

Charlotte Jäggi Einführung in die Ökologie aus biologischer Sicht

Definition

Die Ökologie ist in den Naturwissenschaften definiert als die Wechselwirkungen/Beziehungen zwischen den Lebewesen und ihrer unbelebten Umwelt einerseits und zwischen den Lebewesen untereinander andererseits. Sämtliche Faktoren beeinflussen sich gegenseitig laufend.

Wesentlich sind Kreisläufe.

In intakten Ökosystemen sind die Kreisläufe geschlossen, in gestörten sind sie vorübergehend oder dauernd geöffnet.

Nach einiger Zeit schliessen sich viele Kreisläufe mit anderen Parametern wieder. Das kann für viele Arten sehr lange oder zu lange dauern, um sie vor dem Aussterben zu bewahren.

Was heisst in der Ökologie...

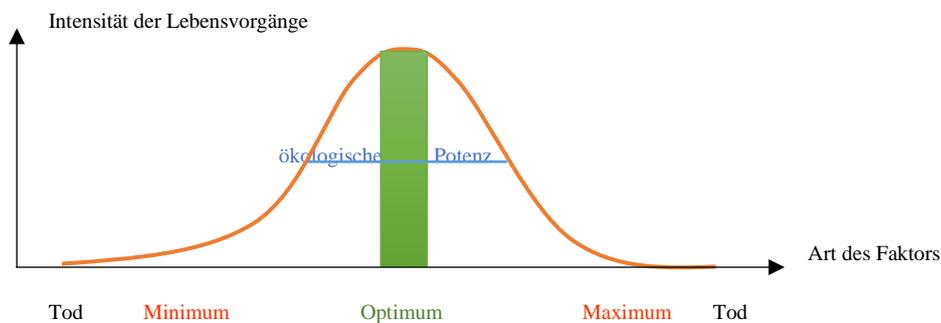
abiotisch	nicht von Lebewesen abhängig/ beeinflusst
Anpassung	Veränderung eines Lebewesens im Laufe vieler Generationen ausgelöst durch veränderte Umweltfaktoren (Mutation und Selektion)
Art	Die Individuen einer Art können sich untereinander fortpflanzen. Zwischenartliche Fortpflanzung ist abgesehen von wenigen Ausnahmen nicht möglich. Deren Nachkommen sind aber nicht mehr fortpflanzungsfähig. Innerhalb einer Art werden oft mehrere Rassen beobachtet.
Autotrophe Organismen	Sie bilden als Produzenten aus Lichtenergie durch Fotosynthese oder aus chemischer Energie durch Chemosynthese organische Verbindungen auf.
Biom	Es ist dynamisches System Natürliche Störungen sind die Regel. → Fließgleichgewichte
Biomasse	Neu gebildetes biologisches Material pro Zeiteinheit (Anzahl Organismen, Zellen...)
Biosphäre	Gesamtheit aller Ökosysteme
biotisch	Von Lebewesen abhängig/ beeinflusst
Biotop	Lebensraum für eine Population/Biozönose
Biozönose	Lebewesen verschiedener Arten, die ein Biotop bevölkern
Bruttoprimärproduktion	Bildung neuer Biomasse innerhalb eines definierten Zeitraums
Destruenten	Sie zersetzen organisches Material zur Energiefreisetzung. Dabei werden auch Mineralstoffe frei.
Eigenfeuchte Pflanzen	haben Wasserspeicher- Vorrichtungen
Feuchtlufttiere	brauchen eine feuchte Umgebung. Sie haben keinen Vertrocknungsschutz.
Fließgleichgewicht oder dynamisches Gleichgewicht	Das Gleichgewicht ist nicht statisch. Es bewegt sich innerhalb der systembedingten Grenzen.
Gleichwarme Tiere	Ihre Körpertemperatur ist konstant und nicht abhängig von der Umgebungstemperatur.

interspezifisch	zwischenartlich
intraspezifisch	innerartlich
Karpose	einseitiges Nutzniessertum, ohne den Wirt zu schädigen
heterotrophe Organismen	Als Konsumenten ernähren sich von organischem Material, sind also direkt oder indirekt von den Produzenten abhängig.
Klimax	Höhepunkt/ Endzustand eines Ökosystems
Konkurrenzausschluss	2 Arten schliessen sich in einem Biotop aus.
Konkurrenzvermeidung Konkurrenzverminderung	Strategien, damit 2 Arten mit ursprünglich gleichen Ansprüchen im gleichen Biotop überleben können
Kurztagpflanzen	brauchen als Auslöser für die Blüte Dunkelperioden von mehr als 12 h. Sie blühen im Winter oder im Frühling
Langtagpflanzen	brauchen als Auslöser für die Blüte je nach Art bestimmte Tageslängen.
Maximum	gerade noch erträglicher oberer Wert für einen Umweltfaktor
Mimikry	Scheinwarntucht, erworben durch "Nachahmung" einer gefährlichen, ungeniessbaren oder giftigen Art
Minimum	gerade noch erträglicher unterer Wert für einen Umweltfaktor
Modifikation	Ein einzelnes Lebewesen ändert sein Aussehen oder Teile seines Äusseren entsprechend den Umweltfaktoren innerhalb der genetisch vorgegebenen Möglichkeiten. <i>Beispiel:</i> <i>Die gleiche Grasart (einjähriges Rispengras, Poa annua) wird auf 600m ü M bis 50 cm hoch, im Hochgebirge einige wenige cm.</i>
Neobiota	gebietsfremde Pflanzenarten (Neophyta) oder Tierarten (Neozoen). Wenn sie ursprüngliche Arten verdrängen, sind sie invasiv. <i>Beispiele für die Schweiz:</i> <i>Beifussblättriges Traubenkraut (Ambrosia artemisiifolia)</i> <i>Kirschlorbeer (Prunus laurocerasus),</i> <i>Asiatischer Marienkäfer (Harmonia axyridis)</i> <i>Wandermuschel (Dreissena polymorpha)</i>
ökologische Nische	System von Wechselbeziehungen zwischen Organismen einer Population und deren Umwelt
Ökosystem	Gesamtheit bestehend aus Biozönose und Biotop
Optimum	bestmöglicher Wert eines Umweltfaktors
Osmoregulation	Regulierung der Körperflüssigkeit über den Konzentrationsausgleich
Parasitismus	ein Organismus profitiert einseitig vom Wirtsorganismus und schädigt ihn.
Pheromon	Signalstoff
pH- Wert	Säure- (Basengrad) einer Flüssigkeit Menge an H_3O^+ - Ionen in der Lösung . pH 0- 6.9 sauer: mehr H_3O^+ als OH^- pH 7 neutral: gleich viele H_3O^+ wie OH^- , (jeweils 10^{-7} mol/l) pH 7.1- 14 basisch: mehr OH^- als H_3O^+

Population	Lebewesen <i>einer Art</i> , die in einem definierten Lebensraum leben.
Populationsdichte	Anzahl Organismen einer Population pro definierte Einheit Biotop
Rassen	Eine Art kann aus mehreren Rassen bestehen. Individuen verschiedener Rassen einer Art können sich normalerweise untereinander fortpflanzen und ihre Nachkommen sind fortpflanzungsfähig.
RGT- Regel	Zusammenhang zwischen Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur. Faustregel: Bei der Erhöhung der Temperatur um 10 Grad verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit.
Sukzession	Aufeinanderfolge der Populationen in einem neu besiedelten Ökosystem
Symbiose	Beide/alle beteiligten Organismen profitieren voneinander und sind häufig voneinander abhängig.
Toleranzbereich	Bereich eines Umweltfaktors, der für ein bestimmtes Lebewesen erträglich ist. Er liegt zwischen Minimum und Maximum dieses Faktors für ein bestimmtes Lebewesen. Diese Werte sind artspezifisch!
Trockenlufttiere	haben verdunstungshemmende Einrichtungen
wechselfeuchte Pflanzen	haben einen unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalt je nach momentaner Umgebung
wechselwarme Tiere	Ihre Körpertemperatur muss sich der Umgebungstemperatur anpassen.
Winterschlaf	hormonell gesteuerte Senkung der Körpertemperatur bei gleichwarmen Tieren zur Verlangsamung des Stoffwechsels, um dem jahreszeitlichen Nahrungsmangel zu begegnen
Zeigerorganismen	zeigen durch ihre Anwesenheit in einem Biotop einen hohen Wert (Menge) eines Umweltfaktors an

Umweltfaktoren

Toleranzbereich



Eigene Darstellung Ch. Jäggi

Der Toleranzbereich beginnt beim Minimum und endet beim Maximum.
Er liegt zwischen Minimum und Maximum dieses Faktors für ein bestimmtes Lebewesen. Diese Werte sind artspezifisch.

Der Toleranzbereich ist für jeden Faktor und für jede Art spezifisch.

Dasselbe gilt für die Lage von Minimum und Maximum, ebenso für die Spannbreite des Optimums und der ökologischen Potenz.

Der Bereich der ökologischen Potenz liegt innerhalb des Toleranzbereichs und zeigt, in welchem Bereich die Art lebensfähig ist.

Wenn das Minimum unterschritten und das Maximum überschritten ist, kann die Art nicht überleben.

Anpassungen der Arten an veränderte Umweltfaktoren sind mit der Evolution im Laufe vieler Generationen möglich.

Modifikationen sind beim gleichen Individuum innerhalb seines genetisch vorgegebenen Spielraums möglich.

Beispiel:

Beim Mais liegt die Toleranzkurve für die Temperatur weiter rechts als jene seines Parasiten, dem Maiszünsler. Das heisst, dass v. a. im feuchten kühlen Sommern der Maiszünsler zum Schädling für Maiskulturen werden kann. Mittelmeerklima oder heisse trockene Sommer vermindern den Parasitenbefall.

→ Wirkungsgesetz

Das Wachstum/die Entwicklung einer Art richtet sich nach dem Faktor, der am weitesten weg vom Optimum liegt.

Abiotische Faktoren:

Temperatur

RGT (Reaktionsgeschwindigkeits- Temperatur) – Regel

Die chemische Reaktionsgeschwindigkeit auch für lebende Systeme hängt von der Temperatur ab. Faustregel: Bei der Erhöhung der Temperatur um 10 Grad verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit

Höhenstufen

Die Zusammensetzung und die Art der Vegetation ändern sich mit zunehmender Höhe über den Meeresspiegel und mit Zunahme der nördlichen/südlichen Breitengrade.

In Gebieten um die Polarkreise finden wir eine ähnliche Vegetation wie in hochalpinen Regionen

Laubfall

findet sich bei vielen Pflanzen in gemässigten Zonen. Die Verbindung zwischen Blatt und Ast wird von der Pflanze aktiv verschlossen und führt zum Abbau von Chlorophyll. Dadurch verfärben sich die Blätter und vertrocknen schliesslich. Die Flüssigkeit wird in Stamm und Wurzel zurückgeführt. Dadurch wird verhindert, dass das Wasser in den Zellen bei Kälte gefriert und die Pflanze oft irreversibel schädigt.

Beispiele: Laubbäume und Sträucher

Wechselwarme Tiere

müssen ihre Körpertemperaturen der Umgebungstemperatur anpassen. Alle Tiergruppen ausser Vögeln und Säugetieren

→ Kälte- und Hitzestarre

Beim Minimum fallen die Tiere in eine Kältestarre,

beim Maximum in eine Wärmestarre

Beispiel: Fliegen

Gleichwarme Tiere

Säugetiere und Vögel haben eine konstante Körpertemperatur.
Die Aktivität wird v.a. in nittropischen Gebieten dem Nahrungsangebot angepasst.

→ Vogelzug

Die Zugvögel folgen dem Nahrungsangebot
Beispiele: Stare, Schwalben

→ Winterschlaf

Die Körpertemperatur wird hormonell indirekt über die Aussentemperatur gesteuert. Die Körpertemperatur sinkt ab.
Beispiel: Alpenmurmeltier (Marmota), Fledermäuse (Microchiroptera)

→ Winterruhe

Die Körpertemperatur sinkt nicht ab, aber die Tiere schlafen tief und lange.
Beispiele: Braunbär (Ursus arctos), Eichhörnchen (Sciurus vulgaris)

Bergmann'sche Regel

Individuen einer gleichwarmen Art oder nahe verwandter Arten werden in kälteren Regionen grösser als in warmen Gebieten.

Grund: Die Masse ist im Verhältnis zur Oberfläche grösser und somit besser vor Wärmeverlust geschützt.

Beispiel: Kaiser-Pinguine (Aptenodytes forsteri) werden bis 125 cm gross, Galapagos-Pinguine (Spheniscus mendiculus) ca. 50 cm.

Allen'sche Regel

Bei Individuen einer gleichwarmen Art sind Körperanhänge in warmen Regionen grösser, als in kalten.

Grund: Die Wärmeabgabe in warmen wird verbessert und der Wärmeverlust in kalten Regionen wird verringert.

Beispiel: Der Rotfuchs (Vulpes vulpes) hat kleinere Ohren als der Wüstenfuchs (Vulpes zerda).

Wasser

Osmoregulation

Der Wassergehalt in den Zellen wird über die Konzentration der Stoffe in den Körperflüssigkeiten reguliert.

Spezialfall: Tiere, die im Salz- und im Süsswasser leben, brauchen spezielle Anpassungsmechanismen

Beispiel: Lachse wandern zur Laichablage vom Meer in Ihre Heimatflüsse.

Anpassungen der Pflanzen

Diese erfolgen im Laufe der Evolution über viele Generationen hinweg.

Bei wechselfeuchten Pflanzen verlieren die Zellen während der Trockenheit Flüssigkeit und reduzieren den Stoffwechsel oder stellen ihn ein. Wenn genug Wasser zur Verfügung steht, quellen die Zellen auf und werden wieder aktiv.

Beispiele: Moose, Flechten

Gleich- oder eigenfeuchte Pflanzen haben Schutzvorrichtungen gegen den Wasserverlust, sei es in der Anatomie (dicke Cuticula auf den Blättern), sei es durch die Möglichkeit, Spaltöffnungen zu schliessen. Die verminderte

Fotosyntheserate wird oft über einen effizienteren Mechanismus (C4 statt C3) ausgeglichen.

Beispiele: Gräser

Xerophyten (Trockenpflanzen)

sind durch verschiedene Merkmale an die Trockenheit angepasst:
Dicke Cuticula, verdickte Blätter und Sprosse (*Sukkulenten*) oder
Umwandlung der Blätter in Dornen

Beispiel: Kakteen

Hygrophyten (Feuchtpflanzen)

brauchen mittelfeuchte bis feuchte Standorte fürs Wachstum

Beispiel: Farne

Hydrophyten (Wasserpflanzen)

Ihnen fehlen an den untergetauchten Pflanzenteilen Spaltöffnungen.
Sie nehmen Wasser und Mineralsalze über ihre ganze Oberfläche
auf.

Beispiele: Seerose (Ninfea comune), Algen

Tropophyten (wandlungsfähige Pflanzen)

leben in gemässigten Klimazonen und haben sich an ungünstige
Jahreszeiten angepasst: Laubfall im Herbst

Beispiele: Laubbäume und Sträucher

Einige Pflanzenarten können extreme Trockenperioden ausgetrocknet
überstehen.

Beispiele: Rose von Jericho (Anastatica hierochuntica), Flechten

Einzelne Arten brauchen sogar Buschfeuer, damit sie weiter wachsen oder
auskeimen können.

Beispiel: Eukalyptusbäume

Anpassungen der Tiere

Viele Tiere regulieren die Feuchtigkeit bis zu einem gewissen Mass über die
Haut. Vielfältige Anpassungen v. a. an die Trockenheit schützen vor
Wasserverlust.

Beispiele: Schuppen der Reptilien, Chitinpanzer bei Insekten

→Trockenstarre

tritt beim für die entsprechende Art maximalen Wert für Trockenheit auf

Beispiel: Bärentierchen (Tardigrada)

Licht

Fotoperiodik

Wachstum und Verhalten werden durch die Licht- Dunkelphasen gesteuert.
→ innere Uhr.

Pflanzen

- öffnen und schliessen die Blüten je nach Tageszeit
z. B. Löwenzahn (*Taraxacum officinale*)
- oder sie können je nach Tageszeit die Blätter senken
z. B. gewisse Bohnengewächse
- oder drehen die Blüten nach der Sonne
z. B. Sonnenblume (*Helianthus annuus*)

Tiere werden unterteilt in

- Tagaktive
z. B. viele Vogelarten, viele Insektenarten
- Dämmerungsaktive
z. B. Rehe (*Capreolus capreolus*), Igel (*Erinaceus europaeus*)
- Nachtaktive
z. B. Fledermäuse (*Microchiroptera*) Wildschweine (*Sus scrofa*)

Dadurch schützen sie sich vor Fressfeinden oder haben einen Jagdvorteil

Auch der Vogelzug wird mindestens zum Teil über das Licht gesteuert.

Anpassungen der Pflanzen

Lichtpflanzen

Sie brauchen viel Licht und haben meist kleine dicke Blätter
z. B. Gräser

Schattenpflanzen

Sie brauchen wenig/er Licht haben meist grosse dünnere Blätter
z. B. Farne

Langtagpflanzen

Sie entwickeln Blüten bei zunehmender Tageslänge.
z. B. Schwertlilien (*Iris*)

Kurztagpflanzen

Sie beginnen erst bei kürzer werdenden Tagen
z. B. Astern (*Aster*)

Tagneutrale

Die Tagesdauer hat keinen Einfluss auf die Blütenbildung
z. B. Hirtentäschelkraut (*Capsella bursae pastoris*), Mais (*Zea mais*)

Modifikationen bei Pflanzen

Mit der gleichen genetischen Ausstattung bilden sie je nach verfügbarer Lichtmenge grössere oder kleinere Blätter, um das Licht optimal zu nutzen
Lichtblätter sind kleiner und dicker als Schattenblätter.

Anpassungen der Tiere

Tiere sind indirekt z. B. über die pflanzliche Nahrung vom Licht abhängig.
→ Anpassung an die veränderte Nahrung, v. a. wesentlich für Nahrungsspezialisten

pH- Wert und Kalkgehalt

Vor allem Pflanzen sind vom Säuregrad des Bodens abhängig, da sie an einen festen Standort gebunden sind. Der ist für jede Pflanzenart mehr oder weniger spezifisch.

Saure Böden enthalten oft wenig Ca, Mg oder K.

Al^{3+} -, $Fe^{2+/3+}$ - und $Mn^{2+(7,6,4,3+)}$ - Salze sind in sauren Böden besser löslich und können für einzelne Arten giftig sein.

Einige Pflanzen ertragen nur einen sehr engen pH- Bereich, andere sind da flexibler, haben aber meist einen bevorzugten pH- Bereich.

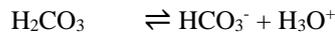
Kalkhaltige Böden sind eher basisch.

Z. B. Hortensien (*Hydrangea spec.*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*) wachsen auf eher sauren Böden.

Z. B. Ackersenf (*Sinapis arvensis*), Klatschmohn (*Papaver rhoeas*) wachsen eher auf basischen, kalkhaltigen Böden.

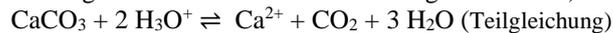
Klimawandel – Korallensterben

Wärmere Meere → mehr CO₂ im Wasser gelöst → mehr H₃O⁺ im Wasser → pH sinkt



Wichtig für Meereslebewesen, die für ihre Entwicklung Kalk benötigen, ist der Sättigungsgrad an Kalk (CaCO₃) im Oberflächenwasser.

Durch die Reaktion mit H₃O⁺ wird dem Meerwasser Kalk entzogen, welchen die Korallen für ihre Bildung benötigen. (Das chemische Gleichgewicht verschiebt sich Richtung Ca²⁺-Ionen)



Salzgehalt des Bodens

Es gibt salzliebende, salztolerante und salzfliehende Arten.

Salzliebende Pflanzen haben oft Mechanismen (Salzdrüsen) entwickelt, mit denen sie überschüssiges Salz ausscheiden können.

Z. B: Mangroven bilden eine grosse Pflanzengruppe, zu der viele Familien gehören: 2 wichtige Gattungen sind Avicennia und Rhizophora. Sie sind meist typische Halophyten mit Anpassungen an Salzgehalt und variablem Wasserstand im schlammigen Boden (Luftwurzeln).

Sauerstoff und Kohlendioxid

Sauerstoff (O₂) ist wichtig für Energiefreisetzung aus Zucker (Glucose C₆H₁₂O₆) bei der Zellatmung.

CO₂ ist nötig für die Energiebindung in Form von Glucose durch Fotosynthese. Dabei wird O₂ frei.

→ Zeigerorganismen

zeigen durch ihre Anwesenheit in einem Biotop einen hohen Wert (Menge) eines Umweltfaktors an.

Biotische Faktoren ← Beziehungen der Lebewesen untereinander

Innerartliche Beziehungen

Beziehungen der Lebewesen einer Art

Pflanzen: Ihre Kommunikation ist noch wenig erforscht.

Tiere: → Verhalten

Pheromone

Botenstoffe, welche bei Tieren und wahrscheinlich auch bei Pflanzen Reaktionen steuern.

→ intraspezifische Konkurrenz

Konkurrenz durch Individuen der gleichen Art um Ressourcen wie Nahrung, Raum, Fortpflanzungspartner...

→ Standortnutzung bei Pflanzen

→ Verhaltensabläufe bei Tieren

Zwischenartliche Beziehungen

→ interspezifische Konkurrenz

Verschiedene Individuen verschiedener Arten konkurrieren um die gleichen Ressourcen, wie Nahrung oder Raum.

→ Konkurrenzausschluss

Verschiedenen Arten mit gleichen Ansprüchen können nicht im gleichen Lebensraum vorkommen. Sie verdrängen sich gegenseitig.

Beispiele: invasive Neophyten oder Neozoen

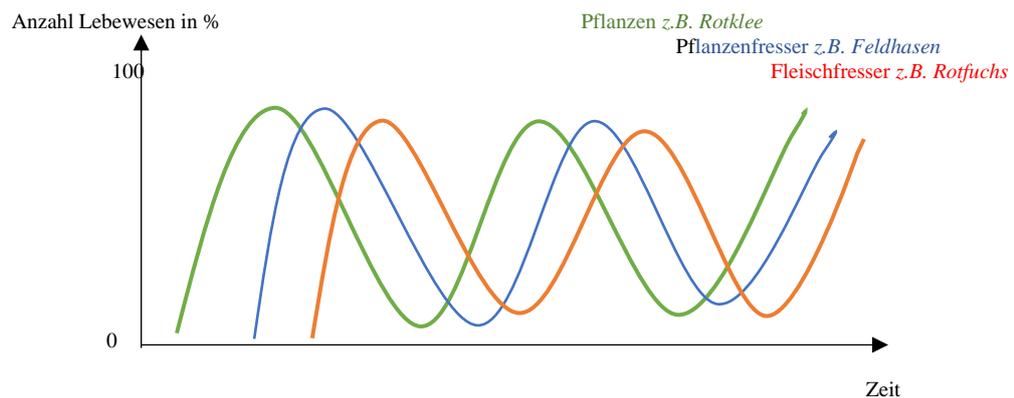
→ Konkurrenzvermeidung/Konkurrenzverminderung

Arten mit sehr ähnlichen Ansprüchen an die Umweltfaktoren leben an verschiedenen Standorten (Pflanzen) oder in verschiedenen Lebensräumen (Tiere).

*Beispiel: Gämsen (*Rupicapra rupicapra*) und Rehe (*Capreolus capreolus*) leben in unterschiedlichen Höhenstufen*

→ Räuber- Beute- Beziehung

Es sind verschiedenste Beziehungsformen möglich.



Eigene Darstellung Ch. Jäggi

Zuerst nehmen die Pflanzen, dann die Pflanzenfresser und am Schluss die Fleischfresser zu.

Viele Pflanzenfresser vermindern die Futterpflanzen. Gleichzeitig steigt das Angebot der Nahrung für die Fleischfresser. Die Pflanzenfresser nehmen also ab, die Pflanzen erholen sich, dann vermindern sich die Fleischfresser und die Pflanzenfresser erholen sich...

Angriff und Flucht bei Tieren

Falls die Fluchtdistanz (nach H. Hediger, Schweizer Zoologe) unterschritten wird, erfolgt normalerweise die Flucht. Sie ist meist energiesparender als ein Angriff.

Angegriffen wird, wenn die Fluchtdistanz/Individualdistanz mehr oder weniger massiv unterschritten wird. Wenn Muttertiere Junge führen, ist die kritische Distanz meistens grösser.

Verteidigung

aktive Verteidigung

ist immer energieaufwändiger als die Flucht. Sie wird normalerweise von Tieren gegen Fressfeinde und zum Schutz der Jungtiere (bei Brutpflege) eingesetzt.

Verhalten: beißen, stossen, schlagen, kratzen, stechen... solange, bis der Fressfeind aufgibt oder die Kräfte nachlassen.

passive Verteidigung

kann von Pflanzen und Tieren eingesetzt werden.

- Hilfsmittel: - Gifte auf der Oberfläche oder im Organismus (z. B. *Schlangen*),
- Brennhaare
z.B. *Brennnesseln (Urtica)*
 - Stacheln (Auswüchse der Epidermis)
z.B. *Brombeeren (Rubus)*
 - Dornen (umgewandelte Blätter oder Teile des Sprosses z.B. *Kakteen*)
 - übelriechende Sekrete, z. B. *Lamiden*

Schutztrachten

Tarnung

Die Färbung passt sich der Umgebung an.

z.B. *Schneehasen (Lepus timidus)*, im Sommer braun gescheckt, im Winter weiss

Warntrachten

gelb- schwarz oder orange- schwarz, warnen den Fressfeind
z.B. *Feuersalamander (salamandra, salamandra)*, *Wespen*

Schrecktrachten

auffällige Körperzeichnung, die bei Bewegung z. B. die Augen eines grossen Tieres nachahmt

z.B. *Flügel des Schmetterlings Tagpfauenauge (Inachis io)*

Nachahmungstracht

Mimese

ahmen die Umgebung nach

z.B. *Kakteen «lebende Steine»*

Mimikry oder Scheinwarntracht

imitieren die Körperfärbung eines Tieres mit Warntracht

- defensiv: dient dem Schutz vor Fressfeinden
z.B. *Die Schwebefliege (Episyrphus balteatus)* imitiert das Aussehen von *Wespen*
- aggressiv: ahmt das Aussehen eines harmlosen Tieres /einer harmlosen Pflanze nach und kommt leichter an die Beute
z.B. *Der räuberische Säbelzahn-Schleimfisch (Aspidontus taeniatus)* imitiert den harmlosen *Putzerlippfisch (Labroides dimidiatus)*

Parasitismus

Zusammenleben zweier Arten, von der aber nur eine Art profitiert. Der Parasit lebt im oder auf dem Wirtsorganismus und schädigen ihn mehr oder weniger stark. Einzelne Parasiten haben auch mehrere Wirte, so genannte Zwischenwirte. Die meisten Parasiten sind mehr oder weniger spezifisch.

Die Übergänge zur Symbiose (siehe unten) können fließend sein.

Beispiel: Apfelwickler (Cydia pomonella) im Apfel (Malus domestica): Der wurmstichige Apfel reift früher, was in einem kalten Herbst von Vorteil sein kann.

- Endoparasiten leben im Innern des Wirts und haben oft reduzierte Körperteile.
z.B. Malariaerreger Plasmodium mit dem Zwischenwirt Fiebertmücke (Anopheles)
Moderne Viren sind obligatorische Endoparasiten. Sie brauchen für ihre Vermehrung einen lebenden Wirt.
- Exoparasiten leben auf den Wirtsorganismen.
z.B. Stechmücken, Flöhe, Zecken,

Karpose

Einseitiges Nutzniessertum

Die eine Art hat vom Zusammenleben einen Vorteil, die andere weder Vor- noch Nachteile. Oft sind die Übergänge zum Parasitismus fließend.

z. B. Seepocken (Sessilia) auf Buckelwalen (Megaptera novaeangliae)

Kommensalismus

(«Mitesserschaft» vom lat. commensalis, Tischgenosse)

Die Kommensalen ernähren sich von der gleichen Nahrung.

Beispiel: Verschiedene Geierarten ernähren sich vom gleichen Aas. Mönchsgeier (Aegypius monachus) öffnen die verendeten Tiere und fressen Haut, Sehnen, Muskeln, Gänsegeier (Gyps fulvus) die Innereien, Bartgeier (Gypaetus barbarus) fressen v. a. Knochen und Mark, und Schmutzgeier (Neophron percnopterus) die Reste der andern und beseitigen so den Kadaver.

Symbiose

Lebensgemeinschaft von zwei oder mehreren Arten, bei der alle profitieren.

- Endosymbiose
Die einen Symbionten befinden sich im Organismus des andern.
*Beispiele: Mikrobiom des Menschen (Bakterien im Verdauungstrakt)
Flechten, bestehend aus einer Algen- und einer Pilzart
Knöllchenbakterien (Hyphomicrobiales) in den Wurzeln der Leguminosen*
- Ektosymbiose
Die Symbionten leben ausserhalb des Körpers des Symbiosepartners. Sie sind dauerhaft oder vorübergehend in Kontakt zueinander.
*Beispiel: Blattläuse und Ameisen
Seeanemonen (Actinaria) und Einsiedlerkrebse (Paguroidea).
Einsiedlerkrebse besiedeln leere Schneckenhäuser. Die Seeanemone haftet am Schneckenhaus des Einsiedlerkrebses und wird damit auch an andere Nahrungsquellen transportiert. Dafür bietet sie dem Krebs mit ihren giftigen Tentakeln Schutz vor Fressfeinden.*

Coevolution

Anpassung zweier oder mehrerer Arten aneinander über Generationen hinweg.
Sie kann bei allen Arten und allen Typen zwischenartlicher Beziehungen vorkommen.
Beispiele: Mensch (homo sapiens)- Coronavirus (Sars-Cov-2)
Fortpflanzungszyklen von Seeanemone (Actiniaria) und Einsiedlerkrebs (Paguroidea)

Populationen

Eine Gruppe von Lebewesen einer Art, die im gleichen Biotop leben, werden als Populationen bezeichnet.

Populationsdichte

Sie ist definiert als die Anzahl Lebewesen einer Art, also die Mitglieder einer Population in einem vorgegebenen Biotop.

Geburtenrate

Anzahl Geburten innerhalb einer Population in deinem definierten Zeitraum

Sterberate

Anzahl Lebewesen einer Population, die innerhalb eines gegebenen Zeitraums sterben.

Regulation der Population

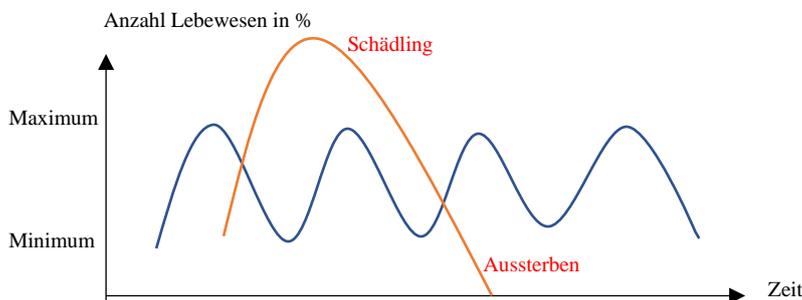
dichteunabhängige Faktoren

Faktoren, welche die durch die Populationsdichte beeinflusst werden.
Beispiele: Klima, Nahrungsqualität, unspezifische Feinde

dichteabhängige Faktoren

Faktoren, die unabhängig von der Populationsgrösse die Population beeinflussen
Beispiele: Artspezifische Krankheiten, Dichtestress, knappe Ressourcen

In einem Ökosystem im Fließgleichgewicht schwanken die Populationszahlen zwischen Minimum und Maximum. Diese Werte sind artspezifisch.



Eigene Darstellung Ch. Jäggi

Die Population befindet sich in einem Fließgleichgewicht

Die Population wird zuerst zum Schädling und stirbt dann aus. Grund: Verknappung der Ressourcen bis zum Verschwinden.

Eine Art wird zum Schädling, wenn die Anzahl der Lebewesen dieser Art das Maximum überschreitet. **Grundsätzlich kann jede Art zum Schädling werden.**

Ökosysteme

ökologische Nische

Umweltzustände mit spezifischen Lebensbedingungen, die von einzelnen oder meist von Gruppen von Populationen genutzt werden.

→ System von Wechselbeziehungen zwischen Organismen einer Population und deren Umwelt

Vergleich: Lebensraum ist die Adresse eines Organismus
Nische ist der Beruf dieses Organismus

Beispiel: Eine Baumkrone: Der Baum ist Lebensraum und hat als Beruf die Erhaltung der Lebensbedingungen (Sauerstoffbildung, Schatten...)

Organismen mit vergleichbaren Ansprüchen belegen vergleichbare ökologische Nischen.

Beispiel: Pinguine (*Sphenisciformes*) auf der Südhalbkugel und Alkenvögel oder Lummern (*Alca*) auf der Nordhalbkugel

ökologische Äquivalente

Lebewesen aus verschiedenen Familien haben vergleichbare ökologische Ansprüche. Oft entstehen sie durch konvergente Evolution (Die Evolution bei verschiedenen Arten läuft unabhängig voneinander in die ähnliche Richtung)

Beispiel: Kängurus (*Macropodidae*) in Australien, Wüstenspringmaus (*Jaculus*) aus Asien und Springhase (*Pedetes*) in Afrika als springende Pflanzenfresser
Wolfsmilchgewächse (*Euphorbiaceae*) und Kakteen (*Cactaceae*)

→ Nahrungsbeziehungen

Nahrungsketten: Sie verlaufen in eine Richtung. Der Begriff ist aber ungenau.
Besser:

Nahrungskreisläufe: Sie bestehen aus mehreren Gliedern, meistens ausgehend von einer Art. Im intakten Ökosystem sind diese Kreisläufe geschlossen. Die verschiedenen Nahrungskreisläufe greifen ineinander.

Nahrungspyramide



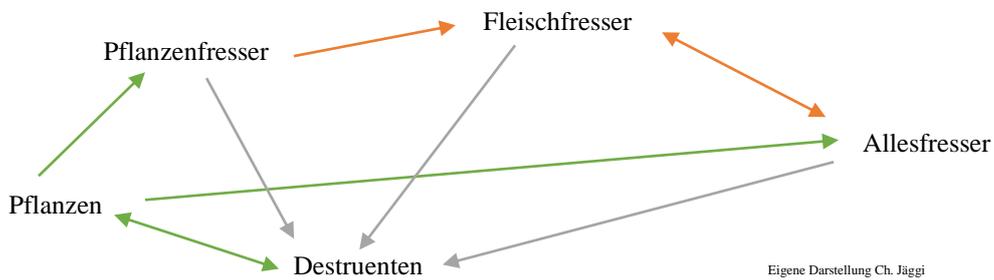
Eigene Darstellung Ch. Jäggi

Die Biomasse nimmt von unten nach oben ab.

→ Anreicherung von Giftstoffen von unten nach oben
z.B. DDT im Fett von Eisbären

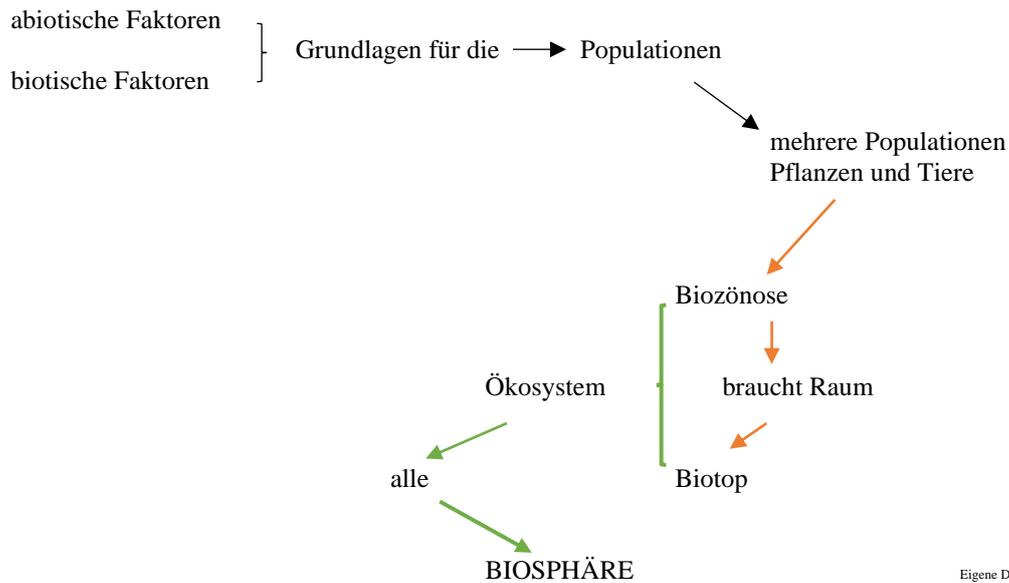
→ Schadstoffanreicherung in den verschiedenen Nahrungskreisläufen, also auch in den Nahrungsnetzen.

→ **NAHRUNGSNETZE**



- Produzenten** können anorganische Stoffe wie CO₂ und H₂O zu organischen Stoffen verstoffwechseln. Dazu brauchen sie Mineralsalze. (Photosynthese)
Sie sind autotroph.
Grüne Pflanzen, gewisse Bakterien, Algen
- Konsumenten** brauchen für die Ernährung organische Stoffe
Mehrere Ordnungen
Sie sind heterotroph
Tiere, Pilze
- Destruenten** zersetzen totes organisches Material und setzen dabei CO₂ und Mineralstoffe frei.
Sie sind auch heterotroph.
Bodenbakterien, Pilze, Detritus(=Abfall)fresser

Schema der ökologischen Zusammenhänge



Toleranz-

Bedingungen { optimale
minimale
maximale

Bereich

→ **Anpassung der Art** durch Mutation im Lauf vieler Generationen (Evolution)

Selbstversorger = autotrophe Lebewesen
Nichtselbstversorger = heterotrophe Lebewesen

Modifikation der einzelnen Lebewesen gemäss der genetischen Ausstattung

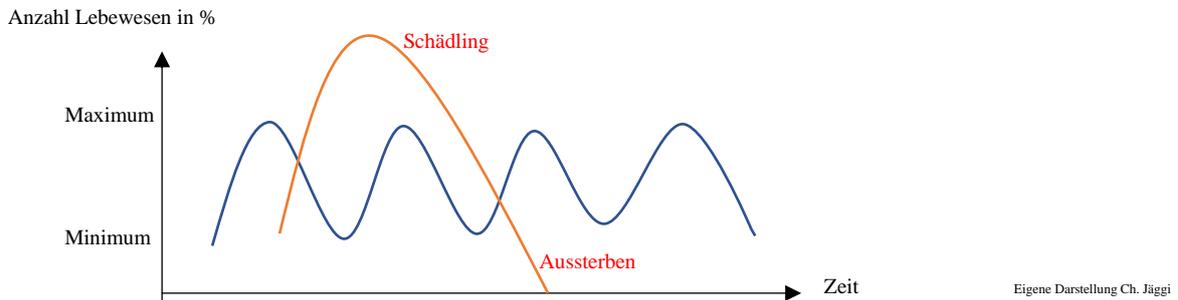
Ein einzelnes Lebewesen ändert sein Aussehen oder Teile seines Äusseren entsprechend den Umweltfaktoren innerhalb der genetisch vorgegebenen Möglichkeiten.

Beispiel:

Die gleiche Grasart (einjähriges Rispengras, Poa annua) wird auf 600m ü M bis 50 cm hoch, im Hochgebirge einige wenige cm.

Biologische Gleichgewichte

Dabei handelt es sich um **Fliessgleichgewichte**. Die Anzahl Individuen schwankt innerhalb bestimmter, artspezifischer Grenzen. Ausschlaggebend ist jeweils der entsprechende Umweltfaktor.



Die Population befindet sich in einem Fliessgleichgewicht

Die Population wird zuerst zum Schädling und stirbt dann aus. Grund: Verknappung der Ressourcen bis zum Verschwinden.

Eine Art wird zum Schädling, wenn die Anzahl der Lebewesen dieser Art das Maximum überschreitet. **Grundsätzlich kann jede Art zum Schädling werden.**

→ Ungleichgewichte

Diese können reversibel oder irreversibel sein.

Irreversible Ungleichgewichte haben oft das Aussterben einzelner, aber meist mehrerer Arten zur Folge.

Oft stellen sich **neue Fliessgleichgewichte**, nicht selten mit anderer Artzusammensetzung, ein.

Sukzession: Abfolge der Arten nach einer Störung des biologischen Gleichgewichts oder am Anfang der Bildung eines neuen Ökosystems

Beispiel: Entwicklung eines Ökosystems auf einer neu gebildeten Vulkaninsel (Surtsey, Island)

→ **Klimax:** Endstadium oder Höhepunkt eines Ökosystems unter den gegebenen Standort- und Klimaverhältnissen

Stoffkreisläufe und Energiefluss

Ökosysteme befolgen die thermodynamischen Gesetze. Energie kann nicht gewonnen oder verloren werden. **Energie** kann **umgewandelt** werden: Sonnenlicht in chemische Energie. Bei allen Energierumwandlungsprozesse wird Energie in Form von Wärme frei. Energie kann als Zucker, Stärke, Fett oder Proteine gespeichert werden.

Autotrophe Organismen - wandeln durch Lichtenergie oder chemische Energie Lichtenergie in chemische Energie (Photosynthese)

Beispiele: Grünpflanzen, Algen, Cyanobakterien

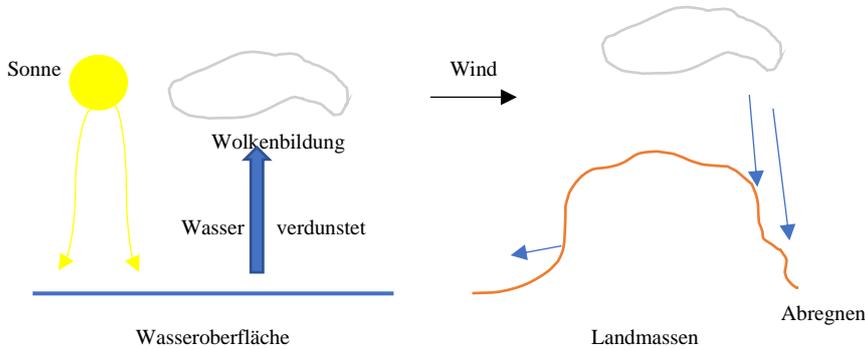
- oder sie nutzen durch anorganische Reaktionen freigesetzte Energie wie Oxidationsreaktionen zur Herstellung organischer Moleküle wie Glukose nutzen (Chemosynthese).

Beispiele: Bakterien, die Chemosynthese betreiben

Heterotrophe Organismen brauchen organisches Material zur Ernährung.

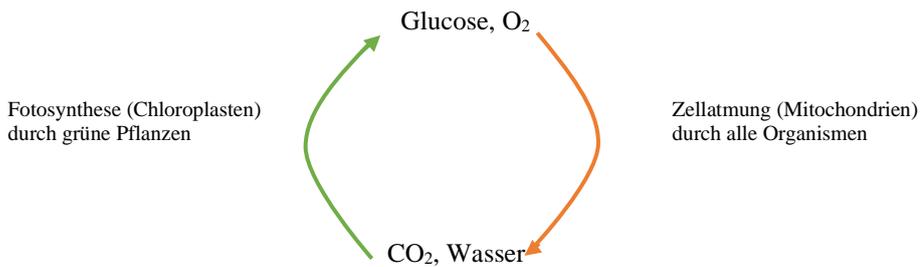
Chemische Elemente werden ständig in die Stoffkreisläufe zurückgeführt.

Wasserkreislauf



Eigene Darstellung Ch. Jäggi

Sauerstoff – Kohlenstoff- Kreislauf

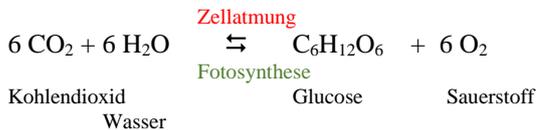


Eigene Darstellung Ch. Jäggi

Bei der Fotosynthese wird Wasser mit Hilfe von Chlorophyll gespalten. (Fotosysteme I und II) Lichtenergie wird dabei in chemische Energie umgewandelt. O₂ wird frei. CO₂ wird über den Calvin-Zyklus in die Zuckervorstufe eingebaut. Dabei wird Glucose gebildet und später zu Stärke (Amylose und verwandte Produkte) verknüpft. Die chemische Energie wird gespeichert.

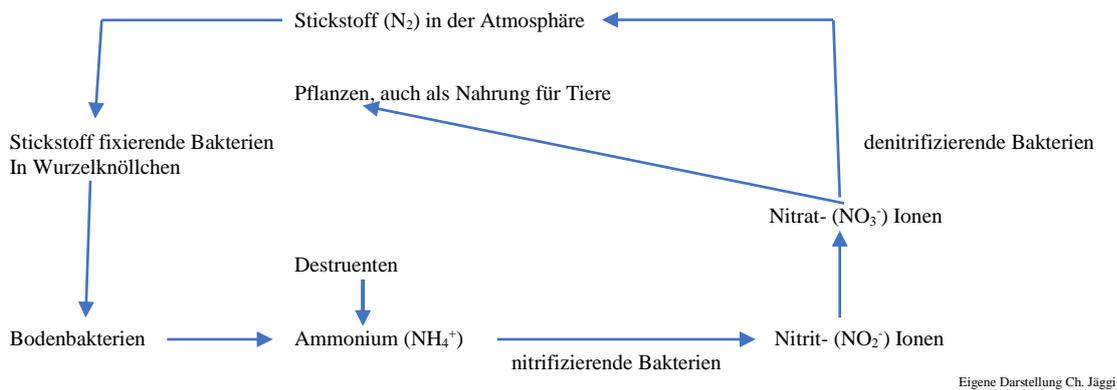
Bei der Zellatmung wird Glucose durch Glycolyse und Krebszyklus gespalten. Energie und Elektronenüberträger (ATP und NADH + H⁺) werden beladen. Dabei wird CO₂ als Abbauprodukt freigesetzt. O₂ reagiert in der Atmungskette mit Wasserstoff (4 H⁺ + 4e⁻) zu Wasser.

Auch die Verbrennung organischer Stoffe, Vulkanausbrüche und das Schmelzen des Permafrosts setzen CO₂ frei.



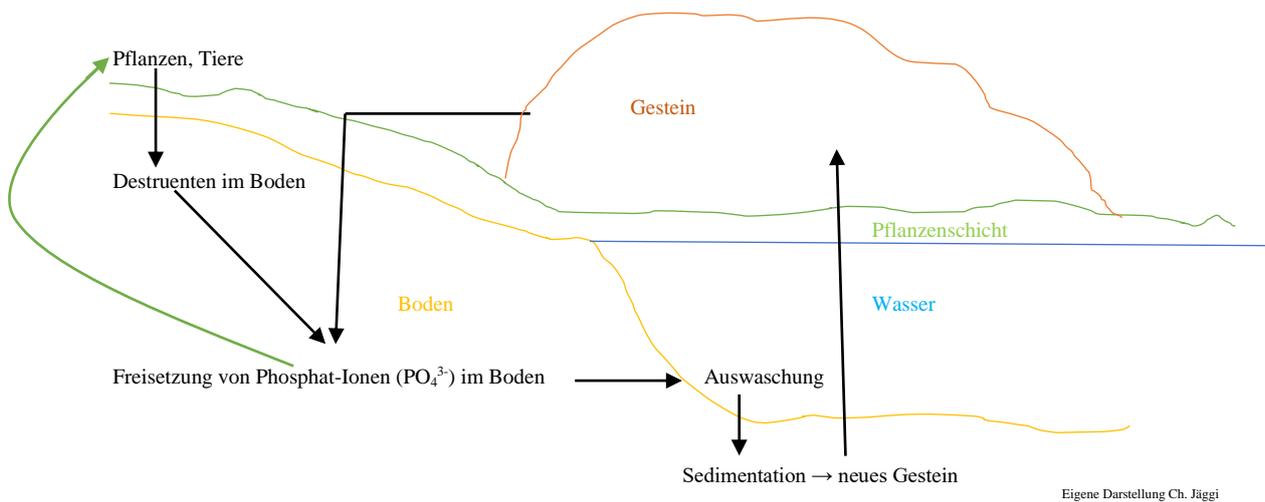
(Es wird **nicht** CO₂ in O₂ und umgekehrt umgewandelt!)

Stickstoffkreislauf



Düngung mit Mineraldünger beeinträchtigt und/oder schädigt die Bodenbakterien, so dass der Phosphatkreislauf ungenügend oder gar nicht mehr funktioniert.

Phosphorkreislauf



Pflanzen brauchen Phosphat zum Wachstum.

Bei einer Überdüngung der Böden mit Phosphat wird das überschüssige Phosphat ins Wasser ausgewaschen. Dadurch nimmt in den Gewässern das Algenwachstum stark zu. Beim Absterben der Algen wird von den Destruenten viel Sauerstoff benötigt. Bei starkem Algenwachstum kann dies zum Kippen eines Gewässers führen. Das Gewässer enthält für die Zellatmung der Wasserorganismen zu wenig O_2 und zu viel CO_2 , was zu deren Absterben führt. Im Extremfall stirbt das Gewässer ab.

Eingriffe des Menschen

Bevölkerungsexplosion

Durch verbesserte Hygiene und medizinische Möglichkeiten sinkt die Sterberate der Menschen. Dadurch steigt die Bevölkerung der Erde durch den Menschen vor allem seit dem 20. Jahrhundert «superexponentiell». Dies führt und führte zum Raubbau an natürlichen Ressourcen und zu vermehrter Umweltverschmutzung.
Das bedeutet eine starke Belastung für die Biosphäre.

→ Der Energieverbrauch ist annähernd im gleichen Mass gestiegen, in den Industrieländern überproportional.

Problem der grauen Energie bei der Neuanfertigung von Gebrauchsgütern, welche oft auf falsch verstandenem Umweltgedanken ausgewechselt werden. (*Autos, Elektrogeräte...*)
Die Digitalisierung konsumiert verhältnismässig viel Energie.

→ Die Nahrungsproduktion hat zugenommen:

Intensive Landwirtschaft.

Folgen: ausgelaugte Böden durch Monokultur, Verarmung der Biodiversität
Food Waste

→ Mobilität und Bautätigkeit

Verdichtung der Böden.

→ Freizeitverhalten

→ Umweltschäden

Luftverschmutzung

→ Klimaerwärmung

Versauerung der Meere

Häufigere und heftigere Stürme durch mehr Energie und dadurch höhere Temperaturen in der Atmosphäre

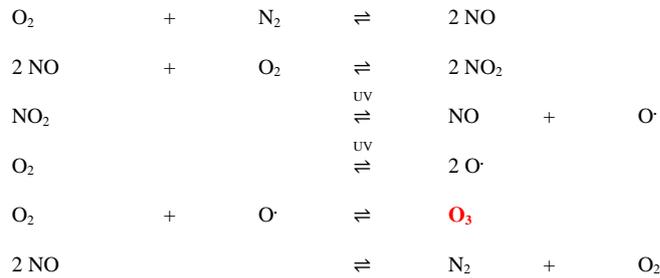
Wasserverschmutzung

Abfall

→ Plastic, Mikro- und Nanoplastic in Gewässern und Böden,
die auch in die Nahrungskette gelangen.

Bodenverschmutzung, Bodenverdichtung, Bodenübernutzung

Waldschäden

OzonproblematikBildung von bodennahem Ozon O₃

Eigene Darstellung Ch. Jäggi

O[·] sind Sauerstoffradikale. Auf dem Land erfolgt die Rückreaktion langsamer als besiedelten und /oder befahrenen Orten, da die Konzentration an NO_x kleiner ist.

Ozonabbau in der Stratosphäre

Die Ozonschicht in der Stratosphäre schützt die Biosphäre auf der Erde vor den kurzwelligeren Ultraviolett-(UV)- Strahlung der Sonne. Wenn die Ozonschicht dünner oder zerstört wird, können auch die kurzwelligeren UV- Strahlen in die Atmosphäre eindringen. Diese Strahlen können Änderungen an der DNA aller Organismen oder an der Viren- RNA bewirken, was Mutationen zur Folge hat.

Kurzwelliges UV- Licht spaltet die sonst stabilen Kohlenwasserstoff- Verbindungen (FCKW). Freie Halogen- Radikale entstehen.



Eigene Darstellung Ch. Jä

ClO· /FO· regen weitere O₃ zur Reaktion an.

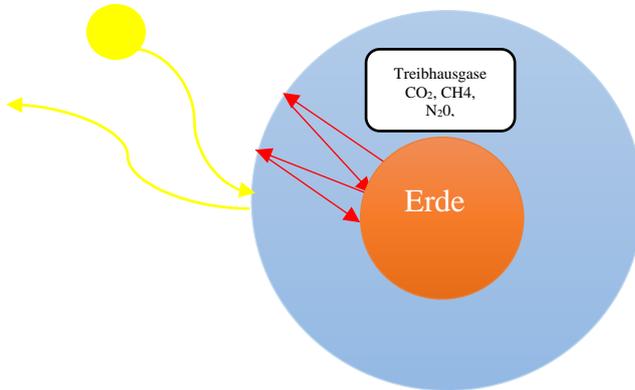
→ Kettenreaktion

Im Normalfall besteht ein chemisches Gleichgewicht zwischen Ozonaufbau und Ozonabbau. Wenn viele freie Halogen- Atome aus den Fluor- Chlor- Kohlenwasserstoff- Verbindungen (FCKW) entstehen, verschiebt sich das Gleichgewicht in Richtung der Sauerstoffmoleküle (O₂).

(Die Punkte symbolisieren die freien Elektronen.)

Treibhauseffekt

Die **Sonne** gibt Wärmestrahlung (Infrarot IR) an die Erde ab. Ein Teil wird von der Erde absorbiert. Ein grosser Teil wird normalerweise wieder abgestrahlt. Treibhausgase vermindern die Abstrahlung der Wärmeenergie der Erde ins All. Die Wärmestrahlung wird an den Treibhausgasen auch reflektiert → Klimaerwärmung



eigene Darstellung Ch. Jäggi

Durch den Treibhauseffekt erwärmt sich die Atmosphäre. Dies hat eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit zur Folge. Somit hat die Klimaerwärmung auch einen indirekten Einfluss auf die Verringerung des Ozon-Schutzschildes.

→ Folgen der Umweltbelastung:

- Häufigere und stärkere Hitzewellen
- Häufigere und stärkere Unwetter
- Mehr Starkregen → Überschwemmungen
- Verminderung der Biodiversität
- Nahrungsmittelknappheit → Migration
- Zerstörung der Nahrungskreisläufe

Herausforderungen an Wissenschaft und Politik

Schliessen der offenen Kreisläufe
Begrenzung der Umweltschäden durch intelligente Prozesse
Vorgaben zur Eindämmung der Umweltschäden

Quellen

- Biologie heute SII, Schrödel Verlag 2004 S. 222 - 281
Biologie, Campbell et al., Parson 2010 S. 1307 -1488
Flora Helvetica, Lauber/ Wagner , Haupt, 2009, Bern für Pflanzenbeispiele
Ökologische Zeigerwerte, Landolt, geobotanisches Institut, Zürich 1977
Taschenatlas der Umweltchemie, Schwendt G., Thieme Verlag, Stuttgart 1996