

Inhalt

Allgemein.....	2
Umweltfaktoren	3
Temperatur	3
Strahlungshaushalt.....	5
Photosynthese und Stoffproduktion.....	6
Wasserhaushalt.....	8
Boden: Standortfaktor und Ressource.....	11
Streuabbau /-Zersetzung.....	12
Bodentypen Zusammensetzung	13
Der ökosystemare Ansatz	14
Tropische Ebenen	14
Nahrungsnetz	15
Darstellung der Nahrungsnetze	15
Tropische Kaskade/ Kaskadeneffekte einzelner Populationen.....	16
Biotop	16
Habitat	16
Biozönose.....	17
Lebensformen, Strategietypen, ökologische Nischen.....	17
Lebensformen	17
r- und K-Strategie/ C-S-R- Strategie.....	18
Ökologische Nische.....	19
Nischendifferenzierung und –Überlappung	20
Nahrungsgilde	21
Wechselwirkungen	22
Konkurrenzausschlussprinzip.....	22
Intra- und interspezifische Konkurrenz	22
Hohenheimer Grundwasserversuch	22
Facilitation: Ökosystembildner <i>Trifolium alpinum</i>	23
Parasitismus.....	23
Habitatbindung: Vegetationsmosaik als Lebensraum des Haselhuhnes	24
Mutualismus in co-evolviertem System: Zirbe und Tannenhäher	24
Vegetation und Raum.....	25
Vegetationsgliederung.....	26
Physiologisch-struktureller Ansatz: Formationen.....	26
Floristisch-soziologischer Ansatz: Assoziationen	27
Vegetationsgliederung der Erde	27

Zonale Vegetation	27
Azonale Vegetation	27
Extrazonale Vegetation	28
Intrazonale Vegetation; Höhenstufen; Vegetationsgürtel; Orobiome	28
Tageszeitenklima.....	29
Jahreszeitenklima.....	29
Vegetation und Zeit	29

Allgemein

Ökologie ist die Lehre vom Haushalt. Damit ist die Einnahme & Ausnahme Bilanz gemeint, wie beispielsweise der Wasserhaushalt. Weiterhin kommt noch der Aspekt von der Beziehung zwischen dem Organismus und seiner Umwelt und wie sie sich gegenseitig beeinflussen.

In der Ökologie gibt es grob drei Skalen:

- Lokal (Habitat, Lebensraum)
- Regional (Landschaft, Naturraum)
- Global (Großlebensraum, Biosphäre)

Gut zu merken ist die Tatsache, dass mit zunehmender Präzision (Moleküle, Zellen...) die Relevanz für den globalen Wandel des Beobachteten Effekts abnimmt.

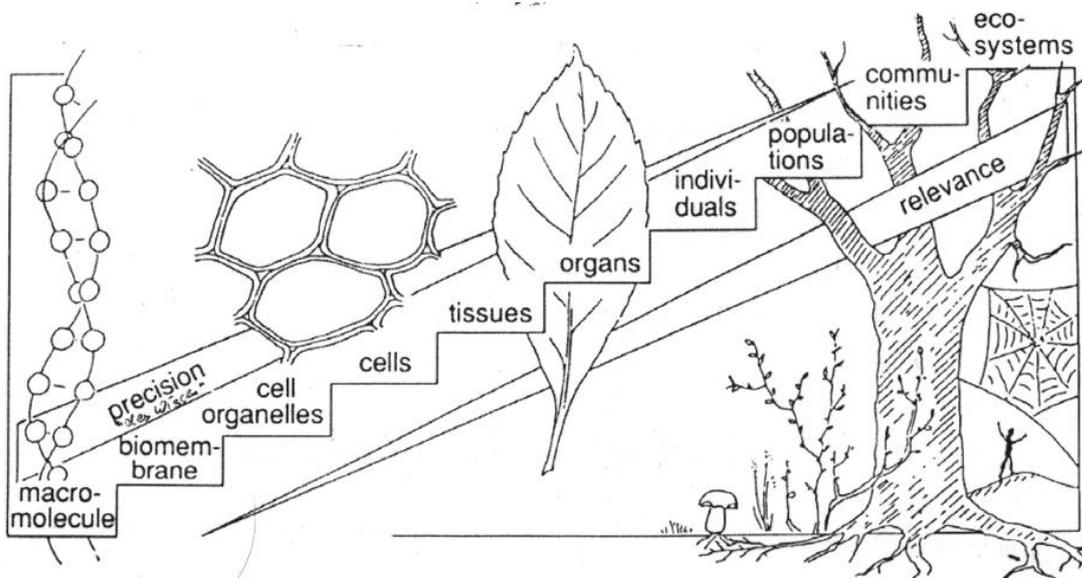


Abb. 1-1: Komplexitätsebenen lebender Systeme und deren Relevanz für Fragen des globalen Wandels.
Quelle: KÖRNER (1993)

Man kann auf zwei Arten zu Erkenntnis kommen. Zum einen Modellbasiert, zum anderen durch Erfahrungswerte.

	Modellbasiert (galileisch)	Erfahrung (aristotelisch)
Naturbegriff	mechanistisch	Teleologisch bis evolutionär
Art der Forschung	Laborwissenschaft	Feldforschung
Erklärungsform	Kausal-mechanisch	Historisch-genetisch, teleonomisch
Zentr. Kategorien	Hypothetisch-deduktiv	Induktiv
Experimentform	Herstellende Realisation	Auswählende Realisation
Objektivierung	Beliebig reproduzierbar	Identifizierbarkeit

Der Modellbasierte Weg /Reduktionismus ist ein Weg der Abwärtskaualität und ist für die Ökologie nicht sehr Praktisch.

Der Holismus ist mehr an den aristotelischen Weg angelehnt. Er geht davon aus, dass das Ganze mehr ist, als die Summe seiner Einzelteile. Er führt zu einer Ansicht „Heute vs. Vergangenheit“ im Bezug auf die Umwelt.

Umweltfaktoren

Allgemein zu Vermerken ist, dass es mittelbare und unmittelbare Standortfaktoren gibt. Diese kann man dann weiter in belebte und unbelebte Faktoren unterteilen.

Unbelebte		Belebte	
mittelbar	unmittelbar	mittelbar	Unmittelbar
Klima	Licht	Biotische Umwelt	Mechanische Faktoren
Relief	Wärme		
Boden	Wasser		
	Chem. Faktoren		



Abb. 2-1: Standortfaktoren: abiotisch bzw. biotisch
 primär = direkt (unmittelbar auf Organismen wirkend)
 sekundär = indirekt (mittelbar auf Organismen wirkend)
 Quelle: GLAWION ET AL. 2009

Temperatur

Physiologische Vorgänge unterliegen der thermischen Regulation. Das heißt, dass die Temperatur den Stoffwechsel Umsatzrate steuert und nicht die vergangene Zeit.

Dabei sollte man sich im Kopf behalten, dass die Faustregel von Van't Hoff gilt. Die besagt, dass eine *Temperaturerhöhung von 10°C die Reaktionsgeschwindigkeit verdoppelt/ verdreifacht.*

Dabei haben alle Lebewesen eine optimale Temperatur in der sie problemlos leben können und einen Bereich den sie Tolerieren können (*gesamte Temperaturspanne wird auch Valenz genannt*). Wird diese Über-/unterschritten, so wird die Letalgrenze überschritten und der Organismus stirbt.

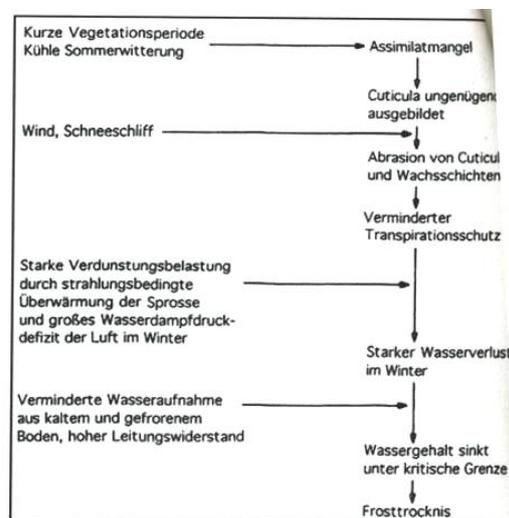
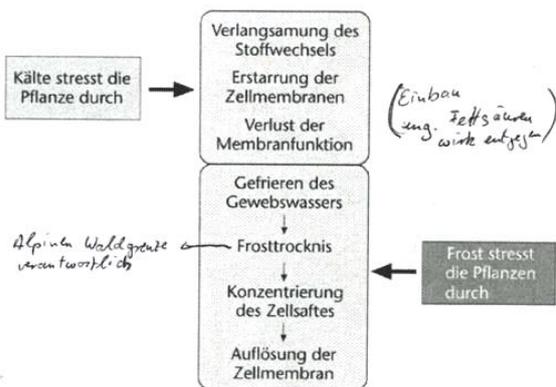
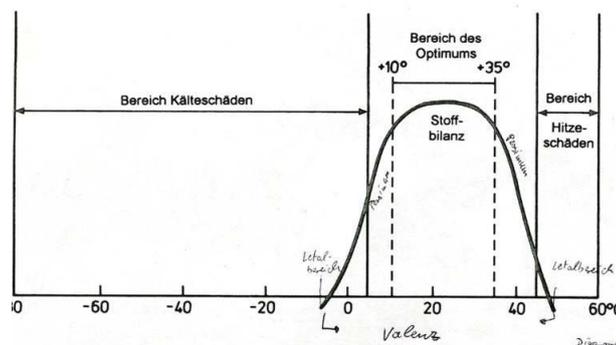
Wird die Temperatur zu hoch, so beginnen irgendwann die Proteine zu denaturieren, was eine letale Schädigung ist. Dem zu entgehen können sich z.B. Pflanzen insofern anpassen, dass sie die Blätter verkleinern, oder die Farbe ändern. Tiere können sich fortbewegen und so der Hitze entgehen. Beiden gemein ist, dass sie Transpiration betreiben können, was die Umgebung um bis zu 10°C abkühlen kann. Da stark angepasste Pflanzen das nicht machen, können sie trotzdem bei zu hohen Temperaturen draufgehen.

Sinkt die Temperatur allerdings zu stark, so kann es zum Auskristallisieren des Wassers kommen, was zu einem (flüssig) Wasser Defizit in den Zellen führen kann. Umgangen kann das werden, indem Frostschutzsubstanzen eingelagert werden, Zucker in molekular höhere Stärke umgewandelt wird und die umgebenden Membranen angepasst werden (*Abhärtung*). Wann diese Maßnahmen beginnen wird bei Pflanzen über die Tageslänge festgestellt. Werden die Tage zunehmend kürzer beginnt der Prozess der Abhärtung. Bei Tieren die sich länger in solchen Gebieten aufhalten kann es dazu führen, dass die Körpergröße zunimmt, da der Energieverbrauch bei größeren Körpern im Verhältnis zum Volumen geringer als bei kleinen Körpern ist. Auch kann es dazu kommen, dass Ohren und Beine kleiner werden um die Wärmeabstrahlung an die Umgebung zu reduzieren.

Abbildung 1

Amplitude= Kurve im Diagramm

Pessimum= Abfallender Bereich vom Optimum



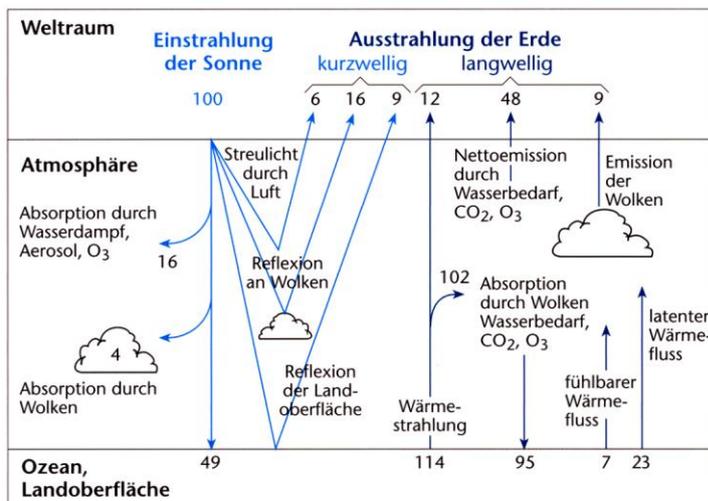
Wirkungskette d. Frosttrocknis an d. Waldgrenze

Abbildung 2 Abhärtung bei Pflanzen/ Frostrocknis

Strahlungshaushalt

Die Globalstrahlung, die ein Ort abbekommt ist von einigen Faktoren abhängig. Z.B. von:

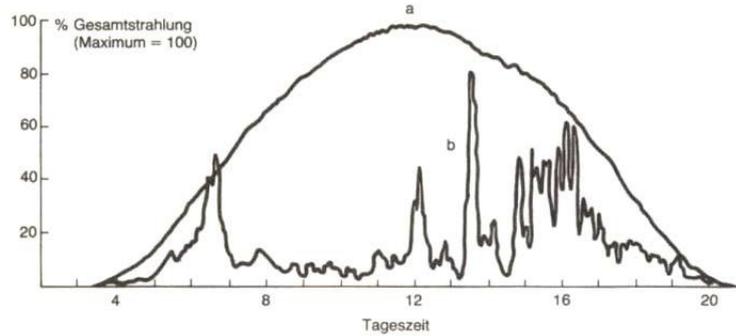
- Lokaler Wolkenhäufigkeit
- Höhe der Landmasse in Vgl. zur Meereshöhe



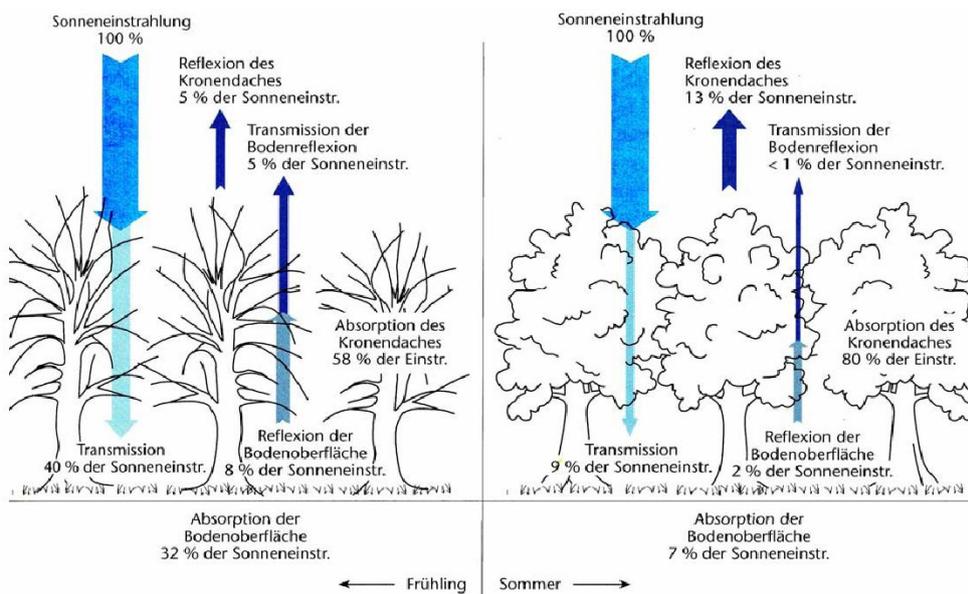
Die Umsetzung der Strahlenenergie erfolgt in den Pflanzen bei weitem nicht nur in der Photosynthese. Tatsächlich wird nur 1% in der Photosynthese verwendet und die restlichen 99% als fühlbare Wärme abgegeben, oder als latente Wärme (Verdunstung von Wärme) freigesetzt.

Die Wolkenreflexion darf man nicht unterschätzen, wie man in der Abbildung sieht:

- a) Wolkenfrei
- b) bewölkt



Dieser Einfluss ist für die Pflanzen essentiell, da die Vegetation sich je nach Jahreszeit drastisch verändern kann.



Im Frühling wachsen v.A. die Bodennahen

Vegetationskörper, da die ganzen Bäume noch viel Licht durchlassen. Dadurch kommt es im Bodencyclus zur Bildung von Ammoniumsalzen und Nitrat-Verbindungen, die als Dünger wirken.

Im Sommer gibt es dann, bedingt durch die Blüte der Bäume, weniger Sonnenlicht am Erdboden, wodurch sich die Vegetation insofern verändert, dass nun Schattenpflanzen die Bodenkultur dominieren.

Die durch die Bäume, Blätter etc. geschehenden Lichtabschwächung hat einen eigenen Wert PAR (photosynthetisch aktive Strahlung (engl. Radiation))

Zusammensetzen tut sich dieser aus der Blattform/ Grundfläche und der Blattflächen.

$$LAI = \frac{A(\sum \text{Blattflächen})}{A(\text{Grundfläche})} \quad (LAI = \text{Blattflächenindex})$$

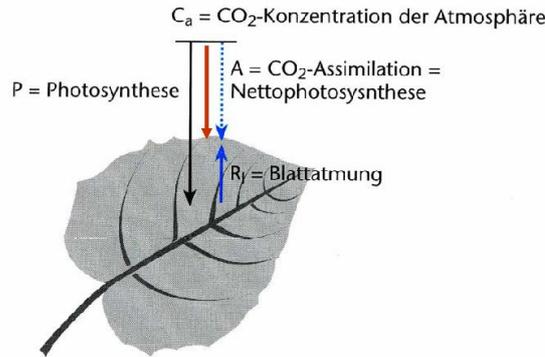
Nach Lambeert'schen Absorption:

$$I = I_0 e^{-k LAI} \quad \text{folgt nach Umwandlung: } LAI = \frac{1}{-k} \left(\frac{\ln I}{\ln I_0} \right)$$

Dabei ist eine hohe Absorption durch große und breite Blätter gegeben, bzw. viele Blattebenen.

Photosynthese und Stoffproduktion

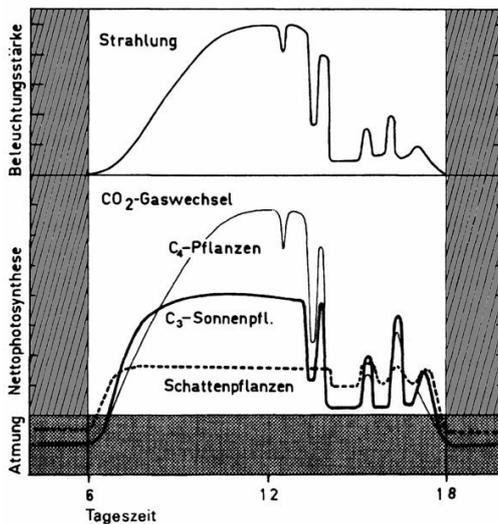
$$A = P - R$$



Dieser Nettoeinstrom von CO_2 wird als Nettophotosynthese, oder auch als CO_2 -Assimilation bezeichnet.

Man kann dabei Zwischen Sonnen und Schattenpflanzen besondere

Aussagen treffen, in Abhängigkeit der Tageszeit.

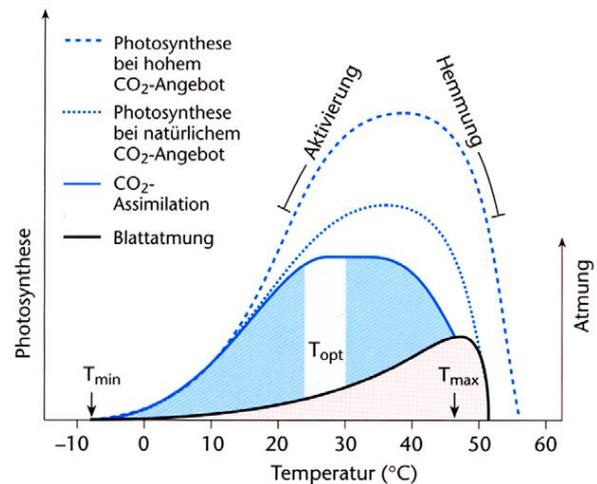


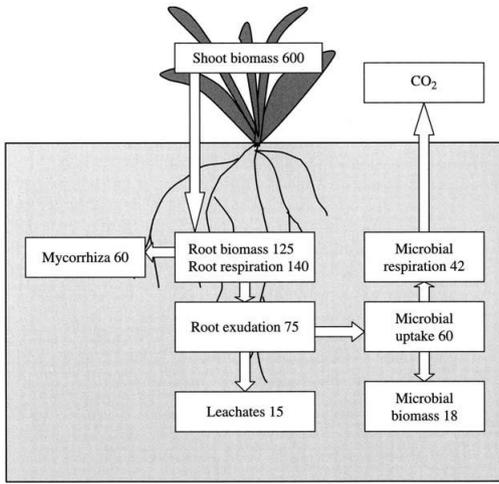
Schematisierter Tagesverlauf des CO_2 -Gaswechsels in Abhängigkeit vom Strahlungsangebot. C_4 -Pflanzen können auch größte Beleuchtungsstärken photosynthetisch ausnützen, der Tagesverlauf ihrer CO_2 -Aufnahme folgt durchgehend dem Verlauf der Strahlungsintensität. Bei C_3 -Pflanzen erreicht die Photosynthese früher ihre Lichtsättigung, starke Einstrahlung wird daher nicht vollständig ausgenützt. Schattenpflanzen, die auf gute Ausnützung von Schwachlicht eingestellt sind, nehmen am frühen Morgen und am späten Abend sowie bei wechselnder Beschattung mehr CO_2 auf als die Sonnenpflanzen, größere Helligkeit können sie nicht verwerten.

Quelle: LARCHER (1994), verändert

Allerdings ist die Photosynthese nicht uneingeschränkt vom Tageslicht abhängig. Auch die Temperatur ist ein essentieller Faktor, der nicht zu hoch und zu niedrig sein sollte.

Die Photosynthese ist dabei nicht nur als Sauerstoff Lieferant zu beachten, sondern v.A. als Speicherprozess vom Kohlenstoff. Dieser kann direkt im Vegetationskörper gespeichert werden, in Form von Zucker etc. Große Teile können auch in den Erdboden weitergeleitet werden.





3 Verteilung von C bezogen auf 1000 Kohlenstoffeinheiten

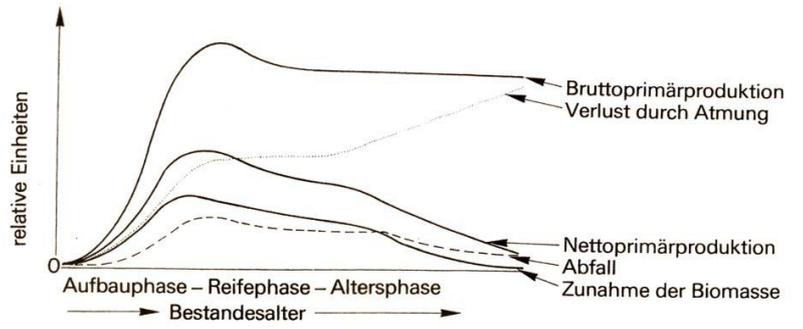
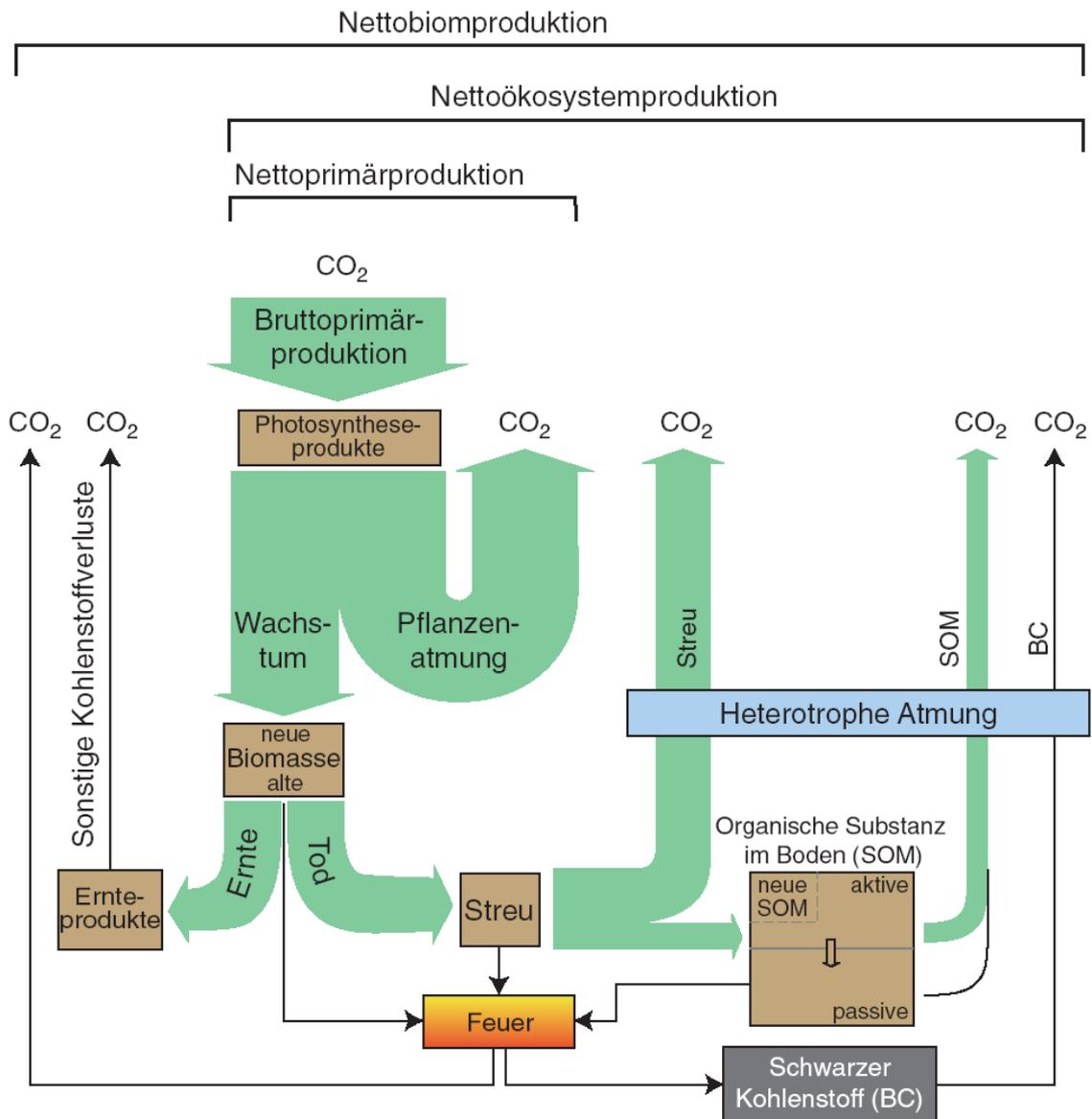


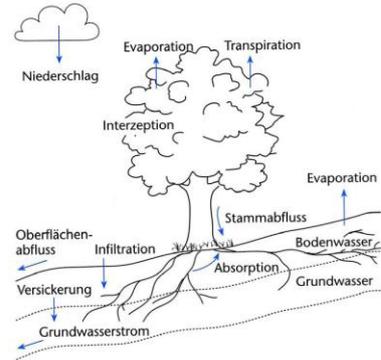
Diagramm zu Kohlenstoffflüsse im Ökosystem:



Wasserhaushalt

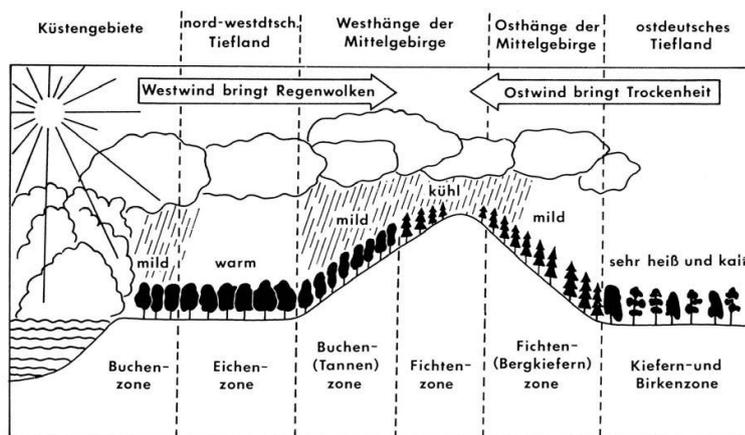
Wasser ist das wichtigste Molekül neben Kohlenstoff für die Lebensvorgänge. Lebewesen bestehen zu 70-80% daraus, manche Pflanzen gar bis zu 90%, manche im Wasser beheimatete bis 98%!

Der ökologische Wasserkreislauf wird aus „Niederschlag-Infiltration-Oberflächenabfluss-Evaporation und Kondensation“ gesteuert. (Vgl. Nentwig, Ökologie Kompakt 2. Auflage S 17, S.226)



Organismen tragen dabei zum Wasserhaushalt bei, da sie über aktive Wasseraufnahme, -speicherung und -abgabe in die Atmosphäre (Transpiration) verfügen.

Im Boden wird auch Wasser gespeichert, bedingt durch seine chemische und strukturelle Beschaffenheit in unterschiedlichen Kapazitäten. Ein Wert dafür ist die Feldkapazität. Diese Feldkapazität gibt den max. Füllungsgrad der mittleren Bodenporen mit Wasser an, während Grobporen (ohne Wasser) leer bleiben.



In Westdeutschland herrscht Laubwald vor, östlich der Mittelgebirge überwiegen Nadelhölzer

Somit beeinflusst das Wasservorkommen die Vegetation, da Pflanzen mit z.B. hohem Wasserverbrauch auch nur dort wachen können, wo auch genügend Niederschlag existiert.

Für Pflanzen bestimmt sich der Wasserhaushalt durch:

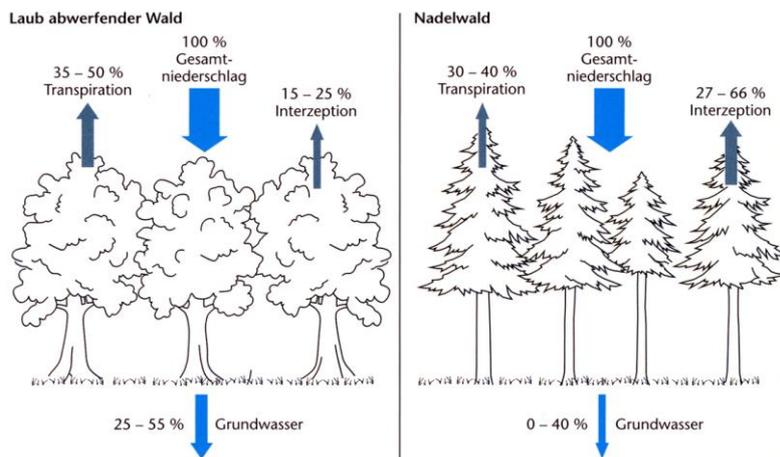
- die Wasseraufnahme der Wurzeln.
- Wassertransport zu den photosynthetisch aktiven Teilen und...
- ... dem damit verbundenen Wasserverlust der umgebenden Luft.

Die Wasserabgabe kann auch unter gesättigten Bedingungen erfolgen, indem sie tropfenförmig (Guttation) erfolgt. Dadurch sorgen Pflanzen für einen ständigen Wasserstrom vom Boden in die Atmosphäre.

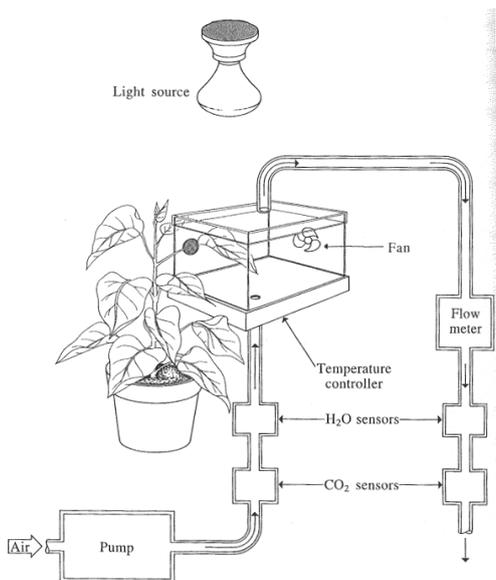
Um nicht sämtliches Wasser zu transpirieren, haben sich höhere Pflanzen besondere Mechanismen angeeignet. Sie besitzen Epidermisaußenwände (cuticuläre Transpiration) und oberflächliche Zellen, die an Interzellulargrenzen. Vom Interzellularraum entweicht das Wasser dann durch Spaltöffnungen (Stomata).

Das Problem dabei ist, dass das Schließen der Stomata auch die Aufnahme von CO₂ hemmt, was die Photosyntheserate verringert. Ein Kompromiss ist von den C₃-Pflanzen zu beobachten, diese haben nämlich nur mäßig verengte Spaltöffnungen. Die C₄-Pflanzen nehmen hingegen CO₂ mit deutlich höherer Affinität auf, sodass sie in derselben Zeit deutlich mehr Photosyntheseprodukte bilden können. CAM-Pflanzen hingegen lösen das Problem so, dass sie nachts weit geöffnete Stomatas haben um CO₂ aufzunehmen, während tagsüber bei geschlossenen Stomatas die Lichtabgabe der Photosynthese abläuft.

Wieviel Wasser den Boden letztendlich auch erreicht ist von der Vegetation Abhängig. (Bsp. Bild)



Um qualitativ auszusagen, wieviel eine Pflanze an Gaswechsel betreibt gibt es versch. Methode, z.B. IRGA (Infrarot-gasanalysator):



Poikilohydre Pflanzen	Homoiohydre Pflanzen
Wasserzustand des Plasmas wie die Umgebung. Pflanzen verhalten sich wie Quellkörper. V. a. niedere Pflanzen: Moose, Pilze, Flechten, einige Farne. Bsp.: Landkartenflechte (<i>Rhizocarpon geographicum</i>), Apothekerfarn (<i>Ceterach officinarum</i>)	Wasserzustand des Plasmas gegen das erhebliche Potentialgefälle Pflanze – Atmosphäre regelbar. Pflanzen haben große Vakuolen. Hierzu gehören fast alle Gefäßpflanzen (z.B. <i>Urtica dioica</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Bromus erectus</i> , <i>Primula elatior</i>).
	Xerophyten: mit morphologischen und physiologischen Anpassungen an extremen Wassermangel. Xerophytische Merkmale sind sklerenchymreiche Organe (<i>Nerium oleander</i>), gerollte oder stark reduzierte Blätter (<i>Pinus sylvestris</i>), Behaarung (<i>Phlomis fruticosa</i>), Sukkulenz (<i>Euphorbia resinifera</i>).
	Mesophyten: Haben weder xero- noch hygrophytische Merkmale: Stomataregulation meist nur schwach ausgebildet, hierzu viele Waldbodenpflanzen und sommergrüne Laubbäume (<i>Quercus robur</i>).

Hygrophyten: Angepaßt an immer ausreichend mit verfügbarem Wasser ausgestattete Böden. Meist große, weiche, leicht welkende Blätter (*Impatiens glandulifera*).

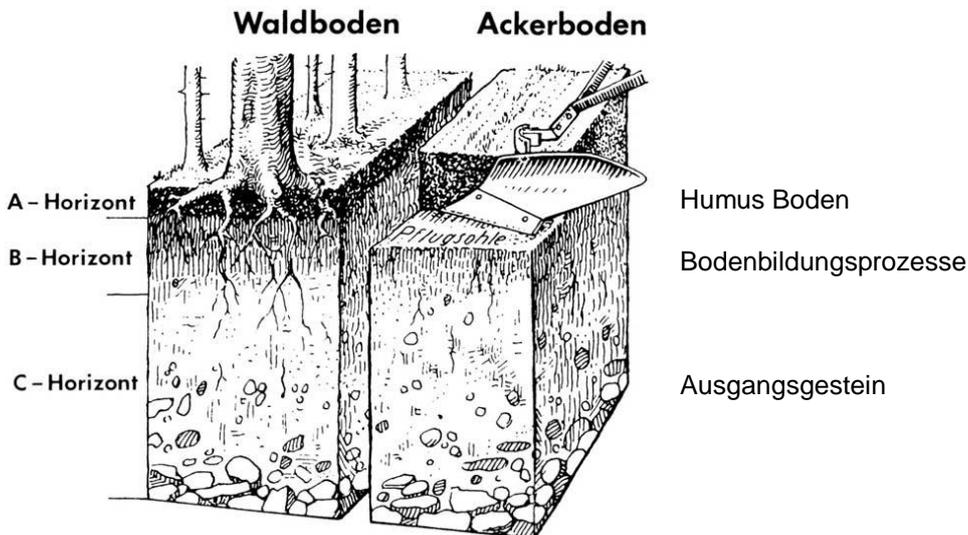
Helophyten: Angepasst an Wasserüberschuss im Wurzelraum. Typisch ist Aerenchym (Luftgewebe) im Sproß. Bsp.: viele Seggen (*Carex*) und Binsen (*Juncus*).

Hydrophyten: Wasserpflanzen mit speziellen Anpassungsmerkmalen (*Nymphaea alba*).

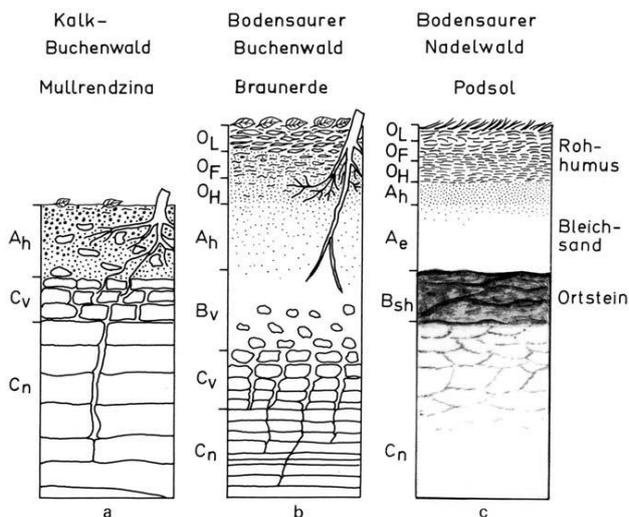
Boden: Standortfaktor und Ressource

Der Boden ist ein Teil der belebten obersten Erdkruste und besteht aus 4 Komponenten:

1. Minerale
2. Org. Substanzen (Humus)
3. Bodenwasser/-lösungen
4. Bodenluft
5. (Bodenorganismen)



Im Allgemeinen gibt es drei Bodentypen:



Podsol ist dabei der schlechteste Nutzboden, da durch den Bleichsand alle Nährstoffe ausgewaschen wurden die sich dann im sehr harten Ortsstein befinden, durch den sich auch Wurzeln kaum bohren können um an Wasser zu kommen.

Kurzlegende:

O = O-Horizont, organisches Material das auf Mineralboden abgelagert ist.

A = A-Horizont, im obersten Profilbereich gebildeter Mineralbodenhorizont

B = B-Horizont, allg. durch Bodenbildungsvorgänge zwischen A- und C-Horizonten entstandener Bodenhorizont nicht wasserbeeinflusster Böden

C = C-Horizont, Ausgangsgestein

Bodenbildung ist abhängig vom Klima, Relief (Bildung) und der Vegetation. Das Gestein wird dabei durch bodenbildende Prozesse umgewandelt:

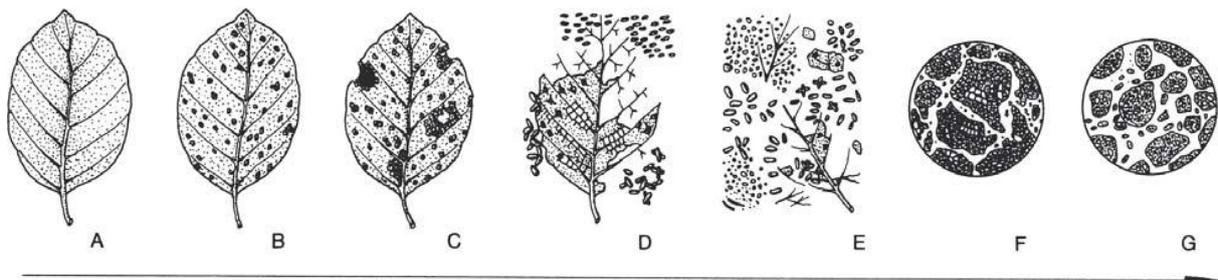
Prozesse

- Verwitterung des C-Horizonts
- Mineralbildung
- Streuerstetzung & Humifizierung
- Gefügebildung (Bodenbestandteilanordnung in Struktur und Hohlräume) und Verlagerung
- Menschlicher Einfluss

Streuabbau /-Zersetzung

Allgemein gesagt besteht der Vorgang aus 3-Stufen:

1. Auswaschen durch (Regen-) wasser
2. Fragmentierung durch Bodentiere
3. Chem. Umwandlung



Aus: Strasburger, *Lehrbuch der Botanik*, 36. Aufl.
© Spektrum Akademischer Verlag GmbH 2008

Abbau der Laubstreu und Bildung von Humus (Mull) in einem Braunerdebuchenwald.

A Laubfall;

B Fensterfraß (Springschwänze u.a.) und Eröffnung der Epidermis (Beginn der Bakterien- und Pilzbesiedlung);

C Übergang zum Lochfraß;

D Loch- und Skelettfraß (Asseln, Tausendfüßer u.a.), Tierlosung;

E Höhepunkt der mikrobiellen Verwesung (Bakterien, Pilze), weiterer Fraß durch saprophage Tiere (Moosmilben u.a.). (A–E etwa 1/3x).

F Aufnahme der verwesenden Masse, Mischung mit Mineralien und Bildung von Ton-Humus-Komplexen durch Detritusfresser (Regenwürmer u.a.);

G Zustand nach wiederholter Darmpassage (dabei geförderter bakterieller Abbau!) und Krümelbildung: Mull. (F–G etwa 150x).

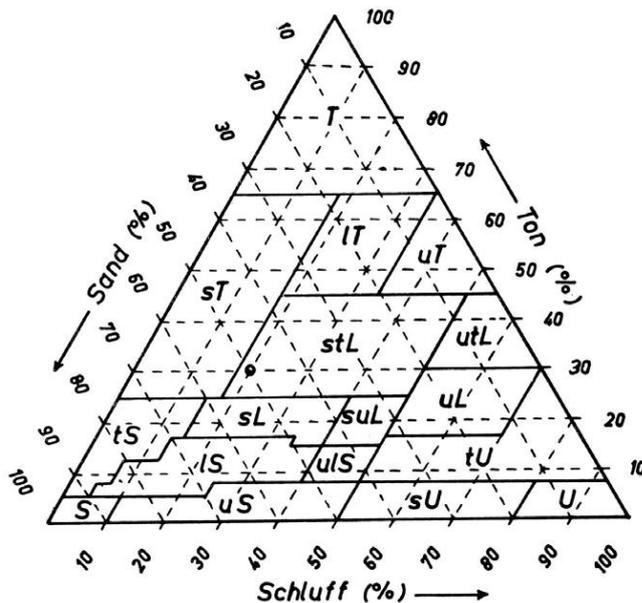
Bodentypen Zusammensetzung

Es gibt 4 große Fraktionen:

- Kornfraktion
- Sand
- Schluff
- Ton

Feinböden	
Ton	<0,002mm Durchmesser (<200µm)
Schluff	0,002mm - 0,063mm
Sand	0,063mm - 2mm
Bodenskelett	
	>2mm

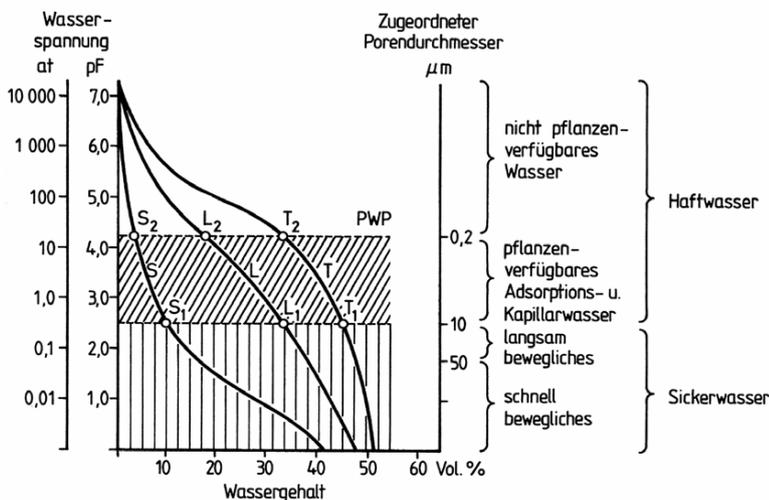
Der „Boden“ ist dabei die Mischung dieser verschiedenen Stoffe. Zur Klassifizierung wurde ein 3-ecksdiagramm entwickelt:



Dreiecksdiagramm der Bodenarten nach dem Vorschlag der Ämter für Bodenforschung (S = Sand, s = sandig, U = Schluff, u = schluffig, L = Lehm, l = lehmig, T = Ton, t = tonig).

Beispiel: Der Punkt o entspricht einem Gehalt des Bodens an der Fraktion Sand = 50%, Schluff = 20% und Ton = 30%.

Für die Pflanzen aber ist es nur wichtig, wo sie viel Wasser (und Nährstoffe) bekommen. Somit ist es für sie entscheidend, bei welchem Boden sie „gut durchkommen“ und welcher am meisten Wasser speichern kann.



>0,2µm : durch hydratisiertes Wasser nicht mehr verwendbar für Pflanzen.

0,2µm = PWP (permanenter Welkepunkt)

10µm = Feldkapazität des Bodens.

Das Diagramm kann sofern gelesen werden, wenn man z.B. sagen will, dass man einen Wassergehalt von 30% hat, und man wissen will, welcher Boden für die Pflanzen am besten ist. Hier wäre dann der Sand am besten mit Sickerwasser, L mit noch akzeptablem Kapillarwasser, Ton allerdings wäre der Exitus für die Pflanze.

Der ökosystemare Ansatz

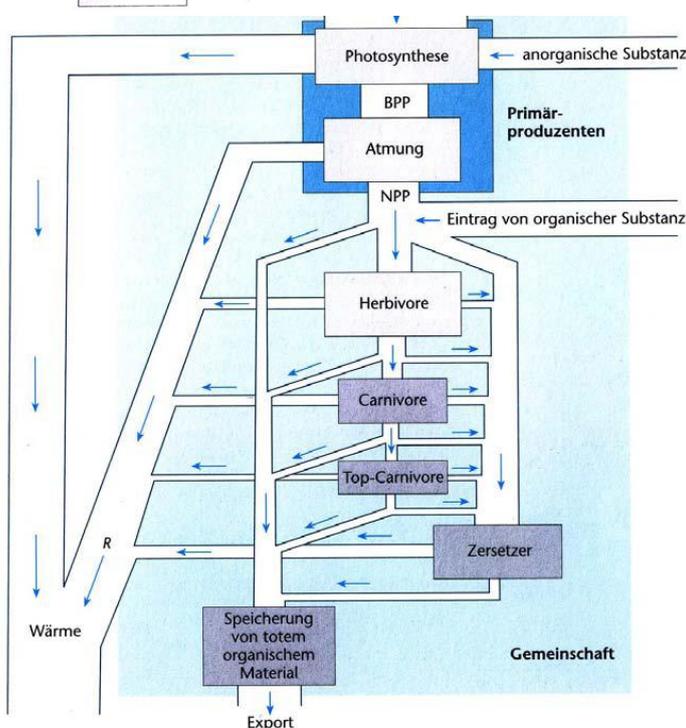
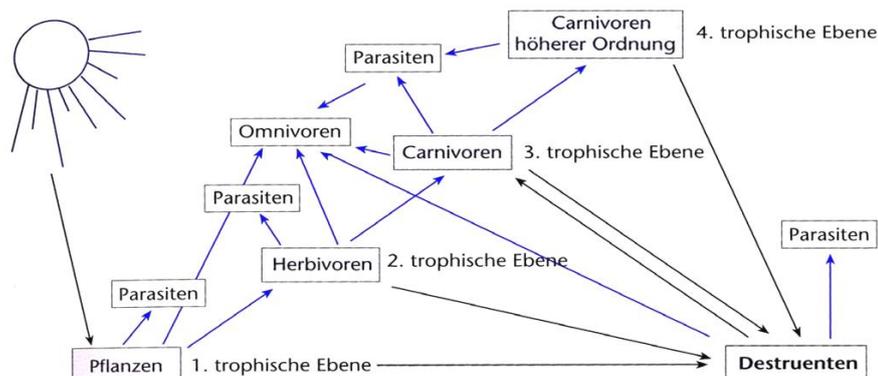
Tropische Ebenen

Tropische Ebenen sind eine Einteilung innerhalb des Energieflusses eines Ökosystems zu tun. Die erste Ebene sind Pflanzen, die die Energie der Sonne auffangen und Grundlage des Lebens sind (Primärproduzenten).

Die zweite Ebene sind die Herbivoren, die Pflanzenfresser (=Primärkonsumenten). Diese werden von der 3ten Ebene, den Carnivoren gegessen (=Sekundärkonsumenten). Außen vor stehen die Omnivoren die sich von Pflanzen und tierische Nahrung zu sich nehmen.

Auch gibt es noch die Gruppe der Destruenten. Diese mineralisieren die Überreste aller tropischen Ebenen, so dass sie wieder von Pflanzen aufgenommen werden können.

Merke: Alle Ebenen können von Parasiten befallen werden.



Energieflussdiagramm eines Ökosystems.

Wärmeverlust durch Photosynthese (BPP, Bruttoprimärproduktion) und Atmungsverlust (NPP, Nettoprimärproduktion), Verminderung der verfügbaren Produktion über tropischen Ebenen von Herbivoren, Carnivoren, Spitzencarnivoren, Akkumulation der org. Abfälle bei den Destruenten, Akkumulation der Atmungsverluste (R, Respiration). Nach Odum (1999).

Nahrungsnetz

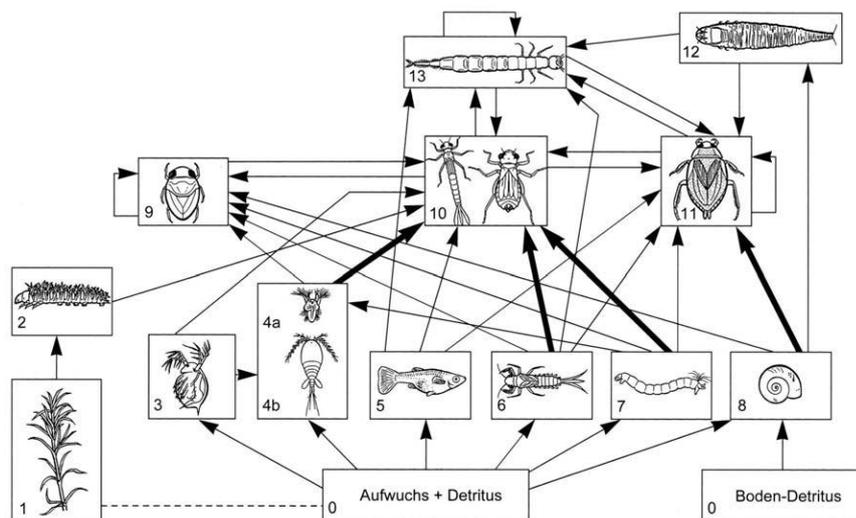
„Betrachtet man die Nahrungszusammenhänge einer Lebensgemeinschaft von Arten, erhält man ein Nährstoffnetz“. Sie sind nach dem Prinzip „Wer frisst Wen“ aufgebaut. Der Grundgedanke dieser Netze ist die Beschreibung der kompletten trophischen Beziehung aller Arten eines Standortes, Habitats oder Lebensraums. Da es allerdings schwer ist immer zu beobachten wer wen auffrisst, benutzt man auch indirekte Beobachtungen bzw. Folgerungen aus Verwandten Arten. Man unterscheidet dazu drei Datenqualitäten:

- *Empirische Netze*: Tatsächlich gefundene Räuber-Beute Beziehung, z.B. durch Fraßexperimente, Beobachtungen, Darmuntersuchungen
- *Wahrscheinliche Netze*: Meisten Verbindungen basieren auf empirisch gefundene Verhältnisse, manche Verbindungen basieren auf Experten/ Literaturangabe zur Nahrungsbreite der betrachteten Art oder nah verwandter Arten.
- *Imaginäre Netze*: Artenaufnahme basiert auf artenlisten eines Standortes, alle trophischen Verbindungen basieren nur auf Expertenwissen oder Literatur.

Darstellung der Nahrungsnetze

In qualitativen Nahrungsnetzen werden alle trophischen Verbindungen zwischen den Taxa gleich gewichtet. I.d.R. sind dabei Räuber und Beute über Linien miteinander verbunden, wobei Räuber über der Beute stehen. Die trophische Position eines Taxons ermittelt man nach Anzahl der Kettenglieder in der längsten Nahrungskette von den betreffenden Taxon zu einem basalen Taxon+1. Die erste Gruppe wird von den Pflanzen besetzt (außer Chemoautotrophe), die zweite von den Zersetzern. Beide Gruppen teilen das Netz in Konsumenten ein, die entweder auf basale Ressourcen von Pflanzen oder Zersetzern angewiesen sind. Detritus (Abfall) und Pflanzen bilden die von ihnen abhängigen Konsumentenketten je einen Energiekanal, und der Grad der Vernetzung zwischen diesen spielt eine wichtige Rolle in der Stabilität der Lebensgemeinschaft und der Fähigkeit, die Abundanz der Ressource zu kontrollieren.

Sind die Energiekanäle weitgehend getrennt, liegt ein kompartimentiertes System vor (v.a. Aquatisch). Sind sie verzahnt ist es ein vernetztes System (v.A. Land).



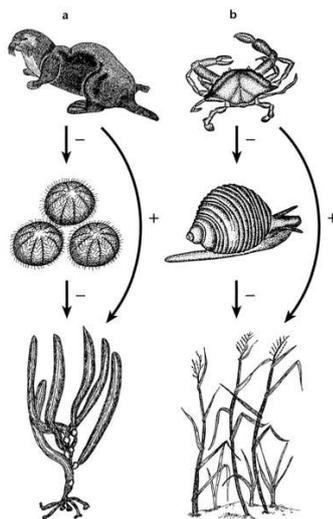
Stark vereinfachtes, kumulatives Nahrungsnetz der aquatischen Gemeinschaft von *Najas graminea*-Beständen in den Reisfeldern des traditionellen Terrassenbausystems in Nordluzon (Philippinen). Die Pfeile stellen die Nahrungsbeziehungen dar und zeigen von den Ressourcen auf die Konsumenten. Sind beide identisch, handelt

es sich um Kannibalismus. Reziproke Nahrungsbeziehungen sind körpergrößenunabhängig. Die dicken Pfeile repräsentieren die Nahrungsbeziehungen zwischen den quantitativ dominanten Gruppen.

Quelle: BICK (1993)

0 = Aufwuchs und Detritus auf den Oberflächen von *Najas graminea* bzw. am Reisboden; 1 = *Najas graminea*; 2 = *Parapoynx diminutalis* (Nymphulinae); 3 = Cladocera; 4 = Cyclopoida (a Nauplien und Copepodit-Stadien, b Adulte); 5 = Guppy (*Lebistes reticulatus*); 6 = Ephemeroptera (überwiegend Baetidae); 7 = Chironomidae; 8 = Gastropoda; 9 = *Paraplea*-Arten (Pleidae); 10 = Odonata (Zygoptera und Anisoptera); 11 *Diplonychus rusticus* (Belostomatidae); 12 = Hydrophilidae (Larven); 13 = Dytsicidae (Larven)

Tropische Kaskade/ Kaskadeneffekte einzelner Populationen



Bezeichnet der Zusammenhang zwischen mehreren tropischen Ebenen untereinander.

Beispiele für trophische Kaskaden.

a) marin: Seeotter, Seeigel und Braunalgen,

b) terrestrisch: Strandkrabben, Schnecken und Schlickgras.

Quelle: NENTWIG ET AL. (2009)

Bsp. a) Fehlt der Seeotter, so kann der Seeigel alle Braunalgen fressen, wodurch sie nur wenig Fläche einnehmen kann. Ist der Otter da, so wirkt sich das positiv auf die Alge aus, da er die Population der Seeigel gering hält.

Das hier sind Beispiele einer „**top down Kaskade**“. Das sagt aus, dass Pflanzen und Räuber durch ihre ressource limitiert sind, Herbivoren durch ihre Räuber. Diese regulieren die Herbivoren und nützen somit den Pflanzen. (Top → Down)

Alternativ gibt es noch die „**bottom up Kaskade**“. Diese geht davon aus, dass die Abundanz („Überfluss“) höherer tropischen Ebenen durch die Abundanz der niedrigsten reguliert wird. Solche limitierenden Faktoren sind an Land z.B. Nährstoffe im Boden, Wasservorkommen die die Pflanzen brauchen und diese Beeinflussen als Primärproduzent alle anderen Ebenen.

Biotop

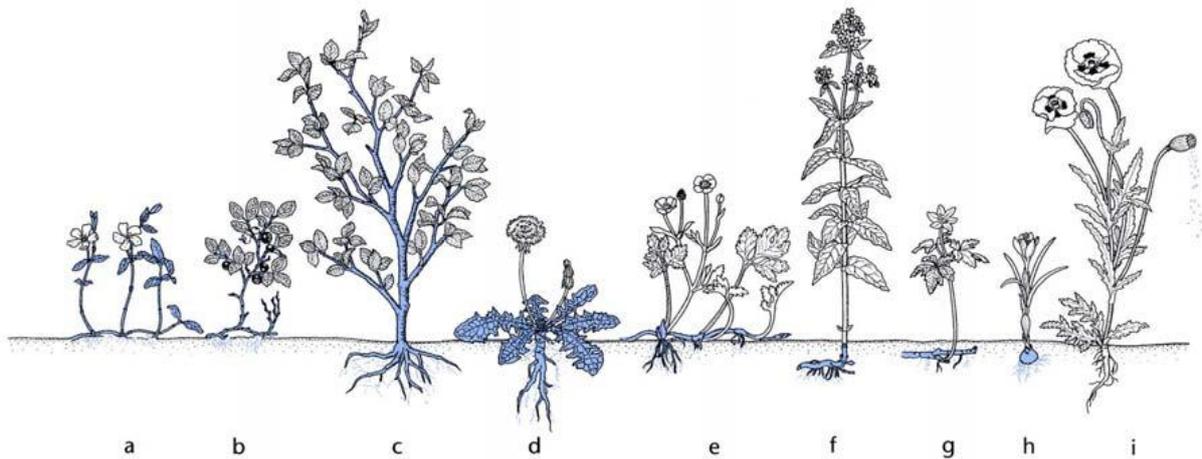
Lebensgemeinschaft innerhalb eines abgegrenzten Gebietes. Dabei nimmt die Artenzahl mit der Fläche des Biotops zu (Arten/ Fläche Beziehung) Für Inseln gilt die Faustregel:

10fache Fläche = Artenzahl x2

Sonst sieht man keinen Linearen Zuwachs zur Fläche.

Habitat

Ein Habitat ist eine Konzentrationsstelle einer bestimmten Tier- oder Pflanzenart die sich im Biotop hervorhebt



Lebensformen nach RAUNKIAER (1919). Die farbig gezeichneten Pflanzenteile überwintern, die übrigen sterben ab. a) Chamaephyt (Immergrün, *Vinca minor*), b) Chamaephyt (Heidelbeere, *Vaccinium myrtillus*), c) Phanerophyt (Buche, *Fagus sylvatica*), d) Hemikryptophyt (Rosettenpflanze; Löwenzahn, *Taraxacum officinale*), e) Hemikryptophyt (Ausläuferstaude; Hahnenfuß, *Ranunculus sp.*), f) Hemikryptophyt (Schaftpflanze; Gilbweiderich, *Lysimachia vulgaris*), g) Kryptophyt (Rhizomgeophyt; Buschwindröschen, *Anemone nemorosa*), h) Kryptophyt (Knollengeophyt; Krokus, *Crocus sativus*), i) Therophyt (Mohn, *Papaver rhoeas*).
Quelle: NENTWIG ET AL. (2009)

Bei Tieren geht man bei der Klassifizierung nach dem Leitartenkonzept. Das sind Arten, die in einem Biotop signifikant höhere Dichten erreichen als andere.

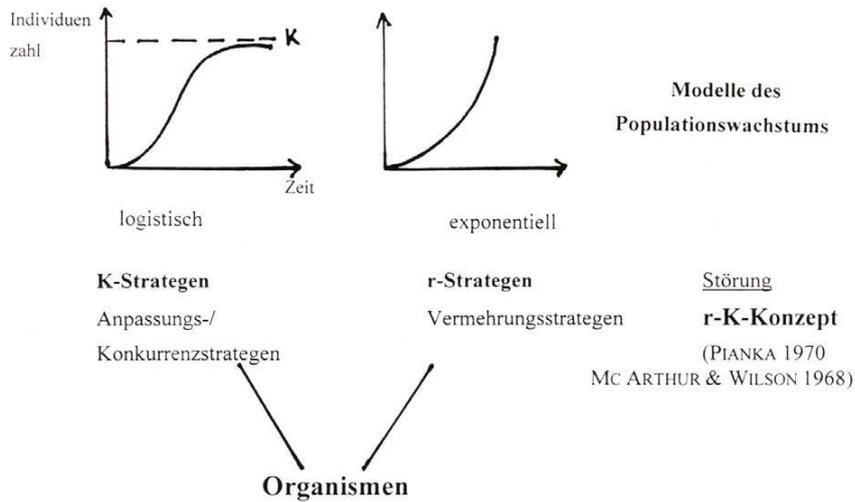
r- und K-Strategie/ C-S-R- Strategie

Das r / K-Konzept nach MACARTHUR & WILSON 1967, PIANKA 1970

r / K-Konzept
<ul style="list-style-type: none"> r-selektionierter Lebensraum: instabil, konkurrenzarm, häufig gestört (Ruderalstellen, Äcker, Flussufer)
<ul style="list-style-type: none"> K-selektionierter Lebensraum: konstant, nicht gestört, konkurrenzbeherrscht (z.B. Laubwälder der gemäßigten Breiten).

Merkmale von r-Arten
1. hoher Produktionsaufwand, viele kleine Samen, persistente Samenbank
2. kleine, kurzlebige, oft lichtbedürftige Arten
3. zumindest zeitweise exponentielles Populationswachstum
4. Tendenz zur Neukolonisation konkurrenzarmer Standorte durch effiziente Ausbreitung (lange Ausläufer, hohe Mengen leichter Samen)

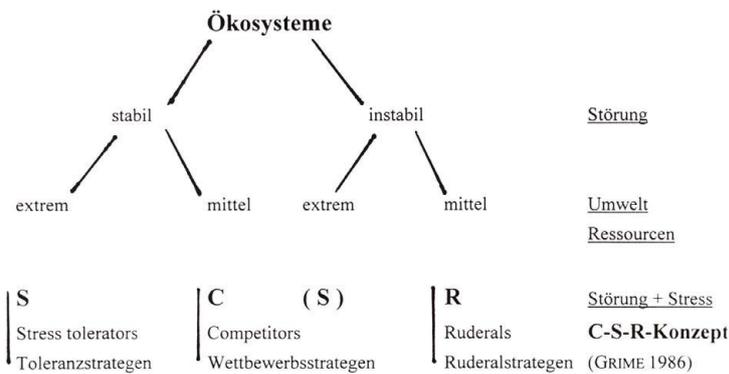
Merkmale von K-Arten
1. ausgeprägt logistisches Populationswachstum
2. relativ geringer Reproduktionsaufwand
3. große, langlebige, häufig eher schattenverträgliche Arten
4. Tendenz zum beharren durch Stärkung der eigenen Konkurrenzkraft (kurze Ausläufer, wenige große Diasporen)



Das C / S / R-Konzept nach GRIME (1986).

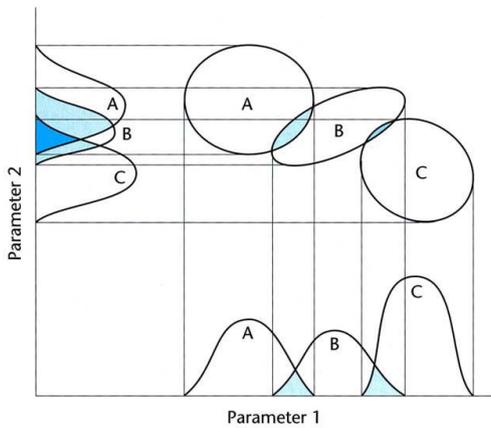
C/S/R-Konzept
C = Competitors = konkurrenzstarke Arten. Beispiele: <i>Urtica dioica</i> , <i>Phalaris arundinacea</i>
S = Stress tolerators = stresstolerante Arten. Beispiele: <i>Pinus cembra</i> , alpine <i>Saxifragaceen</i> und <i>Crassulaceen</i>
R = Ruderals = ruderale Arten. Beispiele: <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Stellaria media</i> .

Tab. 8-2: C/S/R-Konzept



Ökologische Nische

Der Begriff ist eine Abstraktion zur Beschreibung der Rolle und Funktion von Arten in Artengemeinschaften und Ökosystemen. Umschrieben kann man sagen, dass es eine Summe der Ansprüche einer Art an ihre Umwelt ist. In der modernen Ökologie ist die Nische als abstrakter Raum aufgefasst, wobei die Umweltfaktoren und Ressourcen die Achsen darstellen, die eine Art beeinflussen. Da Arten aber zahlreiche Ansprüche an ihre Umwelt haben entsteht somit ein multidimensionaler Raum, in dem jede Art einen Teilbereich einer Nischenachse einnehmen kann.

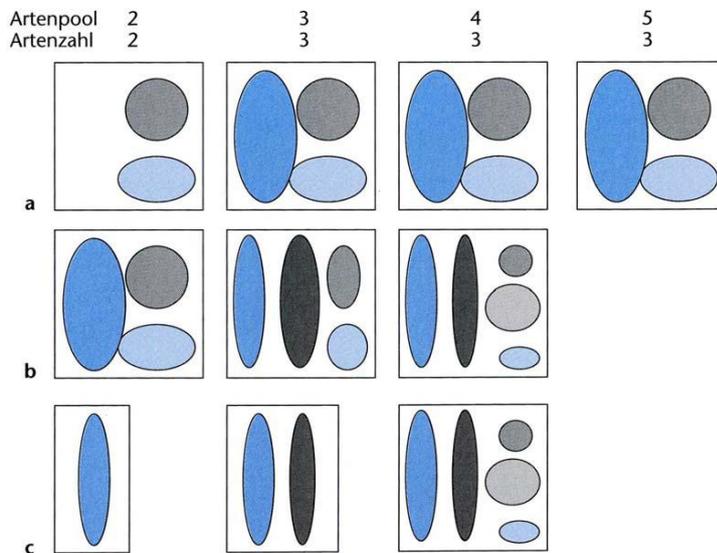


Die ökologische Nische der drei Arten A, B, C bezogen auf die Parameter 1 und 2. Bereiche der Nischenüberlappung sind schraffiert. Die Parameter (oder Achsen) können Umweltfaktoren oder Ressourcen darstellen. Es ergibt sich ein multidimensionaler Raum.
Quelle: Nentwig et al. (2009)

Liegen Arten innerhalb einer ähnlichen Nischenposition werden sie oft in „Gilden“ zusammengefasst. Die Nischenbreite gibt Auskunft den eingenommenen Teil des Nischenraumes. „Generalisten“ haben eine große, „Spezialisten“ eine geringe Nischenbreite. Da im Freiland die Fitness schwer zu erkennen ist, leitet man aus der Ressourcennutzung einer Art deren Nische ab.

Diese beiden Größen sind nicht unabänderlich. Der Teilbereich den eine Art grundsätzlich einnimmt nennt man „fundamentale Nische“. Den maximal Nutzbaren Raum wird durch interspezifische Interaktionen verändert („realisierte Nische“).

Nischendifferenzierung und –Überlappung



a) Schematische Darstellung der Füllung des Nischenraums mit Arten, wobei angenommen wird, dass sich Arten in ihrer Nische nicht oder nur wenig überlappen dürfen, um zu koexistieren. Sobald der Nischenraum gefüllt ist, können lokal auch bei weiter steigenden Artenzahlen im regionalen Pool nicht mehr Arten koexistieren, was zu einer Typ-II-Beziehung zwischen lokalem und regionalem Artenpool führt.

b) Mit zunehmender Artenzahl kann es auch zu einer Beschneidung der Nischenbreite der Arten kommen (Nischen-Verengungs-Hypothese). Dann bestimmt die minimal mögliche Nischenbreite die Artensättigung.

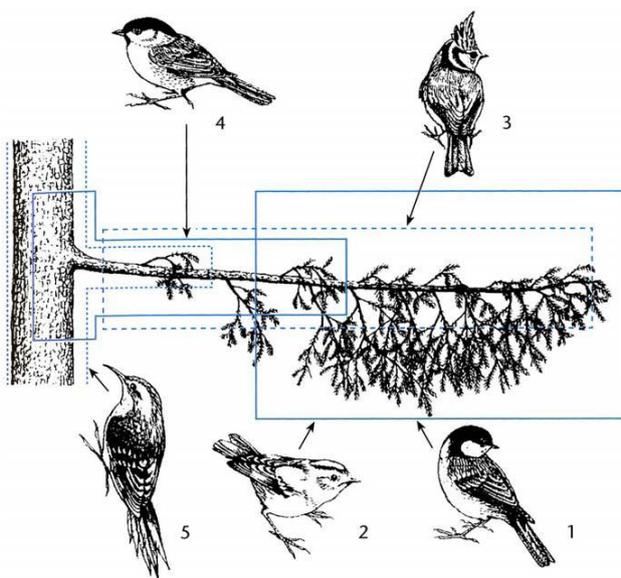
c) Ein größerer Nischenraum erlaubt die Koexistenz von mehreren Arten.

Quelle: Nentwig et al. (2009)

Nahrungsgilde

Unter einer Gilde wird eine Gruppe von Arten verstanden, welche auf ähnliche Weise vergleichbare [Ressourcen](#) nutzen, ungeachtet ihres Verwandtschaftsgrades. So nützt die Nahrungsgilde carnivorere Vogelarten im nordischen, bzw. montan-subalpinen Fichtenwald die Fichte zwar gleichermaßen als Nahrungsquelle, hat sich jedoch unterschiedlich eingenischt.

Die Definition von Gilden richtet sich nach der Art der Ressource, die betrachtet wird. Auch wenn man in diesem Sinn funktionelle Artengruppen bilden kann, besitzt letztlich jede Art eine gewisse Individualität, und ihre ökologischen Ansprüche sind grundsätzlich nicht identisch mit denen einer anderen Art. Angehörige einer Gilde müssen sich auch im Habitus nicht gleichen, wie beispielsweise die Grasfresser [Känguru](#) und [Hausschaf](#) zeigen. Aufgrund dieser gemeinsamen Nutzung gleicher Ressourcen kommt es in Gilden zwangsläufig zu [Konkurrenz](#) zwischen Vertretern verschiedener Arten ([Interspezifische Konkurrenz](#)). Entsprechend ist zwischen diesen Arten eine [Nischendifferenzierung](#) zu erwarten, wenn beide koexistieren sollen. (Wiki)



Bsp.: Nahrungsgilde carnivorere Vogelarten in montanen bzw. nordischen Nadelwäldern. Man beachte die Nischendifferenzierung:

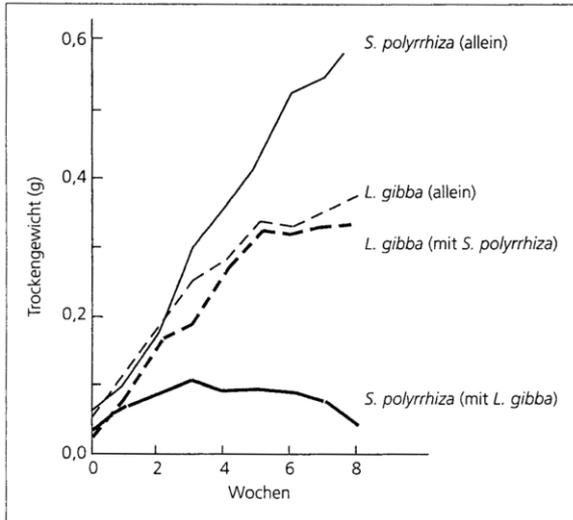
Tannenmeise (*Parus ater*; 1; meist hängend an Zapfen und Zweigen) und Wintergoldhähnchen (*Regulus regulus*; 2; sucht die Nadeln ab) nutzen die äußersten Nadelzonen. Die Haubenmeise (*Parus cristatus*; 3) nutzt vor allem flechtenbewachsene Partien der Hauptäste, die Weidenmeise (*Parus montanus*; 4) sucht die Nahrung an nichtbenadelten Stellen der Hauptäste. Der Waldbaumläufer (*Certhia familiaris*; 5) klettert an Stamm und Hauptästen, was lange Zehen und ein Stüttschwanz ermöglichen.

Quelle: Nentwig et al. (2009)

Wechselwirkungen

In einem Biozön gibt es positive, negative und \pm Wechselwirkungen zwischen Arten. So sind Beispielsweise Zoogamie eine positive Wirkung von Tier und Pflanze für beide Seiten.

Konkurrenzausschlussprinzip



Wenn in einem Areal zwei (oder Mehr) Arten dieselbe Ressource benötigen können sie nicht Koexistieren

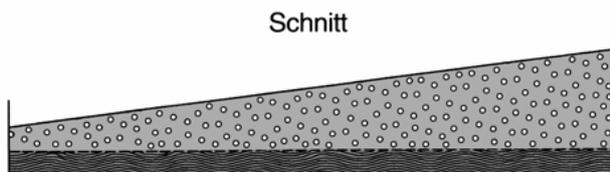
Wie hier im Beispiel kann jede Art allein überlegen, gibt man aber beide in dasselbe Areal, wird sich früher oder später eine Durchsetzen und die andere dran glauben.

Intra- und interspezifische Konkurrenz

Intraspezifische Konkurrenz (Konkurrenz innerhalb der Art) ist z.B. die Selbstausdünnung bei synchronen (hier: gleichartige) Monokulturen. Hier folgt der der „-3/2 self thinning-law“ Regel.

Die „self-thinning-rule“ besagt, dass bei Zunahme der Pflanzendichte (=Abundanz) die Größe der Individuen abnimmt. Der Zusammenhang zwischen einer logarithmischen Auftragung mit der Anzahl N auf der x-Achse und der Biomasse B auf der Y-Achse sollte nach dieser Regel eine Steigung von $-3/2$ besitzen.

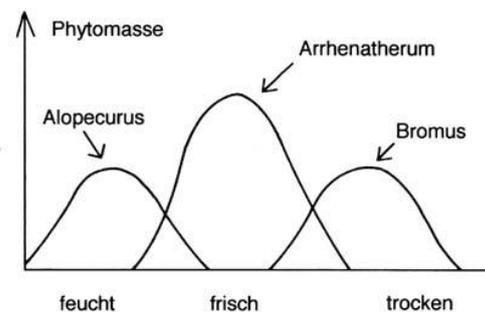
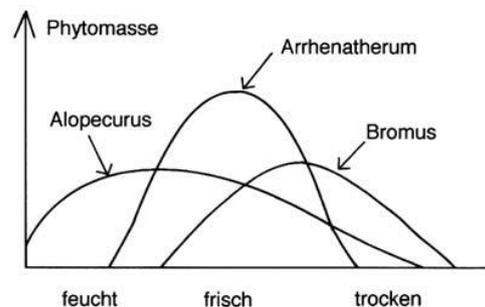
Hohenheimer Grundwasserversuch



Aufsicht

Bromus / Alopecurus / Arrhenatherum Mischkultur		
nur Arrhenatherum Reinkultur		
nur Alopecurus Reinkultur		
nur Bromus Reinkultur		

feucht frisch trocken

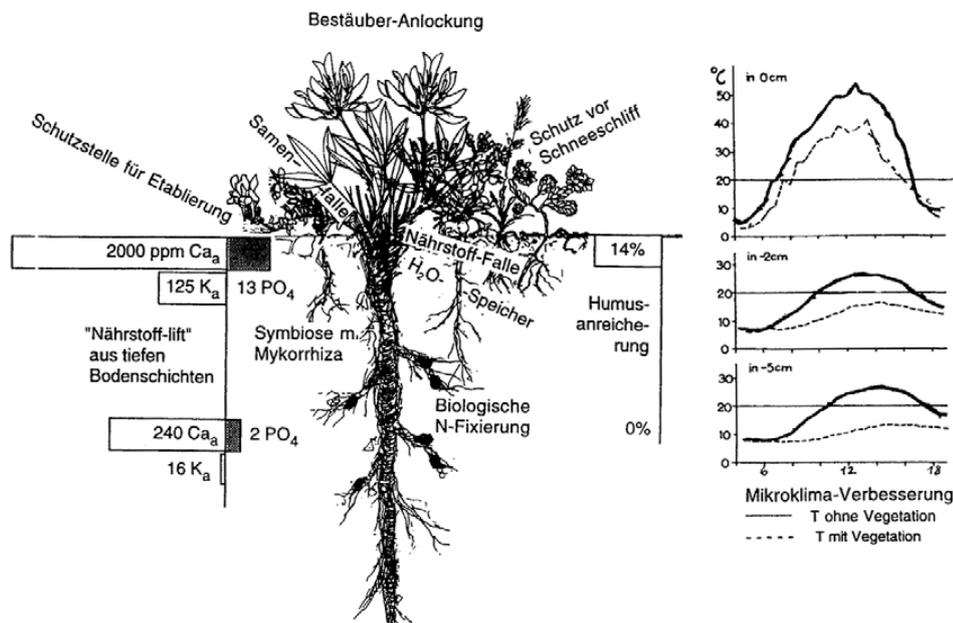


In diesem Versuch wurde auf eine Kiesellage Erde gegeben, und zwar verschieden viel, sodass man eine Schräge erhält. Dadurch erreicht man verschieden feuchte Erdgebiete. Danach wurden erst 3 Reinkulturen an Gräsern ausgesät und ermittelt, wie gut sie mit wie viel Wasser auskommen. Das Ergebnis sieht man rechts oben. Diese Kurven geben das **physiologische Optimum** (fundamental Nische) an, also die Varianz ohne Konkurrenzdruck.

Danach wurden die drei Gräser zusammen ausgesät und wieder verglichen. Das Ergebnis sieht man rechts unten. Man sieht, dass es eine Spezialisierung gegeben hat, sodass die Gräser nebeneinander Koexistieren können, und noch alle innerhalb ihrer Varianz leben können. Sowa ist das **ökologische Optimum** (Realnische).

Facilitation: Ökosystembildner *Trifolium alpinum*

Facilitation ist ein Begriff für „Förderung“ bzw. Gegenseitige Förderung. *Trifolium alpinum* ist ein solche Art, die durch Zahlreiche Vorgänge hilft ein Ökosystem zu bilden, durch das sich dann andere Organismen anlagern.



Parasitismus

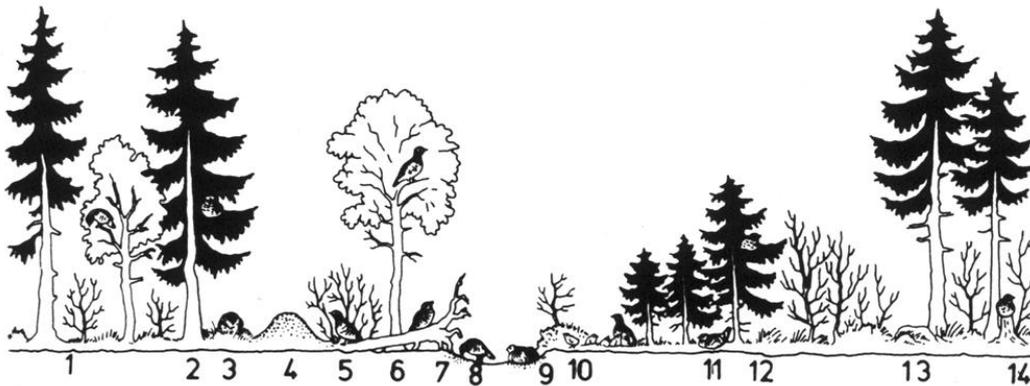
Um ein Organismus als Parasit einzustufen muss er erst 3 Bedingungen erfüllen:

1. Der Parasit nutzt seinen Wirt als Habitat
2. Während der parasitischen Phase des Lebenszyklus ist der Parasit obligatorisch von seinem Wirt abhängig, da dieser lebensnotwendige Nährstoffe abgibt.
3. Ein Parasit schädigt seinen Wirt

Somit hat der Parasit per Definition immer einen negativen Einfluss auf die Fitness seines Wirtes. Dieser steigt in der Regel mit der Stärke des Befalls.

Der Tod eines stark infizierten Wirtindividuum kann die Parasitenpopulation stärker reduzieren als die Wirtspopulation, was zu einer Regulation beider Populationen führen kann.

Habitatbindung: Vegetationsmosaik als Lebensraum des Haselhuhnes



1. Eingesprengte Erlen (*Alnus glutinosa*), Birken (*Betula*) und Zitterpappeln (*Populus tremula*) als Winternahrung;
2. Altfirmen (*Picea abies*) als Deckungsbäume;
3. Beerstraucharten (*Vaccinium*) als Winter- und Frühlingsnahrung bei geringer Schneehöhe;
4. Ameisenhaufen;
5. Hainbuchen- (*Carpinus betulus*) und Haseldickung (*Corylus avellana*) als Versteck und Nahrungsreservoir;
6. Windwurfstamm als Warte für den Hahn;
7. Hainbuchen-Überhälter als Nahrungsbaum genutzt;
8. Wurfboden zur Aufnahme von Magensteinchen;
9. Huderpfanne;
10. Blöße mit reicher Bodenvegetation, Deckung und Insektenangebot für die Jungvögel;
11. Nistplatz mit Deckung;
12. Schlafplatz in Jungfirmen;
13. Weichholzsukzession;
14. Grenzlinie zwischen Jungwald und Altbestand mit besonderem Reichtum an Nahrungspflanzen und Insekten bei optimalen Versteckmöglichkeiten.

Σ Ohne ein vielfältiges Habitat kann das Huhn nicht überleben und stirbt somit aus, was schon fast durch die anthropogene Anbauweise passiert ist. Mittlerweile lässt man manche Areale derart vielfältig um das Überleben dieser Organismen zu sichern.

Mutualismus in co-evolviertem System: Zirbe und Tannenhäher

Mutualismus heißt, dass es eine Koexistenz gibt, die einer Symbiose ähnelt, aber keine ist. Denn beide Organismen können auch mit anderen ein ähnliches System ausbilden. Es ist also ein Verhältnis, das beiden beim Überleben hilft, aber nicht zwingend zum Überleben notwendig ist.

Arve und Tannenhäher

Arve = Zirbe (<i>Pinus cembra</i>)
- immergrüner Nadelbaum, fünfnadlige Kiefer
- ssp. <i>cembra</i> : Waldgrenze der Alpen (v.a. kontinentale Zentralbereiche), Karpaten
- ssp. <i>sibirica</i> : großflächig in Sibirien
- dominiert die Altersphase des Lärchen-Zirben-Waldes

- langsames Wachstum (bis 1000 a); drehwüchsig (zerben = drehen)
- Blühreife erst mit ca. 60 Jahren, anemophil
- zoochor (Tannenhäher, Spechte, Eichhörnchen, Nagetiere)
- alle 5 Jahre Vollmast; max. Zapfenertrag mit 200-400 Jahren
- schwere, energiereiche Nüsse, ca. 100/Zapfen

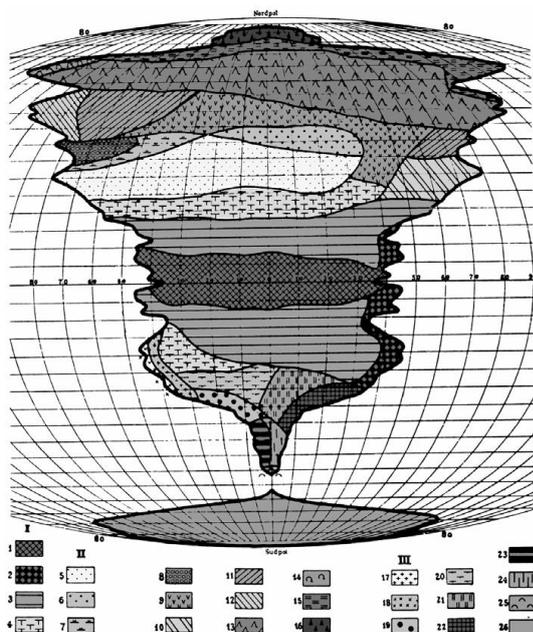
Tannenhäher (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)
- schwarz, bauchseits weißfleckig, <i>Corvidae</i> (Rabenvögel)
- Alter bis 15 a, lebenslang ortstreu, monogame Dauerehe
- 1 Jahresbrut mit 3-4 Eiern; Brutbeginn im März
- Nahrung: Arvennüsse (ca. 110 täglich); Haselnüsse, Walnüsse, Eicheln, Bucheckern
- während Jungenaufzucht auch tierische Nahrung
- truppweises Nüssesammeln im Herbst; Häherschmiede zum Zapfenöffnen
- Kehlsack zum Samentransport (bis 120 Nüsse); Transport bis 15km, bis 700 Höhenmeter
- Versteckverhalten: vergraben von je 2-12 Nüssen in 1-5cm Tiefe; auffällige Geländepunkte
- In Mastjahren: 100 000 Nüsse in ca. 20 000 Verstecken
- Wiederfindrate 70-80%, gleiche Flugrouten bei Ablage und Ausgrabung

Vegetation und Raum

Die Allgemeine Skala ist: lokal → regional → global

In der *Horizontalen* redet man von der *Vegetationszonierung*, in der *Vertikalen* von der *Höhenstufe*.

Betrachtet man die Vegetationszonen der Erde miteinander, kann man einen „Ideal-Kontinent“ errechnen an den man verschiedene Trends wahrnehmen kann:

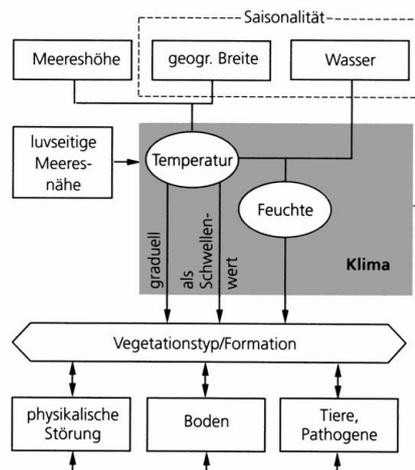


Treibende Kraft für die Bildung der zonalen Vegetation:

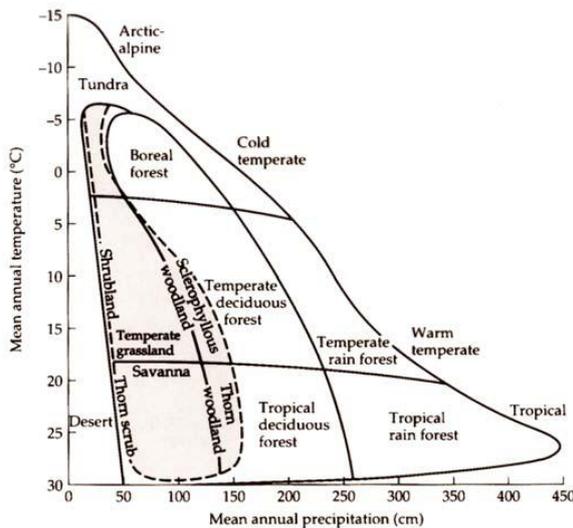
Vor allem die Trockenheit/Feuchte

So befinden sich am Äquator die tropischen Zonen und drum herum die Außertropischen Zonen der Nord-Südhalbkugel.

Man sieht nicht nur Unterschiede zwischen Nord/ Süd, sondern auch an den Ost/ West Küsten. So kommen manche Arten nur einer der Küsten vor, während diese auf der anderen Küste nicht bekannt ist. Ursachen darf sind die Windgürtel und Niederschlagsmuster und wurden nicht weiter behandelt.



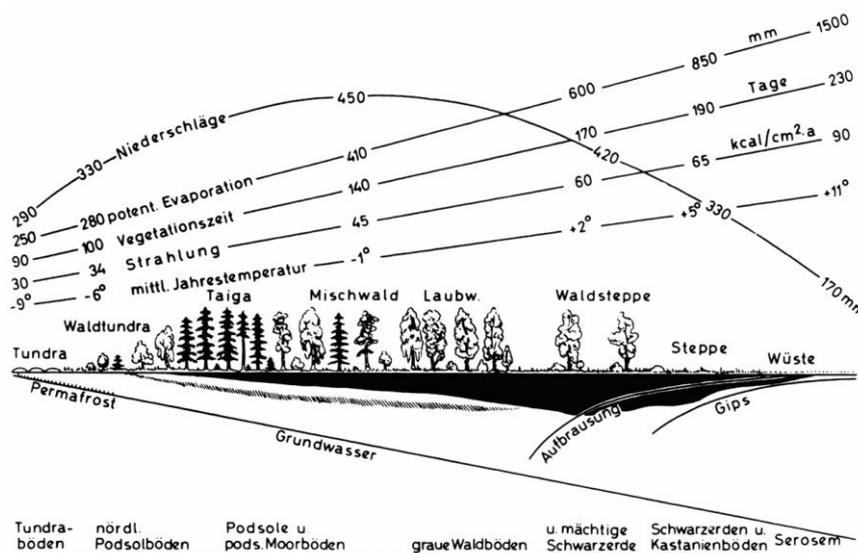
Betrachtet man nun z.B. die Vegetationstypen um Temperatur- und Niederschlagsgradient entstehen solche Diagramme:



Diese kann man so ablesen:

Will man z.B. was für eine Vegetation man erwartet bei 350cm Niederschlag und 25°C so sieht man, dass man einen Tropischen Regenwald erwarten muss.

Bzw. hat man 150cm Niederschlag und um die 0°C, so hat man einen Boreal Wald.



„Vegetationszonen, Böden und Klimawerte auf einem N-S-Profil durch Osteuropa“

Hier sieht man das Verhältnis der verschiedenen Wälder und deren Eigenschaften. Wie man sieht nimmt das Grundwasser mit zunehmenden Breitengraden immer weiter ab, und auch der Niederschlag nimmt rapide ab. Sobald die Kurve des Niederschlags die der

potent. Evaporation unterschreitet findet ein Wasserdefizit bei der Pflanze statt. Entweder geschieht dann Anpassung oder Exitus.

Vegetationsgliederung

Physiologisch-struktureller Ansatz: Formationen

Die Formation ist eine Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften aus Lebensformtypen wird als Formation bezeichnet. Jede hat gewisse vorherrschende Lebensformen oder eine charakteristische Kombination von Lebensformen.

„Kurz:“ vertikale Struktur der Bestände, Schichtungen der Vegetation und Kombination der Lebensformen.

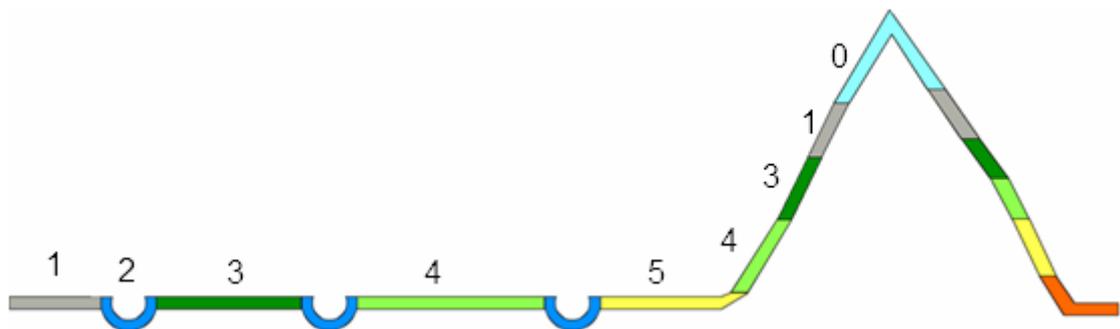
Bsp.: Laubwald neben Fettwiese, eingeschlossen von Nadelbäumen etc.

Floristisch-soziologischer Ansatz: Assoziationen

Die Assoziation ist eine Pflanzengesellschaft von definierter Artenzusammensetzung, einheitlichen Standortbedingungen und einheitlicher Physiognomie (bezeichnet man die äußere Erscheinung von Lebewesen)

„Kurz:“ wiederkehrende Artenkombination bei gleichen/ einheitlichen Standortverhältnissen.

Vegetationsgliederung der Erde



zonal - azonal - extrazonal - intrazonal

Zonobiom auf Euklimatopen - Pedobiom - Orobiom

Bsp. (Vorlesungs-powerpoint) : 1= Tundra; 3= Teige; 4= Sommergrüner Laubwald

Zonale Vegetation

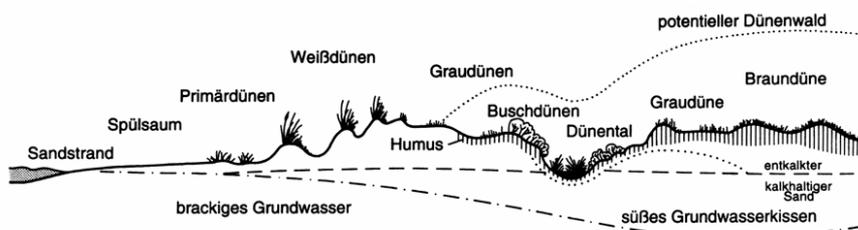
Hier z.B. 1,3,4,5

„**Zonale Vegetation** umfasst [Pflanzengesellschaften](#), die hauptsächlich vom [Großklima](#) beeinflusst sind.“

Euklimazonen: kein nahes Grundwasser, leben hauptsächlich vom Niederschlag.

Azonale Vegetation

Hier: die Einbuchtungen innerhalb der zonalen Vegetationen. Kommen über mehrere Klimazonen hinweg und sind an spezielle Bodenbedingungen gebunden. Werden auch Pedobiom genannt.



„**Azonale Vegetation** oder **Pedobiom** nennt man [Pflanzengesellschaften](#) (Vegetationseinheiten) innerhalb einer vom [Großklima](#) beeinflussten Vegetationszone ([Zonale Vegetation](#)), die stärker vom Vorherrschen eines ökologischen Faktors, als vom Klima geprägt sind“

noch die ganzen Ausläufer kommen täten. Befände sich aber unter „Collin“.

Tageszeitenklima

Von einem **Tageszeitenklima** ist die Rede, wenn die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht größer sind, als die Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Monaten. Die Tagestemperaturamplitude (Die Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages) ist höher als die Jahrestemperaturamplitude (Die Temperaturschwankungen innerhalb eines Jahres). Tageszeitenklimaten findet man vor allem in den [Tropen](#)

Dies ist eine Ursache, warum der Biotopwechsel bei 20° nicht mehr ganz stimmt. Ein weiterer Grund ist z.B. UV Strahlung etc.

Jahreszeitenklima

Das **Jahreszeitenklima** ist das Klima der [Ektropen](#) (allen [Klimazonen](#) außer den [Tropen](#)), in dem sich warme und kalte [Jahreszeiten](#) deutlich voneinander unterscheiden, sowie die Tageslänge über die Dauer eines Jahres variiert. Die Jahrestemperaturamplitude (Temperaturschwankungen innerhalb eines Jahres) ist höher als die Tagestemperaturamplitude (Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages). Das Gegenteil herrscht in den Tropen und wird als [Tageszeitenklima](#) bezeichnet.

Vegetation und Zeit