

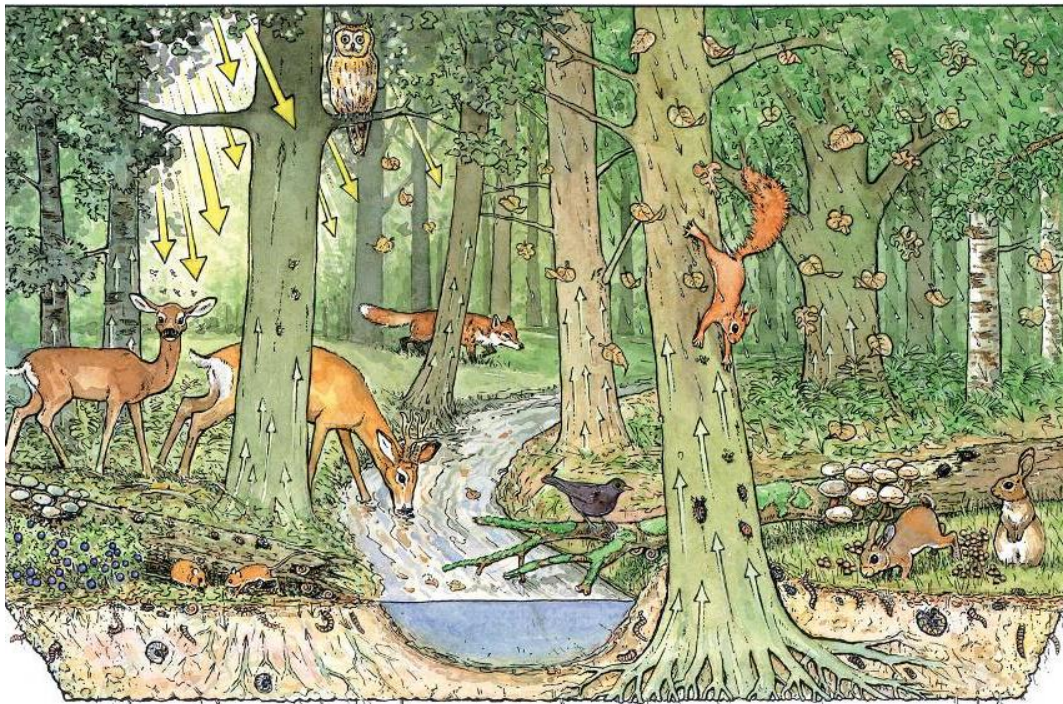
## Duurzaamheid: Leertekst



De tekst is gemaakt aan de hand van gestelde vragen waar je het antwoord op kan lezen.

## Hoe werkt de aarde als ecologische kringloop?

Eind vorige eeuw heeft een groep van tien mensen zich een tijd laten opsluiten in een grote kas. Een jaar lang probeerden ze afgesloten van de buitenwereld te overleven. Ze mochten nergens mee geholpen worden. Net als in een ruimteschip moesten de bewoners zich zien te redden met wat in de kas aanwezig was. Ze recycleden water, verbouwden hun eigen voedsel, gebruikten zonne-energie en verwerkten hun eigen uitwerpselen als mest. Dit experiment werd gedaan om erachter te komen hoe de aarde werkt. Wij bewoners van 'ruimteschip aarde' moeten het immers ook zien te stellen met wat de planeet aarde ons aan voorraden te bieden heeft. Planten, dieren, lucht, water en ook de mens draaien mee in een groot natuurlijk systeem. Zo'n systeem noem je een **ecosysteem**: een natuurgebied waarbinnen alles wat leeft en groeit elkaar in evenwicht houdt. In bron 1 is een bos als ecosysteem getekend. Je ziet dat er sprake is van een **natuurlijke kringloop**: het rondgaan in de natuur van voedsel, water, zuurstof en CO<sub>2</sub>. In de natuur is alles in evenwicht: planten en dieren hebben genoeg voedsel en het 'afval' wordt vanzelf verwerkt tot weer nieuw voedsel. Een kringloop houdt zichzelf in stand, alles gaat als het ware in een kringetje rond waardoor iets ooit opraakt. Dat planten, dieren en mensen in zo'n ecosysteem kunnen blijven leven, heeft met verschillende factoren te maken, bijvoorbeeld met wat voor bodem er is en of er genoeg water is. Maar leven op aarde zou absoluut onmogelijk zijn als we geen energie kregen van de zon. De zon is de motor van de kringlopen. Zo wordt de lucht bijvoorbeeld verversd door **assimilatie**: het proces waarbij planten onder invloed van zonlicht koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) uit de lucht opnemen en er koolstof (suikers) en zuurstof van maken.



Bron 1. Een bos als ecosysteem

Een rotsig, bergachtig gebied is meestal dunner bevolkt dan een vruchtbare kustvlakte. Dat komt omdat de **draagkracht** van ecosystemen verschilt van gebied tot gebied. Met draagkracht bedoelen we het maximaal aantal mensen dat in een gebied kan leven zonder schade aan te richten aan de natuurlijke kringloop in de leefomgeving. In de aardrijkskunde buigen we ons over de vraag welke verschillen in draagkracht er op aarde zijn en wat daar de verklaring van zou kunnen zijn. Tevens proberen we oplossingen aan te dragen voor de problemen die ontstaan in gebieden met te weinig draagkracht.

### Hoe worden de kringlopen verstoord?

Zoals je weet, bestaat het systeem aarde uit natuurlijke kringlopen waar de mens gebruik van maakt. Maar het goed functioneren van dat systeem wordt bedreigd doordat de mens steeds meer van die kringlopen eist. Het ecosysteem aarde kan blijvend in de war raken wanneer de natuurlijke kringlopen ernstig beschadigd worden door:

- **Milieuaantasting.** Hier spreek je van als door het ingrijpen van de mens de natuurlijke leefomgeving van veel planten en dieren verdwijnt. Denk maar aan het kappen van het tropisch regenwoud. Hierdoor sterven vele planten- en diersoorten uit. Je zegt dan dat de **biodiversiteit** van een gebied of van de aarde als geheel afneemt. Met biodiversiteit bedoelen we de rijkdom aan planten- en diersoorten. Het afnemen van de biodiversiteit wordt ook wel **genetische erosie** genoemd.
- **Milieu-uitputting.** Hier spreek je van als door overmatig of slecht gebruik de voorraden in de natuur afnemen. De kringlopen kunnen dan het verbruik niet bijhouden. Denk bijvoorbeeld aan de voorraden zoet water, landbouwgrond en **delfstoffen**: de grondstoffen uit de aardkorst, die de mens kan winnen.
- **Milieuvervuiling.** Hier spreek je van als de mens spullen in de natuurlijke kringlopen brengt die er niet in thuis horen. De kringlopen raken hierdoor van slag. Denk bijvoorbeeld aan olielozingen in zee, landbouwgif in rivieren of vervuiling in de lucht.

Door deze aantasting, uitputting en vervuiling van het milieu neemt bijvoorbeeld de kwaliteit van de bodems af, zodat de landbouw minder oplevert of zelfs onmogelijk wordt. Die achteruitgang noem je **landdegradatie**: Het ecosysteem van een gebied raakt zodanig beschadigd dat de mens er langere tijd geen gebruik van kan maken.

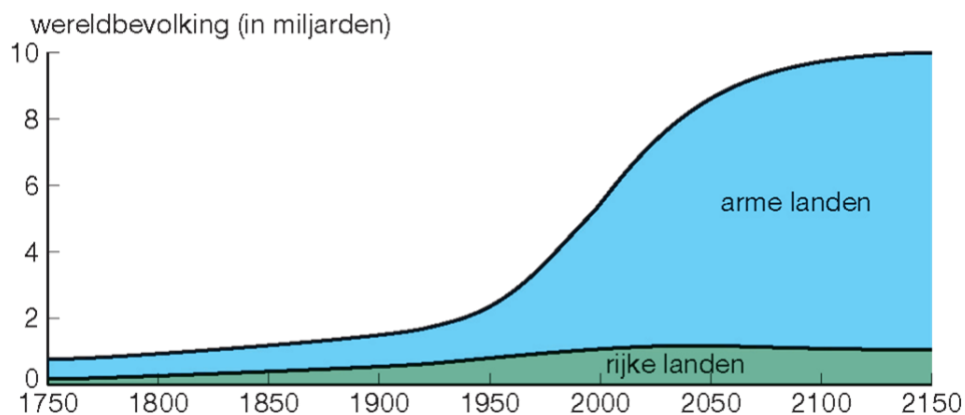


Bron 2. Van links naar rechts: milieuvervuiling, milieu-uitputting, milieuaantasting

### **Wat is de invloed van de groei van de wereldbevolking en welvaart op de draagkracht?**

Op onze planeet lopen steeds meer mensen rond. In 1806 telde onze aardbol slechts 1 miljard mensen. Rond 2050 zullen er naar verwachting bijna 9 miljard mensen zijn (zie bron 3). Mensen die allemaal een beroep doen op de natuurlijke kringlopen van de aarde voor voedsel, water, energie en grondstoffen. De grote vraag is natuurlijk of onze planeet dit in de toekomst nog allemaal kan hebben. In rijke landen is de bevolkingsgroei al laag, het merendeel van de bevolkingsgroei vindt plaats in de ontwikkelingslanden. Ook hier dalen de geboortecijfers nu langzaam, waardoor de bevolking in de meeste landen niet meer zo snel groeit als voorheen. Vergis je niet, er komen voorlopig nog steeds veel mensen bij. Alleen de snelheid waarmee dit gebeurt neemt af.

Je kan je voorstellen dat als er meer mensen bij komen dat dan de druk op de natuur ook groter wordt, toch is welvaartsgroei een grotere belasting voor de draagkracht van de aarde dan de groei van de wereldbevolking. Hoe zit dat? Als je inkomen ineens verdubbelt, ga je immers niet twee keer zoveel eten. Nee, je gaat vooral andere, duurere producten eten. Zo gaan sommige mensen bijvoorbeeld meer vlees eten. Vlees eten kost veel meer plantaardig voedsel, water en energie dan direct plantaardig eten. Een normale akker met grasland 'produceert' ongeveer 330 kilo vlees. Hetzelfde stukje grond kan ook 40.000 kilo aardappelen produceren. Een kilo rundvlees kost daarnaast ook nog 15.000 liter water en het levert veel giftige mest op. Je kan je voorstellen dat de gevolgen van (meer) vlees eten gigantisch zijn voor de aarde. Als mensen rijker worden, gaan ze ook meer energie gebruiken, bijvoorbeeld om een auto te rijden of voor elektrische apparaten in huis. En dan zijn er natuurlijk ook nog de grondstoffen die nodig zijn voor de productie van die goederen. Tel uit je verlies aan draagkracht. Vooral in opkomende economieën in Azië (China, India) en Latijns-Amerika (Brazilië) is er nu veel economische groei en een toenemende welvaart. Wat gaat er gebeuren als in China en India, met samen meer dan twee miljard mensen, elk gezin net zo veel luxe krijgt als in westerse landen?

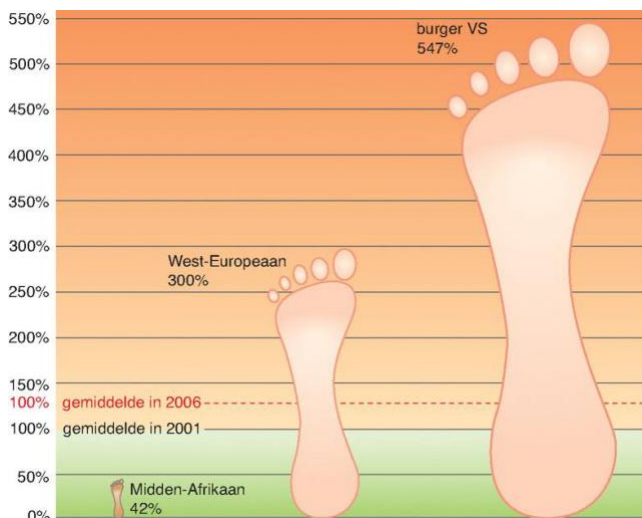


Bron 3. De groei van de wereldbevolking

### Hoe meet je hoe de draagkracht van de aarde belast wordt?

Dat de draagkracht van de aarde onder druk staat is duidelijk, kijk maar om je heen. Om te kunnen nagaan hoe dat gebeurt hebben onderzoekers verschillende maten bedacht. Je kunt je manier van leven bijvoorbeeld omrekenen naar de hoeveelheid ruimte die daarvoor nodig is. Dit is dan jouw **ecologische voetafdruk**: een maat voor de hoeveelheid ruimte die een persoon nodig heeft om zijn manier van leven te kunnen leiden. Een variant hierop is de **waterafdruk**: de hoeveelheid zoet water die je gebruikt of vervuult (in binnen- en buitenland) om al jouw goederen en diensten te produceren. De ruimte die nodig is voor jouw producten wordt vaak ergens anders ingenomen. Zo is er bijvoorbeeld veel water gebruikt in het buitenland om de katoen van jouw spijkerbroek te kunnen verbouwen. Voor het meten van draagkracht kun je ook kijken naar het **energieverbruik per persoon**: de hoeveelheid energie die iemand inzet voor zijn/haar manier van leven. Dit is eigenlijk ook een soort voetafdruk. Je kunt de ecologische voetafdruk en het energieverbruik/persoon natuurlijk ook uitrekenen voor een heel land, dus alle inwoners samen.

Als iedereen zou leven zoals in Nederland hebben we 3,4 keer de aarde nodig. We hebben maar een aarde, dat betekent dat de gemiddelde Nederlander dus meer ruimte inneemt dan eigenlijk kan als je kijkt naar de draagkracht van de aarde. Toch kunnen we zo door blijven leven, hoe zit dat? Alle 17 miljoen mensen in ons land gebruiken ongeveer 3 keer het landoppervlak van Nederland. Rijke mensen zetten dus ook stevige voetafdrukken in andere landen en daardoor zorgen ze daar vaak voor milieuaantasting, - uitputting of -vervuiling. Dat heet **afwenteling**: een milieuprobleem afschuiven op een ander gebied (ruimtelijke afwenteling) of een andere generatie (afwenteling in tijd) zodat je er hier of nu geen last van hebt.



Bron 4. De ecologische voetafdruk

### Is er (in de toekomst) genoeg voedsel?

Voor het eerst in de geschiedenis van de mensheid zijn er meer mensen te dik dan ondervoed. En van al het voedsel dat in de wereld wordt geproduceerd gaat een derde verloren. Dat is 1,3 miljard ton prima eten. Toch gaan er elke dag nog bijna 1 miljard mensen met honger naar bed. Er klopt dus iets niet. Op dit moment is er potentieel genoeg voedsel voor iedereen, maar mensen gooien ook nog veel voedsel weg, eten te veel en eten voeding met een grote voetafdruk. Helaas zijn er dus nog steeds regio's waar geen sprake is van **voedselzekerheid**: situatie waarbij er voldoende te eten is. Er zijn twee manieren waarop iemand eten tekort kan komen. De zogenaamde **kwantitatieve honger**: honger die ontstaat wanneer mensen te weinig energie binnenkrijgen om gezond te blijven. En de **kwalitatieve honger**: honger die ontstaat wanneer mensen te weinig vitamines en mineralen binnenkrijgen om gezond te blijven. Hoe kan het dat er wereldwijd genoeg voedsel is, maar op sommige plaatsen toch honger geleden wordt? Om te beginnen liggen de meeste rijke landen in vruchtbare gebieden met een gunstig klimaat. Deze gebieden kennen dus van nature al een grote draagkracht. Ook heeft de mens hier de landbouwmethodes sterk verbeterd waardoor er meer voedsel geproduceerd kan worden. Verder hebben rijke landen slechts een geringe bevolkingsgroei. Een ander groot voordeel van rijk zijn is dat je voedsel kunt importeren uit andere gebieden. Voor arme landen is dit alles niet weggelegd. Arme boeren kunnen vaak niet genoeg voedsel verbouwen om er een heel jaar van te eten. Als er dan een paar maanden voor de nieuwe oogst alles op is, moeten ze voedsel gaan kopen. En als je van 1 dollar per dag moet leven geef je vaak meer dan de helft van je inkomen uit aan voedsel. Een kleine prijsstijging van voeding kan het verschil maken tussen voedselzekerheid of honger. De prijsstijgingen kunnen komen doordat rijke landen het voedsel van arme landen opkopen of door een toegenomen vraag naar **biobrandstoffen**: een brandstof die gewonnen wordt uit landbouwgewassen, zoals maïs.

Hoe gaat dat in de toekomst? Rond het jaar 2050 zal het aantal bewoners van de aarde naar verwachting gegroeid zijn van zeven naar negen miljard. Zeker is dat als we nu en in de toekomst alle bewoners van de aarde willen voeden, we beter met onze planeet moeten omgaan. Er zijn verschillende manieren om dat te doen, rekening houdend met de draagkracht van de aarde:

- Minder voedsel verspillen (ook kromme komkommers zijn prima te eten)
- Minder vlees eten
- **Landhervorming**: herverdeling van grootgrondbezit van rijke en/of buitenlandse bedrijven onder kleine boeren.



Bron 5. Links: In Spanje wordt elk jaar La Tomatina gevierd, een feest dat bestaat uit één groot tomatengevecht. Rechts: een kind met een hongerbuikje in Eritrea.

## Is er (in de toekomst) genoeg water?

Een douchebeurt kost gemiddeld 50 tot 60 liter water, terwijl er voor één kilo rundvlees wel 15.000 liter water nodig is. Dat komt vooral doordat de teelt van het veevoer liters water verslindt. Van nature is wordt water vanzelf aangevuld door de waterkringloop. Doordat er vaak meer verbruikt wordt dan er door neerslag wordt aangevuld, ontstaan er in steeds meer gebieden problemen met de watervoorziening. Net als bij het voedsel spelen daarbij het toenemend aantal wereldburgers en de groeiende welvaart een belangrijke rol. Geen wonder dat inmiddels veel gebieden last hebben van **waterstress**: de stress als gevolg van een grotere vraag naar water dan de aanbodcapaciteit van het natuurlijke systeem. Een gebied kan aan voldoende water komen door:

- **Nuttige neerslag**: het gedeelte van de neerslag wat na verdamping overblijft.
- Aanvoer vanuit andere gebieden (rivieren en grondwater)
- Oppompen van 'fossiel' water vanuit een **aquifer**: watervoerende laag in de ondergrond
- Importeren van virtueel water ('verborgen' in producten).
- Efficiënt watergebruik: waterleidingen, pompen en zuiveringsinstallaties.

Als een van de bovenste onderdelen ontbreekt of niet aanwezig is dan kan er waterstress ontstaan. Met het importeren van virtueel water wordt bedoeld dat het water voor een bepaald product in het buitenland is gebruikt. Een kilo graan kost bijvoorbeeld 2000 liter water. Door graan te importeren voer je dus eigenlijk ook water in. De globalisering heeft het aantal virtuele waterstromen vergroot, evenals de hoeveelheid water die virtueel verplaatst wordt. De Nederlandse watervoetafdruk wordt voor 11 procent in ons eigen land gezet en dus voor 89 procent in het buitenland.

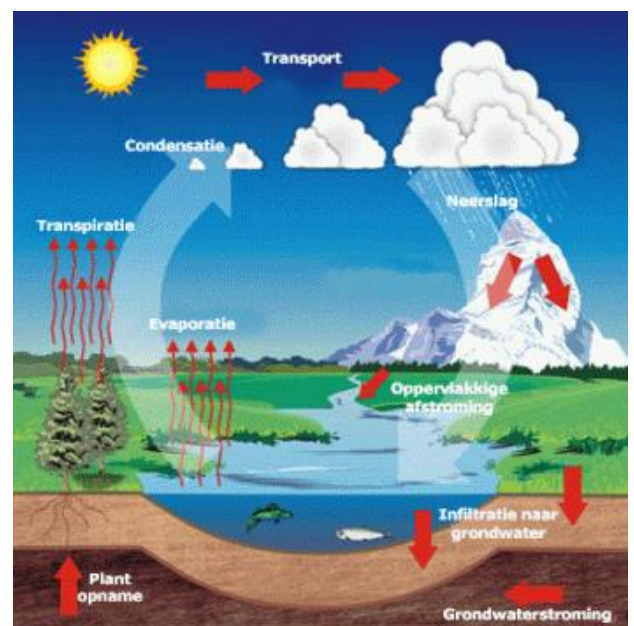
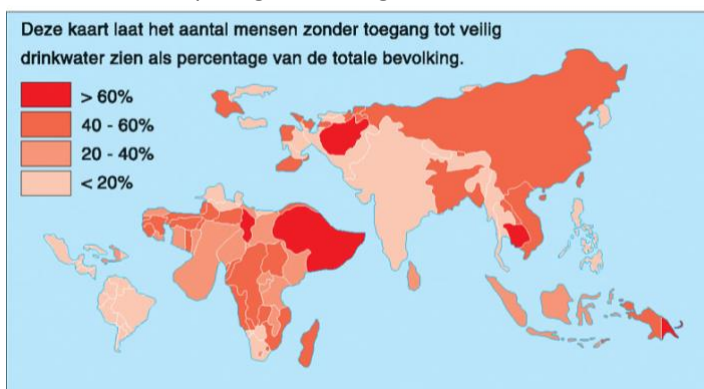
Als we nu en in de toekomst alle bewoners van de aarde van voldoende water willen voorzien, moeten we beter met onze planeet omgaan. Er zijn meerdere manieren om dat te doen:

### 1. De vraag naar water verminderen door:

- Overstappen op **druppelirrigatie**: irrigatie met leidingen waarop druppelaars zitten. Hierdoor wordt water bespaard en ontstaat geen verzilting, terwijl de planten toch voldoende water krijgen.
- Minder vlees eten.
- Een goede waterinfrastructuur (kleinschalige waternetten, sensoren voor aan- en uitzetten van sproeiers en het opsporen van lekkages).
- Hergebruik van afvalwater (recyclen). Wij spoelen nu ons toilet door met drinkwater.
- Waterzuinige gewassen
- Minder water gebruiken.

### 2. Het aanbod van water vergroten door:

- Water naar droge gebieden leiden.
- Ontzilten van zeewater.
- Opvangen van regenwater.



Bron 6. Links: het aantal mensen zonder toegang tot veilig drinkwater als percentage van de bevolking. Rechts: de waterkringloop.

### **Wat is het effect van de mens op de bodem?**

Zoals je weet wordt gesteente en het landschap continu 'aangetast' door **verwerking** en **erosie**. Verwerking is het uit elkaar vallen van gesteente. Erosie is de uitschurende werking van water, wind en ijs. Deze mechanismen zorgen ervoor dat het landschap continu verandert. Als je kijkt naar verwerking zijn er een aantal manieren te onderscheiden waarop verwerking plaats vindt.

**Mechanische verwerking.** Hierbij valt het gesteente uit elkaar in kleinere stukken zonder dat de samenstelling van het gesteente verandert. Mechanische verwerking kan op een aantal manieren gebeuren:

- Vorstverwerking. Doordat water bevriest in kleine spleetjes van gesteente zet het uit en barst een steen uit elkaar.
- Insolatie. Doordat gesteente overdag uitzet door de zonnewarmte en 's nachts inkrimpt door afkoeling ontstaan er scheuren en zal uiteindelijk gesteente in stukken breken.
- Biologische verwerking. Dit gebeurt als er plantenwortels tussen spleten in gesteente groeien. Deze barsten de steen als het ware uit elkaar.

Er is ook **chemische verwerking**. Bij chemische verwerking verandert het gesteente van samenstelling. Dit gebeurt vaak als het gesteente reageert met water of zuurstof. Een bekend voorbeeld is ijzer dat verandert in roest.

Wat heeft de mens hier mee te maken? Doordat wij als mensen het land bewerken en bos kappen. Gaat het verwerings- en erosie proces sneller. Je kan je voorstellen dat de grond wegspoelt als je de bomen weghaalt. Hierdoor treedt **bodemerosie** op. Dit is het verdwijnen van het bovenste laagje vruchtbare grond.

