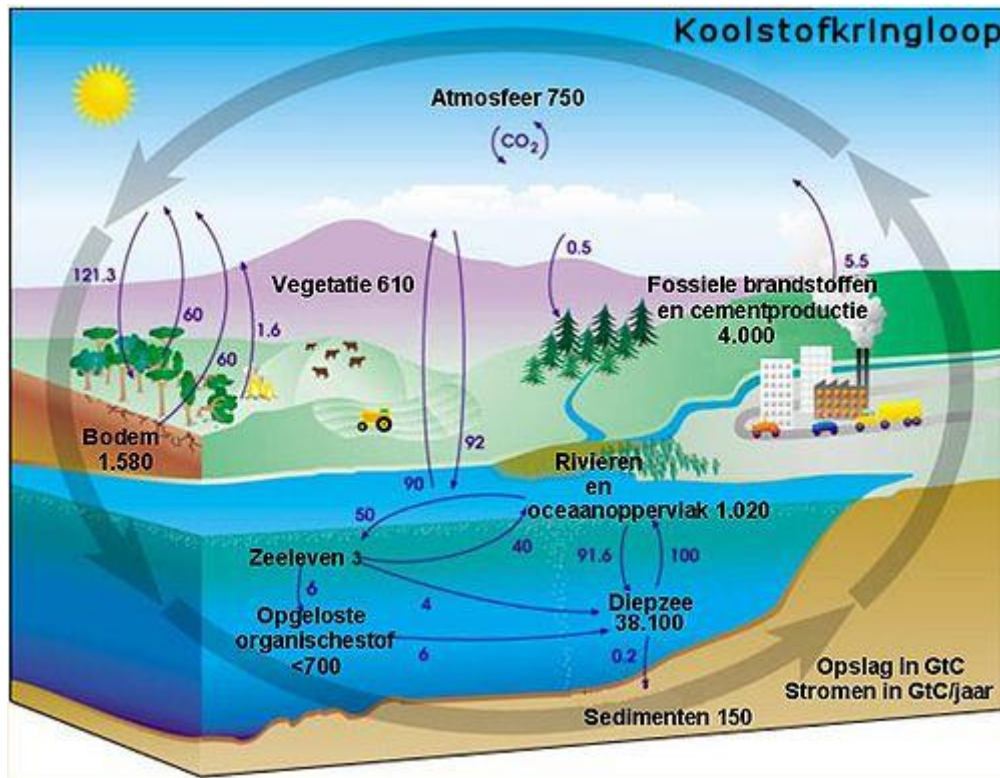


De koolstofkringloop, ook wel koolstofcyclus genoemd.

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.



Figuur: Schematisch overzicht van de koolstofkringloop

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 (CO_2), 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:

koolstofdioxide + water + zonne-energie → glucose + zuurstof =



De zuurstof die geproduceerd wordt bij de fotosynthese, ondersteunt niet-producerende levensvormen, zoals dieren en de meeste micro-organismen. 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 hoort 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.



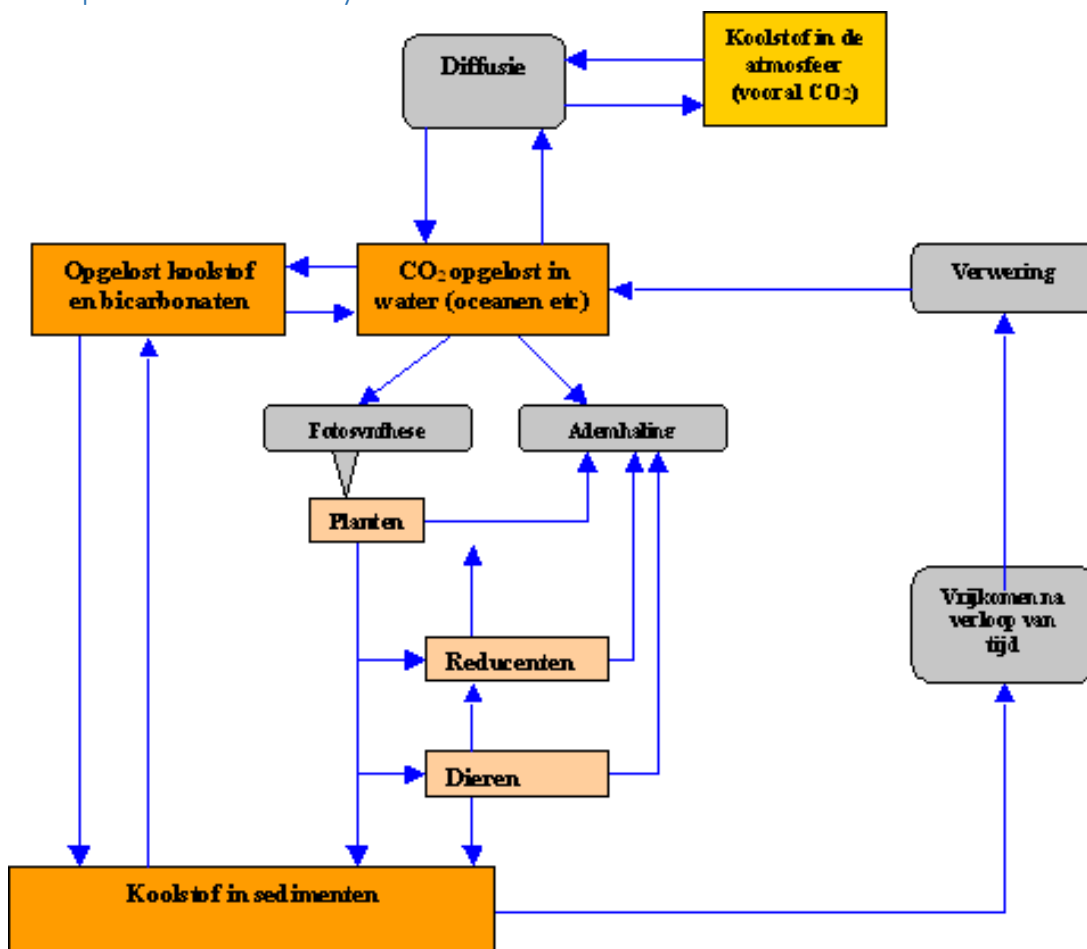
Hoewel de verbranding van fossiele brandstoffen voornamelijk koolstofdioxide aan de lucht toevoegt, wordt een deel hiervan ook tijdens natuurlijke processen, zoals vulkaanuitbarstingen uitgestoten.

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

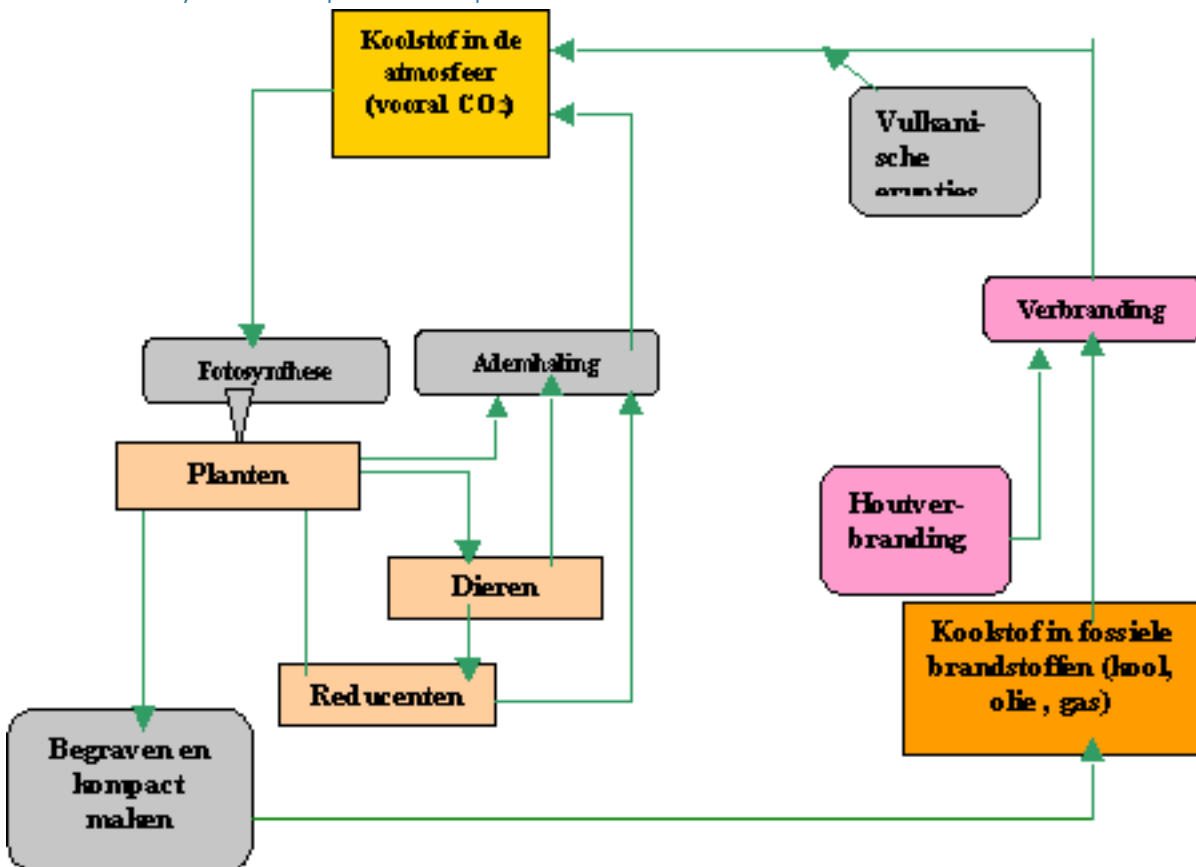
Koolstofdioxide dat in het water is opgeslagen is daarin aanwezig in de vorm van carbonaat-deeltjes (CO_3^{2-}) of bicarbonaatdeeltjes (HCO_3^-). Deze deeltjes zijn erg belangrijk omdat zij ervoor zorgen dat het water niet te zuur of te basisch wordt. Wanneer de zon het water opwarmt, keren carbonaat- en bicarbonaat-deeltjes in de vorm van koolstofdioxide weer terug naar de atmosfeer.

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

De aquatische koolstofcyclus:



De koolstofcyclus die op het land plaatsvindt:



Koolstofdioxide als een milieuprobleem

Koolstofdioxide is een broeikasgas. Dit komt er in het kort op neer dat te veel koolstofdioxide in de lucht ervoor zorgt dat de aarde opwarmt.

Mensen stoten bij verbrandingsprocessen grote hoeveelheden koolstofdioxide uit. Als gevolg hiervan is het broeikaseffect ontstaan. Het klimaat wordt aangetast door de concentraties broeikasgassen die in de lucht aanwezig zijn; dit wordt het broeikaseffect genoemd.

In de afgelopen decennia is het klimaat warmer geworden, als gevolg van de grote hoeveelheden koolstofdioxide en andere broeikasgassen die we uitstoten. Dit warmere klimaat stelt ons voor een aantal problemen, zoals het smelten van de ijskappen op de polen.

Vragen:

1. Wat wordt bedoeld met de terrestrische (aardse) en de aquatische (water) koolstofkringloop.
2. De olie en gas die de mens uit de aarde haalt wordt voor een groot deel verbrand. Een van de reactieproducten die hierbij ontstaat is kooldioxidegas, CO₂, en dit gas is de oorzaak van het zogenaamde broeikaseffect.
 - a. Wat is het broeikaseffect?
 - b. Wat voor gevolg heeft het broeikaseffect op de koolstofkringloop?

3. Wat wordt bedoeld met fossiele brandstoffen?
4. Wat zijn de gevolgen van het broeikaseffect?
5. Wat is fotosynthese? En waarom is dit zo belangrijk voor al het leven op aarde?
6. Wanneer kooldioxidegas, CO_2 oplost in water ontstaat er een zwak organisch zuur (H_2CO_3). Dit zorgt er bijvoorbeeld voor dat Spa-rood en ook alle andere koolzuurhoudende dranken een specifieke smaak krijgen. De deeltjes CO_3^{2-} en HCO_3^- die hieruit kunnen ontstaan hebben in het oppervlaktewater en in de zeeën een belangrijke functie. Welke functie is dat?
- 7.