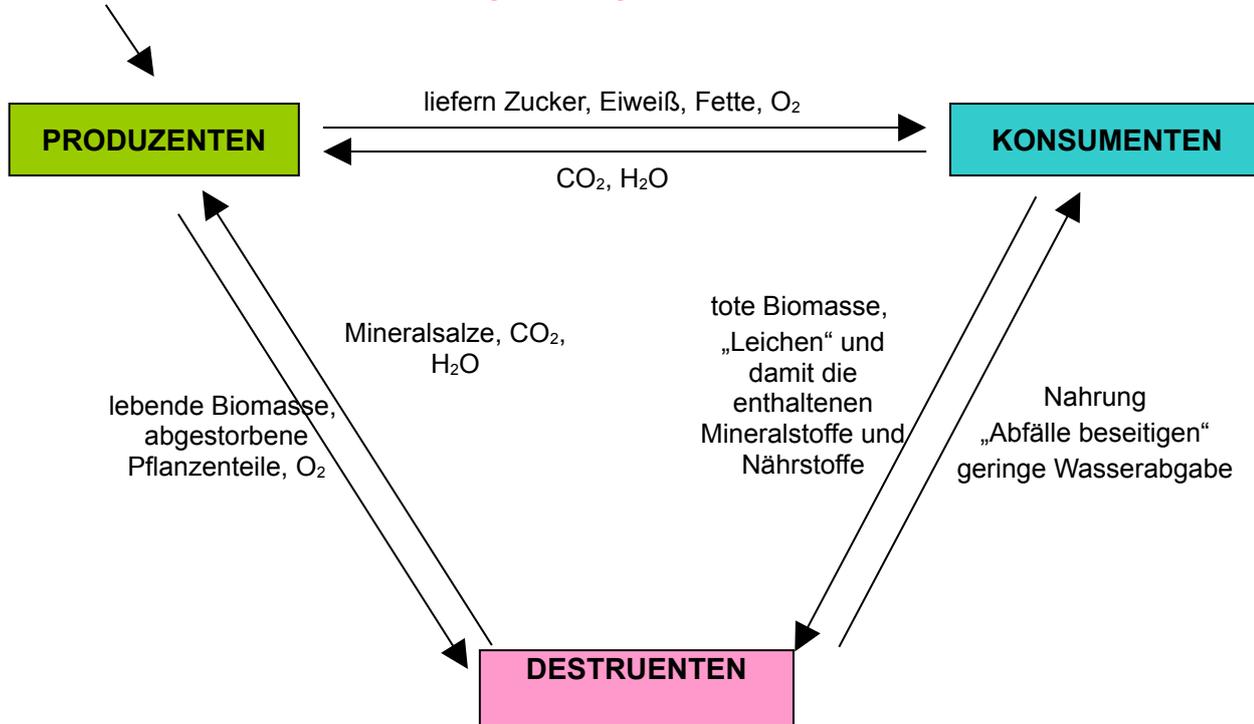
Quelle Bild: Public Domain by Wikiperiauser Biggerj1, thank you: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Destruenten_im_Stoffkreislauf.svg

Materie und Energiefluss im Ökosystem

Ein Ökosystem ist bezüglich des **Materieflusses** ein geschlossenes System. Keine neue Materie muss zugeführt werden. Es ist also autark.

Ökosysteme sind aber auf die Zufuhr von **Energie** angewiesen. Der Grund ist ein permanenter Verlust durch Wärmeabgabe, z.B. in den Weltraum.

Sonnenlicht oder thermische Energie (Energiequelle)



An der Grafik kann man leicht erkennen, dass die einzige Energiequelle das Sonnenlicht ist. Die ständige Energiezufuhr und die Aufnahme durch die Primärproduzenten in Form des Sonnenlichts ist Bedingung für den Bestand eines Ökosystems. Denn, obwohl das Schema einen geschlossenen Kreislauf zeigt, so geht dem Ökosystem doch Energie verloren! Die Energie wird in Form von Materie weitergegeben (also chemisch gebundener Energie in Form von organischer Substanz)

Von einer Stufe (= **Trophieebenen**) zur nächsten, beträgt der Verlust¹ an Energie ca. 90%. Nur ca. 10% werden in Form von Biomasse weitergegeben!

Der Verlust entsteht vor allem Stoffwechselprozesse, durch Körperwärmeabgabe, Bewegungsenergie, Energie für das Gehirn, Wachstum, Ausscheidungen sowie nicht von den Konsumenten verwertete Energie z.B. in Haaren und Knochen, usw.

Pro Trophieebene verringert sich also der Energiegehalt um 9/10, sodass nach nur wenigen Stufen kaum noch Energie vorhanden ist, die weitergegeben werden kann. Den letzten Rest verwertbarer Energie machen sie die Destruenten zunutze. Dies macht das Zuführen von ständig neuer Energie (Sonnenlicht oder thermische Energie) notwendig.

Für die Chemieinteressierten kann man übrigens zusammengefasst sagen, dass besonders langkettige Kohlenwasserstoffverbindungen mit vielen Atombindungen chemische Energie enthalten. Durch den Stoffwechsel der Lebewesen werden diese zu kurzkettigen umgewandelt. Die Aufspaltung der Atombindungen setzt dabei Energie frei. Dabei handelt es sich in der Regel um Redoxreaktionen. Der Oxidationsschritt setzt dabei oft viel Energie frei.

Am Ende des Abbaus einer energiehaltigen Substanz steht im Ökosystem immer das Produkt Kohlenstoffdioxid. Es enthält besonders wenig Energie. Lebewesen, welche zum Beispiel Kohlenhydrate direkt zu Kohlenstoffdioxid oxidieren können, nutzen die Energie ihrer Nahrung besonders effizient!

¹ Verlust durch Körperwärmeabgabe, Bewegungsenergie, Energie für das Gehirn, „Lebensenergie“, nicht von den Konsumenten verwertete Energie z.B. in Haaren und Knochen, usw.

Exkurs: Grobe Gliederung der Lebewesen I: Die Pflanzen

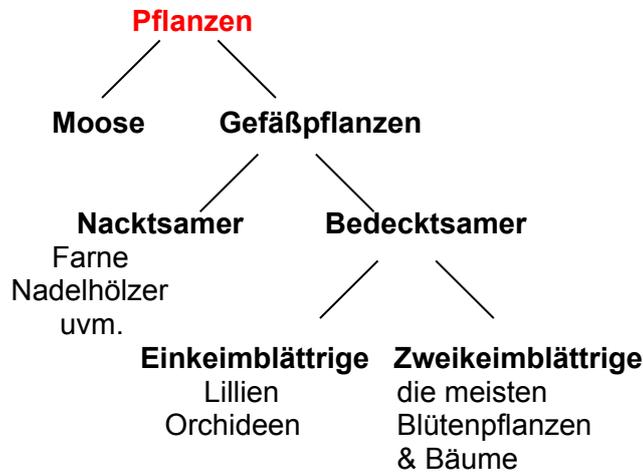
a) Ordnung im Reich der Pflanzen nach dem herkömmlichen System (veraltet):

Das Reich :

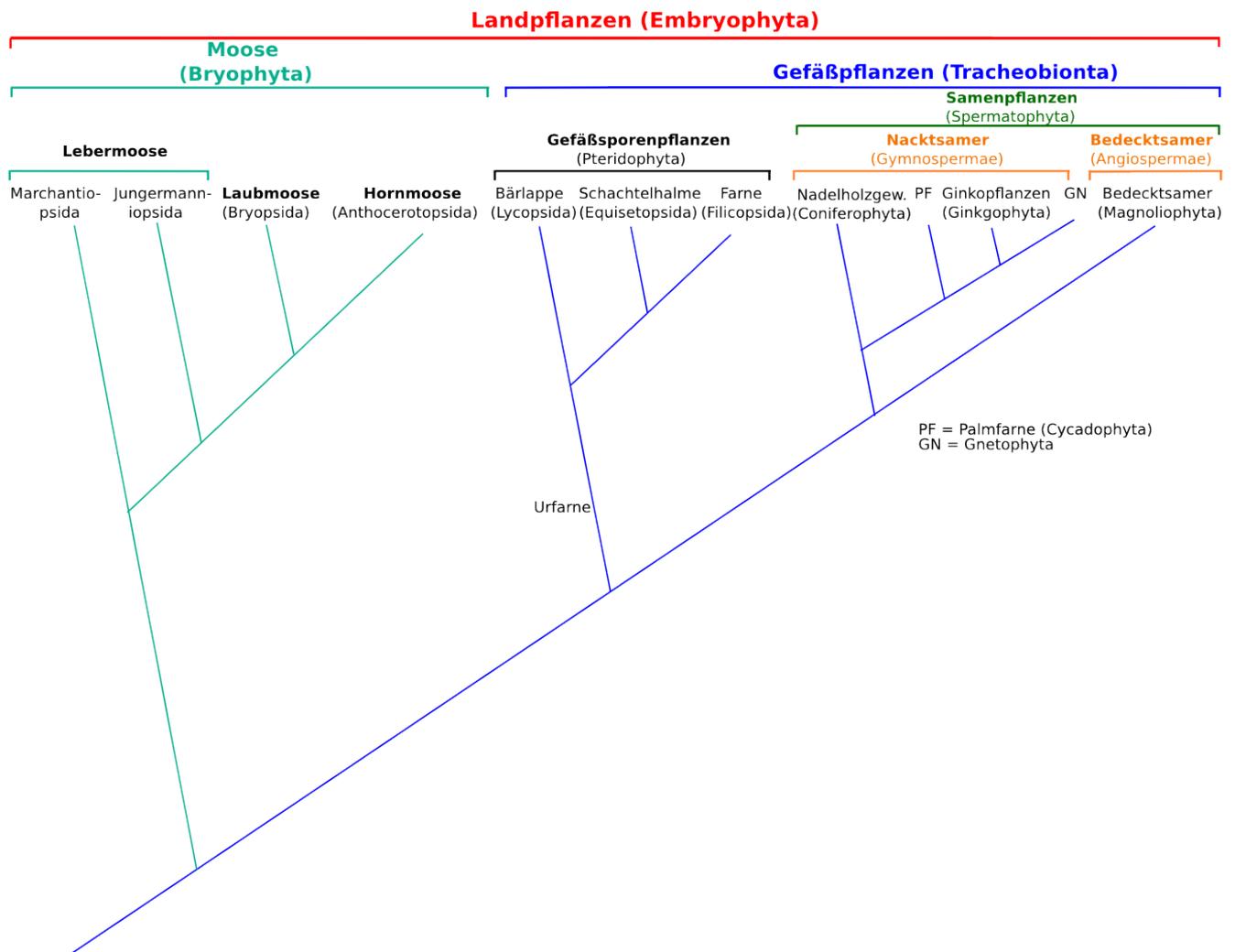
Der Stamm :

Die Klasse :

Die Gattungen:



b) Die phylogenetische Verwandtschaft zwischen den Pflanzen



Zusatzinformationen: https://de.wikipedia.org/wiki/Systematik_des_Pflanzenreichs

Exkurs: Grobe Gliederung der Lebewesen II: Die Tiere

a) Wirbellose Tiere (Invertebrata)

Das Tierreich gliedert sich grob gesagt in „wirbellose Tiere“ und Wirbeltiere. Alle Tiere, die noch keine Wirbelsäule besitzen werden als wirbellose Tiere (=Invertebrata) bezeichnet. Sie werden auch nach ihrer Entwicklung als Urmünder bezeichnet (siehe auch Kapitel 08.09 Entwicklungsbiologie: Gastrulation).

Schaut man genauer hin, so stellt man fest, dass nicht alle wirbellosen Tiere untereinander eng verwandt sind. Neben einigen Chordatieren (die Chorda ist der Vorläufer der Wirbelsäule) sind alle nicht-Chordaten zu den Wirbellosen zu rechnen.

Die größte Gruppe der Nichtwirbeltiere sind die Gliedertiere mit alleine über 750 000 Insektenarten. Weitere Gruppen sind die Weichtiere und die Gliedertiere gehören.

Folgende Tiergruppen gehören zu den wirbellosen Tieren:

- Schwämme (Porifera)
- Nesseltiere (Cnidaria)
- Rippenquallen (Ctenophora)
- Plattwürmer (Plathelminthes)
- Schlauchwürmer (Nemathelminthes)
- Schnurwürmer (Nemertini)
- Ringelwürmer (Annelida)
- Gliederfüßer (Arthropoda)
- Zungenwürmer (Pentastomida)
- Spritzwürmer (Sipunculida)
- Igelwürmer oder Sternwürmer (Echiurida)
- Bärtierchen (Tardigrada)
- Kelchwürmer (Kamptozoa)
- Stachelhäuter (Echinodermata)
- Weichtiere (Mollusca)
- Pfeilwürmer (Chaetognata)
- sehr wenige Chordatiere (Chordata)

Zusatzinformationen:

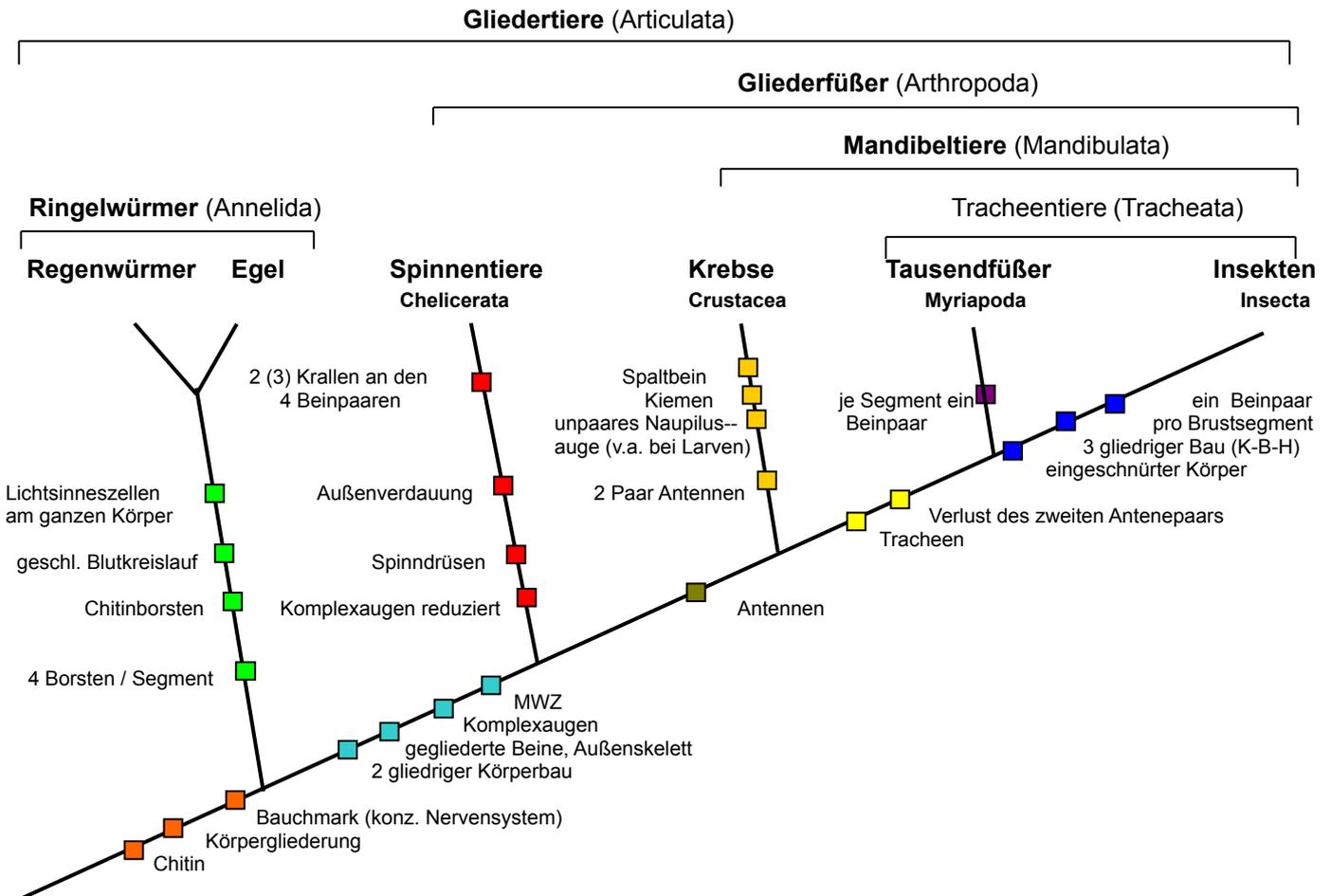
<https://de.wikipedia.org/wiki/Wirbellose>

Keimung von Chili – einer zweikeimblättrigen Pflanze



b) Vereinfachter Stammbaum der Gliedertiere mit Erkennungsmerkmalen

Die größte Gruppe der Nichtwirbeltiere sind die Gliedertiere. Die größte und bekannteste Gruppe der Gliedertiere sind die Insekten. Aber auch Spinnentiere und viele andere gehören zu dieser Gruppe. Jedes Kästchen symbolisiert den ungefähren Zeitpunkt, an dem durch Mutationen neue Merkmale entstanden sind. Diese werden dann, sofern sie sinnvolle Anpassungen an die Umwelt darstellen, weitervererbt. Man findet sie demzufolge oft noch bei nachfolgenden Arten. Solche Merkmale und Anpassungen können allerdings auch wieder verschwinden.



Zusatzinformationen:

- Vermutlich ist die einzige Gemeinsamkeit aller Krebse die besondere Form ihrer Krebslarven (auch Naupliuslarve genannt), welche drei Segmente mit Beinen und in der Mitte des Kopfes ein einzelnes, unpaares Naupliusauge haben.
- Krebse: ca. 40000 Arten
- Myriapoden: ca. 13.000 Arten
- Insekten: mehr als 1 000 000 Arten!

c) Die Wirbeltiere (Vertebrata)

Die Wirbeltiere gehören zur Gruppe der Neumünder. Davon gibt es drei Gruppen: Chordatiere - Stachelhäuter und Kiemenlochtere.

1. Chordatiere (Chordata)

- **Wirbeltiere** (Vertebrata) (mit 3 Untergruppen - ca. 54.000 Arten)
 - **Kieferlose** (Agnatha) (50 Arten)
 - Rundmäuler (Cyclostomata)
 - Kieferlose Panzerfische (Ostracodermi) †
 - **Kiefermäuler** (Gnathostomata) (53.950 Arten)
 - Fische (Pisces) (24.625 Arten)
 - Panzerfische (Placodermi) †
 - Knorpelfische (Chondrichthyes) (625 Arten)
 - Knochenfische (Osteichthyes) (24.000 Arten)
 - * Strahlenflosser (Actinopterygii)
 - * Muskelflosser (Sarcopterygii)
 - **Landwirbeltiere** (Tetrapoda) (29.325 Arten)
 - Amphibien (Amphibia) (4.000 Arten)
 - Reptilien (Reptilia)
 - Säugetiere (Mammalia) (4.000 Arten)
 - Vögel (Aves) (9.000 Arten)

2. Stachelhäuter (Echinodermata)

- u.a. mit den Seesternen und Seeigeln

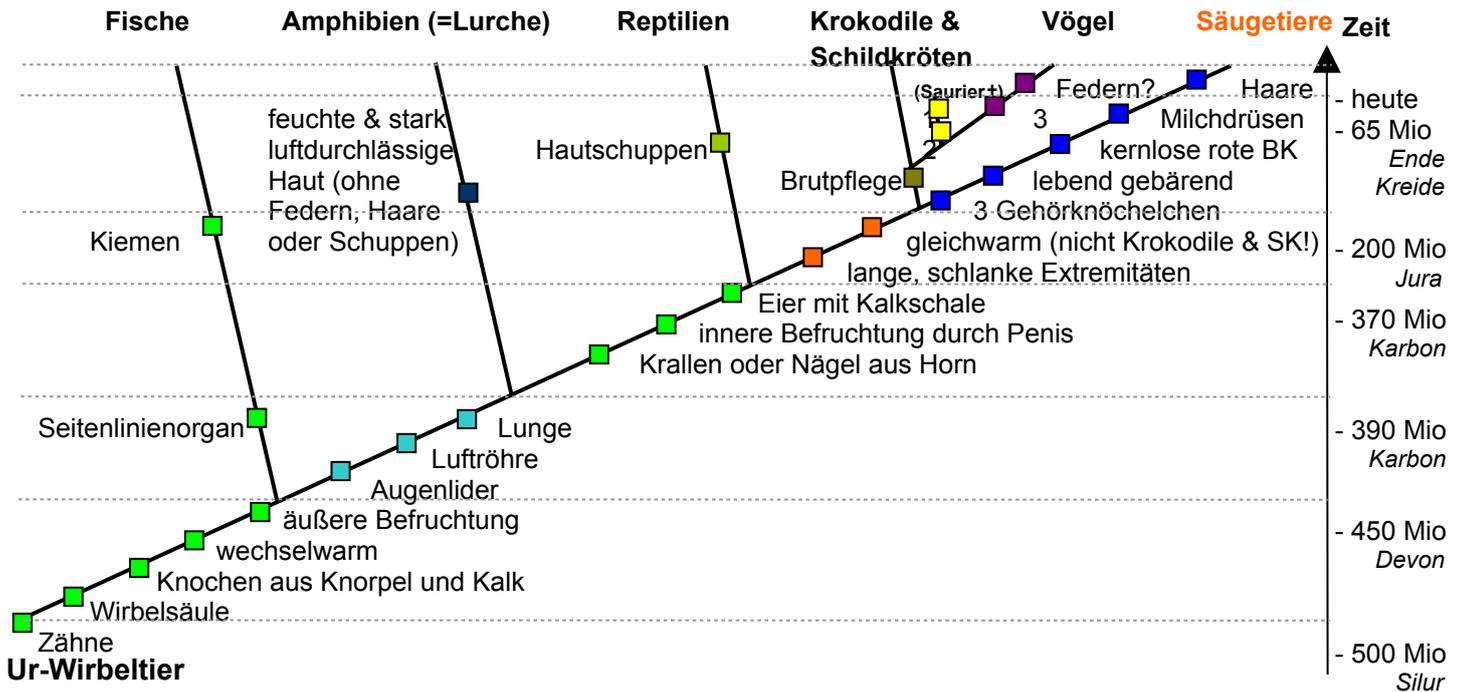
3. Kiemenlochtere (Hemichordata)

- Flügelkiemer (Pterobranchia)
- Eichelwürmer (Enteropneusta)

Alle Wirbeltiere sind miteinander verwandt, d.h. sie hatten gemeinsame Vorfahren. Einer dieser Vorfahren ist vermutlich das sogenannte „Urwirbeltier“. Es unterschied sich von den Weichtieren und anderen damals lebenden Tierarten durch die Ausbildung einer sehr ursprünglichen Wirbelsäule.

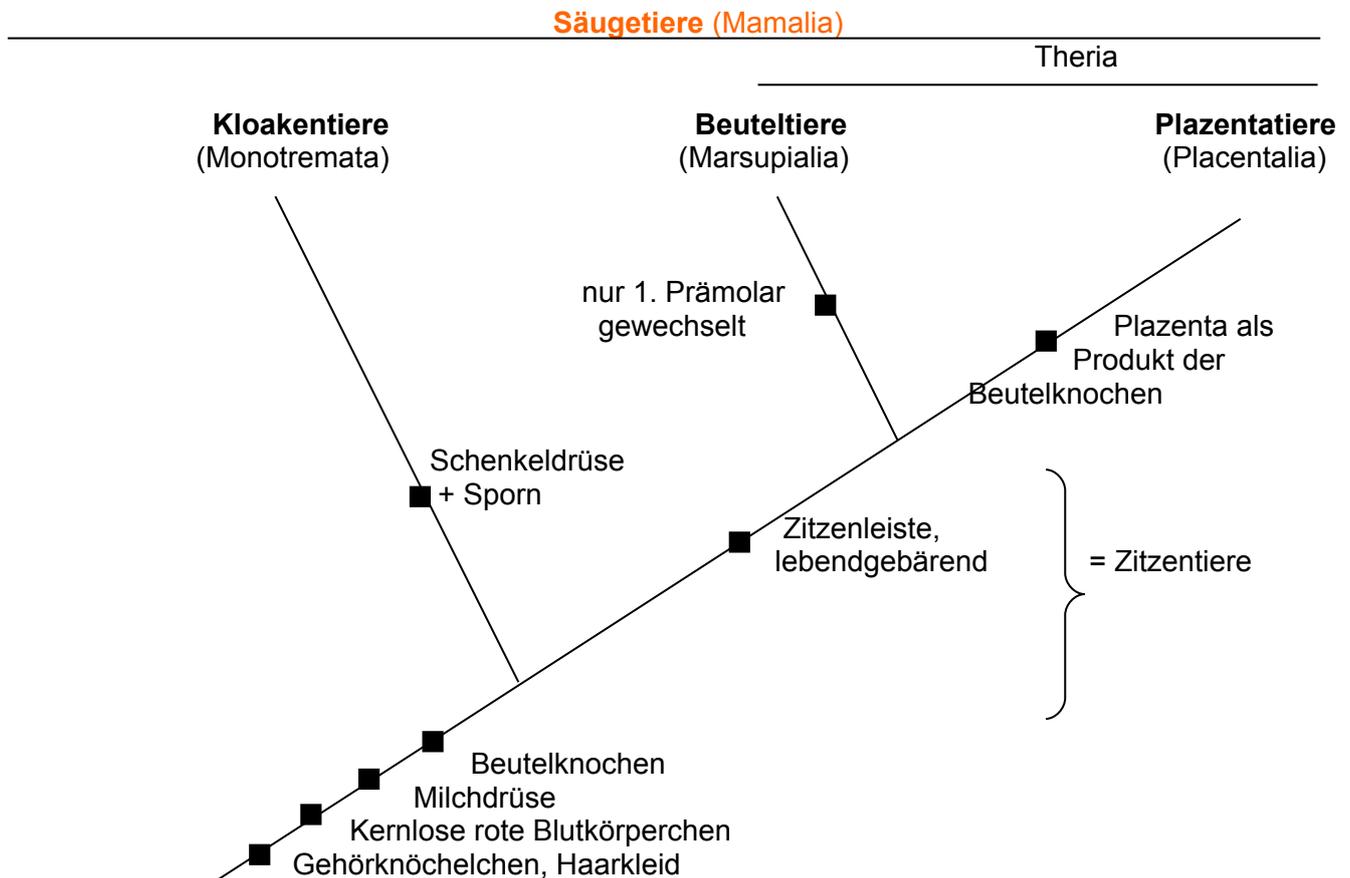
Es lebte vermutlich vor vielen hundert Millionen Jahren als Meeresbewohner und kann als Verbindung zwischen wirbellosen Tieren und Wirbeltieren gesehen werden. Von ihm stammen die ersten Fische ab. In den folgenden Millionen von Jahren haben sich daraus die Amphibien, die Reptilien, die Vögel und die Säugetiere entwickelt. Heute kennt man ca. 55.000 Wirbeltierarten.

d) Der vereinfachte Stammbaum der Wirbeltiere



- 1) lang gestreckte Halswirbel
- 2) aufrechter Gang auf den Hinterbeinen
- 3) Mangel an Zähnen

e) Stammbaum der Säugetiere mit den Erkennungsmerkmalen

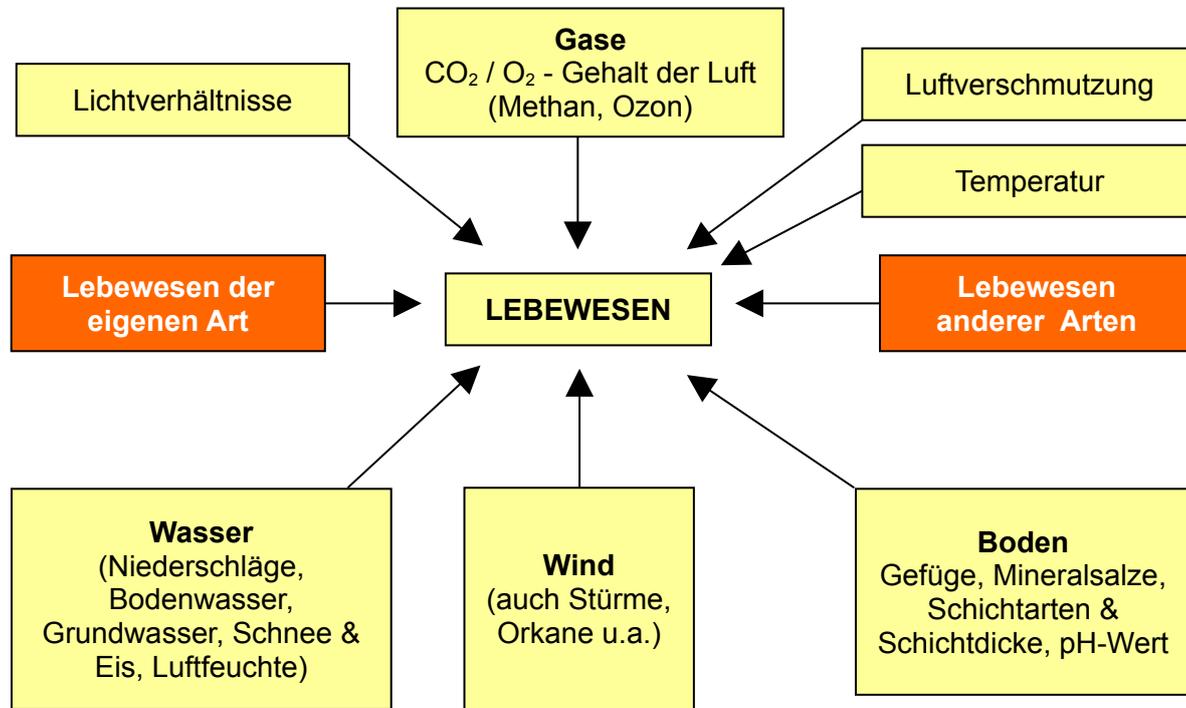


Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt

Mache doch mal einen Rundgang durch den Wald, einen Park oder an einen See und betrachte und kartiere die Lebewesen.

Analyse nach zwei Aspekten:

1. Analysiere die vorliegenden abiotischen Faktoren genau.
2. Welche Lebewesen hast Du vorgefunden? Erstelle eine Übersicht mit Beziehungspfeilen.



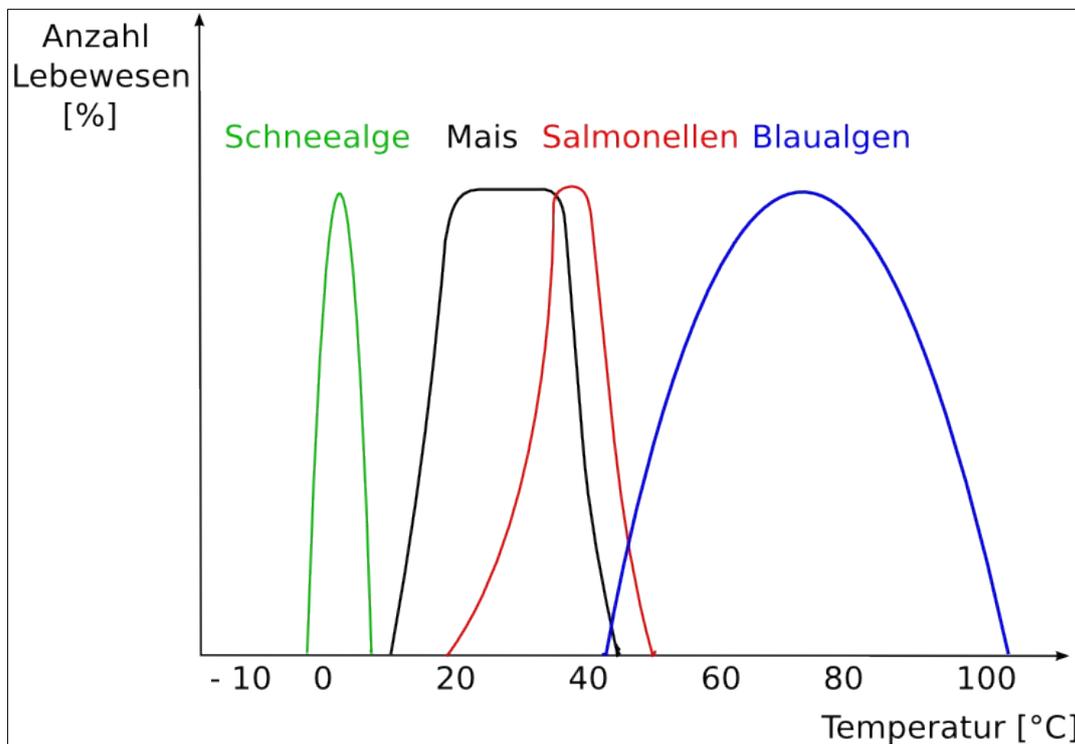
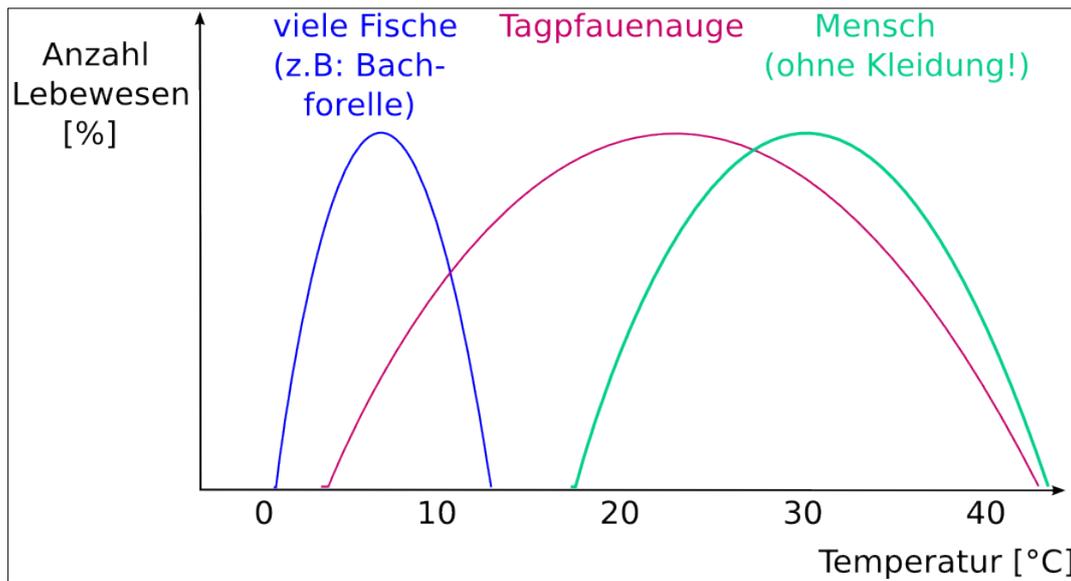
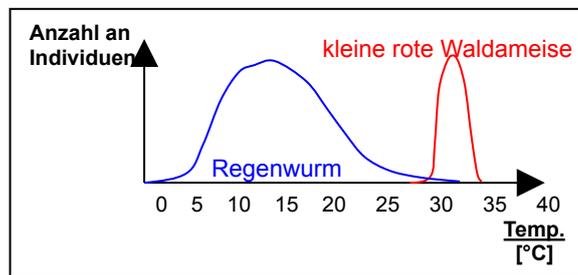
UMWELT = Gesamtheit der auf einen Organismus einwirkenden Umweltfaktoren
(= Ökofaktoren, abiotische und biotische)

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cyanobakterien>

Einfluss von Umweltfaktoren auf Lebewesen

1. Ein abiotischer Faktor: Temperatur (3 Beispiele)



2. Zwei abiotische Faktoren: Temperatur & Salzgehalt

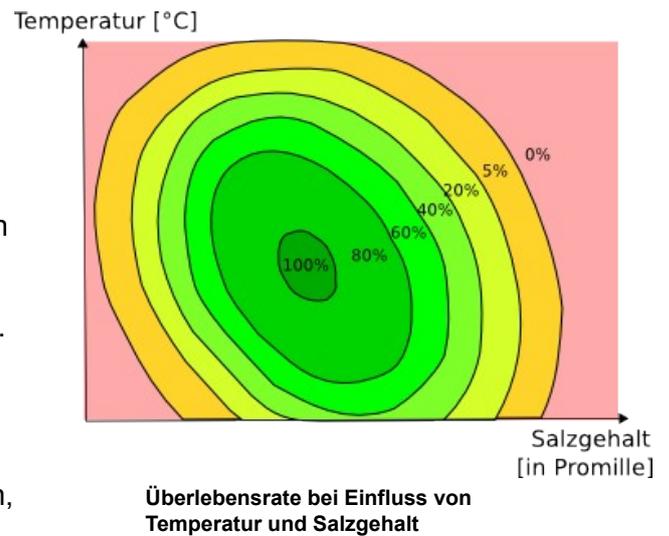
Mangrovenbäume haben sich an das Leben im Gezeitenbereich tropischer Küstenregionen angepasst und sind dort bestandsbildend.

Zu den besonderen Anpassungen der Mangrovenbäume an ihren Lebensraum gehören ausgeprägte Salztoleranz und die Fähigkeit zum Wurzeln in sauerstoffarmen und häufig instabilen Böden (dazu bilden sie besonders feste Wurzeln aus). Unter ungünstigen Umweltbedingungen (sehr kühlem Klima und starkem Salzgehalt) wachsen sie in „Zwergformen“.

Ihr Holz wird in vielen Ländern genutzt. Sie dienen außerdem als ein natürlicher Puffer gegen starke Winde und Wellen (so auch gegen Tsunamis). Aufgrund dieser Schutzfunktion begann man in Vietnam,

Thailand, Indien und auf den Philippinen in Küstennähe Mangroven wieder aufzuforsten.

Trotz dieser Bemühungen sind aber bereits 50% der weltweiten Mangrovenwälder zerstört. (siehe auch https://de.wikipedia.org/wiki/Mangrove_%28Baum%29)



3. Zwei abiotische Faktoren: Säuregrad des Bodens und Temperatur

Boden mit einem pH-Wert von 7 ist neutral, mit Werten <7 ist er sauer, mit Werten >7 ist er alkalisch. Je weiter sich der pH-Wert vom Wert 7 entfernt, desto „unangenehmer“ wird es in der Regel für die Lebewesen.

Bei Regenwürmern spielt nicht nur die Temperatur, wie im oben gezeigten Beispiel bereits genannt, eine Rolle, sondern auch der Säuregrad des Bodens (=pH-Wert). In Deutschland gibt es fast 40 verschiedene Regenwurmarten. (Wer hätte das vermutet?)

Die meisten von Ihnen bevorzugen einen leicht sauren Boden. Zwischen pH 3,5 (z.B. Humusschichten auf Granitboden) und 7,5 (Humusschicht auf leicht kalkhaltigem Boden) sind sie zu finden. Allerdings findet in den Extrembereichen keine Vermehrung mehr statt. Unterhalb von pH. 3,5 (z.B. in Torf- oder Moorböden) kommen keine Regenwürmer mehr vor.

Das Temperaturoptimum liegt, wie man oben in der Grafik erkennen kann, zwischen 10°C bis 15°C , allerdings vertragen Regenwürmer auch noch Schwankungen um weitere 10°C in beide Richtungen.

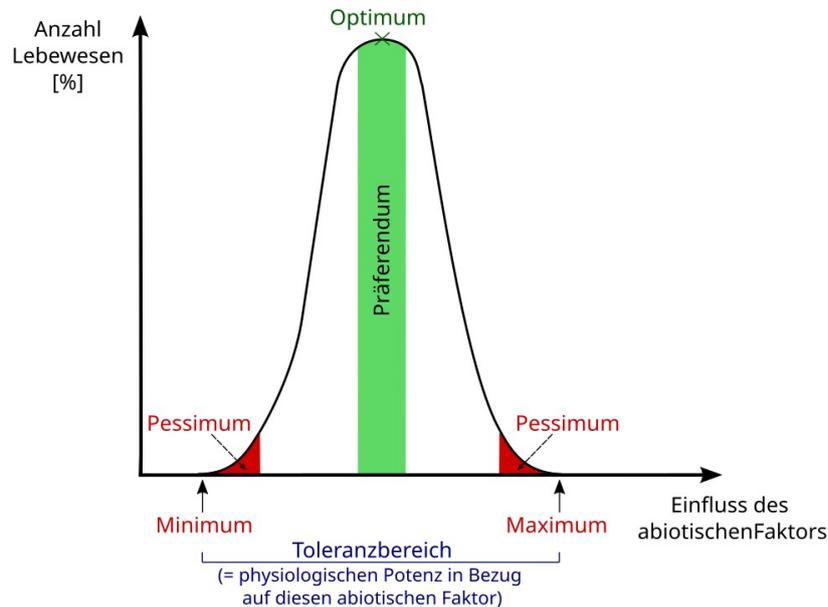
Aufgaben:

1. Erkläre (mithilfe selbst erstellter Schemata zu jedem (!) Beispiel), die allgemeine Abhängigkeit von Lebewesen zu den betreffenden Umweltfaktoren.
2. Beschreibe den Lebensraum und die Ernährung des Regenwurms. Weißt Du, wozu der helle Ring dient?



Toleranzbereich bzgl. eines Umweltfaktors (= physiologische Potenz)

Toleranzkurve eines Organismus bzgl. eines Umweltfaktors



Jedes Lebewesen unterliegt dem Einfluss vieler abiotischer Faktoren. Betrachtet man nun einen Faktor, wie z.B. die Temperatur, so kann dieser im Lebensraum des betreffenden Lebewesens über einen langen Zeitraum optimal sein.

=> Lebewesen, die z.B. in Bezug auf den Faktor Temperatur im Optimum leben, haben viele Nachkommen. Die Anzahl an Individuen steigt. Man spricht von einem „Präferenzbereich“, er beschreibt damit die physiologische Potenz.

Diese Spannweite der physiologischen Potenz ist genetisch vorgegeben.

Sind die Bedingungen hingegen hart und es ist beispielsweise über lange Zeiträume viel zu kalt oder viel zu warm, dann befindet sich das Lebewesen weit entfernt von seinem Präferendum. An den Rändern der Kurve gelangt das Lebewesen ins Pessimum.

Im Pessimum findet keine Vermehrung mehr statt.

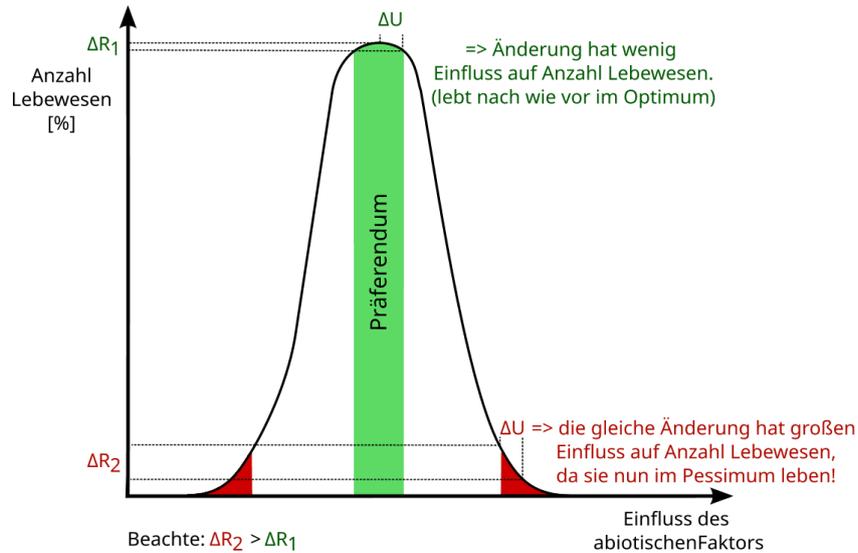
Lebewesen sind aber (fast) nie im ganzen Bereich ihrer physiologischen Potenz zu finden, da andere Faktoren, wie Konkurrenz zu anderen Tieren und Pflanzen auftritt.

Das tatsächliche Vorkommen nennt man dann „ökologische Potenz“.

Die Fähigkeit eines Lebewesens, Schwankungen von Umweltfaktoren (unter gleichzeitiger Einwirkung von Konkurrenz) innerhalb des Toleranzbereiches zu ertragen und sich fortzupflanzen (!) bezeichnet man als ökologische Potenz.

Die ökologische Potenz, bezogen auf verschiedene abiotische Faktoren, ist von Art zu Art verschieden.

Die Reaktionsnorm



ΔR = Reaktion des Organismus (= Reaktionsnorm)

ΔU = Umweltschwankung

Beachte: Geringfügige Änderungen eines Umweltfaktors (ΔU) wirken sich im Optimum kaum aus, im Pessimium dagegen (sehr) stark. Vergleiche dazu die unterschiedliche Reaktion ΔR_1 und ΔR_2 in Bezug auf die Anzahl der Individuen.

Lebewesen mit einem großen / weiten Toleranzbereich bezüglich eines Ökofaktors nennt man **EURYÖK** bezüglich dieses Faktors.

Lebewesen mit engem Toleranzbereich nennt man **STENÖK**.

=> **Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren:**

Die Häufigkeit einer Art wird wesentlich von dem Faktor bestimmt, der am weitesten vom Optimum entfernt ist (= Minimumfaktor).

Beachte:

- Die Toleranzkurven haben nicht immer die Form einer Glockenkurve.
- Der Präferenzbereich ist innerhalb des Toleranzbereiches zu finden, aber nicht identisch. Er ist eher etwas kleiner.
- Die physiologische Potenz beschreibt den Toleranzbereich eines Lebewesens ohne jegliche Konkurrenzbeeinträchtigung. In der freien Natur ergibt sich dieser Idealzustand aber nur sehr selten, da immer innerartliche Konkurrenz oder Konkurrenz zu anderen Arten vorliegt.

Beispiele:

eurytherm/ euryök bezüglich der Temperatur z.B. Purpuseerose, Puma (Arktis-Tropen), Karpfen
 stenotherm / stenök bezüglich der Temperatur z.B. Forelle (max 15°C), Blauwal, Sardinien, Korallen (20°C)

euryök bezüglich der Nahrung

z.B. Allesfresser wie Ratten, Schweine, Krähe

stenök bezüglich der Nahrung

z.B. Koalabär (nur Eukalyptus), Panda (Bambus)
 Parasiten, Ameisenbär

euryök bezüglich des Bodens

z.B: Löwenzahn

euryök bezüglich der Salztoleranz:

z.B. Purpuseerose, Lachs, Stör, Aal, Stichling

stenök bezüglich der Salztoleranz:

z.B. fast alle Meerestiere, Hering, Robbe,
 Salinenkrebse

Die Reaktionsnorm als genetischer Hintergrund der Toleranzkurven:

Lebewesen sind an ihre Umwelt angepasst, doch gibt es Grenzen der Anpassung. Obwohl Lebewesen mit schwankenden abiotischen Faktoren zurechtkommen, sind große Schwankungen, z.B. der Temperatur, unter Umständen zu viel. Diese Reaktionsnorm ist genetisch festgelegt.

Neben den schon bekannten Beispielen bei Tieren gibt es übrigens auch Beispiele bei Pflanzen. Viele Bäume bilden in ihren Kronen beispielsweise Lichtblätter aus, welche gut mit starker Sonnen- und UV-Strahlung klarkommen. In den unteren, dunkleren Bereichen bilden die Bäume dafür Schattenblätter aus, welche das restliche Licht durch einen hohen Chloroplasten Anteil gut ausnutzen.

Unsere Haut ist an das Sonnenlicht angepasst. Bräunungsvorgänge im Sommer schaden ihr nicht. Liegt die Sonnenstrahlung außerhalb der Reaktionsnorm, verbrennt sie und man wird unter Umständen krank.

Die Breite der Reaktionsnorm und somit auch die breite der Toleranzkurven ist genetisch für jede Art festgelegt. Die Breite der Reaktion eines Organismus in der er auf Umweltänderungen reagiert, nennt man auch ökologische Potenz.

Aufgaben:

1. Woher weiß z.B. ein Käfer, welche Temperatur für ihn optimal ist?

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/ökologische_Potenz

[https://de.wikipedia.org/wiki/Toleranz_\(Ökologie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Toleranz_(Ökologie))

<https://de.wikipedia.org/wiki/Pessimum>

https://de.wikipedia.org/wiki/Physiologische_Potenz

Besondere Beispiele für Anpassungen an extreme abiotische Faktoren

- Purpuseerose: Vorkommen an weltweit fast allen Küsten. Hat einen sehr weiten Toleranzbereich bezüglich aller klimatischen Faktoren => **eurýök**.
- Schneeealge: Sind die Temperaturen unter 0°C kann diese Alge wachsen. Da sie eine rote Farbe hat, färbt sie den Schnee entsprechend => **stenök**.

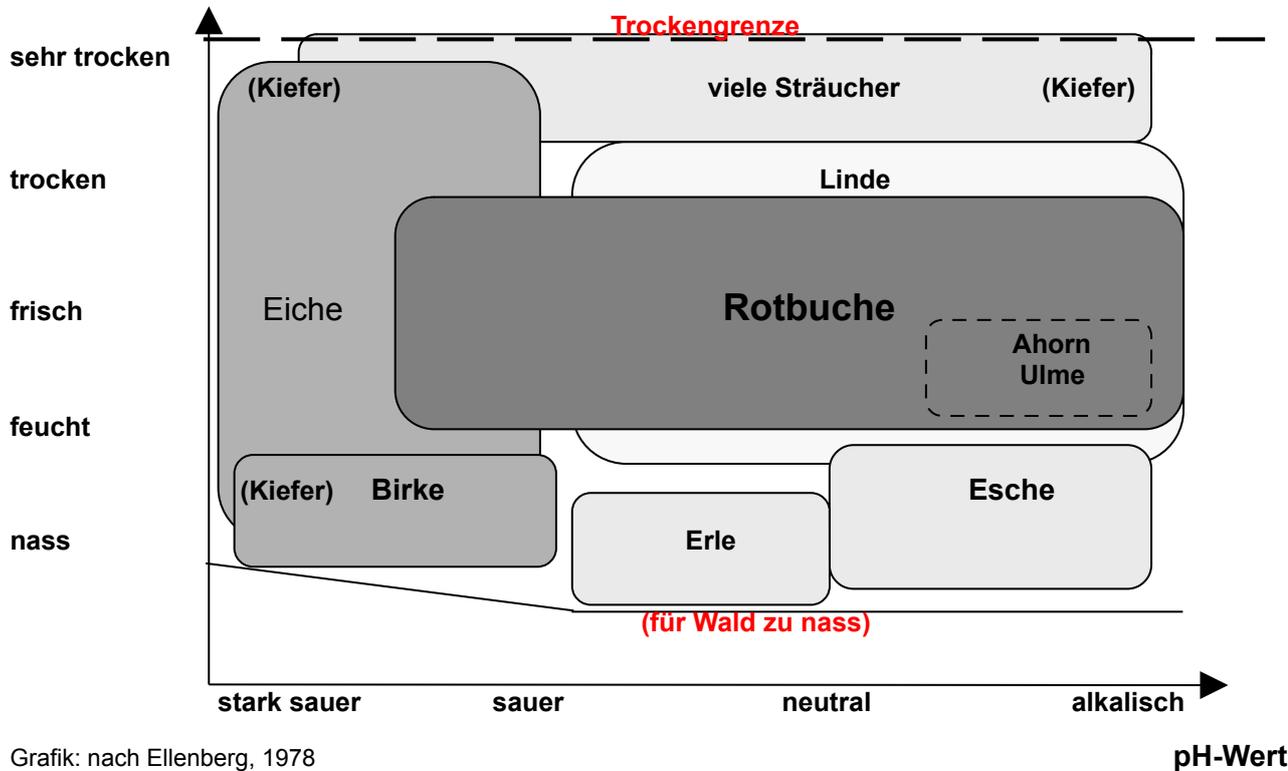


Quelle Bild: Creative Commons Namensnennung 2.0 Lizenz by Iwona Erskine-Kellie - Thank you;
https://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Snow_Algae_Textures.jpg; https://de.wikipedia.org/wiki/Creative_Commons

Physiologische und ökologische Potenz

Betrachte einmal die Grafik. Sie zeigt das Vorkommen von verschiedenen Bäumen in Mitteleuropa in Abhängigkeit vom Boden-pH-Wert und der Bodenfeuchtigkeit:

Bodenfeuchte



Grafik: nach Ellenberg, 1978

Die Kiefer ist hier in Klammer geschrieben, weil sie nicht als dominierende Pflanze in den betreffenden Gebieten vorkommt. Welche Gründe kann es geben?

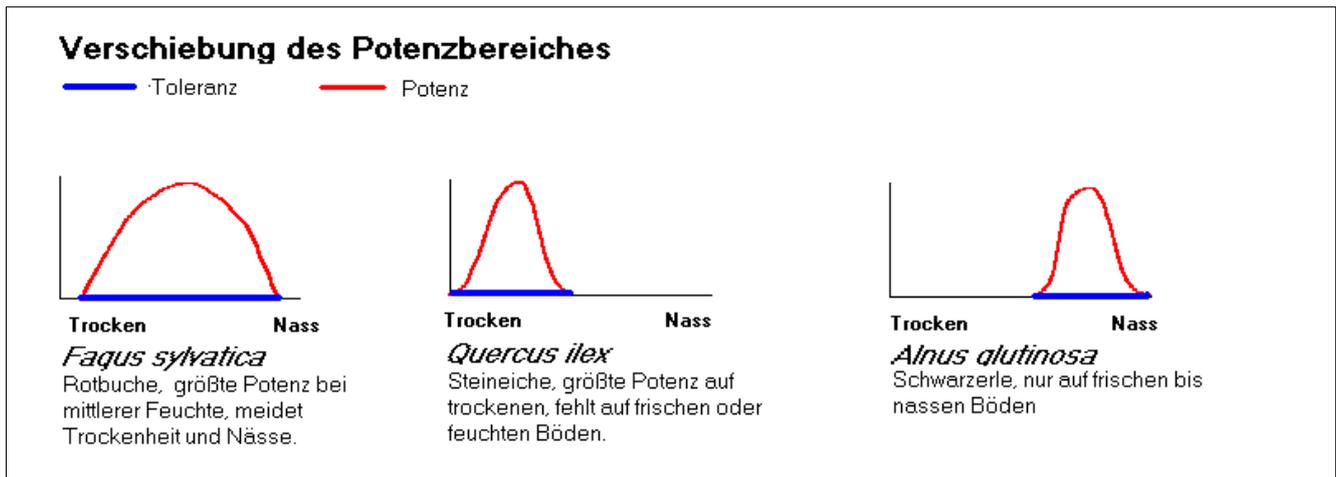
=> Die Kiefer hat eine große Toleranz gegenüber beiden Faktoren. Sie ist euryök in Bezug auf diese beiden Faktoren. Man sagt, sie hat eine breite **physiologische Potenz**. Die physiologische Potenz beschreibt also ausschließlich die Reaktion auf abiotische Faktoren und somit den **potentiell möglichen Bereich**.

In jedem Gebiet, in dem die Kiefer theoretisch vorkommen könnte, wird sie von anderen Bäumen verdrängt. Wenn die physiologische Potenz einer Art durch Konkurrenz eingeschränkt wird, spricht man von **ökologischer Potenz**. Die ökologische Potenz beschreibt also die Reaktion der biotischen auf abiotische Faktoren (z.B. Konkurrenz durch andere Arten) und somit den tatsächlichen **Existenzbereich**.

Beispiel: Bei der Schwarzerle ist es so, dass sie überall wachsen könnte, sie ist aber zu schwach im Konkurrenzkampf mit den anderen Bäumen. Deswegen findet man sie nur dort, wo die anderen Bäume nicht wachsen können, weil es ihnen zu nass ist, also z.B. direkt neben Flüssen.

Aufgaben:

1. Erläutere die physiologische und ökologische Potenz der Stieleiche.



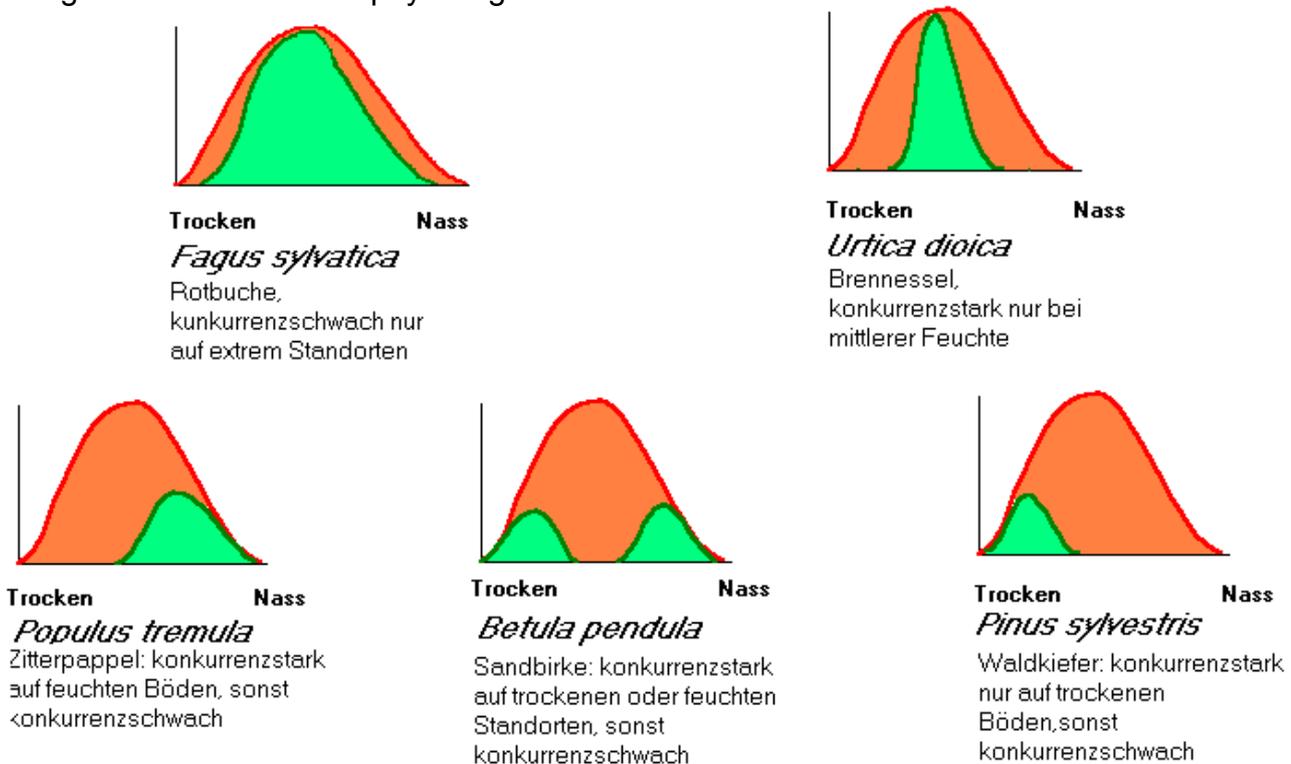
Quelle Bild: public domain by Wikipediauser Brumffuss; https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Verschiebung_Potenz_.png - Danke

Verschiebung des Existenzbereiches

 Existenzbereich

 Potenzialbereich

= ökologische Potenz = physiologische Potenz



Quelle Bild: public domain by Wikipediauser Brumffuss; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Verschiebung_existenz.png - Danke

Abiotische Umweltfaktoren: Wasser

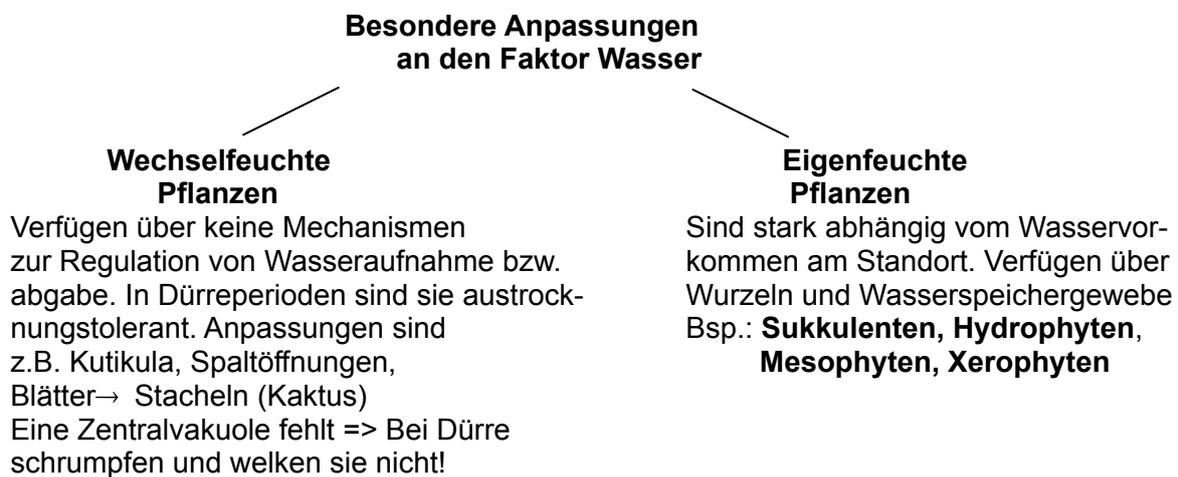
Der Körper des Menschen enthält ca. 2/3 Wasser, bei Pflanzen sind es teilweise bis zu 98% Wasser!

a) Anpassungen an den Umweltfaktor Wasser bei Pflanzen:

Pflanzen regeln ihren Wasserhaushalt durch osmotische Effekte. In den Wurzelzellen nimmt von außen nach innen die Salzkonzentration pro Zellschicht leicht zu, sodass Wasser aus dem Boden in die erste Zellschicht und von dort in die Zweite (usw.) diffundiert.

Im Inneren der Wurzeln befinden sich die Leitbündel, von denen das Xylem das Wasser nach oben transportiert. Dies geschieht durch den sogenannten Transpirationssog. Er entsteht durch das Verdunsten von Wasser in den Blättern.

Vergleichbar einem Schlauch, mit dem ein Aquarium durch einmaliges Ansaugen geleert wird, wird so ständig neues Wasser nach oben gesogen. Dieser so ist so stark, dass er eine ca. 112m hohe (und sehr dünne) Wassersäule nach oben saugen kann. Das ist dann auch die maximale Höhe, die Pflanzen erreichen können.



Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Wechselfeuchte_Pflanze

https://de.wikipedia.org/wiki/Eigenfeuchte_Pflanzen

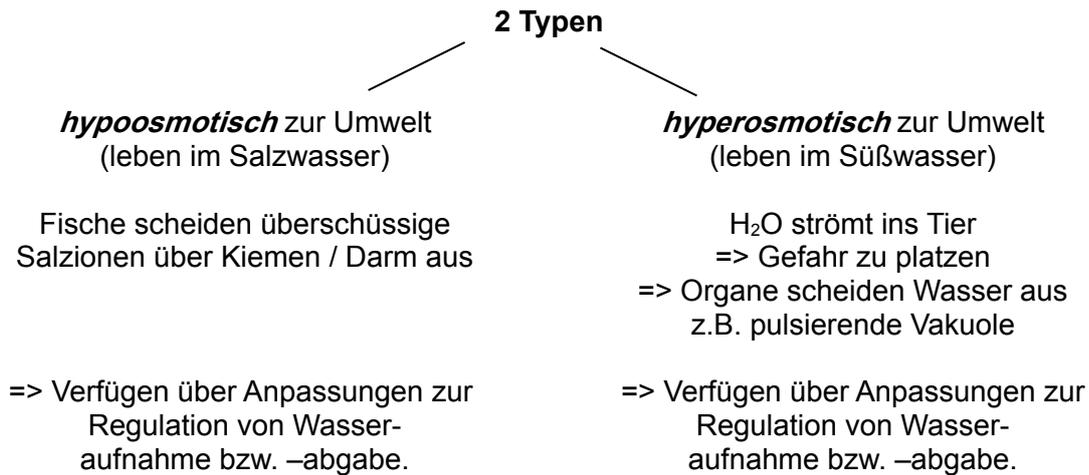
b) Anpassungen an den Umweltfaktor Wasser bei Tieren:

Besondere Anpassungen an das Wasser findet man bei:

- Wüstentieren

- Wasserspeicherung
- Fettspeicher
- Nachtaktivität
- Können zum Teil mit Oxidationswasser (aus der Zellatmung) auskommen.

- Wassertieren



Zusatzinformationen zum Wassermangel:

Menschen benötigen täglich Wasser! Der Tod durch Verdursten des Menschen tritt umso schneller ein, je höher die Temperatur ist. Bei 20°C beträgt die Überlebenszeit mehr als 10 Tage, bei 40°C weniger als 48 Stunden.

=> **Abiotische Faktoren können sich in ihrer Wirkung gegenseitig beeinflussen.**

Abiotische Umweltfaktoren: Licht

Einfluss auf Pflanzen:

1. Photosyntheseleistung ist lichtabhängig (Vergleich Frühblüher - Sommerblüher/ Waldboden - Feld)
2. Blühvorgang wird nur bei passender Lichtmenge ausgelöst (Langtagpflanzen, Kurztagpflanzen)
3. Keimungsvorgang (Dunkelkeimer, Lichtkeimer) wird durch Licht gefördert
4. Pflanzen haben Sonnen- und Schattenblätter
5. Keimung und Ausbildung von Blättern bei Kartoffelknollen und Zwiebeln durch Licht
6. Chloroplastenbildung (z.B. bei Kartoffeln und Spargel)
7. Streckungswachstum zum Licht
8. Schattenpflanzen leben mit < 5% Licht
Halbschattenpflanzen leben mit ca. 10% Licht
Lichtpflanzen verfügen oft > 50% Licht

=> Licht beeinflusst entscheidend Wachstum und Entwicklung

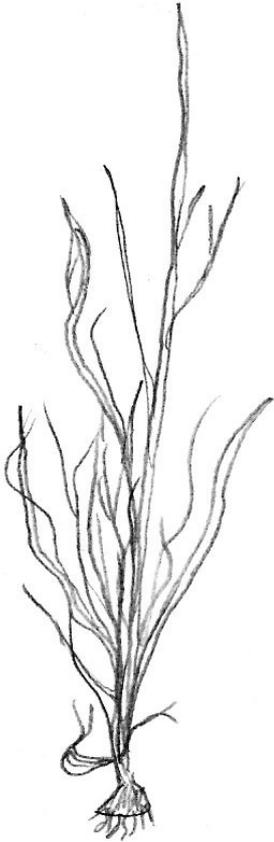
Einfluss auf Tiere:

1. Gesang der Vögel im Frühjahr am Morgen
2. Nahrungssuche im Dunkeln sowie Tag- und Nachtjäger (z.B. bei der Eule, Fledermaus/ im Hellen beim Sperber)
3. Tageslänge löst Brutzeiten, Vogelzug und Winterschlaf aus (=jahresperiodischer Wechsel der Tageszeit)
4. Schwärmen von Stechmücken²
5. Stimmungen bei Menschen
6. Tarnung
7. Pigmentbildung (z.B. Bräunen der Haut beim Menschen durch den lichtinduzierten Farbstoff Melanin)

² Abends, wenn ein bestimmter Dämmerungszustand erreicht ist

Photoperiodismus: Wirkung der Tageslänge auf zwei verschiedene Pflanzen

Hirse ist eine Kurztagpflanze. Bekommt sie zu lange Licht, wächst sie zu stark und knickt oft ab. Blüten werden kaum gebildet.



Die Tabakpflanze ist eine Langtagpflanze. Bei zu kurzer Lichtdauer bildet sie keine Blüten.

Wie verhalten sich Kurz- und Langtagpflanzen im Versuch?



1. Erkläre die Grafik und ziehe Schlüsse.
2. Beschreibe die Wirkung von Störlicht. Wie ist die Wirkung von Störlicht zu erklären?

Vergleich Kurztagpflanze/ Langtagpflanze

Kurztagpflanze	Langtagpflanze
Benötigen zur Blütenbildung kurze Tage (Tageslänge < 12 Stunden). Bei längeren Tagen blühen sie nicht.	Benötigen zur Blütenbildung lange Tage (Tageslänge > 12 Stunden ununterbrochen Licht).
=> Sie wachsen im Sommer nur vegetativ und bilden Blüten oft erst im Herbst oder Winter.	=> Sie blühen nur im Sommer.
z.B. Sojabohne, Reis, Hirse, Mais, Kaffee, Erdbeeren, Weihnachtssterne, Chrysanthemen, Baumwolle	z.B. Weizen, Gerste, Roggen, Bilsenkraut, Tabak, Spinat

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Photoperiodismus>

Licht und Lichtausnutzung

Da die Lichteinstrahlung im Wald sehr unterschiedlich in den einzelnen Schichten ist, müssen die Pflanzen daraufhin angepasst sein, um effektiv Photosynthese betreiben zu können.

Ein Beispiel sind die Blätter der Rotbuche. Ein Buchenblatt aus der äußeren Kronenschicht könnte, wenn es theoretisch möglich wäre, am Waldboden nicht wachsen und auch keine Photosynthese betreiben. Es ist an viel größere Lichtstärken angepasst.

Ein schattenliebendes Moos hingegen, welches normalerweise nur ca. 1/250 des Sonnenlichts erhält, könnte in der Krone eines Baumes nicht wachsen. Die hohe Lichtmenge wäre schädlich (abgesehen davon, dass das Moos vermutlich auch vertrocknen würde!)

Pflanzen wie die Rotbuche reagieren auf die unterschiedlichen Lichtwerte im Wald und innerhalb des Baums mit der Ausbildung spezialisierter Blätter.

Lichtverhältnisse und Bodenbewuchs am Waldboden

Anfang März



Anfang Mai



Anfang Juli



Anfang Oktober



Aufgaben:

1. Alle Fotos wurden ganz in der Nähe voneinander aufgenommen. Kannst Du die Unterschiede erklären?

Abiotische Umweltfaktoren: Temperatur

Bei PFLANZEN hat die Temperatur allgemeinen Einfluss auf das Wachstum und die Entwicklung der Größe, der Blüte und der Früchte. Pflanzen in verschiedene Klimazonen der Erde oder unterschiedlichen Vegetationsstufen im Gebirge sind deshalb gut zuzuordnen und als solche gut erkennbar. Sie sind jeweils an ihren Biotop angepasst.

Bei TIEREN: finde die Unterscheidung zwischen wechselwarmen und gleichwarmen Tieren statt.

Bei Tieren und Pflanzen liegt in den Tropen durch die insgesamt höherer Temperatur und die geringen Temperaturschwankungen insgesamt eine **größere Artenzahl** vor. Auch sind die Tiere in den Tropen oft vergleichsweise größer. So sind die tropischen Regenwälder die artenreichsten Ökosysteme des Planeten.

Gleichwarm - Wechselwarm

Bei Tieren unterscheidet man zwischen solche, die ihre Körpertemperatur unter Energieverbrauch konstant halten (homiotherme (auch: homöotherme) Tiere) und solchen, welche die gleiche Temperatur wie ihre Umgebung haben (poikilotherme Tiere).

Parallel werden seit einigen Jahren auch die Begriffe Endotherm und Ektotherm verwendet:

Endotherme Tiere (entspricht gleichwarm bzw. homiotherme) produzieren ihre Energie selbst. Sie wird durch den körpereigenen Stoffwechsel gewonnen.

Ektotherme Tiere (wechselwarm, bzw. poikilotherm) hingegen gewinnen ihre Körperenergie aus Wärmequellen, die außerhalb des Körpers sind.

a) Wechselwarme Tiere (=poikilotherm oder auch ektotherm)

Wirbellose, Fische, Amphibien, und die meisten Reptilien (bei den Dinosauriern ist es ungewiss!) sind wechselwarm. Die Körpertemperatur dieser Tiere ist von Umgebung abhängig und somit sind alle körperlichen Vorgänge wie Stoffwechsel, Bewegung usw. sind ebenfalls davon abhängig und z.B. bei Kälte stark verlangsamt.

Die **RGT-Regel** ist bei ihnen von allergrößter Bedeutung und bestimmt das Leben und den Stoffwechsel. Hohe Stoffwechselaktivität ist also nur bei höheren Außentemperaturen möglich. Bei geringen Temperaturen und langsamen Stoffwechsel muss sparsam mit Ressourcen umgegangen werden. So bewegen sich diese Tiere auch langsamer, wenn es kälter ist.

Einige wechselwarme Tiere, wie Kröten, haben als Schutz vor dem Einfrieren bei starkem Frost selbst produziertes „Frostschutzmittel“ im Blut.

b) Gleichwarme Tiere (=homiotherm oder auch endotherm)

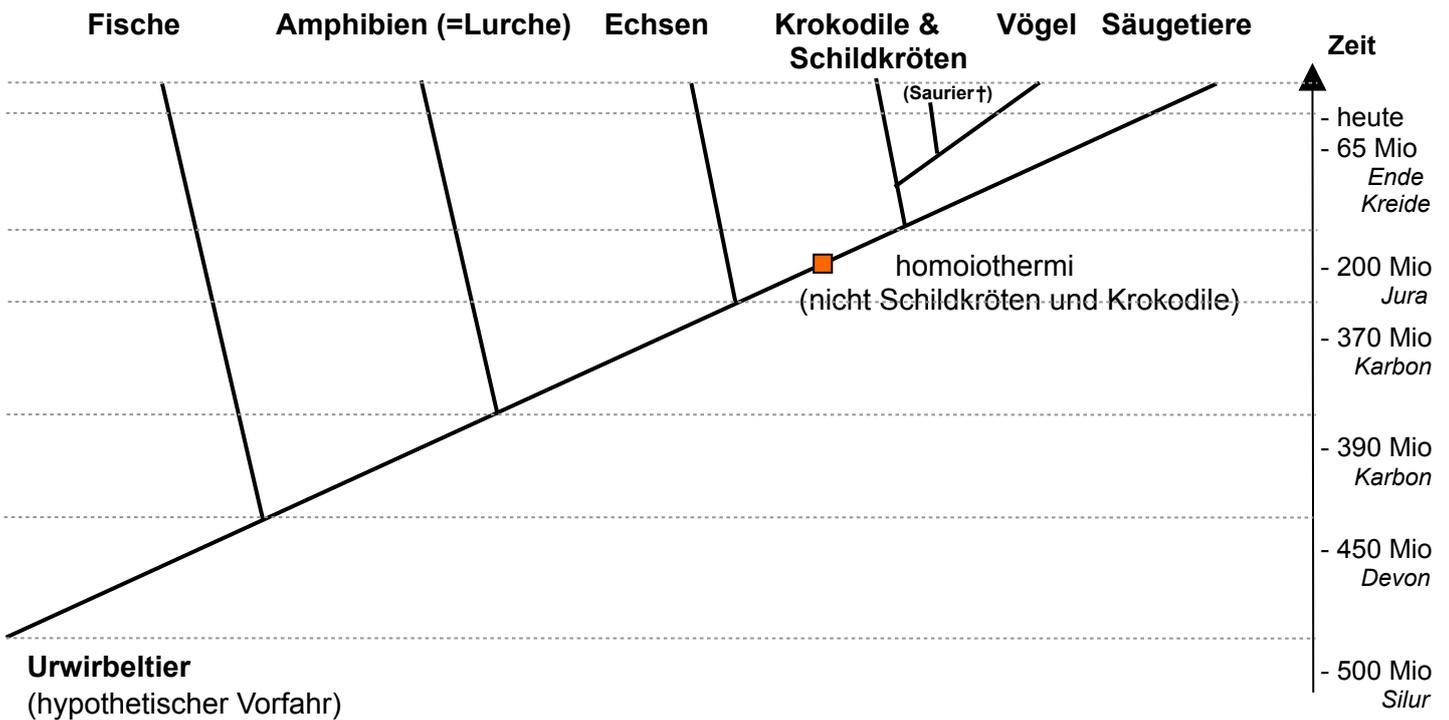
Vögel und Säugetiere hingegen sind gleichwarm. Sie haben eine konstante Körpertemperatur (36 - 41°C) und sind somit weitgehend unabhängig von Außentemperatur. Ein Teil der durch die Nahrung aufgenommenen Energie wird zu Produktion der Körperwärme (v.a. durch Stoffwechselprozesse und Bewegung) genutzt. Sie benötigen demzufolge mehr Nahrung, sind aber weniger von der Temperatur abhängig. Gegen **Überhitzung** benötigen sie zusätzlich Mechanismen zur Temperaturregelung (Schwitzen bei Menschen, Hecheln bei Hunden, Aufsuchen von Höhlen, Eingraben, Sommerfell-Winterfell usw.)

Auch gegen **Unterkühlung** sind sie geschützt: Änderung der Durchblutung von den Extremitäten in den Rumpf und Kopf, Kältezittern der Muskeln produziert Wärme, Vogelzug und Winterflucht, Winterfell, Isolation durch Fell, Federn, Unterhautfettgewebe)

c) Die Entwicklung der Homoiothermi

Betrachtet man den Stammbaum der Wirbeltiere, so ist diese „Erfindung“ ca. vor 250 000 Jahren aufgetaucht³. Gleichwarme Tiere haben einerseits erhöhte Kosten (sie müssen mehr Nahrung aufnehmen), aber auch einen hohen Gewinn (durch Besiedlung neuer Lebensräume sowie effizienten Stoffwechsel, was zum Beispiel auch schnellere Jagd- und Fluchtreaktionen ermöglicht) dar.

Die Eigenschaft, die Körpertemperatur konstant zu halten stellte einen wesentlichen Schritt bei der Eroberung der kälteren Gebiete für die Wirbeltiere dar. Alle folgenden Arten (bis auf Schildkröten und Krokodile, welche diese Mutation vermutlich wieder verloren haben - die Wissenschaft ist sich da nicht ganz einig!) sind dadurch bestens an kältere Klimazonen angepasst.



Zusatzinformationen:

- https://de.wikipedia.org/wiki/Wechselwarmes_Tier
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Gleichwarm>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/RGT-Regel>

³ Für weitere Informationen zum hochinteressanten Stammbaum der Wirbeltiere und all seinen Erfindungen siehe Kapitel „Wirbeltiere“

d) Merkmale gleichwarmer Tiere (homoiotherm)

Gleichwarme Tiere haben eine konstante Körpertemperatur meist von 36 - 41°C, welche weitgehend unabhängig von der Außentemperatur ist.

=> hohe Wärmeproduktion / hoher Nahrungsbedarf um die Temperatur aufrechtzuerhalten.

=> Mechanismen zur Temperaturregelung sind erforderlich.

Mögliche Maßnahmen⁴ gegen Überhitzen des Körpers (z.B: bei starker Bewegung):

- Verdunsten von Flüssigkeit
 - Schwitzen (Menschen)
 - Hecheln (z.B. bei Hunden, Wölfen)
- Spezielle Verhaltensweisen
 - Aufsuchen von Höhlen
 - Eingraben (viele Wüstentiere)
 - Aufscharren des Laubs und legen auf den nackten Boden (z.B. Rehe)
 - öffnen von „thermischen Fenstern“
(z.B. *Hunde legen sich an warmen Tagen mit gestreckten Beinen zur Seite, bei Kälte rollen sie sich zusammen und machen die Fenster zu*)
- Körperkern und Körperschale (unterschiedliche Temperaturbereiche/ -zonen des Körpers)
- Ändern der Durchblutung
- Wundernetz für kühlen Kopf (bei Hunden, Katzen, Paarhufern)
- Sommertracht, mit weniger Fell und Haaren.

Maßnahmen gegen Unterkühlen:

- Änderung der Durchblutung
- Kältezittern
- Wanderungen, Vogelzug
- Haarwechsel (Wintertracht mit dichterem Fell/ Federn)
- Braunes Fettgewebe
- Isolation (Fell / Federn / Unterhautfettgewebe / Verteilung von Fettgewebe)

⁴ Von Tierart zu Tierart verschieden

e) Typische wechselwarme Tiere



Poikilotherme Tiere haben keine konstante Körpertemperatur. Anzahlmäßig sind die meisten Tiere wechselwarm (Alle Wirbellosen, Fische, Amphibien, Reptilien). Ihre Körpertemperatur wird durch die Umgebungstemperatur bestimmt.

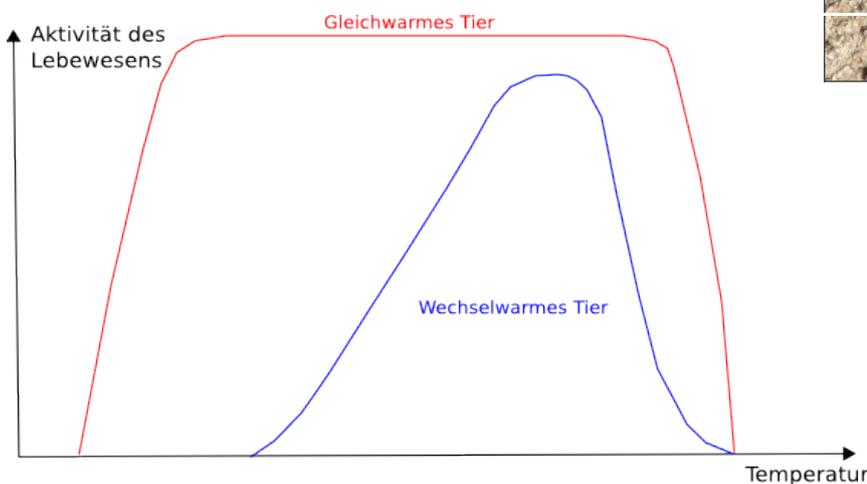
Einfluss der RGT-Regel:

Da chemische Reaktionen sich bei einer Erhöhung der Temperatur in ihrer Reaktionsgeschwindigkeit verzwei- bis vervierfachen und enzymatische Vorgänge in Tieren dieser Regel unterliegen, ist es nur zu verständlich, dass wechselwarme Tiere bei Kälte einen geringeren Stoffwechsel haben und sich auch weniger schnell bewegen, als bei Wärme.

So suchen manche wechselwarme Tiere bewusst warme Plätze (Steine und Mauern in der Sonne) auf, um ihre Körpertemperatur zu erhöhen. Auch einige Schlangenarten bilden bei Kälte ein Knäul, um sich vor Kälte zu schützen. Staatenbildende Insekten (Ameisen, Bienen, Wespen, Hornissen, Termiten usw.) haben oft eine konstante Temperatur in ihren Bauten, welche bei Kälte durch Muskelzittern aufrechterhalten wird und bei Hitze durch Durchlüftung oder bei Bienen durch Flügelschlag herabgesenkt wird.



Allgemeiner Vergleich zweier Lebewesen:



f) Typische gleichwarme Tiere



Gleichwarme Tiere (homiotherm), wie z.B. Vögel und Säugetiere können ihre Körpertemperatur selbst regulieren. Sie sind somit nicht so stark von der Außentemperatur abhängig. Gleichwarme Tiere sind bei jeder Temperatur schnell.



Die Körpertemperatur wird dabei durch die Zellatmung erzeugt. Ein Teil der Energie des veratmeten Zuckers wird direkt als Körperwärme freigesetzt. Bei Bewegungen wird zusätzlich Wärme durch starke Zellatmung in Muskelzellen frei.

So ist es verständlich, dass Säugetieren beim Sport warm wird ;-)

Dafür „zahlen“ gleichwarme Tiere einen Preis: Sie benötigen wesentlich mehr Nahrungsenergie (vor allem in kalten Regionen) als wechselwarme Tiere. Diese Nahrungsenergie wird zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur verwendet.

Durch hormonelle Steuerung (v.a. durch Schilddrüsenhormone) wird die Körpertemperatur geregelt. Bei vielen Säugetieren liegt sie im Bereich des Optimums vieler Enzyme, d.h. bei 35-40°C (Mensch 36,5-37°C)

Ist es zu warm, benötigen gleichwarme Tiere Abkühlungsmechanismen:

- Menschen schwitzen
- Hunde hecheln die Wärme aus dem Körper
- Katzen lecken das Fell feucht - Verdunstung schafft Kühle
- Manche Tiere suchen nasse Schlamm- oder Wasserlöcher auf usw.

Bei Kälte wird bei Gleichwarmen oft Wärme durch Muskelzittern erzeugt, da so die Muskeln angeregt werden und die Zellatmungsquote erhöht wird. Außerdem besitzen viele gleichwarme Tiere besondere Kälteisolationen (Fettschichten, Fell usw.)

Bei Winterschläfern sinkt übrigens die Körpertemperatur um ca. 10° - 15°C ab, um so Nahrungsreserven zu sparen. Sie sind also nicht immer völlig gleichwarm.

Beispiele zur Allen'schen und Bergmann'schen Regel

Die geographische Verteilung der verschiedenen Pinguinarten



Für den Einfluss der Temperatur auf Lebewesen gelten folgende drei Regeln:

1) RGT-Regel:

Die Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel ist eine in der Biochemie, Biologie, Physiologie und Chemie gültige Verallgemeinerung.

Eine Erhöhung der Temperatur um 10°C verdoppelt bis vervierfacht die Reaktionsgeschwindigkeit⁵.

Da Stoffwechselfvorgänge im Körper durch chemische Reaktionen ablaufen, kann man so die geringe Aktivität von wechselwarmen Tieren wie Reptilien oder Amphibien bei niedrigen Temperaturen erklären. Bei hohen Temperaturen bewegen sich dieselben Tiere hingegen oft pfeilschnell, da chemische Vorgänge wie Verdauung, Zellatmung sowie Denkleistungen schneller ablaufen.

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/RGT-Regel>

2) Bergmann'sche Regel:

Vertreter einer Tiergruppe sind in kalten Regionen größer als in warmen.

Der Göttinger Carl Bergmann stellte 1847 folgende Regel auf:

Bergmann'sche Regel: Vertreter einer systematischen Tiergruppe gleichwarmer Tiere - (also Vögel und Säugetiere sind in kalten Regionen größer als in warmen, da das Verhältnis Körpervolumen: Körperoberfläche bei kleinen Tieren ungünstiger ist.

Je größer das gleichwarme Tier, umso kleiner ist sein Verhältnis von Oberfläche zu Volumen und umso geringer ist folglich der Wärmeverlust, da bei zunehmender Größe die Oberfläche quadratisch (mit „x²“), das Volumen dagegen kubisch (mit „x³“) zunimmt. (Oberfläche steigt nur in der 2. Potenz / Volumen in der 3. Potenz)

Aus diesem Grund kommen in kälteren Regionen keine ganz kleinen Säugetiere vor.

Grund ist das Verhältnis von Körpervolumen zur Körperoberfläche. Es ist bei kleinen Tieren bei Kälte ungünstiger, da sie Oberfläche nur in der 2. Potenz steigt, das Volumen aber in der 3. Potenz

Bei steigendem Körpervolumen (Produktionsstätte der Körperwärme) verringert sich relativ gesehen die Körperoberfläche (Ort der Wärmeabstrahlung) gemessen am Quotienten O/V

Ein schönes Beispiel für die Richtigkeit dieser Regel ist das Vorkommen und Größe verschiedener Pinguinarten.

Modellexperiment zur Bergmannschen Regel:

Eine (für das Modell kugelförmiger) kleiner und ein großer Pinguin werden verglichen

$$\frac{V}{O} = \frac{4/3\pi r^3}{2\pi r^2} \sim r$$

Wie man sieht, ist der Radius die entscheidende Variable für das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen!

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Bergmannsche_Regel

⁵ **Achtung:** => eine Erhöhung um 20°C vervierfacht die Reaktionsgeschwindigkeit (2 · 2 = 4), eine Erhöhung um 30°C verachtfacht diese (2·2·2 = 8)

3) Die Allensche Regel

Joel Asaph Allen (1838-1921) stellte die Regel auf, dass bei gleichwarmen Tieren einer Art und Arten eines Verwandtschaftskreises die relative Länge der Körperanhänge (z.B. Extremitäten, Schwänze, Ohren, Flügel usw.) in kälteren Regionen geringer als in wärmeren Gebieten ist.

Dies ist leicht verständlich, wenn man sich überlegt, dass große und flächige Extremitäten einen größeren Wärmeverlust bedeuten.

Als Beispiel für diese Regel kann man die Ohrlängen der einzelnen Fuchsarten betrachten.

Allen'sche Regel: Die Körperanhänge vergleichbarer Tierarten sind in kälteren Regionen kleiner.

4. Weitere Regeln (nicht so relevant)

- Hessesche Regel oder Herzgewichtsregel

Die Regel besagt, dass gleichwarme (endotherme) Vögel und Säugetiere in kälteren Klimazonen ein größeres und schwereres Herz als nah verwandte Arten in wärmeren Regionen haben. Die Ursache ist vermutlich der gesteigerte Stoffwechsel zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur als Anpassung an eine kalte Umwelt.

Beispiel: Haussperling

- Sankt Petersburg 15,7g Herzgewicht / 1kg Körpermasse
- Hamburg 14,0 Herzgewicht / 1kg Körpermasse
- Tübingen 13,1 Herzgewicht / 1kg Körpermasse

(Zur besseren Vergleichbarkeit wurde auf ein Kilogramm hochgerechnet)

- Glogersche Regel oder Färbungsregel

Diese Regel besagt, dass gleichwarme (endotherme) Arten, die in Gebieten mit höherer Luftfeuchtigkeit leben, eine dunklere Pigmentierung besitzen. Artverwandte in trockeneren Klimaten sind heller gefärbt.

Allerdings besteht bei Säugetieren die Tendenz, in äquatorialen Gebieten eine dunklere Hautfarbe auszubilden als bei nördlicher oder südlicher lebende Populationen. Ursache hier ist vermutlich die verminderte Intensität der UV-Strahlung mit zunehmender geographischer Breite, da mit hellerer Haut wird das für die Produktion von Vitamin D notwendige UV-Licht besser nutzbar ist.

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Allensche_Regel

https://de.wikipedia.org/wiki/Glogersche_Regel

https://de.wikipedia.org/wiki/Hessesche_Regel

https://de.wikipedia.org/wiki/Rensch'sche_Regel

https://de.wikipedia.org/wiki/Ökogeografische_Regeln

Einfluss der abiotischen Faktoren auf Lebewesen

Temperatur

- Zugvögel, Zug des Admirals (Schmetterling)
- Überwinterungsstrategien
- gleichwarme oder wechselwarme Tiere
- Laubabwurf/ Blühperiode
- Geschlechtsbeeinflussung bei Reptilien
- Schwimmverhalten bei Fischen
- Keimungsverhalten bei Samenpflanzen
- Bergmann'sche + Allen'sche Regel
- Felldicke, (Winter- und Sommertracht)
- RGT-Regel
- Insekten „überwintern“ als nächste Generation im Ei
- Polare Säugetiere haben eine enorme Fettschicht zur Isolierung gegen die Kälte.

Licht

- Tag- & Nachtrhythmus
- Viele Blüten schließen sich Nachts; Ranken von Pflanzen.
- Blühperioden, Keimen von Samen
- Singvögel beginnen Anfang Februar zu singen
- Orientierung (z.B. bei Bienen) an der Sonne und der Polarisierung des Lichts
- Steuerung + Regelung des Säugetierhormonhaushalts (Stimmung) => z.B. bei Menschen emotionale Beeinflussung des Lichts bzw. dessen Abwesenheit.
- Jagdverhalten (Eule)/ Tag- & Nachtaktivität
- Paarungsverhalten (Glühwürmchen)
- Sonnen- & Schattenblätter
- „Grünwerden“ nicht grüner Pflanzenteile (z.B. Kartoffel, Möhren usw.)
- (Winterschlaf)
- Lang- & Kurztagspflanzen
- bei Menschen Pigmentbildung der Haut (Bräunen)
- Farbsehen durch Zapfen ist bei Dunkelheit nicht möglich, Stäbchensehen durchaus!
- Phototaxis bei Landpflanzen und Euglena

Atemgase

- O₂ - 18% => Zonierung in Höhenlagen der Gebirge
 => Diffusion beschränkt maximale Insektengröße
- CO₂ ~ 0,2% - 0,3% => oft Mangelfaktor bei Pflanzen

Wasser

- Lebensraum
- Schwimmpflanzen (Auftrieb)
- Trockenlufttiere (Hauptregulierung)
- Feuchtlufttiere (Amphibien/ Schnecken usw.)
- Wasserspeicherstrategien
- Moose + Epiphyten nehmen Wasser über die Blätter auf
- Verbreitung der Samen
- Anpassung an Trockenheit (und Gezeiten)
- Bäume in trockenen und kalten gebieten haben Nadeln als Blätter

Pinguine



Adeliepinguine⁶



Königspinguine



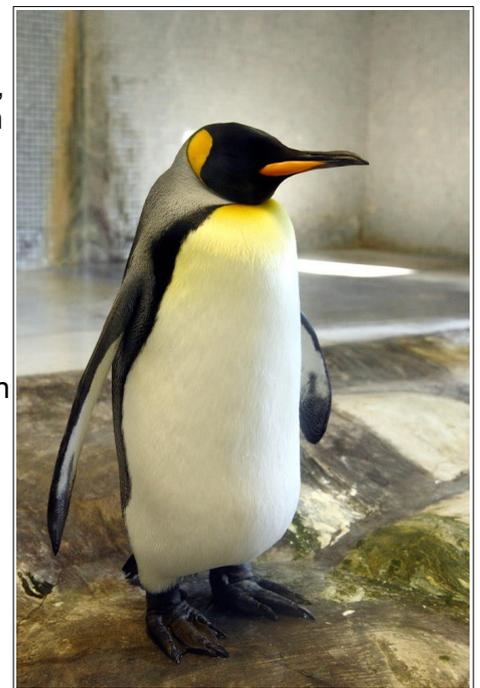
Kaiserpinguine

Die Pinguine gehören zur Gruppe der flugunfähigen Vögel. Sie sind in den Meeren und den Küsten der Südhalbkugel der Erde zu finden. Hauptsächlich in der Antarktis, in Neuseeland, Südastralien, Südafrika, sowie allen Inseln in diesem Gebiet, bis hinauf nach Peru sowie auf den fast am Äquator liegenden Galápagos Inseln findet man sie. Weiter nördlich kommen sie nicht. Sie werden also nicht von Eisbären gefressen, wie man hin und wieder hört, da diese nur auf der Nordhalbkugel vorkommen.

Es existieren 17 verschiedene Arten, die an die verschiedenen Klimazonen gut angepasst sind. Ihr Temperaturoptimum liegt erwartungsgemäß nicht besonders hoch, sodass Kaltwasserströmungen helfen, dass sie auch noch in tropischen Gebieten vorkommen können (z.B. an der Westküste Südamerikas durch den Humboldt-Strom bzw. Südafrika durch den Agulhas-Strom). Als grobe Regel gilt, dass sie zwischen dem 45. und dem 60. Breitengrad südlicher Breite zu finden sind.

Pinguine wirken an Land teilweise schwerfällig und träge. Schnelle Bewegungen würden v.a. in der Eiseskälte der kalten Jahreszeit zuviel Energie verbrauchen. Da sie aber nur wenig leichter als das von ihnen verdrängte Wasser sind, erfahren sie wenig Auftrieb und können so unter Wasser sehr gut tauchen und schnell schwimmen. Ihre Schwimmbewegungen ähneln dabei stark dem Vogelflug!

Die 17 Pinguinarten unterscheiden sich stark in ihrer Federkleidmusterung, der Größe und dem Gewicht. Die letzten beiden Unterschiede können gut durch die Bergmann'sche Regel erklärt werden.



Königspinguin

⁶ Quelle Bilder 1-3: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Adeliepinguine-Landgang.jpg> (public domain) Thanks to Dr. Levick
<https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Koenigspinguine.jpg> (public domain) Thanks to Lt. Com. Philip Hill
https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Kaiserpinguine_mit_Jungen.jpg (public domain) Thanks to Giuseppe Zibordi

Anpassungen an die Kälte

Oberhalb von 15°C fühlen sich die meisten Pinguinarten sehr unwohl. Ihr Temperaturoptimum liegt deutlich darunter. Unterhalb von -30°C können einige Arten noch die Kälte überleben, was eine erstaunliche Anpassung darstellt. Sie besitzen dazu eine mehrere Zentimeter dicke, isolierende Fettschicht, welche von drei (!) Federschichten bedeckt ist. In jeder Federschicht wirkt Luft, als schlechtester Wärmeleiter zusätzlich isolierend.

Außerdem verfügen sie über ein Wärmetauschersystem in Flossen und Beinen, welches nach dem Gegenstromprinzip (ähnlich wie bei Energiesparhäusern) arbeitet. Blut, welches in die Gliedmaßen fließt, gibt seine Wärme an das in den Rumpf zurückfließende Blut ab, welches dadurch wieder aufgewärmt wird.

In den tropischen Gebieten hingegen müssen sich die Pinguine vor Überhitzung schützen. Überschüssige Wärme wird über große Extremitäten, wie den Flossen nach außen abgegeben.

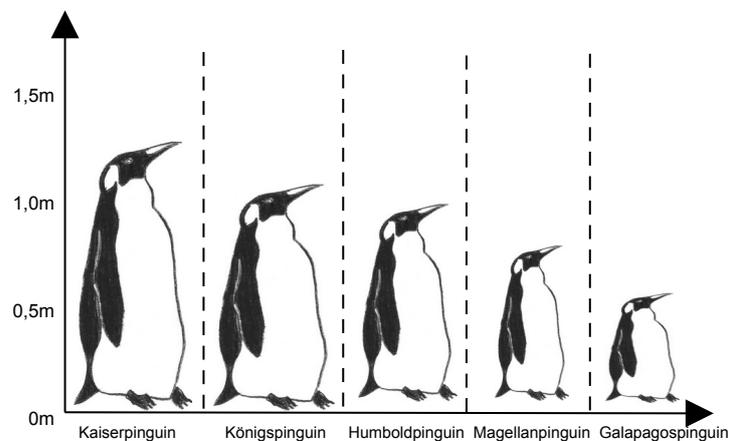


Abbildung: Bergmann'sche Regel - die Abnahme der Körpergröße bei Pinguinen von Antarktis zu den Tropen hin

	Körpergröße [m]	Masse [kg]	Federlänge [cm]	Vorkommen (südliche Breitengrade)
Galápagos-Pinguin	0,5	2,2	2,1	Äquator
Humboldt-Pinguin	0,65	4,5	2,1	5 bis 35
Magellan-Pinguin	0,7	4,9	2,4	34 bis 56
Königspinguin	0,95	15	2,9	50 bis 60
Kaiserpinguin	1,20	40	4,2	65 bis 77

Füchse - angepasst an das Klima

a) Der Rotfuchs



Man unterscheidet mehrere Fuchsarten, welche im biologischen Sinne zu den Hunden gerechnet werden (Canidae). Man unterscheidet dabei folgende Gattungen und Arten: Vulpes (Rotfuchs, Fennek uvm.), den Polarfuchs, Graufüchse (Urocyon) und Löffelhunde (Otocyon megalotis).

In Mitteleuropa ist der einzige vorkommende Fuchs der Rotfuchs. Er wird bis zu 75 cm lang und hat einen bis zu 45cm langen Schweif. Sein Körpergewicht liegt bei ca. 6-10kg. Sein markantestes Merkmal ist sein oben rotes und unten weiß gefärbtes Fell.

Der Rotfuchs⁷ ist ein Nahrungsopportunist, er frisst, was er findet, bevorzugt aber kleine Tiere, wie Nagetiere (aber er nimmt auch Vögel, Insekten, Fische, Hasen sowie Aas und Pflanzenprodukte zu sich). Auch auf andere abiotische Faktoren hin ist er eher anspruchslos. Man findet ihn deshalb in vielen Klimazonen und Vegetationszonen Europas (Wälder, Grasland, Äcker und manchmal auch in Dörfern und Vorstädten).



Der Rotfuchs jagt als Einzelgänger und tötet seine Beute, ganz wie die uns bekannten Hunde durch einen Biss.



⁷ Quelle Bilder: public domain: https://en.wikipedia.org/wiki/Image:Red_fox_distribution.png

b) Der Polarfuchs

Der **Polarfuchs** lebt weiter nördlich als der Rotfuchs. Er ist in den Tundren nördlich des Polarkreises zu finden (Skandinavien, Island, Spitzbergen, Sibirien, Kanada, Alaska und Grönland usw.). Er ist ca. 60cm lang und hat einen 35cm langen Schweif. Seine Schultergröße beträgt ca. 30cm, er wiegt ca. 5kg. Auffällig ist, dass er in zwei Farbvarianten vorkommt: Das Sommerfell ist bei beiden Farbvarianten ähnlich, aber im Winterfell gibt es eine weiße Variante (Weißfuchs) eine hellgraue mit leicht blauem Schimmer (Blaufuchs).



Bei Kreuzungen setzt sich die blaue Variante in der Regel durch (dominantes Allel). In Polargegenden ist dennoch durch Selektion die weiße Variante häufiger zu finden. Logisch eigentlich ;-)

Das Winterfell besteht zu ca. 70% aus Unterwolle, welche besonders viel Luft festhalten kann. Da Luft ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, ist dies ein besonders guter Schutz vor den extremen Temperaturen der Polarnächte (bis zu -80°C).

Extreme äußere Bedingungen verlangen dem Polarfuchs viel ab. So ist es besonders schwierig die langen Winter zu überleben. In dieser Zeit frisst er eigentlich alles, was er finden kann. Er ist ein klassischer Nahrungsopportunist. Im Sommer ist er etwas wählerischer. Dann jagt er vor allem Mäuse, Vögel und deren Nester und Lemmings. Im Winter ernährt er sich v.a. von Beeren, Insekten, Aas und in Extremfällen Kot anderer Tiere.

Ist der Boden nicht zugefroren, leben sie unterirdisch in lehmigen Fuchsbauten oder bei Frost in Felsspalten und Löchern.



Polarfuchs: weiße Variante⁸

„Blaufuchs“



⁸ Quelle Bilder Polarfuchs: Alle public domain - thanks to US Fish & Wildlife Service
https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Alopex_lagopus_stretching.jpg; https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Alopex_lagopus_coiled_up_in_snow.jpg
https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Alopex_lagopus_cub_in_grass.jpg;
 Quelle : Karte Verbreitungsgebiet Polarfuchs: public domain: https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Distribution_arctic_fox.jpg

c) Der Fennek

Der Fennek ist ein Wüstenfuchs und als solcher gut an die extremen Bedingungen der nördlichen Wüsten Afrikas und Saudi-Arabiens angepasst⁹. Seine Größe beträgt ca. 40 cm, der Schwanz ist ca. 25 cm lang.

Auffällig sind seine 15cm langen Ohren.

Er ist für seine Größe sehr leicht und wiegt nur ca. 1,5 kg. Sein cremegelbes Fell tarnt ihn gut im Sand. Bei Gefahr gräbt er sich im Sand ein.

Als Schutz vor der Hitze jagt er nur Nachts und lebt tagsüber mit anderen Fenneks in einem unterirdischen Fuchsbau.



Seine Nahrung besteht aus Mäusen, Echsen und Insekten wie Heuschrecken. Aufgrund der Dürre findet er kaum Pflanzen oder Beeren. Seinen Wasserbedarf stillt er soweit möglich aus der Nahrung. Er kann tagelang überleben, ohne ein Wasserloch zu finden.



Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Fennek>

⁹ Quelle Karte Verbreitungsgebiet Fennek: public domain: https://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Fennek_map.jpg

Vergleich der Ohrengrößen bei Füchsen - ein Beispiel für die Allen'sche Regel

Polarfuchs



Rotfuchs



Fennek



Quelle Bilder: Zeichnungen von Anna Farnung, Fulda
public domain: https://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Vulpes_vulpes_face.jpg

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Rotfuchs>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Polarfuchs>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Fennek>

Winterschlaf und Winterruhe

Das bekannteste Beispiel für den Winterschlaf, ist der schlafähnliche Zustand, in dem z.B. Bären den Winter überdauern. Ironischerweise ist dies biologisch gesehen gar kein Winterschlaf! Der Braunbär verfällt in Winterruhe!

	Herzschlagänderung	Atemfrequenzänderung
Murmeltier	von 100 auf 2-3 pro Minute	von 30 auf 0,2 pro Minute
Igel	von 320 auf 21 pro Minute	von 50 auf 1 pro Minute
Ziesel	von 380 auf 5 pro Minute	von ca. 200 auf 4 pro Minute

a) Winterschlaf

Einige gleichwarme Tiere können unter Herabsetzung ihrer Körpertemperatur und Atemfrequenz ihren Grundumsatz an Energie dermaßen herabsetzen, dass ihr im Sommer angefressener Speck ausreicht, die kalte (und v.a. nahrungsarme) Jahreszeit zu überdauern. Dazu haben viele Winterschläfer besondere zusätzliche Fettpolsterstellen, z.B. zwischen den Schultern und im Nackenbereich.

Der Winterschlaf ist nicht bei jedem Tier gleich. Fledermäuse halten z.B. einen unterbrochenen Winterschlaf, wohingegen Siebenschläfer, Haselmaus, Igel, Hamster, Murmeltier oder das Ziesel ihren Winterschlaf kurz unterbrechen können.

Alle Winterschläfer benötigen einen Ort, wo sie ungestört den Winter schlafend verbringen können. Je nach Größe des Tiers eignen sich dazu Orte, in denen sie vor der Winterkälte geschützt sind, wie z.B. hohle Baumstämme, Erdhöhlen und -Bauten, Steinhöhlen im Gebirge usw.

Diese Plätze werden weiter isoliert und auch mit Gras, Blättern, Haaren, Wolle und anderen Materialien ausgefüllt. Viele winterschlafende Arten verbringen dann die kalte Jahreszeit gemeinsam in einem solchen Unterschlupf. Sie schlafen meist gemeinsam und mit abgekugelm Körper. Die Körpertemperatur wird dabei auf Werte (je nach Art) zwischen 1°C bis 10°C herabgesetzt. Herzschlag, Blutzirkulation und Atmung sind extrem verlangsamt, äußere Reize werden kaum wahrgenommen. Dies ist der energiesparendste Zustand.

Der Auslöser für Winterschlaf ist v.a. die sinkende Außentemperatur, welche für die Freisetzung bestimmter Hormone im Körper verantwortlich ist. Auch Nahrungsmangel kann diese Hormone freisetzen. Vermutlich sind aber auch die kürzeren Tageslängen im Herbst an diesem Vorgang beteiligt. Dann sinkt die normale Körpertemperatur meist auf Werte zwischen 9 und 1 Grad Celsius ab. Alle Körperfunktionen sind in diesem Zustand stark vermindert. Die Atmung ist schwach, der Herzschlag verlangsamt, und die Empfindlichkeit gegenüber äußeren Reizen gering. Murmeltiere senken ihre Temperatur beispielsweise von 39°C auf 7°C ab und ihr Herz verlangsamt sich von 100 auf 2-3 Schläge pro Minute. Der Atem kann dabei minutenlang stillstehen.

Die Dauer des Winterschlafs ist artspezifisch und auch etwas von der Region abhängig. Hamster schlafen z.B. 2 - 3,5 Monate lang, Igel 3 - 4 Monate. Siebenschläfer sogar bis zu 7 Monate (daher auch ihr Name!). Generell wachen sie auf, wenn die Außentemperaturen steigen und ein bestimmtes Minimum übersteigt. Der Prozess des Aufwachens dauert viele Stunden. Dabei wird er Körper v.a. durch Muskelzittern wieder auf seine Normaltemperatur gebracht.

b) Die Winterruhe

Braunbären halten in ihren Höhlen Winterruhe. Diese ist ebenfalls ein Zustand zum Überdauern der kalten Jahreszeit, allerdings sinkt die Körpertemperatur der Bären nur geringfügig. Deshalb können diese Tiere auch leichter zwischendurch mal aufwachen und sich evtl. Nahrung suchen. Außerdem bewegen sie sich im Schlaf und können sich z.B. auch die Position wechseln. Dies gilt neben Braunbär auch für Dachse, Eichhörnchen und Waschbären.

Das Murmeltier

Murmeltiere gehören zu den Nagetieren. Sie haben eine Körperlänge von 30 bis 60 cm, (plus 10 bis 25 cm Schwanz). Ihr Gewicht liegt zwischen 3 und 7 kg. Die Fellfarbe kann je nach Art unterschiedlich sein, ist aber meistens ein braunschwarz.



In Mitteleuropa und Asien leben die meisten Murmeltiere im Hochgebirge (Alpen, Karpaten, Hohe Tatra, Pyrenäen). Sie sind gut an das alpine Klima angepasst.

Einige wenige Arten leben in Grassteppen (z.B. das Steppenmurmeltier, im Osten Polens).

In Nordamerika leben die meisten Arten in den subarktischen Breiten Kanadas und Alaskas sowie das Waldmurmeltier in den kälteren Wäldern der USA.

Quelle Bild: GNU-Lizenz für freie Dokumentation, Version 1.2 & r Creative Commons-Lizenz Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Unported by wikicommonsuser François Trazzi. - thank you;
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marmota_marmota_Alpes2.jpg; https://de.wikipedia.org/wiki/GNU-Lizenz_f%C3%BCr_freie_Dokumentation <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

Igel



Igel suchen im Herbst nach einem Schlafplatz



Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Winterschlaf>

Abiotischer Faktor: Boden

Der Boden ist besonders für Pflanzen einer der entscheidenden Faktoren. Durch seine Korngröße und seine chemische Zusammensetzung bestimmt er maßgeblich, welche Pflanzen auf ihm wachsen. Der Boden wird gebildet aus dem darunter liegenden Gestein. Dieser Jahrhunderte dauernde Prozess wird Verwitterung genannt.

Beachte: Komplettes Kapitel zum Thema Boden in Kapitel „Ökosystem Boden“!

Einfluss haben:

- Korngröße (Sand, Schluff, Lehm, Ton)
- Mineralgehalt
- Neigung
- Wassergehalt
- Farbe (unterschiedliche Wärmespeicherung)
- Relief
- Sauerstoffgehalt
- uvm

Mineralsalzgehalt von Böden und ihre Auswirkungen (die Minimalfaktoren)

Böden unterscheiden sich hinsichtlich ihres Gesteins. Je nach Gestein werden durch Verwitterung also andere Mineralsalze freigesetzt. Dies bestimmt maßgeblich das Aussehen und Vorkommen der auf dem Boden wachsenden Vegetation. Die Vegetation ihrerseits bestimmt welche Tierarten in dem Gebiet vorkommen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Vergesellschaftungen bzw. Pflanzengesellschaften. In Mitteleuropa liegt als Pflanzengesellschaft oft ein sogenanntes „Luzulo-Fagetum“¹⁰ vor.

Stimmt die Mischung an Mineralsalzen für eine bestimmte Pflanzenart, so sind bei guter Versorgung mit Mineralsalzen die Wurzellänge, das Blattwachstum und die Pflanzengröße optimal ausgebildet.

Wenn beispielsweise eine Pflanze keimt, dann kann der Keimling von den im Samen gespeicherten Nährstoffen eine Zeit lang leben. Wenn diese verbraucht sind, muss der jungen Pflanze eine andere Quelle für Salze zur Verfügung stehen. Mineralsalze werden mit dem Wasser über die Wurzeln aufgenommen.

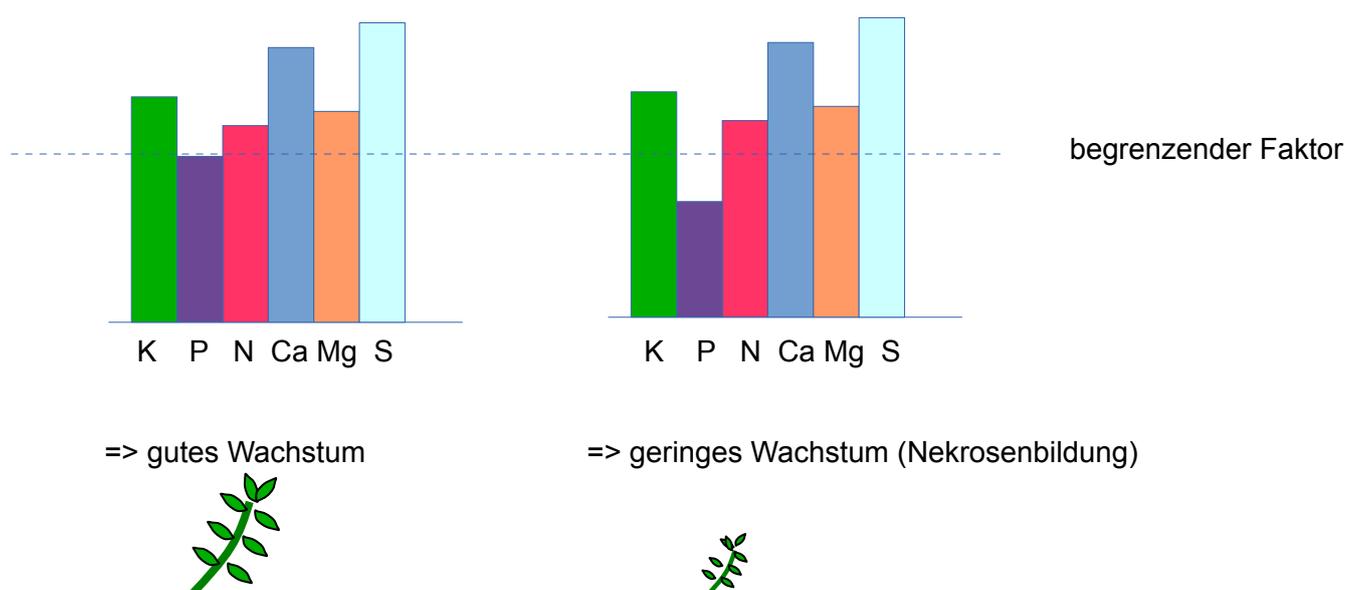
Aufmerksam wurde man schon in der Antike auf die Wichtigkeit des Bodens und seiner enthaltenen Salze. Wurde auf einem Acker mehrere Jahre das gleiche Getreide gepflanzt, wurden die Pflanzen von Jahr zu Jahr kleiner. Der Pflanzenwechsel (Fruchtwechselwirtschaft: z.B. Getreide - Rüben - Kartoffeln - Klee (ohne Brache!)) und eine unterstützende Düngung beugen diesem heute vor. Im Mittelalter verwendete man die Dreifelderwirtschaft.

Fehlen bestimmte Salze im Boden, so äußert sich dies in einem unnormalen Längenwachstum des Sprosses, so wie fehlender oder unvollständiger Ausbildung der Blattpigmente oder kümmerhaften Wuchses. Die wichtigsten Salze sind K, P, N, Ca, Mg, S, Fe.

Der Darmstädter Chemiker Justus von Liebig (1803-1873) fand heraus, dass das Pflanzenwachstum unmittelbar vom Angebot an Mineralsalzen abhängt:

Zeigt eine Pflanze trotz ausreichender Sonnenstrahlung und Wasserversorgung kein normales Aussehen, dann fehlen in der Regel Mineralsalze und Spurenelemente.

Die wichtigsten sind: Calcium-, Eisen-, Kalium-, Phosphor-, Magnesium-, Natrium-, Schwefel- und Stickstoffionen¹¹



¹⁰ =Hainsimsen-Buchenwald

¹¹ bitte beachten, bei Spurenelementen (der Name ist schon Unsinn!) und Mineralsalzen meint man immer die Ionen!

In der Landwirtschaft sind viele Böden heute durch intensiven Anbau arm an Stickstoff. Es gibt daher zwei Möglichkeiten dies zu ändern:

- a) Anbau und anschließendes Unterpflügen von Pflanzen, die Stickstoff aus der Luft binden (=Grüdüngung)
- b) Düngung mit stickstoffhaltigen Salzen.

Ein solcher behandelter Boden lässt Pflanzen schneller wachsen und bringt größere Ernteerträge. Also Dünger werden v.a. Gülle oder Nitrate wie Ammoniumnitrat verwendet. Auch Gülle enthält Nitrate. Das Problem ist, dass Nitrate im Boden zu giftigen Nitriten reagieren können.

Typische Mangelercheinungen:

- kleiner Wuchs
- graue und welke Blätter
- Nekrosen (helle Stellen, an denen das Blatt scheinbar altert)

Oft reicht in einziges fehlendes Mineralsalz, um Mangelercheinungen auszulösen.

**Der Mangel eines Salzes kann übrigens nicht durch Gabe anderer Salze kompensiert werden
=> Überdüngung ist nutzlos und belastet nur das Trinkwasser!**

Liebig Modell zur Versorgung mit Mineralsalzen: Die Minimum-Tonne

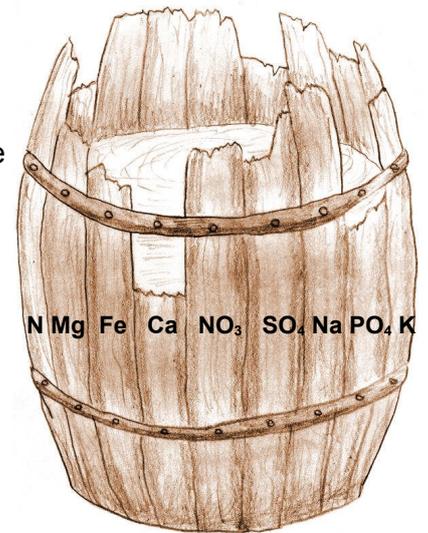
Das Minimumgesetz von Justus von Liebig besagt, dass das Wachstum von Pflanzen durch die knappste Ressource eingeschränkt wird. Es gilt übertragen auch auf sehr viele Tierarten.

Das Element, welches im Boden im geringsten Maße (im Verhältnis zum Bedarf der Pflanze an allen Mineralsalzen!) bestimmt maßgeblich das Wachstum, da es limitierend wirkt. (Zum Vergleich: eine Pfadfindergruppe läuft auch nur so schnell, wie der Langsamste)

Das Mineralsalz, welches bereits im Überfluss vorhanden ist, hat somit logischerweise keinen Einfluss auf das Wachstum!

Dieses Gesetz findet Anwendung sowohl bei der Düngung in der Landwirtschaft als auch beim Muskelaufbau/ Muskelerhalt von beispielsweise Leistungssportlern.

Es kann von den Mineralsalzen auch auf alle anderen abiotischen Faktoren erweitert werden und ist nach wie vor gültig. So kann ein Tier, welches in Bezug auf die Temperatur, Nährsalzversorgung usw. nahe dem Optimum dennoch nicht überleben, wenn der abiotische Faktor Wasser fehlt.



Mangelercheinungen bei Pflanzen

Magnesiummangel	Blättern zeigen gelbe Flecken auf (=Chlorosen), Blattadern bleiben erstmal grün.
Kaliummangel	Pflanze blüht nicht, braunrote Verfärbungen an den Blattspitzen.
Stickstoffmangel	Ganze Blätter vergilben.
Phosphatmangel	Blätter sind dunkelgrün bis rötlich verfärbt.
Eisenmangel	Jüngere Blätter an den Triebspitzen hellen auf, vergilben und vertrocknen schließlich.

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Dünger>

https://de.wikipedia.org/wiki/Liebig'sches_Minimumgesetz

<https://de.wikipedia.org/wiki/Minimum-Tonne>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Pflanzengesellschaft> (höllisch interessant *g*)

<https://www.schmitzens-botanikseite.de/luzfag/luzfag2.htm> (super interessant)

Übungsaufgaben Ökologie

1. Kannst Du für jedes Tier bestimmen, welcher oder welche abiotischen Faktoren für die jeweilige Tierart sehr wichtig sind? (und welcher eventuell der weniger entscheidende ist?)
2. Erstelle für das Reptil die Optimumskurve in Bezug auf den abiotischen Faktor „Temperatur“.



Zeigerorganismen

Die Wissenschaft macht sich heutzutage stenöke Pflanzen gerne zunutze. Sind Lebewesen besonders auf einen Umweltfaktor hin besonders stenök, so zeigt das Vorkommen dieser Art dem geschulten Beobachter einiges über dies Umweltfaktor. Solche Lebewesen nennt man auch Zeigerorganismen. Sie erlauben Rückschlüsse auf herrschende Umweltbedingungen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Bioindikatoren.

Beispiele für Zeigerorganismen

Temperatur:

- Forellen leben nur bei Temperaturen unter 15°C

Licht:

- Waldsauerklee und Schattenblume für wenig Licht

Wasser:

- Ackerschachtelhalm und Wollgras für feuchte Böden
- Elritzen (Fische), Daphnien (Krebse) sowie Volvox lebt nur in sauberem Wasser
- Seeigel in Massen sprechen für hohen Nährstoffgehalt von Meerwasser (Verschmutzung durch Fäkalien!)
- feuchter Boden wird durch Ampfer, Kohldistel, Wiesenschaumkraut und Trollblume gezeit

Mineralsalze im Boden

- Welsches Weidelgras ist empfindlich gegen Schwefel und Schwermetalle
- Kletten-Labkraut, Kerbel, Melde, Vogelmiere, Kreuzkraut, scharfer Hahnenfuß, Giersch und Brennnessel zeigen hohen Stickstoffgehalt.
- Mauerpfeffer, Wilde Möhre, Hundskamille zeigen geringen Stickstoffgehalt
- Saurer Boden wird durch Honiggras, Hundskamille, Kleiner Sauerampfer und Ackerminze gezeit.
- alkalischer Boden wird durch Luzerne, Leinkraut, Ackersenf, Vogelmiere und Ackerstiefmütterchen

pH-Wert

- Fichten wachsen nur auf saurem Boden

Luftverschmutzung

- Flechten verfärben sich bei Vorhandensein von Schwefeldioxid (da es mit Regenwasser eine Säure bildet).
- Tabakpflanzen reagieren empfindlich auf Ozon

Atemgase

- Bachforellen leben nur in sauerstoffreichen Gewässern => obere Bachläufe, wo das Wasser stark mit Sauerstoff angereichert ist.

Zusatzinformationen:

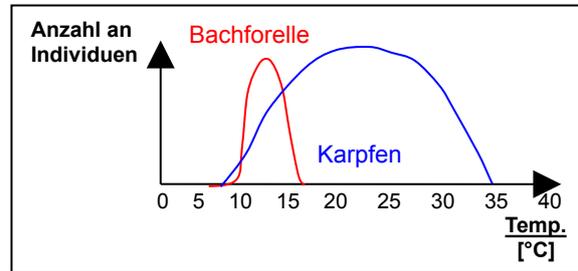
<https://de.wikipedia.org/wiki/Bioindikator>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Zeigerpflanzen>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Zeigertiere>

https://de.wikipedia.org/wiki/Zeigerwerte_nach_Ellenberg

Bachforellen



Aufgaben:

1. Erstelle einen Steckbrief für die Bachforelle
2. In welcher Jahreszeit ist das Photo entstanden?
3. Vergleiche die beiden Toleranzkurven
4. Begründe, warum man die Bachforelle als Bioindikator verwenden kann.

Aufgabe zur Höhenzonierung in den Alpen



Aufgaben:

1. In den Alpen und anderen höheren Gebirgen kann man leicht eine Vegetationszonierung erkennen. Stelle mögliche Gründe und die passenden Konsequenzen dazu miteinander in Beziehung und erkläre so die hier vorliegende Zonierung.

Beachte: In Gebirgen fällt die durchschnittliche Temperatur um ca. $0,5^{\circ}\text{C}$ je weitere 100 Höhenmeter

Zur Hilfe: Du kannst folgende Begriffe verwenden:

- Obergrenze für Polsterpflanzen
- Dichter Nadelwald
- Lichter Nadelwald
- Schneegrenze
- Pionierrasen
- Krummholz
- geschlossene Rasendecke
- Zwergsträucher
- Zone der Moose, Flechten
- Obergrenze für Blütenpflanzen

Wiederholungsfragen

1. Definieren Ökosystem und die Begriffe Biotop, Biozönose und Habitat
2. Warum liegen am Waldboden nicht meterhohe Haufen von Blättern?
3. Was sind Destruenten? Nenne bekannte Lebewesen.
4. In welche Bestandteile werden die organischen Stoffe zerlegt?
5. Eine Frage zum Philosophieren: Wird alles, was Pflanzen produzieren von Konsumenten gefressen?
6. Nenne Gründe für die Erwärmung von Komposthaufen. Erkläre in diesem Zusammenhang auch die Verringerung der Masse und des Volumens eines Komposthaufens, wenn er sich selbst überlassen wird.
7. Warum soll man keine Kunststoffe am Waldboden liegen lassen?
8. Betrachte einmal typische Fraßspuren an Blättern, was verraten sie alles?
9. Warum wird ein Laubblatt schneller zersetzt als Filterpapier?
10. Warum wird auch ein Filterpapier nach einiger Zeit zersetzt? (Woher kommen die Bakterien)
11. Was versteht man unter Nahrungskette, Nahrungsnetz und Nahrungspyramide?
12. Nenne Unterschiede zwischen Destruenten und Konsumenten.
13. Zersetzen Bakterien auch andere Stoffe als Zellulose? Nenne Beispiele.
14. Nenne mögliche Stoffwechselprodukte der Pilze? Wie kann man sie nachweisen?