

Kringlopen

(Lydia de Waard-Levöleger)

Definitie: Een **kringloop** of *cyclus* is een proces waarbij een aantal stadia elkaar opvolgt, maar uiteindelijk de uitgangstoestand weer wordt bereikt. Schematisch kan een kringloop daarom worden weergegeven door de stadia in een cirkel te tekenen.

De waterkringloop

1) Neerslag

Terwijl ze door de circulerende atmosfeer getransporteerd worden, verplaatsen wolken zich landinwaarts, als een gevolg van de zwaartekracht en verliezen daar water dat terugvalt op de aarde. Dit verschijnsel wordt regen of neerslag genoemd.

2) Infiltratie

Regenwater infiltreert in de grond en zinkt daar tot de verzadigde zone, waar het zich bij het grondwater voegt. Grondwater verplaatst zich langzaam van gebieden met een grote hoogte en druk naar gebieden met een lage hoogte en druk. Het verplaatst zich van de plaats waar het in de bodem geïnfiltreerd is via een watervoerende laag naar een plaats waar het losgelaten wordt, en dit kan een zee of een oceaan zijn.

3) Transpiratie

Planten en andere vegetatievormen nemen uit de grond water op en scheiden dit weer uit in de vorm van waterdamp. Ongeveer 10% van de neerslag die op de grond valt, verdampt vervolgens door de transpiratie van planten, de rest verdampt via de zeeën of oceanen.

4) Oppervlakte afvloei

Het regenwater dat niet in de bodem infiltreert, komt direct in het oppervlaktewater terecht, omdat het wegvloeit naar rivieren en meren. Daarna wordt het naar de oceanen en zeeën. Dit water wordt oppervlakte afvloei genoemd.

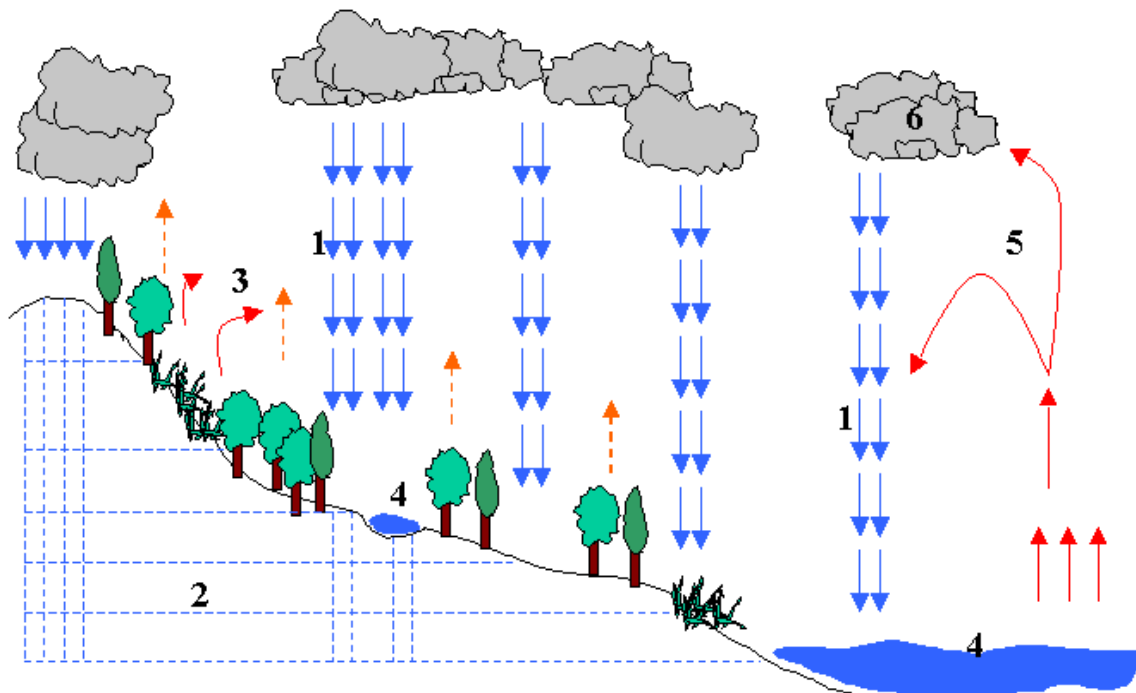
5) Verdamping

Onder invloed van het zonlicht warmt het water in zeeën en oceanen op. Hierdoor verdampt een deel en stijgt op naar de atmosfeer. Daar vormt het wolken, waarna het uiteindelijk in de vorm van regen terugvalt naar de aarde.

De verdamping van oceanen vormt de grootste verdamping.

6) Condensatie

Als het in contact komt met de atmosfeer, wordt de waterdamp weer vloeistof, en is dan ook zichtbaar. Deze opeenhopingen van water in de lucht is wat we wolken noemen.



Milieuproblemen door menselijke inmenging in de water- of hydrologische kringloop:

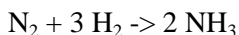
Er zijn drie manieren waarop mensen de hydrologische kringloop beïnvloeden. Men onttrekt grote hoeveelheden zoet water aan rivieren, meren en ondergrondse bronnen. In gebieden die dichtbevolkt zijn of waar er veelvuldig gebruik wordt gemaakt van irrigatie, wordt het grondwater opgebruikt of vult zout water uit de oceanen ondergrondse watervoorraden op. Door vegetatie te verwijderen om er landbouw te bedrijven, mijnbouw te plegen, wegen of gebouwen neer te zetten, spoelt het regenwater sneller weg, waardoor de filtratie en daarmee de aanvulling van de grondwater voorraden afneemt. Daarnaast neemt ook het risico op overstromingen toe en worden bodemerosie en landverschuivingen versneld. Daarnaast veranderen mensen ook de kwaliteit van het water. Dit gebeurt vooral door het toevoegen van voedingsstoffen en verontreinigende middelen en door het veranderen van ecologische processen die normaliter verantwoordelijk zijn voor het zuiveren van het water.

De stikstofkringloop

Stikstof is een onderdeel van vitale organische stoffen in microorganismen, zoals aminozuren, eiwitten en DNA. In zijn gasvormige staat (N_2), is stikstof goed voor 78% van de troposfeer. In tegenstelling tot wat u zou denken, betekent dit niet dat er altijd genoeg stikstof voor handen is. Gasvormig kan stikstof niet geabsorbeerd worden en gebruikt worden als een voedingsstof voor planten en dieren. Hiervoor moet het eerst door nitrificerende bacteriën omgezet worden, zodat het de voedselketens als een onderdeel van de stikstofcyclus binnen kan komen.

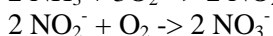
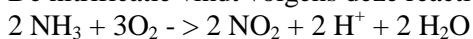
Bij de omzetting van stikstof zetten cyaanbacteriën stikstof eerst om in ammoniak en ammonium, tijdens het stikstoffixatieproces. Planten kunnen ammoniak gebruiken als een stikstofbron.

Stikstoffixatie vindt als volgt plaats:



Na de ammoniumfixatie, worden de ammoniak en ammonium die gevormd zijn tijdens het nitrificatieproces verder overgedragen. Aërobe bacteriën gebruiken zuurstof om deze stoffen om te zetten. Nitrosomonasbacteriën zetten eerst stikstofgas om in nitriet (NO_2^-) en daarna zet de nitrobacter bacterie nitriet om in nitraat (NO_3^-), een voedingsstof voor planten.

De nitrificatie vindt volgens deze reacties plaats:

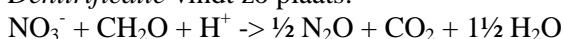


Planten absorberen ammonium en nitraat tijdens het assimilatieproces. Daarna worden deze omgezet in stikstofbevattende organische moleculen, zoals aminozuren en DNA.

Dieren kunnen niet direct nitraten opnemen. Zij ontvangen hun voedingsstoffen door planten of plantenetende dieren te eten.

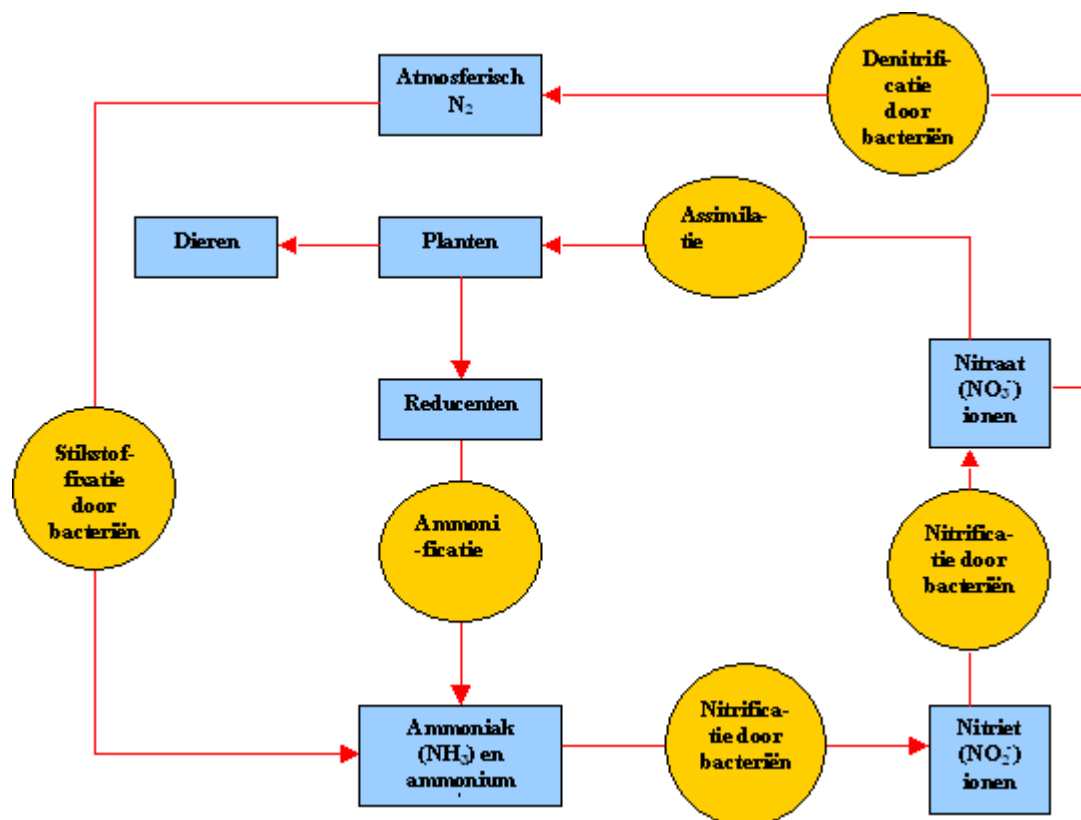
Wanneer stikstofvoedingsstoffen door dieren en planten gebruikt zijn, verteren gespecialiseerde bacteriën ammonium. Dit wordt het ammonificatieproces genoemd. Hierbij wordt stikstof weer omgezet in ammoniak en in wateroplosbare ammoniumzouten. Nadat de voedingsstoffen zijn omgezet in ammoniak, zetten anaërobische bacteriën het weer om in stikstofgas. Dit proces wordt denitrificatie genoemd.

Denitrificatie vindt zo plaats:



Daarna komt het stikstof weer in de atmosfeer en begint het hele proces opnieuw.

Hieronder staat een schematische voorstelling van de stikstofcyclus:



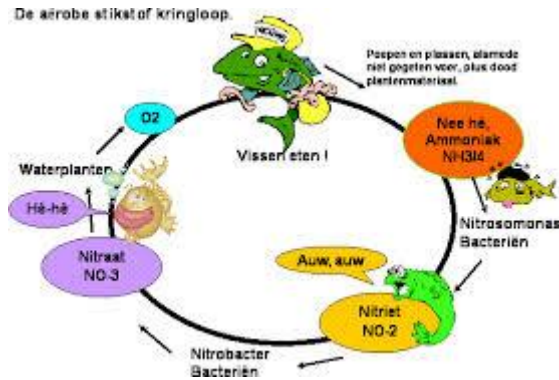
Stikstof als een beperkende factor

Hoewel de stikstofomzettingsprocessen vaak plaatsvinden en er grote hoeveelheden voedingsstoffen voor planten gevormd worden, is stikstof vaak een beperkende factor wat betreft de plantengroei. Dit wordt veroorzaakt door het water dat door de bodem stroomt. Stikstofvoedingsstoffen zijn in wateroplosbaar en worden daarom makkelijk uitgespoeld, zodat ze niet langer beschikbaar zijn voor planten.

De annamox-reactie

In 1999 werd in de waterzuivering van de Gist-Brocades van Delft een nieuwe reactie ontdekt die aan de stikstofkringloop kan worden toegevoegd, de zogeheten *annamox reactie*. Deze blijkt zich nu ook in het water van de Zwarte Zee voor te doen. De reactie houdt in de omzetting van nitriet en ammonium naar zuivere stikstof (N_2), die vervolgens weer naar de lucht ontsnapt. Deze omzetting wordt teweeg gebracht door een nieuw ontdekte anaërobe bacterie die men *Brocadia anammoxidans* wil noemen. De bacterie blijkt gecompartmentaliseerd; binnen het celmembraan liggen twee compartimenten die door aparte membranen worden omgeven, een vrij zeldzaam verschijnsel. Als tussenproducten van de reactie werden hydroxylamine en het giftige hydrazine gevonden. De membranen van de bacteriën bleken uit slecht doordringbare lipiden te bestaan, waarvan wordt gedacht dat ze dienen om hydrazines binnen te houden. De ontdekking heeft nogal grote gevolgen, omdat de hele bijdrage van de oceanen aan de stikstofbalans erdoor verandert.

Bron: NRC Handelsblad, 12/04/2003



Invloed van de mens op de stikstofkringloop:

Mensen verstoren de stikstofkringloop op een aantal manieren. Ten eerste komt er altijd stikstofoxide vrij wanneer men een brandstof verbrandt. Dit stikstofoxide reageert bij hoge temperaturen met zuurstof om uiteindelijk stikstofdioxidegas te vormen. Wanneer dit in de lucht met waterdamp reageert, ontstaat er het stikstofzuur HNO₃. Dit veroorzaakt zure regen, dat schade toebrengt aan bomen en mariene ecosystemen. Anaërobie bacteriën die veeafval en anorganische meststoffen in de bodem afbreken, scheiden stikstofdioxide gas N₂O uit, dat een broeikasgas is. In de atmosfeer is N₂O verantwoordelijk voor de afbraak van ozon dat de aarde beschermt tegen schadelijke UVstraling. De mens zorgt er ook voor dat er op bepaalde plaatsen een tekort aan stikstof ontstaat. Een tekort aan stikstof ontstaat daar waar men stikstof weghaalt om er bijvoorbeeld kunstmest van te maken. Door stikstofrijke groenten te telen wordt de top laag van de bodem ontdaan van stikstof. Door irrigatie worden in wateroplosbare nitraten verwijderd. Stikstof wordt ook uit de bodem verwijderd wanneer men graslanden en bossen verbrandt om de grond geschikt te maken als landbouwgrond. Ondertussen worden er dan ook stikstofoxiden vrijgelaten in de atmosfeer.

De Fosforkringloop

Fosfor is een essentiële voedingsstof voor planten en dieren in de vorm van PO₄³⁻ en HPO₄²⁻ ionen. Het is een deel van DNAmoleculen, moleculen die energie opslaan (ATP en ADP) en het zit in vetten en celmembranen. Fosfor is ook een bouwsteen van bepaalde delen van het menselijk en dierlijk lichaam, zoals de botten en tanden.

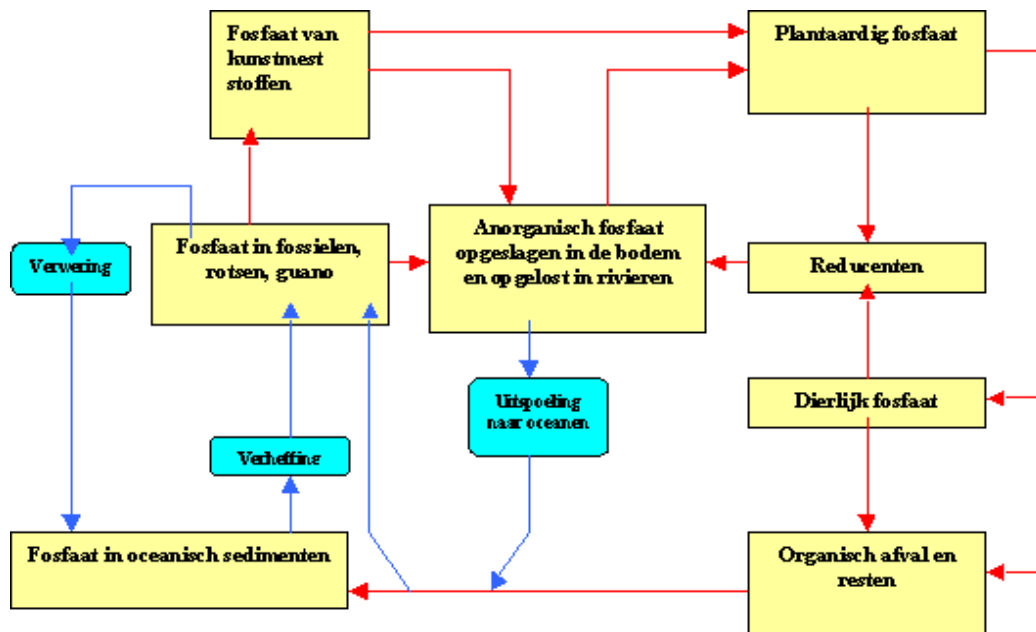
Fosfor komt op aarde voor in het water, de bodem en het sediment. In tegenstelling tot andere stoffen in de stoffencycli, wordt fosfor niet in gasvormige staat in de lucht gevonden. Fosfor is namelijk bij normale druk en temperatuur vloeibaar. Het circuleert vooral door het water, de bodem en het sediment. In de atmosfeer kan het vooral gevonden worden in de vorm van zeer kleine stofdeeltjes.

Fosfor beweegt zich langzaam van stortplaatsen op het land en in het sediment naar levende organismen, en van daaruit nog langzamer terug naar de bodem en het sediment. De fosforcyclus is de langzaamste cyclus van de stoffencycli die hier worden beschreven.

Fosfor wordt vooral als fosfaat zout gevonden in rotsformaties en oceaansedimenten. Fosfaat zouten die vrijkomen als gevolg van de verwerking van rotsen lossen meestal op in bodemwater en worden opgenomen door planten. Omdat de hoeveelheid fosfor in de bodem doorgaans laag is, is het vaak de beperkende factor bij plantengroei. Daarom passen mensen vaak fosfaatmeststoffen toe in de landbouw. Fosfaat is de beperkende factor bij plantengroei in mariene ecosystemen, omdat het niet goed in water oplost. Dieren nemen fosfaten op door planten te eten of plantenetende dieren te eten.

Fosfor beweegt zich veel sneller door planten en dieren dan door rotsen en sedimenten. Wanneer dieren en planten sterven, keert het fosfaat tijdens de afbraak terug in de bodem en oceanen. Daarna komt het fosfor weer terecht in sedimenten en rotsformaties, waar het miljoenen jaren kan blijven. Uiteindelijk komt het fosfor weer door verwerking vrij en begint de hele cyclus weer opnieuw.

Hieronder vindt u een schematische weergave van de fosforcyclus:



De invloed van menselijke activiteiten op de Fosforkringloop:

Menselijke activiteiten zijn ook van invloed op de fosforkringloop. Op plaatsen waar men fosfor aan de bodem heeft onttrokken om er kunstmest van te maken, kan het omliggende land en (grond)water vervuild worden met fosfaten. Op plaatsen waar deze kunstmeststoffen zijn toegepast, kan de fosfor in de vorm van fosfaat met water meegevoerd worden en uiteindelijk in plassen en meren terechtkomen, waar het eutrofiëring veroorzaakt. Dit betekent dat het water zeer voedselrijk wordt, waardoor bepaalde waterplanten, zoals algen sterk gaan groeien. Doordat het zonlicht dan niet meer goed in het water kan doordringen, kan er een zuurstoftekort ontstaan. Bij de afbraak van algen komen giftige stoffen vrij en wordt er veel zuurstof verbruikt, waardoor er ook een zuurstoftekort ontstaat. In tropische gebieden zorgen mensen voor een tekort aan fosfor. Door de tropische bossen om te hakken, zorgt men ervoor dat er een tekort aan fosfor ontstaat. In deze gebieden bevindt het meeste fosfor zich namelijk in de bomen en planten en niet in de bodem. Wanneer planten en bomen, wordt het fosfor snel gerecycled door de reductanten. Door de bomen en planten weg te halen, wordt het fosfor en de andere voedingstoffen die zich in de bodem bevinden met een paar fikse regenbuien weggespoeld. De grond is dan onproductief geworden.

Zwavelkringloop

Zwavel is een van de bestanddelen van eiwitten en vitamines. Eiwitten bestaan uit aminozuren die zwavelatomen bevatten. Zwavel is belangrijk voor het functioneren van eiwitten en enzymen in planten en in dieren die voor zwavel afhankelijk zijn van planten. Planten absorberen zwavel wanneer het opgelost is in water. Dieren eten deze planten, zodat ze voor hun gezondheid voldoende zwavel binnenkrijgen. Het meeste zwavel op aarde zit vast in rotsen en zouten of zit diep in de oceaan begraven in oceanische sedimenten. Zwavel kan ook gevonden worden in de atmosfeer. Het komt zowel via menselijke als natuurlijke bronnen in de atmosfeer terecht.

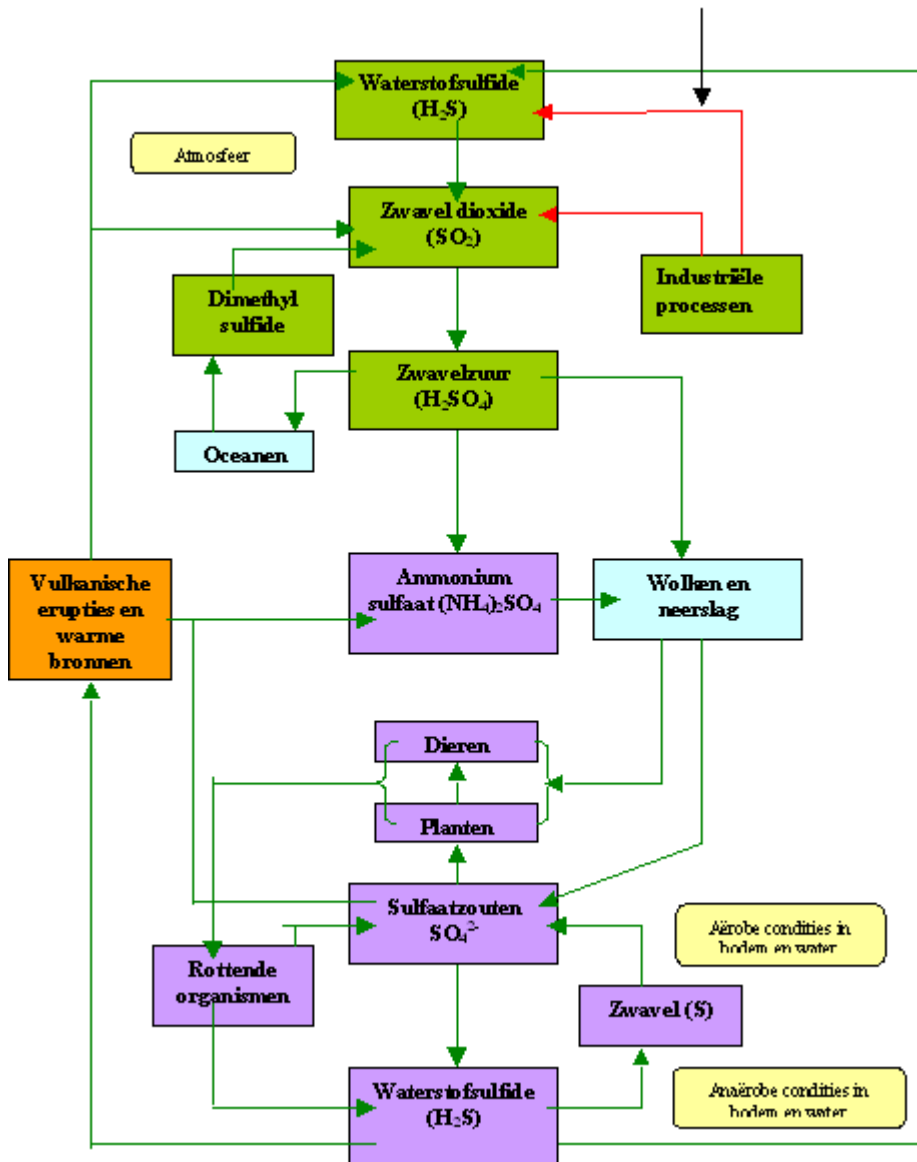
Voorbeelden van natuurlijke bronnen zijn vulkanische erupties, bacteriële processen, de verdamping van water of het rotten van dode organismen. Wanneer zwavel via menselijke activiteiten in de atmosfeer terecht komt, is dit meestal het gevolg van industriële processen waarbij zwaveldioxide- (SO_2) en waterstofsulfidegas (H_2S) op grote schaal uitgestoten worden.

Wanneer zwaveldioxide in de lucht terecht komt, reageert het met zuurstof om zwaveltrioxide gas (SO_3) te vormen, of het reageert met andere chemicaliën in de atmosfeer om zwavelzouten te produceren. Zwaveldioxide kan ook met water reageren om zwavelzuur (H_2SO_4) te vormen. Zwavelzuur kan ook geproduceerd worden uit demethylsulfide, dat door plankton in de atmosfeer wordt uitgestoten.

Al deze deeltjes vallen terug naar de aarde of reageren met regen en vallen terug naar de aarde in de vorm van zure depositie. De deeltjes worden weer door planten geabsorbeerd en worden weer losgelaten in de atmosfeer, zodat de zwavelkringloop weer opnieuw begint.

Een schematische weergave van de zwavelcyclus:

Nieuwe gedeelte van de zwavelkringloop dat door mensen is geïntroduceerd.



De invloed van de mens op de zwavelkringloop

De mens is verantwoordelijk voor het ontstaan van 90% van de zwavelzouten op aarde. Deze ontstaan vooral tijdens industriële processen, zoals het verbranden van kool, het raffineren van petroleum en het smelten van metalen.

De koolstofkringloop

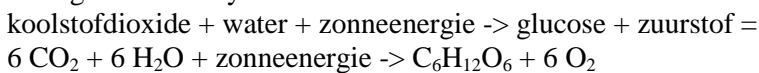
Koolstof is een zeer belangrijk element, omdat het deel uitmaakt van organische materie, dat een onderdeel is van al het leven. Koolstof volgt een bepaalde route op aarde, die de koolstofcyclus wordt genoemd. Door het volgen van de koolstofcyclus, kunnen we ook de energiestromen op aarde bestuderen, omdat de meeste chemische energie die nodig is voor het leven in de vorm van verbindingen tussen koolstofatomen en andere atomen opgesloten zit in organische stoffen.

De koolstofcyclus bestaat van nature uit twee delen, de terrestrische (aardse) en de aquatische (water) koolstofcyclus. De aquatische koolstofcyclus heeft te maken met de verplaatsing van koolstof door mariene ecosystemen en de terrestrische koolstofcyclus heeft te maken met de verplaatsing van koolstof door aardse ecosystemen.

De koolstofcyclus is gebaseerd op koolstofdioxide (CO₂), dat in gasvormige staat in de lucht gevonden kan worden en in opgeloste vorm in het water. Terrestrische planten gebruiken koolstofdioxide uit de atmosfeer, ze gebruiken dit om zuurstof te genereren, dat van levensbelang is voor dieren. Waterplanten genereren ook zuurstof, maar zij gebruiken hiervoor koolstofdioxide uit het water.

Dit proces waarbij zuurstof gevormd wordt, wordt de fotosynthese genoemd. Tijdens de fotosynthese zetten planten en andere producenten koolstofdioxide en water onder de invloed van zonlicht om in complexe koolwaterstoffen, zoals glucose. Alleen planten en sommige bacteriën hebben de mogelijkheid om dit proces te leiden, omdat zij chlorofyl bevatten, een pigmentmolecuul dat zich in bladeren bevindt en waarmee zonneenergie gevangen kan worden.

De algemene fotosynthesereactie:



De zuurstof die geproduceerd wordt bij de fotosynthese, ondersteunt niet-producerende levensvormen, zoals dieren en de meeste microorganismen. Dieren worden consumenten genoemd, omdat ze zuurstof gebruiken die door planten geproduceerd is. Koolstofdioxide komt weer terug in het milieu tijdens de ademhaling van consumenten, waarbij glucose en andere complexe organische mengsels afgebroken worden en de koolstof weer omgezet wordt in koolstofdioxide en geschikt is om door de producenten hergebruikt te worden.

Koolstof dat gebruikt wordt door producenten, consumenten en reducers verplaatst zich behoorlijk snel door de lucht, het water en de levensvormen. Maar koolstof kan ook opgeslagen worden als biomassa in de wortels van bomen en in ander organisch materiaal en daar decennia lang blijven. Ook dit koolstof komt uiteindelijk weer vrij door vertering.

Niet al het organisch materiaal wordt meteen verteerd. Onder sommige omstandigheden hoopt dood plantenmateriaal zich sneller op dan dat het in het ecosysteem wordt afgebroken. De resten worden opgesloten in ondergrondse bergplaatsen. Wanneer sedimentlagen deze materie samenpersen, kunnen er eeuwen fossiele brandstoffen gevormd worden. Langdurige geologische processen kunnen de koolstof in deze brandstoffen na een lange tijd blootstellen aan de lucht, maar tegenwoordig komt de koolstof vooral vrij door menselijk handelen, zoals verbrandingsprocessen. De verbranding van fossiele brandstoffen heeft ons al zolang van energie voorzien als we ons kunnen herinneren. Maar de wereldpopulatie heeft zich uitgebreid en daarmee ook de vraag naar energie. Daarom worden tegenwoordig fossiele brandstoffen intensief verbrandt. Dit is niet zonder gevolgen, omdat de fossiele brandstoffen veel sneller opgebruikt worden dan dat ze bijgemaakt kunnen worden. Hierdoor zijn fossiele brandstoffen niet-hernieuwbare energiebronnen geworden.

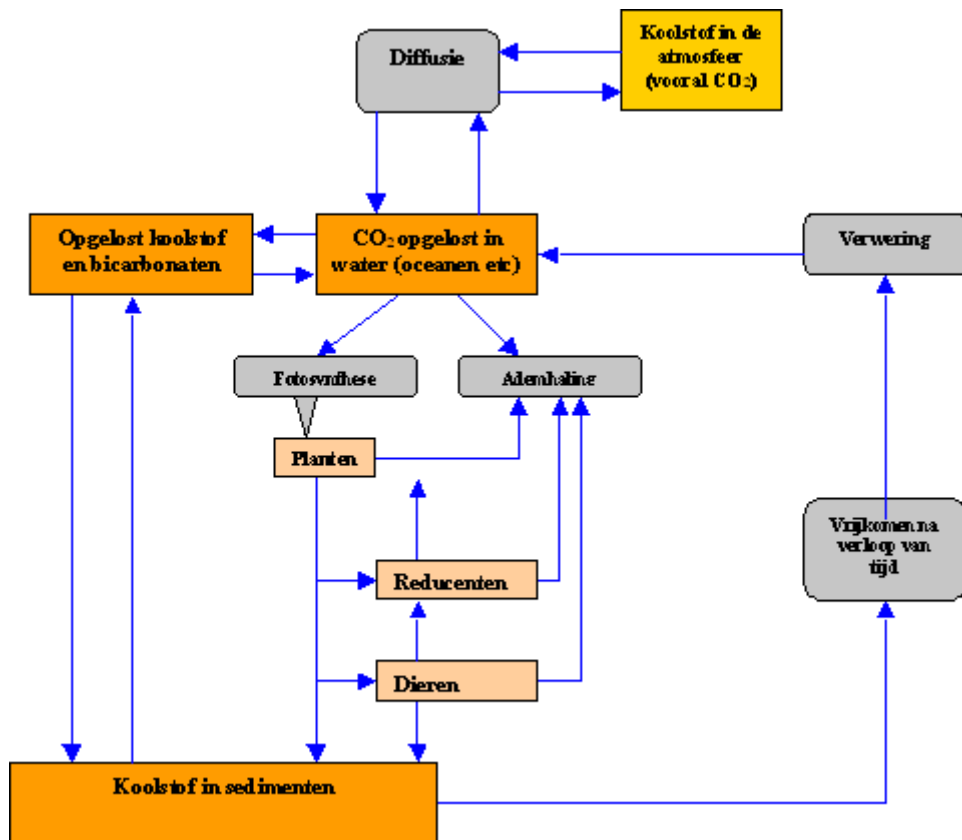
Hoewel de verbranding van fossiele brandstoffen voornamelijk koolstofdioxide aan de lucht toevoegt, wordt een deel hiervan ook tijdens natuurlijke processen, zoals vulkaanuitbarstingen uitgestoten.

In het aquatisch ecosysteem kan koolstofdioxide opgeslagen worden in rotsen en sediment. Het duurt heel lang voordat deze koolstofdioxide vrijkomt, door de vertering van rotsen of geologische processen die sediment naar het oppervlak van het water brengen.

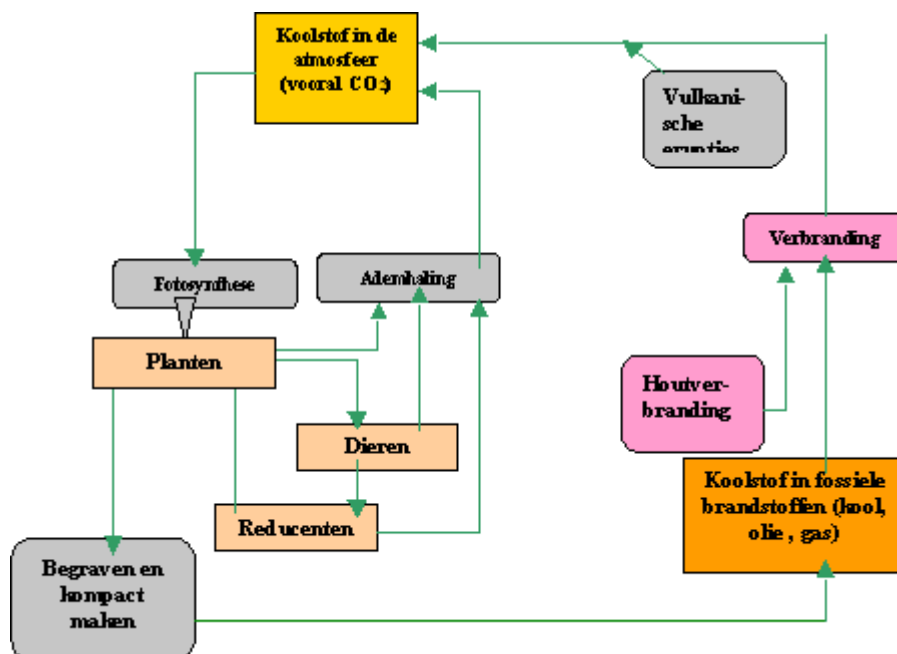
Koolstofdioxide dat in het water is opgeslagen is daarin aanwezig in de vorm van carbonaat- of bicarbonaationen. Deze ionen vormen een belangrijk onderdeel van de buffers die ervoor zorgen dat water te basisch of te zuur wordt. Wanneer de zon het water opwarmt, keren carbonaat- en bicarbonaationen in de vorm van koolstofdioxide terug naar de atmosfeer.

Hieronder volgen de schematische weergaves van het aquatische en het terrestrische deel van de koolstofcyclus:

1) De aquatische koolstofcyclus



2) De terrestrische koolstofcyclus



De invloed van de mens op de koolstofkringloop:

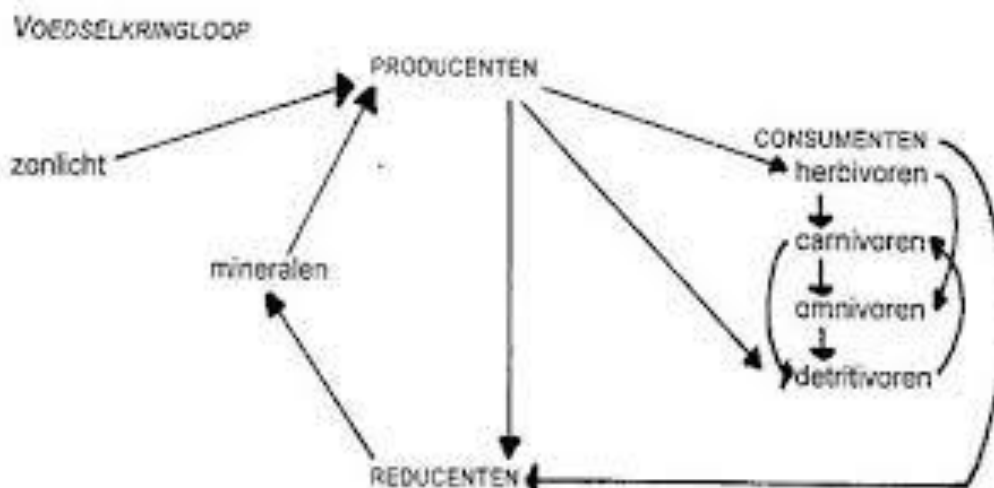
De mens heeft op twee manieren de koolstofkringloop beïnvloed. De verwijdering van bossen en struiken heeft ervoor gezorgd dat er minder planten en bomen zijn om koolstofdioxide op te nemen. Daarnaast heeft de mens sinds de Industriële Revolutie grote hoeveelheden koolstof gebruikt voor het opwekken van energie. Dit is in zo'n hoog tempo gedaan, dat er een tekort aan koolstof kan ontstaan, het duurt namelijk zeer lang voor er opnieuw koolstof uit dood organisch materiaal wordt gevormd. Daarnaast brengt het gebruik van koolstof nog een aantal problemen met zich mee. Bij de verbranding van koolstof komt namelijk koolstofdioxide vrij. Tussen 1870 en 1990 is er 25% meer koolstofdioxide in de lucht terecht gekomen dan daarvoor. Er bevindt zich nu meer koolstofdioxide in de lucht dan oceanen en planten op kunnen nemen. Koolstofdioxide behoort tot de broeikasgassen. Een teveel aan koolstofdioxide in de lucht kan ervoor zorgen dat het klimaat verandert. Dit warmere klimaat stelt ons voor een aantal problemen, zoals het smelten van de ijskappen op de polen.

Voedselkringloop

De voedselkringloop is te beschouwen als een kringloop van stoffen. De kringloop van stoffen laat zien dat er geen stoffen verloren gaan. De voedselkringloop kun je ook zien als een energiestroom, niet als een energiekeringloop, want er gaat altijd energie verloren.

In de voedselkringloop zijn de groene planten de producenten: zij produceren organische stoffen waaruit zijzelf bestaan. Ze gebruiken daarvoor anorganische stoffen. De consumenten zijn de planteneters en aaseters. De reducerenten zijn bacteriën en schimmels die organische stoffen omzetten in anorganische stoffen.

Het zijn niet steeds dezelfde moleculen die van schakel naar schakel gaan. In elk dier wordt het voedsel immers afgebroken tot kleinere, bruikbare moleculen. Het zijn wel steeds dezelfde atomen, die op hun weg door de voedselketen deel hebben uitgemaakt van verschillende organische stoffen. De voedselkringloop in een ecosysteem kan daarom verdeeld worden in afzonderlijke kringlopen van elementen zoals zuurstof, koolstof, stikstof, fosfor, enzovoort.



Voorbeeld van een voedselkringloop:

1. Zonnestraling levert de energie voor de kringloop
2. Producenten zoals de zwarte els, zetten CO₂ en water om in suikers met behulp van zonlicht. Zij staan aan het begin van de voedselketen.
3. Plantenetende consumenten, zoals de koninginpage, profiteren van de door planten gevormde suikers.
4. Vleesetende consumenten zoals de koekoek, profiteren van de energie opgeslagen in planteneters.
5. Reducenten, zoals de mestkever, zijn afvaleters, zij verwerken organische resten samen met bacteriën en schimmels tot mineralen voor planten.
6. Via de wortels neemt de boom mineralen en water op om te groeien. Water gaat naar de bladeren voor de fotosynthese.

De kringloop of circulaire economie

De circulaire of kringloop economie is een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. Anders dan in het huidige lineaire systeem, waarin grondstoffen worden omgezet in producten die aan het einde van hun levensduur worden vernietigd.

Het circulaire systeem kent 2 kringlopen van materialen. Een biologische kringloop, waarin reststoffen na gebruik veilig terugvloeien in de natuur. En een technische kringloop, waarvoor product(onderdelen) zo zijn ontworpen en vermarkt dat deze op kwalitatief hoogwaardig niveau opnieuw gebruikt kunnen worden. Hierdoor blijft de economische waarde zoveel mogelijk behouden. Het systeem is dus ecologisch en economisch gezien 'restaurantief'.

De belangrijkste principes van de circulaire of kringloop economie zijn:

1. **Waardebehoud** wordt gemaximaliseerd door eerst te kijken naar producthergebruik, vervolgens hergebruik van onderdelen en als laatste hergebruik van grondstoffen.
2. Producten worden zo **ontworpen en gemaakt** dat deze aan het eind van de gebruiksfase makkelijk demontabel zijn en materiaalstromen eenvoudig gescheiden kunnen worden.
3. Tijdens productie, gebruik en verwerking van het product worden **geen schadelijke stoffen** uitgestoten.
4. De onderdelen en grondstoffen van '**gebruiksproducten**' (zoals een lamp) worden hergebruikt zonder kwaliteitsverlies (bijvoorbeeld in een nieuwe lamp, maar wellicht wel in een nieuwe laptop, bijvoorbeeld).
5. De grondstoffen van '**verbruiksproducten**' (zoals tandpasta) zijn biologisch afbreekbaar en worden (na eventuele onttrekking van nog waardevolle grondstoffen) teruggegeven aan de natuur.
6. Producenten behouden het **eigendom** van gebruiksproducten, klanten betalen voor het **gebruik** ervan, niet voor het **bezit**. Een andere mogelijkheid is dat de producent het product **terugkoopt** aan het einde van de levensduur.
7. Omdat de **prestatie** van het product de waarde bepaald, wordt het leveren van de juiste **kwaliteit** extreem belangrijk voor de producent.
8. Een van de meest belangrijke succesfactoren is (cross-sectorale) **ketensamenwerking** gericht op het creëren van **meervoudige waarde**. Hierbij vermeerderd niet alleen de economische waarde van alle bedrijven in de keten, maar ook de ecologische en sociale waarde.

Waarom circulair?

De behoefte aan een beter, effectiever en efficiënter economisch systeem wordt steeds groter. Het 'lineaire model' waarop de huidige wereldeconomie is gebaseerd, blijkt niet langer houdbaar. Op nationaal, EU en mondiaal (VN) niveau wordt er al langere tijd over gesproken, maar de tijdsgeest lijkt nu mee te werken en de urgentie wordt breed gevoeld. Beslissers en beleidsmakers zien dat het huidige systeem wel moet wijken voor een beter en houdbaar alternatief. De redenen daarvoor zijn divers:

- makkelijk winbare grondstoffen raken op en worden daardoor steeds duurder
- prijsfluctuaties vormen een steeds groter risico voor de handel en industrie
- leveringonzekerheid is slecht voor het bedrijfsleven
- er wordt jaarlijks alleen al in de EU voor honderden miljarden gedumpt en verband
- de ecologische schade die het lineaire model met zich meebrengt wordt steeds duidelijker (denk bijvoorbeeld aan plastic soep)
- landen willen minder afhankelijk zijn van grondstofmonopolies
- bedrijven zoeken naar een slimmer businessmodel waarin zij grondstofwaarde kunnen behouden en klanten kunnen binden

De onhoudbaarheid van het huidige systeem

De onhoudbaarheid van ons lineaire systeem wordt duidelijk in de volgende getallen:

- Volgens de VN zal de wereldbevolking groeien tot 12 miljard mensen in 2100. De afgelopen 100 jaar is de wereldbevolking verviervoudigd.
- De gemiddelde welvaart zal op aarde verdubbelen in de komende 20 jaar. In de 20^e eeuw is de welvaart 25 groter geworden.
- Daarmee zal ook de consumptie stijgen. KPMG verwacht in 2030 3 miljard meer middenklassenconsumenten dan in 2010.
- De jaarlijkse wereldwijde grondstofwinning groeit met gemiddeld 4%. Zo is de vraag naar constructiematerialen in de 20ste eeuw met een factor 34 gestegen.
- De jaarlijkse wereldwijde afvalberg groeit stevig door en bedroeg in 2011 12 miljard ton. Dat is gelijk aan 7.000 keer de inhoud van de Amsterdam Arena.
- De jaarlijkse wereldwijde vraag naar energie is in 40 jaar verdubbeld. Naar verwachting zal de vraag de komende 20 jaar nog eens met 50% stijgen.

Kringlopen van eindproducten.

Het lukt niet altijd om een product weer af te breken tot zijn oorspronkelijke grondstoffen. Kijk maar naar plastic. Plastic wordt van aardolie gemaakt, maar het is niet meer mogelijk om van plastic weer aardolie te maken. Papier wordt van hout gemaakt, maar je kunt geen levende boom van papier maken!

Door bijvoorbeeld gebruikt papier, plastic en ijzer te recyclen, kun je van het dan verkregen product weer nieuw papier, plastic of ijzeren voorwerpen maken. Op deze manier worden er heel veel grondstoffen bespaard. Ook kost het minder energie om gebruikt ijzer om te smelten in plaats van nieuw ijzer uit ijzererts te winnen.

Geraadpleegde bronnen:

- *Cursusdeel 1: Algemene Milieukunde. Open Universiteit, leerstofgebied natuurwetenschappen.*
- *10 voor biologie, biologieonderwijs voor de toekomst.* [http:// www.10voorbiologie.nl](http://www.10voorbiologie.nl)
- <http://www.lenntech.nl> Lenntech werd in 1993 opgericht door Alumni van de Technische Universiteit Delft. Tot voor kort bevonden zij zich op de campus van de universiteit. Het voornaamste doel van Lenntech is het ontwikkelen, ontwerpen, bouwen en installeren van milieuvriendelijke waterbehandelingssystemen voor de industrie - wereldwijd.
- <http://www.mvonderland.nl>

MVO staat voor maatschappelijk verantwoord ondernemen.

MVO is een integrale visie op een duurzame bedrijfsvoering. Een bedrijf dat maatschappelijk verantwoord onderneemt, maakt bij iedere bedrijfsbeslissing een afweging tussen de verschillende maatschappelijke en economische effecten hiervan, en houdt hierbij rekening met stakeholderbelangen. Elke bedrijfsbeslissing heeft immers invloed op de stakeholders (belanghebbenden) van een bedrijf. Dat kunnen medewerkers of klanten zijn, maar bijvoorbeeld ook omwonenden, leveranciers, investeerders en ook ‘de maatschappij’ in algemene zin.

30 april 2015