

MENS :
een indringende
en educatieve
visie op het
leefmilieu

Dossiers en rubrieken
didactisch gewikt
en gewogen door
eminente specialisten

43

4e kwartaal 2001

MENS 10 Jaar

Driemaandelijks populair-wetenschappelijk tijdschrift

Het klimaat in de knoei

UITGIFTEKANTOOR 2800 MECHELEN 1



Milieu-
Educatie,
Natuur &
Samenleving

Inhoud

Klimaat in de overgang	3
Van kleine ijstijd tot mondiale opwarming	5
Oneerlijk verdeeld	6
De feiten	7
Klimaatgeschiedenis	8
Onzekere toekomst	9
Een opwarmende wereld	10
Oplossingen alleen wereldwijd	13
Ieder zijn steentje	15

© Alle rechten voorbehouden MENS 2001

Coördinatie:
Prof. dr R. Caubergs
Tel.: 03/218.04.14

www.2mens.com

Onder de auspiciën van:

- Vlaamse Vereniging voor Biologie (V.V.B.)
- Belgisch Werk tegen Kanker en Vlaamse Kankerliga
- Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (K.V.C.V.)
- Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging (KVIV)
- Vereniging Leraars Wetenschappen (VeLeWe)
- Vereniging voor het Onderwijs in de Biologie (V.O.B.)
- Vereniging Leraars Aardrijkskunde (V.L.A.)
- Vlaamse Ingenieurskamer (V.I.K.)
- Water - Energie - Leefmilieu (WEL)
- Centrum voor Milieusanering, U. Gent
- Verbond der Vlaamse Academi's (V.V.A.)
- Nederlands Instituut voor Biologen (NIBI)
- Natuur & Wetenschap
- Provinciaal Instituut voor Milieu-Educatie (PIME)
- Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde van Antwerpen (KMDA)
- Zoo Antwerpen en dierenpark Planckendaal
- Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)
- Koninklijk Instituut voor het duurzaam beheer van de Natuurlijke rijkdommen en de bevordering van de schone Technologie (K.I.N.T.)

Met dank voor de illustraties aan :

Prof. dr L. Beyens, RUCA
Dr B. Van de Vijver, RUCA
Prof. dr I. Nijs, UIA
Prof. dr H. Svensmark

Kernredactie:

A. Van der Auweraert, MENS
R. Caubergs, RUCA
J. Gansemans
P. Raeymaekers
C. Thoen, middelbaar onderwijs

Redactionele coördinatie:

A. Van der Auweraert
RUCA, Groenenborgerlaan, 171 - 2020 Antwerpen
Tel.: 03/218.04.84 - Fax: 03/218.04.17
e-mail: mens@ua.ac.be

Abonnementen en info:

Corry De Buysscher
Te Boelaarlei 21, 2140 Antwerpen
Tel.: 03/312.56.56 - Fax: 03/309 95 59
corry.db@belgacom.net
België: 18 € op 777-5921345-56
Educatief abonnement: 10 €
(mits vermelding instellingsnummer)
Losse nummers: 3,15 €
(bij nabestellingen voor educatieve doeleinden)

Promotie en externe relaties

Inge Van Herck
Mobile: 0475/97 35 27
Fax: 051/22 65 21
ingevanherck@hotmail.com

Topic and fund raising:

Dr Sonja De Nollin
Tel.: 03/322.74.69 - Fax 03/321.02.77
e-mail: denollin@uia.ua.ac.be

Verantwoordelijke uitgever:

Prof. Dr R. Valcke
roland.valcke@luc.ac.be

Voorwoord

KLIMAATVERANDERING EN BROEIKASEFFECT

Na twee weken en een volle nacht doorvergaderen is vanochtend vroeg de klimaatconferentie in Marrakech succesvol afgerond. In Marrakech is het Bonn-akkoord vastgelegd in juridische teksten. Daarmee is de politieke doorbraak van Bonn bezegeld.

In juli waren er in Bonn compromissen bereikt over de manier waarop broeikasgassen kunnen worden teruggedrongen. Daarbij ging het over de steun aan ontwikkelingslanden, de mate waarin bossen mogen worden meegeteld om aan de verplichtingen te voldoen, de sancties als landen hun doelstelling niet halen en de maatregelen in het buitenland.

In Marrakech is er lang gesproken over de manier waarop sancties worden geregeld en de Russische wens om meer megaton koolstof toegekend te krijgen voor hun bossen. Uiteindelijk is alles vastgelegd in juridische teksten. Nu dit is gebeurd, hebben regeringen geen enkele juridische of politieke belemmering meer om het Kyoto-protocol te ratificeren. Daarmee is het mogelijk dat het Kyoto-protocol midden volgend jaar in werking zal treden. Om dit te bewerkstelligen moeten tenminste 55 landen ratificeren die gezamenlijk voor tenminste 55% van de uitstoot van broeikasgassen verantwoordelijk zijn. De Europese Unie heeft aangekondigd met de ratificatie vaart te maken. Dit geldt ook voor Japan. De Verenigde Staten hadden meegedeeld niet mee te doen. Ik denk dat ze er goed aan zouden doen alsnog toe te treden. Daarmee zouden zij aangeven ook voor het wereldklimaatprobleem een wereldwijde coalitie te wensen.

Het Bonn akkoord en de juridische vertaling daarvan is slechts een eerste stap in de strijd tegen klimaatverandering. Er moet veel meer gebeuren. Bovendien mogen we de vraag naar effectiviteit van onze maatregelen niet uit de weg gaan. Een onafhankelijk populair wetenschappelijk tijdschrift als MENS is één van de podia waarop die toetsing van het beleid en de ontwikkeling van denken aan een breder publiek gebracht worden. Ik ben daarom blij met dit themanummer en de gelegenheid die u mij gegeven heeft om het voorwoord te verzorgen.



Jan Pronk
Nederlands Minister van
Volkshuisvesting, Ruimtelijke
Ordening en Milieubeheer
en voorzitter van de CoP6 in
Den Haag (2000) en Bonn (2001).

Het klimaat in de knoei

Aan dit dossier werkten mee:

Prof. dr Louis Beyens, Onderzoeksgroep Polaire Ecologie en Paleobiologie, RUCA

Dr Gaston R. Demarée, Koninklijk Meteorologisch Instituut, KMI

Prof. dr Henri Malcorps, Koninklijk Meteorologisch Instituut, KMI

Dr Pim Martens, ICIS, Universiteit Maastricht

Prof. dr Ivan Nijs, Onderzoeksgroep Planten- en Vegetatie-ecologie, UIA

Prof. dr Hugo Poppe, Laboratorium voor Weer- en Klimaatkunde, KUL

Prof. dr Alfred Quinet, Koninklijk Meteorologisch Instituut, KMI

Prof. dr Oswald Van Cleemput, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, RUG

Dr Bart Van de Vijver, Onderzoeksgroep Polaire Ecologie en Paleobiologie, RUCA

31 december 2100

De wereld viert het einde van een eeuw waarin de gemiddelde temperatuur met 5°C toenam, de hoeveelheid koolzuurgas in de lucht verdrievoudigde en het zeepeil steeg met tachtig centimeter. Het stijgende water overspoelde tien procent van het grondgebied van Bangladesh. Zes miljoen Egyptenaren moesten verhuizen uit de verzilte Nijldelta en twee miljoen Nederlanders vluchtten met hun super-de-luxe caravans naar een stekje in de Belgische Ardennen. De schrik zit er boven de Moerdijk goed in. Menig Nederlander vraagt zich af of de dijkverstevingen en de reusachtige pompen het stijgende water zullen buiten houden.

31 december 2100

De wereld viert het einde van een eeuw waarin veel werd gedebatteerd over de klimaatverandering en het broeikas effect. Gelukkig liep het niet zo'n vaart. De temperatuur steeg uiteindelijk met slechts 1°C en het zeeniveau met vijf centimeter. Men was er gedeeltelijk in geslaagd om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Maar bovenal bleken er nog andere factoren een invloed te hebben op het klimaat. Die had men in het begin van de 21ste eeuw onvoldoende opgenomen in de voorspellingen. Niettemin waren de Nederlanders toch nog massaal afgezakt naar de Ardennen - niet uit angst voor het stijgende water, wel voor de 'gezelligheid'.

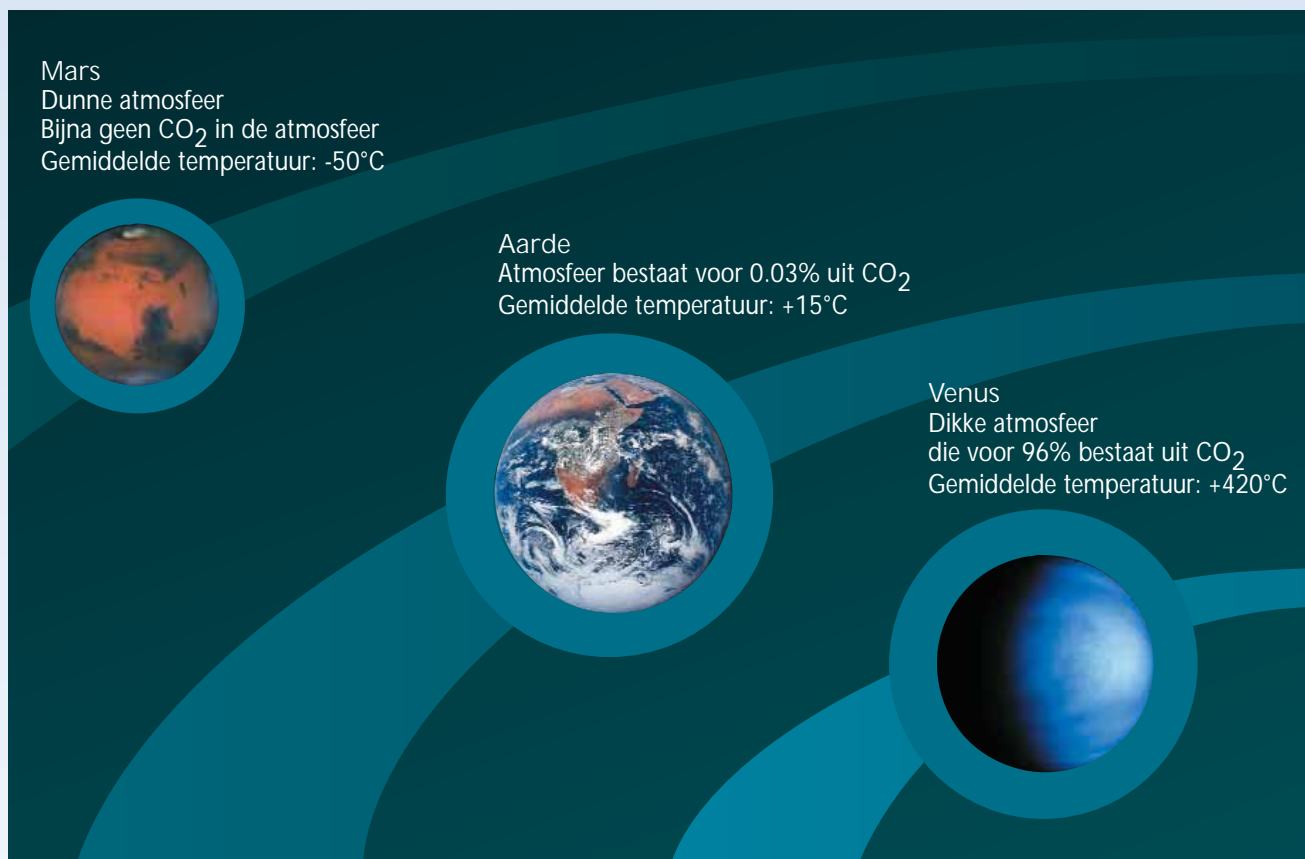
Welk van de bovenstaande scenario's uiteindelijk fictie of werkelijkheid wordt, weet niemand. Misschien loopt het niet zo'n vaart met de verandering van ons klimaat of misschien wordt het allemaal wel veel erger dan we nu voorspellen. Maar de aanwijzingen stapelen zich op dat ons klimaat verandert, al of niet door toedoen van de mens. Daarom beginnen vele wetenschappers, beleidsmakers en mensen als u en ik, zich grote zorgen te maken.

Het is echter niet eenvoudig om wijs te raken uit het ingewikkelde en incoherente kluwen van klimaattheorieën, gevolgsenario's en prognoses. Temeer daar het onderzoek van de klimaatverandering en haar gevolgen een multidisciplinair karakter heeft en zich dus vertakt



over zeer uiteenlopende wetenschappelijke domeinen, gaande van de fysica tot de biologie en van de geologie tot de sociale en economische wetenschappen.

In de eerste plaats heeft klimaat te maken met het weer. Het klimaat is het meest voorkomende weer over een langere periode. Meteorologen houden gedurende tientallen jaren metingen bij van temperatuur, vochtigheidsgraad, luchtdruk, wind, bewolking en neerslag. Ze kijken naar dagelijkse en jaarlijkse variaties en houden extreme weersomstandigheden in het oog, zoals hittegolven, zware regenbuien of heuse orkanen. Op deze manier kunnen ze zien hoe het klimaat zich over een langere periode ontwikkelt.



Geen weer zonder atmosfeer

Het klimaat op een planeet wordt bepaald door een hele reeks factoren waaronder de massa van de planeet, de afstand tot de zon en de samenstelling van de atmosfeer of dampkring. Op de aarde is de atmosfeer voor 78% samengesteld uit stikstof, voor 21% uit zuurstof en voor 1% uit andere gassen, waaronder koolstofdioxide (0.03-0.04%). Maar dat was niet altijd zo. De aardse oeratmosfeer bestond aanvankelijk voornamelijk uit koolstofdioxide, stikstof, waterstof en water met wellicht kleine hoeveelheden waterstofsulfide, ammoniak en methaan. Pas veel later treffen we er

zuurstof aan, als gevolg van de fotosynthese door micro-organismen.

De dampkring rond andere planeten in ons zonnestelsel is heel anders samengesteld. Mars is te klein om er een dikke atmosfeer op na te houden. De dampkring is er ongeveer 100 keer dunner dan die op de aarde en de gemiddelde oppervlaktetemperatuur bedraagt -50°C.

De dikte van de atmosfeer op Venus is vergelijkbaar met die van de aarde. Het is er echter wel veel warmer (420-460°C) en de dampkring bestaat voor 96% uit koolstofdioxide.

De klimaten op Mars en Venus zijn heel stabiel, op aarde daarentegen verandert het klimaat voortdurend. (Bron: UNEP)

Op onze aardbol is het klimaat allesbehalve stabiel. Bekijken we het temperatuurverloop over een periode van 400 000 jaar in het zuidpoolgebied, dan zien we grote verschillen. Relatief warme perioden worden afgewisseld met koude ijstijden. Het is opvallend dat de omslag telkens abrupt gebeurt, op enkele decennia tijd.

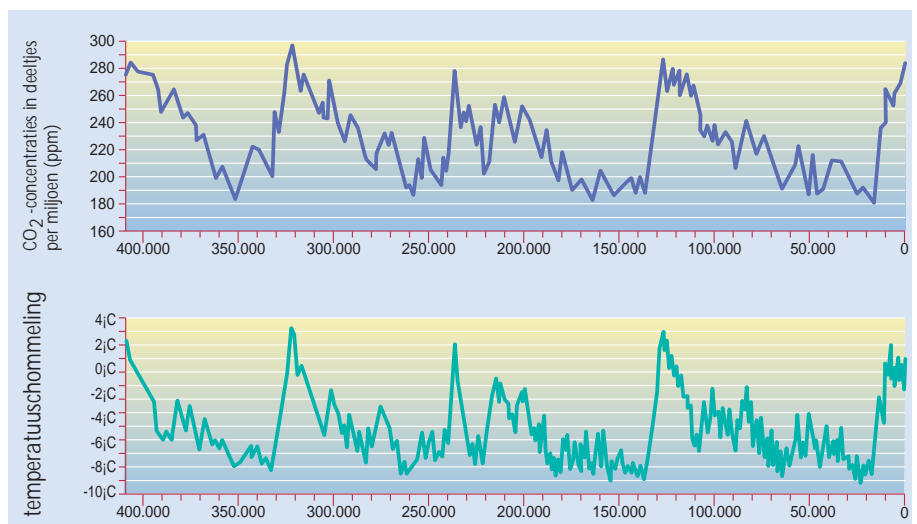
De temperatuurscurve volgt nagenoeg perfect die van de CO₂-concentratie in de lucht. Beiden houden verband met elkaar, dat mag wel duidelijk zijn. Precies op dit verband is de hypothese gestoeld dat de nakende klimaatverandering het gevolg zal zijn van de verhoogde uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen door de mens.

Toch zijn het niet alleen broeikasgassen die ons klimaat bepalen, er zijn zoveel factoren die een rol spelen. Er is ondermeer de zon, die niet altijd even actief is. Ook de positie van de aarde ten opzichte van de zon verandert. Dat

heeft allemaal een belangrijke invloed op het klimaat op aarde.

Niet alle stralen die de zon in de richting van de aarde uitstuurt, bereiken het aardoppervlak. Een deel daarvan wordt

weerkaatst door wolken, door stofdeeltjes of door het aardoppervlak zelf. Hoe meer zonlicht er teruggestuurd wordt in de ruimte, hoe kouder het wordt op aarde.



De CO₂-concentratie en temperatuur op Antarctica tijdens de laatste 400 000 jaar.

Van kleine ijstijd tot mondiale opwarming

Ook het afgelopen millennium is het klimaat in een aantal opzichten veranderd. Opvallend is de koude periode tussen 1400 en 1850. Deze periode noemt men ook wel eens de 'kleine ijstijd'. Binnen deze ijstijd deed zich nog een extra koude periode voor, het zogenaamde 'Maunder Minimum', dat begon in 1645 en eindigde in 1715. Tijdens de winter waren onze rivieren steevast dichtgevroren. In de schilderkunst leverde deze periode schitterende winterlandschappen en ijsaferelen op, maar een echt pretje zijn de winters in die tijd niet geweest. Er is overigens nog geen bevredigende verklaring gevonden voor deze koudere periode, mogelijk speelde een geringere zonneactiviteit een rol.

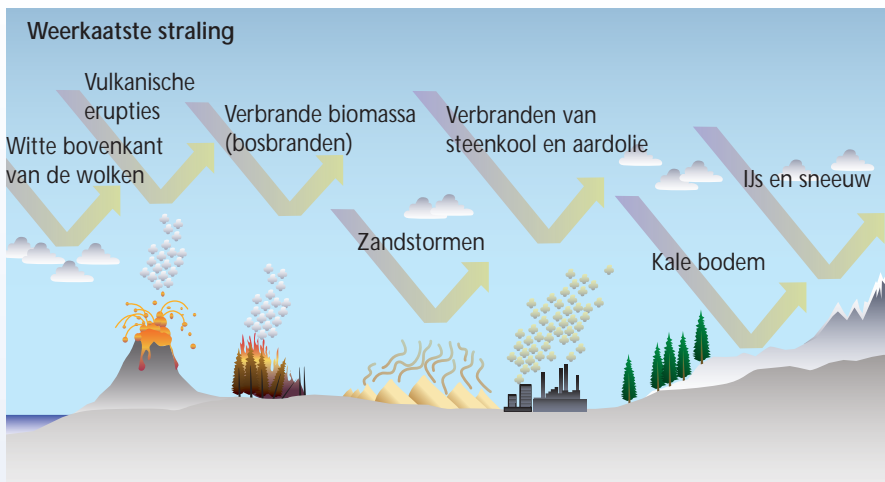
In de twintigste eeuw lijkt het er op dat de aarde opwarmt. Recente rapporten van het Intergovernmental Panel on Climate Change, het IPCC, waaraan honderden wetenschappers meewerkten, laten daar geen twijfel over bestaan. Het is warmer geworden op aarde (gemiddeld $0,6^{\circ}\text{C}$), het ijs van de noordpoolkap, op Groenland en van gletsjers smelt weg en het zeepeil is gestegen met 10 tot 20 centimeter.

Vele wetenschappers leggen een verband tussen de opwarming van de aarde en de stijging van de hoeveelheid broeikasgassen gedurende de voorbije eeuw. De belangrijkste boosdoener daarbij is koolstofdioxide ofwel CO_2 . De gehele mensheid brengt elk jaar zo'n 25 miljard ton CO_2 in de atmosfeer. Het grootste deel, 80%, is afkomstig van het verbranden van fossiele brandstoffen zoals aardolie, gas en steenkool, maar ook

grootschalige ontbossing draagt bij tot de stijging van het CO_2 -gehalte in de lucht.

Het giganteske van 25 miljard ton kunnen we ons nauwelijks voorstellen. Of toch, men kan stellen dat iedere mens op aarde, en we zijn met meer dan zes miljard, elk jaar zowat 100 keer zijn eigen gewicht aan CO_2 in de lucht stuurt. Deze hoeveelheden hebben zo hun gevolgen: de laatste 400.000 jaar schommelde de atmosferische CO_2 -concentratie tussen de 200-290 ppm (van het Engels 'part per million' = aantal moleculen CO_2 per miljoen moleculen lucht), inmiddels zijn we bij 370 ppm aanbeland.

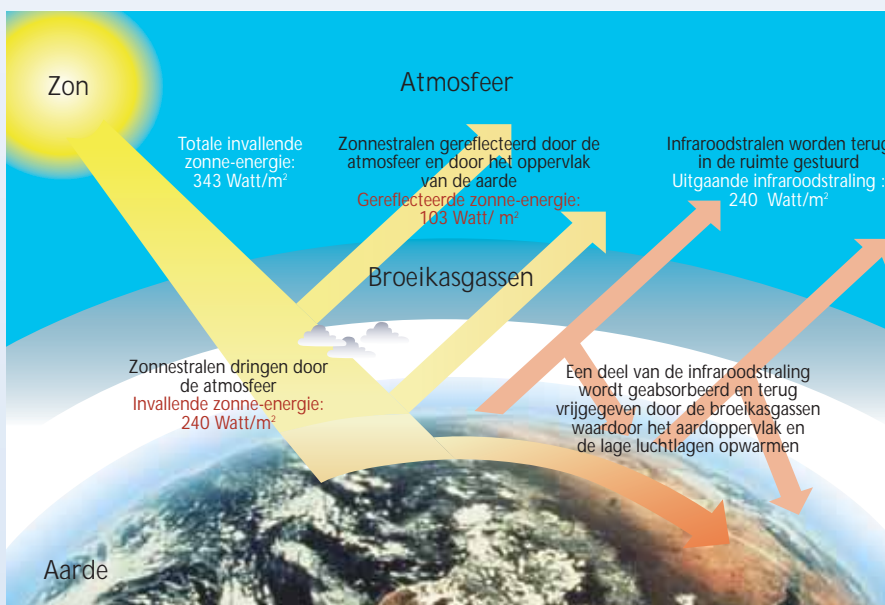
Er zijn echter nog andere broeikasgassen waarvan de concentratie in de voorbije eeuw spectaculair toenam. We denken aan methaan, distikstofoxide, CFK's, HFK's, perfluoromethaan en zwavelhexafluoride.



Bitterkoud zonder serre

Ongeveer de helft van de stralen die de zon in de richting van de aarde stuurt, worden terug in de ruimte gekaatst. Een deel wordt weerkaatst door wolken, stofdeeltjes in de hogere luchtlagen - de zogenaamde aerosolen -, of door het aardoppervlak zelf. De andere helft van de stralen warmt het aardoppervlak en de oceanen op, waardoor deze op hun beurt infrarode stralen uitzenden.

Waterdamp, koolstofdioxide, methaan en distikstofoxide absorberen de infrarode stralen waardoor de aardatmosfeer opwarmt. Deze gassen kennen we daarom ook onder de naam 'broeikasgassen'. Ze omhullen de aarde als één groot deken dat weliswaar de zonnestralen doorlaat, maar tegelijk de warmtestralen binnenhoudt. Gelukkig zijn er broeikasgassen, zonder zou het op aarde gemiddeld 20°C onder nul zijn. (bron: UNEP)



zet het energiemanagement van uw computer op 'zuinig'. u brengt onrechtstreeks 44 kg minder CO_2 per jaar in de lucht.

De meeste van deze gasen hebben een broeikaswerking die veel hoger is dan deze van CO₂, maar gelukkig zijn hun concentraties in de atmosfeer veel lager en is hun uiteindelijk effect relatief laag (zie tabel). Wel hebben bijna al deze gasen een aanzienlijke levensduur. Elke molecule perfluoromethaan die we vandaag in de lucht spuiten, zit er wellicht over enkele tienduizenden jaren nog. Dat geldt ook voor CO₂, maar in mindere mate. Dat gas wordt immers gedeeltelijk opgenomen door de zee of vastgelegd in organisch materiaal via fotosynthese. Toch heeft elke gram CO₂ die we vandaag in de atmosfeer brengen, gevolgen voor de komende decennia.

Koolstofdioxide is overigens niet eens het belangrijkste broeikasgas. Met die eer gaat waterdamp lopen. Waterdamp is echter een broeikasgas waar de mens geen directe invloed op heeft. Als grote

verdampingsreservoirs bepalen de zeeën en de oceanen de hoeveelheid gasvormige watermoleculen in de lucht. Toch staat waterdamp niet los van de klimaatverandering. Er zijn immers belangrijke terugkoppelingsmechanismen. Een algehele opwarming van de aarde leidt tot hogere concentraties aan waterdamp in de atmosfeer en dat resulteert weer in een verdere opwarming. Anderzijds betekent meer waterdamp ook meer wolken, wat dan weer resulteert in afkoeling. Dit soort complexe feedback-mechanismen zijn de oorzaak van heel wat onzekerheid in klimaatmodellen en voorspellingen.

Onerlijk verdeeld

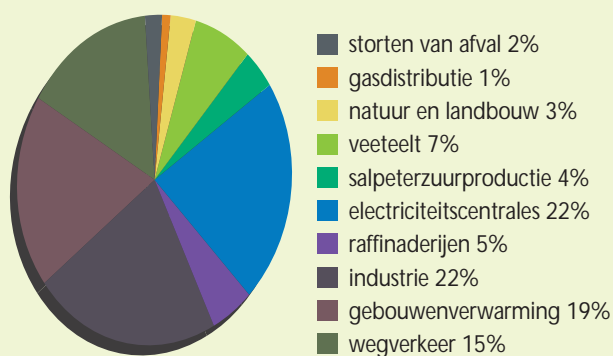
Er is een zeer onevenwichtige verdeling in de uitstoot van broeikasgassen. Industrielanden als de Verenigde Staten, de

Europese Unie en Japan hebben een onevenredig hoog aandeel, zowel in absolute cijfers als in uitstoot per inwoner. Elke VS burger stoot jaarlijks 20,5 ton CO₂ in de atmosfeer, een Belg 12,04 ton en een Nieuw-Zeelander 8,81 ton. De gemiddelde wereldburger zit aan 4 ton.

In Europa neemt de verbranding van fossiele brandstoffen voor energieopwekking het leeuwendeel van de emissie van broeikasgassen voor haar rekening. De energiesector en de industrie hebben het grootste aandeel, maar het wonen en het transport volgen op de hielen.

De Belgische elektriciteitssector produceert minder broeikasgassen per opgewekte eenheid elektrische energie, in vergelijking met andere landen van de EU. Dat is natuurlijk hoofdzakelijk te danken aan kernenergie. Dat is immers

Aandeel van de doelgroepen in de totale broeikasgasuitstoot



Bron: VVM

CO₂-emissie per land per inwoner in 1997 (ton)

U.S.A.	20,50
Luxemburg	20,42
Australië	16,52
Canada	15,76
Finland	12,74
Estland	12,74
België	12,04
Denemarken	11,81
Nederland	11,81
Tsjechië	11,74
OESO	11,20
Duitsland	10,77
Ierland	10,27
Rusland	9,89
Groot-Brittannië	9,40
Japan	9,29
Polen	9,06
Usland	8,85
Nieuw-Zeeland	8,81
Oostenrijk	7,94
Noorwegen	7,79

Bron: VBO

Broeikasgas	Chemische formule	Pre-industriële concentratie	Concentratie in 1994	Levensduur van het gas in de atmosfeer (in jaren)	Bron	Potentie als broeikasgas (t.o.v. CO ₂)	Bijdrage aan broeikas effect
Koolstofdioxide	CO ₂	278 ppm	358 ppm	Variabel	Verbranden fossiele brandstof Ontbossing	1	82%
Methaan	CH ₄	0,7 ppm	1,7 ppm	12,2	Fossiele brandstof Rijstvelden Stortplaatsen Veestapel	21	12%
Distikstofoxide	N ₂ O	0,275 ppm	0,311 ppm	120	Meststof Industriële processen	310	4%
CFK	CCl ₂ F ₂	0	0,0005 ppm	102	Koelmiddel Drijfgas Piepschuim	6200-7100	Totaal restgassen
HFK	CHClF ₂	0	0,0001 ppm	12,1	Koelstof	1300-1400	
PFK (perfluoromethaan)	CF ₄	0	0,00007 ppm	50000	Productie van aluminium	6500	
Zwavelhexafluoride	SF ₆	0	0.000032 ppm	3200	Elektrische isolatie	23900	

DE FEITEN

een productieproces waarbij de uitstoot van broeikasgassen minimaal is. Maar aan kernenergie kleven heel andere veiligheids- en milieuvragen, waardoor België wellicht zijn bestaande kerncentrales niet zal vervangen. Daarom zal België, meer nog dan andere landen binnen de EU, op zoek moeten naar duurzame energievormen zonder de uitstoot van broeikasgassen te verhogen.

U en ik

Uiteindelijk zijn we met ons kwistig energieverbruik allen verantwoordelijk voor de uitstoot van broeikasgassen. Elk lampje dat onnodig blijft branden, elke kilometer die we met de auto in de file staan, elke keer dat de verwarming brandt als we niet thuis zijn, spuwen we rechtstreeks of onrechtstreeks een onnodige hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer.

Klimaatverandering ...

- De aarde werd in de 20ste eeuw gemiddeld 0.6 graden warmer. De warmste jaren werden genoteerd tussen 1995 en 2000.
- Sinds het begin van de systematische temperatuurmetingen in de 19de eeuw waren de jaren '90 de warmste decade en 1998 het warmste jaar in het noordelijke halfrond. Men vermoedt zelfs dat het de warmste decade en het warmste jaar waren van het hele millennium.
- Satellietgegevens bevestigen dat sinds de jaren '60 tien procent minder aardoppervlak is bedekt met sneeuw en ijs. Ook de gletsjers in niet-polaire gebieden hebben zich verder teruggetrokken.
- Op het einde van de zomer is de dikte van het noordpoolijs nu 40% dunner dan tijdens de jaren '50.
- Het niveau van het zeewater nam gemiddeld met 10 tot 20 centimeter toe.
- In het noordelijk halfrond werden de zomers droger en de winters natter.
- In de tweede helft van de twintigste eeuw kwamen er in het noordelijk halfrond vier procent meer zogenaamde 'zware neerslaggebeurtenissen' voor.

... of toch niet.

- In sommige delen van het zuidelijk halfrond en op de zuidpool werd geen noemenswaardige opwarming genoteerd.
- Men kan geen veranderingen aantonen in het antarctische ijs die wijzen op een opwarming.
- Wereldwijd zijn er niet meer tropische en subtropische stormen.
- Men vindt geen opwarming in luchtlagen op 5 tot 8 kilometer hoogte.

De koolstofcyclus

Het leven op aarde heeft naast de elementen zuurstof en waterstof het element koolstof als basis. Het is één van de belangrijkste chemische componenten van de organische materie, of het nu gaat om fossiele brandstoffen of complexe biomoleculen als DNA en eiwitten.

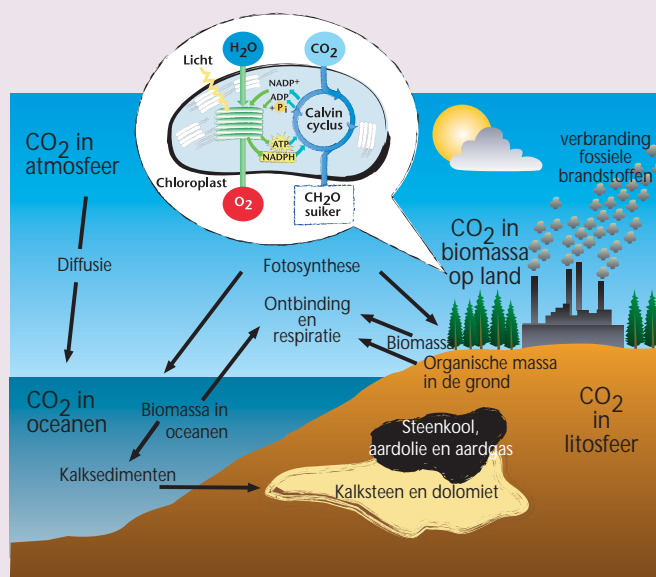
Op aarde is koolstof voornamelijk gestockeerd als (hoeveelheid in miljard ton koolstof):

- biochemische moleculen in levende organismen (biomassa) (610)
- koolstofdioxide in de lucht (766)
- organische materie in de oppervlakkige bodem (resten van levende organismen) (1500)
- fossiele brandstoffen (steenkool, aardolie en gas) in de diepere bodemlagen (4000)
- opgeloste koolstofdioxide in de oceanen (40 000)
- organische gesteenten (kalkhoudende gesteenten en dolomiet) en calciumcarbonaat in de schelpen van afgestorven mariene organismen (tezamen 100 000 000)

De mens grijpt in deze cyclus rechtstreeks in op twee plaatsen:

- Hij verplaatst koolstofatomen van de fossiele brandstoffen naar de lucht.
- Hij kapt bossen en wouden waardoor het aantal koolstofmoleculen die zijn opgenomen in de biomassa vermindert.

Deze ingrepen leiden tot het zogenaamde broeikaseffect. We pompen jaarlijks ongeveer 5.5 miljard ton koolstof vanuit de fossiele brandstofopslag naar de atmosfeer en nog eens 1.5 miljard ton door grootschalige ontbossing. Een deel hiervan wordt opgenomen door de oceanen, als opgelost CO_2 , een ander deel wordt via de fotosynthese in biomassa omgezet, zowel op het land als in de zee. Fotosynthese is het proces waarbij CO_2 en H_2O onder invloed van licht in de bladgroen-

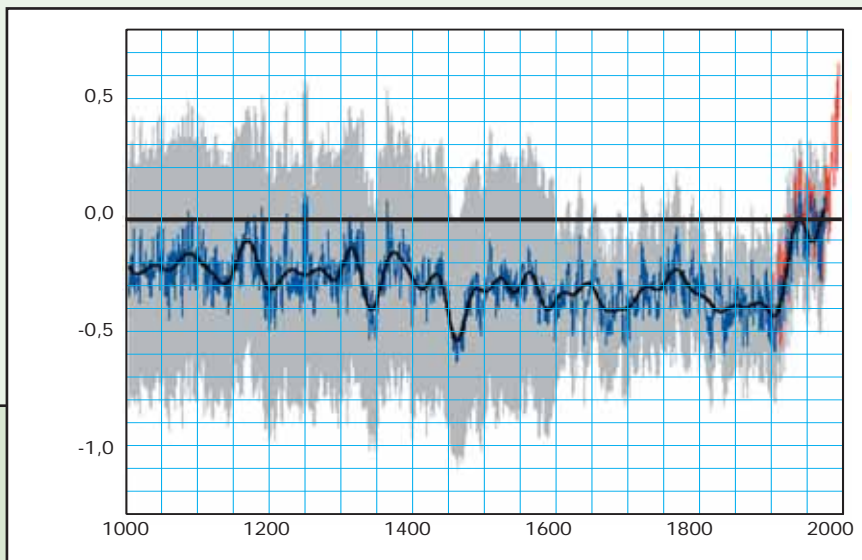


korrels (chloroplasten) worden omgezet in suikers. De koolstofcyclus is een dynamisch proces en wordt ondersteut door een aantal evenwichten. Men stelt zich echter de vraag hoe rekbaar deze dynamiek is en of we ooit echt door het lint zullen gaan.

Met een goede dakisolatie moet u minder verwarmen en brengt u jaarlijks 855 kg minder CO_2 in de lucht.

Was voortaan als de trommel vol is. Dat scheelt 29 kg CO₂ per jaar per machine.

Evolutie van de temperatuur (in °C) op het noordelijk halfrond in de laatste duizend jaar.



Intermezzo...

De geschiedenis van het klimaat

Om het klimaat van vandaag in een context te plaatsen, moeten we het klimaat van het verleden kennen. Er zijn verschillende manieren om het relaas van het klimaat doorheen de voorbije millennia te bestuderen. We kunnen ons baseren op :

- weergegevens. Sinds 150 jaar houdt men wereldwijd op een systematische manier gegevens over temperatuur, neerslag, luchtdruk en wind bij. Ons eigen KMI beschikt over redelijk betrouwbare gegevens sinds 1767.
- historische gegevens. Sedert de mens zijn eigen geschiedenis opschrijft, houdt hij ook de geschiedenis van het weer bij. Historische documenten waaronder logboeken van boeren, scheepsjournaals, dagboeken ..., maar ook fresco's en schilderijen verschaffen ons heel wat informatie over het klimaat van de voorbije millennia.
- indirecte gegevens. We hebben geen rechtstreekse gegevens over het klimaat in het verdere verleden. Wat we erover weten is grotendeels gebaseerd op:

Jaarringen van bomen. Weer en klimaat beïnvloeden de groei van bomen, vandaar dat het klimaat zijn weerspiegeling vindt in de breedte, densiteit en samenstelling van de jaarringen. In gematigde gebieden met uitgesproken seizoenen, zoals bij ons, produceren de bomen één ring per jaar. De eigenschappen van die ring geven een idee over de weersgesteldheid van dat jaar.

IJs. Hoog in de bergen en op de polaire ijskappen heeft de sneeuw van vele eeuwen zich opgestapeld. Wetenschappers

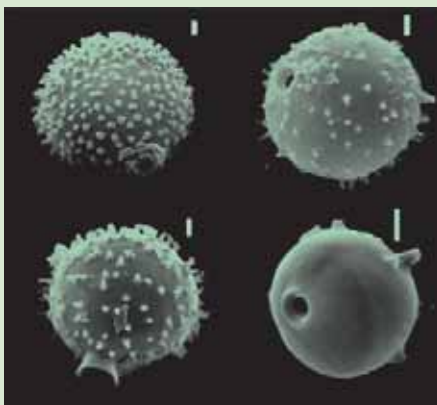
boren honderden meters diep in het ijs en verzamelen ijskernen. Aan de hand van stofdeeltjes, luchtbelletjes en isotopensamenstelling kunnen ze het klimaat van toen interpreteren.

Plantenresten en pollen. Aan de pollenkorrel herken je de plant. Elke plantensoort produceert immers kenmerkende pollenkorrels, die bovendien zeer lang in de bodem of in sedimentgesteenten bewaard blijven. Een analyse van pollenkorrels in een bodemlaag zegt heel wat over de planten die er tijdens een bepaalde periode leefden.

Fossielen. Elk jaar worden miljarden tonnen sediment afgezet op de bedding van oceanen, meren en poelen. Dergelijke sedimenten zijn afkomstig van de organismen die er leefden, van stofdeeltjes die met de wind werden aangevoerd en van rivierafzettingen. Wetenschappers nemen bodemstalen van deze sedimenten. Eerst bepalen ze de ouderdom van de laag. Daarvoor zijn er verschillende methoden, maar de meest robuuste is ongetwijfeld de datering van het organische materiaal via de ¹⁴C-isotopenmethode. Vervolgens zoeken de wetenschappers in elke gedateerd staal naar restanten van biologisch leven. Aan de hand van het al of niet voorkomen van bijvoorbeeld skeletjes van bepaalde algensoorten zoals diatomeeën en goudwieren, of van beschaalde amoeben trachten ze de geschiedenis van het klimaat laag per laag te reconstrueren.



De achtster (*Dryas octopetala*) is een arctische plant die bij ons tijdens de laatste ijstijd voorkwam.



Skeletjes van microscopisch kleine goudwiertjes verraden het vroegere klimaat.



Het nemen van een bodemstaal vraagt spiermassa.

Onzekere toekomst

Het eerste scenario uit de sciencefiction-krant van 31 december 2100 kent nog een vervolg:

In landen rond de Middellandse Zee wordt water ongemeen schaars. Sinds 2065 woeden er in het Midden-Oosten wateroorlogen. Daar- door is het verbrede Suez-zeekanaal afgesloten. Voor de scheepvaart van West naar Oost is dit echter geen ramp. Er heeft zich een Noordelijke route geopend. Die loopt via Spitsbergen en de Laptev Zee naar Wladiwostok en Zuid-Oost Azië. Door het wegmelten van het poolijs kunnen schepen deze route bijna het gehele jaar blijven gebruiken. Een skivakantie valt er in West-Europa niet meer te beleven want het sneeuwt er nog nauwelijks beneden de 2000 meter hoogtegrens. Dui- zenden hoteliers in de Alpen en de Pyreneeën

moeten hun deuren sluiten bij gebrek aan toeristen. Zonnebaden kan natuurlijk wel. De Belgische kust krijgt zelfs een zuiders tintje met zijn nieuwe palmbo- menbos in de duinen.

De landbouw in de gema- tigde gebieden floreert. Met de warmere zomers en mil- dere, maar nattere winters, kweken de West-Europese boeren zuiderse groenten en tropisch fruit. De glooiende hellingen van het Hageland zijn omgetoverd tot wijn- gaarden die een frisse en sprankelende wijn voort- brengen die de echte Champagnes naar de kroon steken. In de tropische gebieden kent de landbouw echter een rampzalige evo- lutie. Droogte en woestijn- vorming decimeerden de oogsten.

Toch is deze klimaatveran- dering al in het begin van de vorige eeuw voorspeld. Maar na eindeloze politieke palavers keerde iedereen huis- waarts en was het 'business-as-usual'. Slechts in de laatste 50 jaar is het besef gekomen dat het zo niet verder kan. Door tech- nolo- gische vernieuwingen schakelen de Westerse industrie- landen in ver- snel tempo over op duurzame energiebronnen met minimale uitstoot van broeikasgassen. Maar het kwaad is al geschied. In India en China heeft de miljardenbevolking zich een westers consumptiepatroon aangemeten en hun broze economieën zijn minder snel geneigd om de nieuwe technologieën te implemen- teren. Helaas is de

Een jaar lang twee keer
per week carpoolen,
scheelt al snel 310 kg
CO₂.

Of een toekomstige klimaatverandering dergelijke impact zal hebben, is helemaal niet zeker. De toekomst voorspellen is immers geen exacte wetenschap. Voor- spellingen laten we beter over aan koffiedikkers, glazenbolbezitters of kaartleggers. Er zijn teveel parameters die het klimaat beïnvloeden en waarvan we het verloop in de toekomst niet ken- nen. Daarom is het onmogelijk om het klimaat van over 100 jaar met enige zekerheid te voorspellen.

We kunnen echter wel bepaalde parame- ters, zoals de evolutie van de concentratie aan broeikasgassen, vastleg- gen in zogenaamde toekomstscenario's. Met behulp van theoretische klimaatmo- dellén en computersimulaties kan men op basis van deze scenario's berekenen hoe het klimaat zal evolueren. Al deze voorspellende analyses zijn echter afhan- kelijk van hun uitgangspunten. Weinig van de gebruikte klimaatmodellen en scenario's houden bijvoorbeeld rekening met veranderende zonneactiviteit. Als de Svensmark-theorie over de klimaatveran- dering steek houdt (zie 'Roepen in de woestijn'), dan gaan de meeste heden- daagse voorspellingen grondig de mist in. Niettemin blijft dit de enige manier

Roepen in de woestijn

Niet alle wetenschappers zijn het eens met de broeikastheo- rie. Volgens sommigen is het oorzakelijk verband tussen CO₂-concentraties in de lucht en de opwarmende aarde niet echt bewezen. Zij stellen zich de vraag wat er het eerst was. Is het de stijging aan broeikasgassen die de temperatuur ver- hoogt of is het de verhoging van de temperatuur die meer broeikasgassen in de lucht brengt? Hogere temperaturen doen immers de oplosbaarheid van CO₂ in de oceanen afne- men, waardoor de hoeveelheid CO₂ in de lucht toeneemt. In dit scenario is de hogere CO₂ dus eerder gevolg dan oorzaak. Wat veroorzaakt dan wel de opwarming?

Henrik Svensmark van het Deense Instituut voor Ruimteon- derzoek is een voor- aanstaande criticus van de broeikastheorie en hij legt uit: "De wispelturige zon speelt de belangrijkste rol in de klimaatverandering. Er is een duidelijk verband tus- sen de activiteit van de zon, gemeten aan het voorko- men van zonnevlekken, en de temperatuurstijging op aarde."

Het duurde enige tijd voor Svensmark dat verband zelf

kon verklaren, maar hij verdedigt nu een theorie die, aanvan- kelijk verketterd, stilaan door meer en meer klimatologen wordt bestempeld als 'interessant' en 'minstens de moeite waard om verder uit te zoeken'.

Volgens Svensmark vormen de magnetische stralen van de zon een schild rondom ons zonnestelsel waardoor een groot deel van de kosmische stralen afbuigt. Deze kosmische stralen, in feite hoog energetische protonen en atomaire kernen, racen met een snelheid die deze van het licht benadert, doorheen ons melkwegstelsel. Een deel van de kosmische stralen, dat toch in onze atmosfeer doordringt, botst in de lagere luchtlagen met de elektrisch neutrale luchtatomen en zetten hen om in geladen ionen. Deze ionen hebben de neiging om samen te klonteren tot aërosolen die de kernen vormen voor dikke, laag- hangende wolken. Dergelijke wolken reflecteren het zonlicht, waardoor minder zonnestralen het aardoppervlak bereiken. Svensmark houdt er het volgende redeneringschema op na: meer zonneactiviteit leidt tot een sterker magnetisch veld, minder penetratie van kosmische stralen, minder aërosolvor- ming, minder laaghangende wolken en meer zonnestralen die de aarde bereiken. Kortom, de aarde warmt op. Michael Lockwood van het Rutherford Appleton Laboratory in Engeland ondersteunt alvast met harde cijfers de Deense theorie. Volgens hem nam sinds 1901 het magnetisch veld van de zon toe met een factor 2,5. Alleen al in de laatste 40 jaar steeg de sterkte van het veld met 40%.

"Als mijn theorie klopt," zegt Svensmark, "dan moeten we onze hele visie op het klimaat herzien. Misschien hebben broeikasgassen een invloed op de huidige klimaatverande- ring, maar hoe groot die invloed is, weten we niet. Het is best mogelijk dat het effect van de zonneactiviteit veel groter is. Er is inmiddels veel geld en energie in de broeikastheorie gestoken. Veel wetenschappers en beleidsmakers zijn bang dat de publieke opinie zal denken dat het allemaal voor niks is geweest, omdat een andere factor de klimaatverandering veroorzaakt."



Volgens de Deen Henrik Svensmark veroorzaken kosmische stralen de klimaatwijziging.



om onszelf een beeld te geven van wat onze kinderen, kleinkinderen en achterkleinkinderen mogelijk te wachten staat. Met dat doel is een organisatie als het 'Intergovernmental Panel on Climate Change' (IPCC) door de Verenigde Naties en het 'World Meteorological Organisation' in het leven geroepen. Het IPCC tracht al het klimaatonderzoek samen te vatten, inclusief de voorspellingen over de evolutie van het klimaat. In het voorjaar van 2001 publiceerden de drie werkgroepen van het IPCC hun derde rapport, zowaar niet zomaar een bescheiden overzichtartikeltje. Elke werkgroep bestond immers uit 100 tot 200 gerenommeerde wetenschappers die de rapporten voorbereidden, waarna ze werden nagelezen en gecorrigeerd door meer dan duizend recensenten. Het hele proces nam drie jaar in beslag.

De laatste IPCC-projecties houden rekening met een gemiddelde verhoging van de temperatuur met 1,4°C tot 5,8°C over de volgende 100 jaar. In hun vorige rapport uit 1996 gingen ze nog uit van een verhoging tussen de 1°C en 3,5°C. Tevens voorspellen ze dat de opwarming niet overal gelijk zal zijn. Het noordelijk halfrond krijgt een grotere toename te verwerken dan het zuidelijk halfrond en de sterkste relatieve stijging valt te noteren boven de noordpoolcirkel. De voorspellingen tonen echter aan dat het toekomstige klimaat er heel anders zal uitzien in een scenario waarbij we de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer stabiliseren of zelfs verminderen ten opzichte van een scenario waarbij we gewoon blijven verder doen.

Een opwarmende wereld

Nu al zien we de gevolgen van de klimaatverandering die we de voorbije eeuw meemaakten. Gletsjers smelten weg, de permafrost – het gedeelte van de bodem dat zomer en winter bevroren blijft – ontdooit, noordelijke rivieren en meren vriezen later toe en zijn vroeger in de lente terug open, ver-

spreidingsgebieden van planten en dieren verschuiven met een grote impact op de biodiversiteit. Het zijn slechts enkele van de veranderingen die we nu reeds observeren.

Elke verdere verhoging van de globale temperatuur zal die fenomenen nog doen toenemen. Het is echter ontzettend moeilijk om de impact van een klimaatwijziging te voorspellen. Daarenboven zullen sommige effecten voelbaar zijn over de hele wereld, andere zullen zich alleen plaatselijk voordoen. Voorspellen welk effect waar, wanneer en hoe optreedt, is puur koffiedikkijken.

Toch zetten we enkele van de voorziene invloeden op een rijtje, met het risico hopeloos onvolledig te zijn, of erger nog, de bal volledig mis te slaan.

Gezondheid

Het voorkomen van vele ziekten is klimaatafhankelijk. Bij verdere opwarming

zullen er in de eerste plaats minder mensen overlijden aan wintergerelateerde aandoeningen, maar helaas meer aan zomeraandoeningen. Dichtbij huis denken we dan aan zomerallergieën, astma en longproblemen door verhoogde ozonconcentraties, overbelasting van hart- en bloedvaten op extra warme dagen en huidkanker door overmatige zonneklopperij.

Maar meer nog heeft het klimaat een indirecte invloed op de gezondheid. Het risico op sommige infectieuze aandoeningen verhoogt. Ziekten die door muskieten en andere insecten worden overgedragen kunnen zich uitbreiden naar het noorden of naar grotere hoogten. We denken in de eerste plaats aan malaria, gele koorts, rivierblindheid en knokkelkoorts (Dengue fever). Anderzijds neemt de kans dat het drinkwater besmet raakt met ziekmakende bacteriën, zoals de cholerabacterie, ook toe

Een klimaatmodel met de glimlach

Weer en klimaat zijn toestanden van onze dampkring. Weer is kort in tijd en grootschalig in plaats; klimaat daarentegen is lang in tijd maar kleinschalig in plaats. De samenhang tussen beide: het klimaat is het meest voorkomende (niet het gemiddelde) weer in een bepaalde streek rond een vaste tijd van het jaar.

Computermodellen om het toekomstige weer of klimaat te berekenen, hebben dit gemeen: ze steunen op natuurkundige wetten, die verplaatsing en omvorming van energie beschrijven in dampkring en zee. Weer- en klimaatmodellen verschillen echter in product en werkwijze.

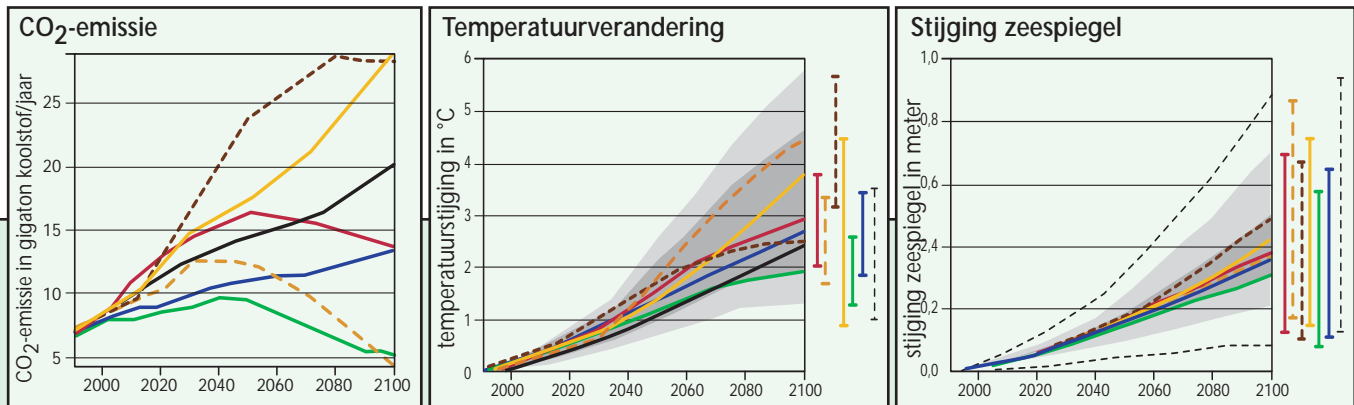
Weermodellen leveren verwachtingen, die geldig zijn voor enkele dagen tot enkele seizoenen. Men gaat uit van een waargenomen begintoestand, en de hoofdacteurs zijn dampkring (70 %), zee (20 %) en land (10 %).

Klimaatmodellen produceren scenario's, die geldig zijn van 10 jaar tot 10 eeuwen. Daarbij gaat men uit van enkele basisveronderstellingen over het gedrag van de zon (40 %), de dampkring (30 %), het land en de zee (20 %), en de mens (10 %). Klimaatmodellen kunnen alleen gevalideerd worden door na te gaan of ze het klimaat van nu en van het verleden kunnen reproduceren. Daardoor wordt de onzekerheid kleiner over wat ze voor de toekomst voorspellen.

Een speels klimaatmodel werd opgesteld door de Leuvense hoogleraar Hugo Poppe. Met zijn eigen zin voor wetenschappelijke relativiteit noemde Poppe zijn model 'Glimlach'. Glimlach laat toe om de invloed van acht klimaatfactoren te testen op de gemiddelde temperatuur op aarde. *Je kan het modelletje en de bijbehorende cursus van onze website downloaden (www.2mens.com). Veel geluk ermee.*



Een auto zonder airco is lichter en zuiniger. Het levert een besparing op van 72 kg CO₂ per jaar per auto.



Scenario's — A1B, — A1T, — A1F1, — A2, — B1, — B2, — IS92a.

De scenario's en voorspellingen

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ging in haar derde rapport uit van een zestal mogelijk scenario's die omschrijven hoe de wereld kan evolueren in de volgende honderd jaar. In de vaktaal van klimatologen worden deze scenario's wel eens afgekort als SRES-scenario's. Laten we enkele scenario's, bij wijze van voorbeeld even toelichten:

In de eerste groep van scenario's (afgekort tot A1) gaat men uit van een snelle economische groei van de mondiale economie, een groei van de wereldbevolking tot het midden van de 21ste eeuw met daarna een lichte daling en een snelle introductie van nieuwe, efficiënte energietechnologieën. De regionale economieën groeien sterk naar elkaar toe en we krijgen een gelijke verdeling van de welvaart. Het A1-scenario valt uiteen in drie groepen: in A1F1 blijft de wereld voornamelijk draaien op fossiele brandstoffen, in A1T op niet-fossiele brandstoffen, in A1B op een mengsel van beiden.

Het A2-script beschrijft een heterogene, verdeelde wereld. Er is geheel geen herverdeling van de beschikbare natuurlijke bronnen, technologische kennis en welvaart.

Het B1-scenario volgt het A1 scenario, alleen gaat de wereld in versneld tempo over naar een dienstengeoriënteerde economie met de snelle introductie van propere en duurzame technologie.

Het B2-draaiboek spreekt over een wereld die gericht is op milieubehoud en sociale gelijkheid maar die uitgaat van regionale oplossingen voor economische, sociale en ecologische duurzaamheid.

Tenslotte is er IS92a, een verouderd scenario dat in het tweede IPCC-rapport werd gebruikt en dat men ook wel eens een 'business-as-usual' model noemt. De wereldpopulatie zou in 2100 verdubbeld zijn, de wereld kent een gemiddelde economische groei van 2 tot 3% per jaar terwijl men geen maatregelen neemt om de CO₂ uitstoot te verminderen.

bron: IPCC

Zet apparaten als T.V., video en audio uit in plaats van op stand by. Dat scheelt 228 kg CO₂ per jaar per gezin.

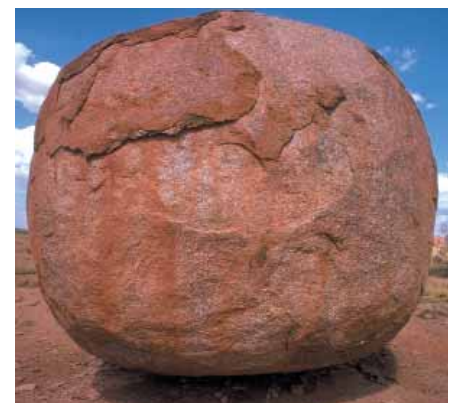
met stijgende temperaturen.

Niettemin blijven deze voorspellingen giswerk. Het is niet omdat ons Europees klimaat lichtjes wijzigt dat er onvermijdelijk duizenden mensen malaria zullen oplopen. Onze medische en technologische kennis zullen mogelijke epidemieën ongetwijfeld in bedwang houden. We kunnen echter wel verwachten dat de grootste klappen wederom vallen in landen met een mank lopende gezondheidssector, met name in de ontwikkelingslanden.

Kustgebieden

Ook het zeepeil stijgt verder tegen 2100. Afhankelijk van de toename van de temperatuur met minimaal 9 cm en met maximaal 88 cm. Die zeestijging is te verklaren doordat warm water een groter volume inneemt dan koud water en door het wegsmelten van sneeuw en ijs, ondermeer van gletsjers en van de ijskap op Groenland. Aan het wegsmelten van landijs is meteen een belangrijk terugkoppelingseffect verbonden. Omdat ijs een sterke weerkaatser is van

zonlicht, zullen er meer zonnestralen door het aardoppervlak worden geabsorbeerd en zal de aarde verder opwarmen. Een stijging van het zeepeil heeft heel wat nare gevolgen voor kustgebieden, eilanden en havens. Grote delen van Bangladesh en de Nijldelta zullen onderlopen. Met de zeespiegelstijging verwacht men tevens een toename van stormen, orkanen en cyclonen waardoor niet alleen de meest kwetsbare kustgebieden worden beïnvloed. Ook de Belgische kust kan het dus zwaar te verduren krijgen.



Poolgebieden

De meest noordelijke gebieden bevatten een enorme variëteit aan geologische en ecologische systemen die allemaal dreigen verloren te gaan. De alpiene en laaglandgletsjers, de ijskappen, het zee-ijs, de permafrost, de boreale wouden, de toendra, de turf- en graslanden zijn uiterst gevoelig aan variaties in lucht- en watertemperatuur en andere klimaatcondities.

Planten

Een groot aantal fotosynthetiserende planten zullen wel varen bij hogere CO₂-concentraties. Koolstofdioxide is immers hun voeding, meer voeding zal resulteren in een sterkere groei. Maar ook dat

zaden van talrijke bomen verloopt echter te traag om deze relatief snelle migratie naar het noorden te volgen.

Landbouw

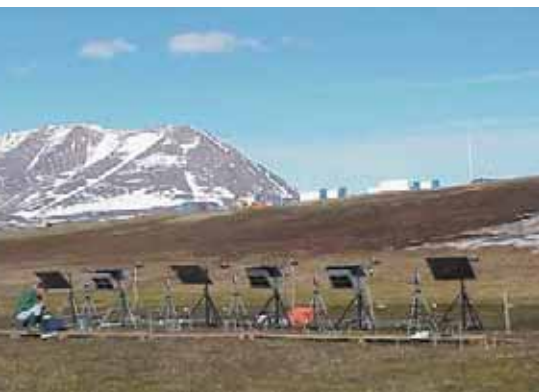
Het blijft onduidelijk of een verdere klimaatwijziging de landbouwproductie zal doen stijgen of dalen. De hogere temperatuur gaat gepaard met een hoger waterverbruik en dus met meer verzilting van de bodem. Anderzijds leidt de hogere CO₂-concentratie tot hogere productie van landbouwgewassen. Helaas gaat de verhoogde koolstofopname niet steeds gepaard met een hogere opname aan andere nutriënten en wordt de kwantiteitswinst teniet gedaan door een verlies aan kwaliteit.

De meeste voorspellingen gewagen echter van een minimale invloed van de klimaatverandering op de landbouw in Europa en de VS, maar voor de ontwikkelingslanden ziet het plaatje er geheel anders uit.

Dieren

Hogere temperaturen zullen een directe invloed hebben op de levenscyclus van dieren, maar mogelijk belangrijker nog zijn de indirecte effecten, met name het verlies of de verandering van hun biotoop.

Als de wereld verder opwarmt, zullen bijvoorbeeld de trekvogels van het noordelijk halfrond in de zomer meer



Simulatie van klimaatsopwarming met behulp van infraroodstralers in Noordoost Groenland (74° N). Onderzoekers van de UIA bestuderen de gevolgen voor de CO₂-uitwisseling van de toendra.



Zuiderse paprika's zullen wonderwel gedijen in de Vlaamse landbouwgrond.



Zullen palmbomen weldra het strand van Oostende sieren?

kent zijn grenzen, vanaf een bepaalde concentratie aan CO₂ zullen planten hun maximale groei kennen, daarboven is een verzadiging bereikt.

De invloed van de hogere temperatuur is veel genuanceerder. Het temperatuuroptimum zal bij een verdere opwarming voor veel planten worden overschreden. Neem bijvoorbeeld grassen die in onze gematigde streken groeien. Onderzoek toont aan dat zij in het voorjaar baat hebben bij een paar graden meer, de gebruikelijke lente-temperaturen liggen onder het groei-optimum van de plant. In de zomer is dat omgekeerd: enkele graden warmer doet de productiviteit van graslanden catastrofaal afnemen.

Voor de Europese bomen zal over honderd jaar het ideale biotoop met enkele honderden kilometer naar het noorden zijn opgeschoven. Tegelijkertijd zal aan de zuidelijke flank van het biotoop worden geknaagd. De verspreiding van

Verrassingen in petto

Een aantal wetenschappers houden er verrassende voorspellingen op na. Het is best mogelijk dat Europa over een eeuw een fikse afkoeling ondergaat, dat het Amazonewoud is gedegenerereerd tot een woestijn en dat de Sahara vol bomen staat. Allemaal onverwachte conclusies die te rapen vielen bij enkele van de 1800 klimaatwetenschappers die in juli 2001 bij elkaar kwamen in Amsterdam.

"Al wat u tot nu toe meende te weten over klimaatverandering, is waarschijnlijk fout." - Fred Pearce, *New Scientist*, juli 2001.

Neem bijvoorbeeld Europa. Alle verwachtingen gaan uit van een opwarming van Europa. Sarah Hughes en Bill Turrell van het Marine Laboratory in Aberdeen waarschuwen echter voor een afkoeling, mogelijk zelfs met 10°C. Volgens hun metingen valt de Noord-Atlantische golfstroom stil en die brengt warm water van de tropen naar West-Europa. "De motor achter die golfstroom is de ijsvorming in het noorden van de oceaan," zegt Hughes. "Bevroren zeewater bevat minder zout. Tijdens de ijsvorming in de Noorse Zee wordt het overtollige zout afgegeven aan het omgevende water. Er ontstaat water met een hoge dichtheid dat naar de bodem zinkt. Dat water wordt aan het oppervlak vervangen door het warmere water uit het zuiden."

"Met de opwarming van de aarde, valt een deel van die ijsvorming stil, waarmee ook de motor van de golfstroom begint te sputteren. Onze gegevens tonen aan dat de golfstroom nu twintig procent is afgenomen ten opzichte van in 1950. Zonder warme golfstroom stevent Europa af op een klimaat dat vergelijkbaar is met Quebec in Canada, en daar weet men wat koude winters zijn." voorspelt Hughes.

Oplossing alleen wereldwijd

noordelijke gebieden opzoeken en in de winter minder zuidelijk afzakken. Of ze zullen hun trekseizoenen verleggen en vroeger in de lente terugkeren en later in de herfst vertrekken.

Andere dieren zien hun biotoop gewoon verdwijnen. Bijvoorbeeld de Adeliepinguin dreigt zijn voedselrijke jachtwateren te verliezen. Elke winter brengt het uitbreidende zee-ijs kleine algen en diatomeeën aan, die een voedselbron zijn voor het krill (planktonkreeftjes). Dat krill is op zijn beurt het voedsel voor de Adelie. Als het zee-ijs minder ver uitbreidt, raakt de adelie zonder voedsel. Het zijn slechts twee voorbeelden, de lijst met mogelijke effecten is echter eindeloos.



Adelie binnenkort zonder voedsel?

Winnaars en verliezers

Er zijn niet alleen verliezers aan een klimaatverandering, er zullen ook winnaars zijn. De Britten, de Belgen en de Nederlanders zullen zich de kletsnatte, uitgeregende zomers van weleer niet meer herinneren. Ze kunnen zich wentelen in het zonnige en drogere klimaat zoals zich dat nu in pakweg de Loire-vallei of Bordeaux voordoet. Ook hun winters zijn minder koud dan weleer. Ze maken nog zelden vriesdagen mee of hoeven zich niet meer op spekgladde wegen te begeven. Ook hun verwarmingsketel in de winter moet minder branden en dat scheelt een hele slok op de verwarmingsrekening. Toch mooi meegenomen, zo'n mondiale opwarming!

Maar misschien zijn ook dit loze voorspellingen. Niet iedereen is het erover eens dat Europa op weg is naar een warmer klimaat (zie 'Verrassingen in petto'). Ongetwijfeld heeft een klimaatwijziging winnaars en verliezers, alleen is nu nog niet duidelijk wie zal winnen en wie zal verliezen.

De precieze impact van een toekomstige klimaatverandering op onze leefwereld blijft onzeker. Zelfs de honderden wetenschappers die verbonden zijn aan het IPCC kunnen ons geen eenduidig beeld geven. Moeten we ons dan echt voorbereiden op die klimaatverandering of hebben we nog tijd om gewoon verder te blijven doen en af te wachten wat de toekomst ons zal brengen.

Ook hierover is niet iedereen het eens. Toch vindt de overgrote meerderheid van wetenschappers en beleidsmakers dat we beter iets doen aan de manier waarop we energie produceren en er mee omgaan. Al was het alleen maar om de milieustress op onze aarde te verminderen.

Klimaatconferenties

Het klimaat kwam in 1992 voor het eerst op de internationale politieke agenda. De Verenigde Naties organiseerden een conferentie in de Braziliaanse stad Rio de Janeiro. Die mondde uit in een klimaatverdrag dat tot doel had de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer te stabiliseren. België was één van de 177 landen die het verdrag ondertekende. Snel werd echter duidelijk dat niemand die doelstelling zou halen. Integendeel, voor de meeste industrielanden was de uitstoot tegen 2000 gestegen met 5 tot 10% ten opzichte van 1990.

Daarom werden in 1997 in het Japanse Kyoto de afspraken herzien, hetgeen leidde tot het Kyoto-protocol. Industrielanden verbinden zich ertoe om de uitstoot van broeikasgassen tegen de periode 2008 - 2012 met gemiddeld 5% te verminderen ten opzichte van het niveau in 1990. Per land gelden uiteenlopende reductiepercentages. Naast CO₂ tellen ook andere broeikasgassen mee voor de uitstootvermindering. Het gaat om methaan (CH₄), lachgas ofwel distikstofoxide (N₂O) en HFK's, PFK's en SF₆.

Anderzijds kunnen landen ook CO₂ onttrekken aan de atmosfeer, bijvoorbeeld door het aanplanten van bossen. Bossen nemen koolstofdioxide uit de lucht op en fixeren dit in hout. Het Protocol voorziet dat de invloed van bebossingen en ontbossingen in de reductiedoelstelling wordt meegeteld. De hoeveelheid koolstofdioxide die wordt gefixeerd door een bebossing mag dan afgetrokken worden van de hoeveelheid uitgestoten CO₂.

Het Kyoto-protocol laat echter ook toe dat landen onderling tot afspraken komen. Ze kunnen als het ware broeikasgassen aan elkaar verkopen, net zoals men koffie, aardolie of auto's verkoopt. Het Kyoto-verdrag voorziet in volgende principes:

- **de internationale emissiehandel** (emission trading). Het ene land kan van het andere een deel van zijn 'uitstootrechten' kopen.
- **het 'clean development'-mechanisme**. Industrielanden kunnen ontwikkelingslanden helpen met het opzetten van schone productiemethoden. Het land dat die hulp geeft, mag de hierdoor ontstane verminderde uitstoot in het ontwikkelingsland, meetellen voor de eigen uitstootvermindering.
- **'joint implementation'**. Een vergelijkbaar systeem als het 'clean development'-mechanisme, alleen kunnen de betrokken landen hier de verminderde uitstoot onderling verdelen.

Mager beestje of historische trendbreuk

De opvolging en de implementatie van het verdrag – zeg maar wie, wanneer, wat, hoe gaat doen – wordt besproken in vervolgconferenties, de zogenaamde CoP-meetings (Conference of the Parties). De CoP6-meting, voorgezeten door onze voorvoorschrijver Drs. Jan Pronk, had in november 2000 plaats in Den Haag. Voornamelijk door meningsverschillen tussen Europa en de VS mislukte de conferentie. De meeting werd hervat in Bonn in juli 2001 en werd toen wel afgesloten met een akkoord. De meest recente, CoP7-meting had plaats in Marrakech, Marokko (zie 'De actualiteit van Marrakech').

Eet fruit en groenten van het seizoen.
Landbouwgewassen telen in serres of zuidse producten

kost meer energie dan in open veld bij ons.
Het scheelt al snel 14,25 kg CO₂ per jaar per persoon.



De actualiteit van Marrakech

'Kyoto-protocol herrijst uit zijn as in Marrakech', bloklettert de persmededeling van het Wereldnatuurfonds (WWF) na afloop van de CoP7-conferentie. 'Kyoto is de sleutel – gebruik hem nu', titelt Greenpeace in haar mededeling.

Ook de diverse regeringen die aan de onderhandelingstafel zaten, uitten hun genoeg over wat zij het succes van Marrakech noemen. Volgens de leider van de EU-delegatie, onze eigen staatssecretaris voor milieu, Olivier Deleuze, legt Marrakech de politieke akkoorden van Bonn en het protocol van Kyoto juridisch vast. "Geen enkel land heeft nu nog een alibi om het Kyoto-protocol te dwarsbomen," zei Deleuze. Ook onze

voorvoorschrijver Jan Pronk is er zeker van dat de EU, Japan, Australië en Rusland het Kyoto-protocol zullen bekrachtigen. Pronk verwacht zelfs dat de regering van de VS, die nu aan de zijlijn stond toe te kijken, weldra een stap in de goede richting zal zetten.

Voor veel waarnemers ligt de belangrijkste doorbraak van Marrakech echter niet alleen op het juridische en het politieke vlak, maar vooral op het psychologische: bijna alle regeringen, zelfs die van de VS, zijn er zich inmiddels van bewust dat we iets aan de uitstoot van broeikasgassen moeten doen. Was het al niet voor ons klimaat, dan tenminste toch voor het milieu. Want met onze aarde mogen we niet langer lichtzinnig omspringen.

Volgens sommigen zijn de Kyoto-afspraken slechts een druppel op een gloeiende plaat. Om de concentratie aan broeikasgassen echt te stabiliseren, zou men de mondiale uitstoot met 60% moeten terugdringen in plaats van de afgesproken 5%. Zij beoordelen Kyoto als een uiterst mager beestje dat nergens toe leidt.

Toch vormt volgens anderen het Kyoto-protocol het begin van de verandering of ten minste van de wil om te veranderen. Heel wat landen verplichten er zich toe om in de toekomst anders, zuiniger, met energie om te gaan en nieuwe, duurzame methoden te gebruiken om energie op te wekken. Dat is volgens hen een historische trendbreuk.

Van afspraken tot maatregelen

Hoe kunnen we echter concreet de concentratie van broeikasgassen in de lucht beperken? Theoretisch zijn er twee mogelijkheden: de 'berg' broeikasgassen verminderen door er minder op te gooien of de 'berg' afgraven en meer koolstofatomen opnemen in zogenaamde



Het treintje van de roetsjbaan wordt in Bobbejaanland met duurzame energie opgetrokken.

Energiebewuste bedrijven

Ook bedrijven denken aan de Kyoto-afspraken. Een greep uit de honderden initiatieven die ze nemen:

- De Europese elektriciteitsproducenten schakelen gradueel over van kolen- en oliegestookte energiecentrales naar gasturbines. Die stoten per geproduceerde energie-eenheid minder broeikasgassen uit.
- De voedingsketen Colruyt en het pretpark Bobbejaanland installeerden windmolens voor de productie van hun eigen elektrische energie.
- De Europese Federatie van Autofabrikanten verbindt er zich toe om tegen 2008 auto's te produceren die 25% minder broeikasgassen uitstoten.
- Philips ontwikkelt een 'green-chip' die het verbruik van computermontoren, televisieschermen en videorecorders in 'stand-by' met een factor vijf vermindert.
- De Belgische chemiereus Solvay installeerde in Jemeppe een warmtekrachtenheid die elektrische energieproductie koppelt aan warmteproductie onder de vorm van stoom. De stoom kan gebruikt worden voor industriële processen of voor verwarming. Bij klassieke centrales gaat deze restwarmte verloren omdat ze via koelwater of koeltorens in het milieu wordt gedumpt.



Warmtekrachtkoppelingscentrale gebouwd door Solvay in Jemeppe.

Leg een jaar lang afstanden korter dan 6 km af met de fiets. Dat scheelt 180 kg CO₂ per jaar per persoon.

koolstofputten of 'sinks'.

Deze tweeledigheid was precies één van de politieke knelpunten in de CoP-vergaderingen. Europa denkt vooral aan de eerste optie. Het wil nieuwe, duurzame energietechnologieën introduceren en het energieverbruik rationaliseren. De Verenigde Staten, Japan, Canada, Australië en Rusland willen momenteel heel wat nadruk leggen op 'sinks'. Zij willen CO₂ opnemen door massaal bossen aan te planten of door het in de diepere waters van de oceanen te dumpen (zie de koolstof-cyclus).

Vele wetenschappers betwijfelen echter of het netto-effect van dergelijke sinks wel voldoende is. Koolstofputten op het land, in de vorm van bosaanplantingen, lijken eerder een korte termijnbenadering. Na enkele tientallen jaren zullen de bomen volwassen zijn en dus niet meer verder groeien. Hun CO₂-opname zal afnemen. Meer nog, oude beplanting sterft af en rot waardoor de koolstof, die eerder werd opgenomen in biomassa, weer wordt vrijgegeven aan de lucht onder de vorm van koolstofdioxide. Een oud bos is met andere woorden CO₂-neu-

traal, het geeft wellicht evenveel CO₂ af, als het weer opneemt. Anderzijds absorberen bossen meer zonlicht dan kale grond, rotsen, woestijnen of zelfs graslanden. Het massaal beplanten van deze gebieden kan daarom eerder leiden tot een verdere opwarming, onafhankelijk van de opname van broeikasgassen.

Industriële opsplitsing

Een gelijkaardig schisma in het denkpatroon doet zich tevens voor in de Europese versus de Amerikaanse industrie. Amerikaanse industriële lobbies zien de Kyoto-afspraken niet zo goed zitten. Bij hun huidige president, George W. Bush vinden ze overigens een gewillig oor.

In Europa zijn zowel de energiesector als de grote energieverbruikers zich veel meer bewust van de uitdagingen die het Kyoto-protocol aan hen stelt. Zelfs bedrijven als BP en Shell, voor wie fossiele brandstoffen de belangrijkste bron van inkomsten zijn, hebben van de zoektocht naar alternatieve energiebronnen een prioriteit gemaakt. Gelukkig blijft het niet

bij plannen alleen: diverse bedrijven hebben al concrete initiatieven genomen om de uitstoot aan broeikasgassen te beperken (zie kader Energiebewuste bedrijven).

U en ik, de grote energieslokkers

Daarmee zijn we aangeland bij de consument, u en ik dus. De huisgezinnen zijn grote megaverbruikers van energie en dus ook megaproducten van broeikasgassen. Daar kunnen we met zijn allen wat aan doen. U kan in de eerste plaats zelf op een directe manier ingrijpen op uw CO₂-uitstoot. U kan zelf groene stroom opwekken. Waarom schaft u zich geen zonneboiler aan of installeert u geen zonnepaneel?

Het is natuurlijk nog veel eenvoudiger om uw uitstoot van broeikasgassen op een indirecte manier te beperken, gewoon door minder energie te verbruiken. Door het opvolgen van een aantal eenvoudige tips kunt u brandstof, gas en stroom besparen. U doet er het klimaat, het milieu, maar bovenal, uw eigen bankrekening een plezier mee.

Ieder zijn steentje

In Nederland zijn al meer dan 600.000 gezinnen geabonneerd op groene stroom. Dit is stroom waarvan de producent garandeert dat ze wordt opgewekt met zonnepanelen, windmolens, waterkracht of biomassa. De groene stroom komt bij de consument gewoon uit het vertrouwde stopcontact. In België kan u nog geen groene stroom kopen, misschien wel in 2002 als de elektriciteitsmarkt wordt vrijgemaakt. U kan wel investeren in groene stroom via het bedrijf Ecopower (<http://www.ecopower.be>).

Ook gewoon energie besparen leidt tot minder uitstoot van broeikasgassen. Tips om energie te besparen vindt u bij de Eco-teams van Global Action Plan Vlaanderen (<http://www.ecolife.be>). U kan zelfs met staatssecretaris Deleuze wedden dat u binnen de zes maanden uw uitstoot aan broeikasgassen met acht procent kan verminderen (<http://www.thebet.be>).

Ook de Vlaamse overheid doet haar duit in het zakje met reclamecampagnes en met de uitgave van talrijke brochures (te verkrijgen via de Vlaamse Infolijn 0800/30201 of <http://www.energiesparen.be>). Ook elektriciteitsproducent Electrabel heeft een lading energietips voor u klaarliggen (<http://www.electrabel.be>) en onder de vleugels van het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (Vito) vindt u een webstek met informatie over duurzame energie en energiebesparing (<http://www.vito.be>).

In de herfst van 2001 vergeleek de mediacampagne van de Vlaamse overheid onze tomeloze energieverkwisting met onze tafelmanieren. Gelukkig houden we het doorgaans aan tafel nog een beetje fatsoenlijk, dat geldt echter niet voor de manier waarop we met energie omgaan.



10 Jaar

FEEST!

10 jaar MENS

Symposium en een panelgesprek naar aanleiding van ons recent dossier "Voedselveiligheid, een complex verhaal!"

En natuurlijk is er "veilig voedsel"

Waar? Vlaams Parlement
Wanneer? 26 april 2002

Een gedetailleerd programma van de feestdag verschijnt in ons volgende dossier.

Dossier op komst:

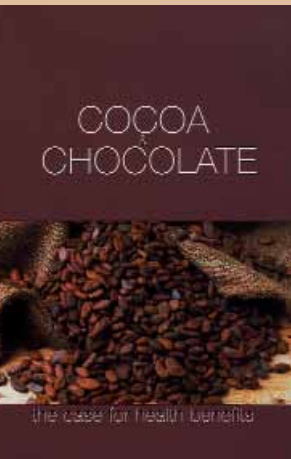


Zien



44

Goed nieuws voor chocoladeliefhebbers!



Op het wetenschapsfestival in Glasgow brachten enkele wetenschappers het goede nieuws. Chocolade eten is gezond! De eerste wetenschappelijke resultaten zijn veelbelovend. Cacaobonen bevatten immers flavonoiden, die we kennen van fruit, groenten en rode wijn, en waarvan de gezondheidseffecten voor hart- en vaatziekten ondertussen vaststaan. Maar niet alle chocolade heeft hetzelfde gezondheidseffect. Om deze flavonoiden optimaal tot in de chocolade te krijgen, is er een speciale behandeling nodig van de cacao. Beklijvend detail: ook het vet in de chocolade zou geen negatief effect hebben op de gezondheid, uiteraard wanneer de chocolade deel uitmaakt van een evenwichtige voeding... Wat houdt ons nog tegen, eigenlijk? Meer informatie over chocolade en zijn effecten zijn te vinden op de website www.chocolateinfo.com



CocoaPro™ is de belofte aan de consument dat de chocoladeproducten van MARS gemaakt worden van cacaobonen die speciaal behandeld worden zodat hun natuurlijke gezondheidsvoordelen bewaard blijven.

Energie is van vitaal belang, voor elke mens afzonderlijk, voor onze economie en voor de omgeving waarin wij leven. Energie besparen is niet alleen goed voor het milieu. U kunt er ook heel wat centen mee besparen. De Vlaamse overheid voert diverse campagnes en gaf talrijke brochures uit over duurzame energie en energiebesparing. U kan ze bestellen of zelfs lezen via het net (www.energiesparen.be), aanvragen bij de Vlaamse Infolijn (0800-3 02 01) of een e-mailtje sturen naar energie@vlaanderen.be of infolijn@vlaanderen.be.



"MENS" in retrospectie

Reeds verschenen dossiers,
nog verkrijgbaar zolang de voorraad strekt:

- MENS 1: "Wie is bang voor dioxinen?"
- MENS 2: "Leven en sterven met chloorfenolen"
- MENS 3: "Zware problemen met zware metalen?"
- MENS 4: "De aardbol op hol"
- MENS 5: "Over kruid en onkruid"
- MENS 6: ~~"Verpakking of ballast?"~~ (uitgeput)
- MENS 7: "Snijden in eigen vlees"
- MENS 8: "In de schaduw van AIDS"
- MENS 9: "Kat en hond in het leefmilieu"
- MENS 10: "Water, bron van leven... en dood"
- MENS 11: "Chloor: pro en contra"
- MENS 12: "Verpakking: een zegen voor het leefmilieu?"
- MENS 13: "Kanker & Milieu"
- MENS 14: "Plastiek: pro en contra"
- MENS 15: "Wees goed jegens dieren"
- MENS 16: "Hoe ontstaat een geneesmiddel?"
- MENS 17: "Moet er nog mest zijn?"
- MENS 18: ~~"Bronnen van energie"~~ (uitgeput)
- MENS 19: "Milieubalansen"
- MENS 20: ~~"Mens en verslaving"~~ (uitgeput)
- MENS 21: "Afval inzamelen: een kunst"
- MENS 22: "Wees goed jegens proefdieren"
- MENS 23: "Risico's van kankerverwekkende stoffen"
- MENS 24: "Duurzaam bouwen met kunststoffen"
- MENS 25: "Recycleren moet je leren"
- MENS 26: ~~"Gentechnologie op ons bord"~~ (uitgeput)
- MENS 27: "Chemie: basis van leven"
- MENS 28: "Vlees, een probleem?"
- MENS 29: "Beter voorkomen dan genezen"
- MENS 30: "Biocides, een vloek of een zegen?"
- MENS 31: "Het transgene tijdperk"
- MENS 32: "Jacht op ziektegenen"
- MENS 33: "Eet en beweeg je fit"
- MENS 34: "Genetisch volmaakt?"
- MENS 35: "Pseudo-hormonen: vruchtbaarheid in gevaar"
- MENS 36: "Duurzame Ontwikkeling"
- MENS 37: "Allergie in opmars!"
- MENS 38: "Vrouwen in de wetenschap"
- MENS 39: "Gelabeld vlees, veilig vlees!?"
- MENS 40: "Een tweede leven voor kunststoffen"
- MENS 41: "Stressssss"
- MENS 42: "Voedselveiligheid, een complex verhaal"