



SYLLABUS

MODULAIRE LEERROUTE



Ecologie

Biologie havo 4



Inhoud Kennisbanken ELO ECOLOGIE

1	STRUCTUREN EN DYNAMIEK IN DE ECOLOGIE	5
1.1	Omstandigheden in een ecosysteem	5
	Abiotische of biotische factoren?.....	5
	De invloed van biotische factoren.....	6
	De invloed van abiotische factoren.....	6
	Leven in een microklimaat	7
	Eigenschappen en abiotische factoren	7
	Overlevingskansen	8
	Genenpoel.....	8
	Beperkende factoren.....	9
	Tolerantie en optimum.....	9
	Indicatorsoort.....	10
	De leefomgeving.....	10
	Habitat.....	10
	Niche.....	11
1.2	Relaties	11
	Relaties binnen populaties (binnen de soort)	12
	Concurrentie.....	12
	Coöperatie.....	12
	Relaties tussen verschillende soorten.....	13
	Predatie	13
	Symbiose	14
	Mutualisme.....	14
	Parasitisme	14
	Commensalisme	14
	Overlappende niches.....	15
	Afweer bij planten	15
	Afweer tegen ziekteverwekkers.....	16
	Afweer tegen planteneters	16
1.3	Populaties in een ecosysteem	17
	Populatiegrootte en -dichtheid.....	17
	Populatiegrootte bepalen - 1	18
	Populatiegrootte bepalen - 2	18
	Populatie-dichtheid	19

	3
Emigratie, immigratie en draagkracht.....	19
Groei van een populatie	20
Beperkte en onbeperkte groei van een populatie	20
Onbeperkte groei van een populatie	21
Beperkte groei van een populatie	21
Instorten van een populatie	22
1.4 Stabiliteit van een ecosysteem.....	23
Stabiliteit in een ecosysteem	23
Evenwicht door organismen.....	24
Evenwicht door abiotische factoren.....	24
Evenwicht door concurrentie	25
Verstoring van de stabiliteit van een ecosysteem	25
Verstoring door abiotische factoren	26
Verstoring door biotische factoren - 1	27
Verstoring door biotische factoren - 2	27
Afname biodiversiteit	28
EHS en eoducten.....	29
1.5 Ontwikkeling van ecosystemen.....	30
Ontwikkeling in een ecosysteem.....	30
Successie.....	31
Successie door (a)biotische factoren.....	31
Kenmerken van een pionierecosysteem	32
Kenmerken van een climaxecosysteem	32
Klimaat en ecosysteem.....	33
2 ENERGIESTROMEN EN KRINGLOPEN	33
2.1 Voedselketen en voedselweb.....	33
Deelnemers aan een voedselketen en -web	34
Producent, consument en reductent.....	34
Heterotroof en autotroof	35
Trofische niveaus in een ecosysteem.....	35
2.2 Kringlopen in de natuur.....	36
Kringlopen	37
Kringloop van mineralen	38
Biologische afbreekbaarheid - 1	38
Biologische afbreekbaarheid - 2	39
Onttrekken van materie	39

	4
Routes van koolstof.....	40
Vastleggen en vrijmaken	40
Verbruik van koolstofhoudende stoffen	41
Verstoord evenwicht in de koolstofkringloop.....	41
Versterkt broeikas-effect.....	42
Routes van stikstof	42
Stikstoffixatie.....	43
Verbruik van stikstofhoudende stoffen.....	43
Stikstofkringloop.....	44
Verstoord evenwicht in de stikstofkringloop	44
Verzuring	45
2.3 Landbouw en kringlopen	45
Landbouw	46
Landbouw en bio-industrie	46
Biologische landbouw.....	47
Beperkende factoren en biotechnologie.....	47
Bevolkingsgroei en kringlopen	48
Groei van de wereldbevolking.....	48
Scheiding tussen productie en verbruik	49
Verdroging.....	49
Eutrofiëring.....	50
Energievoorziening bacteriën.....	50
3 SYSTEMATIEK	51
3.1 Ordening van soorten.....	51
Ordening volgens Linnaeus	51
Wetenschappelijke naamgeving	52
Taxonomie en soort.....	52
Taal van de wetenschap	53

1 STRUCTUREN EN DYNAMIEK IN DE ECOLOGIE

1.1 Omstandigheden in een ecosysteem

Inleiding

Elk organisme komt maar op bepaalde plaatsen op de aarde voor.

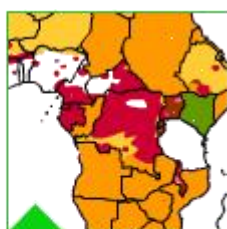
Voor sommige soorten is het verspreidingsgebied heel groot, voor andere heel erg klein. Of een organisme ergens kan voortbestaan hangt af van factoren in dat organisme zelf: zijn erfelijke aanleg. Maar het wordt ook bepaald door alle factoren uit de omgeving. Dat kunnen invloeden zijn van de levende natuur. Denk maar aan predatoren of parasieten. Maar ook de levenloze natuur, bijvoorbeeld de bodem en de temperatuur, hebben invloed op het voorkomen van een soort op een bepaalde plaats.



Abiotische of biotische factoren?



Overlevingskansen



De leefomgeving van een dier

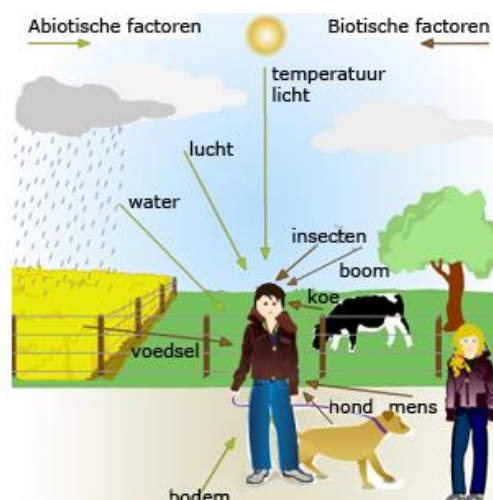
Abiotische of biotische factoren?

Binnen een bepaald gebied vormen organismen en omgevingsfactoren zoals klimaat en bodemgesteldheid een samenhangend geheel.

Een dergelijk (min of meer) natuurlijk begrensd gebied noem je een **ecosysteem**.

Voorbeelden van ecosystemen zijn een oceaan of een woestijn. Op kleinere schaal zijn bijvoorbeeld een bos of sloot ook ecosystemen.

In elk ecosysteem heersen specifieke omstandigheden. Welke factoren beïnvloeden organismen? De temperatuur en de hoeveelheid licht in een bos zijn bijvoorbeeld anders dan in een open veld. In een sloot zijn de omstandigheden weer totaal anders. Ook organismen beïnvloeden elkaar voortdurend. De omstandigheden bepalen welke organismen er in een ecosysteem kunnen (over)leven.



De invloed van biotische factoren

In een ecosysteem vormen organismen en omgevingsfactoren een samenhangend geheel. Alle organismen samen in een ecosysteem noem je een **levensgemeenschap**.

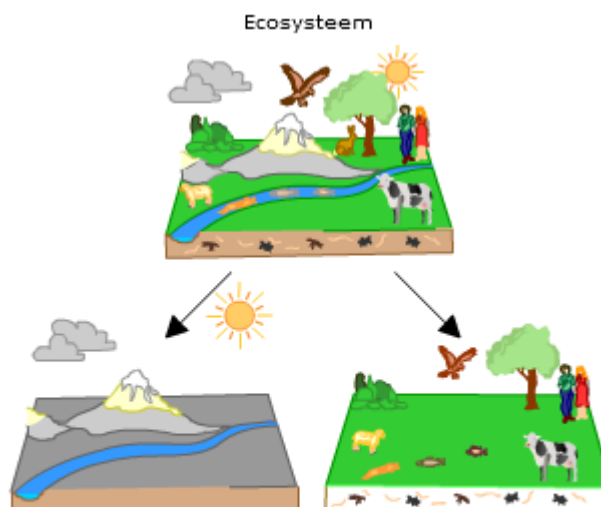
Organismen in een levensgemeenschap hebben met elkaar te maken.

Een boom neemt bijvoorbeeld licht weg ten koste van een bodemplant. Voor de bodemplant is de boom een biotische factor die invloed heeft op zijn leven.

De bodemplant gebruikt ook voedsel en vormt dus zelf ook een biotische factor die invloed heeft op de boom.

Planten vormen voedsel voor dieren. Op hun beurt worden dieren weer gegeten door andere dieren. Bacteriën en schimmels profiteren weer van de voedingsstoffen van dode planten en dieren. In een ecosysteem is het eten en gegeten worden.

Organismen hebben allerlei relaties onderling. Soorten strijden om woonruimte en voedsel en tegelijkertijd hebben ze andere soorten nodig om in leven te blijven. Meer hierover in ["Relaties tussen soorten"](#).



Een ecosysteem bestaat uit de levende natuur in een omgeving (niet levende natuur) waar de omstandigheden ongeveer gelijk zijn.

De invloed van abiotische factoren

De niet-levende omgeving in een ecosysteem noemen we de abiotische factoren.

Temperatuur, vochtgehalte, zoutgehalte, de hoeveelheid licht, de samenstelling van de bodem zijn voorbeelden van abiotische factoren.

Een omgeving waar de levensomstandigheden ongeveer gelijk zijn heet een **biotoop**.

Trekvogels trekken naar het zuiden als aan het eind van de zomer de dagen korter worden en de temperatuur afneemt. De abiotische factoren licht en temperatuur beïnvloeden daarbij het gedrag van de vogels.

Organismen kunnen ook voor elkaar de abiotische factoren positief of negatief beïnvloeden. Dat gebeurt bijvoorbeeld als een boom veel licht wegneemt, zodat een bodemplant minder licht ontvangt en daardoor minder goed groeit.



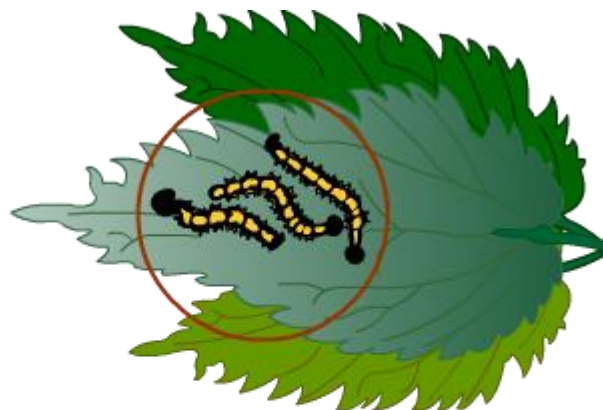
In een tropisch bos is de gelaagde groei van planten goed te zien. Elke laag is aangepast aan de hoeveelheid licht die het tot zijn beschikking heeft.

Leven in een microklimaat

Leefomstandigheden kunnen op microniveau afwijken van de omgeving. Leefomstandigheden (warmte, licht en vochtigheid) in een plantenkas bijvoorbeeld, wijken sterk af van de leefomstandigheden in de naaste omgeving. Een dergelijk klein afgebakend gebied met afwijkende leefomstandigheden noemen we een **microklimaat**.

Ook de omgeving waarin een vlo in de vacht van een hond leeft noemen we een microklimaat. De huid en haren van de hond vormen een beschermde omgeving met afwijkende omstandigheden.

Vaak zijn het de afwijkende waarden op het gebied van vochtigheid en temperatuur die bepalend zijn. Een microklimaat kan een heel bos beslaan maar ook een enkel blad waar de luchtvochtigheid en temperatuur anders zijn.



Een enkel blad vormt hier een eigen microklimaat. Het microklimaat biedt gunstige leefomstandigheden voor deze rupsen.

Eigenschappen en abiotische factoren

Sommige eigenschappen van een soort zijn aangepast aan een bepaalde abiotische factor. De dikke vacht van een ijsbeer bijvoorbeeld is een bescherming tegen de kou.

Om erachter te komen met welke abiotische factor een eigenschap te maken heeft, kun je soms twee verwante soorten vergelijken. Als de ene vossensoort grotere oren heeft dan de andere, kan dit bijvoorbeeld te maken hebben met de warmtehuishouding. De vossensoort met de grote oren leeft in een warmere omgeving dan de verwante soort. Hij geeft via zijn oren warmte af aan zijn omgeving.

Met experimenten kun je onderzoeken of deze veronderstelling klopt.

Je kunt bijvoorbeeld de lichaamstemperatuur van beide vossensoorten meten als je de omgevingstemperatuur laat oplopen.



Planten in een woestijnklimaat zijn aangepast aan de extreem droge omstandigheden. De bladeren zijn geëvolueerd tot naalden waardoor de verdamping van water erg laag is.

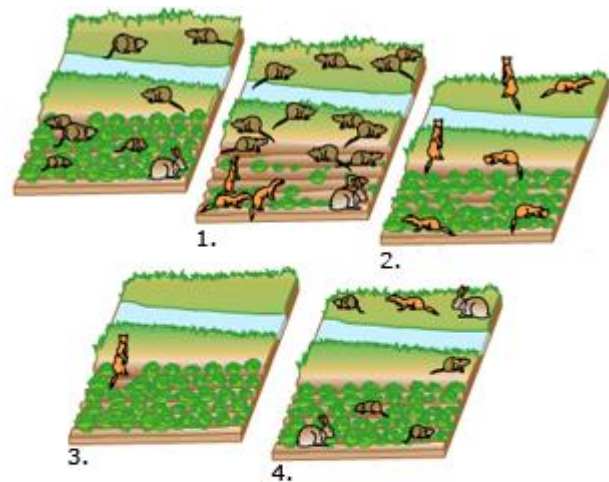
Overlevingskansen

Elk organisme wordt beïnvloed door biotische en abiotische factoren.

Die invloeden kunnen op een bepaald moment gunstig of ongunstig zijn en bepalen de overlevingskansen van een organisme.

Het vermogen van een organisme om zich aan te passen aan wisselende omstandigheden heeft grote invloed op zijn overlevingskansen. De eigenschappen van het organisme bepalen of ongunstige abiotische en biotische factoren kunnen worden doorstaan.

De overlevingskansen van individuen zijn van invloed op de grootte en overlevingskansen van de hele populatie. Een **populatie** wordt gevormd door alle individuen van één soort in een bepaald gebied.



1. Gunstige omstandigheden trekken roofdieren aan.
2. Populatie roofdieren groeit, aantal prooidieren neemt af.
3. Omstandigheden worden ongunstig en de populatie roofdieren stort in door emigratie.
4. Populaties passen zich aan en er ontstaat een nieuw evenwicht.

Genenpoel

Of een populatie in een gebied kan overleven, is een samenspel tussen de omgeving en de erfelijke aanleg van de individuen van de populatie. Alle verschillende allelen die in de populatie voorkomen noemen we de genenpool van die populatie. Als alle individuen precies dezelfde allelen hebben voor alle genen die de soort bezit, dan is er geen variatie tussen de individuen van die populatie. De overlevingskansen van alle individuen zijn dus even groot (of even klein!) Als de genenpool groter is, doordat sommige individuen net iets andere allelen bezitten voor een bepaald gen, is de kans groter dat de soort overleeft onder ongunstige omstandigheden. Er zullen mogelijk individuen zijn die net iets beter bestand zijn tegen die ongunstige omstandigheden.



Beperkende factoren

Planten hebben voor hun groei licht, water, warmte en voedingsstoffen nodig. Als één van die abiotische factoren afwijkt van de optimale waarde voor die betreffende plant zal dat negatieve gevolgen hebben voor de groei.

Wanneer een plant genoeg voedingsstoffen en vocht heeft om te groeien, alleen de temperatuur is te laag dan is de temperatuur de **beperkende factor**.

Beperkende factoren



Te weinig zonlicht beperkt de groei van een plant.



Te veel of te weinig water beïnvloedt de groei van een plant nadelig.



Parasieten kunnen een sterk beperkende factor zijn voor de groei van een plant.



Een te hoge of te lage temperatuur beperkt de groei van een plant.



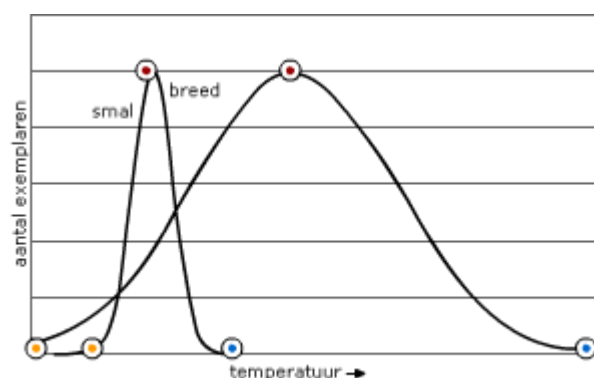
Te veel of te weinig bemesting beïnvloedt de groei van een plant nadelig.

Tolerantie en optimum

Of een plant ergens kan groeien is onder andere afhankelijk van de temperatuur. Je kunt de beperkende abiotische factor in een grafiek uitzetten tegen de groei.

Voor elke abiotische factor is een minimum- en maximumgrens vast te stellen. Die zijn voor elke dier- en plantensoort verschillend. Overschrijding van die grens betekent dat een plant of dier niet kan leven onder die omstandigheden: de tolerantiegrens is dan overschreden. Een teveel of te weinig van een bepaalde factor zal het leven van een organisme nadelig beïnvloeden. Tussen de minimum- en maximumwaarde bevindt zich een punt waarop een plant het best groeit: het **optimum**. De grafiek heet dan ook een optimumgrafiek.

Soorten met een grote afstand tussen hun minimum en maximum temperatuur hebben een **brede tolerantie voor temperatuur**. Soorten met een kleine afstand tussen hun minimum en maximum temperatuur hebben een **smalle tolerantie** voor temperatuur.



- Optimumtemperatuur - temperatuur waarbij de groei het best verloopt
 - Maximumtemperatuur - temperatuur waarboven geen groei plaatsvindt
 - Minimumtemperatuur - laagste temperatuur waarbij een organisme kan leven
- Tolerantiegebied - temperatuurtraject tussen max. en min. 9

Indicatorsoort

Sommige soorten kunnen alleen overleven onder specifieke omstandigheden, deze organismen kunnen als indicatorsoort dienen.

Want je kunt het ook omdraaien: als een soort ergens voorkomt, dan zegt dat iets over de eigenschappen van het ecosysteem (en dus over de abiotische en biotische factoren).

Het aantal individuen van die bepaalde indicatorsoorten in het gebied is daarbij belangrijk om conclusies te kunnen trekken. Indicatorsoorten kunnen dieren en planten zijn, maar ook schimmels en bacteriën.



Het voorkomen van zeegras zegt dat het een zoutrijke grond is en dat het gebied zich zeer waarschijnlijk dicht bij de kust bevindt.

De leefomgeving

In de ecologie worden begrippen gehanteerd om de plaats van een soort in de natuur te beschrijven.

De begrippen **habitat** en **niche** zijn belangrijk om te kunnen begrijpen hoe een soort een plaats inneemt in een fysieke omgeving maar ook in een ecosysteem.

De habitait van de regenworm is humusrijk materiaal vlak onder het bodemoppervlak

Habitat

Het woord **habitat** betekent zoiets als woonplaats.

Met habitat wordt de fysieke leefomgeving van een populatie of van een soort als geheel aangeduid.

Een **populatie** wordt gevormd door alle individuen van één soort in een bepaald gebied.

De habitat van een diersoort kan zowel de levende (bijvoorbeeld een parasiet die in een ander dier leeft) als de niet-levende omgeving zijn (bijvoorbeeld een vis in het water).

Niche

Gaat het bij de habitat om een fysieke plaats, bij **niche** wordt meer gekeken naar de rol of functie die een organisme inneemt in een ecosysteem.

Aard van het voedsel, de wijze van voedsel vergaren, de invloed op de naaste omgeving en de invloed op andere soorten spelen daarbij een rol. Zo is er in een ecosysteem een niche voor planteneters, een niche voor vleeseters enz.

In verschillende ecosystemen wordt die niche door andere soorten bezet.

Een niche geeft ook aan dat er de mogelijkheid is dat een soort zich er zou kunnen vestigen. Als de biotische en abiotische factoren in een bepaald gebied gunstige levensomstandigheden vormen voor een organisme zal het er zich kunnen vestigen: er is een niche voor die bepaalde soort. Of het die soort zal lukken zich daadwerkelijk te vestigen, hangt af van de concurrentie. Mogelijk is die niche al bezet door een andere soort.



In Bromelia's kan water blijven staan waarin allerlei dieren kunnen leven.
Niches hebben onderlinge samenhang.

1.2 Relaties

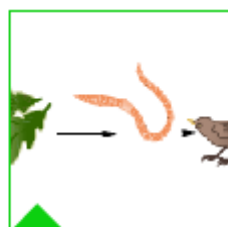
Inleiding

Organismen zijn onderling van elkaar afhankelijk. Planten en dieren hebben invloed op elkaar en dus een relatie met elkaar. Planten dienen als voedsel of als woonplaats voor dieren. Dieren zorgen voor het bestuiven en het verspreiden van vruchten en zaden van de plant.

Organismen van dezelfde soort hebben ook onderlinge relaties.



Relaties binnen populaties



Relaties tussen verschillende soorten

Relaties binnen populaties (binnen de soort)

Individuele van één soort hebben in grote lijnen dezelfde behoeften. Zij eten hetzelfde voedsel, vertonen hetzelfde gedrag en zijn afhankelijk van elkaar voor onder andere de voortplanting. Ook binnen populaties hebben organismen allerlei relaties met elkaar.



Individuele van één soort hebben verschillende soorten relaties. Het vlooigedrag van apen heeft naast een praktische functie ook een belangrijke sociale functie.

Concurrentie

Organismen van een populatie leven in een niche. Binnen de populatie beïnvloeden ze elkaar. Als er sprake is van voedselschaarste of gebrek aan voldoende **leefruimte**, worden organismen elkaars concurrenten.

Wanneer dieren een gebied tegen binnendringende soortgenoten beschermen, spreek je van **territorium** gedrag.

Organismen in een populatie concurreren elkaar ook om **voedsel** en **zonlicht** (bij planten). Bij veel soorten leidt de **voortplantingsrelatie** ook tot concurrentie. Dat is het geval als één mannetje meerdere vrouwtjes heeft of als er minder vrouwtjes zijn dan mannetjes.

Coöperatie

Organismen beconcurreren elkaar niet alleen maar. Ze hebben elkaar ook nodig en werken samen (coöperatie).

Mannetjes en vrouwtjes van dezelfde soort hebben een voortplantingsrelatie. Veel gedrag van dieren heeft te maken met deze voortplantingsrelatie, zoals baltsen, paren en het bouwen van een nest.

Dieren werken samen bij het verkrijgen van voedsel: individuen in een populatie kunnen samenwerken in paren of groepen. Het biedt naast voedsel ook een goede bescherming tegen predatoren.



Pelikanen

Relaties tussen verschillende soorten

In een ecosysteem hebben organismen van verschillende soorten de meest uiteenlopende relaties met elkaar, zoals de voedingsrelatie.

Tussen populaties vindt competitie plaats om het beschikbare voedsel.

Een te sterke competitie leidt bij organismen tot **specialisatie** van het opnemen van specifieke voedingsstoffen.

Ook vindt competitie plaats in de voortplanting, bijvoorbeeld om de periode van het ontkiemen van zaden.

Soorten kunnen ook goed samenwerken, zoals de heremietkreeft en de zeeanemoon.

Verschillende manieren van samenwerken zijn te onderscheiden.

Predatie

Bij de meeste voedselrelaties dient het ene organisme het andere tot voedsel. De relatie is dan eenzijdig. Organismen in een voedselketen gebruiken elkaar als voedsel. Producenten (planten) staan aan het begin van een voedselketen. Herbivoren eten planten. Carnivoren (vleeseters) eten herbivoren. Deze carnivoren kunnen op hun beurt ook weer door carnivoren van een hogere orde gegeten worden. Bij dieren heet de eter een predator en het voedsel de prooi.

Planten staan aan het begin van een voedselketen. De ene soort gebruikt de andere soort als voedsel. Bij dieren heet de eter een **predator** en zijn voedsel de **prooi**.

In een ecosysteem bestaan vele voedselketens die kriskras door elkaar heen lopen. Zo'n stelsel van voedselketens noemen we een **voedselweb**.

Soms azen individuen van verschillende soorten op hetzelfde voedsel. Concurrentie om voedsel is voor beide nadelig. Uiteindelijk leidt het tot het verdwijnen van één van de twee soorten uit het ecosysteem of de concurrentie wordt beperkt door specialisatie.

De dieren gebruiken gedeeltelijk verschillend voedsel of jagen op verschillende tijdstippen van de dag.



Aan het begin van elke voedselketen staat een plant.

Symbiose

Het begrip symbiose wordt gebruikt als een organisme samenleeft met een organisme van een andere soort.

Er zijn verschillende symbiotische relaties mogelijk.

Als één van beide soorten voordeel van de relatie ondervindt en de ander nadeel, is er sprake van parasitisme.

Als de één voordeel heeft en de ander er geen voordeel maar ook geen last van heeft, noem je het commensalisme.

Als beide soorten voordeel van de relatie hebben, noem je het mutualisme. Deze begrippen worden hieronder apart behandeld.

Mutualisme

De meest voorbeeldige vorm van samenwerking tussen organismen heet mutualisme. Van deze vorm van samenleven ondervinden beide soorten voordelen.

Dat is bijvoorbeeld het geval bij de samenwerking tussen wieren en schimmels in bepaalde korstmossen of bij bloemen en bijen. De bij vergaart voedsel en bevordert daarmee de voortplanting van de plant (verspreiding).

Parasitisme

Als de eter een organisme is dat zijn prooi niet doodt (wel ervan profiteert) en als de gastheer er nadelige gevolgen van ondervindt, dan noem je het een **parasiet**.

Bekende voorbeelden van parasieten zijn vlooien, muggen en bloedzuigers die het bloed van andere dieren (gastheer) als voedsel gebruiken zonder hen te doden en als de gastheer er nadelige gevolgen van ondervindt.

Commensalisme

Er is ook samenwerking tussen soorten waarbij de een voordeel heeft en de ander er geen last van heeft. Dat heet **commensalisme**.

Dat is bijvoorbeeld het geval bij de zeepokken op een walvis of een schelpdier.

Overlappende niches

Organismen van verschillende soorten hebben een eigen niche.

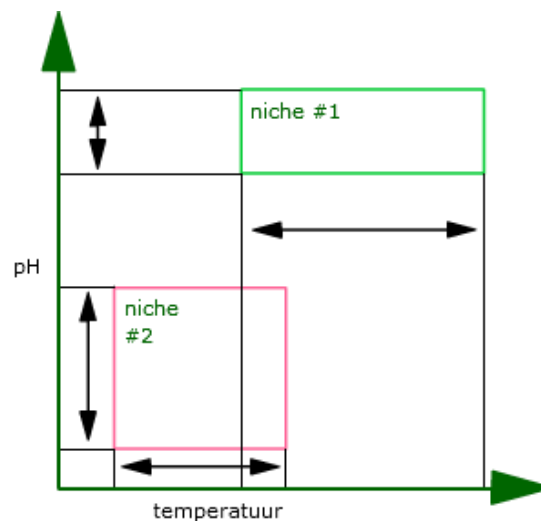
De niches kunnen elkaar wel overlappen.

Niches van verschillende soorten die elkaar volledig overlappen leidt tot een concurrentiestrijd waarbij een van de soorten waarschijnlijk zal verdwijnen.

In de meeste ecosystemen bestaat een evenwicht tussen de niches van verschillende soorten. De niches overlappen elkaar voor een deel.

Hoe meer soorten in een ecosysteem, des te gespecialiseerder de niches zijn.

Dezelfde voedselbron hoeft niet noodzakelijk tot een concurrentiestrijd te leiden. Het feit dat de regenworm zowel tot de niche van een grutto als van een merel behoort, leidt niet tot concurrentie, doordat andere factoren bepalen dat de vogels heel verschillende leefgebieden hebben.



Twee bacteriestammen met andere tolerantiegebieden voor pH en temperatuur hebben niet overlappende niches en zijn dus geen concurrenten van elkaar.

Afweer bij planten

Planten zijn over het algemeen plaatsgebonden en dat betekent dus vluchten kan niet meer!

Planten moeten het hoofd bieden aan de moeilijke omstandigheden:

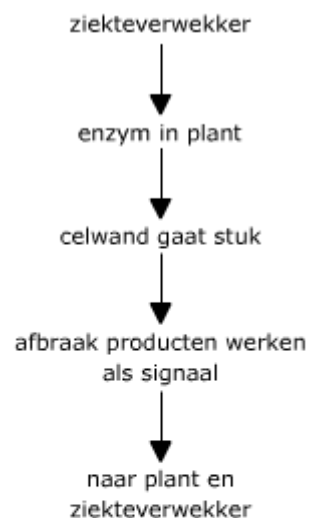
- ziekteverwekkers zoals bacteriën, schimmels en virussen.
- planteneters (herbivoren en omnivoren) zoals grazers en insecten.
- klimatologische omstandigheden zoals extreme kou of droogte.
- een omgeving met een hoge zoutconcentratie (zeewater) of vol zware metalen (bijvoorbeeld zink).



In deze paragraaf gaan we verder in op twee verschillende vormen van afweer bij planten. De afweer tegen ziekteverwekkers behandelen we eerst en daarna bekijken we de afweer van planten tegen planten eters.

Afweer tegen ziekteverwekkers

Alleen al de tomaat kent meer dan honderd verschillende ziektes. Tomaten worden aangevallen door bacteriën, virussen, schimmels en eencelligen. Plant en ziekteverwekker staan in wisselwerking met elkaar. Planten kunnen mechanisch en chemisch op een ziekteverwekker reageren. In tegenstelling tot dieren repareren ze geen aangetast weefsel. Ze sluiten aangetaste delen af of offeren die op.



Afweer tegen planteneters

Planteneters (herbivoren), alleseters (omnivoren) en parasieten belagen planten. Voor hen zijn de plantendelen een bron van energie en voedingsstoffen. De afweer kan zowel direct als indirect zijn. Bij de **directe** afweer treft de plant de eter zelf. Bij de **indirecte** afweer is de vijand van je vijand jouw vriend.

Om je eters direct te treffen kun je als plant moeilijk eetbaar worden. (Brand)haren, stekels en een gladde of dikke cuticula maken het opeten van bladeren niet makkelijk. Planten kunnen ook bittere(spruitjes) of giftige stoffen (amandelpit) maken. Dat zijn secundaire metabolieten en sommige kunnen het zenuwstelsel van de eter verlammen of een schimmelplaag ontregelen.

Wanneer de plant de aanval niet heeft kunnen afslaan en er toch eenmaal gegeten wordt, dan kan de plant vijanden van zijn eters lokken.

Tarwe en katoenplanten maken lokstoffen voor insecten die de aanvallers doden of opeten.



Brandnetel

Bron: www.janvanderknokke.nl

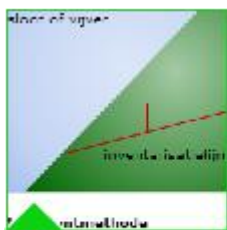
1.3 Populaties in een ecosysteem

Inleiding

In een ecosysteem komen verschillende levensgemeenschappen voor met elk een eigen soortensamenstelling. Alle individuen van één soort vormen een **populatie**. Om meer duidelijkheid te krijgen over de stand van zaken van de verschillende populaties, kun je verschillende aspecten onderzoeken, zoals:

- de populatiegrootte
- de populatiedichtheid
- de soorten- en seksesamenstelling
- de populatiegroei in de loop van de tijd

Gegevens over populaties zijn belangrijk voor onder andere een goed natuurbeheer.



Populatiegrootte- en -dichtheid



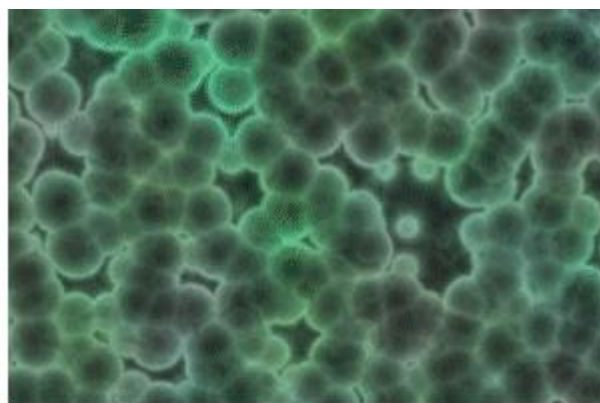
Beperkte en onbeperkte groei van een populatie

Populatiegrootte en -dichtheid

Alle levende organismen in een ecosysteem vormen samen een levensgemeenschap. Alle individuen van één soort vormen een populatie.

Elke populatie heeft bepaalde karakteristieke kenmerken, zoals het aantal individuen per oppervlakte-eenheid, de leeftijdsopbouw, het aantal mannetjes en vrouwtjes en het geboorte- en sterftcijfer.

Gegevens over populaties zijn belangrijk voor een goed natuurbeheer. daarbij is de populatiegrootte, de groei van de populatie en de samenstelling van belang.



De grootte van een populatie kan variëren van enkele dieren of planten in een gebied van kilometers groot tot duizenden in een vierkante meter.

Populatiegrootte bepalen - 1

Om de populatiegrootte in een gebied te bepalen, kun je het aantal individuen tellen. Voor een beperkt gebied en een fysiek grote soort is dat haalbaar. In de meest gevallen echter niet.

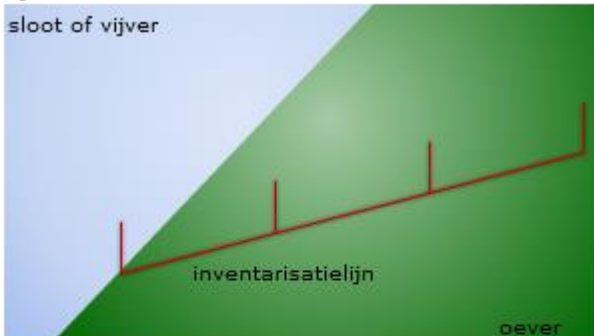
Een aantal methodes kun je gebruiken:

1. Steekproef nemen (kwadrantmethode)

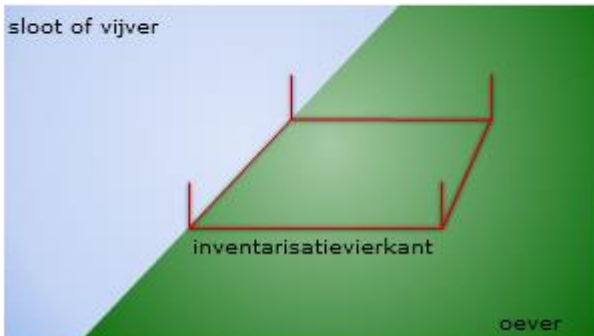
Het ecosysteem wordt verdeeld in hokken (kwadranten). Van elk kwadrant bepaal je of de soort erin voorkomt en je telt het aantal individuen.

Om een betrouwbaar resultaat te krijgen doe je hetzelfde in nog een aantal kwadranten in het ecosysteem. Vervolgens vermenigvuldig je het (gemiddelde) aantal individuen in een kwadrant met het totale oppervlak om de populatiegrootte te bepalen. Deze methode geeft tegelijkertijd informatie over de **populatie-dichtheid**. Een variant op deze methode is het lopen van een vaste route door een gebied en te tellen hoeveel individuen van een soort je onderweg langs de route ziet.

lijnmethode



kwadrantmethode



Populatiegrootte bepalen - 2

2. Vangen en terugvangen

Voor meer beweeglijke soorten schat je de populatiegrootte door dieren te vangen, te merken en weer terug te zetten. Bij een tweede vangst vang je opnieuw weer een aantal dieren, een deel hiervan zal gemerkt zijn. De populatiegrootte bepaal je door:

In schema weergegeven:

$$\frac{\text{Grootte populatie} = \text{aantal individuen bij 2e vangst}}{\text{aantal gemerkte individuen}} \times \text{aantal individuen bij 1e vangst} = \text{aantal individuen bij 1e vangst} \times \frac{\text{aantal individuen bij 2e vangst}}{\text{aantal gemerkte individuen}}$$

Door dit een aantal malen te herhalen, ontstaat een steeds nauwkeuriger schatting van de populatiegrootte.

1.

Een aantal dieren wordt gevangen en gemerkt.
y = aantal gemerkte dieren.



2.

De gemerkte dieren worden vrij gelaten.
x = grootte populatie.



3.

Opnieuw worden een aantal dieren gevangen.
o = aantal individuen bij tweede vangst.
Een gedeelte is gemerkt.
g = aantal gemerkte individuen.



Populatiedichtheid

De **populatiedichtheid** = het aantal individuen / oppervlakte-eenheid (op het land) of per volume-eenheid (in het water). De populatiedichtheid is afhankelijk van allerlei omstandigheden en kan van jaar tot jaar verschillen.

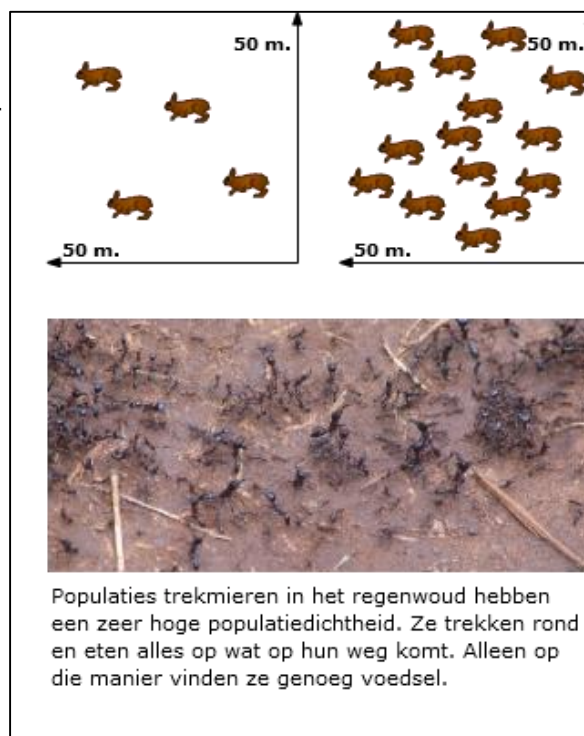
Vier factoren beïnvloeden de populatiegrootte en daarmee dus de populatiedichtheid:

- geboortecijfer: het aantal jongen dat per jaar geboren wordt;
- het sterftcijfer: het aantal dieren dat per jaar dood gaat;
- emigratie: het aantal dieren dat per jaar wegtrekt en niet meer terugkomt
- immigratie: het aantal dieren per jaar dat van elders komt en zich blijvend vestigt.

Wanneer je over een langere periode gegevens verzamelt, blijkt de populatiedichtheid rondom een bepaalde waarde te schommelen.

Wanneer het geboortecijfer en sterftcijfer, gerekend over een bepaalde periode, ongeveer gelijk aan elkaar zijn spreek je van een stabiele populatie.

Hoe hoger de dichtheid van een populatie, des te meer voedsel er nodig is. Zodra dat niet meer lukt, sterven er dieren en wordt de dichtheid lager.



Emigratie, immigratie en draagkracht

Bij een te hoge dichtheid van een populatie hebben organismen de volgende mogelijkheden: verhongeren of op zoek gaan naar een nieuw leefgebied ofwel emigratie. Door emigratie en sterfte blijft de dichtheid van populaties dus vrij constant.

De maximale populatiegrootte die over langere tijd in een ecosysteem wordt gehandhaafd wordt bepaald door de **draagkracht** van een gebied. Een factor als voedselaanbod bepaalt dat slechts een beperkt aantal dieren in een gebied kan leven. De populatiedichtheid is afgestemd op de draagkracht van de omgeving. Als de draagkracht toeneemt kan een gebied te maken krijgen met **immigratie**.

Dieren en/of planten vestigen zich in een gebied omdat bijvoorbeeld de hoeveelheid voedsel is toegenomen.



Planten emigreren voortdurend door hun zaden te verspreiden over een groot gebied.

Jonge zwanen worden na een bepaalde tijd verjaagd en gedwongen om in een ander gebied te gaan wonen.



Groei van een populatie

De populatiegrootte in een bepaald gebied (ecosysteem) is afhankelijk van:

- het geboortecijfer (N) = aantal jongen per jaar geboren;
- het sterftcijfer (M) = aantal dieren dat doodgaat per jaar;
- de emigratie (E) = aantal dieren dat per jaar wegtrekt en niet meer terugkomt;
- de immigratie (I) = aantal dieren dat per jaar van elders komt en zich blijvend vestigt.



$$\text{Populatiegrootte (P)} = (N + I) - (M + E)$$

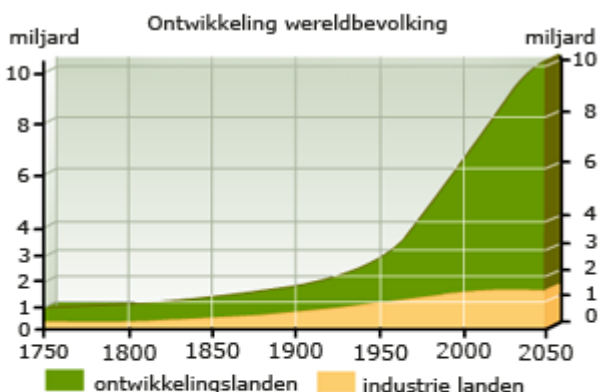
Een factor als voedselaanbod bepaalt dat een beperkt aantal dieren in een gebied kan leven. Bij een te hoge dichtheid van een populatie zullen de organismen verhongeren (sterftcijfer stijgt) of op zoek gaan naar een nieuw leefgebied ofwel emigratie. Bij een toenemende hoeveelheid beschikbaar voedsel immigreren organismen naar het desbetreffende gebied en neemt het geboortecijfer toe.

De maximale populatiegrootte van een populatie die een ecosysteem kan verdragen, noem je de draagkracht. Wanneer je over een langere periode gegevens verzamelt, schommelt de populatiedichtheid meestal rondom een bepaalde waarde. Je spreekt dan van een stabiele populatie.

Beperkte en onbeperkte groei van een populatie

Of en hoe een populatie kan groeien, is afhankelijk van de **draagkracht** van een gebied. De menselijke populatie groeit exponentieel.

Je kunt je afvragen of de draagkracht van het wereldwijde ecosysteem voldoende is voor de snel groeiende menselijke populatie. Put de mens zijn omgeving uit? Kan dat leiden tot een ineenstorting van de menselijke populatie?

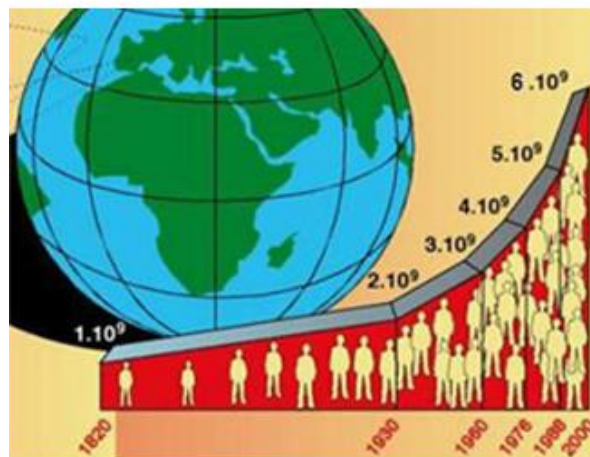


De bevolking in de rijke industrielanden groeit veel langzamer dan in de rest van de wereld. De draagkracht van het mondiale ecosysteem wordt zowel door bevolkingsgroei als door welvaart op de proef gesteld.

Onbeperkte groei van een populatie

Een populatie zal zich onder ideale omstandigheden binnen een relatief korte tijd verdubbelen. De populatiegroei is exponentieel. Het geboortecijfer is dan veel groter dan het sterftcijfer. De toename van de populatiegrootte in de tijd kun je weergeven als een **J-curve**.

Een dood dier is voor bacteriën in het begin een onbeperkte voedselbron. De bacteriën vermenigvuldigen zich tot ongekende aantallen. Datzelfde geldt voor planten op een nieuw opgespoten bouwterrein. Binnen enkele maanden is het terrein ingenomen door zogenaamde pioniersplanten. Als er dus ruimte en voedsel beschikbaar komen, dan kan een populatie onbeperkt groeien totdat de maximumgrens bereikt wordt en de populatie weer instort.



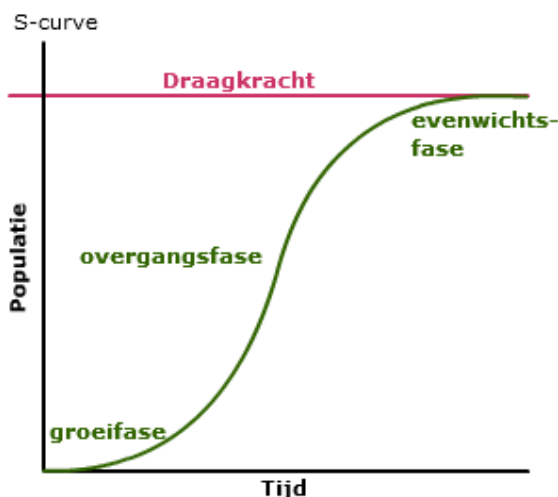
J-vormige groeicurve

Beperkte groei van een populatie

In een ecosysteem veranderen de leefomstandigheden (abiotische en biotische factoren) voortdurend. Het voedselaanbod bijvoorbeeld kan sterk wisselen. Daardoor is de omvang van een populatie niet constant.

Door bijvoorbeeld een extra voedselbron, het wegvallen van predators, beschermingsmaatregelen of een klimaatsverandering kan een populatie snel in omvang toenemen. Uiteindelijk zal zich weer een nieuw evenwicht instellen dat is afgestemd op de nieuwe draagkracht van het ecosysteem. De groei en het bereiken van een evenwicht met een stabiele populatie, kun je weergeven in een S-curve.

Uit het feit dat de populatie stabiel blijft en niet meer groeit, kun je afleiden dat de draagkracht van het gebied is bereikt.



Soms groeit een populatie plotseling heel snel. Na verloop van tijd stelt zich een nieuw evenwicht in, dat te maken heeft met de nieuwe draagkracht van de omgeving. De grafiek waarin dat weergegeven kan worden is een S-curve.

Instorten van een populatie

Een populatie die snel in omvang groeit zal op een gegeven moment tegen zijn biotische en/of abiotische grenzen lopen. De groei van een bacteriënpopulatie in een dood dier neemt snel af zodra de organische stoffen zijn verbruikt. De meeste bacteriën gaan dan dood door voedselgebrek en de populatie stort in elkaar.

Hetzelfde kan gebeuren als bijvoorbeeld het leefgebied voor een populatie olifanten te klein wordt en er voedselgebrek ontstaat. De dieren eten eerst alles op wat er te eten valt. Daarna zal de populatie door sterfte en emigratie instorten.



In 2011 werden er nauwelijks nog vuursalamanders aangetroffen in de laatste leefgebieden van de soort, met name op de vaste telroutes lijkt de soort zo goed als verdwenen. Het belangrijkste leefgebied van de soort in Nederland was het Bunderbos.

1.4 Stabiliteit van een ecosysteem

Inleiding

Een ecosysteem kan alleen bestaan als de biotische en abiotische factoren redelijk stabiel zijn. Veranderingen in biotische en abiotische factoren kunnen grote gevolgen hebben voor de stabiliteit in een ecosysteem.



Stabiliteit in een ecosysteem



Verstoring van de stabiliteit van een ecosysteem

Stabiliteit in een ecosysteem

De stabiliteit van een ecosysteem is niet eenvoudig te bepalen. Het hangt ook sterk af op welke schaal je dit onderwerp bekijkt. De zee is onder normale omstandigheden een vrij stabiel ecosysteem. De mens is echter in staat om deze stabiliteit snel en ingrijpend te verstoren door vervuiling, overbevissing en broeikas-effect.

Het duingebied vormt een ecosysteem dat veel meer dan de zee onderhevig is aan natuurlijke veranderingen. Duinaangroei en -afslag door wind en zee veroorzaken een voortdurende metamorfose van de fysieke leefomgeving van planten en dieren. Dat heeft gevolgen voor de ecosystemen in het duingebied.



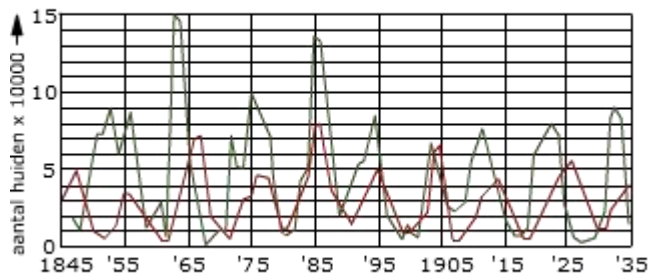
Een stabiel ecosysteem?

Evenwicht door organismen

Als een ecosysteem geruime tijd bestaat onder vrijwel gelijke abiotische en biotische factoren zal er een **dynamisch evenwicht** ontstaan.

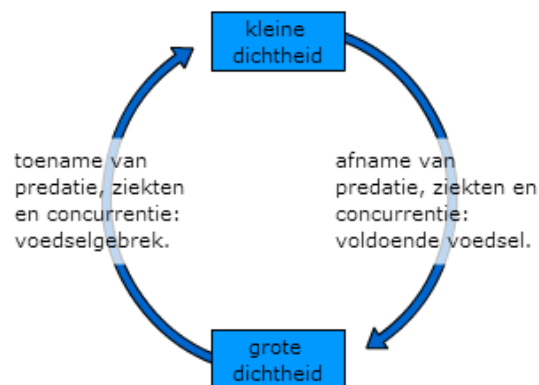
De populatiegrootte van de verschillende soorten schommelt rond een evenwicht en het aantal

Predator-prooi-relaties, empirisch onderzoek



Populatieschommelingen van de sneeuwschoenhaas en de Canadese Lynx.

De populaties schommelen rond een evenwicht.



soorten verandert in de loop van de tijd nauwelijks.

Zo'n dynamisch evenwicht ontstaat onder andere doordat het aantal prooidieren wordt beperkt door predatoren, terwijl het aantal predatoren op zijn beurt beperkt wordt door het aantal prooidieren.

Planten kunnen alleen groeien als ze niet allemaal worden opgegeten en planteneters kunnen alleen blijven bestaan als er voldoende eetbare planten zijn.

Evenwicht door abiotische factoren

Als in een ecosysteem een of meer abiotische factoren sterk veranderen, zal het evenwicht verstoord raken.

Een tropisch regenwoud dankt zijn soortenrijkdom en evenwicht voornamelijk aan de regenval en de temperatuur, beide abiotische factoren.

Als de neerslag sterk afneemt, raakt het evenwicht verstoord en zal de soortenrijkdom afnemen.

Een woestijn dankt zijn evenwicht juist aan een gebrek aan water. Regenval in de woestijn verstoort de stabiliteit van het ecosysteem en leidt tot een toename van het aantal soorten.

Evenwicht door concurrentie

Als een ecosysteem al een tijd bestaat, is het in evenwicht.

De verschillende soorten organismen hebben hun eigen niche.

Soorten kunnen wel overlappende niches hebben, zolang de concurrerende soorten elkaar netto maar in evenwicht houden. Factoren waarop wordt geconcentreerd zijn in overvloed aanwezig.

In de loop van de tijd zijn vrijwel alle niches bezet en zal het voor een nieuwe soort lastig zijn om een eigen niche te krijgen.

Een nieuwe soort die een niche probeert in te nemen zal al gauw te maken krijgen met concurrentie omdat zijn niche die van andere soorten overlapt. De nieuwe soort zal in de meeste gevallen geen kans hebben zich te vestigen. Het bestaande evenwicht wordt op die manier niet verstoord.

Uitheimse soorten winnen terrein

Door **CASPAR NABER**

ROTTERDAM - Dat we door de klimaatverandering de komende jaren heel wat nieuwe planten- en diersoorten krijgen in Nederland staat vast.

Toch zal het gros van die nieuwkomers weinig schade veroorzaken, voorspelt bioloog Maurice La Haye.

"De wasbeer en wasbeerhond zijn al in Nederland.

Net als kangoeroes, stinkdieren, Amerikaanse nertsen, bever- en muskusratten, lynxen en wilde katten."

Hoewel die groep exoten of uitheimse dieren de komende jaren nog wel wat zal groeien volgens Maurice La Haye, ziet hij geen reden voor paniek.

"Wat zoogdieren betreft verwacht ik de komende jaren weinig soorten die deze kant op komen.

Het zullen vooral vleermuissoorten zijn uit het zuiden die profiteren van de klimaatverandering."

De meeste nieuwkomers nemen de eerste jaren na hun binnenkomst in Nederland enorm in aantal toe,

zo leert de ervaring volgens La Haye. In een reactie daarop alles meteen uit de kast trekken om de soort binnen bepaalde grenzen te houden, is niet nodig.

La Haye: "Na een paar jaar is zo'n populatie weer op zijn retour. Vaak is het dan ook beter om even af te wachten."

BRON: AD.nl

Verstoring van de stabiliteit van een ecosysteem

De stabiliteit van een ecosysteem kan op tal van manieren worden verstoord.

Mensen tasten leefgebieden van planten en dieren aan.

Bijvoorbeeld door:

- Kappen van bossen
- Verdroging, verzuring en vermessing
- Milieuvervuiling
- Versnippering
- (Over)bevissing
- Klimaatverandering door menselijke activiteiten
- Meebrengen van exoten

Maar ook de natuur zelf verstoort ecosystemen door bosbranden, overstromingen, vulkaanuitbarstingen en natuurlijke klimaatveranderingen.

Door de verstoring van ecosystemen gaat de biodiversiteit sterk achteruit.



De Amerikaanse ribkwal via vrachtschepen in Europese wateren terecht gekomen en verstoort hier de visstand.

Bron: en.wikipedia.org

Verstoring door abiotische factoren

De mens heeft een grote invloed op zijn omgeving.

Allerlei ongewenste bijproducten van menselijk gedrag hebben invloed op de abiotische factoren van de ecosystemen. De oppervlakte (met bestemming) natuur neemt af.

Duin- en heidegebieden staan extra onder druk.

Niet alleen de oppervlakte, maar ook de kwaliteit van de natuur wordt minder in deze gebieden.

Verzuring en vermessing zorgt voor vergrassing en struikvorming op de heide en in de duinen.

Een ander hardnekkig probleem in de duinen en in de rest van Nederland is de verdroging.

Ten slotte is de waterkwaliteit een probleem.

Elke soort heeft zijn eigen tolerantiegrenzen.

Binnen een bepaalde niche worden die tolerantiegrenzen niet overschreden. Als een abiotische factor (bijvoorbeeld de temperatuur) in een ecosysteem verandert en daarmee de

tolerantiegrenzen worden overschreden, zullen sommige soorten uit het ecosysteem verdwijnen.

Omdat de organismen in een ecosysteem onderlinge relaties hebben, heeft het verdwijnen van een

soort vaak ingrijpende gevolgen voor andere soorten.

Opwarming van de aarde

De temperatuurstijging op aarde zorgt voor een verstoring van het ecosysteem op wereldschaal.

De gevolgen zijn ingrijpend en onvoorspelbaar.

Niches verdwijnen en andere komen er (vaak ongewild) voor terug.

Vermesting

Moderne veeteelt veroorzaakt een enorm probleem door mestoverschotten.

Door vermessing ofwel eutrofiering komen er veel mineralen in de bodem waardoor allerlei plantensoorten groeien in gebieden waar ze van nature niet horen.

Dat heeft gevolgen voor de oorspronkelijke planten- en dierenpopulaties.

Verzuring

Meststoffen, verkeer en industrie laten veel gebieden verzuren.

Dit heeft gevolgen voor de plantengroei en dierenpopulaties.

Verdroging

Door watergebruik en landbouw, verdrogen gebieden.

Als gebieden uitdrogen, nemen planten die op deze omstandigheden zijn afgestemd het heft over. Dat betekent een afname van de diversiteit in soorten planten.

Versnippering

Mensen bouwen wegen en huizen waardoor individuen van populaties van elkaar worden gescheiden en hun leefgebied (draagkracht!) te klein wordt.

Natuurlijke oorzaken

Extreme natuurlijke oorzaken van verstoring zijn bijvoorbeeld bosbranden, vulkaanuitbarstingen, vloedgolven en tornado's die de ecosystemen van omvangrijke gebieden kunnen wegvagen.

Verstoring door biotische factoren - 1

De natuur in Nederland verandert. Er komen nieuwe dieren en planten binnen en er verdwijnen ook soorten.

Sommige soorten komen Nederland op eigen kracht binnen. De winters worden zachter waardoor soorten uit het zuiden zich hier thuis voelen. Er verdwijnen ook soorten door het stijgen van de temperatuur en de verminderde hoeveelheid neerslag in de zomer.

Exoten zijn soorten die met behulp van de mens ons land binnenkomen.

Het kan een met opzet uitgezette soort zijn, zoals de Japanse oester. Maar het kan ook om een per ongeluk ontsnapte soort gaan, zoals de halsbandparkiet of de nerts. In totaal zijn ongeveer 1.000 van de 36.000 soorten dieren, planten en schimmels in Nederland exoot.

Exoten zijn soorten die met behulp van de mens ons land binnenkomen.

Het kan een met opzet uitgezette soort zijn, zoals de Japanse oester. Maar het kan ook om een per ongeluk ontsnapte soort gaan, zoals de halsbandparkiet of de nerts. In totaal zijn ongeveer 1.000 van de 36.000 soorten dieren, planten en schimmels in Nederland exoot.



De snelle verspreiding van de agapad in Australië is een ecologische ramp. Als voedselconcurrent en predator zorgt hij voor een sterke daling van andere kikkers en padden. Het grote aanpassingsvermogen, de snelle voortplanting, de giftigheid van het dier en brede voedselkeuze maken hem haast onkwetsbaar. Omdat natuurlijke vijanden ontbreken kan de pad zich ongestoord vermeerderen. De giftige kikkervisjes zijn alleseters die in vrijwel iedere biotoop kunnen overleven.

Verstoring door biotische factoren - 2

Immigratie van een nieuwe diersoort betekent vaak een concurrentiestrijd om dezelfde niche. De nieuwe soort zal in de meeste gevallen geen kans hebben zich te vestigen. Het bestaande evenwicht wordt op die manier niet verstoord. Maar wanneer een bestaande soort de strijd verliest tegen een exoot, dan kan een stabiel ecosysteem geheel worden verstoord.

De kans is groot dat de exoot in het gebied geen **natuurlijke vijanden** heeft (predatoren), dit geeft de exoot kans om te overleven en zich voort te planten.

Afname biodiversiteit

Door ingrijpen van de mens worden abiotische en biotische factoren op veel plaatsen zo gewijzigd, dat voor veel organismen de tolerantiegrenzen bereikt of gepasseerd zijn. Als de genetisch variatie in een populatie onvoldoende groot is om deze wijziging om te vangen, zal de populatie verdwijnen. Bepaalde soorten zullen daardoor eerder verdwijnen dan andere. De meest kwetsbare soorten zijn de **specialisten**, de soorten met een klein tolerantiegebied. Hiermee daalt de **biodiversiteit** in een ecosysteem. Soorten met een breed tolerantiegebied voor alle factoren kunnen in veel ecosystemen voortbestaan. Dat zijn de **generalisten**.

Het aantal soorten op aarde, de biodiversiteit gaat sterk achteruit. Wereldwijd worden er op dit moment 20.219 soorten dieren en planten met uitsterven bedreigd. Dat blijkt uit de nieuwe Rode Lijst van bedreigde soorten die **IUCN** in 2012 heeft gepresenteerd.

Van de in totaal 65.518 soorten die IUCN heeft onderzocht, zijn er bovendien 795 uitgestorven en komen er 63 niet meer in het wild voor. Voor bijna alle soorten bedreigde dieren en planten geldt dat een afname van het oppervlak van het leefgebied, bijvoorbeeld door de kap van regenwoud, de belangrijkste bedreiging is. Daarnaast worden zoogdieren, reptielen, vissen, amfibieën en planten vooral bedreigd door illegale jacht, handel, vervuiling en de laatste jaren ook steeds meer door de klimaatverandering.



Bosparelmoevlinder

Bron: Darius Bauzys
en.wikipedia.org

EHS en ecoducten

De natuur in Nederland is behoorlijk versnipperd. Door bebouwing en het aanleggen van wegen zijn natuurgebieden van elkaar gescheiden. Daarmee kunnen individuen van populaties elkaar niet meer bereiken om zicht voort te planten. De genetische variatie komt hiermee in gevaar, doordat de genenpoel van de populatie afneemt, en daarmee dus ook het voortbestaan van de populatie.

Om populaties gezond en in stand te houden, moeten populaties van verschillende leefgebieden elkaar kunnen bereiken. Om (verdere) versnippering tegen te gaan, leggen het Rijk en de provincies sinds 1990 een samenhangend netwerk aan: de **Ecologische Hoofdstructuur (EHS)**.

In de EHS liggen:

- bestaande natuurgebieden (waaronder de 20 Nationale Parken)
- gebieden waar nieuwe natuur aangelegd wordt
- landbouwgebieden (met agrarisch natuurbeheer)
- grote wateren (meren, rivieren, de kustzone van de Noordzee en de Waddenzee)

Door het aanleggen van verbindingen hiertussen ontstaat de EHS. Een voorbeeld van een verbinding is de aanleg van een ecoduct. Wilde zwijnen, herten en andere dieren krijgen zo meer overlevingskansen en uitwisselingsmogelijkheden.



Ecoduct Woeste Hoeve over de A50
Bron: www.rijkswaterstaat.nl



Terrestrische faunapassage
Bron: www.koemanenbijkerk.nl

1.5 Ontwikkeling van ecosystemen

Inleiding

De mens zorgt in veel ecosystemen voor dynamiek. Een heidegebied bijvoorbeeld zou binnen de kortste keren veranderen in een bos als de mens het niet liet begrazen door schapen.

Ook de vijver in de achtertuin vormt een ecosysteem dat sterk wordt beïnvloed door de mens om dichtslibbing, verlanding en overwoekering te voorkomen. Een nieuw stuk land wordt meestal begroeid door dezelfde soort planten.

De ontwikkeling van de vijver of nieuw stuk land is voorspelbaar. Alle tussenstadia die tijdens de geleidelijke overgang van eerste vegetatie naar een climaxecosysteem worden gradiëntecosystemen genoemd. Dat bos noemen we de climax van de ontwikkelingen ofwel een climaxecosysteem.



In de Oostvaardersplassen, ontstaan als gevolg van het droogvallen van de Zuidelijke Flevopolder, kan de natuur onbelemmerd zijn gang gaan.



Ontwikkeling in een ecosysteem

Ontwikkeling in een ecosysteem

De mens zorgt in veel ecosystemen voor dynamiek. Een heidegebied bijvoorbeeld zou binnen de kortste keren veranderen in een bos als de mens het niet liet begrazen door schapen.

Ook de vijver in de achtertuin vormt een ecosysteem dat sterk wordt beïnvloed door de mens om dichtslibbing, verlanding en overwoekering te voorkomen. De ontwikkeling van een dergelijk ecosysteem is voorspelbaar.

Successie

Zodra in Nederland een stuk natuur met rust wordt gelaten, treden er veranderingen op volgens een voorspelbaar patroon. Die volgorde van veranderingen wordt in de ecologie successie genoemd.

In zee speelt toeval een grotere rol. Het is daar moeilijker te voorspellen wat er gebeurt na het ontstaan van een open plaats. Organismen die zich het eerst vestigen bepalen of er bijvoorbeeld een schelpenbank of een koraalrif ontstaat.



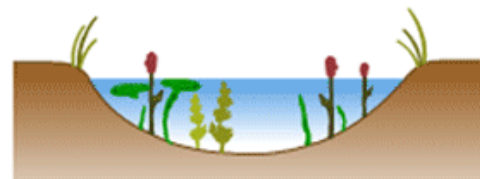
Successie door (a)biotische factoren

Een ondiepe poel water met water- en moerasplanten zal langzaam maar zeker veranderen in een stuk land. De moerasplanten verdampen veel water en de poel zal steeds minder water bevatten. Daardoor kunnen zich andere planten vestigen die veel grond vasthouden en organisch materiaal toevoegen.

Er volgen diersoorten die zich met de planten en elkaar voeden. De **biodiversiteit** aan soorten neemt op die manier toe. De voormalige poel vormt zo een geschikte niche voor een groeiend aantal soorten.

Het samenspel van abiotische en biotische factoren heeft als resultaat dat een ondiepe poel een stukje land wordt, waarop uiteindelijk bomen gaan groeien.

Verschillende stadia van verlanding in een voedselrijk water



1. Veenwortel en grote fonteinkruiden

Kenmerken van een pionierecosysteem

Op een braakliggend terrein vestigen zich eerst **pionierplanten**. Omdat de zaden van pionierplanten vaak lang goed blijven, zijn er altijd wel zaden van deze pionierplanten aanwezig in de bodem. Pionierplanten groeien snel en produceren veel zaden. Ze vermeerderen zich daardoor snel. Afstervende pionierplanten voegen organisch materiaal toe aan de bodem en bemesten zo de grond.

Pionierplanten zijn meestal eenjarig en zo ontstaat er geen stabiele levensgemeenschap. De diversiteit in een pioniersvegetatie is laag.

Pionierplanten zijn allemaal ongeveer even hoog. Daardoor is er weinig gelaagdheid. De biomassa (het drooggewicht van organismen in een ecosysteem) van een pioniersvegetatie is vrij groot, maar er is nauwelijks een humuslaag. De humuslaag is een laag van dood biologisch afbreekbaar materiaal. Veelal bestaat deze humuslaag voornamelijk uit dood bladmateriaal wat afgebroken is door micro-organismen.

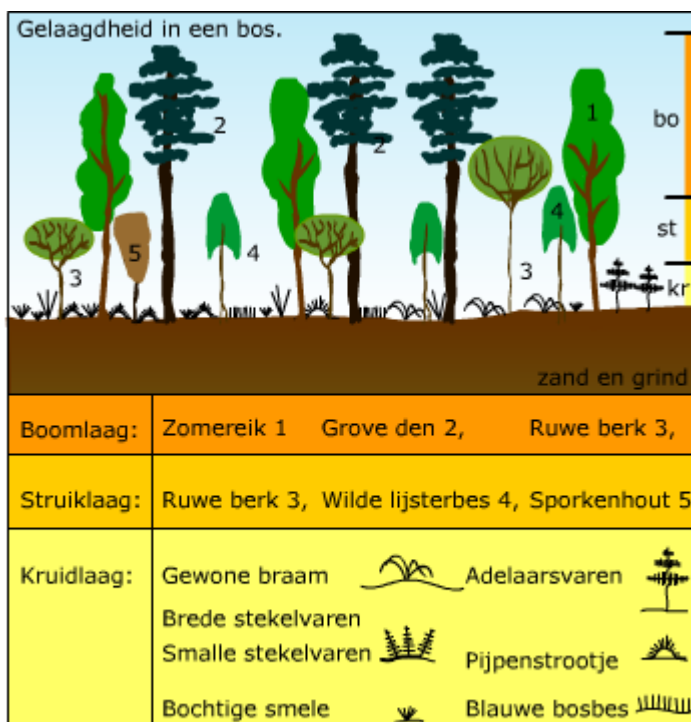


De berk is een typische pionierplant. Je ziet hier tussen de afgebrande bomen kleine berkenboompjes opkomen. Het zijn vaak de eerst boomsoorten die in een bos groeien. In een later stadium zullen de berken worden verdrongen door andere soorten. De soorten zijn afhankelijk van klimaat en grondsoort. In Nederland veelal door eiken en beuken.

Kenmerken van een climaxecosysteem

In Nederland zal het eindresultaat van een gebied dat met rust wordt gelaten meestal een bos zijn. Een bos is een **climaxecosysteem**. De biomassa in een climaxecosysteem is groter dan in een pionierecosysteem. Een climaxecosysteem is in evenwicht.

In een bos is de diversiteit vaak hoog doordat er veel verschillende omstandigheden en dus veel verschillende niches mogelijk zijn. Elke soort heeft een populatiegrootte die is aangepast aan de draagkracht van het ecosysteem. De vegetatie is gelaagd: er zijn kruiden, struiken en bomen. Op de bodem ligt een dikke humuslaag van afgevallen bladeren, waarin allerlei kleine organismen leven. Afgebroken takken en dode bomen worden begroeid door met schimmels.



Klimaat en ecosysteem

Het klimaat speelt een belangrijke rol bij het ontstaan van ecosystemen.

In Nederland ontstaat op een plek die met rust wordt gelaten meestal een bos.

In de woestijn kan dat niet. De abiotische factoren in een woestijn zijn niet geschikt voor de boomsoorten die in ons klimaat groeien. Er is onvoldoende water en de temperaturen zijn te hoog.

In de gebieden rondom de evenaar is voldoende water en de temperatuur erg hoog. Het klimaat maakt het ontstaan van tropisch regenwoud mogelijk.

In gebieden met extreme koude zullen de meeste planten zich niet kunnen ontwikkelen. Het klimaat bepaalt dus in hoge mate de ontwikkeling van een ecosysteem.



Het klimaat op de Zuidpool is koud en droog: de abiotische factoren maken het ontstaan van ecosystemen met een gevarieerde plantenpopulatie onmogelijk.

2 ENERGIESTROMEN EN KRINGLOPEN

2.1 Voedselketen en voedselweb

Inleiding

Elk organisme maakt deel uit van een voedselketen, ook de mens. Wist je dat in je darmkanaal miljarden bacteriën hun eigen voedselketens hebben?



Deelnemers aan een voedselketen en -web



Energieverlies in een voedselketen

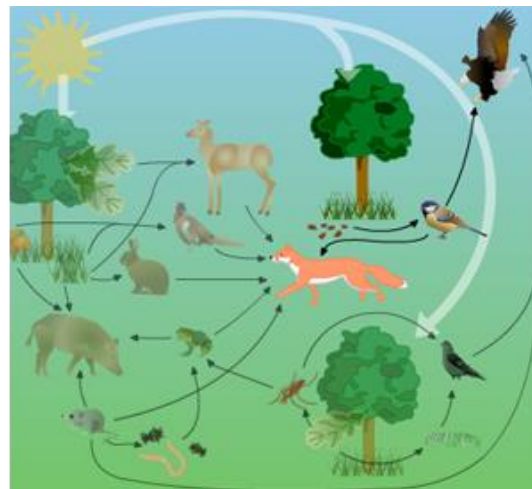


Deelnemers aan een voedselketen en -web

Een voedselketen is een reeks van soorten, te beginnen bij een groene plant, waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort.

Elk ecosysteem heeft zijn eigen voedselketens.

Al die voedselketens in een ecosysteem samen vormen een voedselweb. De meeste organismen gebruiken immers niet één voedselbron. Ze hebben een meer of minder gevarieerd dieet. Op hun beurt worden ze doorgaans ook weer door meer dan één andere soort gegeten.



Producent, consument en reducerent

Planten met bladgroen en sommige bacteriën kunnen organische stoffen maken uit koolstofdioxide en water. Omdat planten organische stoffen kunnen produceren noemen we ze **producenten**. Alle dieren halen hun energie uit de organische stoffen die door producenten zijn gemaakt.

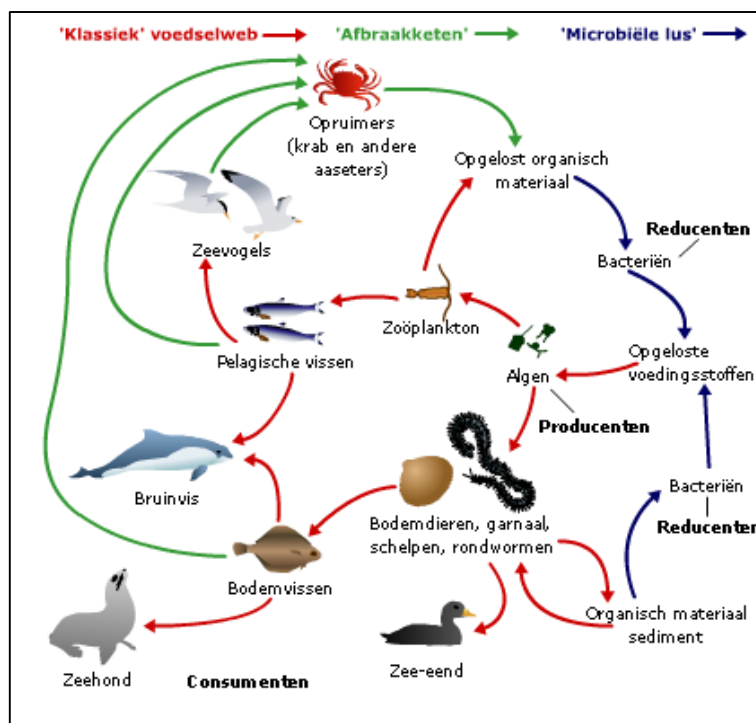
Organismen die andere organismen als voedsel eten noemen we **consumenten**. Producenten en consumenten samen vormen een klassiek voedselweb. Er zijn ook organismen die leven van dood organisch materiaal. Zij vormen de afbraakketen.

De microbiële lus wordt gevormd door reducerenten.

Zij kunnen de organische stoffen in uitwerpselen en dood materiaal

afbreken tot mineralen. Voorbeelden van reducerenten zijn schimmels die hun energie uit dode organismen halen en ook bacteriën die leven van uitwerpselen van andere organismen. De vrijkomende mineralen kunnen door planten weer als voedingsstof worden opgenomen.

Reducerenten spelen een belangrijke rol in de kringloop van mineralen.



Heterotroof en autotroof

Consumenten, afvalers en reducten zijn afhankelijk van organische stoffen die door producenten gemaakt worden. Zij bouwen verder met deze organische stoffen en of ze halen er hun energie uit. Organismen die afhankelijk zijn van organische stoffen uit hun omgeving worden heterotrofe organismen genoemd.

Organismen die hun eigen voedsel maken uit anorganische stoffen zijn autotroof. Foto-autotrofe organismen (planten en cyanobacteriën) benutten daarvoor de energie van de zon.

Er zijn ook bacteriën die de energie uit anorganische stoffen kunnen gebruiken om organische stoffen te maken. Deze bacteriën noemen we chemo-autotroof

Groep	Leefwijze	Voorbeeld
Consument en reductent	Heterotroof	Dieren, schimmels, de meeste bacteriën
Producenten die licht als energiebron gebruiken	Foto-autotroof	Planten en cyanobacteriën
Producenten (bacteriën) die de energie uit anorganische stoffen gebruiken	Chemo-autotroof	Zwavelbacteriën, ijzerbacteriën

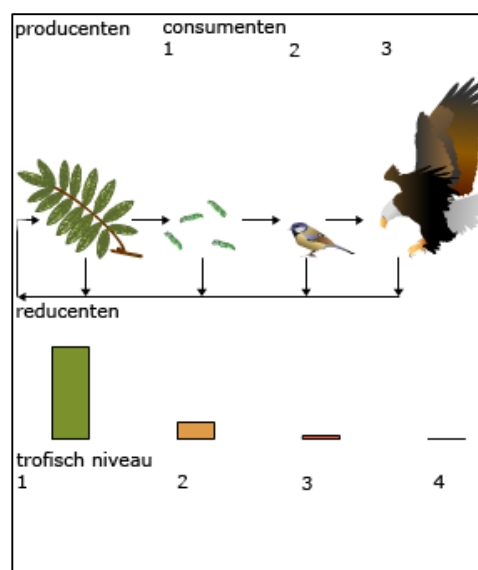
Trofische niveaus in een ecosysteem

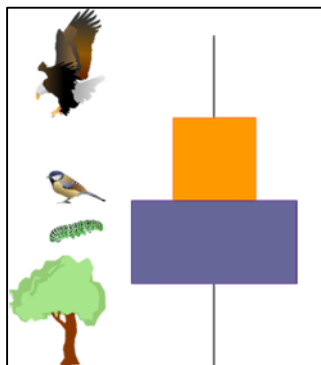
In een ecosysteem is het eten of gegeten worden. Onderaan de voedselketen staan de producenten. Meestal zijn dat planten. In sommige ecosystemen bestaan de producenten echter uit chemo-autotrofe bacteriën. Een voorbeeld van een dergelijk ecosysteem is te vinden op de oceaانبodem.

De producenten staan op het eerste trofische niveau. De consumenten die planten eten (herbivoren) staan op het tweede trofische niveau. De vleeseters (carnivoren) staan op het derde trofische niveau.

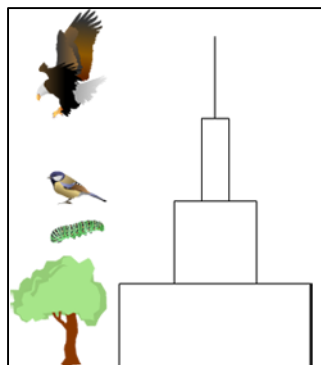
Op het vierde trofische niveau staan grotere vleeseters en parasieten. Een dier kan tot meerdere trofische niveaus behoren, afhankelijk van de voedselketen die je bekijkt.

In de animatie zie je dat de biomassa van het eerste trofische niveau het grootst is. Van elke volgend niveau is de biomassa minder dan van het niveau daarvoor. Als je de biomassa van de trofische niveaus stapelt krijg je een piramide. De geldt niet altijd voor een aantallen organismen van de achtereenvolgende trofische niveaus.





In een piramide van aantallen wordt weergegeven hoeveel organismen elke schakel van een voedselketen heeft. Deze heeft niet altijd de vorm van een piramide.

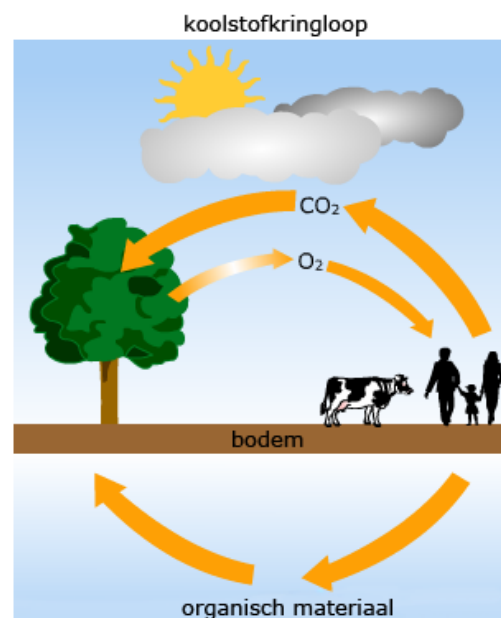


Een piramide van biomassa heeft wel altijd een piramidevorm.

2.2 Kringlopen in de natuur

Inleiding

In de natuur is veel vraag naar de elementen koolstof (C), waterstof (H), zuurstof (O) en stikstof (N). Organismen gebruiken deze voor het maken van allerlei organische moleculen. Ze hebben daarvoor ook nog allerlei andere elementen nodig, meestal in kleinere hoeveelheden. Het gaat dan bijvoorbeeld om Ca, Mg, P, K, Cl, S, I, Cu, Zn. Aan de basis van de synthese van organische moleculen staan producenten. Vervolgens doorlopen de organische stoffen de diverse consumenten van de voedselketen. Uiteindelijk maken reducenten van het organisch materiaal dat door consumenten uitscheiden wordt weer anorganische moleculen. Zo is er sprake van een kringloop.



Kringlopen



Routes van koolstof



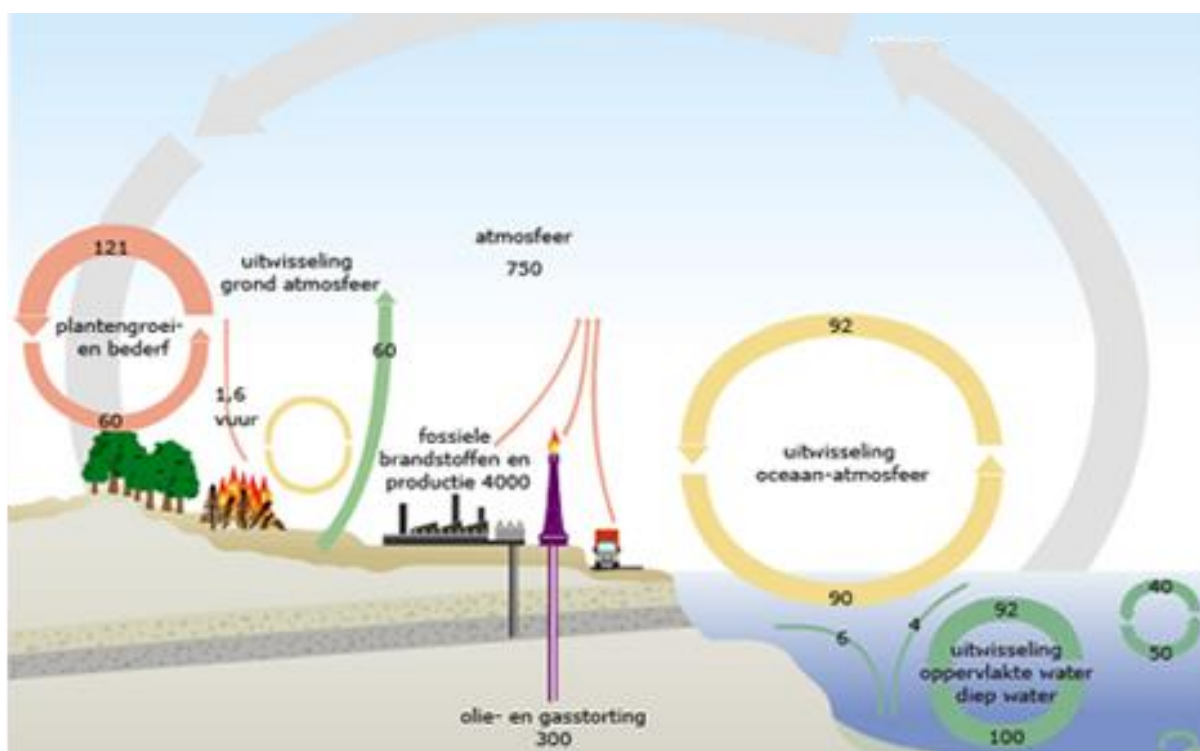
Routes van stikstof

Kringlopen

In de natuur gaat organische stof over van het ene organisme in het andere, totdat reducers de materie weer afbreken tot anorganische stoffen. Zo'n cyclische omzetting van stoffen door organismen heet een kringloop.

Voor elementen als koolstof en calcium zijn er korte- en lange-termijn kringlopen. Sommige stoffen kunnen gedurende lange tijd worden onttrokken aan de kringlopen. Calcium kan bijvoorbeeld langere tijd gebonden zijn in schelpen en in gesteenten. Koolstof is het belangrijkste element in aardolie, aardgas en steenkool. De korte termijn kringloop bevat de processen die betrokken zijn bij assimilatie en dissimilatie in voedselketen.

Voor de laatste 50 jaar oefent de mens grote invloed uit op de koolstofkringloop. Door het verbranden van fossiele brandstoffen wordt koolstof onttrokken aan de lange-termijn kringloop en in de korte-termijn kringloop gebracht. Dat proces heeft verstrekende gevolgen zoals het versterkte broeikaseffect.

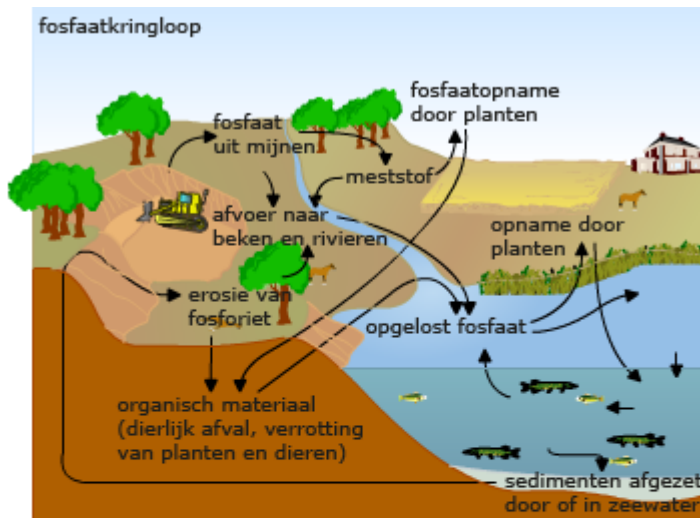


Kringloop van mineralen

Een plant neemt koolstofdioxide, water en mineralen op. Bij mineralen hebben we het over belangrijke stoffen zoals nitraat en fosfaat. In het schema zie je een overzicht van de kringloop van het fosfaat.

Een planteneter krijgt met zijn voedsel ook mineralen binnen. Hij benut deze voor zijn eigen chemische processen en opbouw van cellen.

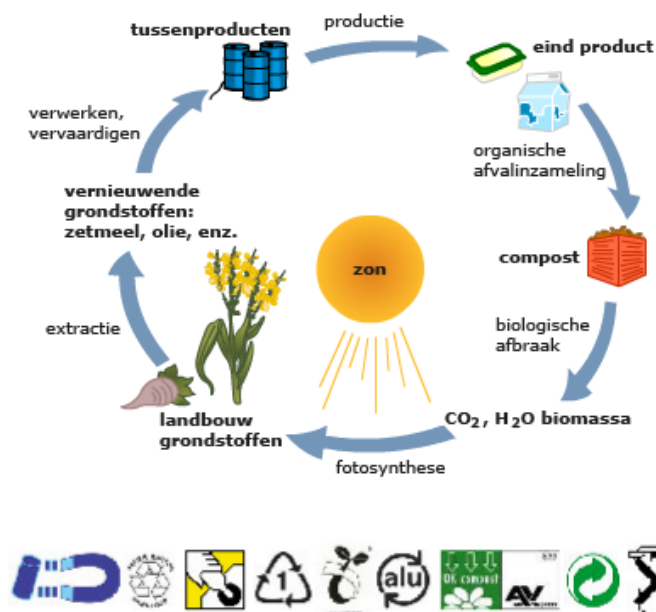
Door hergebruik (recycling) blijven mineralen beschikbaar voor planten en dieren. Een plant neemt bijvoorbeeld calcium op. Een dier dat de plant eet gebruikt het calcium om zijn botten of zijn schelp te laten groeien. Het dier produceert uitwerpselen en gaat uiteindelijk dood. Het calcium in de uitwerpselen of dode resten van het dier, wordt vrijgemaakt door reductanten zoals bacteriën. Calcium wordt dan weer opgenomen door planten. Op deze manier circuleert calcium in een kringloop in de natuur.



Biologische afbreekbaarheid - 1

Bijna elk materiaal in de natuur wordt uiteindelijk weer door reductanten gereduceerd tot anorganische stoffen. Bij sommige stoffen gaat dat langzamer dan bij andere stoffen. Hout blijft bijvoorbeeld vrij lang liggen in een bos. Dat komt doordat er niet zoveel bacteriesoorten of schimmelsoorten zijn die hout (lignine) kunnen afbreken. Hout is daarom minder biologisch afbreekbaar dan het vlees van een dood dier, dat door meerder soorten bacteriën kan worden afgebroken.

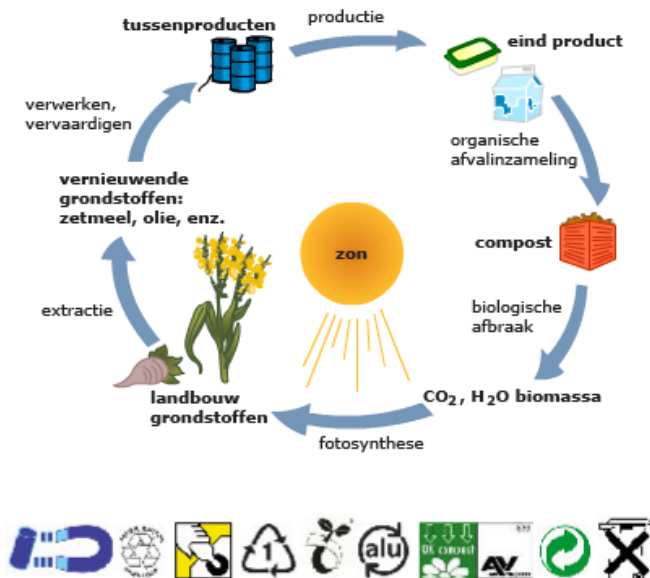
Bij de verwerking van huisvuil worden reductanten ingezet. Zij zetten het afval om in water en CO₂ en mineralen. De reststof, compost (nog niet verteerd materiaal, vergelijkbaar met humus), kan gebruikt worden in tuinen en akkers. Daar geeft het langzaam de mineralen weer af.



Biologische afbreekbaarheid - 2

De meeste plastics zijn niet of nauwelijks biologisch afbreekbaar. Er zijn geen bacteriën met de juiste enzymen om plastic te verteren. Plastic ondergaat wel chemische reacties met stoffen in de omgeving en slijt daardoor uiteindelijk weg. Dat proces duurt echter heel lang waardoor er een afvalprobleem ontstaat. Verbranden kan, maar dat geeft luchtvervuiling. Fabrikanten van verpakkingsmateriaal zijn op zoek naar biologisch afbreekbare verpakkingsmiddelen. In het water vinden dezelfde soort processen plaats, ook daar worden organische stoffen door reductanten omgezet in anorganische stoffen.

Dit wordt ook wel het zelfreinigende vermogen van water genoemd. Hier wordt gebruik van gemaakt in rioolwaterzuiveringsinstallaties. Alle menselijke uitwerpselen worden op die manier weer omgezet in koolstofdioxide, humus of mineralen.



Onttrekken van materie

Het gebruik van niet afbreekbare producten zoals plastics onttrekt stoffen aan de kringloop. In de natuur worden soms ook stoffen voor langere tijd aan de kringloop onttrokken. Maar materie verdwijnt nooit. Uiteindelijk komen alle elementen weer terug in de kringloop.



Sommige eencelligen hebben een skeletje van kalk ofwel calciumcarbonaat. Als ze sterven zakken ze naar de oceaانبodem. Het calcium is onttrokken aan de calciumkringloop. Dit calciumcarbonaat doet niet meer mee aan de calciumcyclus. Dit verhaal geldt uiteraard ook voor de enorme kalkrotsen in landen zoals Engeland en Frankrijk die op soortgelijke wijze zijn ontstaan.

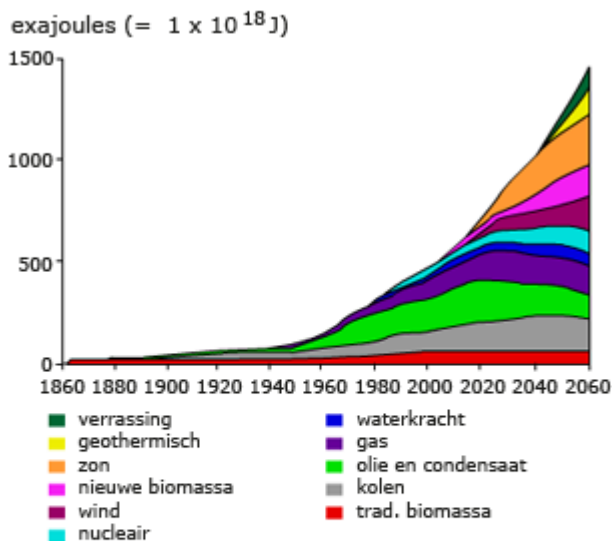
Routes van koolstof

Alle elementen circuleren voortdurend in een kringloop door het systeem aarde.

Voor het element koolstof onderscheiden we een kortetermijn- en een lange-termijn kringloop.

Koolstof wordt aan de korte-termijn koolstofkringloop onttrokken als afgestorven organisch materiaal niet wordt afgebroken door reductanten maar langdurig wordt opgeslagen. Dat gebeurde bijvoorbeeld miljoenen jaren geleden in het Cambrium toen uit bosmoerassen steenkool ontstond. Wij voegen die koolstof uit het organisch materiaal van destijds nu weer toe aan de atmosfeer door verbranding van fossiele brandstoffen.

Wereld energieconsumptie in een duurzaam scenario



Een voorspelling van het aandeel van fossiele brandstoffen in de energievoorziening tot 2060.

Vastleggen en vrijmaken

Producenten leggen anorganisch gebonden koolstof vast in organische stoffen. Dit gebeurt door fotosynthese of chemosynthese. De meeste producenten gebruiken koolstofdioxide uit lucht of water voor de synthese van organische stoffen, zoals glucose en saccharose (rietsuiker), DNA, vetten en eiwitten.

Als er organische stoffen worden geproduceerd, wordt er dus koolstof opgeslagen. Daarnaast wordt er veel koolstof opgeslagen in de vorm van anorganische stoffen, zoals calciumcarbonaat (in schelpen, gesteente, botten en tanden) en waterstofcarbonaat (de opgeloste vorm van koolstofdioxide).

Voorbeelden van het vrijmaken van koolstof uit organische stoffen zijn de aërobe en anaërobe dissimilatie van organische verbindingen. De koolstof uit calciumcarbonaat komt weer vrij doordat oplossen of door vertering of door oplossen in water.



Hout is een opslagplaats van koolstof.

Verbruik van koolstofhoudende stoffen

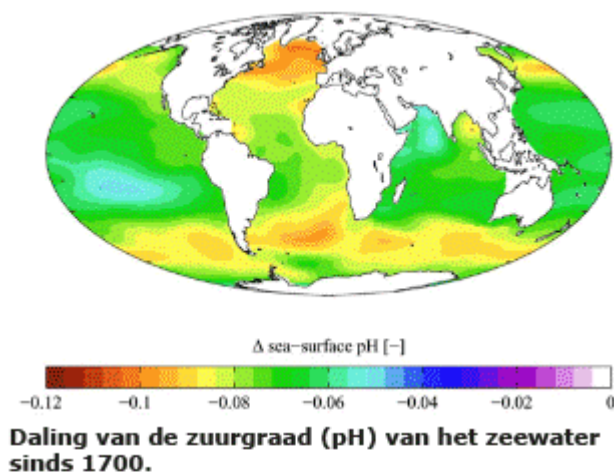
Alle organische stoffen bevatten koolstof. Er zijn ook anorganische stoffen die koolstof bevatten zoals koolstofdioxide en carbonaten zoals calciumcarbonaat. Er worden in ecosystemen voortdurend stoffen omgezet die koolstof bevatten. Bij de fotosynthese wordt koolstofdioxide omgezet in glucose en wordt er dus koolstof vastgelegd in organische stof. Er wordt dan koolstofdioxide verbruikt. Als koolstofdioxide reageert met water ontstaat er waterstofcarbonaat. Er is dan koolstof vastgelegd in water.

Bij het 'verbruik van' koolstofhoudende stoffen gaat het bij de productie van koolstofdioxide hoofdzakelijk om de omzetting van organische stoffen in anorganische stoffen. Voorbeelden van het verbruik van organische koolstofhoudende stoffen zijn de aerobe en anaerobe dissimilatie van organische verbindingen.

Verstoord evenwicht in de koolstofkringloop

De totale hoeveelheid koolstof op aarde is dus verdeeld over verschillende reservoirs van anorganische en organische stoffen. Tussen al deze reservoirs zijn voortdurend uitwisselingen. Ze houden elkaar in evenwicht. Maar het evenwicht is sinds het begin van de industriële revolutie verstoord, doordat er meer fossiele brandstoffen worden verbrand dan er gevormd worden.

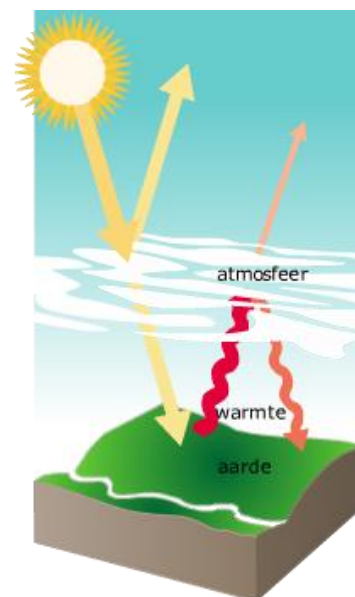
Dat betekent niet dat er ineens minder koolstof of minder waterstof op aarde is. Maar wel dat er minder koolwaterstofverbindingen in de bodem zijn, meer koolstofdioxide in de lucht en meer bicarbonaat in het water. Het evenwicht is dus verstoord.



Versterkt broeikas effect

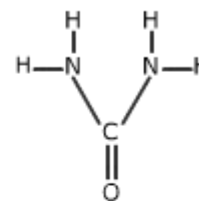
Het gevolg van de toegenomen hoeveelheid CO₂ is groot. Dat komt doordat CO₂ een broeikasgas is. Broeikasgassen houden de warmtestraling die de aarde uitzend gedeeltelijk tegen. Dat is gunstig want ze voorkomen dat de aarde 's nachts te sterk afkoelt. Maar een sterke toename van broeikasgassen heeft een versterkt broeikas effect tot gevolg. En dat heeft grote gevolgen voor het klimaat.

Doordat ook in de oceanen meer CO₂ oplost, wordt het water zuurder. Dat beïnvloedt de ecosystemen in het water.



Routes van stikstof

Elke keer als je plast, verlies je stikstof in de vorm van ureum. Elke keer dat je vlees eet, krijg je stikstof binnen in de vorm van eiwit. Er is dus in je lichaam sprake van voortdurende aan- en afvoer van stikstof. De stikstof uit de biefstuk komt even later deels terecht in de rioolwaterzuivering.



Ureum

Elke keer dat iemand gaat plassen...

Stikstoffixatie

Bijna 80% van het gas in de atmosfeer bestaat uit stikstof ofwel N_2 . De rest is voornamelijk zuurstof. Stikstof reageert met zuurstof als de temperatuur hoog genoeg is, bijvoorbeeld bij bliksem en in verbrandingsmotoren. Er ontstaan dan stikstofoxiden ofwel NO_x (de x geeft aan dat er meerdere oxiden van stikstof mogelijk zijn). Stikstofoxiden reageren met water tot anorganische zuren, bijvoorbeeld salpeterzuur. Het lost goed op in water, waarbij nitraationen (NO_3^-) ontstaan. Producenten nemen nitraten op en gebruiken ze voor de aanmaak van organische stoffen, zoals aminozuren (eiwitten) en nucleïnezuren (DNA en RNA).

Stikstof uit de lucht kan met de juiste enzymen ook omgezet worden door organismen. Die enzymen zijn aanwezig in bacteriën in de wortelknolletjes van sommige plantensoorten (bijvoorbeeld klaver).

Deze bacteriën maken ammoniak (NH_3) van de opgenomen stikstof, wat na reactie met een proton, H^+ , door de plant als NH_4^+ kan worden opgenomen.



Stikstofwortelknolletjes van de tuinboon. Hierin leven bacteriën die stikstof uit de lucht vastleggen. Hierdoor kan de tuinboon ook groeien op stikstofarme grond.

Verbruik van stikstofhoudende stoffen

Een planteneter zet de stikstofhoudende stoffen in zijn voedsel (zoals eiwitten) om in stikstofhoudende stoffen die voor hem nuttig zijn. In sommige gevallen breekt hij ze af voor zijn energievoorziening. Bij die afbraak komen stoffen als ureum ($(NH_2)_2CO$) en urinezuur vrij ($C_5H_4N_4O_3$). Deze stoffen worden uitgeplast.

Het ureum en urinezuur wordt vervolgens door urobacteriën afgebroken tot het gas ammoniak, NH_3 . De omzetting van organische stikstofverbindingen in ammoniak heet ammonificatie.

De ammoniak kan terecht komen in de atmosfeer of in het grondwater (in de vorm van ammonium, NH_4^+).

Het wordt in de grond direct opgenomen door planten of het kan door nitrificerende bacteriën omgezet worden in nitriet (NO_2^-) of nitraat (NO_3^-).

Dit heet **nitrificatie**. Organismen verbruiken dus stikstofhoudende stoffen om andere organische stikstofverbindingen zoals DNA, ATP en eiwit mee op te bouwen. Enkele groepen organismen kunnen anorganische stikstofverbindingen ook gebruiken om energie uit vrij te maken. Dit proces heet chemosynthese.



Bij de waterzuivering spelen nitrificerende bacteriën een belangrijke rol. Nitrietbacteriën (Nitrosomas) zetten daarbij ammonium om in nitriet ($NH_4^+ + O_2 \rightleftharpoons NO_2^- + 4H^+ + 2e^-$). Vervolgens zorgen nitraatbacteriën (Nitrobacter) voor de omzetting van nitriet in nitraat ($NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons NO_3^- + 2H^+ + 2e^-$). De nitrificatie is onderdeel van de stikstofcyclus.

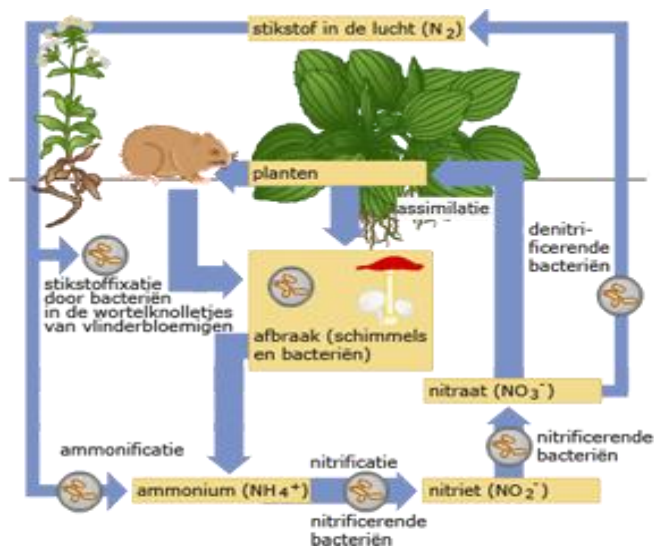
Stikstofkringloop

Stikstofverbindingen worden in lucht, water en bodem voortdurend in andere stikstofverbindingen omgezet. Als je alleen naar de stikstof kijkt, kun je spreken van een stikstofkringloop, stikstof wordt steeds weer gerecycled. De stikstof die eerst nog in de lucht aanwezig was, kan later behoren tot het DNA van een mens en vervolgens weer worden afgebroken tot urinezuur. In het riool benutten urobacteriën de energie die nog in het urinezuur aanwezig is en maken er ammoniak van. Ammoniak kan vervolgens weer door andere bacteriën worden omgezet in bijvoorbeeld ammonium.

Elke groep bacteriën is gespecialiseerd in een bepaalde reactie. Zo kunnen in een bodem waar voldoende zuurstof aanwezig is verschillende soorten nitrificerende bacteriën ammoniumverbindingen omzetten in nitraat. De eerste groep, de nitrietbacteriën, oxideert ammonium tot nitriet.

De tweede groep, de nitraatbacteriën, oxideert nitriet tot nitraat (NO_3^-).

Als er weinig zuurstof in de bodem is, krijgen de denitrificerende bacteriën een kans. Zij leven namelijk onder anaerobe omstandigheden. Zij zetten nitraat om in N_2 . Zo kan de stikstof als N_2 terugkeren in de lucht. Op die manier doorloopt het element stikstof een kringloop.



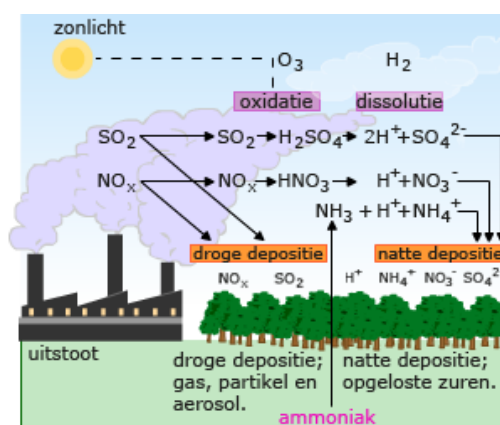
Verstoord evenwicht in de stikstofkringloop

Het evenwicht in de stikstofkringloop kan op verschillende manieren verstoord raken.

Nitraten lossen makkelijk op en kunnen daardoor met het water zo diep in de bodem verdwijnen dat ze voor plantwortels onbereikbaar zijn. De hoeveelheid nitraat kan juist ook te veel stijgen, bijvoorbeeld door overbemesting. Deze overmaat aan voedingsstoffen heet vermesting of ook wel eutrofiering (zie verder "[Bevolkingsgroei en kringlopen](#)").

Ook teveel ammoniak is een probleem. Het komt vrij uit dierlijke mest. Het wordt door nitrificerende bacteriën omgezet in salpeterzuur (HNO_3). Door deze vermesting, verzuurt bovendien de bodem.

Het toenemend gebruik van fossiele brandstoffen leidt tot een overschot aan stikstofoxiden (en zwaveloxiden) in de lucht. In de lucht wordt het stikstofoxide met water omgezet in salpeterzuur (en zwavelzuur). Wanneer het regent, bereiken de zuren de bodem.



Overzicht van de processen die leiden tot depositie van verzurende stoffen. De stoffen komen zowel via droge depositie (gasvormig), als via natte depositie (regen, sneeuw, mist) op de vegetatie terecht. Dit plaatje komt uit de Verenigde Staten; voor Nederland is de bijdrage van ammoniak (onderaan rose) veel belangrijker, door onze intensieve veehouderij.

Verzuring

De bodem bevat buffers, zoals kalk en humus, die de zuren tot op zekere hoogte kunnen neutraliseren. Aan deze buffers zijn allerlei stoffen gebonden. Als de buffercapaciteit wordt overschreden, daalt de pH in de bodem. De verbinding tussen buffers en voedingsstoffen wordt dan verbroken en de voedingsstoffen spoelen weg met het grondwater. Door de verzuring van de bodem kunnen giftige metalen zoals aluminium oplossen waardoor de plantenwortels worden aantast. Vooral vegetaties die voorkomen op weinig gebufferde bodems, zoals zure zandgronden, zijn heel gevoelig voor verzuring.

Wanneer de bodem verzuurt, verslechtert bovendien de kwaliteit van het grondwater. Omdat tweederde van ons drinkwater afkomstig is uit het grondwater, wordt ook ons drinkwater hierdoor aangetast.



Bron: www.milieuloket.nl

2.3 Landbouw en kringlopen

Inleiding

In de natuur worden stoffen voortdurend gerecycled. In de landbouw is dat een stuk minder het geval. De akkers zijn er immers om te produceren, en de producten worden afgevoerd.

In de ecologische landbouw probeert men zoveel mogelijk te werken met een gesloten kringloop.



Landbouw



Bevolkingsgroei en kringlopen

Landbouw

Landbouwbedrijven over de gehele wereld voeden met hun producten meer dan 6 miljard mensen op aarde. Daarbij is de gang van zaken ongeveer hetzelfde als in de natuur: het begint met de producenten ofwel de planten. Vervolgens is er een voedselketen die eindigt bij reducenten. Na de reducenten zijn er weer grondstoffen ontstaan die weer door planten worden opgenomen. Zo is er een voortdurende kringloop van materie.

Door de eeuwen heen zijn mensen voortdurend op zoek geweest naar een verhoging van de productie. Hoe meer er kan worden geproduceerd, des te meer opbrengst en welvaart. In onze tijd is er ook een andere ontwikkeling en kiezen boeren steeds vaker voor een meer alternatieve benadering van het boerenbedrijf, met minder bestrijdingsmiddelen en in betere verstandhouding met de natuur.

Landbouw en bio-industrie

Je kunt de mens als een soort beschouwen met een eigen rol in het ecosysteem. De mens is voor zijn voedsel vooral afhankelijk van veeteelt, visteelt, tuinbouw en akkerbouw.

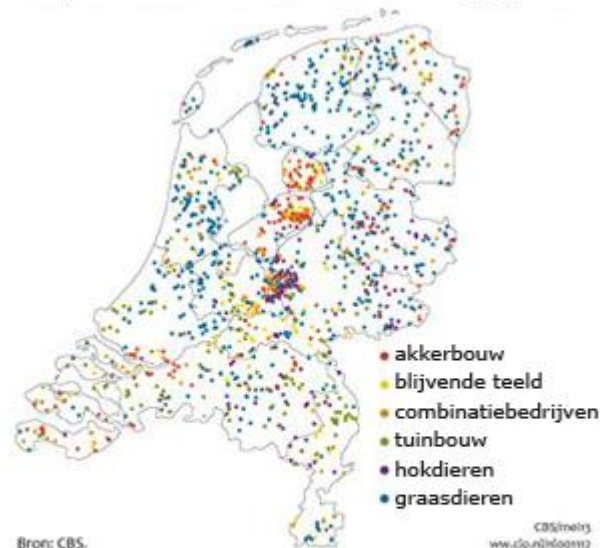
De voedselproductie is gedurende onze beschaving steeds efficiënter geworden. Gewassen worden optimaal voorzien van mineralen en water.

Dieren in de bio-industrie krijgen krachtvoer om ze snel te laten groeien en zo veel mogelijk melk te laten produceren. De mineralen voor de planten worden gekocht en kunnen overal vandaan komen, soms van duizenden kilometers ver. Ook het krachtvoer van dieren wordt vaak in andere landen geteeld.

De druk die deze manier van produceren legt op het evenwicht in kringlopen is groot, doordat voortdurend geogst wordt en dus materiaal hier en elders aan de kringloop wordt onttrokken.

Een veeteeltbedrijf produceert veel meer mest dan een populatie dieren in een natuurlijk ecosysteem. De mest wordt opgeslagen in mesttanks, verwerkt tot biogas of ingespoten in de grond. Er is sprake van een mestoverschot. De kringloop van materie op een landbouwbedrijf verschilt daardoor van de kringloop in een natuurlijk ecosysteem. Er is geen evenwicht in de kringloop van materie op een landbouwbedrijf.

Biologische land- en tuinbedrijven naar hoofdbedrijfstype, 2012



Biologische landbouw waarbij meer rekening met de natuurlijke omgeving wordt gehouden in Nederland.



Intensieve veehouderij zorgt voor mestoverschotten. Ammoniak in mest draagt bij aan de verzuring van het milieu (zure regen). Hier wordt mest geïnjecteerd in de bodem om de ammoniakuitstoot zo veel mogelijk te beperken.

Biologische landbouw

In de biologische landbouw proberen mensen dichterbij de kringlopen in een natuurlijk ecosysteem te komen. Biologische landbouw maakt geen gebruik van kunstmest maar van compost en dierlijke mest uit ecologische veeteelt. Het

voer voor dieren wordt zoveel mogelijk geproduceerd op het landbouwbedrijf zelf. De mest die het vee produceert wordt gebruikt als plantenvoedsel. Deze vorm van landbouw wordt ook wel duurzame landbouw genoemd omdat er veel minder materie aan de omgeving wordt onttrokken en toegevoegd en er minder afval wordt geproduceerd.



Beperkende factoren en biotechnologie

Landbouwbedrijven produceren op een efficiënte manier voedsel. De beperkende factoren worden zo veel mogelijk opgeheven. Beperkende factoren voor de akkerbouw zijn divers. Denk maar de hoeveelheid licht, mineralen (ofwel mest), water, koolstofdioxide, aanwezigheid van schadelijke dieren, eigenschappen van de gewassen zelf, enzovoort. Met maatregelen als sproeien, bemesting, bestrijdingsmiddelen, regulering van licht kan de productiviteit van een akkerbouwbedrijf worden verhoogd.



Genetisch gemodificeerde sojabonen.

De eigenschappen van planten kunnen sterk worden verbeterd door biotechnologie. De meest tijdrovende manier daarbij is het kweken van planten met de juiste eigenschappen. Door selectie en kruisen van gewassen worden nieuwe planten gekweekt.

Tegenwoordig is het met behulp van genetische modificatie mogelijk om het DNA van planten en dieren te wijzigen. Deze techniek maakt het mogelijk genen in te bouwen in een plant zodat hij sneller groeit of beter bestand is tegen insecten of onkruidbestrijdingsmiddelen.

Er is nog veel weerstand tegen deze genetische modificatie omdat de gevolgen van deze techniek op lange termijn niet bekend zijn.

Biologische bedrijven gebruiken meestal geen moderne biotechnologie. Zij hechten meer waarde aan duurzaamheid en ontlasting van het milieu.

Bevolkingsgroei en kringlopen

Natuurlijke kringlopen in een ecosysteem zijn meestal in evenwicht. Een natuurramp kan het evenwicht in de kringloop verstoren. Door hevige regenval kan bijvoorbeeld vruchtbare aarde wegspoelen.

Andere voorbeelden van dergelijke verstoringen zijn branden, stormen en vulkaanuitbarstingen.

Mensen zijn in zekere zin te beschouwen als een natuurramp omdat zij door hun gedrag kringlopen beïnvloeden en verstoren. Door de schaal waarop dat gebeurt heeft het grote gevolgen, ook voor de mens zelf.

In de onderdelen koolstofkringloop en stikstofkringloop ("[Kringlopen in de natuur](#)") ben je al de effecten van broeikasgassen, verzuring en vermisting tegengekomen. Hier noemen we nog enkele andere voorbeelden van de manier waarop de moderne mens de evenwichten in kringlopen beïnvloedt.



Groei van de wereldbevolking

De groeiende wereldbevolking heeft steeds meer voedsel nodig en dus steeds meer landbouwgrond.

De wereldvoedselproductie moet in 2050 met 70 procent zijn toegenomen om de snelle groei van de wereldbevolking op te vangen. De productiegroei moet volgens de Food and Agriculture Organization in ontwikkelingslanden voor 80 procent komen uit een verbetering van de opbrengst per hectare, en slechts voor 20 procent uit een uitbreiding van de hoeveelheid landbouwgrond (bijvoorbeeld door ontbossing waarna de grond vruchtbaar gemaakt wordt door verbranding).

Maar in de praktijk is de productiviteit van de landbouw in arme landen juist gedaald.

Landbouwgrond wordt bovendien schaarser doordat de voedselproductie concurreert met de winstgevende productie van grondstoffen voor biobrandstof. Daarnaast dreigt de productiviteit van de landbouwgrond vooral in ontwikkelingslanden te worden aangetast door klimaatverandering.

Scheiding tussen productie en verbruik

De wereldeconomie bepaalt waar landbouwproducten worden geproduceerd en waar ze worden geconsumeerd. Dat economische proces gaat volledig aan natuurlijke kringlopen voorbij. Geproduceerd voedsel vindt zijn weg naar de best betalende klanten. Tussen plaatsen waar voedsel en meststoffen worden geproduceerd en waar het wordt verkocht en geconsumeerd liggen vaak grote afstanden. Argentinië voert bijvoorbeeld veel meststoffen in voor de productie van soja. In Nederland worden miljoenen varkens gefokt, onder andere met soja uit landen als Argentinië. De mest van de varkens wordt echter niet vervoerd naar Argentinië. Dat zou te veel geld en energie kosten in de vorm van fossiele brandstoffen.



Grondstoffen voor de productie van veevoer in Nederland komen van over de hele wereld.

Verdroging

Landbouwgewassen hebben een bepaalde worteldiepte. De grondwaterstand wordt soms kunstmatig aangepast om te zorgen dat de landbouwgewassen goed kunnen groeien. Die waterstand is vaak ongunstig voor veel natuurlijke soorten planten. Voor die soorten is de grond al gauw te droog. We spreken van verdroging. 12% van de natuurgebieden is verdroogd.

Verdroging kan ook het gevolg zijn van het winnen van drinkwater, bijvoorbeeld in onze duinen.

Verdroogde gebieden, 2000



Bron: IPO/RIZA

- Hoofdfunctie natuur
- Nevenfunctie natuur
- Hersteld verdroogd gebied
- Te verwerven hoofdfunctie natuur

Eutrofiëring

De intensieve veeteelt, het gebruik van meststoffen in de landbouw, afvalwaterlozingen, verbrandingsprocessen en het storten van huishoudelijk afval en waterzuiveringsslib leiden tot verhoogde nitraat- en fosfaatconcentraties in oppervlakte- en grondwater (eutrofiëring). Daardoor vervuilen drinkwatervoorraden en gaat de biodiversiteit in natuurgebieden achteruit.



Bron: commons.wikimedia.org

In het water gaan planten zoals algen zich explosief ontwikkelen, waardoor er minder licht in het water kan doordringen. Het water wordt zuurstofarm waardoor o.a. vissen dood gaan en anaërobe bacteriën meer actief worden.

Energievoorziening bacteriën

Er zijn verschillende manieren waarop bacteriën hun energie en voedingsstoffen verkrijgen.

Er zijn er die net als wij organische stoffen opnemen en ze gebruiken om energie uit vrij te maken. Meestal is voor die afbraak zuurstof nodig. Sommige bacteriën kunnen ook zonder aanwezigheid van zuurstof organische stoffen afbreken (gisting). Er zijn ook soorten waarvoor zuurstof zelf giftig is. Ze kunnen alleen anaeroob leven.

Andere soorten benutten net als planten de energie van de zon om koolhydraten op te bouwen uit CO₂. Dat zijn onder andere de cyanobacteriën (ook wel blauwwieren of blauwalg genoemd). Als er veel meststoffen in het water zitten, planten cyanobacteriën zich bij warm weer heel snel voort. Ze scheiden stoffen af, die giftig zijn voor mensen en dieren. Er zijn er ook die anorganische stoffen zoals H₂S of ammonia NH₃ oxideren. Dat levert hen energie, waarmee ze uit CO₂ en H₂O hun koolhydraten kunnen opbouwen.



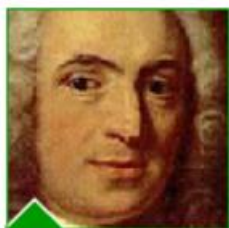
Algenbloei wordt vaak veroorzaakt door cyanobacteriën. De gifstoffen die de cyanobacteriën produceren zijn gevaarlijk voor zwemmers.

3 SYSTEMATIEK

3.1 Ordening van soorten

Inleiding

In de oceanen en in het tropisch oerwoud vallen nog miljoenen nieuwe soorten te ontdekken. Schattingen van het totale aantal soorten lopen uiteen van 10 tot 100 miljoen. Biologen proberen al die miljoenen soorten een plaats te geven in een ordeningssysteem.



Ordening volgens
Linnaeus

Ordening volgens Linnaeus

In 1735 publiceerde Linnaeus zijn belangrijkste werk, de *Systema Naturae*, waarin hij de natuur onderverdeelt in drie rijken: mineralen, planten en dieren. Opzienbarend voor die tijd was zijn ordening van planten op grond van de seksuele organen. Het feit dat planten over voortplantingsorganen beschikten was in die tijd een vrij nieuw gegeven en bovendien was spreken over voortplanting een groot taboe.

Linnaeus ordeningssysteem is gebaseerd op uiterlijke overeenkomsten en wordt daarom een kunstmatig systeem genoemd. Kunstmatige systemen gaan uit van één bepaald kenmerk. Een plantengroep kan heel verschillende soorten bevatten, zolang ze maar dat ene kenmerk vertonen. Hiertegenover staat een natuurlijk (evolutionair) systeem, dat gebaseerd is op verwantschap. Toch gaan biologen nog steeds voor een belangrijk deel uit van de gegevens van Linnaeus. Zijn kunstmatige systeem wordt op deze manier langzamerhand getransformeerd in een natuurlijk systeem, waarin de enorme hoeveelheid gegevens die vanaf 1750 is verzameld, verwerkt is.



Carolus Linnaeus (1707-1778)

Wetenschappelijke naamgeving

De Zweed Carl von Linné (Carolus Linnaeus) leefde van 1707 tot 1778. Hij promoveerde aan de universiteit van Harderwijk. Linnaeus is de grondlegger van de wetenschappelijke naamgeving. Zijn ordeningssysteem was gebaseerd op een slimme manier om bestaande gegevens van organismen in te delen.

Zo werden planten door Linnaeus bijvoorbeeld ingedeeld op basis van de anatomische vorm en het aantal van hun meeldraden.

Linnaeus gaf aan iedere soort een geslachtsnaam en een soortaanduiding.

Deze manier van indelen staat bekend als de binaire naamgeving en wordt nog steeds gebruikt.

De mens werd in zijn systeem *Homo sapiens* genoemd. Het eerste deel (*homo*) is de geslachtsnaam. Deze wordt met een hoofdletter geschreven.

Het tweede deel (*sapiens*) is de soortsnaam. De hond heet *Canis familiaris* L.

De L. betekent dat Linnaeus die naam (voor het eerst) heeft gegeven.



Indeling van planten op basis van hun voortplantingsorganen door Linnaeus uit 1736.

Taxonomie en soort

Systematiek (taxonomie) is de tak van biologie die zich bezighoudt met indelen: het rangschikken op grond van overeenkomstige kenmerken. Dat geeft inzicht in verwantschap en in biodiversiteit. Daardoor wordt ook de afstammingsgeschiedenis van soorten steeds duidelijker.

Soorten met overeenkomstige kenmerken zijn door het verloop van de evolutie immers vaak verwant.

Een soort is een verzameling individuen die in staat zijn zich onderling voort te planten. Het voortplanten moet daarbij leiden tot een vruchtbare nakomelingschap. De individuen van een soort hebben een gelijke bouw en verwantschap. Binnen een soort kan wel variatie bestaan, bijvoorbeeld in kleur.

Soorten met overeenkomstige kenmerken worden gegroepeerd in één geslacht. Meerdere geslachten vormen een familie.

Tegenwoordig wordt bij de bepaling van verwantschap vaak gebruik gemaakt van moleculaire gegevens zoals gegevens uit DNA onderzoek.



Bron: nl.wikipedia.org/wiki/Taxonomie

Taal van de wetenschap

Wetenschap is een internationale aangelegenheid en wetenschappers hanteren daarom één gemeenschappelijke taal om hun bevindingen te publiceren. Tegenwoordig is dat Engels, maar de wetenschappelijke taal in de tijd van Linnaeus was Latijn. Vandaar dat de wetenschappelijke naam van soorten in het Latijn wordt gegeven.



De wetenschappers van nu trachten de enorme soortenrijkdom op aarde op een soortgelijke manier als Linnaeus te classificeren. Een voorbeeld hiervan is de **World Biodiversity Database (WBD)**, een almaar groeiende taxonomische database van soorten.