LESBOEK HAVO / VWO

LEERJAAR 2

AARDRIJKSKUNDE

Module 2

SPANNING TUSSEN MENS EN NATUUR

KANTEL PUNT

Module 2

SPANNING TUSSEN MENS EN NATUUR

AARDRIJKSKUNDE LESBOEK HAVO / VWO

LEERJAAR 2

Colofon

© 2022 Leidsche Rijn College
Concept & tekst: Marit Kreeftenberg, Vince Oonk, Anouschka Porte
Vormgeving: Manouk van Eesteren

Inhoudsopgave

Leeswijzer

Beste leerling,

Welkom in Module 2 van onze methode over duurzaamheid. Wij hebben deze methode geschreven om jullie inzicht te geven in de uitdagingen waar we de komende jaren voor staan. Verder willen we jullie leren hoe je zelf zou kunnen bijdragen aan een betere toekomst.

De methode bestaat uit 3 modules, die verspreid over de eerste en tweede klas worden gegeven:

- Module 1: Klimaatcrisis	klas 1
- Module 2: Spanning tussen mens en natuur	klas 2
- Module 3: Lineair naar circulair	klas 2

In deze leeswijzer zal worden uitgelegd hoe je de methode het beste kunt gebruiken.

Het boek zelf

Je gebruikt dit boekje als leer- en opdrachtenboek. Je geeft antwoord in je eigen schrift, tablet of laptop. Op die manier kan de school de boekjes vaker gebruiken: wel zo duurzaam!

Bij elke module kom je steeds onderstaande symbolen tegen. Deze geven aan over welk aardrijkskundig schaalniveau de paragraaf gaat.

De vragen

Bij elke vraag staat een letter aan het begin van de vraag. Deze letter geeft aan welk type vraag je gaat maken. Je hebt de volgende opties:

(R) **Reproductievraag**. Hierbij word je (bijna) letterlijk gevraagd naar informatie die je eerder gehoord of gelezen hebt. Om deze vraag te kunnen maken, moet je de lesstof goed hebben onthouden.

(T) **Toepassingsvraag**. Hierbij ga je oefenen met de informatie die je geleerd en gehoord hebt. Het toepassen van de stof is iets waarin je beter wordt door dit vaker te oefenen.

(I) **Inzichtsvraag**. Hierbij krijg je vaak een vraag over een nieuwe situatie. Ook inzicht moet je trainen door dit soort vragen vaker te maken.

★ **Ster-vraag**. Vaak zijn dit toepassings- of inzichtvragen. Deze maak je als je meer uitdaging wilt of als de docent aangeeft dat je deze moet maken.

Regelmatig staat er bij een vraag een symbool van een gekleurd boekje. Dit betekent dat je om die vraag te kunnen maken, de atlas nodig hebt.

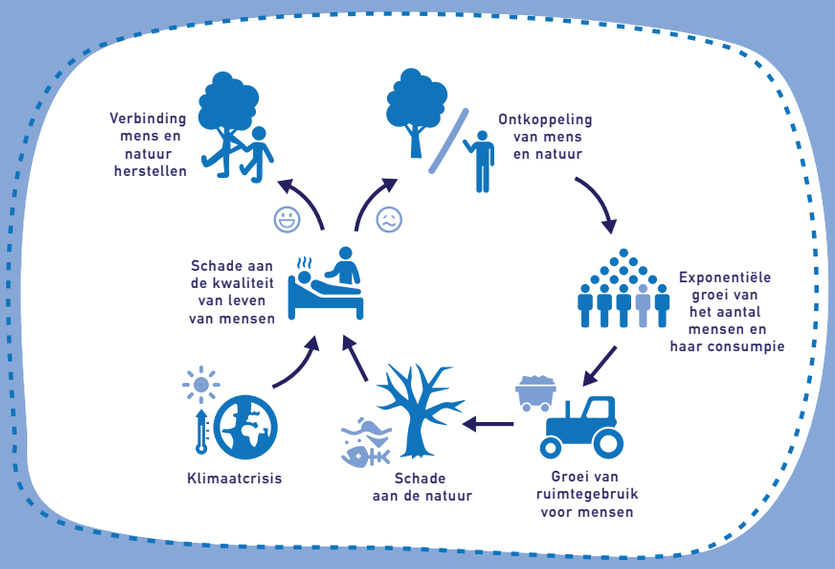
Het symbool van de groene atlas betekent dat je **de Bosatlas van de Duurzaamheid** moet gebruiken.

Het symbool van de blauwe atlas betekent dat je **de Grote Bosatlas** (55e editie) moet gebruiken.

Wij wensen jullie veel plezier met Kantelpunt!

Anouschka, Manouk, Marit en Vince

Inleiding


Verbinding mens en natuur herstellen
Ontkoppeling van mens en natuur
Schade aan de kwaliteit van leven van mensen
Exponentiële groei van het aantal mensen en haar consumpie
Klimaatcrisis
Schade aan de natuur
Groei van ruimtegebruik voor mensen

MODULE 2

Koning Shirham en de uitvinding van het schaakspel

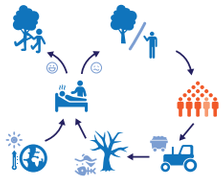
Dit verhaal begint met de uitvinding van het schaakspel. Wanneer het schaakspel precies is uitgevonden is onduidelijk. Volgens de legende is dit in de vijfde eeuw voor Christus verzonnen door Shissa Ben Dahir in het gebied wat we nu India noemen. Koning Shirham was zo enthousiast over het nieuwe schaakspel dat hij de uitvinder, Shissa, naar zijn paleis liet komen. Om de uitvinder te bedanken beloofde de koning aan Shissa elke beloning die hij maar kon bedenken. De geniale uitvinder vroeg de koning om de volgende beloning:

"Stel er ligt één graankorrel op het eerste vakje van het schaakbord, en twee graankorrels op het tweede, vier graankorrels op het derde, dan acht, dan zestien tot aan het 64e vakje van het schaakbord. Ik wil als beloning de hoeveelheid graan die je, als je doortelt volgens exponentiële groei, na 64 vakjes hebt."

Enigszins verrast door het bescheiden verzoek voor zo'n geniale uitvinding, stemde de koning toe. Toen Shirham dit besprak met zijn raadsheren, schrok de koning zich rot. Door per vakje de hoeveelheid graan te verdubbelen, had hij voldoende graan beloofd om de totale wereldbevolking twee eeuwen te kunnen voeden. Het aantal beloofde graankorrels omvat een getal van 20 cijfers en weegt ongeveer 1,2 biljoen ton. Dit staat gelijk aan een file van vrachtwagens geladen met graan van een miljard kilometer lang. Een miljard kilometer is ook wel bijna 2500 keer de afstand naar de maan. Met een verdubbeling per schaakbordvakje, had de koning de uitvinder meer graan beloofd dan in de gehele historie tot dan toe ooit geproduceerd was. Door exponentiële groei niet goed te begrijpen, had de koning zijn koninkrijk in één klap failliet laten gaan.

In deze module ga je leren over de relatie tussen mens en natuur. Je gaat de volgende vraag beantwoorden: **hoe zijn de mens en de natuur op gespannen voet komen te staan, wat zijn daar de gevolgen van en hoe kunnen we de balans herstellen?** In de ontwikkeling van de relatie tussen mens en natuur speelt exponentiële groei een belangrijke rol. Je gaat leren hoe het kan dat we nu met meer dan 7 miljard mensen op aarde leven, hoe de mensen steeds meer ruimte op onze aarde opeisen en hoe de natuur verandert door de groei van menselijke invloed. Ook ga je leren hoe de snel veranderende natuur de mens in gevaar brengt, welke oplossingen er zijn om de relatie tussen mens en natuur te herstellen, en hoe we de toekomstige relatie tussen mens en natuur kunnen vormgeven. De structuur van deze module is in de figuur hiernaast weergegeven. Ieder paragraaf focust zich op één onderdeel van dit figuur hiernaast.

1.1 De geboorte van landbouw, steden en industrie



Leerdoelen:
1. Je kunt beschrijven wat exponentiële groei is.
2. Je kunt uitleggen waarom beschavingen in het Holoceen ontstonden.
3. Je kunt uitleggen waarom een delta een goede plek is om landbouw te bedrijven.
4. Je kunt beschrijven hoe landbouw beschaving mogelijk maakte.
5. Je kunt uitleggen waarom de industriële revolutie een keerpunt is in de geschiedenis.
6. Je kunt uitleggen waarom steden snel groeiden tijdens de industriële revolutie.
7. Je kunt uitleggen wat draagkracht is.
8. Je kunt beschrijven waarom de wereldbevolking in de 19e en 20e eeuw groeide.

Inleiding

In de tijd van Shirham, in de vijfde eeuw voor Christus, waren er ongeveer 10 miljoen mensen op aarde. De **wereldbevolking** is het totaal aantal mensen op aarde. Die was toen, in vergelijking met nu, best laag. In 2019 waren er namelijk 7,7 miljard mensen op aarde en groeide de bevolking jaarlijks met 1,05%. Nu klinkt een groei van 1,05% niet als erg veel. Toch komen er nu jaarlijks ruim 80 miljoen mensen bij. Dit betekent dat de wereldbevolking dagelijks met ongeveer 220.000 mensen groeit. Dit is vergelijkbaar met dagelijks de stad Eindhoven, elke anderhalve dag de stad Utrecht en elke vier dagen de stad Amsterdam. In deze paragraaf leer je hoe het komt dat het aantal mensen op aarde exponentieel is gaan groeien.

De groei van het aantal mensen op aarde

Van **exponentiële groei** is sprake als iets, bijvoorbeeld de hoeveelheid graan of het aantal mensen, per tijdseenheid met hetzelfde percentage groeit. In het voorbeeld van de wereldbevolking groeit deze in 2020 jaarlijks exponentieel met 1,05%. Als we dit groeipercentage voorlopig volhouden is de wereldbevolking in het jaar 2086, over iets meer dan 66 jaar, verdubbeld naar 15,4 miljard mensen.

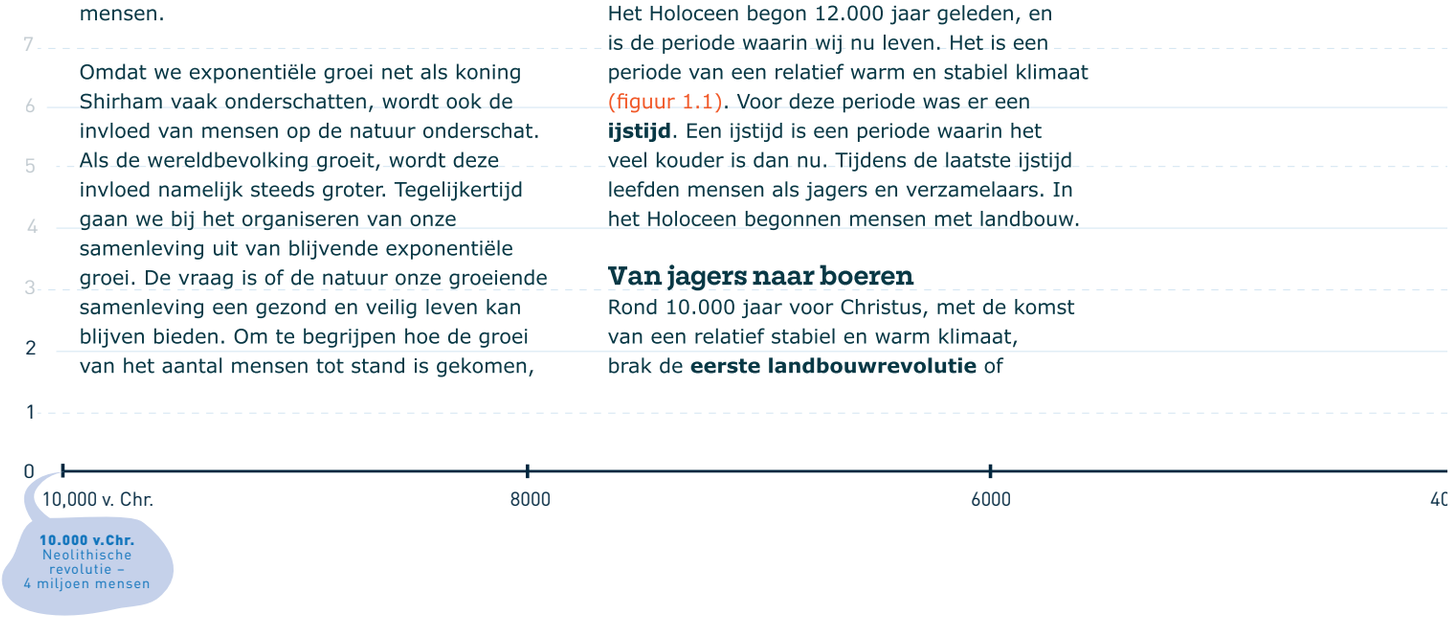
Omdat we exponentiële groei net als koning Shirham vaak onderschatten, wordt ook de invloed van mensen op de natuur onderschat. Als de wereldbevolking groeit, wordt deze invloed namelijk steeds groter. Tegelijkertijd gaan we bij het organiseren van onze samenleving uit van blijvende exponentiële groei. De vraag is of de natuur onze groeiende samenleving een gezond en veilig leven kan blijven bieden. Om te begrijpen hoe de groei van het aantal mensen tot stand is gekomen, kijk je in deze paragraaf naar een aantal perioden in de geschiedenis waarin het aantal mensen snel begon toe te nemen. Je gaat leren wat de bevolkingsgroei in deze periode heeft veroorzaakt.

Het Holoceen

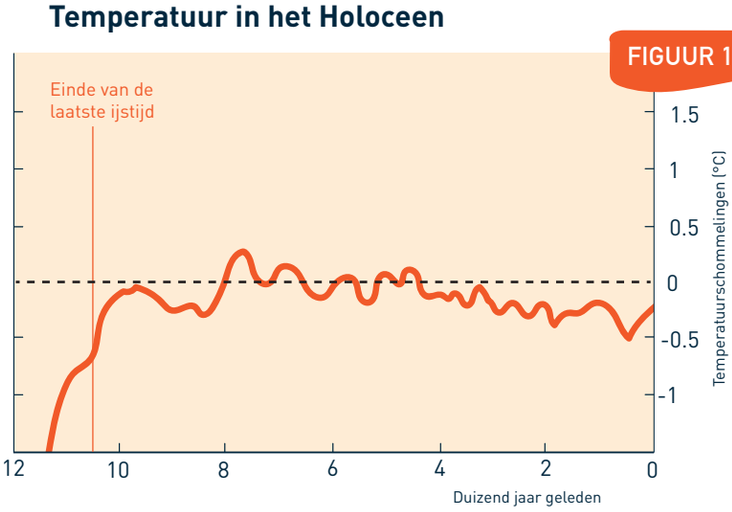
Om te begrijpen hoe het aantal mensen op de wereld is gegroeid, maken we een wandeling door de geschiedenis van de mens. We beginnen onze wandeling bij het begin van het **Holoceen**. Het Holoceen begon 12.000 jaar geleden, en is de periode waarin wij nu leven. Het is een periode van een relatief warm en stabiel klimaat (figuur 1.1). Voor deze periode was er een **ijstijd**. Een ijstijd is een periode waarin het veel kouder is dan nu. Tijdens de laatste ijstijd leefden mensen als jagers en verzamelaars. In het Holoceen begonnen mensen met landbouw.

Van jagers naar boeren

Rond 10.000 jaar voor Christus, met de komst van een relatief stabiel en warm klimaat, brak de **eerste landbouwrevolutie** of



Temperatuur in het Holoceen



FIGUUR 1.1 *Temperatuur in het Holoceen*

© Davis et al., 2003

neolithische revolutie uit (figuur 1.2). Tijdens deze revolutie werd landbouw uitgevonden. Een revolutie is een korte periode waarin er veel verandert. Het uitvinden van de landbouw zorgde ervoor dat de wereldbevolking snel toenam.

Mensen leefden in deze tijd van oogsten uit landbouw en van vee. Doordat er nu voldoende voedsel op één plek was, werd het mogelijk dat er steeds grotere groepen mensen in een klein gebied konden wonen. Hierdoor ontstonden rond deze tijd ook de eerste steden. Door **ontbossing**, het weghalen van bos, en **irrigatie**, het kunstmatig water geven aan planten, konden deze samenlevingen meer voedsel produceren. Mensen hoefden zich hierdoor niet de hele dag met landbouw bezig te houden, maar konden ook andere dingen doen. Uitvinders konden bijvoorbeeld de hele dag nadenken over hoe je nog meer oogst kon halen uit een stuk landbouwgrond. Door de landbouw hadden gezinnen bijvoorbeeld voldoende graan en melk. Dit maakte het mogelijk om meerdere kinderen tegelijkertijd te voeden, waardoor de bevolking in landbouwsamenlevingen snel kon groeien.

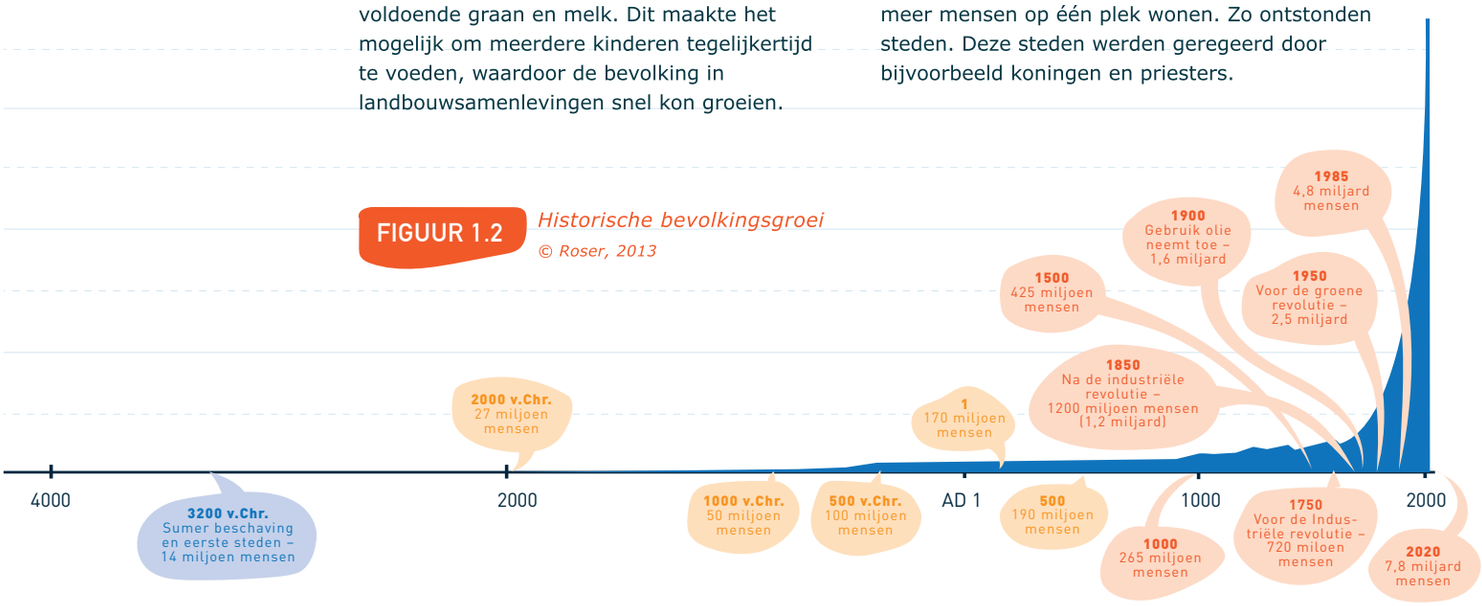
Opkomst van de beschavingen

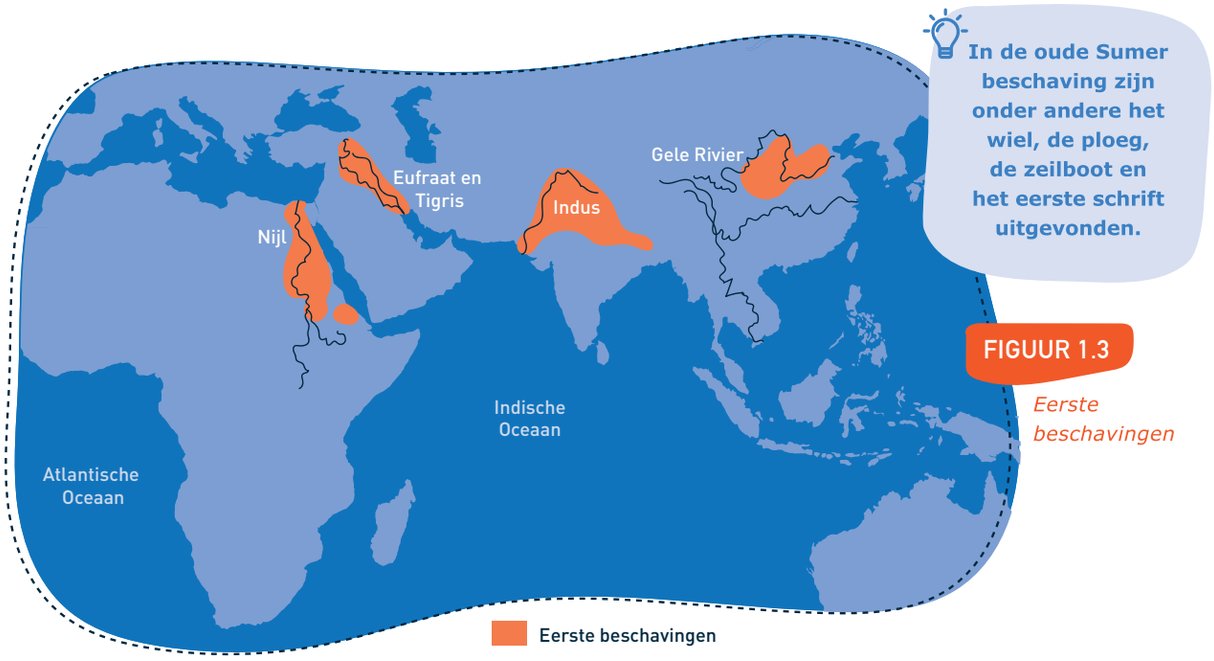
Eén van de eerste beschavingen heette de Sumer (figuur 1.6) en ontstond rond 3200 voor Christus in het gebied wat nu Irak is. De Sumer beschaving ontstond net als de andere vroege beschavingen in een vruchtbare **delta**. Deze delta was gelegen in het gebied tussen de rivieren de Eufraat en de Tigris (figuur 1.3). Een delta is een plek waar een rivier vlakbij de uitmonding in zee vertakt en het meegenomen sediment neerlegt. Dit vruchtbare slib is belangrijk voor de landbouw. De vruchtbare delta was voor de Sumer een uitstekende plek om de landbouw verder te ontwikkelen.

De opkomst van de landbouw leidde uiteindelijk tot beschavingen. Een **beschaving** is een complexe samenleving met als kenmerken: steden, hiërarchie en een ontkoppeling van de natuur. Dat ging als volgt. De landbouw zorgde voor meer voedsel dan dat er in het wild verzameld kon worden. Hierdoor konden er meer mensen op één plek wonen. Zo ontstonden steden. Deze steden werden geregeerd door bijvoorbeeld koningen en priesters.

FIGUUR 1.2 *Historische bevolkingsgroei*

© Roser, 2013





In de oude Sumer beschaving zijn onder andere het wiel, de ploeg, de zeilboot en het eerste schrift uitgevonden.

FIGUUR 1.3

Eerste beschavingen

Er ontwikkelde zich een cultuur van ongelijkheid: de ene stedeling was belangrijker dan de andere stedeling. Zo was de koning bijvoorbeeld belangrijker dan de boer. Als de ene persoon boven de andere persoon staat noemt men dat een hiërarchie. Beschavingen staan ook steeds meer los van de natuur, omdat ze natuur omvormen tot landbouwgrond en steden. De combinatie van landbouw en steden zorgde in deze periode dus voor een ontkoppeling tussen mens en natuur. Ook zorgde de overvloed van voedsel en de samenkomst in steden voor de snelle groei van de wereldbevolking.

De industriële revolutie

De tweede stop in onze wandeling door de geschiedenis brengt ons naar de 18e eeuw. De **industriële revolutie** vond tussen 1780 en 1840 plaats in Europa en de Verenigde Staten. De stoommachine was een belangrijke uitvinding in deze periode. Stoommachines werden aangedreven door steenkool. Hierdoor hoefde er geen gebruik meer gemaakt te worden van spierkracht. Dit maakte de industriële revolutie een keerpunt in de menselijke geschiedenis. Door het grotendeels vervangen van spierkracht door machinekracht kon er veel meer werk verzet worden.

De Britse landbouwrevolutie

De industriële revolutie is niet los te zien van de ontwikkeling van de landbouw tussen 1650 en 1900. In deze periode vond de **Britse landbouwrevolutie** of **tweede landbouwrevolutie** plaats. Door verschillende uitvindingen in de landbouw konden Britse boeren bijna 3 keer zo veel oogsten als daarvoor. Een voorbeeld van een uitvinding is het per seizoen wisselen van gewassen om de grond gezond te houden en de oogsten te vergroten.

Doordat er meer eten was, zorgde dit voor een enorme toename in de Britse bevolking. Steeds minder arbeiders waren in de landbouw nodig en de groeiende bevolking ging steeds meer in steden wonen. Het aantal Britten dat kon werken in de fabrieken in de stad, groeide daardoor snel. De uitvindingen uit de tweede landbouwrevolutie en industriële revolutie werden al snel in de rest van Europa en de Verenigde staten overgenomen en verbeterd. Tussen 1750 en 1850 groeide de wereldbevolking van 720 miljoen mensen tot 1200 miljoen (1,2 miljard) mensen.

Malthus en bevolkingsgroei

Veel mensen waren blij met de landbouwrevoluties. Er was immers meer eten en er kon meer worden geproduceerd. Dat betekende een hogere levensstandaard. De wetenschapper Thomas Malthus (1766 - 1834) zag dat anders. Hij dacht dat elke toename in voedselproductie voor niets zou zijn, omdat ze door een nóg grotere bevolkingsgroei zou worden ingehaald. Hij vond namelijk dat als mensen genoeg te eten hadden, ze altijd meer kinderen zouden krijgen. En er is immers maar een vaste hoeveelheid land waarop je eten kan verbouwen. Dit zou uiteindelijk tot voedsel tekorten leiden. Malthus voorspelde dan ook dat grote hongersnoden onvermijdelijk zijn en dat de mensheid nooit zijn levensstandaard blijvend kan verhogen.

Malthus publiceerde zijn voorspellingen voor het eerst in 1798. Gelukkig zijn ze niet uitgekomen. Ten eerste is het in de loop van de geschiedenis wél gelukt om steeds meer eten te produceren, door bijvoorbeeld gebruik van kunstmest, tractoren, en nieuwe soorten graan. Ten tweede kregen mensen op den duur minder kinderen. Hier zijn verschillende redenen voor. Door de toename van welvaart hadden mensen minder kinderen nodig om later voor hen te zorgen. Doordat vrouwen meer rechten kregen en betere toegang hadden tot onderwijs, hadden zij meer te zeggen over de invulling van hun leven, en de grootte van hun gezin. Doordat er sinds 1960 meer toegang tot anticonceptie was, konden mensen ook nog beter plannen hoeveel kinderen ze kregen. Dit gebeurde vooral in rijke westerse landen, maar ook op armere plekken. De provincie Kerala in India heeft bijvoorbeeld een laag geboortecijfer. Dit komt doordat er daar veel aandacht is voor gezondheidszorg en onderwijs van vrouwen. Mede dankzij dit alles krimpt de bevolking in veel landen nu zelfs langzaam.

Het verhaal van Malthus en de Ierse Hongersnood

Vanaf 1801 tot 1922 maakte Ierland deel uit van het Verenigd Koninkrijk. Veel Ierse boeren huurden land van rijke Engelse landeigenaren. Deze landeigenaren zagen hun Ierse grond als een bron van inkomsten, waar ze zoveel mogelijk opbrengsten uit probeerden te halen. Hun arbeiders, de Ieren, zagen ze als slechte mensen die verkeerd gedrag lieten zien. Veel landeigenaren kwamen maar 1 tot 2 keer per jaar in Ierland. Daardoor was het makkelijk om zich niet te veel om de Ierse bevolking te bekommeren.

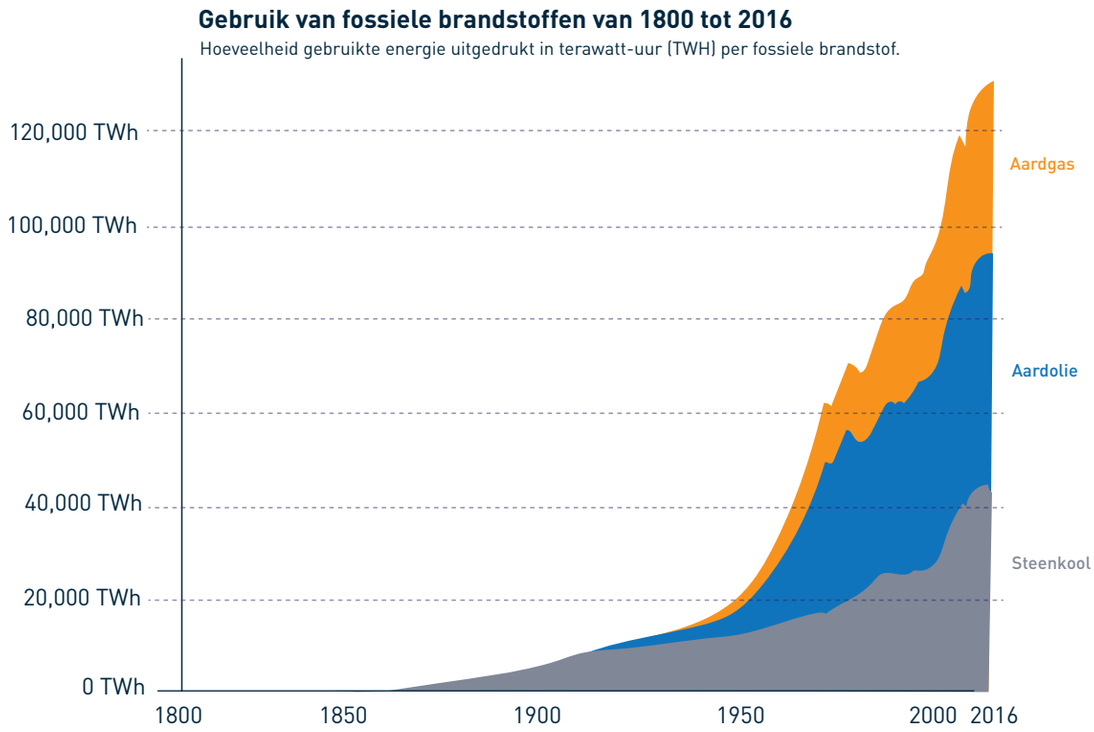
De landeigenaren verdeelden hun land in kleine stukjes, wat ze tegen hoge prijzen via tussenpersonen verhuurden. Op het moment dat een boer niet genoeg opbrengst had of de 'verkeerde' dingen deed met zijn land, zoals schapen houden, werd de boer van het land verwijderd. Uiteindelijk gingen veel boeren aardappels kweken voor hun eigen voedsel. Aardappels groeiden namelijk op stukken grond waar niets anders wilde groeien, en waren relatief voedzaam. Andere gewassen die ze verbouwden werden geëxporteerd om de huur te betalen.

Alle boeren kweekten dezelfde aardappel: 'The Irish Lumper'. Dit maakte de Ieren heel kwetsbaar. In 1845 werd een zwarte schimmel, Phytophthora infestans, gevonden in de aardappels in Europa. Dit zorgde voor enorme verliezen in de aardappeloogsten. In 1845 verloor men de helft van de aardappeloogst, in 1846 tweederde en in 1948 een derde. Dit leidde tot de Ierse Hongersnood (figuur 1.4).

FIGUUR 1.4 *Ieren ten tijde van de hongersnood* © Munir, 2015

De levensverwachting was in de steden erg laag tijdens de industriële revolutie. Zo werd je gemiddeld in London 37 en in Liverpool 26. Daarnaast hadden kinderen in steden 33% kans om voor hun vijfde te overlijden.

Ierland was in principe een land met rijke opbrengsten. Er werd veel voedsel verbouwd wat bestemd was voor Engeland. Tijdens de hongersnood werd dit voedsel nog steeds geëxporteerd naar Engeland. Zo vertrokken er tijdens de hongersnood 4000 schepen vol voedsel naar Engeland, terwijl de Ierse bevolking verhongerde. De Engelse regering gebruikte Malthus zijn theorie om dit goed te praten. Er gebeurde immers precies wat Malthus had voorspeld: na de groei van de Ierse bevolking stortte deze weer in. Het laten verhongeren van de Ierse bevolking was volgens hen de enige oplossing voor de groei. Dat de Engelse regering zoveel voedsel exporteerde uit Ierland, werd voor het gemak maar vergeten. Uiteindelijk zijn er tijdens de hongersnood ongeveer een miljoen Ieren omgekomen. Na de hongersnood zijn er nog ongeveer evenveel Ieren geëmigreerd naar Noord-Amerika, in de hoop op een beter leven.



FIGUUR 1.5

Gebruik fossiele brandstoffen wereldwijd

© Ritchie & Roser, 2017

Draagkracht

Malthus zijn ideeën lijken veel op een begrip dat wetenschappers **draagkracht** noemen. Om mensen, dieren en planten te laten leven hebben ze voedsel, water en ruimte nodig. Als de hoeveelheid voedsel en water in een bepaald gebied gelijk blijft, dan is er een bepaalde grens aan het aantal mensen, dieren en planten in dat gebied. Dit noemen we de draagkracht van een gebied. De draagkracht van de aarde staat dus voor het aantal mensen, planten en dieren die de aarde kan voorzien in hun behoeften. Malthus voorspelde dus als het ware dat we de draagkracht van de aarde niet konden vergroten, en dat de bevolking altijd tot de limiet van de draagkracht zou groeien. Die voorspellingen kwamen niet uit, maar dit betekent niet persé dat we de draagkracht van de aarde eeuwig kunnen oprekken.

Het zwarte goud

Met de komst van de stoommachine en het gebruik van steenkool, stonden we in de industriële revolutie aan het begin van ons gebruik van **fossiele brandstoffen**. Steenkool, aardolie en aardgas zijn fossiele brandstoffen. Door het verbranden van fossiele brandstoffen kan je machines laten werken. Al snel beseften mensen dat ze met fossiele brandstoffen over een enorme voorraad aan energie beschikten.

In de periode na de industriële revolutie heeft de mens het gebruik van fossiele brandstoffen als energiebron uitgebouwd (figuur 1.5). Met het uitvinden van de verbrandingsmotor en het gebruik van elektriciteit, werden in de 18e, 19e en 20e eeuw spierkracht en het gebruik van hout in rap tempo grotendeels vervangen door het gebruik van steeds meer fossiele brandstoffen. Na steenkool werden dus ook aardolie en aardgas gebruikt om spierkracht te vervangen.

De groene revolutie

In de periode tussen 1950 en 2020, zoals te zien in figuur 1.2, is het aantal aantal mensen verdrievoudigd. De wereldbevolking groeide van ongeveer 2,5 miljard mensen tot meer dan 7,7 miljard mensen. In de periode tussen 1960 en 1980 nam de oogst per hectare enorm toe. Dit kwam onder andere door het gebruik van **kunstmest**. Door kunstmest over een stuk landbouwgrond te strooien, maak je de grond namelijk weer vruchtbaar. Deze

periode van sterke toename van oogst per hectare noemen we de **groene revolutie** of **derde landbouwrevolutie**. Hierdoor groeide de Aziatische bevolking bijvoorbeeld van 1,4 miljard mensen in 1950 naar 4,6 miljard mensen in 2019.

Dalende sterftecijfers

Niet alleen de komst van landbouw, de industriële revoluties en fossiele brandstoffen heeft de snelle groei van de wereldbevolking verklaard, ook dalende sterfte heeft een rol gespeeld. Verbeteringen in hygiëne, geneeskunde en de gezondheidszorg hebben ervoor gezorgd dat veel meer mensen langer blijven leven. Door de aanleg van riolering in steden, komen mensen minder in aanraking met vies afval en water. Hierdoor verspreiden ziektes minder snel en sterven er veel minder mensen op jonge leeftijd door ziektes in de stad. Door nieuwe medicijnen en het verspreiden hiervan onder de bevolking, kunnen we beter omgaan met gevaarlijke ziektes. Zo is bijvoorbeeld Polio zo goed als uitgeroeid sinds het vaccin op grote schaal wordt gebruikt.

Exponentiële groei van de wereldbevolking in de toekomst

De toenemende welvaart heeft als gevolg dat mensen er voor kiezen minder kinderen te nemen. Het aantal kinderen per vrouw noemen wij het **vruchtbaarheidscijfer**. Door de daling van het vruchtbaarheidscijfer neemt het groeipercentage van de wereldbevolking sinds 1962 af. Waar de wereldbevolking in 1962 nog met 2,1% per jaar groeide, groeide ze in 2019 met 1,05%. Voorspeld wordt dat de mate waarin de wereldbevolking exponentieel groeit af gaat nemen en de wereldbevolking tussen 2060 en 2100 piekt. Geschat wordt dat de piek ligt tussen de 10 en 11 miljard mensen. De wereldbevolking zal de komende jaren dus nog wel blijven groeien, maar minder snel dan in de afgelopen 150 jaar.

Zoals Malthus tijdens de industriële revolutie al zag, kunnen er vanwege de draagkracht van de aarde niet oneindig veel mensen bij. Malthus onderschatte echter het vermogen van mensen om die draagkracht te vergroten. Hierdoor moeten we drie vragen in de toekomst gaan beantwoorden: Hoeveel ruimte eist de mens voor zichzelf op? Hoeveel draagkracht heeft de aarde echt? En hoeveel kan de mens die nog oprekken met slimme uitvindingen of veranderingen in levensstijl?

In de gehele geschiedenis voor 1800 gebruikte de mens maximaal ongeveer 5.000 TWh aan energie door het verbranden van hout per jaar. Door de komst van fossiele brandstoffen is het energiegebruik meer dan 20 keer groter geworden!

FIGUUR 1.6 *Illustratie van Sumer bescahaving*

© Earth is mysterious, 2020

1.1 Vragen

1. (R) Wat is een revolutie?

2. (R) Wat is een beschaving?

3. (R) Wat bedoelen we met de draagkracht van de aarde?

4. (R) Welke uitvindingen hebben in de 19e en 20e eeuw heel veel spierkracht door machinekracht vervangen?

5. (T) Lees eerst 'Rekenvoorbeeld exponentiële en logistische groei' op de bladzijde hiernaast.
Stel je hebt een zak met 20 knikkers en je wint elke pauze 2 knikkers.
a) Met hoeveel knikkers neemt je knikkerzak toe in de eerste pauze?
b) Met hoeveel procent groeit het aantal knikkers in de eerste pauze?
c) Wat is de groeifactor van jouw knikker groei?
d) Als het groeipercentage dat je bij b hebt berekend gelijk blijft, hoeveel knikkers heb je dan na 2 pauzes?
e) Als het groeipercentage gelijk blijft, hoeveel knikkers heb je dan na 5 pauzes?
Laat je berekening zien.
f) Stel je hebt op een schooldag 2 pauzes, hoeveel knikkers heb je dan na 5 schooldagen?
Laat je berekening zien.
g) Stel je hebt op een schooldag 2 pauzes, en in een maand 20 schooldagen. Reken uit, hoeveel knikkers heb je na 3 maanden?
Laat je berekening zien.

6. (T) Op welke manier werd in de industriële revolutie spierkracht vervangen door machinekracht? Gebruik de woorden spierkracht, steenkool, stoommachine en machinekracht.

7. (T) Leg uit waarom steden tijdens de industriële revolutie snel konden groeien. Gebruik het begrip tweede landbouwrevolutie.

8. (T) Wat gebeurt er volgens Malthus als de hoeveelheid voedsel voor een bevolking toeneemt?

9. (I) Leg uit hoe de eerste landbouwrevolutie leidde tot een toename in het aantal mensen?

10. (I) Waarom ontstonden de eerste beschavingen vooral in deltagebieden?

11. (I) De draagkracht van de aarde bleek veel groter dan Malthus had voorspeld. Leg uit wat Malthus niet had voorzien en hoe dit leidde tot een grotere draagkracht.

12. (I) Leg uit hoe het gebruik van kunstmest in de groene revolutie de oogst per hectare sterk deed toenemen.

13. ★ Om exponentiële groei goed te begrijpen moeten we kijken naar de **verdubbelingstijd.**
Stel dat het schaakbord van Shirham een kalender van 64 dagen voorsteld, en elke dag verdubbelt de hoeveelheid graankorrels. In dit voorbeeld is de verdubbelingstijd 1 dag.
Tussen het jaar 1968 en 2011 groeide de wereldbevolking jaarlijks met 1,63%. Dit klinkt als een klein groeipercentage, maar in die tijd groeide de wereldbevolking van 3,5 miljard mensen naar een bevolking van 7 miljard. De verdubbelingstijd was hier 43 jaar.

Formule: 70 : jaarlijks groeipercentage = aantal jaar
Verdubbelingstijd wereldbevolking: 70 / 1,63 = 43 jaar

a) Wat is de verdubbelingstijd in jaren bij een groeipercentage van 10%?
b) Wat is de verdubbelingstijd in jaren bij een groeipercentage van 2%?
c) Na hoeveel jaar is een economie die jaarlijks met 3% groeit, twee keer zo groot geworden?
d) De Chinese economie is sinds 1979 gemiddeld met 9,5% per jaar gegroeid.
Hoe vaak is de omvang van de Chinese economie verdubbeld sinds 1979?

FIGUUR 1.7

Rekenvoorbeeld exponentiële en logistische groei

In 1859 liet Thomas Austin een paar konijnen los in zijn tuin in Victoria in Australië. Thomas Austin hield namelijk van jagen op konijnen, en konijnen leefden in Australië niet in het wild. 6 jaar later waren er meer dan 20,000 konijnen in Victoria, die allerlei gewassen opaten. De overheid besloot geld uit te reiken voor elk gedood konijn.
Dit mocht niet baten: na 70 jaar waren konijnen verspreid over twee derde van Australië, een gebied groter dan heel de EU. Konijnen zijn nog steeds de grootste plaag in Australië, en doen elk jaar meer dan $200 miljoen aan schade aan gewassen.

Stel je begint met 25 konijnen. Dit noem je de populatie. In de eerste maand worden 5 konijntjes geboren. Je hebt na één maand dus 30 konijnen. Met hoeveel procent is je populatie dan gestegen? Dat groeipercentage bereken je zo:

Formule: (toename / oud) X 100% = groeipercentage
Konijnen: (5 / 25) x 100% = 20%

In de tweede maand stijgt het aantal konijnen weer met 20%. Hoe bereken je ho eveel konijnen dat zijn? Hiervoor heb je de groeifactor nodig:

Formule: (nieuw / oud) = groeifactor
Konijnen: (30 / 25) = 1.20

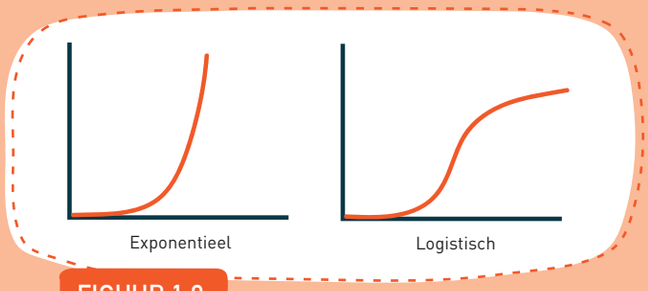
Door je populatie met de groeifactor te vermenigvuldigen vind je de nieuwe populatie:
30 x 1,20 = 36
De populatie na één maand is dus: 25 x 1,20 = 30
En na twee maanden: 25 x 1,20 x 1,20 = 36
En na drie maanden: 25 x 1,20 x 1,20 x 1,20 = 42

Deze sommen worden al snel heel lang. Je kan het ook korter opschrijven door machten te gebruiken. Daarvoor gebruiken we het ^ teken. De volgende sommen betekenen hetzelfde:

25 x 1,20 x 1,20 x 1,20 x 1,20 x 1,20 x 1,20 = 25 x 1,20^6

Je noemt de 6 in dit voorbeeld de exponent, en de 1,20 het grondgetal.
Het bijzondere aan exponentiele groei is dat de stijging heel plotseling kan gaan. In dit voorbeeld heb je na één jaar ongeveer 200 konijnen, na twee jaar ongeveer 2.000, en na drie jaar bijna 18.000. De stijging in het derde jaar (+ 16.000) is dus 80 keer zo groot als de stijging in het eerste jaar.

In een gebied zo groot als Australië kan zo'n stijging lang doorgaan. Maar als er een grens aan de groei wordt gesteld, bijvoorbeeld doordat het voedsel van de konijnen opraakt of omdat er geen ruimte meer is, dan zwakt de groei af. Dan lijkt het op exponentiële groei totdat het omslaat. Dit heet logistische groei of geremde groei.



FIGUUR 1.8

1.1 Begrippenlijst

Beschaving
Een samenleving met als kenmerken steden, hiërarchie en een ontkoppeling van de natuur.

Britse landbouwrevolutie
Revolutie, waarbij boeren, door verschillende uitvindingen in de landbouw tijdens de industriële revolutie, bijna 3 keer zoveel van een akker konden oogsten als daarvoor.

Delta
Een plek waar een rivier vlakbij de zee vertakt doordat het meegenomen sediment door lage stroomsnelheid wordt neergelegd, de rivier hierdoor verstopt raakt en zich daardoor vertakt in verschillende stroompjes/ riviertjes.

Derde landbouwrevolutie
Zie Groene revolutie.

Draagkracht
Het vermogen van een stuk land om een maximum aantal mensen in haar voedsel te voorzien.

Industriële revolutie
Periode tussen 1780 en 1840 waarin spierkracht door met steenkool aangedreven stoommachines vervangen werd.

Eerste landbouwrevolutie
Zie Neolithische revolutie.

Exponentiële groei
Als iets per tijdseenheid met hetzelfde groeipercentage groeit.

Fossiele brandstoffen
Brandstoffen die in miljoenen jaren gevormd zijn uit resten van afgestorven planten, bomen en dieren. Voorbeelden hiervan zijn aardolie, aardgas, steenkool en bruinkool.

Groene revolutie
Landbouwrevolutie tussen 1960 en 1980 waarin onder andere kunstmest en pesticiden een grote rol speelden.

Holoceen
Een periode van relatief warm en stabiel klimaat welke ongeveer 12.000 jaar geleden begon.

Irrigatie
Het kunstmatig water geven aan landbouwgewassen.

IJstijd
Een relatief koude periode op aarde met relatief veel ijs.

Kunstmest
Kunstmatige voeding die aan de bodem worden toegevoegd om landbouwgewassen beter te laten groeien.

Neolithische revolutie
Periode rond 10.000 jaar voor Christus waarin landbouw werd uitgevonden. Hierdoor konden mensen op één plek wonen in plaats van rond te trekken.

Ontbossing
Het weghalen van bos.

Tweede landbouwrevolutie
Zie Britse landbouwrevolutie.

Vruchtbaarheidscijfer
Het gemiddeld aantal kinderen per vrouw.

Wereldbevolking
Het totaal aantal mensen op de wereld.

1.2 Ruimtegebruik voor wonen en consumptie

Leerdoelen

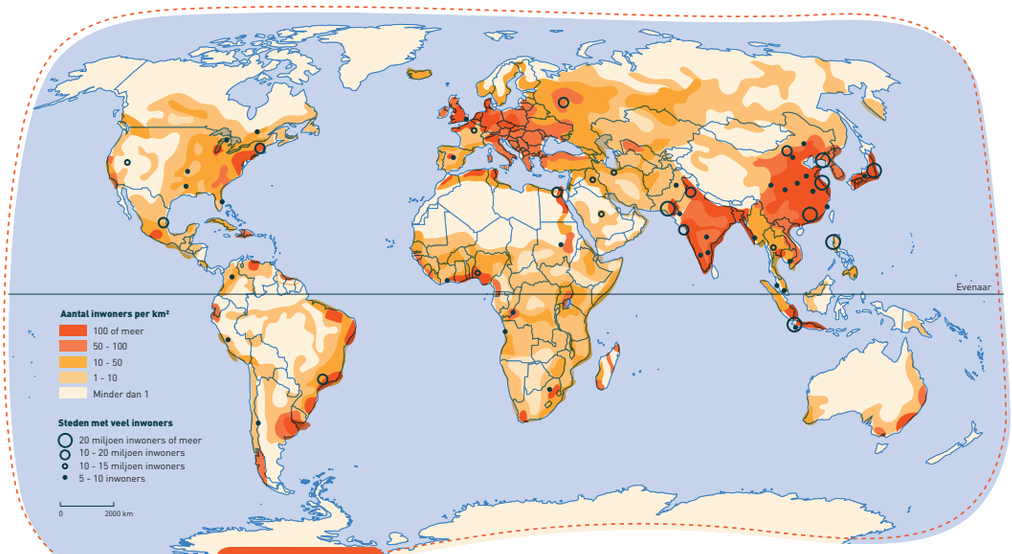
1. Je kunt uitleggen waarom de bevolkingsdichtheid in bepaalde gebieden hoger is dan in andere gebieden.
2. Je kunt met behulp van de urbanisatiegraad en het urbanisatietempo stedelijke groei beschrijven.
3. Je kunt uitleggen wat de gevolgen zijn van stedelijke groei voor stadsbewoners.
4. Je kunt uitleggen hoe onze ruimte wordt gebruikt voor menselijke consumptie en welke relatie ontbossing hiermee heeft.
5. Je kunt uitleggen wat de ecologische voetafdruk is en uit welke onderdelen deze bestaat.
6. Je kunt de relatie tussen de ecologische voetafdruk en het ontwikkelingspeil van een land beschrijven.

Inleiding

Je hebt zojuist geleerd hoe onze wereldbevolking groeit. Een groeiende wereldbevolking betekent ook dat we voor iedereen een plek moeten inrichten om te kunnen wonen en leven. Daarnaast hebben we ruimte nodig voor alles wat wij als mens consumeren. Denk aan alle ruimte die nodig is om ons voedsel te verbouwen en om alle producten die wij kopen te kunnen produceren. Naast dat de groeiende hoeveelheid mensen meer ruimte opeist is het belangrijk om te noemen dat dit óók met groeiende consumptie te maken heeft. De gevolgen van groeiende consumptie behandelen we in de volgende module. In deze paragraaf leer je hoe we als wereldbevolking onze beperkte ruimte gebruiken.

Groeiende bevolkingsdichtheid

Vandaag de dag is de bevolkingsdichtheid op aarde door een groeiende wereldbevolking veel hoger dan in de tijd van Shirham. De gemiddelde bevolkingsdichtheid op de wereld is tegenwoordig ruim 50 mensen per km² landoppervlak. In figuur 2.1 zie je dat dit lang niet voor ieder gebied op aarde geldt. In veel gebieden willen of kunnen mensen niet goed wonen: het is er te koud, er is te weinig water, de bodem is er niet vruchtbaar genoeg of er zijn te veel bergen. Wij hebben in Nederland wat dat betreft mazzel: we hebben een zeeklimaat waarbij het nooit té koud en nooit té warm is, en we hebben genoeg water tot onze beschikking. Onze bodem is door de vele rivieren erg vruchtbaar, net als de plekken waar de eerste beschavingen ontstonden. En dan is ons land ook nog zo vlak als wat. In heel Nederland kan je dus prima wonen. Het enige nadeel is dat ons



FIGUUR 2.1 *Bevolkingsdichtheid in de wereld*


© DroneScenario, 2021


© Yang & Rana, 2019

Plek	Land (of regio)	Bevolkingsdichtheid
1	Macau (China)	22.250 inw/km²
2	Monaco	19.892 inw/km²
3	Singapore	8.371 inw/km²
29	Nederland	411 inw/km²
50	Jamaica	272 inw/km²
81	China	149 inw/km²
105	Turkije	109 inw/km²
149	Kameroen	59 inw/km²
177	Verenigde Staten	36 inw/km²
207	Argentinië	17 inw/km²
230	Australië	3 inw/km²
237	Groenland (Denemarken)	0,03 inw/km²

FIGUUR 2.2

Bevolkingsdichtheid van enkele landen en regio's (2022)

© World Population Review, 2022


© Huét, 2019


© Making Progress, 2006

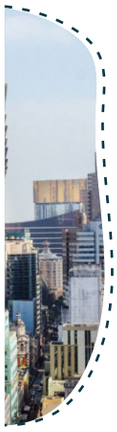
landoppervlak klein is. Dit alles samen zorgt ervoor dat wij één van de meest dichtbevolkte landen ter wereld zijn, met maar liefst 421 mensen per km². Toch zijn er best wat landen met een hogere bevolkingsdichtheid. In figuur 2.2 zie je welke dit zijn.

Ongelijke bevolkingsspreiding

Figuur 2.1 en figuur 2.2 laten beide zien dat de bevolkingsdichtheid sterk verschilt tussen landen. Met andere woorden: wereldwijd gezien is de **bevolkingsspreiding** ongelijk. 70% van het aardoppervlak bestaat uit water. De gehele wereldbevolking woont op slechts 10% van het hele aardoppervlak. De meeste mensen wonen in Azië. Bovendien woont 35% van de wereldbevolking zelfs in twee landen: China en India!

Naast een ongelijke bevolkingsspreiding wereldwijd, laat figuur 2.1 ook zien dat de bevolkingsspreiding binnen landen ongelijk is. Dit komt door de eerder genoemde factoren: er wonen minder mensen in gebieden waar het koud, droog, onvruchtbaar of bergachtig is. Zo wonen in Australië bijvoorbeeld veel mensen aan de kust, en maar weinig in het droge binnenland. Ook in het noordwesten van Brazilië, in het Amazoneregenwoud, wonen maar weinig mensen. Het ondoordringbare bos en de onvruchtbare bodem maken het leven daar lastig.

Er is nog een andere verklaring voor de ongelijke bevolkingsspreiding binnen landen. De meeste mensen wonen namelijk in **stedelijke gebieden** en relatief weinig mensen wonen in **landelijke gebieden**. Zo is in Nederland bijvoorbeeld het stedelijke gebied in het westen veel dichter bevolkt dan de landelijke gebieden in het noorden, oosten en zuiden. Stedelijke gebieden zijn, vanwege de vele banen die je er vindt, aantrekkelijke plekken om te wonen. Landelijke gebieden lopen daarentegen meer leeg. Wereldwijd



trekken wekelijks 1,5 miljoen mensen van het platteland naar de stad. Daardoor wonen sinds 2007 wereldwijd meer mensen in de stad dan op het platteland. Aangezien steeds meer mensen in steden gaan wonen, kan je zeggen dat de wereldwijde bevolkingsspreiding dus steeds ongelijker wordt.

Stedelijke groei

Gebieden aan de kust, langs rivieren of bij de grens met andere landen hebben een gunstigere economische ligging dan andere gebieden. Vanuit deze gebieden kon van oudsher al goed handel gedreven worden. Vrijwel alle steden zijn daarom in zulke gebieden ontstaan. We zeiden al dat meer dan de helft van de wereldbevolking tegenwoordig in steden woont. In 1950 was dit nog maar 30% en de schatting is dat dit in 2050 70% zal zijn. Het proces waarbij steeds meer mensen in een stad gaan wonen en steden dus groeien, noemen we **urbanisatie**. In steden is veel werk en zijn veel **voorzieningen**, waardoor mensen hier willen wonen.

Het percentage van de totale bevolking van een land dat in steden woont, noemen we de **urbanisatiegraad**. In veel rijke, ontwikkelde landen is de urbanisatiegraad gemiddeld 80%. In Nederland is de urbanisatiegraad zelfs 90%! 9 van de 10 Nederlanders wonen dus in steden. In ontwikkelingslanden woont gemiddeld 32% van de mensen in steden. In Ethiopië is de urbanisatiegraad bijvoorbeeld 17%.

Toch neemt het aantal stedelingen in ontwikkelingslanden steeds verder toe. In de stad Lagos (Nigeria) komen er elk uur 77 mensen bij. Dat zijn ruim 600.000 mensen per jaar, wat evenveel is als alle inwoners van Rotterdam. Veel mensen verhuizen naar Lagos in de hoop er werk te vinden. De snelheid waarmee de urbanisatiegraad van een land jaarlijks toeneemt, is het **urbanisatietempo**. In ontwikkelingslanden ligt dit tempo dus hoog, terwijl in ontwikkelde landen, relatief gezien, al veel mensen in steden wonen en daardoor het urbanisatietempo juist laag is.

Overbevolkte steden

De snelle groei van steden draagt wereldwijd bij aan problemen. In Nederland zorgt de groei van het aantal stedelingen in sommige steden voor tekorten op de woon- en arbeidsmarkt. Maar dit valt in het niet bij de situatie in ontwikkelingslanden.

Afrika heeft bijvoorbeeld nog maar een urbanisatiegraad van 40%, maar groeit het snelst: wel met 6% tot 8% per jaar. Als een stad als Lagos met honderdduizenden mensen per jaar groeit, moeten er ook voldoende voorzieningen zijn voor iedereen. Huisvesting, onderwijs en gezondheidszorg kunnen niet snel genoeg meegroeien. Terwijl ieder mens ter wereld toegang zou moeten hebben tot deze **basisbehoeften**.

FIGUUR 2.3 *Ongelijkheid in Zuid-Afrika: sloppenwijk naast een rijke wijk*

Mensen blijven toch naar de stad toekomen, in de hoop op een beter leven. Als er geen woning is bouwen ze noodgedwongen hun eigen huisjes van afval in zogeheten **sloppenwijken** (figuur 2.3 en figuur 2.4). In Afrika zijn de sloppenwijken de afgelopen 40 jaar meer dan verdubbeld.

De groei van steden gaat ook ten koste van andere manieren van ruimtegebruik, zoals natuur. Meer mensen in een stad zorgt daar ook voor meer afval, watergebruik, watervervuiling en luchtvervuiling. Je kunt je vast voorstellen dat dit een grote impact heeft op het milieu en de gezondheid van mensen. Hierover leer je meer in de volgende paragraaf.

FIGUUR 2.4

Sloppenwijk in Zuid-Soedan © GVA, 2016

In de armste landen van Afrika, zoals Madagaskar, Soedan en Tsjaad, woont meer dan 80% van de stedelijke bewoners in sloppenwijken.

Ruimtegebruik voor menselijke consumptie

Hoewel meer dan de helft van de wereldbevolking in steden woont, nemen steden relatief gezien niet de meeste ruimte in op aarde. Voor alles wat we consumeren is namelijk veel meer ruimte nodig. Ruimte voor **landbouw** en **visserij** is nodig voor bijvoorbeeld vlees, vis, melk, graan, groente en wol. In de **mijnbouw** winnen we daarnaast delfstoffen als olie, steenkool, ijzererts en zout. Al deze grondstoffen moeten nog bewerkt worden in fabrieken, die voornamelijk in en rondom steden staan. De natuur heeft ons veel producten en grondstoffen te bieden die we dagelijks kunnen gebruiken, de zogeheten **natuurlijke hulpbronnen**. Denk hierbij aan water, hout, voedsel uit de natuur, metalen en fossiele brandstoffen. Deze hulpbronnen zijn niet allemaal oneindig. We moeten er dus duurzaam mee omgaan, zodat ze ook in de toekomst nog gebruikt kunnen worden.

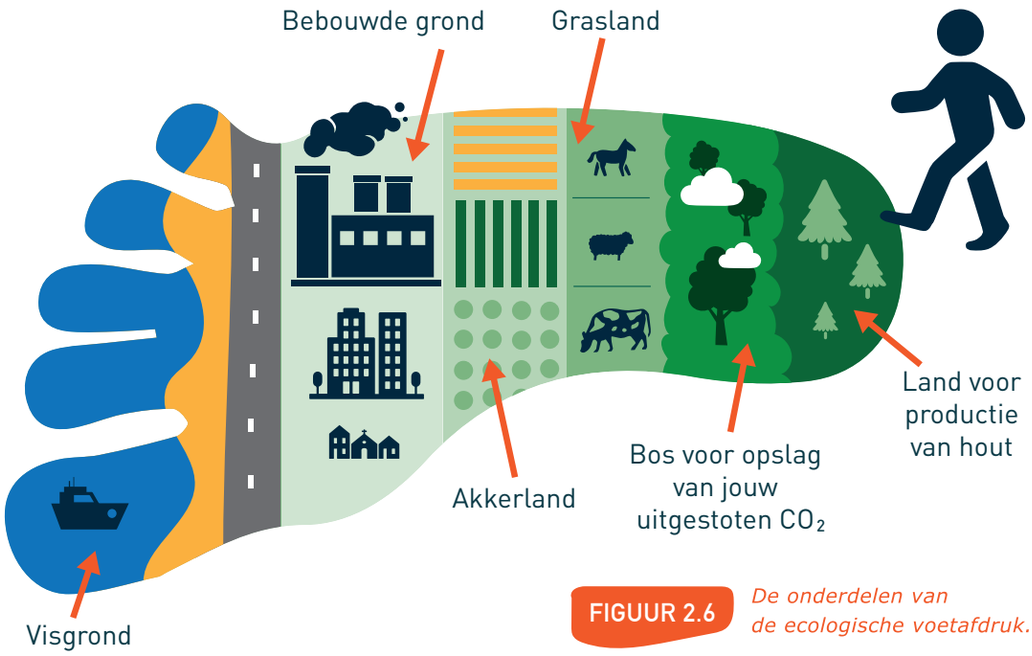
Als je kijkt naar het deel van het aardoppervlak dat gebruikt wordt voor onze menselijke consumptie, dan neemt landbouw hier verreweg de meeste ruimte van in. Bijna 40% van het land op aarde wordt namelijk gebruikt voor landbouw. Twee derde hiervan is grasland voor vee (**veeteelt**), een derde wordt gebruikt voor akkerbouw. Van de **akkerbouw** wordt weer een derde gebruikt voor het verbouwen van

FIGUUR 2.5

Ontbossing in het Amazoneregenwoud

© Algemeen Dagblad, 2020

In het grootste regenwoud van de wereld, het Amazoneregenwoud, neemt de ontbossing helaas niet af. In 2020 steeg de ontbossing in het Amazoneregenwoud zelfs tot het hoogste niveau sinds 2008.



FIGUUR 2.6 *De onderdelen van de ecologische voetafdruk.*

veevoer. In Nederland wordt ruim 65% van het landoppervlak voor landbouw gebruikt.

Als de wereldbevolking steeds verder groeit, betekent dit ook dat er steeds meer monden gevoed moeten worden. We moeten dan óf efficiënter gebruik maken van de bestaande landbouwgrond óf meer natuur omzetten in landbouwgrond. In veel delen van de wereld worden op dit moment al hele ecosystemen vernietigd voor ons voedsel.

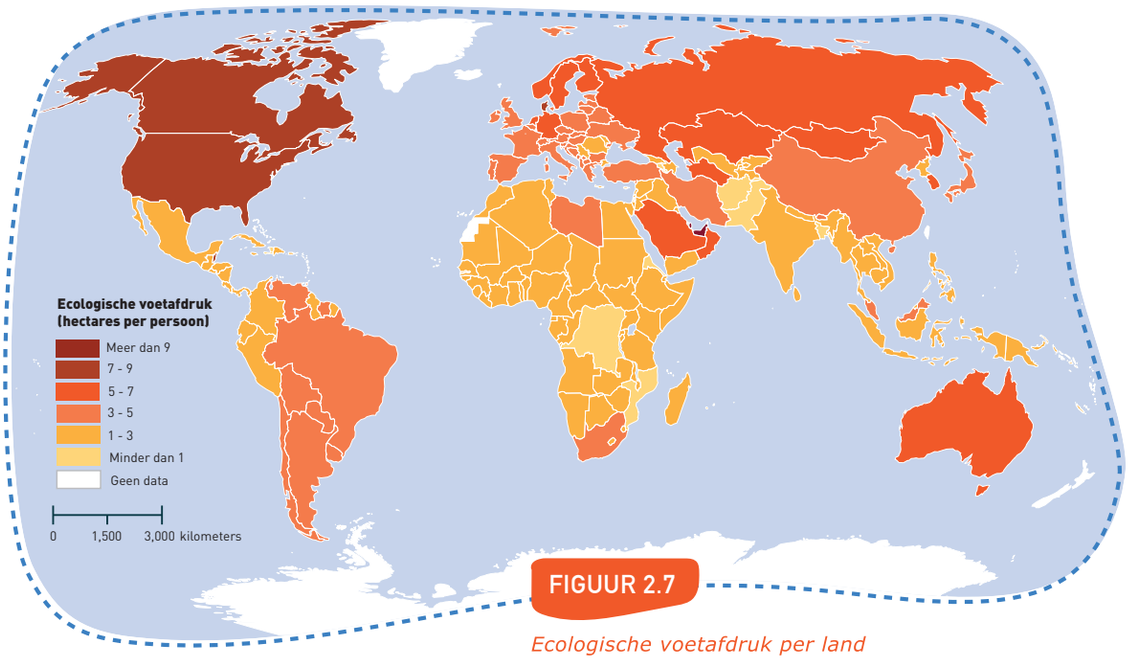
Landbouw is bijvoorbeeld één van de belangrijkste oorzaken van ontbossing. In Zuid-Amerika worden grote delen van het Amazoneregenwoud gekapt voor de productie van soja (figuur 2.5) en in Zuidoost-Azië (vooral Indonesië en Maleisië) moeten de tropische regenwouden vooral plaatsmaken voor het verbouwen van palmolie. Elk jaar verdwijnt er op de wereld maar liefst 13 miljoen hectare bos. Dat is meer dan 3 keer het oppervlakte van Nederland. Indirect dragen wij als Nederlanders bij aan de ontbossing in Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië. Wij gebruiken in Nederland namelijk soja als veevoer en palmolie zit in veel eten en verzorgingsproducten die wij dagelijks gebruiken.

Ecologische voetafdruk

Je kunt uitrekenen hoeveel van het aardoppervlak ieder mens kan gebruiken, zonder de aarde uit te putten. Daarvoor deel je de wereldbevolking door het aantal beschikbare hectares op de wereld. Onbruikbare gebieden zoals woestijn- en poolgebieden reken je niet mee. Gemiddeld heeft ieder mens 1,8 hectare tot zijn of haar beschikking. 1 hectare is even groot als 2 voetbalvelden. Wereldwijd gebruiken we echter meer, namelijk gemiddeld 2,7 hectare per persoon. We noemen dit de **ecologische voetafdruk**: een getal dat laat zien hoeveel ruimte (hectare) een persoon of land met zijn consumptiepatroon op aarde inneemt. In figuur 2.6 zie je uit welke onderdelen onze voetafdruk bestaat.

In de kaart van figuur 2.7 zie je hoe de ecologische voetafdruk per land verschilt. Eigenlijk is Afrika het enige continent dat onder of rond het gemiddelde van 1,8 hectare zit. In het algemeen geldt: hoe meer welvaart, hoe groter de ecologische voetafdruk. Stel dat alle mensen op de wereld dezelfde levensstijl hebben als westerse landen, dan hebben we aan 1 aardbol dus niet genoeg om dit vol te kunnen houden.

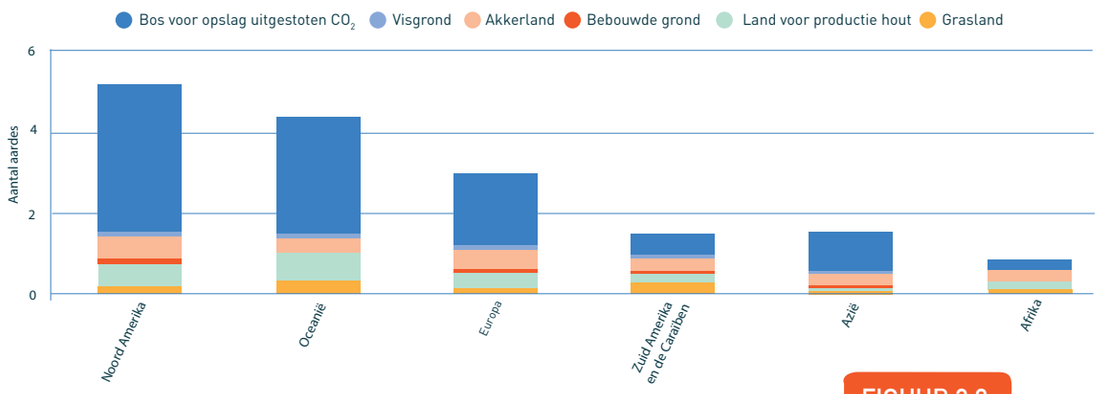
Veel ontwikkelingslanden worden steeds welvarender, wat leidt tot een toenemende consumptie van vlees, melk en eieren. Deze dierlijke producten hebben meer land nodig dan plantaardige producten. Als mensen in ontwikkelingslanden de levenswijze van mensen in het rijke Westen overnemen zal hun voetafdruk dus steeds groter worden. Houdt daarnaast in je achterhoofd dat de wereldbevolking jaarlijks met 1,05% groeit. Steeds meer mensen moeten dan gebruik maken van de natuurlijke hulpbronnen die de aarde te bieden heeft. Het feit dat de wereldbevolking groeit, dat er dus steeds meer monden gevoed moeten worden heeft een steeds groter wordende impact op onze aarde. Paragraaf 3 zal uitleggen hoe deze impact er precies uitziet.



FIGUUR 2.7

Ecologische voetafdruk per land per persoon wereldwijd (2018)

© Compare Infobase ltd, 2021



FIGUUR 2.8

Hoeveel aardes hebben we nodig als iedereen zo veel consumeert als een gemiddeld persoon van dit continent?

© Global Footprint Network, 2018

Als iedereen zou leven als een gemiddelde Nederlander, dan hebben we 3,3 aardbollen nodig om die leefstijl duurzaam te onderhouden. Met de leefstijl van de gemiddelde Amerikaan hebben we zelfs 5 aardbollen nodig!

Het verhaal van 'Earth Overshoot Day'

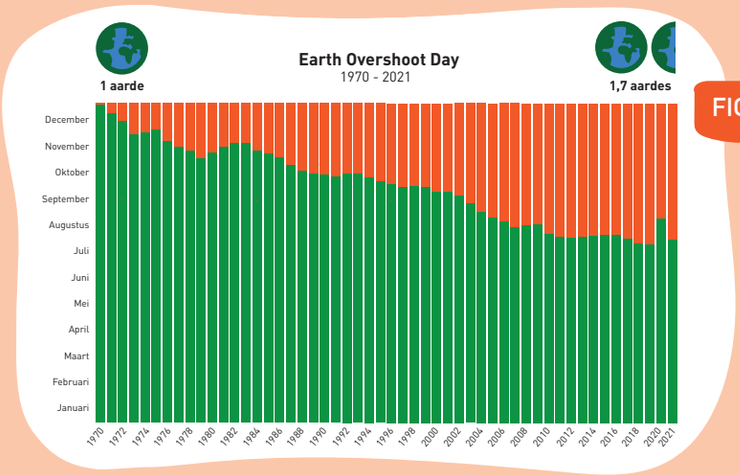
De aarde kan best tegen een stootje. Tot 1970 kon de aarde het aantal mensen prima aan. Als er bos gekapt werd, groeiden er weer nieuwe bomen aan. Als er gevaarlijke stoffen in het water werden geloosd, werd dit verdund tot onschadelijke hoeveelheden. Als door landbouw voedingsstoffen uit de bodem werden gehaald, voegde de natuur er weer nieuwe voedingsstoffen aan toe.

Helaas heeft het groeiende aantal mensen steeds meer invloed gekregen op de aarde. Zij hebben steeds meer grondstoffen en voedingsstoffen uit de aarde gehaald en hebben steeds meer afvalstoffen in de natuur gedumpt.

In reactie hierop is Earth Overshoot Day bedacht. Dit is de dag in het jaar dat mensen meer gevraagd hebben van de aarde dan de aarde normaal gesproken in een jaar kan vernieuwen. Vanaf die dag teren mensen dus de rest van het jaar in op de aarde.

Stel je het maar als volgt voor: je ouders/verzorgers laten je alleen thuis voor 4 dagen en geven je daarvoor 50 euro. Op de eerste dag bestel je pizza met je vrienden voor 35 euro. Op de tweede dag haal je sushi en geef je je laatste 15 euro uit. De laatste twee dagen heb je dus eigenlijk al opgemaakt wat je voor de 4 dagen hebt. Je gaat dan leven vanuit de voorraadkast van je ouders. Je teert dan dus in op de voorraden. Je hebt de Overshoot Day bereikt.

Met de aarde gebeurt dus precies hetzelfde: we gebruiken te veel van de aarde en lozen teveel afvalstoffen. De dag waarop we alles hebben opgemaakt voor een jaar wordt steeds eerder in het kalenderjaar. In 1990 was Earth Overshoot Day op 8 oktober, in 2020 op 22 augustus (figuur 2.9) en in 2021 een maand eerder, namelijk 29 juli. Dit betekent dat mensen steeds meer interen op de aarde. Een keertje interen kan wel, net als dat je wel eens een weekje kan leven op je voorraadkast. Maar als je dat te lang doet, raken de voorraden op. Dat gebeurt ook met de voorraden van de aarde.



FIGUUR 2.9

Earth Overshoot Day door de jaren heen

© Global Footprint Network, 2021

Het aandeel van verschillende landen op de wereld is niet gelijk. Als iedereen op de wereld zou leven als Ghanezen, dan zou Earth Overshoot Day in 2022 pas op 16 oktober vallen. Dan zou je dus 'maar' 76 dagen interen op de voorraden van de aarde. Als de wereld alleen maar uit Amerikanen zou bestaan, zou Earth Overshoot Day veel eerder vallen: op 13 maart 2022. Dit betekent dat Amerikanen 293 dagen interen op de voorraden van de aarde!

Als ontwikkelingslanden steeds rijker worden en op dezelfde manier willen leven als mensen in Westerse landen, zal Earth Overshoot Day steeds eerder vallen. Het is daarom van belang dat zowel ontwikkelingslanden als ontwikkelde landen verduurzamen, om een welvarender leven mogelijk te maken voor iedereen op aarde, zonder de aarde kapot te maken.

1.2 Vragen

1. (R) Neem de volgende zinnen over en maak ze kloppend.
a) In rijke, ontwikkelde landen is de urbanisatiegraad hoog/laag en het urbanisatietempo hoog/laag.
b) In arme, ontwikkelingslanden is de urbanisatiegraad hoog/laag en het urbanisatietempo hoog/laag.

2. (R) De Afrikaanse steden groeien steeds meer. Welke nadelen heeft deze groei voor mens en milieu? Noem 3 nadelen.

3. (R) a) Wat bedoelen we met de ecologische voetafdruk?
(T) b) Bekijk figuur 2.7. Hoe groot is de ecologische voetafdruk van de gemiddelde Nederlander ongeveer?

4. (T) Ga naar bladzijde 105 van **de Bosatlas van de duurzaamheid**.
In Nederland wordt ruim 65% van het landoppervlak gebruikt voor landbouw, maar dit is niet genoeg om iedereen het hele jaar door van voedsel te voorzien. Leg dit uit met behulp van een kaart op bladzijde 105.

5. (T) Zoek in **de Grote Bosatlas** de kaart met landschappen van Noord-Amerika. Bekijk ook figuur 2.5 en de bijbehorende afbeelding van Groenland.
a) Beschrijf de ligging van de steden in Groenland.
b) Verklaar met behulp van de atlaskaart en de gegevens in figuur 2.5 waarom de bevolkingsdichtheid in Groenland zo laag is.

6. (T) Bekijk figuur 2.1. Hoewel China een dichtbevolkt land is, is de bevolkingsspreiding erg ongelijk. Geef twee redenen waarom het westen van China dunbevolkt is. Zoek hiervoor in **de Grote Bosatlas** de kaart met landschappen van Azië.

7. (T) Ga naar bladzijde 188 van **de Grote Bosatlas**. Noem 5 Afrikaanse landen die 65% of meer van hun totale landoppervlak gebruiken als landbouwgrond. Bedenk zelf welke kaart je hiervoor nodig hebt.

8. (T) Lees het verhaal van 'Earth Overshoot Day'.
a) Leg in je eigen woorden uit wat Earth Overshoot Day is.
b) Zoek op internet wat de Earth Overshoot Day van Nederland is. Hoeveel dagen zou er ingeteerd worden op de aarde als de wereld uit alleen maar Nederlanders zou bestaan?
(I) c) Bekijk figuur 2.8. Verklaar hoe het kan dat in 2020 Earth Overshoot Day later viel dan in 2019 en 2021.

9. (R) Bekijk figuur 2.7.
a) Welk woord moet je kiezen om de volgende zin kloppend te maken? Hoe hoger het welvaartsniveau van een land, hoe groter/kleiner de ecologische voetafdruk.
(I) b) Leg met behulp van de onderdelen in figuur 2.6 in een paar zinnen je antwoord op vraag 8a uit.

10. ★ Lees de alinea 'Ruimtegebruik voor menselijke consumptie'.
a) Voor de productie van vlees is meer ruimte nodig dan de productie van bijvoorbeeld groente. Leg dit uit.
b) Indirect draag jij mee aan de ontbossing in bijvoorbeeld Zuid-Amerika. Hoe kan jij in je dagelijks leven zorgen dat je minder invloed hebt op deze ontbossing? Noem minimaal 2 dingen en leg ook uit waarom dit zou helpen.

11. ★ In de tekst wordt gezegd dat de stedelijke bevolking in Afrikaanse landen met 6% tot 8% per jaar groeit. Stel dat in een bepaalde stad in Afrika op dit moment 12.000 mensen wonen. Deze stad groeit per jaar met 7%. Hoeveel mensen wonen er dan over 25 jaar in de stad? Geef ook de berekening.

Hoeveel impact een persoon op het milieu heeft hangt af van heel veel dingen, bijvoorbeeld of ze in de stad of op het platteland wonen.
a) Geef twee redenen waarom iemand op het platteland een slechtere invloed op het milieu heeft dan iemand in de stad.
b) Geef twee redenen waarom iemand in de stad een slechtere invloed op het milieu heeft dan iemand op het platteland.

1.2 Begrippenlijst

Akkerbouw
Een vorm van landbouw, waarbij planten worden verbouwd als voedsel voor mensen of dieren (denk aan granen, aardappels, katoen of suikerbieten).

Basisbehoeften
Behoeften die iedereen nodig heeft voor een goed leven: voedsel, huisvesting, onderwijs en gezondheidszorg.

Bevolkingsspreiding
Hoe de bevolking is verdeeld over een bepaald gebied.

Earth Overshoot Day
De dag in het jaar dat mensen meer gevraagd hebben van de aarde dan de aarde in een jaar kan hernieuwen.

Ecologische voetafdruk
Een getal dat laat zien hoeveel ruimte (hectare) een persoon of land met zijn consumptiepatroon op aarde inneemt.

Landbouw
Alle economische activiteit waarbij land gebruikt wordt ter productie van dieren of planten, voor menselijk gebruik.

Landelijke gebieden
Gebieden met weinig of geen bebouwing en een lage bevolkingsdichtheid. Ook wel het platteland genoemd.

Mijnbouw
Economische activiteit waarbij delfstoffen (bijvoorbeeld aardolie, aardgas, steenkool, goud of zout) uit de grond worden gehaald.

Natuurlijke hulpbronnen
Alle producten en grondstoffen uit de natuur die we gebruiken in ons dagelijks leven (bijvoorbeeld water, hout, voedsel uit de natuur, metalen en fossiele brandstoffen).

Sloppenwijken
Wijken waar de kwaliteit van leven slecht is, waar mensen terechtkomen door woningnood of geldgebrek.

Stedelijke gebieden
Gebieden met veel bebouwing (dorpen en steden) en een hoge bevolkingsdichtheid.

Urbanisatie
Het proces waarbij steeds meer mensen in de stad gaan wonen en steden groeien.

Urbanisatiegraad
Het percentage mensen van een land dat in steden woont.

Urbanisatietempo
De snelheid waarmee de urbanisatiegraad jaarlijks toeneemt.

Veeteelt
Vorm van landbouw waarbij dieren worden gehouden voor bepaalde producten (vlees, melk, eieren en wol).

Visserij
Economische activiteit waarbij vis of andere organismen (bijvoorbeeld schaaldieren of zeewier) uit het water worden gehaald.

Voorzieningen
Plekken waar je heen kan gaan voor (dagelijkse) behoeftes (winkel, huisarts, school, ziekenhuis, etc.) of voor het vermaak (museum, park, sporthal of bibliotheek, etc.).

1.3 De ecologische crisis

Leerdoelen:

1. Je kunt meerdere vormen van landdegradatie benoemen en uitleggen waarom landdegradatie leidt tot het afnemen of uitsterven van soorten.
2. Je kunt de verschillende soorten milieuvervuiling indelen in de categorieën 'watervervuiling', 'bodemvervuiling' en 'luchtvervuiling'.
3. Je kunt uitleggen hoe een bodem uitgeput kan raken en hoe je dit kunt voorkomen.
4. Je kunt uitleggen hoe het gebruik van kunstmest kan leiden tot eutrofiëring en je kunt benoemen wat hier de gevolgen van zijn.
5. Je kunt uitleggen welke gevolgen verzuring van de oceaan en visserij hebben op het leven in zee.
6. Je kunt benoemen wat de gevolgen zijn van exoten in de natuur.
7. Je kunt benoemen wat de oorzaken zijn van de zesde uitstervingsgolf.

Inleiding

In de vorige paragrafen heb je gezien dat de wereldbevolking in de afgelopen eeuwen sterk is gegroeid en dat dit heeft geleid tot het gebruik van meer land en natuurlijke hulpbronnen. Een aantal gevolgen die dit op de natuur heeft, worden in deze paragraaf besproken. China wordt hierbij vaak als voorbeeld gebruikt. Aangezien een groot deel van de productie voor Nederland is verplaatst naar China, treedt een deel van de gevolgen van de Nederlandse consumptie daar op. In figuur 3.1 kan je kijken naar een overzicht van de verschillende oorzaken van schade aan de natuur en de daarbij behorende gevolgen. In de rest van de paragraaf worden deze oorzaken en gevolgen verder uitgelegd in dezelfde volgorde. Deze volgorde herken je aan de nummering in de tekst.

1. Landdegradatie

Oorzaken

Onder **landdegradatie** verstaan we veranderingen in het landschap die ervoor zorgen dat het landschap minder natuurlijke hulpbronnen kan produceren. Landdegradatie kan zowel door de natuur zelf als door mensen veroorzaakt worden. Een voorbeeld van landdegradatie is **verzilting** van de grond: het zout worden van de bodem of het water. Veel planten kunnen slecht tegen zout, en de gebruikelijke gewassen kunnen dan niet meer op het land groeien. Een andere vorm van landdegradatie is ontbossing, wat plaatsvindt mede doordat mensen steeds meer landbouwgrond willen gebruiken. Op het moment dat de grond gebruikt wordt voor vee, is er al snel sprake van **overbegrazing**: het vee eet het gras dan te snel weg. Dit gebeurt vooral als er te veel vee op een te kleine hoeveelheid grond graast.

Ontbossing en overbegrazing zorgen voor problemen. De wortels van planten en bomen houden de grond normaal gesproken stevig bij elkaar, zodat de grond niet wegspoelt bij een regenbui. Op het moment dat de bomen gekapt worden en het gras opgegeten wordt, spoelt de vruchtbare laag van de bodem dus sneller weg.

Ook kan de toplaag in droge periodes weggeblazen worden door de wind. Het verdwijnen van de bodem door wind, water of ijs noem je **bodemerosie**.

Planten en bomen zorgen daarnaast voor schaduw. Doordat de temperatuur in de schaduw laag blijft, kan er minder water uit de bodem verdampen. Ook zorgt een begroeide bodem ervoor dat regenwater de bodem in kan trekken en niet meteen naar een rivier of beek stroomt. Als de bodem niet begroeid is, spoelt het water snel weg. Ontbossing en overbegrazing kunnen daarom **verdroging** van de bodem als gevolg hebben. Een verdroogde bodem kan het water niet goed meer opnemen, waardoor je meer risico hebt op overstromingen.

Uiteindelijk leiden bodemerosie en verdroging tot **verwoestijning** van gebieden. Vooral in steppegebieden zie je dit gebeuren. In China bestaat inmiddels een derde van het landoppervlak uit woestijn. Deze woestijn breidt zich steeds verder uit door overbegrazing en het onzorgvuldig gebruiken van water. Regelmatig komen zandstormen voor, soms helemaal tot in het stedelijk gebied (figuur 3.4).

	Oorzaak	Gevolgen voor de natuur
1	**Landdegradatie** • Verzilting • Ontbossing • Overbegrazing • Bodemerosie • Verdroging • Bodemuitputting	• Afname planten in gebied • Habitatverlies voor dieren
2	**Milieuvervuiling *(vervuiling van water, bodem en/of lucht)*** • Plasticvervuiling	• Dieren verstrikt in plastic • Dieren eten plastic op
	• Vervuiling met pesticiden	Pesticiden komen in natuur • Insectensterfte • Vogelsterfte
	• Overbemesting	Eutrofiëring • Extreme plantengroei • Sterven van waterdieren Verzuring • Stevigheid eierschalen en botten vogels verloren
	• Verzuring oceanen	• Koralen sterven af
3	**Jacht en visserij (op grote schaal)**	Uitsterven soorten door: • Overbevissing • Jacht
4	**Exoten**	• Inheemse soorten sterven uit • Exoten brengen nieuwe ziektes over

FIGUUR 3.1

Overzicht van oorzaken en gevolgen van schade aan de natuur

Het verhaal van Modou:

Modou is een jongen van 15 jaar oud. Hij leidt inmiddels een gelukkig leven in Senegal, Afrika. Vroeger was dat wel anders…

Senegal heeft een savanneklimaat. Op de savanne staat veel olifantsgras. Verder staan er enorme bomen, zoals de Baobabboom (figuur 3.2). In een paar maanden tijd valt in Senegal een enorme hoeveelheid regen: ongeveer evenveel als normaal gesproken in een jaar in Nederland valt. De rest van het jaar is het droog. De bladeren van bomen en het gras verschrompelen dan helemaal. Dit klimaat maakt Senegal erg gevoelig voor bodemerosie. Zodra bomen gekapt worden en gras weggevreten wordt, blijft de enigszins vruchtbare toplaag van de bodem over. Door de stortbuien in de zomer spoelt deze toplaag weg.

Dit is precies wat er op het land van Modou's ouders gebeurd is toen Modou acht was. Na een slechte oogst hadden de ouders van Modou geen eten meer en ook geen geld om eten te kopen. Na lang wikken en wegen besloten de ouders van Modou om de bomen om hun land heen te kappen en om van het geld wat ze met →

het hout verdienden eten te kopen. Helaas had dit voor hen onverwachte gevolgen. Tijdens de volgende regenperiode spoelde veel van de losse grond op hun land weg. De planten, die op de laatst overgebleven vruchtbare grond stonden, verdroogden doordat ze tijdens de droge periode de hele dag in de volle zon stonden. Modou's ouders werden wanhopig van de honger die het gezin steeds leed. Dit zou niet lang meer goed gaan.

Gelukkig kregen ze hulp uit onverwachte hoek: een neef van de vader van Modou vertelde hen over de stichting Trees for the Future. Deze stichting helpt mensen die op gedegradeerd land wonen om hun land weer te herstellen. Door bomen te planten die tegen de droogte kunnen, wordt water weer vastgehouden. Vervolgens worden in de schaduw van die bomen verschillende soorten eetbare gewassen geplant. In de tussentijd leren mensen over duurzame landbouwtechnieken.

Uiteindelijk wordt er met deze methode een voedselbos gecreëerd met zowel bomen als kleine voedselgewassen. Op deze manier ontstaan er voedselbossen die jaar na jaar voedsel blijven leveren. Modou's ouders hebben het plan van de stichting opgevolgd en hebben nu hun eigen voedselbos (figuur 3.3). Hierdoor hebben ze nu zelfs voedsel over, wat ze verkopen op de markt. Met het geld dat ze hiermee verdienen kunnen ze ervoor zorgen dat Modou nu zelfs naar school kan!

FIGUUR 3.2 *Baobabboom*
© Frysinger, z.d.

FIGUUR 3.3 *Het voedselbos van Modou's ouders*
© Rathi, 2020

FIGUUR 3.4
Zandstorm in China *© Asian News, 2012*

De Gobi-Woestijn, de grootste woestijn van Azië, is 1.295.000 vierkante kilometer groot. Dat is 31 keer zo groot als Nederland.

FIGUUR 3.5

Oorspronkelijk en huidig leefgebied van de reuzenpanda

Gevolgen

Door ontbossing en overbegrazing neemt de hoeveelheid planten in een gebied drastisch af. Hierdoor verliezen veel diersoorten hun habitat: hun natuurlijke leefomgeving. In China is dit bijvoorbeeld gebeurd bij de reuzenpanda (figuur 3.5). De groeiende bevolking van China zorgt ervoor dat het leefgebied van de reuzenpanda's steeds meer ingenomen wordt. Inmiddels zijn de panda's een bedreigde diersoort. Ze leven nog maar in een paar kleine stukjes van hun oorspronkelijke habitat. Veel van de acties van natuurorganisaties zijn nu gericht op herstel van hun oorspronkelijke leefomgeving.

Habitatverlies kan ook plaatsvinden voor dieren die in gebieden woonden die in woestijn zijn veranderd. Om verdere verwoestijning tegen te gaan, is China begonnen met een herbebossingsproject: 'The Green Wall'. Dit is de tegenhanger van 'The Great Wall': de Chinese muur.

FIGUUR 3.6

Microplastics

© Spink, 2019

2 Milieuvervuiling

Mensen lozen vervuilende stoffen in hun omgeving. Dit wordt milieuvervuiling genoemd. Afhankelijk van de locatie van de vervuiling noem je dit luchtvervuiling, watervervuiling of bodemvervuiling. Plasticvervuiling, vervuiling met pesticiden, overbemesting en verzuring van oceanen worden hier uitgelicht.

Plasticvervuiling

Oorzaak

Een belangrijke groep stoffen die in het milieu terechtkomt, komt in een steeds slechter daglicht te staan: plastic. Plastic is gemaakt van aardolie en blijft honderden jaren bestaan. Als het al vergaat, dan valt het in hele kleine stukjes uiteen: microplastics (figuur 3.6). Veel plastic afval komt bedoeld of onbedoeld in de natuur terecht.

Microplastics zijn kleine stukjes plastic die een doorsnede van minder dan 5 millimeter hebben. Microplastics zitten vanwege hun reinigende werking in veel cosmeticaproducten, zoals tandpasta en scrubs. Ook blijken polyester kledingstukken tijdens het wassen veel microplastics af te geven aan het water.

Als je zelf wilt onderzoeken of er plastic in jouw cosmeticaproducten zit, kan je hiervoor de app 'Beat the Microbead' gebruiken.

Gevolgen
Het lozen van giftige of gevaarlijke stoffen in het milieu is voor de natuur niet zonder gevolgen. Inmiddels is er zoveel plastic in zeeën en oceanen terechtgekomen (figuur 3.8), dat er een naam voor is gekomen: de **plastic soep**. De plastic soep is voor al het leven in zee gevaarlijk. Dieren raken verstrikt in grotere stukken plastic en denken dat de kleine stukjes voedsel zijn. Dit zorgt ervoor dat dieren gewond raken of overlijden. Jaarlijks gaan miljoenen dieren uit de zee dood door plastic afval.

95% van de Noordse stormvogels in de Noordzee heeft plastic in zijn maag. Gemiddeld hebben ze 34 stukjes plastic in hun maag!

FIGUUR 3.7

Noordse stormvogel
© Vogels in beeld, 2018

Ook wij als mens zijn niet vrij van plastic. We krijgen wekelijks 2000 microplastics binnen doordat we eten, drinken en ademen. Dit komt overeen met 5 gram microplastics per week, vergelijkbaar met het gewicht van een creditcard.

FIGUUR 3.8

Een rivier in China.
Rivieren vervoeren het plastic vervolgens naar zeeën en rivieren, met als gevolg de plastic soep *© Shen, 2018*

Pesticiden

Oorzaak
Een ander voorbeeld van milieuvervuiling zijn **pesticiden**. Deze stoffen dienen ter bestrijding van onkruid, schimmels en insecten. Ze worden sinds de groene revolutie gebruikt ter bescherming van voedselgewassen.

In Nederland werd in 2016 5,7 miljoen kilo pesticiden gebruikt.

Nederland heeft de hoogste stikstofuitstoot van heel Europa. Per hectare stoten we ongeveer 4 keer zoveel uit als het EU-gemiddelde. Boeren leveren hieraan de grootste bijdrage.

Gevolgen
Pesticiden zorgen ervoor dat de natuur bij de akkers verandert. Zo zorgen ze voor een afname van de hoeveelheid insecten en vogels op en rondom de akkers. Omdat pesticiden vaak langdurig in het milieu blijven zitten, duurt het lang voordat de effecten op de natuur minder worden. Pesticiden kunnen ook gevaarlijk zijn voor de gezondheid van mensen.

Overbemesting

Oorzaak
Op het moment dat een bodem te intensief gebruikt wordt voor landbouw, verdwijnen voedingsstoffen sneller uit de bodem dan dat ze aangevuld kunnen worden door natuurlijke processen. Hierdoor ontstaat **bodemuitputting**. Dit gebeurt vooral op het moment dat er sprake is van het grootschalig verbouwen van één type gewas. Elk type gewas onttrekt namelijk specifieke voedingsstoffen. Voor het aanvullen van voedingsstoffen in de bodem is het daarom beter om gewassen af te wisselen, zoals tijdens de Britse landbouwrevolutie al ontdekt was.

Sinds de intensivering van de landbouw is er nog een manier gevonden om voedingsstoffen aan te vullen in de bodem: kunstmest. Hiermee worden voedingsstoffen, zoals stikstof, toegevoegd aan de bodem. Op die manier wordt de productiecapaciteit van de bodem verhoogd.

FIGUUR 3.9 *Stikstofkringloop*

Helaas heeft het gebruik van kunstmest ook nadelen. Door **overbemesting** komt er te veel stikstof in de bodem terecht. Hierdoor raakt de **stikstofkringloop** uit balans (figuur 3.9).

Gevolgen

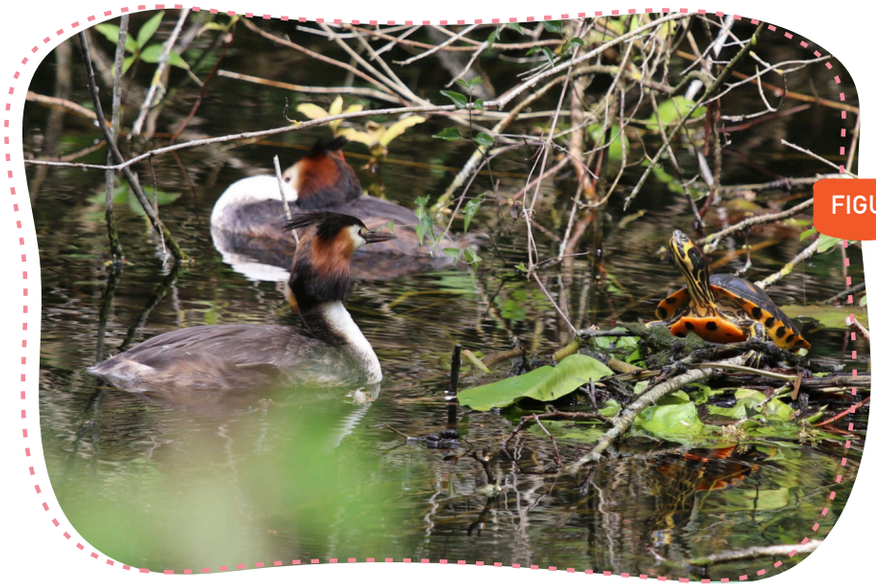
Als de extra stikstof uit kunstmest in de natuur terecht komt, treedt er **eutrofiëring** op: voedselverrijking van het water en de bodem. Dit heeft veel ongewenste gevolgen. In Nederland zie je dat er in de zomer in het geëutrofieerde water enorme plantengroei, van bijvoorbeeld kroos, kan optreden. De enorme hoeveelheid stikstof is hier de oorzaak van. Het water wordt hierdoor onleefbaar voor vissen en andere dieren.

Ook leidt een teveel aan stikstof tot **verzuring** van de bodem, waardoor het kalk in de bodem oplost. Normaal gesproken zorgt kalk voor de stevigheid in eierschalen en in botten. Op het moment dat vogels in erg verzuurde gebieden leven, komen veel eieren niet uit en breken vogels erg snel hun poten (figuur 3.10).

FIGUUR 3.10

Een jonge koolmees met gebroken pootjes door verzuring © Santen, 2017

Door verkeer en industrie komt ook stikstof in de atmosfeer terecht. Op het moment dat je sneller rijdt, stoot je auto meer stikstof uit. Sinds maart 2020 mag je overdag 100 km/uur in plaats van 120 of 130 km/uur op de snelweg rijden. Dit verlaagt de stikstofuitstoot. Goed voor de waterdieren en de vogels!



FIGUUR 3.11

Een geelbuikschildpad (exoot) pikt het nestje van een inheemse fuut

© Buijs, 2020

Verder zorgt een teveel aan stikstof ervoor dat de oorspronkelijke planten uit een gebied niet meer kunnen groeien. Het gebied wordt dan overgenomen door planten die wel tegen veel stikstof kunnen, zoals brandnetels. De dieren die op de oorspronkelijke planten van het gebied woonden, verliezen hun leefgebied of voedsel.

Verzuring oceanen

Oorzaak

Op het moment dat er extra CO_2 in de atmosfeer komt, nemen de oceanen een deel hiervan op. Oceanen worden daardoor zuurder. Doordat de mens veel CO_2 uitstoot, treedt er steeds meer verzuring van oceanen op.

Gevolgen voor de natuur

Kalk lost op in een zure omgeving. Dieren met een schelp of een kalkskelet, zoals koralen, kunnen daardoor steeds minder goed leven. Mede door de verzuring, maar ook door vervuiling en visserij, loopt ongeveer 60% van de koraalriffen nu gevaar om te verdwijnen. Dit zorgt ervoor dat de vissen en andere zeedieren die in en om de koraalriffen leven, kunnen verdwijnen. Verder heeft de verzuring van de oceaan ook voor de mens gevolgen: koraalriffen dienen als natuurlijke bescherming van de kust tegen golven. Op het moment dat het koraal verdwijnt, verdwijnt ook die bescherming.

In 2018 werd er 179 miljoen ton vis opgevist. Dat is evenveel gewicht als 4 miljoen volle vrachtwagens!

Vijf van de acht tonijnsoorten worden met uitsterven bedreigd. Tonijn is dus niet de beste keuze om te eten. Op goedevis.nl kun je kijken welke vissen je kan eten zonder bij te dragen aan overbevissing.

3 Jacht en visserij

Oorzaak

Al sinds de tijd van jagers en verzamelaars wordt er gejaagd op dieren voor vlees, huiden en botten. Ook werd er in de prehistorie al gevist. Met de technologische ontwikkelingen van de mens wordt de strijd tussen mens en dier steeds oneerlijker: door de uitvinding van geweren en door de intensivering van de visserij sterven er steeds meer dieren door toedoen van de mens.

Gevolgen

Jacht en visserij hebben al voor het uitsterven van soorten gezorgd. Zo is de dodo uitgestorven door de jacht en is de Nieuw Zeelandse vlagzalm, deels door overbevissing, uitgestorven. Van andere soorten zijn de aantallen sterk gekrompen.

4 Exoten

Oorzaak

Exoten zijn soorten die van nature niet in een bepaald gebied voorkomen. Zij worden door de mens, met opzet of per ongeluk, meegevoerd naar nieuwe gebieden. Zo zijn in Nederland halsbandparkieten vrijgelaten in meerdere

steden. De halsbandparkieten hebben zich vervolgens in die steden gevestigd. Zij zijn gelukkig geen echte concurrent voor inheemse (oorspronkelijke) Nederlandse vogels. Een dier dat wel concurrent is van Nederlandse soorten is de Amerikaanse rivierkreeft. Hij maakt de waterplanten die andere waterdieren gebruiken kapot en draagt een parasiet bij zich die gevaarlijk is voor de Nederlandse rivierkreeften. Een voorbeeld van een per ongeluk meegevoerde soort is de tijgermug, die via geïmporteerde tropische planten naar Nederland is gekomen.

Doordat mensen steeds meer reizen, komen er steeds meer exoten in gebieden waar ze eerst niet leefden (figuur 3.11). Ook kunnen soorten, door de stijgende temperatuur op aarde, in gebieden leven waar het eerst te koud voor ze was.

Gevolgen

Exoten kunnen ervoor zorgen dat inheemse soorten uitsterven. Ook kunnen geïmporteerde soorten ziektes overbrengen. Een voorbeeld van een exoot die ziektes overdraagt is de tijgermug. Deze mug kan verschillende ziektes overdragen, zoals knokkelkoorts en chikungunya. De mug duikt in steeds meer plekken in Europa op, waaronder Nederland! Hij komt dan bijvoorbeeld via zeecontainers of via caravans het land in. Op dit moment wordt met man en macht geprobeerd de mug te bestrijden, voordat hij permanent hier gaat wonen.

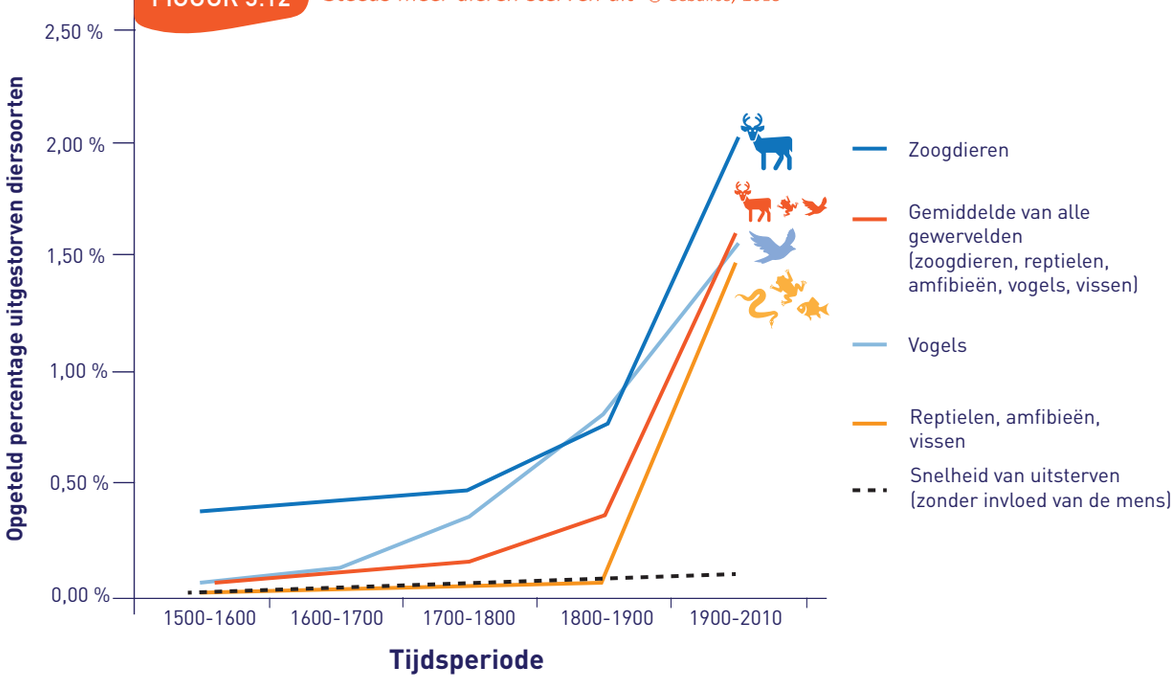
Sommige wilde bijen leven slechts van de nectar en het stuifmeel van één soort bloem. Zo leeft de Lathyrusbij alleen van de nectar en het stuifmeel van de bloem van de Lathyrusplant. Als deze bloem verdwijnt, verdwijnt de bij ook.

Ecologische crisis

Een **uitstervingsgolf** is een periode waarin minimaal 75% van de flora en fauna in het water en op land uitsterft. In het verleden zijn er vijf van dit soort uitstervingsgolven geweest waarbij een groot deel van de planten en dieren verdwenen is. Een bekende uitstervingsgolf vond 66 miljoen jaar geleden plaats na het inslaan van een meteoriet op aarde. Hierdoor verdwenen alle grote niet-vliegende dinosauriërs. De andere vier uitstervingsgolven werden door klimaatverandering veroorzaakt. Veel wetenschappers geven aan dat we sinds 1850 aan het begin van de in de zesde uitstervingsgolf staan. Deze golf wordt veroorzaakt door de mens.

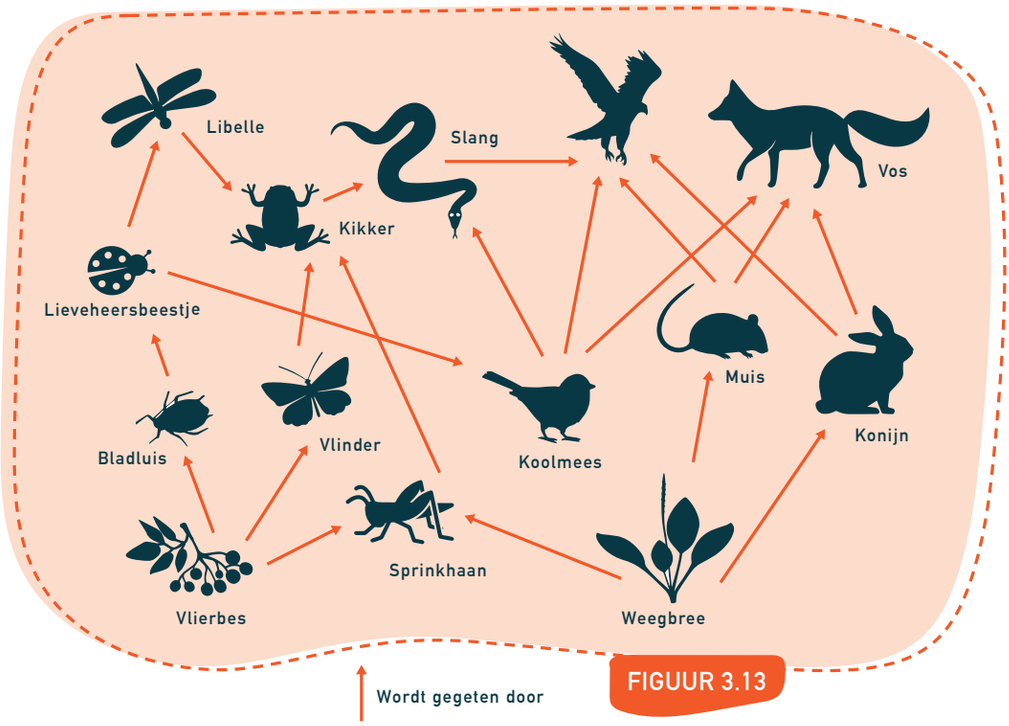
Zoals je gelezen hebt in deze paragraaf, verdwijnt veel natuur door menselijk handelen. Samen met klimaatverandering zorgt dit ervoor dat veel planten en dieren het niet kunnen volhouden. Veel soorten worden op dit moment bedreigd in hun voortbestaan of zijn helemaal uitgestorven.

FIGUUR 3.12 *Steeds meer dieren sterven uit* © Ceballos, 2015



We noemen dit een **ecologische crisis**.
Veel soorten zijn van elkaar afhankelijk, onder andere omdat de ene soort het voedsel is van de andere. Zo eten slangen in Nederland bijvoorbeeld kikkers, die weer sprinkhanen en libellen eten. Dit noemen we ook wel een voedselweb. Net als een spinnenweb is een voedselweb sterker als er meer verbindingen in zitten. Het kan dan beter met veranderingen of schokken omgaan dan een web met weinig verbindingen. Stel, de libelle sterft uit in Nederland, dan kunnen kikkers nog wel sprinkhanen eten. Maar als de sprinkhaan dan ook uitsterft, wordt daarna de kikker bedreigd en daarmee ook de slang. Het uitsterven van één soort bedreigd dus ook het voortbestaan van een andere soort. Dit kan zorgen voor een versnelling van de uitstervingsgolf.

Planten en dieren sterven nu uit in een tempo dat 100 tot 1000 keer hoger ligt dan normaal (figuur 3.12). Uiteindelijk zal door de groeiende wereldbevolking en de verdere opwarming van de aarde het tempo waarmee soorten uitsterven alleen nog maar verder toenemen. Ook voor de mens heeft dit gevolgen, aangezien de mens voor zijn voedsel en materialen van de natuur afhankelijk is. Het is daarom van belang om snel actie te ondernemen om te zorgen dat de uitstervingsgolf geremd wordt.



FIGUUR 3.13
Voedselweb

1.3 Vragen

1. (R) Noem 3 vormen van landdegradatie.

2. (R) a) Wat is de belangrijkste reden voor de afname van het aantal panda's in China? Welke rol speelt landdegradatie daarbij?
b) Met welke maatregelen probeert China ervoor te zorgen dat de panda niet uitsterft?
c) Welke maatregelen kunnen er genomen worden om te zorgen dat insectensoorten niet uitsterven?

3. (T) Maak een stappenplan waarin je uitlegt hoe meer stikstof leidt tot een afname van de hoeveelheid gezonde vogels.
Doe dit als volgt:
Stap 1: toename van stikstof in de bodem
Stap 2: ...

4. (T) Leg uit hoe de toename van de stikstof op het land en de toename van CO_2 in de zee allebei hetzelfde gevolg hebben.

5. (T) Lees het verhaal van Modou. Leg uit waarom het essentieel is dat er eerst schaduwbomen geplant worden.

6. (T) Een fabriek loost de schadelijke stof GenX in een rivier. Welke vorm van vervuiling is dit?

7. (T) Maak een stappenplan van wat er gebeurt bij eutrofiëring. Stap 1 is al gegeven.
Stap 1: Extra stikstof, uit de landbouw of uit uitlaatgassen, wordt toegevoegd in een sloot.
Stap 2: ...

8. (I) Katten waren niet inheems in Australië toen het land door Europeanen werd ontdekt in 1770. Probeer een reden te bedenken waarom er na de introductie van katten na 1770 ineens veel meer inheemse vogelsoorten uitstierven. Leg hierbij ook uit waarom het meespeelde dat de inheemse vogelsoorten geen katten kenden.

9. (I) Leg uit waarom een project zoals Trees for the Future mensen zelfstandiger maakt dan wanneer er alleen voedsel uitgedeeld zou worden.

10. (I) Gebruik pagina 53 van **de Bosatlas van de Duurzaamheid**. Bestudeer het stukje tekst wat gaat over figuur 7-9 en figuur 9 zelf.
a) Welke twee landen zorgen voor de meeste plasticvervuiling in zee?
b) Wat is een gyre?
c) In het stukje tekst wordt beschreven "Daar breekt het [plastic] niet af, maar valt het uiteen in kleine deeltjes...". Hoe heten die deeltjes?

11. ★ Een vogel eet graag lieveheersbeestjes. Een lieveheersbeestje eet graag bladluis. De bladluis eet graag bladeren van planten.
a) Wat gebeurt er met de voedselvoorziening van de vogels als de planten door langdurige droogte afsterven?
b) Wat zou uiteindelijk het gevolg kunnen zijn als er door klimaatverandering steeds meer langdurige periodes van droogte optreden?
c) Hoe is het uitsterven van één soort verbonden met het uitsterven van andere soorten? Gebruik in je antwoord het begrip 'uitstervingsgolf'.

12. ★ Gebruik pagina 81 van **de Bosatlas van de Duurzaamheid**. Bekijk de figuur en lees het stukje tekst.
a) Leg uit dat er meer binnendringend zout water en dus meer verzilting van de bodem is bij een stijgende zeespiegel.
b) Leg uit waarom je de nieuwe waterweg zou afsluiten om verzilting tegen te gaan.
c) Leg uit waarom je het waterpeil in het IJsselmeer zou verhogen om verzilting tegen te gaan.

1.3 Begrippenlijst

Bodemerosie
Het verdwijnen van de vruchtbare bovenste laag van de bodem door wind, water of ijs.

Bodemuitputting
Het proces waarbij er sneller voedingsstoffen uit de grond worden gehaald dan dat ze aangevuld kunnen worden.

Bodemvervuiling
Het lozen van vervuilende stoffen in de bodem.

Ecologische crisis
Het op grote schaal veranderen en verdwijnen van de leefomgeving, met daarbij het uitsterven van de planten en dieren die erin voorkomen.

Eutrofiëring
Verrijking van de bodem met voedingsstoffen.

Exoten
Soorten die van nature niet in een bepaald gebied voorkomen.

Habitat
Het natuurlijke leefgebied van een diersoort.

Herbebossingsproject
Project waarbij (natuurlijke) plantensoorten teruggeplant worden in een bepaald gebied waar eerder ontbossing heeft plaatsgevonden.

Inheemse soort
Soorten die van nature in een bepaald gebied voorkomen.

Landdegradatie
Veranderingen in het landschap die ervoor zorgen dat het landschap minder natuurlijke hulpbronnen kan produceren. Dit kan zowel door de natuur als de mens komen.

Luchtvervuiling
Het lozen van vervuilende stoffen in de lucht.

Milieuvervuiling
Het vervuilen van het milieu (bodem, water en lucht) door de mens.

Overbegrazing
Langdurige, intensieve begrazing door planteneters, waardoor de vegetatie (gras en andere planten) de kans niet krijgt zich te herstellen.

Pesticiden
Stoffen die onkruid, schimmels en insecten bestrijden. Pesticiden worden veel gebruikt in de landbouw.

Plastic soep
De vervuiling van zeeën en oceanen met grote hoeveelheden plastic.

Stikstofkringloop
De kringloop van stikstof in de natuur.

Uitstervingsgolf
Een periode waarin minimaal 75% van de flora en fauna in het water en op het land uitsterft.

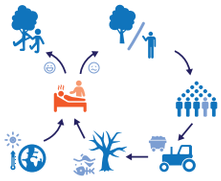
Verdroging
Het uitdrogen van de bodem.

Verwoestijning
Het uitbreiden of ontstaan van woestijngebieden.

Verzilting
Het zout worden van bodem of water.

Verzuring
Het zuurder worden van bodem of water.

Watervervuiling
Het lozen van vervuilende stoffen in het water.



1.4 Gevolgen voor de mens

Leerdoelen:

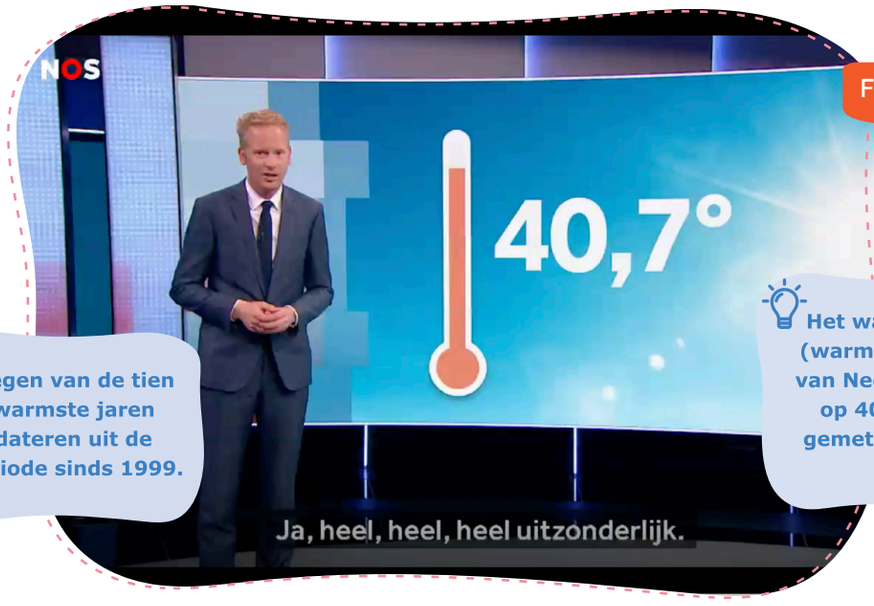
1. Je kunt uitleggen wat modellen en scenario's zijn en waarom klimaatwetenschappers deze gebruiken.
2. Je kunt beschrijven wat het business as usual scenario is.
3. Je kunt van de volgende thema's beschrijven wat de gevolgen zijn van de ecologische crisis en de klimaatcrisis voor mensen:
   - Hitte
   - Voedsel
   - Biodiversiteitsverlies
   - Zeespiegelstijging
   - Bosbranden
4. Je kunt het verband tussen de ecologische en klimatologische crisis met conflicten en klimaatvluchtelingen beschrijven.

Inleiding

Je kunt je misschien afvragen waarom het verliezen van plant- en diersoorten, of het veranderen van het klimaat nu zo'n punt is voor mensen. In deze paragraaf ga je die vraag beantwoorden. In de voorgaande paragrafen heb je geleerd over de ecologische crisis, in deze paragraaf komen de gevolgen van de ecologische en de klimaatcrisis voor de mens samen. De klimaatcrisis en de ecologische crisis zijn namelijk lastig los van elkaar te zien als je kijkt naar de gevolgen van deze twee crisissen voor de mens. Zo heb je aan het einde van de paragraaf een idee van de risico's van de klimaatcrisis en ecologische crisis voor mensen nu en in de toekomst. Aangezien de mens en de natuur op enorm veel verschillende manieren met elkaar verbonden zijn, maakt dit boek een keuze voor een aantal onderwerpen.

Scenario's

We merken nu en in de toekomst gevolgen van de schade die de mens aan de natuur brengt. De gevolgen van de klimaat- en ecologische crisis in de toekomst bestuderen we onder andere met behulp van modellen en **scenario's**. Scenario's zijn verschillende mogelijke toekomst-paden waarin de gevolgen van onze manier van leven zichtbaar worden. Deze manier van studeren is lastiger dan het bestuderen van bijvoorbeeld een medicijn. Bij het bestuderen van een medicijn kan je verschillende proefdieren en proefpersonen gebruiken. Bij het bestuderen van klimaatverandering kan je niet meerdere aardes vergelijken. We hebben er immers maar één.



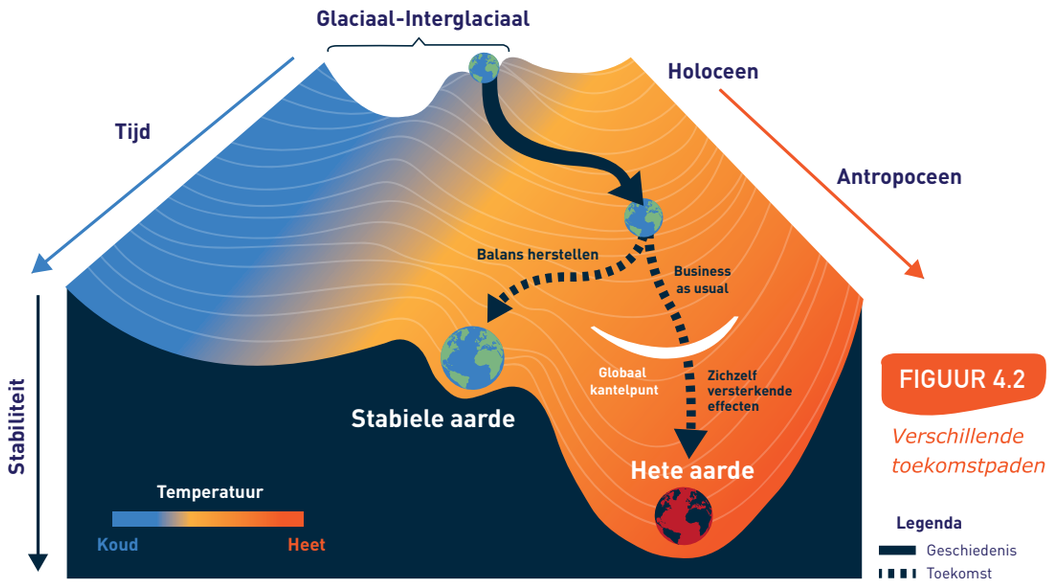
FIGUUR 4.1

Nieuw warmte-record in Nederland

© NOS, 2019

Negen van de tien warmste jaren dateren uit de periode sinds 1999.

Het warmterecord (warmste dag ooit) van Nederland staat op 40,7 graden, gemeten op 25 juli 2019.



FIGUUR 4.2
Verschillende toekomstpaden

Doordat we maar één aarde hebben, moeten de klimaatwetenschappers met hulp van computers de toekomst **modelleren**.

Modelleren is een techniek die wordt gebruikt om de mogelijke toekomst te voorspellen van een systeem. Je doet dit door de wereld zo goed mogelijk na te bootsen in een computer, om vervolgens te kijken wat er gebeurt als je iets in het model veranderd. Je kunt het vergelijken met een model van de wereld wat in computerspellen wordt gemaak. Als je de zwaartekracht in dat model aanpast, kan je bijvoorbeeld veel hoger springen. Als je de hoeveelheid CO_2 aanpast, wordt het bijvoorbeeld veel warmer. Door gebruik te maken van modellen van verschillende scenario's, kunnen wetenschappers bijvoorbeeld voorspellen wat de verwachte zeespiegelstijging is. Voor het kijken naar de toekomst gebruik je in dit boek het '**business as usual**' scenario. Dit is een scenario waarbij wij als mensen geen grote veranderingen in onze manier van leven aanbrengen, en doorgaan op de wijze waarop we nu leven. Het is belangrijk om hier te benoemen dat we door nu duurzame keuzes te maken, een business as usual scenario kunnen voorkomen.

In figuur 4.2 zie je de aarde als een soort knikker in een knikkerbaan door de tijd heen rollen. Het Holoceen is de periode van de afgelopen 11.700 jaar. Het Antropoceen is de tijd vanaf nu waarin de mens een grote invloed heeft op het klimaat. Voor 1900 slingerde onze knikker van links naar rechts in de linker goot, en slingerden we dus van glaciaal naar interglaciaal. Het uitstoten van CO_2 heeft ons richting de rechter goot geduwd. Het is door duurzame keuzes nog goed mogelijk om links van de hete aarde toestand te blijven. Het lastige is dat het moeilijk te voorspellen is waar de kantelpunten liggen waarna de aarde sneller gaat opwarmen.

Als je figuur 4.2 bekijkt, zie je dat de er in de toekomst twee paden zijn voor de aarde: We kunnen verdergaan met 'business as usual' of we herstellen de balans op aarde. In deze paragraaf bestuderen we welke gevolgen er op dit moment al voor de mens zijn, maar ook welke gevolgen er in de toekomst zijn als het 'business as usual' scenario uitkomt.

Gevolgen klimaatcrisis en ecologische crisis

Hitte

Als het warm is buiten, moeten mensen ervoor zorgen dat zij genoeg afkoelen. Onze lichaamstemperatuur moet namelijk constant blijven. Dit koelen werkt alleen als de omgevingstemperatuur en luchtvochtigheid laag genoeg zijn. Door het opwarmen van de aarde gaat de gemiddelde temperatuur op aarde omhoog. Hierdoor hebben we te maken met een toename in de hoeveelheid en hevigheid van **hittegolven** (figuur 4.1). Door de toename van hittegolven overlijden er steeds vaker mensen als gevolg van hitte. Vooral oudere mensen overlijden, omdat ze gevoeliger zijn voor oververhitting.

Sinds 1980 is het aantal gevaarlijke hittegolven op de wereld vervijftigvoudigd. In Europa zijn de vijf warmste zomers sinds het jaar 1500 allemaal na 2002 geweest. Nu al leiden deze hittegolven in Europa tot veel dodelijke slachtoffers. Zo kwamen er tijdens de warme

FIGUUR 4.3

Door droogte kunnen de oogsten mislukken
© Wiepkema, 2019

zomer van 2003 tussen de 35.000 en 70.000 mensen om door hitte. Met een gemiddelde temperatuur van 11,7 °C was 2014 samen met 2020 in Nederland het warmste jaar sinds we begonnen zijn met meten in 1901. Doordat het klimaat aan het opwarmen is, zal een zomer als die in 2003 in Europa of een warm jaar als 2014 of 2020 in Nederland, steeds vaker voorkomen.

Voedsel

Als mens zijn we afhankelijk van voedsel om onze magen te vullen. De klimaatcrisis en ecologische crisis hebben veel invloed op de temperatuur, neerslag, biodiversiteit en de degradatie van land. Veranderingen in deze vier zaken kunnen ervoor zorgen dat de **landbouwproductiviteit** (figuur 4.3) veranderd. Zo kan de hoeveelheid voedsel die een boer op een akker kan produceren af of toenemen. Een ander voorbeeld van invloed van klimaatverandering op het beschikbaar zijn van voedsel, is dat de wereld bijvoorbeeld haar koraalriffen verliest als de aarde 2 graden opwarmt. De wereld behoudt nog maar 10 tot 30% van haar koraalriffen behoudt bij 1,5 graad opwarming. Deze koraalriffen zijn kraamkamers voor vissen, en grote groepen mensen die in de buurt van de riffen wonen, zijn voor hun dagelijks voedsel afhankelijk van deze vis.

Temperatuur

Hoewel de wetenschap hier nog erg onzeker over is en het verschilt per type plant en klimaat, kan je als vuistregel nemen dat de opbrengst van een plant met 10% afneemt als de temperatuur met 1 graad toeneemt. Dit komt omdat planten **optimale groeitemperaturen** kennen: bij een bepaalde temperatuur groeit een plant het beste en levert ze dus het meeste voedsel op. De gebieden met optimale groeitemperaturen voor tarwe schuiven nu bijvoorbeeld met een snelheid van 250 kilometer per 10 jaar richting de Noord- en Zuidpool. Dit betekent dat in het jaar 2100 de optimale groeitemperatuur van tarwe, in het business as usual scenario, 2000 kilometer is opgeschoven. Op de plek waar je voorheen tarwe verbouwde, moet je als boer dan andere gewassen gaan kweken. Dit zorgt ervoor dat Nederland bijvoorbeeld steeds geschikter wordt voor het verbouwen van druiven en het maken van wijn.

Neerslag en droogte

Bij het opwarmen van de aarde verandert niet alleen de temperatuur, maar verandert ook de mate waarin neerslag valt. Het water voor landbouwgewassen is wereldwijd voor 80% afkomstig van neerslag. De voorspelling is dat er steeds meer extreme droogte, extreme regenval en overstromingen voor gaan komen. Daarnaast is het voor boeren erg belangrijk dat regen goed te voorspellen is. Hierdoor kunnen ze op het juiste moment zaaien en oogsten. Door de opwarming wordt de hoeveelheid regen en het moment van regenen echter lastiger te voorspellen. Dit maakt dat oogsten steeds vaker dreigen te mislukken door een tekort aan of juist overvloed aan neerslag. Zo was de oogst van maïs in de vallei van de rivier de Po (Italië) tijdens de hittegolf van 2003 bijvoorbeeld 36% lager. Een ander belangrijk effect van opwarming is ook dat verdamping toeneemt.

FIGUUR 4.4

Steeds meer insecten worden met uitsterven bedreigd *© Hettler, 2021*

Nederland heeft bijvoorbeeld meer neerslag dan 50 jaar geleden, maar door meer verdamping is de droogte gemiddeld ook toegenomen.

Biodiversiteit

Zoals in de vorige paragraaf beschreven, sterven er door de ecologische crisis veel planten en diersoorten uit. We zitten hierdoor in een uitstervingsgolf waarbij de biodiversiteit daalt. Voor het maken van voedsel is biodiversiteit op veel verschillende manieren belangrijk.
Het volgende voorbeeld maakt de onderlinge afhankelijkheid van mens en dier duidelijk.
Veel van ons voedsel wordt door onder andere bijen, hommels en vlinders bestoven. De groep insecten die bestuiven, noem je ongewervelde bestuivers. Van de ongewervelde bestuivers wordt 40% met uitsterven bedreigd (figuur 4.4). Dit heeft ook gevolgen voor mensen, aangezien ruim 75% van onze landbouwproducten afhankelijk is van deze bestuivers. Hieronder vallen bijvoorbeeld fruit, groente, koffie, cacao en noten. Als de bestuiving minder wordt, moeten we het bestuiven als mens zelf gaan doen. Dit is alleen veel duurder en zorgt voor een een lagere landbouwproductiviteit.
In de vorige paragraaf leerde je over land-degradatie. De gevolgen van landdegradatie voor mensen zijn, net als de gevolgen van biodiversiteitsverlies, talrijk. Meer dan 50% van de landbouwgrond is tegenwoordig matig tot zwaar gedegradeerd. Hierdoor hebben 1,5 miljard mensen te kampen met minder voedsel door minder goede oogsten. Per jaar gaat er nu zo'n 12 miljoen hectare aan landbouwgrond, vooral rond de grote woestijnen, aan droogte en verwoestijning verloren.

Zeespiegelstijging en wonen aan zee

Doordat het warmer wordt, stijgt de zeespiegel. Zeespiegelstijging heeft twee oorzaken: het smelten van landijs en het uitzetten van warm water. Geschat wordt dat de zeespiegel in 2100 tussen de 0,5 en 3,0 meter is gestegen. Om de hoogte beter te kunnen voorspellen, wordt bijvoorbeeld het smelten van de ijskappen op de Zuidpool erg goed in de gaten gehouden.
De zeespiegelstijging heeft grote gevolgen voor mensen die aan de kust wonen (figuur 4.5). De uiteindelijke zeespiegelstijging is sterk afhankelijk van hoeveel broeikasgassen we in de toekomst nog uitstoten.
Wetenschappers kunnen goed inschatten hoeveel ijs uiteindelijk smelt bij een bepaalde hoeveelheid opwarming. Hierdoor kun je meten hoeveel zeespiegelstijging er in elk scenario opgesloten zit (locked in). Hoe snel de grote ijskappen rond de Noord- en Zuidpool smelten, is echter heel moeilijk in te schatten. Dit komt bijvoorbeeld omdat we niet precies weten hoe snel de gletsjers reageren op opwarming. Zo kan het ijs van Groenland in enkele honderden jaren smelten, maar dit kan ook langer duren.

FIGUUR 4.5 *Kustgebieden worden steeds meer bedreigd* © Haijtema, 2021

Opwarmings-scenario's (°C)	Locked-in zeespiegelstijging (meters)		Hoeveel mensen er in 2010 leven in een gebied wat uiteindelijk onder de zeespiegel komt te liggen (miljoenen)	
1.5	2.9	1.6 - 4.2	137	51 - 291
2	4.7	3.0 - 6.3	280	130 - 458
3	6.4	4.7 - 8.2	432	255 - 597
4	8.9	6.9 - 10.8	627	470 - 760

Lichtblauwe kolommen geven de marge waartussen wetenschappers denken dat dit getal valt.

FIGUUR 4.6

Zeespiegelstijging en migratie

© Strauss et al, 2015

Wereldwijd liggen veel grote steden aan de kust. Dit zijn bijvoorbeeld Rotterdam, Amsterdam, London, Shanghai, New York of Mumbai. In 2010 woonden bijvoorbeeld meer dan 600 miljoen mensen lager dan 9 meter boven zeeniveau. Door te berekenen hoeveel meter de zeespiegel stijgt in verschillende scenario's, kun je inschatten hoeveel mensen moeten verhuizen (figuur 4.6). De zeespiegelstijging in figuur 4.6 kan nog hoger worden als het westen van de Zuidpool sneller smelt dan gedacht. Of dit iets is om rekening mee te houden, wordt door veel klimaatwetenschappers op dit moment scherp in de gaten gehouden.

Bosbranden

De afgelopen jaren heb je vast beelden gezien van de grote bosbranden in Australië, in het Amazonegebied of in het Noordpoolgebied (figuur 4.8). Door het opwarmen van de aarde krijgen verschillende bosrijke gebieden te maken met hogere temperaturen en droogte. Door deze droge bossen neemt de kans op bosbranden toe.

Bosbranden zijn in principe een natuurlijk en normaal fenomeen, maar de hoeveelheid en de grootte van de branden neemt steeds verder toe. Bossen zijn van nature plekken waar de natuur CO_2 opslaat. Zo'n plek waar van nature CO_2 wordt opgeslagen noem je een **koolstofput**. Als een bos brandt komt deze opgeslagen CO_2 weer vrij. Door meer en grotere branden kunnen bossen in de toekomst juist een **koolstofbron** worden: een plek waar de natuur CO_2 afgeeft aan de atmosfeer.

De bosbranden zijn ook direct gevaarlijk voor mensen. Tijdens de bosbranden in Californië in 2020 hebben bijvoorbeeld veel mensen een lange tijd veel rook ingeademd. Geschat wordt dat jaarlijks wereldwijd 260.000 tot 600.000 mensen vroeg overlijden door het inademen van rook door natuurbranden. Ook is de economische en emotionele schade groot door bijvoorbeeld huizen die verloren gaan in een grote bosbrand.

Conflicten en klimaatvluchtelingen

Wetenschappers kunnen de gevolgen van de ecologische crisis en klimaatcrisis niet één op één verbinden met een bepaalde natuurramp of oorlog. Zo kun je niet zeggen dat de hete zomer in Europa van 2003 komt door klimaatverandering. Je kunt alleen aangeven

Wist je dat Mangrove-bossen langs de kust, de kust beschermen tegen de golven? Door het verdwijnen van mangrovebossen eroderen kusten en komen grote delen van kustgebieden steeds meer onder water te staan.

FIGUUR 4.7 *Mangrovebossen*

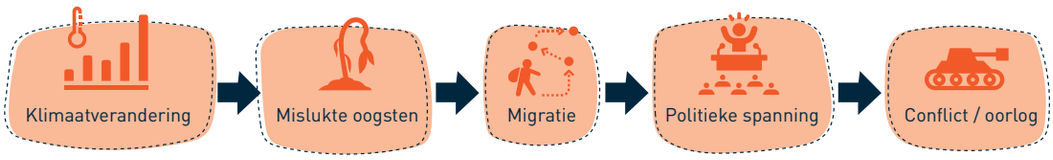
© MO, 2014

FIGUUR 4.8

Bosbranden in Australië

© NRC, 2019

FIGUUR 4.9 *Bedreigingsversneller*



dat de kans op een zomer als die van 2003, toeneemt. Voor de industriële revolutie, toen we begonnen met het op grote schaal opstoken van fossiele brandstoffen, waren er immers ook al hete zomers. De kans op hete zomers was toen wel kleiner.

Op eenzelfde manier kan je niet zeggen dat de recente burgeroorlog in Syrië komt door klimaatverandering. De burgeroorlog was vooral toe te schrijven aan het slechte bestuur van het land. Voordat de oorlog uitbrak had Syrië een aantal jaren van ernstige droogte achter de rug. Deze droogte leidde tot mislukte oogsten, waardoor veel boeren moesten verhuizen naar de stad. Doordat er in de stad geen werk was, liepen spanningen tussen groepen mensen op, wat in Syrië resulteerde in oorlog.

De dreiging van klimaatverandering voor onze veiligheid wordt door veschillende legerleidingen op dit moment intensief bestudeerd. De gevolgen van klimaatverandering worden door het Amerikaanse ministerie van defensie een **bedreigingsversneller** genoemd. Dit betekent dat door de opwarming de kans op oorlog en conflicten groter wordt (figuur 4.9). Ook in de Nederlandse legertop wordt rekening gehouden met een toename in migratie en oorlog. Wat Tom Middendorp, een Nederlandse generaal hierover zegt, zie je in figuur 4.10.

"Ieder mens wil nou eenmaal voedsel, water, onderdak en veiligheid. En op het moment dat het klimaat verandert - wat duidelijk gebeurt - veranderen natuurlijke hulpbronnen. Vooral in ontwikkelingslanden verslechteren deze, moeten mensen worstelen om te overleven en verliezen ze hoop. Het gevolg is dat ze in beweging komen, of ruzie krijgen over schaarse middelen, of op een andere manier hun gezin moeten onderhouden. Hoe dan ook komen mensen in elkaars vaarwater en ontstaat er spanning. Conflicten liggen dan al snel op de loer."

FIGUUR 4.10

Generaal Middendorp
© Kaaij, 2017

Doordat mensen niet meer in hun levensbehoeften kunnen voorzien, is er niet alleen meer kans op oorlog, maar gaan ook meer mensen vluchten. Deze mensen noemen we **klimaatvluchtelingen**. De voorspellingen zijn dat er in 2050, bij het business as usual scenario, wereldwijd tussen de 140 en de 200 miljoen klimaatvluchtelingen op zoek zijn naar een veilige en leefbare plek. Als je dit vergelijkt met de aan de Syrische burgeroorlog verbonden Europese vluchtelingencrisis van 2015, is de hoeveelheid toekomstige klimaatvluchtelingen in de toekomst veel hoger. In 2015 kwamen iets meer dan één miljoen vluchtelingen langs of over de Middellandse zee richting Europa.

FIGUUR 4.11

Het droge klimaat in Somalië zorgt voor te weinig voedsel *© Oxam, 2021*

FIGUUR 4.12

Mensen lopen door overstroomde straten in Houston *© AFP, 2017*

1.4 Vragen

1. (R) Wat zijn scenario's?

2. (R) Wat is het business as usual scenario?

3. (T) Gezien de verschillende hitterecords zich de afgelopen jaren rap opvolgen, is het heetste jaar gemeten in Nederland (2020) eventueel al ingehaald door een warmer jaar.
Zoek op internet op of de jaren sinds 2020 warmer of kouder zijn dan het jaar 2020.

4. (R) Wat is landbouwproductiviteit?

5. (R) Op welke volgorde vinden deze onderdelen van de bedreigingsversneller plaats?
Migratie
Klimaatverandering
Conflict/oorlog
Mislukte oogsten
Politieke spanning

6. (R) Waar komen de eerste klimaatvluchtelingen vooral vandaan? Leg uit waarom deze vluchtelingen vooral daar vandaan komen.

7. (T) Welke klimaatscenario's vind je in figuur 4.1?

8. (T) Waarom wordt Nederland steeds geschikter voor het maken van wijn? Gebruik het woord 'optimale groeitemperatuur'.

9. (T) Waarom is het voor boeren belangrijk dat regen goed te voorspellen is?

10. (T) Hoe kunnen bossen CO_2 gaan uitstoten in plaats van opslaan? Gebruik de woorden koolstofput, koolstofbron en bosbranden.

11. (T) Bekijk figuur 4.6.
a) Wat betekent in deze tabel het begrip 'locked in'?
b) Waarom moeten grote aantallen mensen verhuizen als de zeespiegel stijgt?
c) Wat kan een burgemeester van een stad die onder water dreigt te lopen doen om dit te voorkomen? Noem één mitigatiemaatregel en één adaptatiemaatregel.

12. (I) Waarom gebruiken klimaatwetenschappers scenario's van verschillende toekomsten?

13. (I) Waarom stijgt de zeespiegel niet of nauwelijks door het smelten van zee-ijs?

14. ★ Waarom neemt de landbouwproductiviteit in landen als Rusland, Groenland en Canada toe door klimaatopwarming? Gebruik de woorden: hoge breedte, toendra, taiga, permafrost en optimale groeitemperaturen.

1.4 Begrippenlijst

Bedreigingsversneller
De oorzaak-gevolg relatie die verklaart hoe klimaatverandering leidt tot meer conflict en oorlog.

Business as usual
Een scenario waarbij we voortgaan op de weg die we nu als mensen bewandelen en we geen grote veranderingen doorvoeren in onze manier van leven.

Hittegolf
Een lange periode van abnormaal warm weer.

Klimaatvluchtelingen
Mensen die moeten migreren door klimaatopwarming.

Scenario
Een verzameling van aannames over beslissingen en aanpassingen die samen een beeld schetsen hoe de toekomst eruit zou kunnen gaan zien.

Koolstofbron
Een gebied dat meer CO_2 uitstoot dan dat het gebied opneemt.

Koolstofput
Een gebied dat meer CO_2 opneemt dan dat het gebied uitstoot.

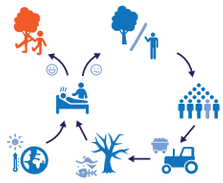
Landbouwproductiviteit
De hoeveelheid kwaliteits-voedsel wat een boer op een akker kan produceren.

Locked in
Een bepaald gevolg dat in een bepaald scenario opgesloten zit. Bijvoorbeeld een aantal meters zeespiegelstijging bij een opwarming van 3 graden.

Modelleren
Een techniek die wordt gebruikt om de mogelijke toekomst te voorspellen van een systeem.

Optimale groeitemperatuur
De temperatuur waarbij een landbouwgewas het beste groeit en het meeste oplevert.

1.5 Oplossingen voor de ecologische crisis



Leerdoelen:

1. Je kunt de vier ruimtelijkheden op aarde benoemen.
2. Je kunt vijf manieren beschrijven waardoor er weer balans komt tussen mens en natuur:
   a) Meer (beschermde) natuurgebieden en betere bescherming van natuurgebieden.
   b) Meer landbouw en winning van grondstoffen en materialen in de stad, zodat er ruimte vrijkomt voor natuur.
   c) Andere invulling van de landbouw:
      I) Land sparing: efficiënte landbouw, meer ruimte voor natuur.
      II) Land sharing: landbouw en natuur samen op hetzelfde land.
   d) Meer bescherming van de natuur bij het gebruik van natuurlijke hulpbronnen.
   e) Meer natuur in de stad.

Inleiding

Op dit moment is de balans tussen mens en natuur zoek. Je weet intussen dat dit komt door het groeiende aantal mensen op aarde, die om steeds meer landbouw, industrieën en ruimte voor steden vraagt. Dit alles vraagt veel van de natuur. Eén van de gevolgen is dat veel plant- en diersoorten uitsterven. Dit uitsterven, in combinatie met het snel veranderende klimaat, zorgt ervoor dat wij als mens nu ook steeds grotere problemen ervaren. Dit heb je geleerd in de vorige paragraaf. We zijn als mens onlosmakelijk verbonden met de natuur, maar zijn er ook van afhankelijk. Hierdoor is het belangrijk dat we de natuur blijven behouden en voldoende ruimte geven. Doen we dat niet, dan brengen we ook onszelf steeds verder in gevaar. Op welke manier we de natuur meer én op betere manieren ruimte kunnen geven, leer je in deze paragraaf.

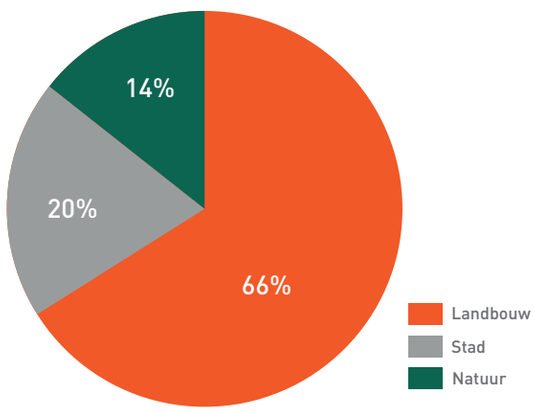
De vier ruimtelijkheden

Als we naar de aarde kijken kunnen we deze verdelen in vier ruimtelijkheden:

- **Stad**
- **Landbouw**
- **Gebieden met natuurlijke hulpbronnen**
- **Natuur**

De **stad** is de door de mens bebouwde omgeving. Mensen wonen en leven in deze omgeving. **Landbouw** bestaat uit gebieden waar het land wordt aangepast voor de productie van dieren en planten ter consumptie. Met gebieden met **natuurlijke hulpbronnen** worden natuurlijke plekken bedoeld waar mensen hun producten en grondstoffen vandaan halen. Je kunt hierbij bijvoorbeeld denken aan gebieden waar gevist wordt of aan mijnbouw- of bosbouwgebieden. Bovenstaande drie ruimtelijkheden worden dus beïnvloed door de mens.

Natuur is al het landschap, met de daarin levende soorten, wat de mens niet heeft aangetast. Als je dus door een productiebos loopt, waarin bomen zijn aangeplant voor de houthandel, loop je door een gebied met natuurlijke hulpbronnen. Als je door een mooi bos loopt waar de planten en dieren niet aangetast worden en waar alleen wat wandelaars en fietsers komen, ben je in de natuur. Tijdens een onderzoek uit 2018 bleek dat Nederland voor 81% uit land en voor 19% uit water bestaat. Van het land is 66% landbouwgrond. Verder bestaat 20% van het land uit bebouwde omgeving, zoals steden, dorpen, industrie en wegen. Dit valt onder de ruimtelijkheid 'stad'. De overige 14% van het land bestaat uit natuur (figuur 5.1).



FIGUUR 5.1 *Percentage landgebruik in Nederland*

Om te zorgen dat de ernst van de ecologische crisis afneemt, is er meer ruimte voor de natuur nodig. Alleen op deze manier kunnen planten en dieren zich herstellen. Dit kan op verschillende manieren:

1. Meer (beschermde) natuurgebieden en betere bescherming van natuurgebieden
2. Meer landbouw en winning van grondstoffen en materialen in de stad, zodat er ruimte vrijkomt voor natuur.
3. Andere invulling van de landbouw:
   - Land sparing: efficiënte landbouw, meer ruimte voor natuur
   - Land sharing: landbouw en natuur samen op hetzelfde land
4. Meer bescherming van de natuur bij het gebruik van natuurlijke hulpbronnen
5. Meer natuur in de stad

Deze 5 opties worden in figuur 5.3 verder toegelicht en in deze paragraaf verder besproken.

FIGUUR 5.2

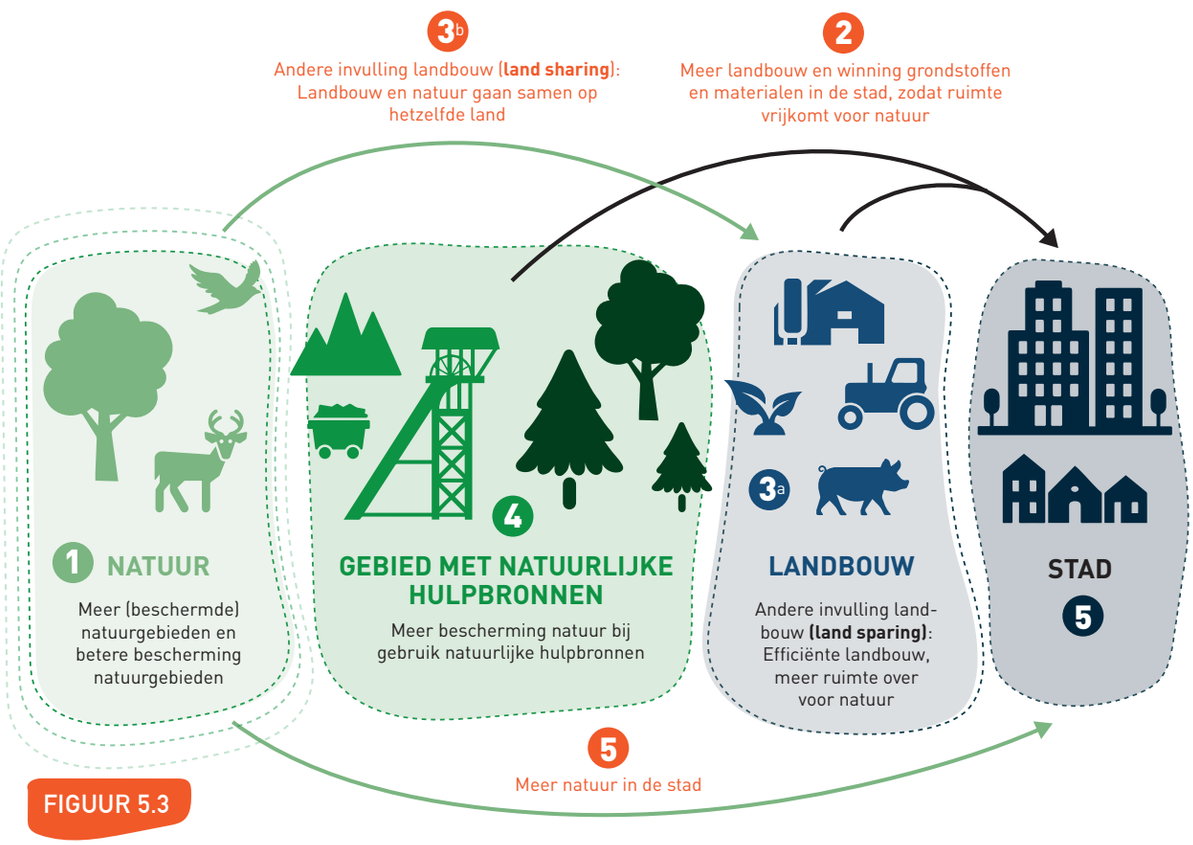
De otter is niet langer 'verdwenen' in Nederland en ook niet meer bedreigd

© NU.nl, 2020

1 Meer (beschermde) natuurgebieden en betere bescherming van natuurgebieden

In 2017 bleek dat ongeveer 8% van het land in Nederland een beschermd natuurgebied was. In deze **Natura 2000-gebieden** worden dieren, planten en hun natuurlijke leefomgeving zo veel mogelijk beschermd om hun soortenrijkdom te behouden. In combinatie met de Natura 2000 gebieden in het water had Nederland in 2017 ongeveer 13,3% aan beschermd natuurgebied.

Voorbeelden van Natura 2000-gebieden in Nederland zijn de Veluwe en de Waddenzee. Nederland heeft in 1992 een verdrag getekend waarin is afgesproken dat we in 2020 17% van heel Nederland hebben ingericht als beschermd natuurgebied.



FIGUUR 5.3

De 4 ruimtelijkheden en natuurherstel

Op dit moment bestaat de natuur in Nederland uit veel kleine natuurgebieden die niet met elkaar in verbinding staan. Er heeft **natuurversnippering** plaatsgevonden. De natuur wordt er sterker van als die gebieden weer met elkaar in verbinding komen: soorten kunnen dan verplaatsen tussen de gebieden, bijvoorbeeld bij droogte of gebrek aan voedsel.

Om die uitwisseling te laten plaatsvinden, worden er in Nederland veel ecoducten en wildtunnels aangelegd (figuur 5.4 en 5.5). Dit zijn plekken waar dieren veilig een weg over kunnen steken. Bij een ecoduct gaat de weg onder een veilige natuurpassage door, bij een wildtunnel kunnen de dieren via een tunnel onder de weg oversteken.

Een ander voorbeeld van uitwisseling van natuur is via dijken en akkerranden. Eerder waren dijken vaak bedekt met gras, maar nu worden er bloemenmengsels ingezaaid. Bijen en andere vliegende insecten hebben daardoor meer stuifmeel en nectar om van te eten. Hetzelfde gebeurt aan de randen van akkers, naast de wegen die door of langs de akkers lopen. Ook daar worden bloemenmengsels ingezaaid. Hierdoor ontstaat er dus meer ruimte voor de natuur. Op het moment dat die **bloeiende akkerranden** (figuur 5.6) goed onderhouden worden, zorgt het voor een toename van vliegende insecten, zowel in de akkerranden als in de landbouwgrond waar het naast ligt. Dat laatste is dan weer goed voor de bestuiving van de voedselgewassen op de landbouwgrond. Daarnaast kunnen insecten dus via de dijken en akkerranden van het ene naar het andere natuurgebied.

FIGUUR 5.4

Een ecoduct bij Apeldoorn

© Valkeman, 2020

FIGUUR 5.5

Een wildtunnel

© Waterblock BV, z.d.

FIGUUR 5.6

Bloeiende akkerranden

© Waterschap Rivierenland, z.d.

FIGUUR 5.7

Dakboerderij in Parijs

© Voor de Wereld van Morgen, 2019

2 Meer landbouw en winning van grondstoffen en materialen in de stad, zodat er ruimte vrijkomt voor natuur

Op het moment dat je een deel van de landbouw en de hulpbronnen naar de stad verplaatst, creëer je daarmee op de achtergebleven plekken ruimte voor natuur.

Landbouw naar de stad

Op kleine schaal vindt er in veel steden al landbouw plaats, in volkstuintjes en stadsboerderijen. De laatste tijd worden er ook steeds meer grootschalige methoden van landbouw in de stad uitgevoerd. Zo is er eind 2020 een **dakboerderij** geopend in Parijs, van wel 2 voetbalvelden groot (figuur 5.7). Hier groeien wel 30 soorten voedselgewassen.

In Amsterdam is in 2017 een **voedselflat** geopend, waar sla en kruiden binnen geteeld worden. Het voordeel van dakboerderijen en voedselflats is dat het voedsel geteeld wordt vlakbij de plek waar het gegeten wordt. Daardoor is minder transport nodig, wat de CO_2-uitstoot vermindert. Ook zijn dakboerderijen en voedselflats vaak erg efficiënt ingericht, waardoor je weinig water en pesticiden nodig hebt. Als we in de toekomst steeds meer van dit soort stadslandbouw zien, is er op andere plekken minder ruimte voor landbouw nodig. Zo creëer je dus ruimte voor natuur, waardoor dieren- en plantensoorten zich kunnen herstellen.

Winning van materialen en grondstoffen in de stad

Op het moment dat mensen apparaten gebruikt hebben, wordt het vaak als afval beschouwd. Toch kunnen er uit dit afval vaak nuttige grondstoffen gewonnen worden. Een voorbeeld hiervan is **urban mining**, waarbij zeldzame metalen gewonnen worden uit elektronisch afval, zoals telefoons en laptops. Op het moment dat urban mining goed op gang komt, hoef je minder zeldzame metalen te winnen uit gebieden met natuurlijke hulpbronnen. Daardoor kan een gebied wat anders mijnbouwgebied zou worden, door hergebruik en recycling, nu natuur blijven.

3 Andere invulling van de landbouw

In intensieve landbouwbedrijven wordt geprobeerd de productiviteit van het land zo hoog mogelijk te krijgen. Allerlei middelen worden ingezet om dit te bereiken: denk aan het gebruik van grote landbouwmachines, pesticiden en kunstmest. Je hebt al eerder gelezen dat pesticiden en kunstmest vaak een negatief effect op de natuur hebben, zowel op de landbouwgrond zelf als op de gebieden daaromheen.

Voor de negatieve gevolgen van de intensieve landbouw zijn er twee oplossingsstrategieën bedacht: 'land sparing' en 'land caring' (figuur 5.9).

Land sparing

Land sparing houdt in dat je de landbouw nog veel verder intensiveert, zodat je enorme opbrengsten hebt op een klein oppervlakte. Daardoor heb je minder ruimte nodig voor de landbouw en kan je meer ruimte geven aan de natuur. In Nederland zou je dit bijvoorbeeld kunnen doen door varkensflats te maken waar je veel varkens houdt. Hierdoor kan je het land van kleine varkenshouderijen weer veranderen in natuur.

Land sharing

Land sharing houdt in dat je de landbouw zo inricht dat natuur en landbouw samen kunnen gaan. Een voorbeeld hiervan is biologische landbouw. Biologische landbouw werkt met respect voor mens, dier, natuur en milieu. Door biologische bedrijven worden geen kunstmest en pesticiden gebruikt. In plaats van kunstmest wordt dierlijke mest gebruikt. Er wordt überhaupt zo min mogelijk (dierlijke) mest gebruikt. Hierdoor komt er minder stikstof vrij. Zo kunnen zowel op de landbouwgebieden zelf als in de gebieden daaromheen weer (oorspronkelijke) dier- en plantensoorten leven.

In de teelt van biologische gewassen worden plantenrassen gebruikt die beter tegen ziektes kunnen. Ook worden natuurlijke vijanden van plaagdieren ingezet. Zo wordt de sluipwesp, een natuurlijke vijand van vliegen, ingezet om vliegenplagen tegen te gaan. Op deze manier hoeven geen pesticiden gebruikt te worden. Als er minder pesticiden gebruikt worden, is dat goed voor de insecten in en om de landbouwgebieden. Naast dat biologische boeren geen kunstmest en pesticiden gebruiken, zorgen ze ook voor meer dierenwelzijn.

Het verhaal van boer Bert

Boer Bert is een biologisch melkveebedrijf in de buurt van Woerden. Het bedrijf werkt zo veel mogelijk op een manier die de lokale natuur niet beschadigt. Zo krijgen de koeien voornamelijk gras te eten dat om de boerderij groeit. In de zomer grazen ze dit gras buiten, in de winter krijgen ze gras in de schuur dat in de zomer gemaaid is en onder plastic is opgeslagen. Doordat Boer Bert weinig stikstofrijk voer importeert uit het buitenland, blijft de oorspronkelijke natuur zo veel mogelijk behouden.

Daarnaast maait boer Bert het gras op een speciale manier. Zo maait hij het gras pas als het erg hoog staat, waardoor bloeiende planten een lange tijd hebben kunnen staan voordat hij ze wegmaait. Hierdoor hebben broedende weidevogels een plek waar ze veilig op het nest kunnen zitten. Ook maait hij nooit al zijn akkers tegelijkertijd, waardoor er altijd bloeiende planten blijven staan. Insecten, die van de nectar van deze planten leven, hebben zo altijd genoeg bloemen tot hun beschikking. Hierdoor hebben de weidevogels, die van deze insecten leven, ook genoeg voedsel. Verder markeert Boer Bert de nesten van broedende vogels, zodat hij deze nesten heel laat bij het maaien. Ook gebruikt Boer Bert geen pesticiden, waardoor er minder insecten overlijden.

Al met al zorgen deze en andere maatregelen die Boer Bert neemt ervoor dat de natuur weer ruimte krijgt. Het zoemt in de velden van de insecten. Verder zijn er de laatste jaren veel weidevolgels, zoals kieviten, tureluurs en scholeksters gezien. Er zijn zelfs Grutto's gezien (figuur 5.8). Deze vogels leven alleen op boerderijen waarbij productie op de boerderij meer in balans is met de natuur.

FIGUUR 5.8 *Een grutto*

© Kant, z.d.

Intensieve landbouw en 'land sparing'	Biologische landbouw en 'land sharing'
+ Grotere oogst + Goedkoper + Mooier uiterlijk van groente en fruit	+ Geen pesticiden + Geen kunstmest + Gebruikt maximaal de hoeveelheid + Dierlijke mest die de planten op kunnen nemen + Diervriendelijker

FIGUUR 5.9

Land sparing en land sharing

Zo hebben dieren meer ruimte op het land, mogen zij buiten komen en worden de staarten van varkens en de topjes van de snavels van kippen niet weggehaald. Het voornaamste nadeel van biologisch eten, is dat de opbrengst lager is. Toch zou je, als er minder vlees gegeten wordt, heel Europa kunnen voeden met biologische landbouw.

4 Meer bescherming van de natuur bij het gebruik van natuurlijke hulpbronnen

Bij het gebruik van natuurlijke hulpbronnen wordt vaak gekeken naar de economische opbrengsten op de korte termijn. Daarbij wordt weinig rekening gehouden met het feit dat een natuurlijke hulpbron op kan raken. Zo wordt er op korte termijn winst gemaakt, maar op lange termijn veel schade in de natuur aangericht.

Een voorbeeld hiervan is de visserij. Op het moment dat je elk jaar een groot deel van de vissen opvangt, zal een vissoort na een tijd bedreigd raken of zelfs uitsterven. Elk jaar moet je dus maximaal de hoeveelheid vissen vangen die er in een jaar bij kan komen. Als je dat doet, zal de hoeveelheid vissen ook op de lange termijn op niveau blijven. In dat geval ben je duurzaam bezig: je voorziet in de behoefte van de huidige generaties, zonder dat je de behoeftes van de toekomstige generaties in gevaar brengt.

Er zijn verschillende **keurmerken** waaraan je kan zien dat jouw producten met duurzaam omgang van natuurlijke hulpbronnen zijn geproduceerd of gevangen. Figuur 5.10 laat een aantal van deze keurmerken zien.

5 Meer natuur in de stad

Ruimte voor natuur in de stad is op veel plekken te vinden. De meest voor de hand liggende plekken zijn natuurlijk parken, tuinen, sloten, grachten en vijvers. Verder zijn er ook andere kleinere plekjes waar natuur zich vestigt: betonnen richels, spleten in asfalt (figuur 5.11), kieren tussen stoeptegels, bemoste daken.

Doordat er zoveel verschillende soorten omgevingen door de mensen gemaakt worden in de stad, zijn er ook heel veel verschillende soorten dieren en planten die zich hier thuis kunnen voelen. Deze dieren en planten die het goed doen in de stad worden **stadsnatuur** genoemd.

FIGUUR 5.11

Stadsnatuur

© Hallo IJburg, z.d.

- Het FSC-keurmerk: deze producten komen vanuit duurzaam beheerd bos. Je vindt dit keurmerk vaak op hout of papier.
- Het ASC-keurmerk: vis die met respect voor natuur en milieu is gekweekt, is voorzien van dit label.
- Het MSC-keurmerk: vis die uit het wild wordt gevangen waarbij de hoeveelheid vis in de zee duurzaam beheerd wordt.

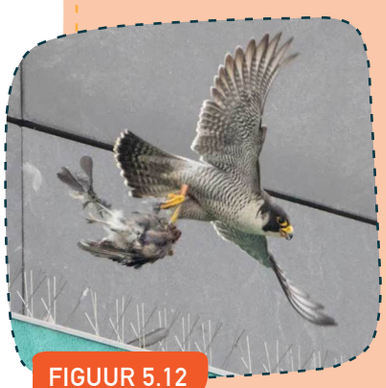
FIGUUR 5.10

Keurmerken *© Papier & Karton, z.d.* *© Ecowijzer, z.d.*

Het verhaal van "De Wilde Stad"

'De wilde stad' is een natuurfilm die opgenomen is in Amsterdam. In deze film krijg je, deels rondgeleid door een kat, een mooie rondleiding door de natuur in Amsterdam. Zo zie je vossen die in Vinex-wijken lopen, zie je de rivierkreeften die in de grachten leven en zie je enorme hoeveelheden 'patatmeeuwen' die het op je eten hebben voorzien. Je ziet dieren die zich aangepast hebben aan het leven in de urbane jungle. Zij leven op bergengebieden van glas en beton, zwemmen door riool-rivieren of leven op moslandschappen op daken.

Één van de beste voorbeelden van dieren die de stad in hun voordeel gebruiken, zijn de slechtvalken (figuur 5.12). Een broedpaar van deze valken heeft zich verschanst op het ABN-AMRO bedrijfsgebouw in de Amsterdamse Zuidas. De bovenkant van het logo van ABN-AMRO op dit gebouw bevat allemaal uitstekende metalen spijlen, zodat vogels hier niet op kunnen landen, waardoor ze er dus ook niet op poepen. Maar de slechtvalken hebben een nieuwe mogelijkheid gevonden in de metalen spijlen. Ze jagen namelijk op duiven, die ze voeren aan hun kuikens in een nest. Maar met hongerige kuikens, is het handig om een voorraadje eten te hebben. Hier komen de metalen spijlen kijken. De valken jagen op de duiven en spiezen ze op de metalen spijlen, waarna de duif dood is. Als de valkenkuikens honger hebben, ligt hun volgende maaltje al klaar, op het ABN-AMRO logo.



FIGUUR 5.12

Een slechtvalk jaagt op een stadsduif. © NU.nl, 2018

Toch zijn er ook dieren en planten die zich niet thuis voelen in de stad. Op het moment dat je de biodiversiteit wil verhogen in de stad, zijn er verschillende opties om ook die dieren en planten een plekje te geven in de stad:

- Je kunt groene daken aanleggen (figuur 5.13 en 5.14). Dit zorgt voor groene ruimte die gebruikt kan worden door dieren en planten. Doordat een dak met planten minder warmte opneemt dan een donker dak van steen, heeft het een verkoelend effect op het gebouw en op de stad eromheen. Verder nemen de planten van het groene dak water op, wat zorgt voor de opslag van water na regenbuien.

- Mensen kunnen proberen om meer planten te planten in de tuin, vooral soorten die oorspronkelijk in dit gebied voorkomen. Hier komen dan vervolgens inheemse diersoorten op af. Je kunt bijvoorbeeld denken aan de plant 'brede lathyrus', waar lathyrusbijen op af komen.

- Mensen kunnen natuurinclusief gaan wonen. Dit zijn bijvoorbeeld woningen die verzonken liggen in de natuur of gebouwen die aan de buitenkant helemaal bekleed zijn met groen. Hier zorgt het groen voor een verkoelend effect. Ook zorgen de planten voor opslag van CO_2. In het stationsgebied van Utrecht zullen twee grote flatgebouwen verschijnen die begroeid zijn met planten: Wonderwoods (figuur 5.15).

Uiteindelijk zie je dat veel van deze maatregelen niet alleen een positief effect hebben op de natuur in de stad, maar dat ze de stad ook leefbaarder maken voor de mensen die erin wonen. Een groene omgeving heeft een verkoelende werking en het slaat water en CO_2 op. Uit onderzoek van de Universiteit van Wageningen blijkt ook nog eens dat een groene omgeving mensen gelukkiger maakt!

Consumptie en natuur

We kunnen de natuur echter wel meer ruimte geven, maar als we daarnaast teveel blijven vragen van de aarde, overschrijden we de draagkracht van onze aarde alsnog. Daarom is het ook van belang dat we anders gaan nadenken over de spullen die we kopen en gebruiken (consumptie), over onze economie en over economische groei. Op welke manier onze economie werkt en hoe we hier anders over na kunnen denken, leer je meer in de derde module van Kantelpunt.

FIGUUR 5.13

Dakakker Schieblock Rotterdam ©

FIGUUR 5.14

Een groen dak in Den Bosch

© Gemeente 's-Hertogenbosch, 2021

FIGUUR 5.15

Wonderwoods in Utrecht

© MVSA Architects, 2020

1.5 Vragen

1. **(R)** Welke vier ruimtelijkheden zijn er?

2. **(R)** Wat is stadsnatuur?

3. **(T)** Wat is het verschil tussen 'land sparing' en 'land sharing'?

4. **(T)** Je hebt in de tekst gelezen dat groene daken zorgen voor een verkoelende werking op de stad. Dit is met de huidige klimaatverandering natuurlijk een voordeel.
a) Stel, een stad zorgt ervoor dat 30% van de daken groen is om de stad te verkoelen. Is dit dan mitigatie of adaptatie? Leg uit waarom.
b) Stel, een stadsbewoner neemt een groen dak om te zorgen dat hij minder airco hoeft te gebruiken met als doel zijn energieverbruik te verminderen. Is dit dan mitigatie of adaptatie? Leg uit waarom.
c) Stel, een stad legt een stadstuin aan om ervoor te zorgen dat voedsel niet van ver moet komen. Is dit dan mitigatie of adaptatie? Leg uit waarom.

5. **(T)** Biologische landbouw is beter voor mens, dier, natuur en milieu.
a) Leg uit waarom biologische landbouw beter is voor dieren.
b) Leg uit waarom biologische landbouw beter is voor de natuur.

6. **(T)** Leg uit hoe dakboerderijen ervoor kunnen zorgen dat er elders minder landbouwgrond wordt gebruikt.

7. **(T)** Stel, je wil duurzame vis kopen. Aan welk keurmerk herken je deze?

8. **(I)** Sla **de Bosatlas van de Duurzaamheid** open op pagina 68. Bekijk figuur 2.
Welke ruimtelijkheid heeft tussen 1900 en nu duidelijk veel ruimte ingenomen rondom het groene hart?

9. **(I)** Lees het verhaal van boer Bert.
Werkt Boer Bert in 'het verhaal van Boer Bert' volgens land sparing of land sharing?
a) Leg uit waarom.
★ b) Beargumenteer dat biologische melkveebedrijf zowel goed als slecht is voor het milieu. Geef één argument voor en één argument tegen.

10. **(I)** Een beheerder van een dijk doet aan slingerend maaien. Dit ziet eruit zoals in figuur 5.6.
a) Leg uit waarom dit slingerende maaien beter is voor de insecten.
b) Leg uit waarom dit slingerende maaien beter is voor de vogels die insecten eten.

1.5 Begrippenlijst

Bloeiende akkerranden
Randen van een akker (bewerkte landbouwgrond) die zijn ingezaaid met bloeiende planten.

Dakboerderij
Boerderij op het dak van een gebouw.

Duurzaam
Je voorziet in de behoefte van de huidige generatie, zonder dat je de behoeftes van de volgende generatie in gevaar brengt.

Groen dak
Dak met aangelegde natuurlijke begroeiing.

Intensieve landbouwbedrijven
Landbouwbedrijven waarbij wordt geprobeerd een zo hoog mogelijke landbouwproductiviteit te halen.

Keurmerk
Zichtbaar en betrouwbaar logo waaraan je kan zien of een product aan bepaalde eisen voldoet.

Land sharing
Strategie voor de landbouw die ervan uitgaat dat natuur en landbouw samen kunnen gaan.

Land sparing
Strategie voor de landbouw die ervan uitgaat dat je landbouw het beste zo intensief mogelijk kan maken, zodat je van de gebieden die dat oplevert weer natuur kan maken.

Landbouw (ruimtelijkheid)
Gebieden waar het land is aangepast voor de productie van dieren en planten die door de mens worden gebruikt.

Natura 2000 gebieden
Gebieden die deel uitmaken van een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden.

Natuur (ruimtelijkheid)
Door de mens onaangetast landschap.

Natuurinclusief wonen
Manier van wonen waarbij planten- en diersoorten in het woongebied behouden blijven.

Gebied met natuurlijke hulpbronnen (ruimtelijkheid)
Gebied met in de natuur aanwezige stoffen die van nut kunnen zijn voor de mens.

Natuurversnippering
Het opdelen van de natuur in meerdere kleine natuurgebieden.

Stad (ruimtelijkheid)
Door de mens bebouwde omgeving.

Stadsnatuur
Natuur die aangepast is aan de stedelijke omgeving.

Urban mining
Het inzamelen van nuttige stoffen uit afgedankte elektrische en elektronische producten.

Voedselflat
Gebouw waarin op efficiënte wijze gewassen worden verbouwd.

Het 'Bosco Verticale' in Milaan

© Davide Piras

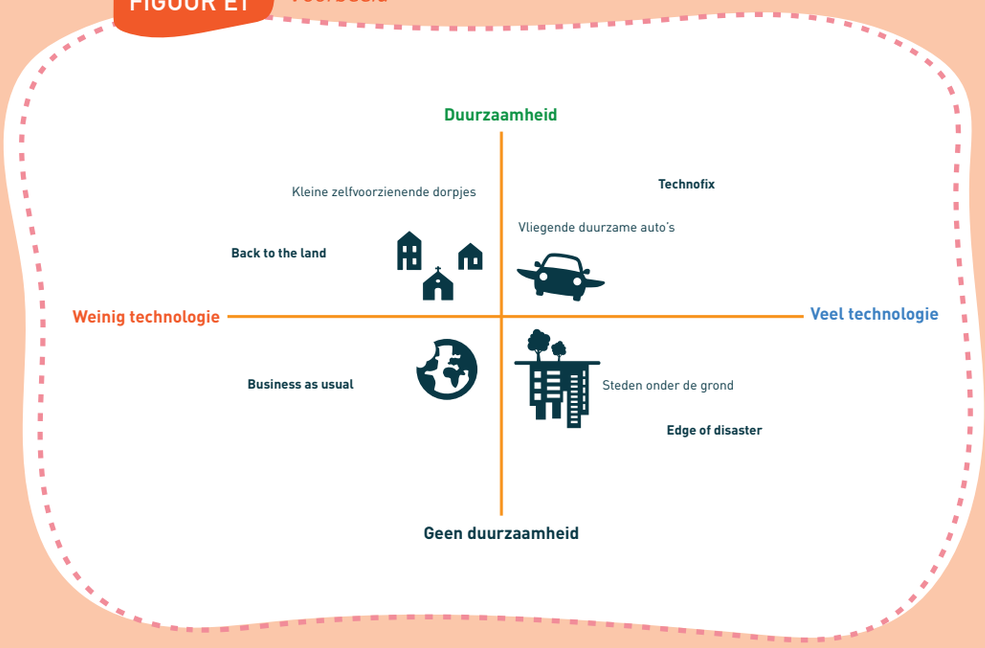
Eindopdracht: Scenariodenken

In deze eindopdracht ga je bedenken hoe een dag in het leven van jou of je eventuele familie eruit ziet in 2100. In het jaar 2100 ben je ongeveer 80 jaar ouder dan dat je nu bent, dus je kunt ook kiezen voor een dag uit het leven van jouw kleinkind of ander familielid.

Om deze dag te beschrijven moet je je kunnen voorstellen hoe de wereld in het jaar 2100 is veranderd ten opzichte van nu. Hierbij word je geholpen door het in paragraaf 4 beschreven begrip scenario's. Scenario's zijn verschillende paden in de toekomst waarin de gevolgen van onze manier van leven zichtbaar worden. Deze verschillende paden in de toekomst zijn gebaseerd op aannames over variabelen welke de toekomst bepalen. Je kunt je bijvoorbeeld een toekomst voorstellen waarin alle problemen worden opgelost door geavanceerde duurzame technologie. In die toekomst zijn er misschien wel duurzame vliegende auto's, magnetisch aangedreven treinen en steden die drijven op water. Ook kan je je een toekomst voorstellen die erg technologisch is, maar juist niet duurzaam. Zo kan je bedenken dat er dat nog steeds veel CO_2 wordt uitgestoten, het op aarde heel erg warm is en er nog weinig planten zijn. Mensen bouwen steden onder de grond en gebruiken machines om zuurstof te maken. In dit voorbeeld zijn de variabelen dus duurzaamheid en technologie.

Om te denken in verschillende toekomsten, gebruik je scenariodenken. In deze opdracht gebruik je in het scenariodenken de assenstelsel methode. Hieronder staat een voorbeeld van een assenstelsel met de twee variabelen duurzaamheid en technologie. De variabele technologie zie je hier veranderen van weinig technologie naar veel technologie. De variabele duurzaamheid verandert van weinig duurzaamheid naar veel duurzaamheid. De vier vlakken zijn de vier verschillende scenario's: Back to the land, Technofix, Business as usual en Edge of disaster. Dit zijn vier verschillende toekomsten in het jaar 2100 en in de vier vlakken zijn enkele voorbeelden van begrippen, zoals 'steden onder de grond', toegevoegd.

FIGUUR E1 *Voorbeeld*



Je gaat in deze opdracht twee assenstelsels, een verhaal en een verbeelding maken.

Stap 1 Assenstelsel 1

Je gaat het bovenstaande assenstelsel met de vier verschillende toekomsten invullen met minimaal 5 begrippen per scenario. Bij door jou verzonnen begrippen kun je denken aan dingen als een duurzame vliegende auto. In totaal heb je dus 20 begrippen verzonnen.

Stap 2 Assenstelsel 2

Je gaat met nieuwe, op module 2 gebaseerde variabelen, een nieuw assenstelsel maken. In dit assenstelsel geef je de vier scenario's een naam en bedenk je ook weer 5 begrippen per scenario. Bij dit assenstelsel mag je ook een ander jaartal kiezen, zoals bijvoorbeeld het jaar 2500.

In deze module heb je geleerd over de relatie tussen mens en natuur. Hierbij heb je geleerd over exponentiële groei, over hoe het kan dat we nu met meer dan 7 miljard mensen op aarde leven, hoe de mensen steeds meer ruimte op onze aarde opeisen en hoe de natuur verandert door de groei van menselijke invloed.

Ook heb je geleerd hoe de snel veranderende natuur de mens in gevaar brengt, welke oplossingen er zijn om de relatie tussen mens en natuur te herstellen, en hoe we de toekomstige relatie tussen mens en natuur kunnen vormgeven. Uit deze paragrafen kan je meerdere variabelen halen die anders zijn dan de hierboven genoemde duurzaamheid en technologie. Zo kan je bijvoorbeeld denken aan veel of weinig zeespiegelstijging en veel of weinig bevolkingsgroei. Je mag ook eigen variabelen verzinnen, maar hieronder staan ook een aantal opties.

- Urbanisatie en ruimte voor de natuur
- Zeespiegelstijging en bevolkingsgroei
- Draagkracht en ecologische voetafdruk
- Klimaatvluchtelingen en een nieuwe aarde/ bewoonbaar mars
- Voedsel en urbanisatie

Stap 3 Een dag uit je leven

Je kiest van de acht scenario's, één scenario waarvan je een dag uit je leven gaat beschrijven en verbeelden. Je kunt dus bijvoorbeeld kiezen voor het Technofix scenario of een van je zelf verzonnen scenario's. Voor het vak aardrijkskunde ga je het beschrijven in een verslag. Voor het verslag kun je denken aan hoe verschillende onderwerpen in jouw toekomst veranderd zijn. Denk hierbij aan bijvoorbeeld water, transport, milieu, leefomgeving en gebouwen. Ook kan je denken aan de volgende vragen: Hoe ziet je woonomgeving eruit? Welke baan heb je? Hoe onderhoud je sociale contacten? Op welke politieke partijen kun je stemmen? Wat voor voedsel eet je?

Het verslag bestaat uit:
- Minimaal 800 woorden
- Alinea's
- Minimaal 5 door jou verzonnen begrippen komen aan bod

Je wordt beoordeeld op taal, creativiteit en inhoud. Deze beoordeling kijkt naar je twee assenstelsels en je verslag. Als je het leuk vind mag je dit toekomstscenario zich ook laten afspelen op jouw gouverneurseiland van module 1.

Stap 4 Verbeeld het scenario

Als dit bij jou op school kan, is het mogelijk om deze opdracht niet alleen bij aardrijkskunde uit te voeren, maar ook bij een kunstvak. Zo kan je jouw tekendocent vragen of je jouw toekomstscenario bijvoorbeeld mag tekenen, of jouw beeldende vorming docent vragen of je jouw toekomstscenario bijvoorbeeld mag verfilmen. Zo kunnen jouw docenten er bijvoorbeeld voor kiezen om stap 3 en 4 allebei te doen, of stap 3 te vervangen door stap 4.

Omgevingsvriendelijke torens
© Callaghan/Solent News, 2016

Bronvermelding

Algemeen Dagblad *(2017, 24 december). Studie: 'Honderdduizenden klimaatvluchtelingen in aantocht'. https://www.ad.nl/nieuws/studie-honderdduizenden-klimaatvluchtelingen-in- aantocht~a4357c0c/.*

Algemeen Dagblad (2020, 1 december). *Ontbossing Amazonegebied Brazilië op hoogste niveau sinds 2008. https://www.ad.nl/buitenland/ontbossing-amazonegebied-brazilie-op-hoogste-niveau-sinds-2008~a292c8dd/?referrer=https%3A%2F%2F*

Asian News (2012, 8 november). *China vecht tegen verwoestijning | Asian News. Asiannews.nl. http://www.asiannews.nl/dutch/lifestyle/verwoestijning-china/*

Bellergy, R.C. (2022). *City-buildings. https://pixabay.com/users/bellergy-1846871/*

Bellon, M. (2019, 1 mei). *Unequal Scenes - Johnny Miller. RandKrant. https://www.randkrant.be/artikel/unequal-scenes-johnny-miller-*

Buijs, R. (2020). *Een geelbuikschildpad (exoot) pikt het nestje van een inheemse fuut (Gaasperpark in Amsterdam).*

Brightvibes (2021,14 juni) *Dakakker Rotterdam https://dakakker.nl/site/2021/08/25/de-dakakker-op-brightvibes-the-sky-is-the-limit/*

Ceballos, G. (2015, 1 juni). *Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. Science Advances. https://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253*

Compare Infobase ltd. (2021, 11 maart). *How do nations rank on the Ecological Footprint per capita index? Mapsofworld.com. https://www.mapsofworld.com/answers/regions/how-do-nations-rank-on-the-ecological-footprint-per-capita-index/*

Davis, B.A.S., S. Brewer, A.C. Stevenson, J. Guiot. (2003). *The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. Quaternary Science Reviews, Volume 22, Issues 15–17, p.1701-1716.*

DPI (2022). *Vertebrate pests. https://www.dpi.nsw.gov.au/biosecurity/vertebrate-pests/pest-animals-in-nsw/rabbits/rabbit-biology*

DroneScenario (2021). *Drone video of luchtfoto laten maken in Utrecht. https://www.dronescenario.nl/contact/drone-foto-en-video-in-utrecht/*

Earth is mysterious (2020). *Uruk: The World's First Big City. https://www.earthismysterious.com/uruk-the-worlds-first-big-city/*

Ecowijzer (z.d.). *Ecolabels ASC MSC. https://ecowijzer.be/over-duurzaam-consumeren/andere-duurzame-producten/ecolabels-anderduurzaam_vis-asc-msc/*

Frysinger, G. (z.d.). *Senegal, Africa - Travel Photos by Galen R Frysinger, Sheboygan, Wisconsin. Galenfrysinger.com. Geraadpleegd op 16 maart 2021, van http://www.galenfrysinger.com/senegal.htm*

Global Footprint Network (2018). *Ecological Footprints of countries 2018. https://data.footprintnetwork.org/#/*

Global Footprint Network (2021). *Past Earth Overshoot Days. https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/*
Gemeente 's-Hertogenbosch (2021, 8 februari). *Subsidie voor groene daken.* https://www.s-hertogenbosch.nl/groenedaken/

GVA (2016). *Zuid-Soedan aanvaardt nieuwe vredesmacht. https://m.gva.be/cnt/dmf20160805_02414368.*

Haijtema, A. (2021, 28 januari). *Fotograaf Kadir van Lohuizen waarschuwt de wereld nog één keer. de Volkskrant. https://www.volkskrant.nl/cultuur-media/fotograaf-kadir-van-lohuizen-waarschuwt-de-wereld-nog-een-keer~bf27ce29/*

Hallo IJburg (z.d.). *Steentje eruit, plantje erin. Geraadpleegd op 16 maart 2021, van https://halloijburg.nl/activiteit/30177/steentje-eruit--plantje-erin-actie*

Hettler, S. (2021, 13 januari). *Petition: Tell the EU to Ban Neonicotinoids, Pesticides that Kill Bees. One Green Planet. https://www.onegreenplanet.org/environment/petition-tell-the-eu-to-ban-neonicotinoids-pesticides-that-kill-bees/*

Huét, B. (2019, 24 augustus). *Geld verdienen aan Groenland? Het land kost alleen maar geld. PZC.nl. https://www.pzc.nl/buitenland/geld-verdienen-aan-groenland-het-land-kost-alleen-maar-geld~af38fd50/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F*

Kaaij, M. D. B. E. M. (2017, 9 februari). *Generaal Middendorp: we houden missies niet meer vol. Trouw. https://www.trouw.nl/nieuws/generaal-middendorp-we-houden-missies-niet-meer-vol~b12fa3f3/*

Kant, A. (z.d.). *Jaarprogramma. Natuur- en vogelwerkgroep De Grutto. Geraadpleegd op 16 maart 2021, van https://www.nvwgdegrutto.nl/jaarprogramma.html*

Liuzishan (2022). *Multi-dimensional urban space. https://www.freepik.com/author/liuzishan*

Liuzishan (2022). *Science fiction scene. https://www.freepik.com/author/liuzishan*

Making Progress (2006). *Cameroon Journal: More fun in Fontem. https://bpatricksullivan.wordpress.com/2009/10/28/cameroon-journal-more-fun-in-fontem/*

MO (2014, 30 september). *Miljarden schade door verwoesting mangrovebossen. https://www.mo.be/nieuws/miljarden-schade-door-verwoesting-mangrovebossen*

MO (2021, 26 oktober). *Vooral ontwikkelingslanden zullen hard getroffen worden:*

Inlichtingendiensten Verenigde Staten: 'Klimaatcrisis doet spanningen in de wereld toenemen'. https://www.mo.be/nieuws/inlichtingendiensten-vs-klimaatcrisis-doet-spanningen-de-wereld-toenemen

Morgen, de. (2019, 25 september). *Stijging van zeeniveau verloopt steeds sneller: mogelijk tot 60 à 110 cm tegen 2100. https://www.demorgen.be/nieuws/stijging-van-zeeniveau-verloopt-steeds-sneller-mogelijk-tot-60-a-110-cm-tegen-2100~b5a001ce/*

Munir, B. H. (2015, 28 december). *How an Ottoman Sultan helped Ireland during the Great Famine. iHistory. http://www.ihistory.co/how-an-ottoman-sultan-helped-ireland-during-the-great-famine/*

NOS (2019, 25 juli). *"Heel, heel, heel uitzonderlijk": 40+ gemeten in vijf provincies. https://nos.nl/liveblog/2294980-heel-heel-heel-uitzonderlijk-40-gemeten-in-vijf-provincies.html*

NRC (2019, 8 november). *Meer dan negentig bosbranden bedreigen Australische oostkust. https://www.nrc.nl/nieuws/2019/11/08/meer-dan-negentig-bosbranden-bedreigen-australische-oostkust-a3979632#:~:text=In%20totaal%20zijn%20er%20meer,om%20de%20branden%20te%20bestrijden.*

NU.nl. (2018, 1 maart). *Recensieoverzicht De Wilde Stad: "Planet Earth in Amsterdam". NU - Het laatste nieuws het eerst op NU.nl. https://www.nu.nl/film/5156615/recensieoverzicht-wilde-stad-planet-earth-in-amsterdam.html*

NU.nl. (2020, 3 november). *Goed nieuws: Otter niet langer bedreigde diersoort | Recordomzet detailhandel. NU - Het laatste nieuws het eerst op NU.nl. https://www.nu.nl/opmerkelijk/6088085/goed-nieuws-otter-niet-langer-bedreigde-diersoort-recordomzet-detailhandel.html*

Papier & Karton. (z.d.). Duurzame keurmerken. Geraadpleegd op 16 maart 2021, van https://papierenkarton.nl/duurzame-keurmerken/

Rathi, A. (2020, 27 januari). *Why Planting a Trillion Trees Should Start With Small Farmers. Bloomberg.com. https://www.bloomberg.com/tosv2.html?vid=&uuid=5658acd0-865b-11eb-88ed-8bef67f0bf5f&url=L25ld3MvYXJ0aWNsZXMvMjAyMC0wMS0yNy93aHktcGxhbnRpbmctYS10cmlsbGlvbi10cmVlcy1zaG91bGQtc3RhcnQtd2l0aC1zbWFsbC1mYXJtZXJz*

Ritchie, H., & Roser, M. (2017, 2 oktober). *Fossil Fuels. Our World in Data. https://ourworldindata.org/fossil-fuels*

Roser, M. (2013, 9 mei). World Population Growth. Our World in Data. https://ourworldindata.org/world-population-growth

Santen, H. (2017, 14 juni). Koolmeesje lijdt onder verzuring. NRC. https://www.nrc.nl/nieuws/2017/06/14/koolmeesje-lijdt-onder-verzuring-11087478-a1562985

Shen, A. (2018, 7 september). *Chinese scientists hope to fight ocean pollution by making plastic that breaks down when exposed to seawater. South China Morning Post. https://www.scmp.com/news/china/science/article/2163302/chinese-scientists-hope-fight-ocean-pollution-making-plastic*

Spink, A. (2019, 3 oktober). New evidence points to microplastics' toxic impact on the human body. Geographical.co.uk. https://geographical.co.uk/people/development/item/3422-microplastic-human-cells&sa=D&source=editors&ust=1615902629788000&usg=AOvVaw2JvuEEpcO_YvC1dfW2ePNc

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., & Schellnhuber, H. J. (2018, 6 augustus). *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/326876618_Trajectories_of_the_Earth_System_in_the_Anthropocene*

Strauss, B. H., Kulp, S., & Levermann, A. (2015, oktober). *Mapping choices. Princeton. https://sealevel.climatecentral.org/uploads/research/Global-Mapping-Choices-Report.pdf*

Valkeman, A. (2020, 10 december). *Foto van ecoduct bij Apeldoorn gaat viraal: "Ik heb geluk gehad". AD.nl. https://www.ad.nl/nlthuis/foto-van-ecoduct-bij-apeldoorn-gaat-viraal-ik-heb-geluk-gehad~ab685125/*

Vogels in beeld (2018, juli). *Noordse Stormvogel. http://vogelsinbeeld.nl/albums/41/content/4153/lightbox/*

Voor de Wereld van Morgen (2019, 28 augustus). *Parijs krijgt 's werelds grootste dakboerderij. https://www.voordewereldvanmorgen.nl/artikelen/parijs-krijgt-s-werelds-grootste-dakboerderij*

Waterblock BV. (z.d.). *Ophogingen voor wildtunnel. Geraadpleegd op 16 maart 2021. https://www.waterblock.nl/ophogingen-voor-o-a-zwembad-toepassingen-doorleiden-van-water-weildtunnels-etc/*

Waterschap Rivierenland (z.d.). *Vroeg maaien voor bloemrijke dijk. Waterschaprivierenland.nl. Geraadpleegd op 16 maart 2021, van https://www.waterschaprivierenland.nl/vroeg-maaien-voor-bloemrijke-dijk*

Wiepkema, F. (2019, 27 december). *2019 was extreem droog én nat | Akkerwijzer.nl - Nieuws en kennis voor de akkerbouwers. Akkerwijzer.nl. https://www.akkerwijzer.nl/artikel/230818-2019-was-extreem-droog-en-nat/*

MVSA Architects (2020, 30 april). Wonderwoods. https://mvsa-architects.com/project/wonderwoods/

World Population Review (2022). *Countries by Population Density 2022. https://worldpopulationreview.com/country-rankings/countries-by-density*

Yang, J., & Rana, P. (2019, 19 december). *China and the Special Siblings: Headstrong Hong Kong and Mild-Mannered Macau. WSJ. https://www.wsj.com/articles/a-tale-of-two-former-colonies-headstrong-hong-kong-and-mild-mannered-macau-11576680032compareCountries?type=earth&cn=2002,2005,2004,2003-,2001,2000&yr=2018*

Dankwoord

Deze publicatie was niet mogelijk geweest zonder de waardevolle adviezen en kundige reviews van de leerlingen van de klimaatgroep van het Leidsche Rijn College, Scientists 4 Future, Ard Wagenaar, Arthur Oldeman, Louise Fuchs, Erwin Lambert, Eefje Smit, Felix van Vugt, Peter Duifhuis, Tim Favier, Eric Hordijk, Deirdre van Megesen, Frederike Bruijns, Mirjam Hage Droppers, Ralph Kleiman, Olaf den Breeje, Mirjam Porte, Bjinse Dankert en Ilse Verweij. Wij willen iedereen ontzettend bedanken voor de hulp bij de totstandkoming van deze eerste module van Kantelpunt.

Tot slot willen we bovenal de Gemeente Utrecht bedanken, in het bijzonder Birgit Haberland en Onno Blok. Zonder de subsidie Onderwijsimpuls was deze methode nooit geworden zoals het nu is.

Voor het leven op aarde, nu en in de toekomst.

MODULE 2

SPANNING TUSSEN MENS EN NATUUR

LESBOEK HAVO / VWO
LEERJAAR 2