

# Klimaatverandering <sup>voor</sup> dummies®

## SPIEKBRIEF

Deze spiekbrieft beschrijft hoe en waarom broeikasgassen worden gevormd, bevat enkele belangrijke termen over de opwarming van de aarde, onthult de negatieve gevolgen van klimaatverandering en biedt oplossingen die je in het dagelijks leven kunt toepassen om de stijgende uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

Hoewel klimaatverandering verband houdt met een onzekere toekomst, smeltende ijskappen, zeespiegelstijging, stijgende temperaturen, een toename van krachtige orkanen en moessons en nog meer kwalijks, is er hierdoor ook hoop op een betere toekomst. Klimaatverandering opent deuren voor de ontwikkeling van nieuwe soorten brandstoffen, zorgt voor een verschuiving naar betrouwbare, duurzame energiebronnen en toont een blik op een groenere toekomst.

## Inzicht in broeikasgassen

Dankzij gassen in de atmosfeer die warmte vasthouden, is de aarde voor ons warm genoeg om er te leven. Deze gassen worden broeikasgassen genoemd omdat ze als een broeikas fungeren: ze houden warmte vast in de atmosfeer.

Hoe meer broeikasgassen er in de atmosfeer voorkomen, hoe warmer de aarde wordt. De gemiddelde temperatuur op aarde was historisch gezien 15 graden Celsius, maar de mens heeft de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer met ongeveer 35 procent laten toenemen.

Tot dusver hebben deze extra gassen ervoor gezorgd dat de gemiddelde temperatuur op aarde met 1,1 graad Celsius is gestegen. Wetenschappers zijn het erover eens dat de temperatuurstijging niet hoger mag zijn dan 1,5 graad Celsius, want daarboven riskeren we catastrofale gevolgen. Hierdoor is de slogan en de oproep tot maatregelen 'one point five to stay alive' ontstaan.

Hierna volgt wat meer informatie over broeikasgassen.

## De belangrijkste broeikasgassen

De twee belangrijkste broeikasgassen komen beide in de natuur voor en kunnen door menselijke activiteit toenemen:

- » **Kooldioxide (CO<sub>2</sub>).** Dit gas is verantwoordelijk voor 80 procent van de opwarming van de aarde en wordt geproduceerd bij de verbranding van fossiele brandstoffen, zoals steenkool en olie. Het komt ook van nature voor omdat het in een kringloop tussen oceanen, bodem, planten en dieren stroomt.
- » **Methaan (CH<sub>4</sub>).** Een gas dat verantwoordelijk is voor 19 procent van de opwarming van de aarde. Het wordt onder andere geproduceerd door fracking en de winning van aardgas (dat zelf methaan is), rottend afval en afvalwater, gas van vee en rijstgewassen. Moerassen en alles wat zonder lucht ontbindt, produceert van nature methaan.

## SPIEKBRIEF

### Twee belangrijke bronnen van broeikasgassen

Dit zijn de twee belangrijkste bronnen van broeikasgassen:

- » **Energiegebruik.** De mens haalt zijn energie uit de verbranding van fossiele brandstoffen, waardoor bijna driekwart van alle door de mens geproduceerde broeikasgassen in de atmosfeer terecht komt. De helft van alle fossiele brandstoffen wordt verbrand om elektriciteit en warmte te leveren; daarna volgen productieprocessen en het vervoer.
- » **Landgebruik.** De manier waarop mensen bossen kappen en het land bewerken draagt voor meer dan een kwart bij aan de uitstoot van door de mens geproduceerde broeikasgassen in de atmosfeer. Bomen absorberen kooldioxide uit de atmosfeer, dus zorgt houtkap en het kappen van bosgrond voor onder andere landbouw ervoor dat er meer kooldioxide in de lucht blijft.

### Zes manieren om jouw uitstoot van broeikasgassen te verminderen

Je mogelijkheden om je CO<sub>2</sub>-voetafdruk te verkleinen, zijn afhankelijk van waar je woont, hoeveel geld je hebt en hoeveel tijd je hiervoor kunt vrijmaken. Toch kunnen eenvoudige veranderingen een grote impact hebben als je echt iets aan de opwarming van de aarde wilt doen. Hier zijn enkele eenvoudige oplossingen die je meteen kunt implementeren:

- » **Minder (of geen) vlees eten.** Vegetariër worden heeft hetzelfde effect op de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen als een gewone auto inruilen voor een elektrische. Bij de commerciële productie van een kilo vlees wordt tien keer zo veel energie gebruikt als bij het produceren van een kilo bonen of graan.
- » **Thuis schone energie gebruiken.** Kies voor groene stroom. Deze stap vermindert je eigen uitstoot en helpt de groei van aanbieders van duurzame energie.
- » **Je huis isoleren.** Het gemiddelde huis heeft het equivalent van een gat in de zijkant van de muur dat groter is dan een voetbal. Dat is de hoeveelheid warmte en koeling die je kunt tegenhouden als je de plafonds, muren, ramen en deuren van je huis goed isoleert.
- » **Slim reizen.** Het verminderen van het aantal vliegreizen dat je per jaar maakt, heeft een enorme impact. Eén langeafstandsvlucht kan al genoeg zijn om je aandeel in klimaatverandering te verdubbelen, dus denk goed na voordat je een verre vakantie boekt. Neem op kleine afstanden waar mogelijk de fiets, de trein of de bus. Beperk het autorijden tot een minimum door te carpoolen, te lopen, te fietsen of gebruik te maken van het openbaar vervoer.
- » **Alleen de energie gebruiken die je nodig hebt.** Ontwikkel energiebesparende gewoonten, dus doe het licht en de tv uit als je de kamer verlaat en zet de thermostaat lager als je de deur uitgaat in de winter.
- » **Grote aankopen klimaatbewust doen.** Als je aan een nieuwe auto of cv-ketel toe bent of een nieuwe oven, koelkast of ander groot apparaat gaat kopen, lever je een reële bijdrage aan het klimaat en bespaar je geld door gebruik te maken van de innovaties die leveranciers op al deze gebieden hebben geboekt. Kies voor energiezuinige apparaten door goed naar het energielabel te kijken op alle elektronica, computers en witgoed.

# Inhoud in vogelvlucht

<b>Inleiding</b> .....	1
<b>Deel 1: Klimaatverandering begrijpen</b> .....	5
HOOFDSTUK 1: Basiskennis over klimaatverandering .....	7
HOOFDSTUK 2: Broeikas aarde nader bekeken .....	31
HOOFDSTUK 3: De gevaren van kooldioxide .....	51
<b>Deel 2: De oorzaken vaststellen</b> .....	67
HOOFDSTUK 4: De duistere tijden van fossiele brandstoffen .....	69
HOOFDSTUK 5: De grootste vervuilers .....	85
HOOFDSTUK 6: Je eigen bijdrage aan de uitstoot .....	99
<b>Deel 3: De gevolgen van klimaatverandering</b> ...	111
HOOFDSTUK 7: Onnatuurlijke natuurrampen .....	113
HOOFDSTUK 8: De gevaren voor flora en fauna .....	131
HOOFDSTUK 9: De rechtstreekse gevolgen van klimaatverandering .....	149
<b>Deel 4: De rol van de politiek bij de bestrijding van klimaatverandering</b> .....	169
HOOFDSTUK 10: Stem voor de toekomst: de rol van regeringen .....	171
HOOFDSTUK 11: Grensverleggend: vooruitgang op wereldniveau .....	203
HOOFDSTUK 12: Industrialiseren tijdens de klimaatcrisis .....	219
<b>Deel 5: Het probleem oplossen</b> .....	241
HOOFDSTUK 13: Hernieuwbare groene energie .....	243
HOOFDSTUK 14: Zakelijke oplossingen .....	273
HOOFDSTUK 15: Activisten zonder grenzen: ngo's .....	297
HOOFDSTUK 16: De media en klimaatverandering .....	311
HOOFDSTUK 17: Veranderen voordat de gevolgen onomkeerbaar zijn .....	325
<b>Deel 6: Het deel van de tientallen</b> .....	345
HOOFDSTUK 18: Tien (plus een) dingen die je voor het klimaat kunt doen ..	347
HOOFDSTUK 19: Tien (plus drie) inspirerende rolmodellen .....	361
HOOFDSTUK 20: Tien mythen over klimaatverandering ontmaskerd .....	369
HOOFDSTUK 21: Tien online bronnen over klimaatverandering .....	379
<b>Index</b> .....	385

# 1 Klimaat- verandering begrijpen

## IN DIT DEEL . . .

Verken je de wetenschap achter de klimaatcrisis: wat zijn de oorzaken, wat zijn de gevolgen en wat kan de mens eraan doen?

---

Leer je begrijpen wat broeikasgassen zijn, waarom ze van vitaal belang zijn voor het leven op aarde en hoe ze de atmosfeer opwarmen.

---

Ontdek je waarom wetenschappers zeker weten dat broeikasgassen de oorzaak van de opwarming van de aarde zijn.

---

Lees je meer over enkele andere factoren die bijdragen aan klimaatverandering.

## IN DIT HOOFDSTUK

Leer je begrijpen wat de opwarming van de aarde precies inhoudt

De oorzaken van klimaatverandering ontdekken

Onderzoeken wat de gevolgen zijn van de opwarming van de aarde

De rol van overheden in de strijd tegen klimaatverandering bekijken

Oplossingen voor het probleem zoeken

## Hoofdstuk 1

# Basiskennis over klimaat- verandering

**D**e uitdrukking ‘opwarming van de aarde’ wordt vanaf het einde van de jaren tachtig algemeen gebruikt, al is er al veel langer sprake van klimaatverandering, zoals de opwarming van de aarde ook wel wordt genoemd. Dit is in feite een rode draad in de geschiedenis van de aarde. Het huidige klimaat is compleet anders dan 10.000 jaar geleden, laat staan 2 miljoen jaar geleden. Vanaf het ontstaan van primitieve levensvormen heeft de aarde veel verschillende klimaten gekend, van de hete, droge periode in de tijd van de dinosaurussen tot de kale, bevroren landschappen van de ijstijden.

Maar nu maakt de aarde iets nieuws mee: het klimaat ondergaat snelle en gevaarlijke veranderingen. Wetenschappers zijn er zeker van dat deze veranderingen zijn veroorzaakt door de uitstoot die het gevolg is van menselijke activiteiten. Door eerdere klimaatveranderingen te bestuderen, computermodellen te gebruiken en de huidige veranderingen in de

samenstelling van de atmosfeer te meten, schatten ze in wat de opwarming van de aarde voor de aarde zou kunnen betekenen. Hun prognoses zijn beangstigend.

Gelukkig zijn de ergste doemscenario's nog niet onomkeerbaar. Door de handen ineen te slaan, zijn we nog in staat de opwarming van de aarde af te remmen, al hadden we in 2009, toen dit boek voor het eerst werd uitgebracht, meer tijd om op de rem te trappen dan nu. In dit hoofdstuk lees je wat de opwarming van de aarde inhoudt en wat iedereen kan doen om een groenere toekomst te bereiken.

## Een kort overzicht van de opwarming van de aarde

Nadat 'opwarming van de aarde' een begrip was geworden, kregen broeikasgassen een slechte reputatie, want die houden warmte in de atmosfeer van de aarde vast en zijn verantwoordelijk voor de opwarming. In werkelijkheid zijn kleine hoeveelheden broeikasgassen niet slecht, maar juist goed, zoals je in hoofdstuk 2 leest. Ze houden de warmte van de zon vast, waardoor het leven op aarde zoals wij dat kennen mogelijk is. Er ontstaat pas een probleem als de atmosfeer een te grote hoeveelheid broeikasgassen bevat. In hoofdstuk 3 lees je hoe wetenschappers het verband tussen kooldioxide in de atmosfeer en de temperatuur hebben vastgesteld.

Ook andere factoren beïnvloeden het klimaat op aarde, zoals je in de volgende paragrafen leest. Sommige zijn van korte duur en worden vaak als variaties in het weer beschouwd, zoals El Niño en El Niña. De belangrijkste hiervan hebben echter op de lange termijn gevolgen voor het klimaat. Wanneer de gemiddelde temperatuur op aarde en in de oceanen stijgt, is er meer aan de hand dan alleen een weersverandering. Je hebt dan niet zomaar met een normale variatie te maken die ook in het verleden is waargenomen, maar met een verandering in het klimaat van de aarde.

### Warmte vasthouden met broeikasgassen

De toegenomen concentraties kooldioxide en andere broeikasgassen in de atmosfeer zijn veroorzaakt door menselijke activiteiten, vooral door het verbranden van fossiele brandstoffen (waarover je meer leest in de paragraaf 'De oorzaken van de opwarming van de aarde' verderop in dit

hoofdstuk). In hoofdstuk 2 wordt uitgelegd dat de toename van broeikasgassen zorgt dat steeds meer zonnewarmte wordt vastgehouden. De warmte die door deze CO<sub>2</sub>-deken wordt vastgehouden, laat de temperatuur wereldwijd stijgen, vandaar de uitdrukking *opwarming van de aarde*.

Sinds het begin van de industriële revolutie is de gemiddelde temperatuur op aarde met 1,1 graad Celsius gestegen door de toename van broeikasgassen in de atmosfeer. In de poolgebieden is de temperatuurstijging drie keer zo hoog als het wereldgemiddelde.

## Andere oorzaken van de opwarming van de aarde

De opwarming van de aarde is een zeer complex vraagstuk dat niet volledig te begrijpen valt zonder rekening te houden met allerlei mitsen en maren. Wetenschappers zijn er al tientallen jaren zeker van dat de snelle veranderingen in het klimaatsysteem te wijten zijn aan de ophoping van broeikasgassen. Elk nieuw wetenschappelijk rapport levert hier aanvullende bewijzen voor en maakt duidelijk dat er veranderingen moeten worden doorgevoerd om de ergste scenario's te voorkomen. Maar ook andere elementen spelen een rol bij het klimaat van de aarde, waaronder de volgende:

- » **Bewolking.** Tussen wolken, temperatuur en neerslag bestaat een wisselwerking. Als de temperatuur verandert, verandert ook het wolkendek, en omgekeerd.
- » **Klimaattrends op de lange termijn.** De aarde heeft in de loop van de geschiedenis zowel ijstijden als warme perioden gekend. Wetenschappelijke gegevens over het kooldioxidegehalte in de atmosfeer gaan 800.000 jaar terug; over het klimaat voor die tijd zijn slechts gefundeerde gissingen te doen.
- » **Zonnecycli.** De zon doorloopt een cyclus die de baan van de aarde dichterbij of verder van de zon brengt. Deze cyclus beïnvloedt uiteindelijk de temperatuur op aarde en dus het klimaat. Wetenschappers hebben de zonnecycli echter uitgesloten als factor in de huidige opwarming.

We gaan in hoofdstuk 3 dieper in op deze andere kwesties.





BELANGRIJK

## KLIMAATVERANDERING IN HET KORT

De aarde ontstond zo'n 5 miljard jaar geleden als een bal kolkend gas en stof dat overbleef na de vorming van de zon. In het begin van deze zeer lange tijd werden het ijzer en silicium waaruit het grootste deel van de aarde is opgebouwd gescheiden; het hete, zware ijzer zakte naar de kern en de lichtere silica'ten kwamen aan de oppervlakte te liggen en koelden af. Vulkanen spuwden materiaal en gassen naar het oppervlak. Continenten vormden zich en begonnen rond het oppervlak van de aarde te bewegen. De aarde bevroor van pool tot pool, warmde op, ontdooide en bevroor weer. De combinatie van gassen in de atmosfeer veranderde door de invloed van vulkanen en de zon.

### Een overzicht van het leven op aarde

- **3½ miljard jaar geleden.** Er verschenen eencellige organismen en virussen.
- **2½ miljard jaar geleden.** Bacteriën begonnen gebruik te maken van fotosynthese; zonlicht bood de benodigde energie om koolstof in celgroei om te zetten en zuurstof als afval uit te stoten.
- **900 miljoen jaar geleden.** De eerste meercellige organismen ontstonden.
- **600 tot 450 miljoen jaar geleden.** Overal ontstond leven; planten en dieren uit de oceanen begonnen het land te koloniseren.
- **250 miljoen jaar geleden.** De eerste massa-extinctie vond plaats; vroege dinosaurussen en zoogdieren overleefden.
- **200 miljoen jaar geleden.** Er vond weer een massa-extinctie plaats, waarna de dinosaurussen dominant werden. Rond deze tijd werden sommige kleine zoogdieren warmbloedig, waardoor ze in verschillende klimaten konden overleven.
- **150 tot 100 miljoen jaar geleden.** De eerste vogels en bloeiende planten ontstonden; grote dinosaurussen leefden naast vier verschillende groepen zoogdieren.
- **66 miljoen jaar geleden.** Een asteroïde sloeg in ten oosten van wat nu Mexico is, waarna een wolk van stof en stoom de zon jarenlang blokkeerde, planten stierven en de dinosaurussen en alle andere dieren van meer dan 25 kg stierven uit.
- **55 miljoen jaar geleden.** Er vond een nieuwe massa-extinctie plaats, mogelijk veroorzaakt door een toename van broeikasgassen die een dikke isolatielaag in de atmosfeer veroorzaakten, waardoor het zo warm werd dat veel soorten uitstierven. De aarde is een moeilijke plek om te overleven. Niets is zeker.
- **6 miljoen jaar geleden.** De eerste mensen verschijnen.

In min of meer dezelfde vorm bestaat de mens nu 6 miljoen van de 5 miljard jaar dat de aarde er is, dus een achtste van een procent van al die tijd. In die

korte periode heeft de mens ijstijden overleefd en werktuigen, landbouw, het schrift, landen en regeringen, muziek en kunst ontwikkeld. De menselijke bevolking groeide langzaam maar gestaag binnen de grenzen die de aarde en natuurlijke processen konden bieden. Van 10.000 v.C. tot 1700 n.C. bedroeg de toename ongeveer 0,04 procent per jaar; in 1700 waren er ongeveer 600 miljoen mensen op aarde, oplopend tot ongeveer 1 miljard in 1800.

Maar toen veranderde alles. Tussen 1800 en 1928 verdubbelde de bevolking tot 2 miljard. Vanaf dat moment nam de groei nog sneller toe tot ongeveer 1968; de bevolking bedroeg toen 2,5 miljard. In 1987 was dat 5 miljard en in 2019 7,7 miljard. De bevolkingsgroei neemt vanaf 1968 af, al zal de bevolking naar verwachting nog steeds toenemen tot een maximum van ongeveer 11 miljard in 2100.

De mens is de aarde gaan domineren op een manier die geen andere levensvorm ooit heeft gedaan. Daarbij vormen de dieren die door mensen worden gehouden nu verreweg het grootste aandeel van de totale dierlijke biomassa ter wereld (*biomassa* is de totale massa levende materie in een bepaald gebied).

De mens leerde aan het begin van de negentiende eeuw bovendien hoe hij de energie kon gebruiken die miljoenen jaren eerder in de aarde was opgeslagen. In die tijd gebruikten planten de warmte van de zon om te groeien en koolstofweefsel aan te maken. De rottende en ontbindende weefsels van deze planten werden in de loop van miljoenen jaren tot steenkool en olie samengeperst.

### **Het begin van fossiele brandstoffen**

Steenkool en bruinkool, de samengeperste restanten van oeroude planten, vormen een prachtige bron van energie met een hoge dichtheid. Ze zijn soms eenvoudig aan de oppervlakte van de aarde te vinden, waardoor ze al duizenden jaren als brandstof worden gebruikt (en mensen leerden ook een soort kolenequivalent te maken, houtskool, door hout te verhitten zonder voldoende zuurstof om echt te branden). Maar de meeste steenkool in de wereld zit onder de grond en is dus niet zo gemakkelijk op te rapen en mee te nemen voor het vuur. Men groef ondiepe mijnen om de steenkool eruit te halen, maar vaak stroomde er water naar binnen, waardoor er niet verder kon worden gegraven.

En toen kwam de revolutie, die het begin inluidde van het onderwerp van dit boek.

Aan het eind van de achttiende en het begin van de negentiende eeuw ontwierp de Schotse ingenieur James Watt de eerste stoommachines die zo efficiënt waren dat ze konden worden gebruikt om op betrouwbare wijze water uit kolenmijnen te pompen. Steenkool fungeerde dus als brandstof om water te verhitten en stoom te maken om de machine aan te drijven, de pomp in werking te zetten om het water te verwijderen en bij de steenkool te komen, waarna de industriële revolutie een feit was.

Met een overvloed aan steenkool werden overal in Engeland industriële toepassingen mogelijk. De machines van Watt en anderen vormden de drijvende kracht achter verschillende processen, allerlei fabrieken, wol- en katoenspinnerijen, stoomweefgetouwen, staalfabrieken, spoorwegen en stoomschepen: dankzij steenkool werd Engeland het eerste grote industriële rijk ter wereld. De technologie werd vervolgens naar het vasteland van Europa en de nieuwe staten in Amerika geëxporteerd en de industriële productie explodeerde.

Door deze nieuwe vorm van industrie vonden grote aantallen mensen werk op geconcentreerde locaties. De verschuiving van het platteland naar de steden kwam in een stroomversnelling. In de steden werd steenkool verbrand voor warmte, warm water en de verlichting van binnen- en buitenruimten. Dit laatste gebeurde met 'lichtgas', dat ontstaat als steenkool zonder zuurstof wordt verbrand. Mensen werkten langer en genoten 's avonds van amusement in theaters en muzieksalen.

Maar er gebeurde nog meer.

### **De tweede industriële revolutie begint**

In 1859 werd olie gewonnen uit een bron in de Amerikaanse staat Pennsylvania en begon de tweede industriële revolutie. Steenkool bleef lange tijd dominant, maar het gebruik van olie en het bijbehorende product methaangas (dat *aardgas* werd genoemd om de marketing te vergemakkelijken) groeide snel totdat het gebruik van olie rond 1950 dat van steenkool evenaarde en vervolgens na 1970 steenkool bij de meeste toepassingen verdrong (behalve bij de productie van elektriciteit en staal). Olie is gemakkelijker te gebruiken dan steenkool, levert meer bruikbare energie met minder rook en roet en is gewoon een betere brandstof voor spoorwegen en schepen, voor de industrie en voor het opwekken van elektriciteit. Koning Kolen verloor dus zijn kroon.

Mensen begonnen steeds meer dingen te maken en verbrandden nog steeds veel steenkool en nu dus ook veel olie en gas. Toen die kolen en olie verbrand waren, konden de mensen de oeroude zonne-energie weer gebruiken om dingen te maken en te verplaatsen en om dingen warm te houden. En al die koolstof kwam weer vrij in de atmosfeer in de vorm van kooldioxide en andere gasen die broeikasgasen worden genoemd omdat ze net als het glas in een broeikas de warmte binnenhouden. Dus werd de aarde warmer, net als bij elke goede broeikas. De aarde blijft echter ook tegenwoordig nog warmer worden en dat is nu net het probleem dat we moeten oplossen.