

Samenvatting | Hoofdstuk 23 Ecologie

Biologie
5vwo

23.1 Ecologische niveaus

Ecologie is het onderzoek naar onderlinge relaties tussen organismen en hun omgeving, dit kan op **zes** manieren gebeuren.

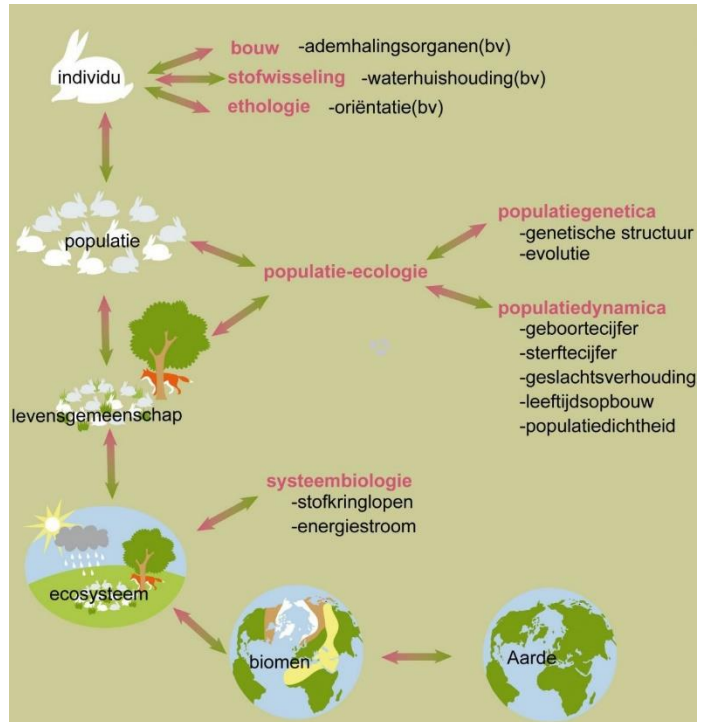
- 1) Men kan een individu bestuderen (een enkel dier)
- 2) Men kan een bepaalde soort bestuderen (meerdere van dezelfde diersoort),
Als je dit onderzoekt ten opzichte van een bepaald gebied, dan spreek je van populatieonderzoek.

- 3) Als men onderzoek doet naar één diersoort en de relaties onderzoekt met alle andere dieren spreek je van levensgemeenschap.

- 4) De systeembioogie ligt nog een groep hoger, men onderzoekt dan een geheel ecosysteem. Een ecosysteem is een plek waar biotische en abiotische factoren samen een geheel vormen. De planten en dieren binnen een ecosysteem vormen een levensgemeenschap (nummer 3). Binnen een ecosysteem zijn er verschillende kringlopen en energiestromen. Wanneer een ecosysteem bestaat uit verschillende soorten natuur spreek je van een ecosysteem dat is opgedeeld in sub-ecosystemen.

- 5) Nog een stap groter zijn de vegetatiegordels, dit zijn de toendra's en regenwouden en verscheidene grote ecosystemen zoals oceanen. Deze grote systemen worden ook wel biomen genoemd.

- 6) Ten slotte is de aarde in zijn geheel ook één systeem van leven.



23.2 Abiotische factoren

Alle levende organismen zijn afhankelijk van hun omgeving, bestaande uit **biotische**- (factoren uit de levende natuur [de levende en ook niet-levende natuur, denk hierbij aan dode planten of boomresten],), plantaardig en dierlijk voedsel wordt ook gerekend tot de biotische factoren) en **abiotische** factoren (factoren uit de levenloze natuur [sneeuw, regen, onweer, licht, water]). Deze factoren verschillen weer per ecosysteem, er is een verschil tussen het **macroklimaat**, wat het gemiddelde weer is, en **microklimaat**, wat het weer is dicht bij het organisme.

Het **optimum** van een soort ligt daar waar de omstandigheden het ideaalst zijn, voor elke abiotische factor geldt een **maximum** waarde, een **optimum** waarde en een **minimum** waarde. De eerste en de laatste waarde zijn de uiterste grenzen waarin een organisme kan leven. Zij bepalen dus ook de **tolerantiegrenzen**. Deze grenzen kunnen zichtbaar gemaakt worden in een optimumkromme. In een ecosysteem verschillen de milieufactoren, de factor dat het meest van de ideale stand afstaat wordt ook wel een **beperkende factor** genoemd.

Groene planten hebben licht nodig om fotosynthese te laten plaats vinden, en dus te overleven. Ook hier verschillende de optimumkrommen, de ene plant heeft minder zonlicht nodig dan een andere plant. Deze planten zijn dan ook aangepast aan hun behoeftes. Zo heeft een plant die vol in het zonlicht staat dunnere en kleinere bladeren, dit om het oppervlak zoveel mogelijk te verkleinen. Terwijl de planten die in de schaduw staan juist grote bladeren hebben. De planten die in de schaduw staan van andere planten worden ook wel **schaduwplanten** genoemd. Maar niet alle planten die in schaduw groeien en leven zijn schaduwplanten. Planten die eerder tot bloei komen dan bomen zijn bijvoorbeeld geen schaduwplanten. Daarnaast heeft licht ook invloed op de richting dat de plant groeit, de stengel groeit naar het licht toe. Maar ook de seizoenkenmerken komt door zonlicht.

Kortere dagen → minder zon → blad uitval.

De **temperatuur** heeft een ontwakende factor, bij een bepaalde temperatuur komt de natuur tot leven. Koudbloedige dieren zijn voor hun lichaamswarmte afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Deze dieren hebben dan ook een variërende lichaamstemperatuur, terwijl warmbloedige dieren continue energie verbanden om een constante temperatuur te behouden.

Lucht is essentieel voor het leven op aarde, het is een mengsel van verschillende gassen. (21% O₂ en 0,04% CO₂). Wind is ook essentieel voor luchtvogels, zonder lucht kunnen zij niet vliegen. Ook een afgeleide van de lucht: wind, is erg belangrijk. Bijvoorbeeld voor het verspreiden van zaden en stuifmeel. Maar wind heeft ook negatieve factor, het kan gehele ecosystemen verstoren.

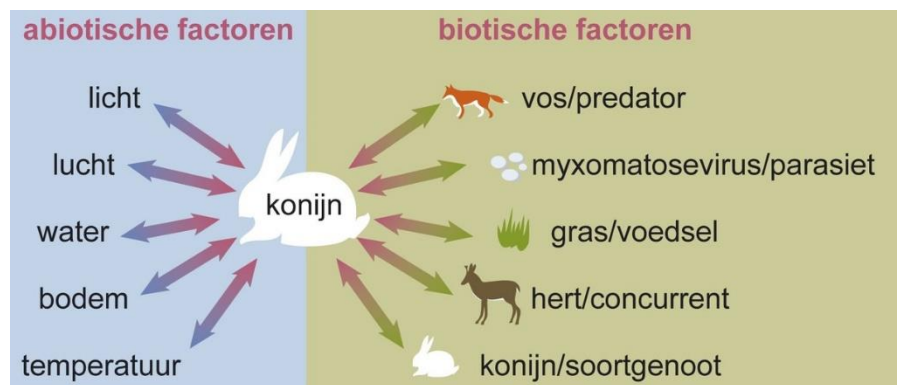
Water, zonder het is geen leven mogelijk. Planten weten zich aan te passen aan de hoeveelheid water in het milieu. Het gehele wortelnetwerk en de bladeren is erop aangepast. Bij dieren is het een even groot factor, ze moeten immers niet uitdrogen. Dieren produceren daarom ook zeer geconcentreerde urine, hierdoor verliezen ze zo min mogelijk water. Er zijn ook dieren die helemaal niet drinken, zij krijgen water door verbranding. Voor de dieren en planten die in water leven zijn ook andere abiotische factoren belangrijk, zoals de stroming, zuurgraad en andere opgeloste voedingsstoffen. Bij verstoring van deze waarde sterven hele populaties uit omdat ze te traag zijn in het aanpassen aan de nieuwe omstandigheden.

De bodem, ook wel de bovenste laag van de aardkorst, de bodem is belangrijk voor de worteling van de planten. Niet alleen de planten hebben baat bij de grond, ook kleine organismen die zich verstoppen in de grond of daar hun hol graven hebben hier baat bij. Denk hierbij aan schimmels en bacteriën maar ook aan Konijnen en muizen. In de bovenste laag van de bodem vind je ook **humus**, dit is een laag van dode plantaardige en dierlijke resten, humus houdt water vast, dit is ideaal voor zanderige gebieden. En op kleiige bodems zorgt het voor verkorreling, hierdoor kunnen de wortels zich gemakkelijk wortelen.

23.3 Biotische factoren

Organismen hebben elkaar nodig, en zitten dan ook in een ingewikkeld web verwekt. In het biotische deel van de afbeelding zijn er twee groenen te onderscheiden, andere soorten en soortgenoten.

De soortgenoten zijn van belang voor reproductie, maar hebben ook dezelfde behoeften. En zijn dus ook concurrenten. Er zijn ook andere relaties tussen de andere soorten, zoals symbiose. Twee soorten die naast elkaar vrede leven. Maar normaliter geldt er: 'eten of gegeten worden.'



Betrekkingen tussen soortgenoten noemen we intraspecifieke relaties, zonder soortgenoten sterft een soort uit. Door vermenging van de erfelijke eigenschappen ontstaat er **variatie**. Hierdoor blijven soorten in staat om zichzelf aan te passen. De concurrentie tussen soortgenoten heeft bij veel soorten **territoriumgedrag** tot gevolg. Hierdoor worden de grondstoffen 'eerlijk' verdeeld en besparen de dieren energie door elkaar niet telkens te verjagen.

Tussen planten geldt er ook een zekere mate van territoriumgedrag, hier gaat het om de strijd van zonlicht, water en voedingsstoffen. Bomen groeien omhoog, omdat ze met elkaar concurreren voor het licht.

De betrekkingen die niet binnen één soort gaan noemen we **interspecifieke relaties**. We onderscheiden daarin twee verschillende: **voedselrelaties** (eten en gegeten worden) en **symbiotische relaties** (samenlevingsvormen)

De herbivoren eten uitsluitend plantaardig materiaal, de omnivoren eten dierlijk voedsel en plantaardig materiaal (de mens) en de carnivoren eten uitsluitend dierlijk voedsel.

Met **vraat** wordt het opeten van bepaalde delen van een plant aangeduid. Met **predatie** wordt het eten van een dier door een ander dier bedoeld. De **predator** is dan een natuurlijke vijand van het prooidier. Deze relatie valt te bestempelen als een **prooi-predator-relatie**. Predatoren zijn essentieel voor het behouden van een ecosysteem en het voorkomen van overbevolking.

De meeste organismen passen zich aan, aan hun voedselrelatie met andere dieren. Prooidieren zijn vaak zo klein mogelijk om de kans op overleven te vergroten. Maar ook de predatoren hebben aanpassingen waardoor hun kansen worden vergroot, denk hierbij aan schutkleuren of juist hun snelheid.

Concurrentie vindt niet alleen tussen soortgenoten plaats maar ook kan ook tussen verschillende soorten plaats vinden. Vaak gaat deze concurrentie dan over grotere onderwerpen, zoals water, lucht, grond, voedsel en leefruimte. Maar omdat vaak elk soort zijn eigen wensen heeft voor een leefgebied leven in veel gebieden verschillende soorten dieren naast elkaar. Pas als de soorten veel op elkaar lijken ontstaan er problemen.

Bij **sympiose** geldt er geen prooi-predator-relatie. Toch hebben ze elkaar nodig om te kunnen overleven. We onderscheiden hierin wederom 3 soorten:

- 1) **Mutualisme**: hierbij hebben beide partijen baat bij het samenleven. Deze relatie wordt daarom ook wel **+/+** genoemd. Zoals het samenleven van de mens en de bacteriën in de darmen. De relatie is zo sterk dat beide partijen niet zonder elkaar zouden kunnen.
- 2) **Commensalisme**: hierbij heeft één partij voordeel, terwijl de andere partij er geen voordeel bij heeft. Het heeft geen negatieve invloed. Deze relatie wordt ook wel aangeduid met **+/0**. Zoals korstmossen op boomschors van een levende boom. De boom ondervindt geen schade maar ook geen voordeel.
- 3) **Parasitisme**: hierbij heeft één partij baat bij het samenleven, terwijl de andere partij hierdoor juist schade krijgt. Er is hier sprake van een gastheer relatie. Waarbij de **parasiet** een voordeel heeft bij het, bijvoorbeeld, menselijk lichaam. Hierbij is de relatie dan ook **+/-**.

Ondanks dat parasieten niet als iets vriendelijks klinkt zijn ze nodig om plagen te voorkomen en het evenwicht te bewaren. Zonder parasieten kunnen veel soorten zich ongehinderd voortplanten. Het nadeel aan parasieten is dat de gastheer dood kan gaan aan de gevolgen van de relatie. Het is daarom belangrijk voor de parasiet om tijdig een nieuw onderkomen te zoeken voordat de gastheer zijn deur voorgoed afsluit. Als parasieten zelf parasieten hebben wordt er gesproken van **hyperparasitisme**.

23.4 Populatiebiologie

Een levensgemeenschap binnen een ecosysteem bestaat uit veel verschillende soorten populaties. Een **populatie** zijn een groep dieren van dezelfde soort die binnen een ecosysteem of levensgemeenschap een voortplantingsgemeenschap vormen. Elke plant- en diersoort heeft een andere bouw en heeft andere rollen/ eisen heeft ten opzichte van het ecosysteem, functie/ rol van een soort in een ecosysteem wordt ook wel een **niche** genoemd. Als twee soorten dezelfde niche delen ontstaat er een concurrentiestrijd, waarna één soort zal wegtrekken of verdwijnen. Hoe complexer het ecosysteem is, hoe gespecialiseerder de niche is.

Met de **habitat** wordt de leef plek van een bepaald soort bedoeld. Zoals regenwormen die in de grond leven. Elke soort is aangepast aan zijn habitat, hierdoor sluit de omgeving perfect aan op de eisen van een soort.

Om te kijken hoe een populatie zich ontwikkelt kan je populatieonderzoek doen. Hiervoor zijn 3 methoden:

- 1) **Telling van de gehele populatie**: dit is alleen haalbaar bij populaties waarvan de individuen goed van elkaar te onderscheiden en waarneembaar zijn. Zoals bomen kan je goed tellen terwijl mieren een stuk moeilijker wordt.
- 2) **Telling van een steekproef**: om het aantal insecten te meten wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van telling doormiddel van steekproeven. Er wordt dan een stuk grond onderzocht en doormiddel van een berekening beredeneert hoeveel er in het totale gebied zouden moeten leven. Om betrouwbare informatie te verkrijgen wordt dit meestal op verschillende plekken in het ecosysteem uitgevoerd.
- 3) **Vangen, merken en terugvangen**: omdat niet alle dieren netjes op hun plek blijven zitten voor de observatie, wordt er, vooral bij vliegende dieren, een merk aangebracht. Hiermee worden ze onderscheiden van de normale vogels. Je vangt de dieren, merkt ze, en plaats later op dezelfde plek opnieuw een val, je kijkt dan hoeveel gemerkte dieren er dan in je val zitten.

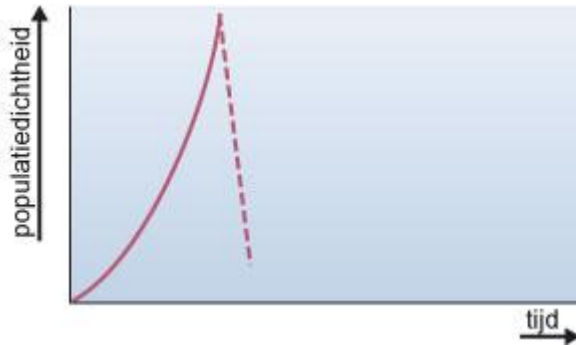
Formule:
$$\frac{\text{onbekende populatie grootte}}{\text{aantal gemerkte dieren eerste keer}} = \frac{\text{totaal vangst tweede keer}}{\text{aantal gemerkt tweede keer}}$$
 (Ofwel kortweg $\frac{x}{y} = \frac{o}{g}$ met x als onbekende)

Met de **populatie-dichtheid** wordt het aantal individuen per *oppervlakte-eenheid* (op land) of per *volume-eenheid* (in het water). De populatie-dichtheid schommelt altijd en hangt af van de **beperkende factor** hoe erg de afname of toename is. Vier factoren die van invloed zijn:

- 1) **Geboortecijfer**: het aantal jongen dat per jaar geboren wordt, dit hangt af van de soort. Dit cijfer wordt beïnvloed door omgevingsfactoren; zoals het weer.
- 2) **Sterftecijfer**: het aantal dieren dat per jaar doodgaat, hangt af van de omgevingsfactoren.
- 3) **Emigratie**: het aantal dieren dat per jaar wegtrekt en niet terugkeert.
- 4) **Immigratie**: het aantal dieren dat per jaar van elders komt en zich permanent vestigt in een ander ecosysteem.

De populatiedichtheid gaat altijd in golven, en hangt af van verschillende omgevingsfactoren die van invloed zijn. Maar de lijn schommelt altijd rond een evenwicht. Pas als dit evenwicht is verstoord, door externe factoren, kan er een probleem optreden. Dit evenwicht noemen we ook wel het **biologisch evenwicht**.

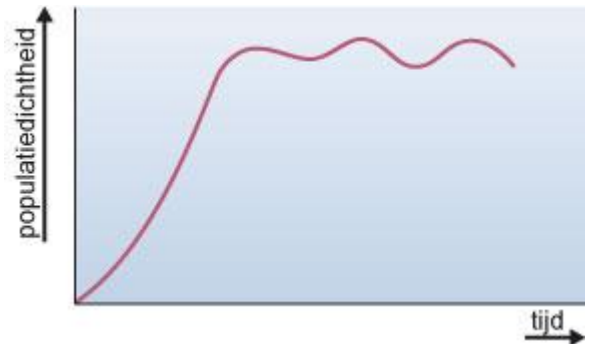
Wanneer een soort in een relatief nieuw gebied komt, zijn er twee mogelijkheden. De soort sterft snel uit door ongeschikte omstandigheden of door extreme predatie. Of de soort neemt in enorme mate toe omdat er voldoende voedsel is én geen predatoren.



Daarnaast is het geboortecijfer veel hoger dan het sterftecijfer, dit kan op korte termijn voor overlast zorgen. De curve die je hierbij kan tekenen wordt ook wel een J-curve genoemd. Detail, na het toppunt stort de lijn snel in. Op dat moment is er namelijk een **plaag** ontstaan. Zo plaag komt maar gaat ook weer snel weg, dit doordat het eten snel op is. De plaag kan zich lang volhouden als het leeft in een gebied met geen natuurlijke vijanden. Hier is dan alleen voedsel de beperkende factor. Exotische insecten kunnen zich daarom een vrij uitleven in Nederland bijvoorbeeld, want er is nog een natuurlijke vijand.

In het geval van goede condities, zal een nieuwe soort zich vestigen in een nieuw ecosysteem, en door de grote hierop ook invloed uitoefenen. Door bijvoorbeeld het wegconcurreren van andere soorten. Je krijgt dan een S-curve. Na een snelle groei zal de groei stoppen en zal de populatiedichtheid rond een biologisch evenwicht blijven hangen.

Een exoot of een **uitheemse** is een soort die zich op een andere plaats dan zijn eigen leefgebied heeft gevestigd. Dit komt voor als de soort weinig concurrentie tegen kwam en zijn eigen niche kan behouden.



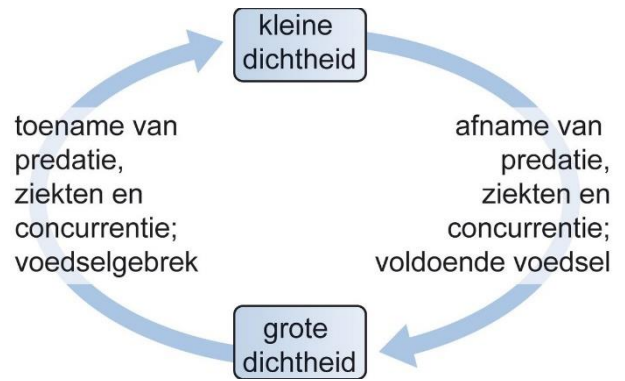
Bacteriën, schimmels, zaden en kleine beestjes reizen via exotische producten de gehele wereld over. Maar ook via vogels worden ze verspreid. Maar de grootste factor is de mens met het vervoeren van exotische producten over de gehele wereld via vliegtuigen. Doordat de exoten in het nieuwe ecosysteem waarschijnlijk geen natuurlijke vijanden hebben kunnen ze enorm snel in getallen toenemen. Wanneer deze groei het ecosysteem verstoord wordt er van een **invasie soort** gesproken.

23.5 Producenten, consumenten en reducenten

Voor het beschrijven van voedselrelaties beschrijven we 3 primaire groepen:

- 1) **Producenten:** de autotrofe groene planten en autotrofe bacteriën. Zij produceren voedsel en voorzien hunzelf van benodigde bouwstoffen.
- 2) **Consumenten:** de heterotrofe organismen die van producenten of andere consumenten leven. Zij hebben andere organismen nodig voor hun energie en bouwstoffen.
- 3) **Reducenten:** de heterotrofe organismen die van de dode resten van andere organismen leven. Ook hier bestaan verschillende groepen in. Afvaleters zijn **GEEN** reducenten. De laatste stap in het reductieproces is het terugvoeren van de anorganische stoffen terug de kringloop in, zodat andere organismen die weer kunnen gebruiken.

In een ecosysteem draait het om eten en gegeten worden, dit kan je visueel uitbeelden door middel van een op een opvolging van organismen. Dit heet een **voedselketen**. Elk organismen is een schakel in de voedselketen.

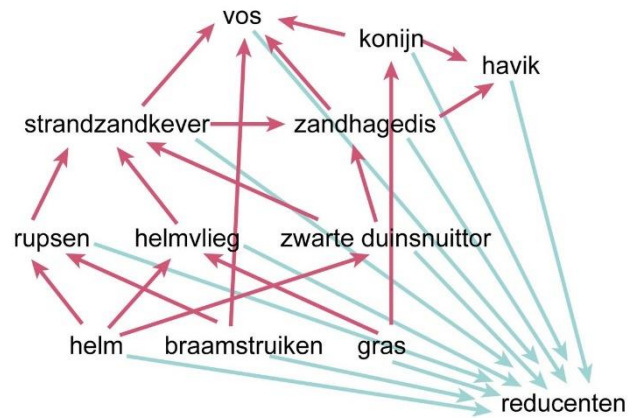


Voorbeeld: gras ► konijn ► vos

De richting van de pijlen geeft aan wat het laatstgenoemde eet, dus de vos eet het konijn. Het konijn eet gras. Voedselketen wordt op de volgende manier visueel weergegeven.

Voorbeeld: producent ► consument 1^e orde ► consument 2^e orde ► enzovoorts ► reducent

Maar beide bovenstaande reeksen zijn incompleet, want een vos eet veel meer dan alleen konijnen. Hetzelfde consumenten van de eerste orde eet niet één soort producent. Hierdoor wordt een **voedselweb** al snel erg ingewikkeld. In het voedselweb worden wel in een oogopslag de voedselrelaties duidelijk gemaakt. Doormiddel van een voedselweb kan je ook een beschrijving maken van een levensgemeenschap. Hierdoor is een **levensgemeenschap** dus eigenlijk een groep organismen die het totale voedselweb vormen in een bepaald gebied. In een voedselweb vernoemen we geen anorganische stoffen vernoemd. Wanneer je abiotische factoren en de daarbij behorende anorganische stoffen wel meerekent heb je het ecosysteem in beeld gebracht.

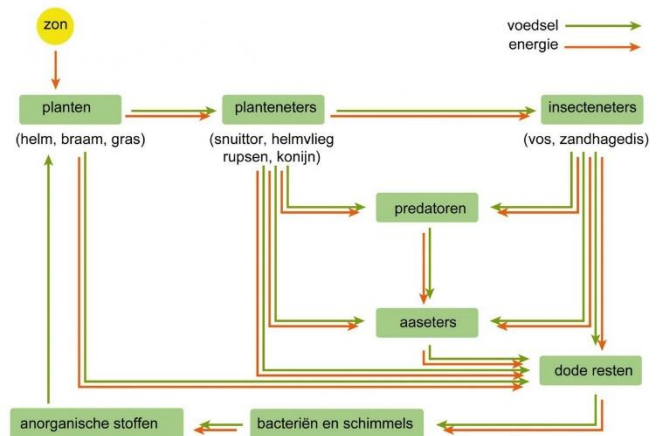


23.6 Kringlopen

In ecosystemen zijn er verschillende kringlopen te onderscheiden, we benoemen er 3.

1) Voedselkringloop

de organismen in een voedselweb kan je ook plaatsen in een **voedselkringloop**. In een voedselkringloop worden organismen met dezelfde functies samengebracht in grotere groepen. Denk hierbij aan planten, planteneters, predatoren en zo verder. De planten krijgen hun anorganische stoffen uit de grond, die door de reducenten zijn geproduceerd. Hierdoor ontstaat een kringloop. Planten → worden gegeten → planteneter gaat door → dode resten → bacteriën en schimmels (reducenten) → Anorganische stoffen → planten nemen anorganische stoffen op.

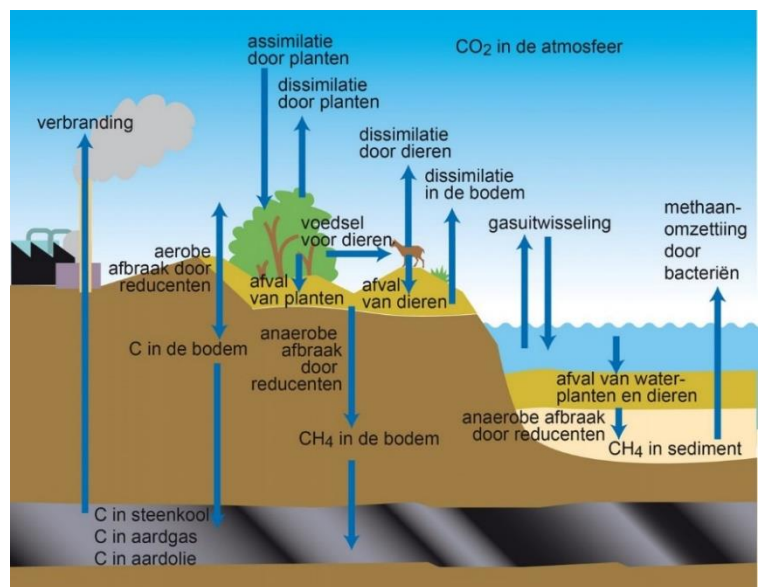


2) Koolstofkringloop

naast de kringloop van voedsel, kan je ook kijken naar 1 specifieke stof. Je krijgt dan de kringloop van die stof, bijvoorbeeld stikstof (N), koolstof (C) en zwavel (S). Deze kringlopen zijn ook terug te vinden in BINAS-tabel **93F** en **93G**. Het begint bij de opname van CO₂ door groene planten en autotrofe bacteriën, beide behoren tot de producenten, het CO₂ wordt doormiddel van fotosynthese omgezet naar energierijke glucose (C₆H₁₂O₆). De plant verbruikt deze glucose voor zijn eigen energievoorziening en verwerkt het tot verschillende organische stoffen (allemaal koolstof houdend). De totale massa van die **organische stoffen** wordt de **biomassa** genoemd.

Een deel van deze biomassa wordt hergebruikt als voedsel voor consumenten. Zij gebruiken deze energie voor hun eigen voedselverbranding (**dissimilatie**) en gebruiken een deel om te groeien. Deze dissimilatie (verbranding) levert CO₂ op, die wordt uitgeademd.

Het opnemen van CO₂ door planten duurt niet lang en is meestal in 7 jaar gebeurt, de opname van CO₂ is seizoensgebonden. In de zomer is de opname, op het noordelijk halfrond, minder dan in de zomer. Kans bestaat dat dit te maken heeft dat het noordelijk halfrond meer planten bevat die in de zomer meer CO₂ opnemen.



Koolstof kan voor langere tijd uit de koolstofkringloop worden ontnomen als het wordt opgeslagen in vaste materialen, als het bijvoorbeeld wordt vastgelegd in hout of ander organisch materiaal. Ook na langere tijd wordt deze koolstof terug in de kringloop gebracht. Fossilisatie van koolstof duurt miljoenen jaren, en kan dus ook koolstof voor een langere tijd uit de kringloop halen. Door ontbossing en een hogere uitstoot van CO₂, is de hoeveelheid van CO₂ na miljoenen jaren weer gestegen, hierdoor komt ook een groot gedeelte van vastgelegde CO₂ weer vrij. Vanuit de ijskappen bijvoorbeeld. In het water is de koolstofkringloop ingewikkelder omdat daar de koolstof sneller reageert met andere stoffen.

Oceanen en meren zijn enorme CO₂-reservoirs, doordat hier een groot gedeelte van het bicarbonaat ligt opgeslagen. Hierdoor zijn de oceanen ook essentieel voor het opvangen van CO₂ uit de atmosfeer. Wanneer de koolstof in zee naar de bodem zakt en daar als schelp of skelet naar toe trekt, verdwijnt de koolstof geheel voor miljoenen jaren uit de koolstofkringloop. Meer dan 80% van alle koolstof van de wereld ligt opgeslagen in gesteente, zij komen pas weer vrij bij geologische processen. Pas als zij weer aan de oppervlakte verschijnen is de koolstofkringloop, voor hen, weer compleet. Als er in een gebied geen zuurstof aanwezig is, zoals in moerassen zorgt de anaerobe afbraak van organische stoffen voor de vorming van **methaan** CH₄. Wanneer methaan in aanraking komt met zuurstof wordt het omgezet in water en CO₂.

3) Stikstofkringloop

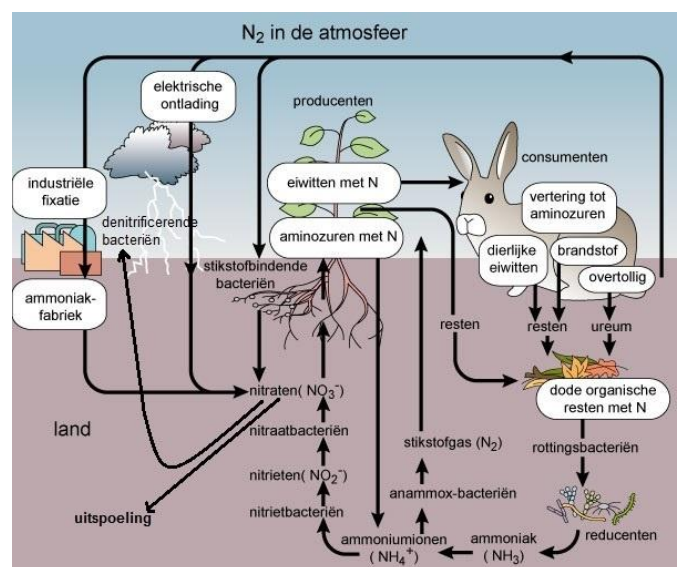
Planten hebben naast een grote behoefte aan CO₂ en licht ook een grote behoefte aan stikstof. Ze nemen nitraat (NO₃) en ammonium (NH₄) op uit de bodem. Dit gebruiken ze voor eigenproductie van aminozuren en eiwitten. Consumenten van de eerste orde eten de plantaardige eiwitten op en vormen hun eigen dierlijke eiwitten. De stikstof komt terug in de kringloop vanuit dode resten en bij uitscheidingsproducten in ureum (urinezuur), ammoniak en uitwerpselen.

Diergroep	Uitscheidingsproduct
waterinsecten, vissen, larven van amfibieën	ammoniak
insecten, vogels, reptielen, volwassen amfibieën	urinezuur
zoogdieren	ureum

In de bodem leven **rottingsbacteriën** en andere reducenten. Zij leven van de stikstofhoudende resten van organismen die nog energie bevatten. Zij zetten de stikstof om naar ammonium, het wordt teruggegeven aan de lucht doormiddel van ammoniak (dit verklaart de stank bij **rotting**). Wanneer er wel zuurstof aanwezig is, worden de stikstofverbindingen omgezet naar nitriet en nitraat, dit heet **nitrificatie**. De nitriet- en nitraatbacteriën zijn ook bekend onder de **nitrificerende bacteriën**. Wanneer de bodem te hard wordt aangedrukt, verzuurt de grond. Hierdoor wordt de vruchtbaarheid significant minder. De rottingsbacteriën kunnen vrij hun gang gaan maar de nitrificerende bacteriën, kunnen door zuurstoftekort, geen nitraat of nitriet aanmaken. Op de volgende **drie** manieren kan stikstof uit de stikstofkringloop verdwijnen.

- 1) Nitraat kan 'uitspoelen', het bindt dan met water en zakt naar de bodem waar de planten geen grip meer kunnen krijgen. Dit gebeurt vooral in humusarme gebieden en zandgronden.
- 2) Nitraat wordt door denitrificerende bacteriën omgezet in stikstofgas. Stikstofgas is voor de meeste organismen onbruikbaar, het wordt ingeademd, maar wordt niet opgenomen in weefsels.
- 3) Door omzetting van een nieuwgevonden bacterie, de anammox-bacterie. Hierdoor verdwijnen ammoniak en nitriet in de vorm van N₂ de atmosfeer.

Met de volgende reactie $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- (+ \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



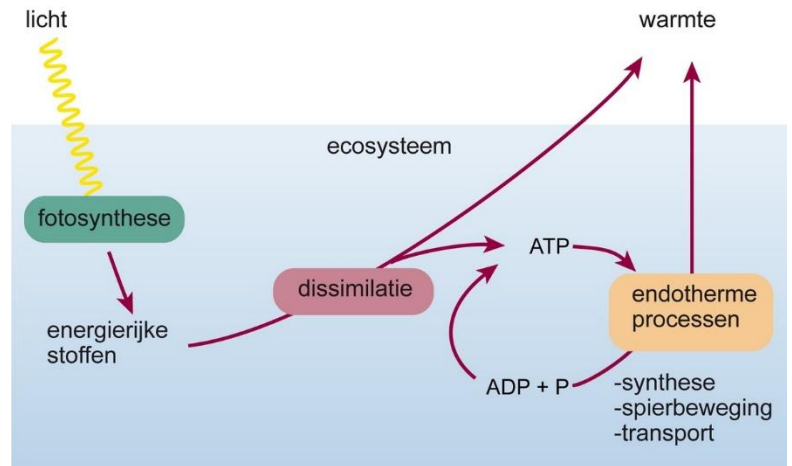
Stikstofgas heeft een belangrijke positie in de stikstofkringloop.

- 1) Door de elektrische ontlading, bij onweer, worden stikstofverbindingen gevormd uit stikstofgas en zuurstof. Deze komen doormiddel van de regen in de bodem terecht, wat zorgt voor vruchtbaardere grond.
- 2) Een aantal planten soorten profiteert enorm van stikstofgas. Deze bacteriën, die onder mutualisme bij de plant leven, worden ook wel nitrificeerders genoemd.
- 3) Vrij levende nitrificeerder leven vaak in de grond en zetten daar stikstofgas om in nitraat. Hiermee de grond verrijkend.
- 4) Verder vindt er ook industriële stikstoffixatie plaats, onder hoge druk en hoge temperatuur, met hulp van een katalysator, wordt stikstofgas uit de lucht geleid door waterstof, hiermee ammoniak makend. Deze ammoniak wordt dan gebruikt voor kunstmest, voor de landbouw.

23.7 Energie in ecosystemen

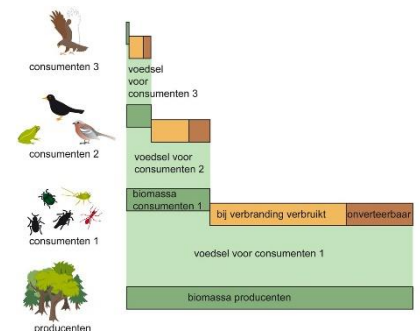
Ecosystemen gaan op 4 manieren om met hun energiebehoefte:

- 1) C-assimilatie door middel van fotosynthese, hierbij wordt energie vastgelegd in energierijke organische stoffen, zoals glucose. De meeste energie uit een ecosysteem komt van licht. De zon is dan ook de belangrijkste energiebron van het leven op aarde.
- 2) C-assimilatie door chemosynthese, hier wordt de energie verkregen uit oxidatie van anorganische stoffen. Bepaalde groepen bacteriën oxideren anorganische stoffen. Hierbij komt energie vrij waarbij glucose gevormd kan worden.
- 3) Dissimilatie: dissimilatie is het vrijmaken van energie uit energierijke stoffen. Alle organismen leven van ATP-moleculen die ontstaan door dissimilatie. Het rendement is niet groot, bijna de helft van de energie gaat als warmte verloren.
- 4) Het gebruik van endotherme processen, voorbeelden hiervan is de synthese van eiwitten en andere organische stoffen, samentrekking van spieren en actief membraantransport. De vrijgekomen energie wordt dan vastgelegd in andere organische stoffen (voortgezette assimilatie).



Energie kan niet verloren gaan, natuurwet numero 1. Maar in de biologie gaat energie welzeker verloren in ecosystemen. Als energie wordt omgezet in warmte, is dat eigenlijk puur verlies voor het ecosysteem. Aangezien de dieren met de warmte niets kunnen. Het is daarom onmogelijk om in een ecosysteem een kringloop van energie te hebben. De producenten krijgen immers geen energie van andere organismen. De energie gaat naarmate de tijd strekt verloren, waarna er alleen organische stoffen overblijven. Ook de vastgelegde energie gaat op den duur verloren, dit door de afgifte van warmte. Door de constante invoer van energie in een ecosysteem spreken we ook wel van **energiestromen**.

Ecosystemen zijn in te delen in **piramides**, de energie neemt naarmate de piramide vordert af, de hoeveelheid dieren neemt af, de biomassa neemt af. Hierbij neemt bij elke trap het aantal organismen af. Als je alle getallen onder elkaar gezet (in getallen) dan krijg je een piramide van getallen, die naarmate je hoger komt afneemt in breedte. Hierdoor een piramidevorm verkrijgend. Toch kan dit ook een vertekend beeld geven, aangezien het aantal bomen niet groter is dan het aantal planteneters. Hierbij vervalt de piramide-achtige vorm. Wanneer je de **energiestromen** gaat weergeven in een piramide krijg je een **piramide van energie**. Deze piramide heeft veel raakvlakken ten opzichte van piramide van biomassa, zoals in BINAS-tabel 93A2.



Doordat de organische stoffen energierijk zijn kun je stellen dat de energie-inhoud van een organisme evenredig is aan de hoeveelheid organische stof waaruit het bestaat. De totale biomassa die door de producenten in een ecosysteem wordt vastgelegd, noem je de **bruto primaire productie (BPP)**. Een gedeelte van de productie wordt door de producenten verbruikt bij dissimilatie. Elk organismen gebruikt het grootste gedeelte van hun dissimilatie om te groeien.

De gewichtstoename die ontstaat door de groei die is bereikt door het verbruiken van het grootste gedeelte van de dissimilatie noemen we het **netto primaire productie** (NPP). De eenheid hierbij is gram drooggewicht, ofwel het gewicht aan organische stoffen.

Formule: $BPP = NPP + \text{dissimilatie}$.

Een omvattend begrip is de **productiviteit van een ecosysteem**: dit is de netto primaire productie per oppervlakte-eenheid per tijdseenheid. Het grootste gedeelte van de bruto primaire productie gaat naar de reducenten.

23.8 Ecosystemen

Een **ecosysteem** is een afgegrensd gebied bestaande uit verschillende, bij elkaar horende, biotische en abiotische factoren. Hierbij vormen de factoren samen een eenheid, hierdoor ontstaat er vaste samenstelling aan soorten en dus één levensgemeenschap.

In het heden worden de meeste ecosystemen beïnvloed door de mens, ook in Nederland. Er ontstaan in Nederland zogenoemde half-natuurlijke ecosystemen, zoals de duinen, kwelders aan de kust en het waddengebied. Ecosystemen als het water en de bossen worden door de Nederlanders sterk gecontroleerd en worden een cultuurlandschap genoemd, deze gebieden gaan hard achteruit door het intensieve gebruik. De ruigten die ontstaan, zijn gebieden die aan hun lot wordt overgelaten, zoals de randen langs bossen, randen langs de spoorlijnen waterrijke gebieden.

In sommige ecosystemen is er binnen een ecosysteem, bijvoorbeeld een heidegebied, een bos. Hier spreek je dan van een kleinere sub ecosystem. Er kunnen dus meerdere ecosystemen in één ecosysteem zitten.

De Nederlandse **duinen** is een ecosysteem apart, door het zoute water is de bodem kaal, kalkrijk en vooral zoutrijk. Hier groeit dan ook vrij weinig, hier verder je van de zee af gaan hoe meer verschillende planten en dieren je ontdekt. Totdat de factoren gunstig genoeg zijn voor een complexer ecosysteem, zoals de meestal beboste binnenduinen.

Het **weidegebied** het Groene Hart is een stuk vochtiger, er wordt vee gehouden, gemaaid en de grond wordt bemest, ondanks dat is de grond zeker niet onvruchtbaar, het weidegebied kan je zien als een cultuurlandschap, maar ook als een ecosysteem. Voor bijvoorbeeld de kievit is het weidegebied een fantastische **habitat**, het heeft alles waar de kievit behoefte aan heeft.

Ook de **heidegebieden** worden door de mens gecontroleerd, door het loslaten van schapen wordt voorkomen dat het gehele weidegebied dichtgroeit en één bos wordt. Op de heide leven verschillende kleinere diersoorten, zoals hagedissen, kevers, vlinders en kikkers. Typerend voor heidegebieden is de arme grond, hier is een tekort aan voedingsstoffen.

De klimaatgebieden op aarde kennen een tal zeer grote ecosystemen, de biomen. Ook wel vegetatiegordels of vegetatiezones, voorbeelden hiervan zijn tropische regenwouden, graslanden, woestijnen en ijszeeën. Binnen deze grote biomen zijn ook nog kleinere ecosystemen, dit hangt af van de bodemgesteldheid. Denk hierbij aan hoogteverschillen maar ook aan de locatie, dicht bij zee of juist ver in het land. De vegetatiegordels komen tot stand door de samenhang van abiotische factoren, de temperatuur, het water, de zon enz. Daarnaast hangt het ook af van de bodemgesteldheid, is de ondergrond rots of aarde? Wat zijn de weersomstandigheden en welke organismen leven er? De bodem is een belangrijke factor binnen een ecosysteem, aangezien veel planten zich kunnen vestigen in een goede ondergrond. Ook de dieren hebben een belangrijke rol bij de beïnvloeding van de vegetatie. Hoe groter een vegetatie is, hoe groter de kans is dat het geheel stabiel blijft in veranderende omstandigheden.

Er zijn verschillende ecosystemen op het land te onderscheiden.

Tropische regenwouden: deze gebieden liggen rond de evenaar, het is er warm en vochtig. De planten groeien in lagen boven elkaar, elke laag heeft zijn eigen sub ecosysteem. Dit is een voorbeeld van een climaxecosysteem, er leven honderdduizenden insecten, dieren en plantensoorten, er worden nog steeds nieuwe soorten ontdekt.

Savanne, graslanden en pampa's: ook deze gebieden zijn te vinden langs de evenaar, maar dan in de gebieden zonder regelmatige regenval. Ook vind je graslanden in centrale gebieden op de continenten waar het wel warm is maar niet regent. Er staan amper bomen en er leven vooral grazers en de welbekende predatoren, zoals leeuwen. De planten zijn aangepast aan de omgeving en groeien vanuit hun bladeren, hierdoor kunnen ze zichzelf snel herstellen wanneer ze worden opgegeten.

Woestijnen: typerend door extreme warmte (overdag), extreme koude (nacht) en extreme droogte. Ook hier zijn de organismen op aangepast, zo kunnen de cactussen enorm veel water opslaan en hebben de dieren een grote opslag voor water, ze verbruiken zelf minder water en de meeste dieren worden pas 's nachts actief.

Loofbossen vind je terug in gematigde streken met kenmerkende seizoenswisselingen. In de herfst vallen de bladeren. Ook de dieren zelf passen zich aan de seizoenen, zo trekken zij in de winter weg naar warmere gebieden.

Taiga's vind je terug in koudere streken. Door de naaldvormige bladeren hebben een kleiner verdampingsoppervlak en kunnen daarom in de winter aan de boom blijven zitten. De bodem van de naaldbossen is meestal kaal en onbegroeid. Kenmerkende dieren die hier leven zijn rendieren, beren, wolven, sneeuw hazen en lynxen.

In nog koudere gebieden dan de taiga's komen de **toendra's** voor, het is hier te koud voor bomen, de begroeiing bestaat uit struiken en planten, mossen en korstmossen. De ondergrond is het gehele jaar bevroren door de permafrost. In de winter is het vrij rustig, maar in de zomer komen veel van soorten uit de taiga's naar de toendra's om voor te planten.

De poolkap van de Zuidpool bestaat uit honderden tot duizenden meters hoge ijsbergen die voor een deel onder water liggen. Het is hier extreem koud en op het land leeft niets tot vrij weinig. In het water daarentegen leven ontzettend veel soorten, want koud water is zuurstofrijk.

De samenstelling binnen een ecosysteem verandert continue, dit door veranderingen in het weer en klimaat. Wanneer de omstandigheden op een gebied waar de omstandigheden beter zijn, ontstaat op den duur een **pioniersecosysteem**. Dit gebied heeft een grote tolerantie en kan zich gemakkelijk aanpassen aan veranderden omstandigheden. Ze kunnen ook tegen extreme omstandigheden. Na verloop van tijd worden de omstandigheden beter en komen de eerste kleine dieren en grotere planten. Deze planten verdrijven uit eindelijk de originele planten. Deze planten hebben ook kleinere tolerantiegrenzen. Door het toenemen van planten en andere dieren ontstaat er een laagje humus op de grond. Naarmate het ecosysteem betere condities krijgt komen er steeds nieuwe soorten die de oude soorten verdrijven, een tussenecosysteem noemen we ook wel **gradiëntecosysteem**. De opeenvolging van nieuwe ecosystemen heet successie. Als er van niets iets ontstaat spreken we van **primaire successie**. Als door slechtere omstandigheden het ecosysteem verslechtert of een fase teruggaat (door overstroming of bosbrand) ontstaat er een **secundair ecosysteem**. Dit ecosysteem herstelt sneller omdat de omstandigheden al optimaal zijn.

Dat niet elke successie eindigt met en climaxecosysteem is omdat er **dynamiek** binnen een ecosysteem ontstaat. Hiermee wordt bedoeld de mate van onrust binnen een bepaald gebied. Hoe minder de dynamiek hoe groter het aantal organismen er leeft.

Door een toename van een bepaalde soort ontstaat er op een gegeven moment een omslag punt, als ineens iets verandert binnen een ecosysteem, van helder naar troebel water. Dit door bijvoorbeeld de uitspoeling van nitraatrijke stoffen (**eutrofiëring**).

24.1 Landbouw en veeteelt

De afkomst van alle producten zijn terug te leiden naar wat de landbouw, veeteelt en visteelt oplevert, ondanks dat je dat niet vaak terugziet in het eindproduct. De mensheid heeft de landbouw en veeteelt zeer succesvol weten te organiseren, zo leven er al meer dan 7.8 miljard wereldburgers. De groeiende wereldbevolking zorgde ook voor een vergrote vraag naar voedsel, hierdoor kwam een schaalvergroting opgang. De landbouwgebieden werden groter, de veeteelt werd intensiever en het aantal vee nam toe. Door deze schaalvergroting nam het aantal verschillende soorten af, het aantal soorten vee werd verkleind en uiteindelijk werd wereldwijd nog maar een paar soorten gewassen verbouwd.

De tegenwoordige landbouvvelden hebben een zeer beperkt ecosysteem, het bestaat maar uit enkele soorten en alle insecten worden meteen verdelgd. Daarnaast lijken alle planten identiek op elkaar, dit doordat ze genetisch gemodificeerd zijn. Culturen waar maar één soort op grote schaal worden geteeld spreken we van een **monocultuur**. Deze culturen leveren veel goederen op, aangezien er op een klein stuk grond veel wordt verbouwd, is er een vergrote kans op een **plaag**. Hierdoor wordt een groot deel van de planten opgegeten door planteneters of insecten. Hierdoor neemt ook de kans op een ziekte toe. Toch ontstaan ziektes niet alleen bij monoculturen, ook de natuurinvloeden kunnen ziekten tot gevolg hebben. Zoals overvloedig water tot aardappelziekte kan leiden.

Om deze ziekten en plagen tegen te gaan gebruiken boeren sinds de 20^{ste} eeuw moderne systematische bestrijdingsmiddelen. Ook wel **pesticiden**. Dit zijn vooral giftige stoffen, **herbiciden** zijn onkruidbestrijdingsmiddelen; insecten worden bestreden met insectiden. Tegen schimmels worden fungiciden gebruikt, de meeste bestrijdingsmiddelen zijn contactbestrijdingsmiddelen, dit betekent dat de bestrijdingsmiddelen op de plant worden bespoten, hierdoor komt de stof rechtstreeks in aanraking met het ongewenste organismen en bij aanraking gaat het dood.

Systemische bestrijdingsmiddelen, zijn vrij nieuw, worden doormiddel van ingespoten worden in een groeiende plant, als bestrijdingsmiddelen gebruikt. Doormiddel van de sapstromen die in de plant vloeien wordt het bestrijdingsmiddel door de plant verplaatst. Hierdoor wordt de gehele plant beschermd tegen de ongewenste organismen. Nadeel is wel, als er geen sapstromen opgang komen het bestrijdingsmiddel in de grond blijft zitten in geconcentreerde vorm. Anders groot **nadeel** is dat deze bestrijdingsmiddelen ook de goede insecten doden, zoals bijen. Het gaat hier dan om **neonicotinoïden**. Vermoedelijk draagt deze stof bij, bij de recente sterfte van grote bijenvolken.

Pesticiden zijn relatief goedkope bestrijdingsmiddelen en effectief. Drie grote nadelen zijn:

- 1) De meeste middelen zijn niet **soort specifiek**, dat betekent dat alle soorten worden beïnvloed door het vergif. Ook de goede insecten zoals bijen, ook kunnen ze bestrijdingsmiddelen de plaag verergeren als de natuurlijke organismen. Ook keert de plaag vaak terug als het bestrijdingsmiddel niet meer wordt gebruikt.
- 2) De meeste middelen zijn **persistent**, dit betekent dat ze nauwelijks of niet afbreek zijn. Hierdoor blijven ze geheel of gedeeltelijk over in de natuur. Hierdoor hopen de stoffen zich ook op in de dieren, omdat de dieren zelf het niet kunnen afbreken, er ontstaat **accumulatie**.
- 3) De plaagsoort wordt **resistent** voor het bestrijdingsmiddel, hierdoor doet het bestrijdingsmiddel niets meer tegen de plaag. Dit kan door een **mutatie** gebeurd zijn of een klein gedeelte van de insecten is aangepast, door snelle reproductie is een gehele soort ineens resistent (ongevoelig) voor een bepaalde soort. Als enkele populaties resistent zijn is er een kans op een **plaag**.

Er zijn ook andere manieren om een plaag te bestrijden:

- 1) Het inschakelen van een natuurlijke vijand (**predator**).
- 2) Een gekweekte natuurlijke vijand werkt doormiddel van pasgeborene in een plek te zetten waar de ongewenste populatie leeft. De natuurlijke vijanden zullen dan langzaam de ongewenste populatie verdrijven.
- 3) Het weglukken van de mannetjes of de vrouwtjes doormiddel van lokstoffen (feromonen). Hierdoor zijn de dieren niet meer in staat om zichzelf voor te planten.
- 4) Rondspuiten van hormoonpreparaten, waardoor de insecten op het verkeerde moment gaan vervellen. Het vervellen gaat doormiddel van het vervellingshormoon, een te hoge concentratie van dit hormoon zorgt voor verstoring.
- 5) Het gebruik van plantaardige bestrijdingsstoffen, dit zijn bestrijdingsstoffen die de planten zelf kunnen ontwikkelen, door deze op grotere schaal te produceren kan je natuurlijke bestrijdingsstoffen gebruiken die beter afbreekbaar zijn in de natuur.
- 6) Het toepassen van **wisselteelt**, hierdoor wordt er per jaar een ander gewas gezaaid en geoogst, hierdoor worden er kwalen en **vraat** voorkomen.

Omdat de landbouw simpelweg niet zonder bestrijdingsmiddelen kan wordt er momenteel een combinatie gemaakt van **geïntegreerde gewasbescherming**: dit is een combinatie van natuurlijke en chemische bestrijdingsmiddelen.

24.2 Besmet

De bodem van een climaxecosysteem zal niet snel uitgeput raken, door de kringlopen van anorganische stoffen keren nitraat, sulfaat, fosfaat, kalium en natrium terug in het ecosysteem. Door het extreem gebruik van landbouwgronden verarmen de gronden in rap tempo. Door een tekort aan de anorganische stoffen groeit er naar van loop van tijd niets meer. Om dit te voorkomen, en de opbrengst op peil te houden, wordt er bemest. Hierdoor worden anorganische stoffen weer terug in de grond gestopt.

Kunstmest is een uitvinding uit 1840, en werd sindsdien in grote mate over de gehele wereld gebruikt. Er zijn twee soorten, stalmest en kunstmest. In **kunstmest** zitten alleen mineralen, terwijl **stalmest** ook mineralen bevat maar in wisselende hoeveelheden, hierbij weet de boer dus niet exact wat het de planten geeft. Toch heeft stalmest een voordeel, het zorgt voor een dikkere humuslaag.

Nederland zelf produceert vrij weinig kunstmest, wij importeren het grootste gedeelte van onze kunstmestvraag. Daarnaast komt er bij mestproductie enorm veel CO₂ vrij. Door stikstofverbindingen die in de grond door nitrificerende bacteriën wordt omgezet in ammoniak. Deze ammoniak vormt een groot probleem in de verzuring van landbouwgrond. Veel moderne stallen moeten daarom ook ammoniak vrij zijn, of er alles aan doen om te voorkomen dat er ammoniak vrij komt in de lucht. Hierom moet mestopslag in afgesloten kelders en silo's. En het uitrijden van mest kan alleen in de maanden dat de planten het snel kunnen opnemen.

Door overbemesting gaan weer veel planten dood, maïs daarentegen is uitermate geschikt voor overbemesting. Maar ook deze planten nemen niet alles op, hierdoor komt een groot gedeelte van de stoffen in het water terecht. Hierdoor wordt het door het water verplaatst, dit heet **uitspoeling**. Hierdoor wordt water en bodem 'verrijkt' met voedingsstoffen, ook wel **eutrofiëring**.

In eutroof water, (voedselrijk), groeien algen heen snel. Dit heet waterbloei. Hierdoor veranderden sloten snel in groene soepen. Hierdoor komt er geen licht meer op de bodem terecht, dit veroorzaakt dat de waterplanten doodgaan. Doordat de algen op den duur ook doodgaan neemt het water af in zuurstofgehalte. Door overbemesting neemt de biodiversiteit af, dit doordat de meeste soorten niet tegen overbemesting kunnen. Over bemesting wordt tegengegaan, door tijdig te bemesten, dus alleen in periodes dat de planten zelf ook veel mest opnemen.

Door strengere regels wordt overbemesting tegengegaan. Daarnaast zijn er nog belangrijke regels voor boeren ten opzichte van hoeveel mest ze mogen uitrijden en produceren. Verder moesten ze alles noteren in logboeken.

24.3 Biologische producten

De biologische landbouw is de duurzamere variant van de reguliere landbouw, hierbij worden er geen grote hoeveelheden veevoer van over de wereld verscheept. De boer tracht hier om zoveel mogelijk producten vanuit de omgeving te halen en hierbij de natuurlijke kringloop zoveel mogelijk in stand proberen te houden. Er is hier sprake van een **extensieve** veeteelt, hier leven weinig dieren op veel gebied. Ofwel diervriendelijke veeteelt, het voer wordt op eigen grond geteeld en de grond wordt bemest met de mest van de dieren.

Verder worden er geen chemische bestrijdingsmiddelen gebruikt, wel wordt er doormiddel van biologische bestrijding plaagorganismen tegengewerkt. Ook wordt er gebruik gemaakt van **wisselteelt**, hierbij wordt er elk jaar een ander gewas geteeld op het veld. Doormiddel van **groenbemesting** maakt men gebruik van stikstofbindende bacteriën, hierbij leven de bacteriën in symbiose met de wortels en de soorten die in de plant leven. Deze bacteriën leven in de wortelknolletjes en ze zetten stikstof uit de lucht om in stikstofbindingen.

De vraag is of de biologische landbouw op grote schaal genoeg voedsel zou kunnen produceren voor de wereld. Aangezien de biologische landbouw 20% meer landbouwgrond nodig heeft. Dus de vraag blijft of biologische landbouw het wereldvoedselprobleem oplost. Ondanks de lagere opbrengst zijn de meeste wetenschappers ervan overtuigd dat de duurzame factor erg belangrijk is. Hierdoor ontstaat er een groep die van mening is dat als we minder eten weggooiden er ook minder voedsel geproduceerd hoeft te worden dat daarmee de biologische landbouw misschien wel de beste optie zou zijn.

Hiermee nemen ook de aantal biologische producten in winkels toe, dit zijn producten die op een biologische manier zijn gekweekt of geteeld. Doormiddel van een groen imago proberen supermarkten de klanten binnen te houden, aangezien er een grote vraag is naar duurzamere producten.

24.4 Biologische producten

Voor de meeste menselijke activiteiten is energie nodig, denk hierbij aan het werk, het verkeer en het huishouden. De energie wordt nog steeds op de 'traditionele' manier opgewekt, doormiddel van verbranding ontstaat warmte en uit deze warmte wordt energie gemaakt. Het opwekken van energie uit fossiele brandstoffen is allesbehalve duurzaam en ook niet een toekomstbestendige energiebron, het is immers eindig. Daarnaast ontstaat er door de verbranding van deze fossiele brandstoffen het zogenoemde **versterkt** broeikaseffect. Door de verbranding komt er extra CO₂ vrij in de lucht, hiermee de atmosfeer opwarmend. Daarom gaat de wereld langzaam over op duurzamere energiebronnen, zoals wind- en zon energie. Ook kernenergie is een schone, maar toch gevaarlijke, manier van energie opwekken. Er ontstaat weliswaar geen CO₂, maar er ontstaat wel **radioactief afval**.

Een andere manier van energie opwekken is doormiddel van **biobrandstof**. Hierbij wordt biomassa verbrand. Je bespaart de fossiele brandstoffen én er komt geen extra CO₂ vrij. Eerste generatie biobrandstoffen worden gewonnen uit planten die geschikt zijn voor mensenvoeding. Het probleem hiervan is dat er minder voedingsstoffen over blijven voor mensen en hierdoor stijgen ook de prijzen van diverse producten die dan de ovens in verdwijnen. Daarom wordt er nu vooral geconcentreerd op tweede generatie biobrandstoffen, dit zijn alle niet eetbare gedeelten van planten. Ook dieren zijn hier geschikt voor. Er is nu ook een derde generatie biobrandstoffen, dit zijn niet-eetbare algen en grassoorten. De soorten groeien op gebieden die niet geschikt zijn voor landbouw, hierdoor gaat er geen landbouwgrond verloren. Een nieuwere ontwikkeling is de introductie van Photenal, hierbij worden genetisch gemodificeerde cyanobacteriën gebruikt om via fotosynthese verschillende stoffen te vergaren.

In een biogascentrale worden anaerobe bacteriën gemengd met mest en organisch afval, hierbij gaan de bacteriën doormiddel van gisting verschillende organische stoffen omzetten in koolstofdioxide en **methaan**. Dit mengsel van gasen kan worden gebruikt als vervanging van gas en dus worden gebruikt om iemands huis om te warmen. Wel stinkt het ongelofelijk als er ergens een lek ontstaat.

24.5 De dampkring

De atmosfeer bestaat uit 4 lagen, de troposfeer, de stratosfeer, de mesosfeer en de thermosfeer, het weer speelt zich af in de troposfeer. Deze laag is ongeveer 12 kilometer dik. De dampkring, ook wel atmosfeer, zorgt ervoor dat de aarde op en rond de 15 graden Celsius blijft. Hierdoor verdampen we niet in de zomer en bevriezen we niet in de winter.

De dampkring gebruikt broeikasgassen om zonnestralen te weerkaatsen terug naar het aardoppervlak. Hierdoor blijft de warmte binnen de atmosfeer en warmt het dus op. Zonder deze kring verdwijnt de warmte meteen weer de ruimte in. Van nature komt er een mate van CO₂ in de lucht voor, alleen door menselijke activiteiten komt er een grotere hoeveelheid waterdamp, methaan en lachgas in de lucht. We spreken nu van het **versterkt broeikaseffect**. De grootste toename in broeikasgassen sinds de industriële revolutie is methaan, met een stijging van 158%. Sinds 1950 is de globale temperatuur op aarde bijna een graad gestegen, we spreken van het **opwarmen** van de aarde. Dit komt vooral door de menselijke activiteiten waardoor het versterkt broeikaseffect is ontstaan.

Door de globale opwarming worden de temperaturen hoger, in winter en zomerperiode. Hierdoor heb je steeds meer hittegolven in de zomer en steeds minder ijs en sneeuw in de winter. Zelfs de ijskappen op de noordpool smelt voor een groot gedeelte. Ondanks dat de wereld zich in zet voor een duurzamere planeet hebben de maatregelen nog geen duidelijk effect.

Doordat fossiele brandstoffen geen schone brandstoffen zijn ontstaat er naast koolstofdioxide ook grote aantallen zwaveloxide en stikstofoxiden. Als zij in de lucht komen reageren zij met water en zuurstof en ontstaan er verschillen zuren, zoals salpeterzuur en zwavelzuur. Als dit met de regen naar beneden komt spreek je van **zure neerslag**. Door zure neerslag verzuurt een gebied waardoor het naarmate de tijd vordert onvruchtbaar is en dus steeds kaler wordt. Door de zuren regen verdwijnen gehele bossen, omdat de verzuring de wortels aantast en daarmee de bomen kwetsbaarder maken voor ziekten, maar ook gehele meren zijn levenloos geworden door verzuring. Gelukkig is er tegenwoordig een stuk minder zurenregen door de overstap op schonere manieren van energie opwekken.

Luchtvervuiling is niet nieuw, al sinds de opkomst van de industrialisatie is er sprake van luchtvervuiling door de uitstoot van fabrieken. Hierdoor ontstond in veel steden smog, deze vieze mist ontstaat wanneer de luchtvochtigheid hoog is en er weinig wind is waardoor de vervuilende stoffen blijven hangen. Een andere stof die vrijkomt bij de industrie, maar vooral bij auto's en vliegtuigen, is **fijnstof**. Dit komt vooral voor bij druk bereden wegen of bij vliegvelden.

24.6 Oppervlaktewater

