

Klimaatverandering: oorzaken, gevolgen en oplossingen

Wetenschappelijke achtergrond bij het
on-line platform Climate Quest

Achtergrond document

Delft, september 2007

Opgesteld door: L.J. (Rens) Kortmann (CE Delft)
E. (Edgar) Peijnenborgh (RPS)
J. (Judith) Harrewijn, L. (Lindske) van Hulst
(SME Advies)



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

L.J. (Rens) Kortmann (CE Delft), E. (Edgar) Peijnenborgh (RPS), J. (Judith) Harrewijn, L. (Lindske) van Hulst (SME Advies)

Klimaatverandering: oorzaken, gevolgen en oplossingen : Wetenschappelijke achtergrond bij het on-line platform Climate Quest

CE Delft, RPS, SME Advies, 2007

Klimaatverandering / Economische groei / Besluitvorming / Software / Leermiddelen /

VT :

Gaming

Publicatienummer: 07.4401.33

Alle CE Delft publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Dit achtergronddocument is onderdeel van het Climate Quest project dat is uitgevoerd in opdracht van: UNESCO, Ruimte voor Geo-informatie, Provincie Limburg, Microsoft MSN en Essent Energy.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Rens Kortmann.

© copyright, CE Delft, RPS, SME Advies

CE Delft

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE Delft-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE Delft is te vinden op de website: www.ce.nl.

Voorwoord

Klimaatverandering is een dringend en complex probleem met gevolgen voor iedereen ter wereld. Dit rapport biedt een wetenschappelijke achtergrond bij Climate Quest, een on-line gaming platform voor jongeren en docenten dat is opgezet om bewustzijn te genereren en oplossingen te bieden voor klimaatverandering.

Climate Quest is ontwikkeld in opdracht van UNESCO, de organisatie voor onderwijs, wetenschap en cultuur van de Verenigde Naties. Het project is geleid door Games Factory Online.

De volgende organisaties waren betrokken bij de ontwikkeling van Climate Quest (in alfabetische volgorde):

- Alterra - Wageningen University and Research Centre;
- CE Delft;
- Games Factory Online;
- Goal 043;
- Nederland Breedbandland (NBL);
- Provincie Limburg;
- RPS;
- SME Advies;
- Yellow Communications;
- Wizzard web solutions.

De volgende organisatie hebben bijgedragen door financiële en andersoortige ondersteuning:

- Stichting 'Ruimte voor Geo-informatie';
- Provincie Limburg;
- Microsoft MSN;
- Essent Energy;
- Solland Solar;
- Scheuten Solar, Glass;
- Alterra - Wageningen University and Research Centre;
- CE Delft;
- RPS;
- SME Advies;
- Games Factory Online.

Dit achtergronddocument is geschreven door CE Delft (hoofdstuk 1 en 2), RPS (hoofdstuk 3) en SME Advies (hoofdstuk 4 en bijlagen). Wij willen hierbij onze collega's en het project team bedanken voor de waardevolle adviezen en commentaren. Daarnaast zijn wij dank verschuldigd aan vele andere experts waaronder Bert Metz (co-chairman IPCC WG-III) en Niall Enright (RPS).

Rens Kortmann
Edgar Peijnenborgh
Judith Harrewijn

Inhoud

Samenvatting	1	
1	Introductie	3
1.1	Climate Quest	3
1.2	Klimaatverandering	3
1.3	Leeswijzer	7
2	De oorzaken en mitigatie-oplossingen	9
2.1	Uitstoot van broeikasgassen en mogelijkheden voor reductie	9
2.1.1	Trends en verwachtingen	9
2.1.2	Regionale verschillen	10
2.1.3	Uitstoot per economische sector	12
2.1.4	Mogelijkheden voor reductie	14
2.2	Overheidsbeleid voor minder uitstoot	15
2.3	Wat kun je zelf doen?	16
2.3.1	Energiebesparing	17
2.3.2	Duurzame energie	18
2.3.3	Compensatie	18
2.3.4	Klimaatinitiatieven en websites	19
2.4	Oorzaken en oplossingen uitgesplitst	19
2.4.1	Douchen en gamen	20
2.4.2	Vlees en paprika's	26
2.4.3	Auto's en vliegtuigen	30
2.4.4	Kolen en staal	35
3	Gevolgen en adaptatieoplossingen	43
3.1	Inleiding	43
3.2	Gevolgen	43
3.3	Adaptieve oplossingen	46
3.3.1	Droogte/verwoestijning	46
3.3.2	Grotere regenval/overstroming en wateroverlast	49
3.3.3	Opwarming/hittegolven	50
3.3.4	Windsnelheid/stormen	52
3.4	Cases	52
3.4.1	Case 1: overstromingen en dijken (zeespiegelstijging)	52
3.4.2	Case 2: wateroverlast	52
3.4.3	Case 3: verwoestijning (droogte)	53
3.4.4	Case 4: oververhit (gezondheid)	53
3.4.5	Case 5: geen ijs geen ijsbeer (biodiversiteit)	53
4	Climate Quests	55
	Literatuurlijst	57

A	Climate Quest: Fart Farm	63
B	Climate Quest: Globetrotters	65
C	Climate Quest: Energy Dance	69

Samenvatting

Het wereldwijde klimaat verandert door toedoen van de mens. Maar dit probleem kan worden aangepakt met behoud van economische groei. Het on-line platform Climate Quest legt uit hoe dit zit. Jongeren leren op dit platform wat klimaatverandering is en wat zij zelf kunnen doen om de klimaatverandering te beperken en om zich aan te passen aan het veranderde klimaat. Dit document vormt de wetenschappelijke onderbouwing van het platform.

Klimaatverandering

Het gezaghebbende VN-orgaan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), waarin duizenden wetenschappers van over de hele wereld zitting hebben, stelde onlangs nogmaals het verband vast tussen menselijk handelen en klimaatverandering. Door de uitstoot van broeikasgassen wordt het natuurlijke broeikaseffect versterkt en stijgt de temperatuur op aarde. De verbranding van fossiele brandstoffen is de belangrijkste oorzaak van klimaatverandering omdat daarbij het broeikasgas CO₂ vrijkomt. Andere belangrijke broeikasgassen zijn methaan (CH₄) en lachgas (N₂O) die vooral in de landbouw vrijkomen. Het IPCC verwacht dat de temperatuur in 2100 zal zijn gestegen met 1 tot ruim 6 graden Celcius. Sommige gebieden op aarde krijgen te maken met extremere droogte terwijl elders juist extra neerslag kan worden verwacht. Ook de zeespiegel zal met tientallen centimeters stijgen. De gevolgen hiervan voor de natuur, de economie en het welzijn van mensen zijn groot. Volgens sommige onderzoekers kunnen de kosten oplopen tot 20% van het mondiaal inkomen. Wanneer maatregelen worden getroffen om de klimaatverandering te beperken zal het mondiaal inkomen volgens het IPCC tussen nu en 2030 iets minder snel groeien dan wanneer niets wordt gedaan (minder dan 3 procentpunt). Onder ideale omstandigheden betekent dit dat de ergste klimaatproblemen kunnen worden bedwongen ten koste van één jaar economische groei.

Oorzaken en mitigatie oplossingen

De uitstoot van broeikasgassen is tussen 1970 en 2004 met 70% gegroeid, voornamelijk als gevolg van toegenomen energiegebruik. De CO₂-uitstoot van elektriciteitscentrales, fabrieken, het verkeer, woningen, kantoren en andere bronnen groeide zelfs met 80%. De ontwikkelde landen zijn verantwoordelijk voor de helft van de CO₂-uitstoot. Het aandeel van opkomende economieën zoals China en Latijns Amerika in de wereldwijde CO₂-uitstoot neemt toe, maar is nog altijd veel lager dan die van Europa en de VS samen (zowel absoluut als per hoofd van de bevolking). Als er niets wordt gedaan zal de wereldwijde CO₂-uitstoot tussen 2000 en 2030 naar verwachting met 45 tot 110% verder groeien. In veel landen en regio's in de wereld hebben overheden beleid gemaakt om de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen te verminderen. Dit wordt ook wel mitigatiebeleid genoemd. Het verdrag van Kyoto is hier een belangrijk voorbeeld van. Daarin zijn de geïndustrialiseerde landen verplicht om hun uitstoot te verminderen. Australië en de VS hebben het verdrag niet bekrachtigd. De Europese Unie heeft verder als doelstelling om in 2020 twintig tot dertig procent

minder CO₂ uit te stoten dan in 1990. Emissiehandel is een belangrijk instrument om deze doelen te bereiken. Ook op nationaal en lokaal niveau worden acties ondernomen door overheden en milieuorganisaties. Een voorbeeld van dit laatste is het 'groene energieplan' Green4sure dat in 2007 door de grootste Nederlandse milieu- en vakbondorganisaties is aangeboden aan de Nederlandse regering.

Jongeren kunnen zelf actie ondernemen om de klimaatveranderingen te beperken. Daarvoor is het belangrijk om eerst zelf te realiseren dat veel handelingen - gamen, douchen, reizen, etc. - energie kosten en dat het ook energie kost om producten te maken: eten, kleding, gebouwen, enz. Iedereen gebruikt energie en ieder beetje energiegebruik kan de klimaatverandering versterken. Daarom is het belangrijk te realiseren dat iedereen voor een deel verantwoordelijk is voor klimaatverandering.

Er bestaan veel hulpmiddelen om uit te rekenen wat de eigen CO₂-uitstoot is. Als die bekend is kan worden nagegaan hoe de uitstoot te verminderen. De algemene tips om minder CO₂ uit te stoten zijn:

- 1 Gebruik zo min mogelijk energie.
- 2 Zorg ervoor dat de gebruikte energie zo veel mogelijk uit duurzame bronnen komt (wind-, water- en zonnekracht).
- 3 Compenseer het overblijvende fossiele energiegebruik door energie elders te (laten) besparen of door andere compensatieprojecten.

Om de uitstoot van de andere belangrijke broeikasgassen - methaan en lachgas - te verminderen is de tip om minder vlees en meer biologische producten te eten.

In de hoofdtekst is het onderwerp oorzaken en mitigatie oplossingen opgesplitst in vier brokstukken waarin de belangrijke oorzaken van klimaatverandering worden toegelicht. Ook wordt daarin aangegeven hoe die oorzaken kunnen worden aangepakt, zowel door overheden als door jongeren zelf.

Gevolgen en adaptatie oplossingen

De gevolgen van klimaatverandering zijn overal ter wereld zichtbaar. Zeespiegelstijging, overstromingen, hetere zomers en nattere winters zijn het huidige en toekomstbeeld. De vraag is hoever die veranderingen zich nog doorzetten en hoe we ons daaraan moeten aanpassen.

In tegenstelling tot mitigerende maatregelen, dragen de adaptieve oplossingen niet bij aan een vermindering van het klimaatprobleem. We leggen ons neer bij de veranderingen en passen ons zo goed mogelijk aan de gevolgen aan. Dit betekent dat er veel infrastructureel werk uitgevoerd moet gaan worden: dijken verhogen, rioolstelsels verbeteren, meer ruimte voor water maken en dergelijke. Wij moeten ons bewust gaan worden van het feit dat we niet altijd meer veilig zijn (tegen overstromingen), maar we moeten ons aanpassen aan de veranderingen.

In de cases is een aantal onderwerpen verder uitgewerkt. Het gaat daarbij om:

- zeespiegelstijging/overstromingen/wateroverlast;
- droogte en verwoestijning;
- opwarming en smelten van het poolijs.



1 Introductie

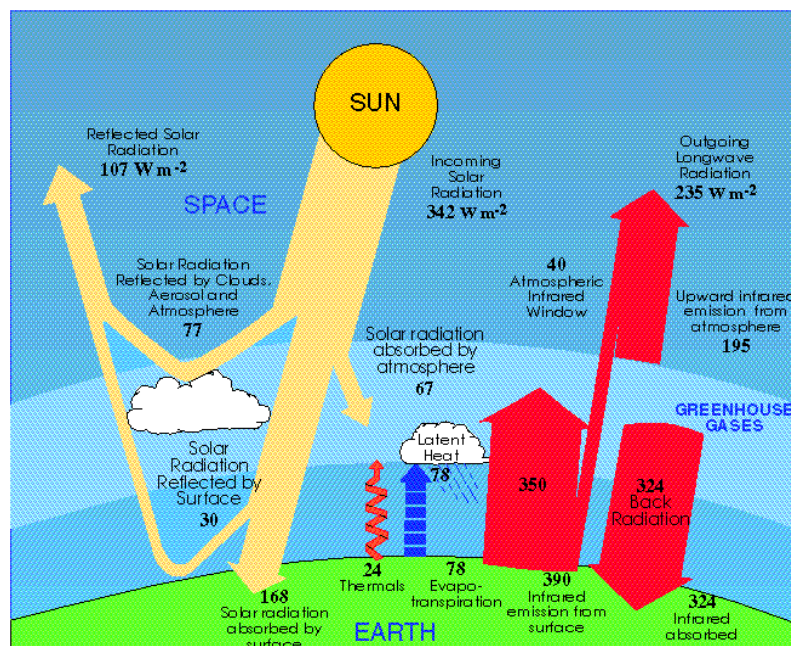
1.1 Climate Quest

Een consortium van games developers, wetenschappers en adviseurs werkt aan het on-line platform Climate Quest. Dit platform is de basis voor een wereldwijde community van jongeren rond het thema klimaatverandering en de gevolgen daarvan. Climate Quest biedt ruimte om on-line games te spelen en om 'alternate reality quests' te ontwikkelen en uit te voeren. Dit document beschrijft de wetenschappelijke achtergronden van klimaatverandering: de oorzaken en de gevolgen. Het zoeken naar oplossingen staat hierbij centraal. Er wordt dus ingegaan op het klimaatbeleid van de overheid en wat jongeren zelf kunnen doen om de klimaatverandering en de gevolgen ervan te beperken.

1.2 Klimaatverandering

Het mondiale klimaat wordt bepaald door verschillende factoren zoals de zonnestraling en de toestand van de atmosfeer. De concentraties broeikasgassen in de lucht spelen hierbij een belangrijke rol (zie Figuur 1).

Figuur 1 Het broeikaseffect schematisch weergegeven



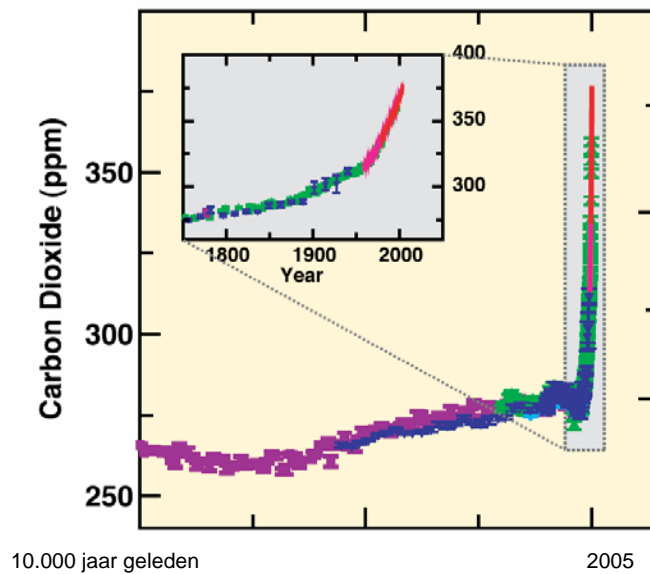
Bron: University of Washington.

Conclusies van het IPCC

Het gezaghebbende 'Intergovernmental Panel on Climate Change' (IPCC) van de Verenigde Naties concludeerde begin 2007 nogmaals dat menselijke activiteiten het klimaat veranderen (IPCC, 2007a). Dit komt door een sterke toename van de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer (zie Figuur 2).

Deze toename is voornamelijk het gevolg van de verbranding van fossiele brandstoffen, landbouw en veeteelt en veranderingen in landgebruik, zoals het kappen van bossen. De hogere concentraties broeikasgassen houden warmte langer vast in de atmosfeer, waardoor deze opwarmt. Dit effect is veel sterker dan te verwachten is van andere mogelijke oorzaken, zoals de natuurlijke variaties in de instraling van de zon. De 2.500 wetenschappers van IPCC concluderen daarom dat het zeer waarschijnlijk is dat het menselijk handelen een klimaatverandering teweeg brengt. Deze conclusie is onderschreven door alle (meer dan 130) bij IPCC aangesloten landen.

Figuur 2 Ontwikkeling van de concentratie CO₂ in de lucht in de 10.000 jaar voor 2005. De ontwikkeling van de concentraties CH₄ en N₂O vertoont een zelfde patroon (niet afgebeeld)

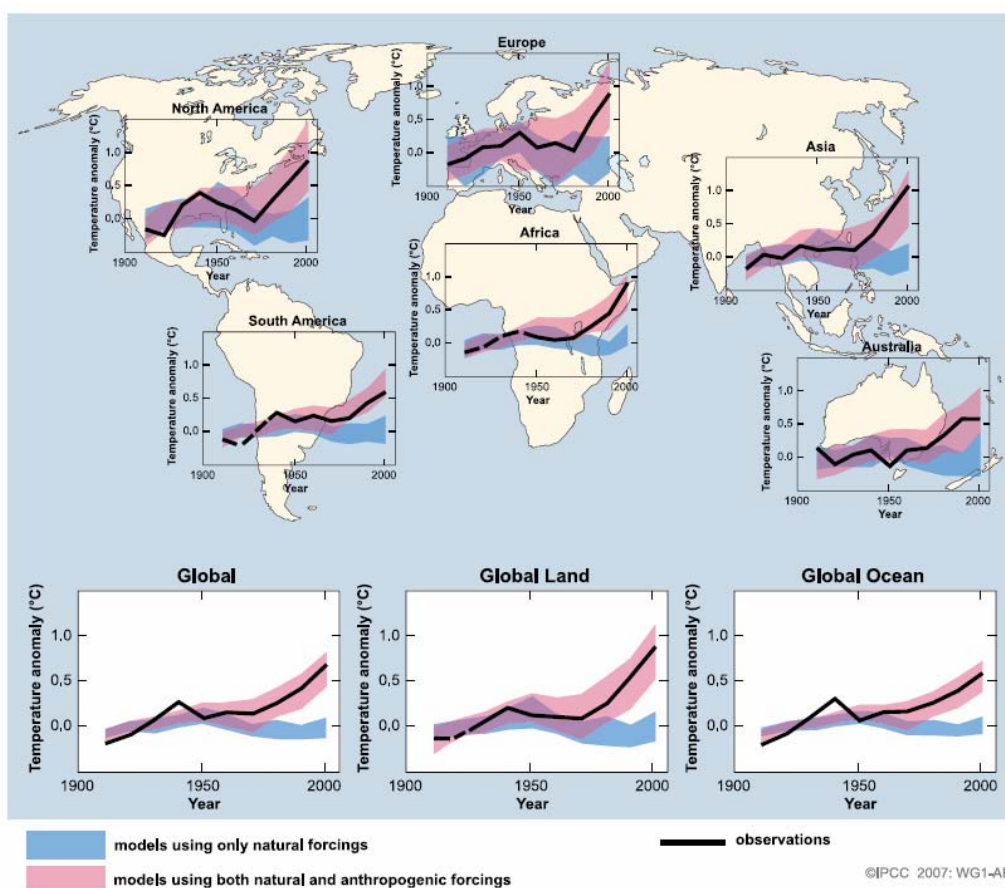


Bron: IPCC, 2007a.

In Figuur 3 zijn de temperatuurveranderingen wereldwijd en per continent weergegeven. De figuur laat zowel het temperatuursverloop zien wanneer alleen natuurlijke invloeden worden gemodelleerd (blauw), als wanneer zowel natuurlijke als menselijke invloeden worden gemodelleerd (roze). De zwarte lijnen geven het werkelijk waargenomen temperatuursverloop aan. In de figuur is zichtbaar dat de werkelijk gemeten temperatuur het beste wordt beschreven door modellen die rekening houden met menselijke invloed op het klimaat.



Figuur 3 Temperatuurverandering wereldwijd en per continent



Bron: IPCC, 2007a.

Niet alleen de lucht warmt op, maar ook de oceanen. Dit heeft tot gevolg dat er veranderingen optreden in neerslaghoeveelheden, sneeuw- en ijsbedekking en de zeespiegel. Deze veranderingen kunnen per regio sterk verschillen; sommige streken kunnen bijvoorbeeld natter worden, terwijl in andere gebieden minder neerslag gaat vallen. Deze gevolgen zijn nu al merkbaar en zullen dat nog eeuwen lang blijven, zelfs als de concentraties van broeikasgassen door maatregelen worden gestabiliseerd. Als er echter geen maatregelen worden getroffen zullen de gevolgen nog drastischer zijn.

Oorzaken en gevolgen

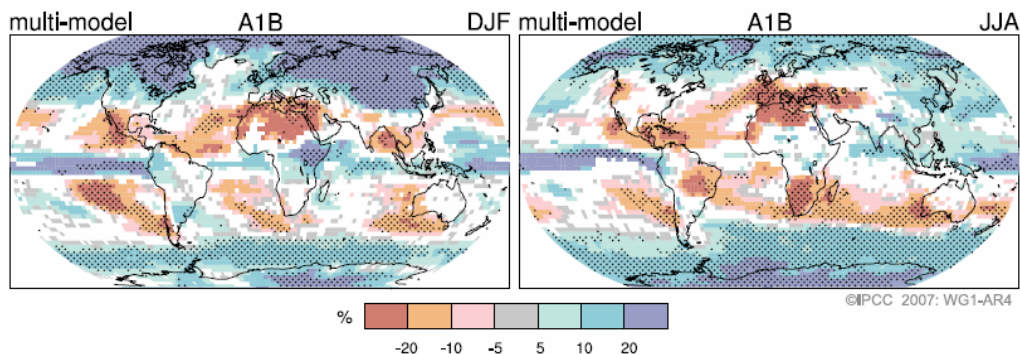
De belangrijkste broeikasgassen (en hun voornaamste oorsprong) zijn:

- koolstofdioxide, CO₂ (verbranding van fossiele brandstoffen en veranderd landgebruik);
- methaan, CH₄ (landbouw en veeteelt);
- lachgas, N₂O (landbouw en veeteelt).

De belangrijkste klimaatveranderingen zijn naar verwachting van het IPCC:

- De temperatuur zal rond 2100 zijn gestegen met 1,1 tot 6,4°C. De precieze stijging hangt af van de toekomstige uitstoot van broeikasgassen en vervuilde stoffen en van de uitwerking van fysische en chemische processen in de atmosfeer.
- Sommige gebieden op aarde zullen te maken krijgen met meer neerslag, terwijl andere streken juist droger worden (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).
- De zeespiegel zal in de 21^e eeuw met 18 tot 59 centimeter stijgen. Dit komt omdat warm water meer ruimte inneemt dan koud water en omdat gletschers en ijskappen op het land zullen smelten. Over het smelten van de ijskappen op Groenland en de Zuidpool is nog niet alles bekend. Dit, en het feit dat de zeespiegelstijging regionaal sterk kan variëren, betekent dat de gevolgen per regio nog drastischer kunnen zijn.
- De Golfstroom, de aanvoer van relatief warm water uit het Caribisch gebied naar Europa, zal waarschijnlijk beperkt afnemen in sterkte, waardoor de temperatuurstijging in Noordwest Europa minder sterk is dan elders. Met een *abrupte* verandering van de Golfstroom wordt in standaard klimaatmodellen echter geen rekening gehouden

Figuur 4 Verwachte veranderingen in neerslagpatroon wereldwijd (links: december - februari; rechts: juni - augustus)



Bron: IPCC, 2007a.

Economische gevolgen

De klimaatveranderingen hebben grote gevolgen voor natuur en economie. Zo kan een kleine stijging van de gemiddelde temperatuur grote invloed hebben op de biodiversiteit in een gebied (Pounds & Puschendorf, 2004). De biodiversiteit is van groot belang voor de stabiliteit van het ecosysteem en voor de menselijke gezondheid (Harvard, 2002). De economische gevolgen van overstromingen, droogte en andere klimaateffecten zullen groot zijn. Sommige onderzoekers schatten deze kosten in op 5% tot 20% van het mondiaal inkomen (Stern, 2006). Het IPCC heeft nog geen eenduidige kostenschattings van de gevolgen van klimaatverandering kunnen maken. Wel is een inschatting gemaakt van de kosten om verdere klimaatverandering te beperken. Het mondiale inkomen zal in dit geval iets minder hard stijgen dan wanneer geen actie wordt ondernomen: de groei tot 2030 zal 3 procentpunt lager zijn (bijvoorbeeld 57% in plaats van 60%).



Het voorkomen van extreme klimaatverandering is belangrijk om de millenniumdoelstellingen van de Verenigde Naties te halen. Deze doelstellingen zijn:

- het uitbannen van armoede en honger;
- het bereiken van een universele basiseducatie;
- gelijkwaardigheid tussen mannen en vrouwen;
- kindersterfte tegengaan;
- het tegengaan van moedersterfte;
- het uitbannen van HIV/AIDS, malaria en andere ziekten;
- het verzekeren van een duurzame omgeving;
- het ontwikkelen van een wereldwijde samenwerking voor ontwikkeling.

Dat klimaatbeleid en de millenniumdoelstellingen hand in hand gaan blijkt uit het volgende. De effecten van klimaatverandering op droogte zal armoede en honger niet uitbannen, maar versterken. Malaria zal door klimaatverandering eerder verder worden verspreid dan uitgebannen. De effecten van klimaatverandering op de biodiversiteit betekenen een minder duurzame omgeving. Kortom, zonder een rem op klimaatverandering worden de millenniumdoelstellingen niet gehaald.

1.3 Leeswijzer

In dit document volgen we de organisatiestructuur van het IPCC. Dit is georganiseerd in drie werkgroepen. De eerste werkgroep houdt zich bezig met het klimaatsysteem zelf en de (meteorologische) gevolgen van verhoogde concentraties broeikasgassen. Twee andere werkgroepen richten zich op het aanpakken van de oorzaken dan wel het aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering. In hoofdstuk 2 worden de belangrijkste oorzaken van klimaatverandering opgesplitst en uitgewerkt in een viertal overzichtelijke brokstukken. Daarin wordt aangegeven wat die oorzaken zijn en hoe overheden en individuele burgers actie kunnen ondernemen. De ernstigste gevolgen van klimaatverandering en mogelijke oplossingen worden beschreven in hoofdstuk 3. Ten slotte wordt in hoofdstuk 3.1 een vertaalslag gemaakt van de onderwerpen uit de eerdere hoofdstukken naar concrete quests in het on-line platform Climate Quest.



2 De oorzaken en mitigatie-oplossingen

Het versterkte broeikaseffect op aarde wordt vooral veroorzaakt door hoge concentraties van de stoffen koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). De toename van CO₂-concentraties in de lucht wordt vooral veroorzaakt door de verbranding van fossiele brandstoffen en, in mindere mate, door veranderd landgebruik zoals ontbossing. De concentraties van de belangrijkste overige broeikasgassen, lachgas en methaan, worden vooral vergroot door activiteiten in de landbouw. In dit hoofdstuk nemen we de uitstoot van broeikasgassen nader onder de loep. We geven ook aan hoe het overheidsbeleid en individuele acties een oplossingen kunnen bieden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen (dit wordt ook wel *mitigatie* genoemd). Ten slotte splitsen we het onderwerp op in vier overzichtelijke brokstukken. Aan de hand hiervan worden de oorzaken en mitigatie-oplossingen van klimaatveranderingen uitgelegd.

2.1 Uitstoot van broeikasgassen en mogelijkheden voor reductie

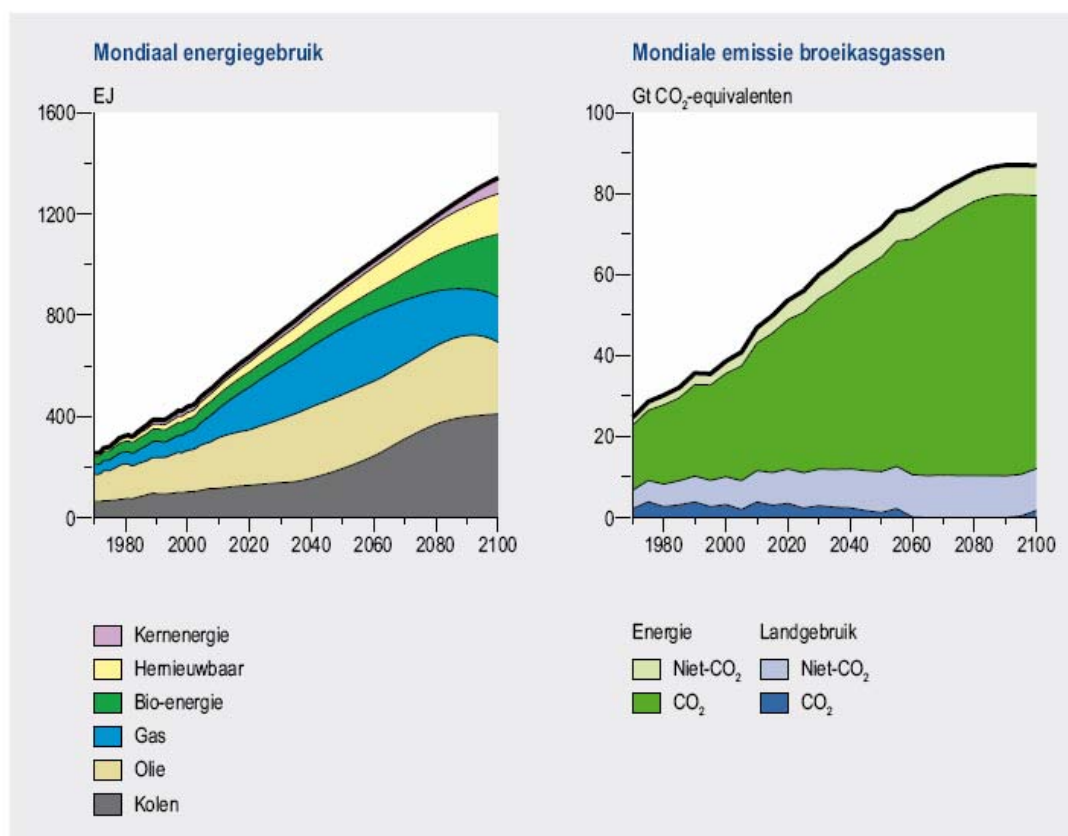
De uitstoot van broeikasgassen is tussen 1970 en 2004 met 70% toegenomen. Veel landen voeren al beleid om deze uitstoot terug te dringen, zogenaamd *mitigatiebeleid*. Echter, ondanks dit beleid zal de uitstoot in 2030 naar verwachting 45 tot 110% hoger liggen dan in 2000 (IPCC, 2007c). Deze groei wordt veroorzaakt door de verwachte ontwikkelingen in economie, gedragspatronen van mensen en bedrijven en wereldbevolking.

Hoewel het huidige klimaatbeleid dus tekort schiet om de uitstoot te stabiliseren bestaan er wel degelijk mogelijkheden om de ernstigste effecten van klimaatverandering te voorkomen. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) van de Verenigde Naties verwacht dat bij een temperatuurstijging van 2 tot 3 graden Celcius de risico's van klimaatverandering beheersbaar blijven. Onlangs is berekend dat het beperken van de temperatuurstijging tot 3 graden technisch haalbaar is en naar schatting leidt tot 0,6% minder economische groei in 2030. Beperking tot 2 graden kost naar schatting 3% minder groei (bijvoorbeeld 57% groei tussen nu en 2030 in plaats van 60%). In ideale omstandigheden betekent dit dat de ergste klimaatproblemen kunnen worden bedwongen ten koste van één jaar economische groei.

2.1.1 Trends en verwachtingen

Het Nederlandse Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), een belangrijke partner in het IPCC, heeft de trends en verwachtingen in kaart gebracht voor het mondiale energiegebruik en de mondiale uitstoot van broeikasgassen. Het basisscenario is weergegeven in Figuur 5.

Figuur 5 Trends en verwachtingen van het mondiale energiegebruik en de mondiale uitstoot van broeikasgassen (basisscenario)



Bron: MNP, 2006.

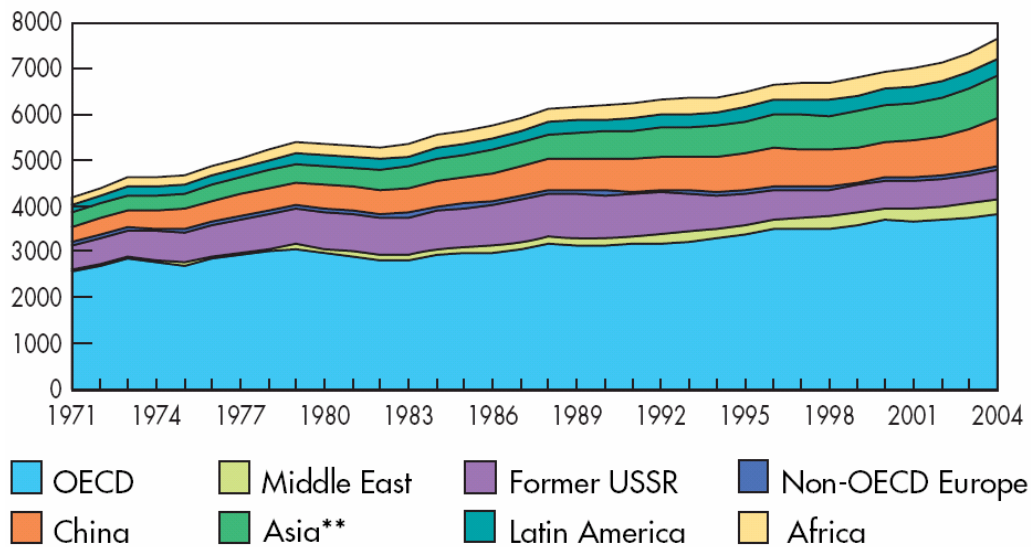
In het basisscenario wordt uitgegaan van een groeiende wereldbevolking en een groeiende wereldeconomie. Verder wordt er alleen rekening gehouden met het huidige, bestaande klimaatbeleid. De figuur laat zien dat zonder extra maatregelen het energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen fors zal toenemen. De figuur laat ook zien dat bij ongewijzigd beleid het gebruik van fossiele energie zal toenemen.

2.1.2 Regionale verschillen

Het International Energy Agency houdt statistieken bij van het energiegebruik in de wereld. In Figuur 6 is aangegeven welke delen van de wereld de meeste energie gebruiken.



Figuur 6 Energiegebruik in de wereld



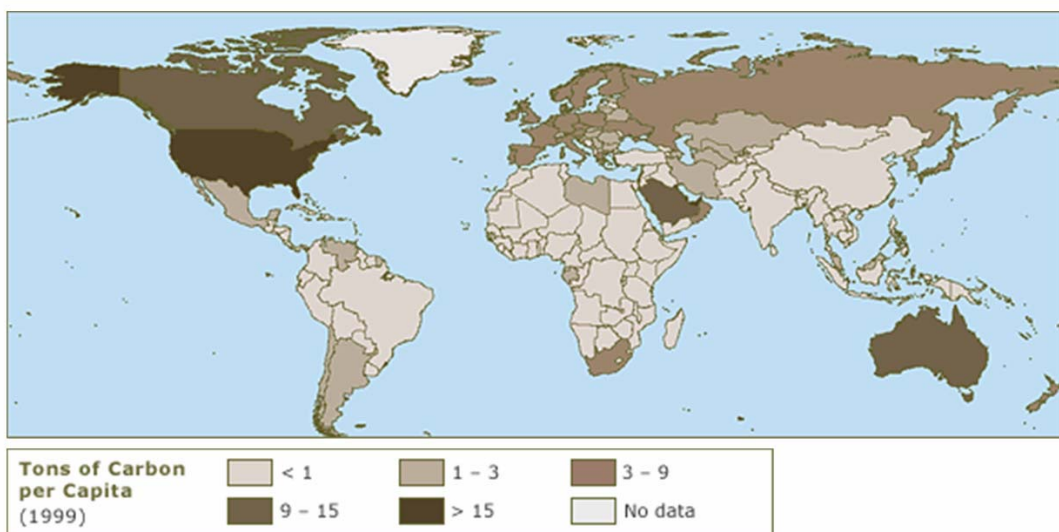
Bron: IEA, 2006.

** Azië is exclusief China

We zien dat de geïndustrialiseerde wereld (OECD) de meeste energie gebruikt. Dit aandeel is gaandeweg kleiner geworden (van 60% in 1973 tot 50% in 2004). Toch is de vraag ook in de OECD wereld toegenomen. In de publicatie *Energy, powering your world* (FOM, 2002) wordt op een begrijpelijke manier uitleg gegeven aan het wereldwijde energiegebruik in het verleden, nu en in de toekomst.

In Figuur 7 is de uitstoot van broeikasgassen per hoofd van de bevolking in verschillende landen uitgedrukt.

Figuur 7 Uitstoot van broeikasgassen per hoofd van de bevolking (1999)

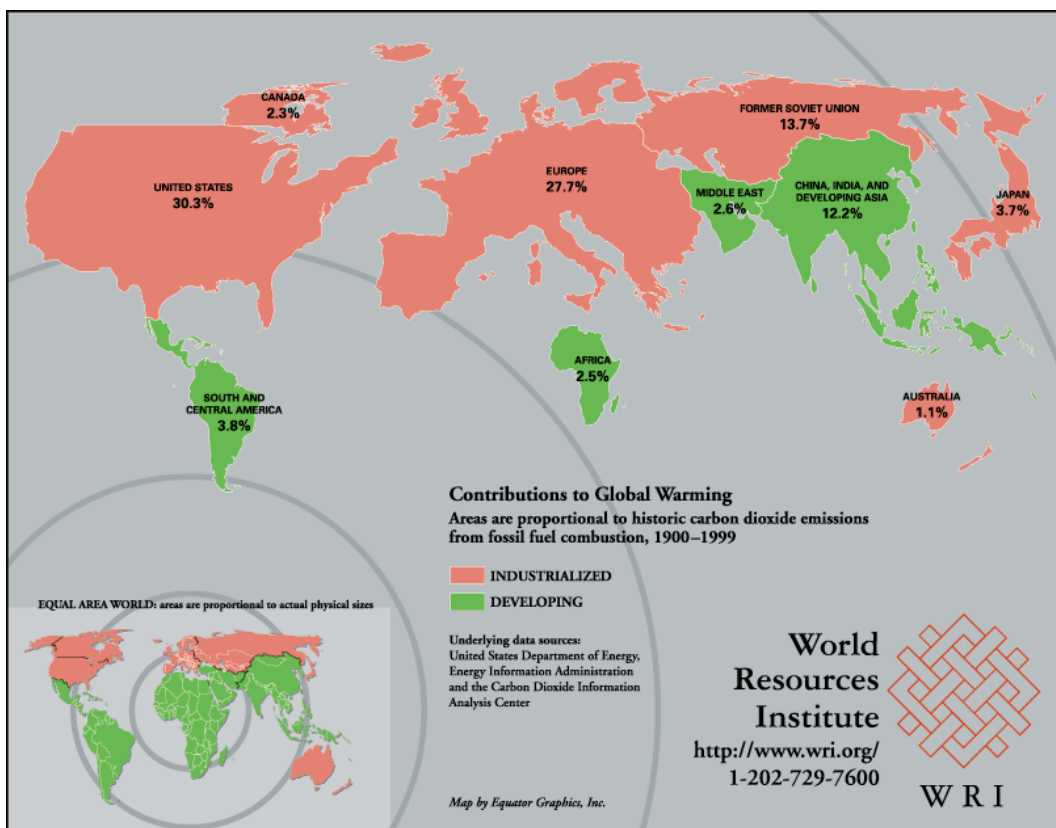


Bron: World Resources Institute (Earthrends website).

De figuur laat zien dat een burger uit een geïndustrialiseerd land meer broeikasgassen uitstoot dan mensen uit andere landen.

In de media en politiek gaan vaak stemmen op om ontwikkelende economieën zoals China verantwoordelijk te stellen voor een oplossing van het klimaatprobleem. Hoewel China één van de grootste bronnen van broeikasgassen ter wereld is, ondersteunen de figuren hierboven deze aanpak niet. De westerse landen produceren zowel in absolute termen als per hoofd van de bevolking de hoogste uitstoot van broeikasgassen. En de grote toename van broeikasgassen in de lucht in de afgelopen honderd jaar is vooral toe te schrijven aan de geïndustrialiseerde wereld (Figuur 8).

Figuur 8 Regionale bijdragen aan klimaatverandering sinds 1900



Bron: World Resources Institute.

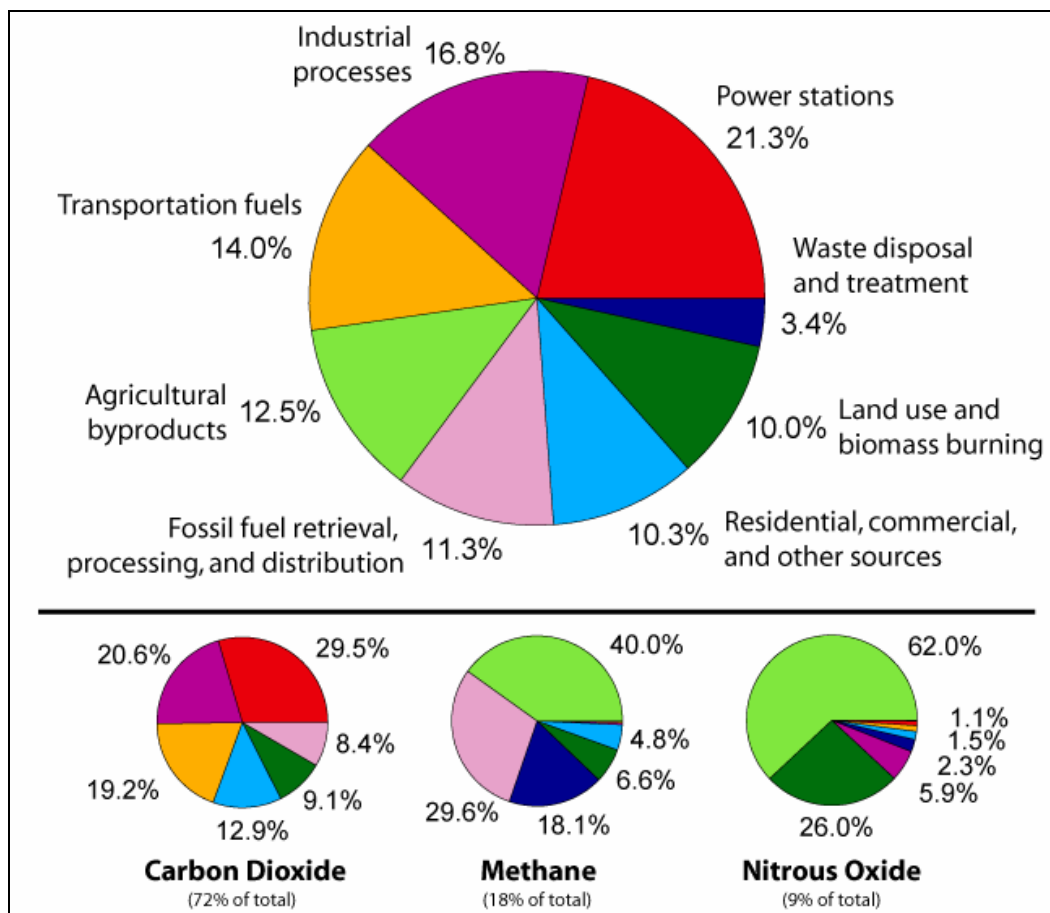
Er is dus alle reden om juist de geïndustrialiseerde landen verantwoordelijkheid te laten dragen om het probleem op te lossen.

2.1.3 Uitstoot per economische sector

In Figuur 9 is weergegeven in welke mate de verschillende economische sectoren, zoals de industrie of het verkeer, bijdragen aan de uitstoot van broeikasgassen (pijljaar 2000).



Figuur 9 Aandeel in mondiale uitstoot van broeikasgassen per economische sector in 2000



Bron: Global Warming Art, gebaseerd op data uit Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR3.2, Olivier and Berdowski, 2001).

Uit de figuur blijkt dat vooral de energiecentrales (power stations), industrie en transportsector een grote bijdrage leveren. Toch wordt bijna de helft van de uitstoot veroorzaakt door andere sectoren, zoals de landbouw, woningen en de productie van fossiele brandstoffen.

Zoals hierboven vermeld is de totale uitstoot tussen 1970 en 2004 met 70% gegroeid. Hoe is die groei verlopen in de verschillende sectoren? Tabel 1 geeft een beeld hiervan.

Tabel 1 Groei in directe broeikasgasuitstoot (zonder elektriciteitsgebruik) tussen 1970 en 2004 per sector

Energievoorziening	145%
Transport	120%
Industrie	65%
Landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw	40%
Landbouw	27% (tussen 1970 en 1990)
Gebouwen	26% (tussen 1970 en 1990, daarna stabiel. NB groei inclusief elektriciteit is 75%)

Bron: IPCC 2007c.

We zien dat vooral de energiesector (elektriciteitscentrales) verantwoordelijk was voor de mondiale groei. Ook de transportsector groeide bovengemiddeld. NB de cijfers in de tabel geven de groei in de directe uitstoot weer, d.w.z. exclusief het elektriciteitsgebruik in gebouwen, landbouw en industrie en exclusief de uitstoot die vrijkomt bij de productie van transportbrandstoffen. De elektriciteit die wordt opgewekt in centrales wordt gebruikt in woningen, de industrie, kantoren, etc. Daarom wordt de hogere uitstoot van broeikasgassen in de energievoorziening voornamelijk door andere sectoren, indirect, veroorzaakt.

2.1.4 Mogelijkheden voor reductie

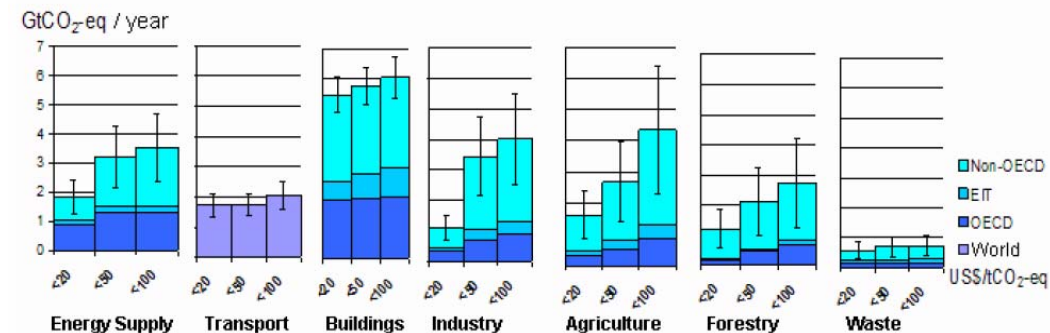
Er bestaan verschillende mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen: mitigatie. Om de beste maatregelen uit te kiezen wordt niet alleen gekeken naar het mogelijke effect (hoeveel ton uitstoot spaart de maatregel uit?) maar ook naar de kosten van de maatregelen. Zo ontstaat een compleet beeld van het technische en het economische potentieel: wat kan en wat is niet te duur?

Het IPCC heeft onderzoek gedaan naar de volgende maatregelen:

- energiebesparing in gebouwen;
- hernieuwbare energie (uit water, wind, zon, etc.);
- energiebesparing in andere sectoren (transport, industrie, etc.);
- alternatieve vervoerssystemen;
- kernenergie;
- CO₂-afvang en ondergronds opslaan;
- emissiereductie in land- en bosbouw;
- CO₂-opslag in de landbouwbodembed of in het hout van bossen;
- maatregelen bij afvalverwerking;

In Figuur 10 is een overzicht gegeven van het potentieel van een aantal maatregelen. Hieruit blijkt dat vooral bij gebouwen veel bereikt kan worden. Ook bij de energievoorziening, in de industrie en landbouw zijn er kansen, maar deze maatregelen zijn over het algemeen wat duurder. De transportsector en bosbouw kunnen een bescheiden bijdrage leveren. Maatregelen in de afvalverwerking ten slotte leveren het minste op.

Figuur 10 Emissiereductiepotentieel in verschillende economische sectoren als functie van de prijs van CO₂



Bron: IPCC, 2007c.



Uit bovenstaande paragraaf leidde het IPCC af dat er wel degelijk manieren zijn om het klimaatprobleem aan te pakken. Er bestaan zelfs voldoende maatregelen om ervoor te zorgen dat de problemen beheersbaar zullen blijven. Energiebesparing in woningen en kantoren biedt wereldwijd de grootste mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen tegen relatief de laagste kosten.

2.2 Overheidsbeleid voor minder uitstoot

Overheden op allerlei niveaus werken aan beleid om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen. Zo hebben 167 landen plus de Europese Unie onder VN-vlag het verdrag van Kyoto ondertekend en bekrachtigd (UN, 1998). In dit verdrag worden de aangesloten geïndustrialiseerde landen verplicht hun uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Dat kan door projecten in eigen land, maar het Kyoto verdrag biedt ook mechanismen om in het buitenland de CO₂-uitstoot te beperken. Een populaire maatregel is bijvoorbeeld het vernietigen van sterke broeikasgassen die vrijkomen bij de productie van koelkasten in China (PEW, 2007). De buitenlandse reductie komt dan op conto van het investerende land. Belangrijke landen die het verdrag niet hebben bekrachtigd zijn de Verenigde Staten en Australië. Het verdrag loopt tot 2012. Inmiddels zijn de onderhandelingen over een vervolg op het bestaande Kyoto verdrag begonnen. Op de topontmoeting van de acht grootste geïndustrialiseerde landen (G8) in 2007 bijvoorbeeld, hebben wereldleiders zichzelf tot doel gesteld een vervolgverdrag op te stellen voor het einde van 2009.

Ook op regionaal niveau maken overheden plannen om het klimaat te beschermen. Zo heeft de Europese Unie bijvoorbeeld het doel om in 2020 de CO₂-uitstoot met 20% te verminderen in vergelijking met 1990. Als andere geïndustrialiseerde landen dit voorbeeld volgen wil de EU zelfs 30% minder gaan uitstoten. Om die doelen te bereiken maakt de Europese Commissie doorgaans richtlijnen die door de nationale overheden in wetten worden omgezet. In één van deze richtlijnen zijn de grootste energiegebruikende bedrijven begin 2005 samengebracht op een marktplaats voor CO₂-uitstootrechten. Dit heet ook wel CO₂-emissiehandel¹. Bedrijven die minder CO₂ uitstoten dan voorzien kunnen de overgebleven uitstootrechten verkopen aan bedrijven die onvoldoende rechten bezitten. Na iedere handelsperiode wordt het totaal aantal uitstootrechten voor alle bedrijven verkleind. Hiermee wordt de groep gedwongen de uitstoot van CO₂ te beperken. CO₂-emissiehandel stimuleert dat de beste maatregelen tegen de laagste prijs worden genomen.

Ook op nationaal en lokaal niveau maken overheden klimaatbeleid. Belangrijke maatregelen zijn bijvoorbeeld:

- subsidieregelingen voor duurzame energie of energiebesparing;
- verplichtingen voor energiezuinige woningbouw;
- afspraken met de industrie over energiebesparing;
- 'groene' belastingmaatregelen om zuinige auto's, woningen, apparaten, etc. aantrekkelijker te maken;

¹ zie <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm>

- onderzoeksbudgetten voor nieuwe technieken zoals:
 - het scheiden van CO₂ uit rookgassen en dit opslaan in de diepe ondergrond;
 - nieuwe brandstoffen uit biomassa voor beter klimaatrendement (de huidige bio-brandstoffen zijn niet klimaatneutraal) en voor minder ruimtegebruik (productie van huidige bio-brandstoffen gebruikt te veel ruimte om op grote schaal toe te passen);
- informatiecampagnes over energiebesparing, groene stroom, etc.

Het klimaatbeleid van overheden wordt voor een groot deel gevoed door plannen en initiatieven van maatschappelijke organisaties. Een voorbeeld hiervan is Green4sure, het Groene Energieplan van de grootste Nederlandse milieu- en werknemersorganisaties (CE Delft, 2007). De doelstelling van het plan is een halvering van de Nederlandse CO₂-uitstoot in 2030 ten opzichte van 1990. De belangrijkste manier om dit te bereiken is een uitbreiding van de Europese CO₂-emissiehandel. De kern van Green4sure is een slim samengesteld pakket aan maatregelen waarmee de overheid bedrijven en individuele burgers kan bewegen tot zuinige en schone keuzen in hun dagelijkse praktijk. Green4sure is in juni 2007 overhandigd aan de Nederlandse minister van milieu.

Voor meer informatie over wat de overheid in jouw regio of land doet om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, neem contact op met jouw ministerie van milieu of energie. Je kunt ook informatie opvragen bij de provincie of gemeente waar je woont, of kijk op hun website.

2.3 Wat kun je zelf doen?

Wat je zelf kunt doen aan klimaatverandering is erg afhankelijk van je eigen situatie. Het is daarom verstandig om eerst na te gaan wat jouw uitstoot van broeikasgassen is. Dit kan bijvoorbeeld op één van de volgende websites:

- www.carbonfootprint.com;
- www.climateneutralgroup.com;
- www.carbonneutral.com;
- www.co2meter.nl.

Op die sites kun je vervolgens ook tips vinden om je uitstoot te verminderen.

Over het algemeen gelden de volgende regels:

- 1 Gebruik zo min mogelijk energie.
- 2 Zorg dat de energie die je dan nog gebruikt zoveel mogelijk wordt opgewekt uit duurzame bronnen (zon, water en wind).
- 3 Compenseer je niet-groene energiegebruik door klimaatvriendelijke projecten te steunen.

Hieronder worden de regels één voor één uitgelegd.



2.3.1 Energiebesparing

Je kunt zelf veel doen om energie te besparen. Daarmee verminder je niet alleen de CO₂-uitstoot, maar bespaar je ook geld. Let bij energiebesparing op de volgende drie punten:

- 1 **Behoeft**e: Bedenk eerst of je een bepaald apparaat of dienst wel nodig hebt voordat je het aanschaft. Stel jezelf bijvoorbeeld de vragen: Heb ik wel behoefte aan een wasdroger, of kan ik net zo goed de was laten drogen aan de lijn? Of: Wil ik op vakantie naar een ver land, of wil ik in de buurt blijven?
- 2 **Aanschaf**: Als je een apparaat, vervoersmiddel of dienst aanschaft kies dan voor de zuinigste variant
- 3 **Gebruik**: Gebruik je apparaten en vervoersmiddelen zo zuinig mogelijk.

De volgende voorbeelden geven een idee van wat er allemaal mogelijk is. Als je een kind bent en je hebt geen eigen huis of auto, dan zijn sommige van de hieronder genoemde maatregelen moeilijk te nemen. In plaats daarvan kun je proberen je ouders ervan te overtuigen om ze te nemen, of ze onthouden voor wanneer je zelf volwassen bent.

- Energieverbruik thuis
 - Onzuinige apparaten niet meer gebruiken of vervangen door zuinige apparaten; apparaten niet onnodig aan laten staan (NB veel apparaten gebruiken ook energie in stand-by stand!).
 - Gloeilampen vervangen door spaarlampen; verlichting niet onnodig laten branden.
 - Zuinige verwarming (bijvoorbeeld HR-ketel), huisisolatie, dubbelglas, thermostaat een graadje lager.
 - Zuinige airconditioner; zoek andere manieren om het huis te koelen als het warm is.
 - Zuinige douchekop; minder lang douchen.
- Reizen
 - Minder vaak en minder ver met de auto, zuinige auto, zuinige rijstijl.
 - Minder vaak en minder ver met het vliegtuig.
 - Vaker met de fiets, lopen of openbaar vervoer.
- Indirect energiegebruik
 - Meer lokaal en seizoensgebonden voedsel.
 - Minder vlees en kasgroenten.
 - Minder energie-intensieve producten (bijvoorbeeld aluminiumfolie).
 - Kies voor tweedehands in plaats van nieuw (recycling).
 - Groen sparen of beleggen.

Door energie te besparen kun je je uitstoot van broeikasgassen al flink beperken. De tips hierboven zijn zeer beknopt. Ze komen uitgebreid terug in paragraaf 2.4. Voor meer informatie kun je ook contact opnemen met de organisaties die hieronder worden genoemd onder het kopje '(inter)nationale initiatieven en websites'.

2.3.2 Duurzame energie

Het is altijd goed om energie te besparen. Probeer om de energie die je nog wel gebruikt zo veel mogelijk uit een duurzame, hernieuwbare bron te halen. Aanbieders van elektriciteit hebben vaak speciale pakketten met 'groene stroom' of 'natuurstroom'. Sommige aanbieders hebben zich er zelfs in gespecialiseerd en verkopen alleen duurzame energie. In veel landen is er ook 'groen gas'. Het is vaak heel eenvoudig om over te schakelen op duurzame energie. Voor de auto kun je overwegen om biobrandstof te gebruiken. Let wel op dat biobrandstoffen kunnen helpen tegen het klimaatprobleem, maar tegelijkertijd wel andere problemen kunnen veroorzaken (zie paragraaf 2.4.3).

2.3.3 Compensatie

Ten slotte kun je besluiten om de niet-groene energie die je gebruikt te laten compenseren. Ga hier wel kritisch mee om. De markt voor compensatieprojecten is momenteel sterk in opkomst, maar nog weinig gereguleerd. Sommige compensatieprojecten zijn beter dan andere. En sommige projecten hebben schadelijke neveneffecten. Onlangs heeft het Britse parlement de markt voor compensatieprojecten onderzocht. Hieruit bleek dat er heldere criteria nodig zijn waaraan de projecten getoetst moeten worden. Het parlement heeft de Britse regering aanbevolen om die criteria op te stellen (EAC, 2007). Wees voorzichtig met het uitzoeken van een compensatieproject zolang deze criteria nog niet bestaan.

Het compenseren van CO₂-uitstoot kan op verschillende manieren:

- 1 Het ondersteunen van energiebesparende projecten.
- 2 Het ondersteunen van projecten voor hernieuwbare energie.
- 3 Het aanplanten van bomen.

Er bestaan professionele organisaties die de klimaateffecten van jouw energiegebruik kunnen uitrekenen en die voor jou de compensatie kunnen uitvoeren. Een aantal organisaties kun je vinden op de website van EcoBusinessLinks². Ook sommige creditcards compenseren de uitstoot van broeikasgassen van producten en diensten die ermee worden gekocht.

Compensatie is een maatregel die je pas toepast als je niet meer energie kunt besparen of groene energie kunt gebruiken. Als je hiervoor kiest, kies dan voor een bona fide organisatie om de compensatie uit te voeren.

² http://www.ecobusinesslinks.com/carbon_offset_wind_credits_carbon_reduction.htm



2.3.4 Klimaatinitiatieven en websites

De tips hierboven zijn zeer beknopt. In de volgende paragraaf worden ze verder toegelicht. Voor meer informatie kun je ook contact opnemen met de milieuorganisaties of overheid in jouw regio of land. Zie ook de websites van enkele internationaal opererende organisaties zoals:

- Greenpeace: www.greenpeace.org (zie ook de 12 tips over wat jij kunt doen om de uitstoot te verminderen³).
- Friends of the Earth: www.foe.org.
- WNF (voorheen Wereld Natuurfonds): www.wwf.org.
- Climate crisis coalition: www.climatecrisiscoalition.org/.
- Clinton Climate Initiative: www.clintonfoundation.org (zie ook de 10 stappen om Groen te Leven⁴).
- Grist Environmental news and commentary: www.grist.org.
- World resources institute (Earthtrends database): earthtrends.wri.org.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): www.ipcc.ch.
- United Nations Environment programme (UNEP): www.unep.org.
- Treehugger (informatie over een moderne, groene manier van leven): www.treehugger.com.

Naast deze websites zijn er nog veel meer informatiebronnen over klimaatverandering. Ga zelf op zoek!

2.4 Oorzaken en oplossingen uitgesplitst

De onderwerpen die een rol spelen bij klimaatverandering lijken soms een enorme legpuzzel met te veel stukje om te kunnen overzien. Om de belangrijkste oorzaken en oplossingen van klimaatverandering toch helder voor te stellen is het probleem hieronder in vier hapklare brokken uitgesplitst. De uitsplitsing is gebaseerd op de aandachtspunten van het Nederlandse, Europese en mondiale klimaatbeleid en van de IPCC werkgroep III die zich bezig houdt met mitigatie (IPCC, 2007c). Daarnaast is aansluiting gezocht bij bestaande publiekscampagnes en andere initiatieven rond het thema klimaat. De selectiecriteria voor de uitsplitsing waren:

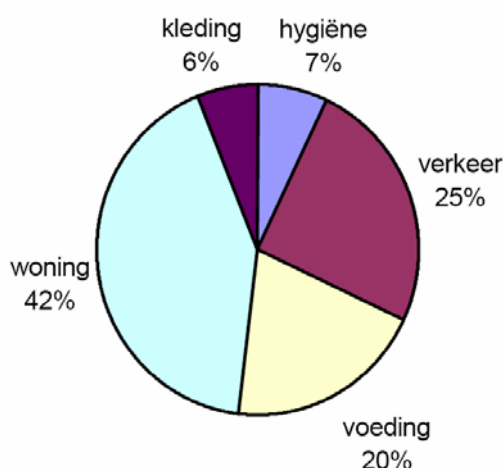
- het brokstuk illustreert een belangrijke oorzaak van klimaatverandering;
- er is aandacht vanuit het overheidsbeleid voor deze oorzaak;
- er bestaan mogelijkheden voor individuele of collectieve actie door jongeren tegen deze oorzaak.

In Figuur 11 is het energiegebruik van Nederlandse huishoudens onderverdeeld naar verschillende activiteiten.

³ http://www.greenpeace.org/international/campaigns/climate-change/take_action/12_steps

⁴ <http://www.clintonfoundation.org/cf-pgm-cci-ar-live-the-green-life-10-easy-steps.htm>

Figuur 11 Verdeling van energiegebruik van Nederlandse huishoudens



Bron: IVEM, 2000.

De figuur laat zien dat Nederlandse huishoudens vooral in de woning (verwarmen, gebruik van elektrische apparaten, etc.), voor het verkeer en voor de voeding veel energie gebruiken. Voor veel andere westerse huishoudens is dit niet veel anders.

Op basis van de figuur hierboven en de overige criteria is het onderwerp in de volgende vier brokstukken uitgesplitst:

- 1 Douchen en gamen - direct energiegebruik door huishoudens.
- 2 Vlees en paprika's - indirect energie- en landgebruik door huishoudens.
- 3 Auto's en vliegtuigen - energiegebruik in het personenverkeer.
- 4 Kolen en staal - energiegebruik in de industrie en energievoorziening.

Zij worden in de volgende paragrafen één voor één behandeld.

2.4.1 Douchen en gamen

Douchen, gamen en andere activiteiten in een huis dat op een comfortabele temperatuur is gebracht kosten allemaal energie. Deze paragraaf gaat over direct energiegebruik in huishoudens: verwarming en air conditioning, elektriciteitsverbruik voor verlichting, huishoudelijke apparaten, voor het bereiden van voedsel, voor communicatie en vertier en (warm)watervoorziening. Er bestaat ook indirect energiegebruik, maar dit wordt behandeld in Vlees en paprika's.

Veel overheden hebben beleid gemaakt om het directe energiegebruik terug te dringen. Bijvoorbeeld door de isolatie van woningen te stimuleren. Ook veel elektrische apparaten zijn zuiniger geworden als gevolg van regelgeving. Toch kun je als consument ook zelf nog veel bijdragen om het directe energiegebruik - vooral elektriciteit - te verminderen.

Direct energiegebruik als bron van broeikasgassen

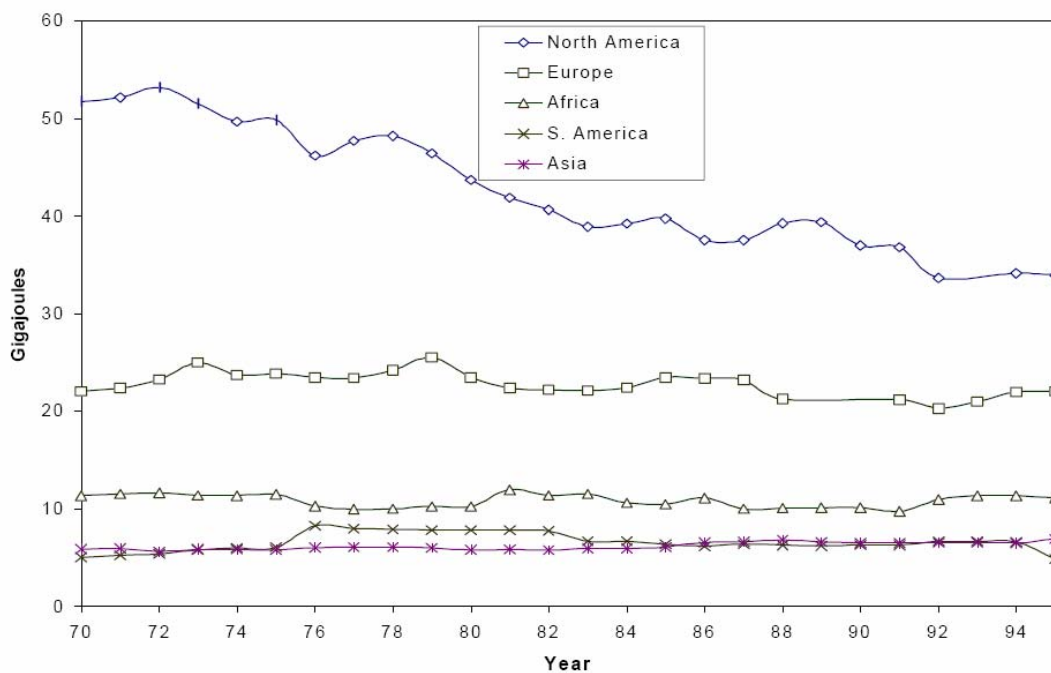
Volgens Figuur 9 zijn alle huishoudens en kantoren in de wereld samen verantwoordelijk voor ongeveer een tiende (10%) van alle uitstoot van



broeikasgassen in de wereld. Hierbij is echter de uitstoot van elektriciteitscentrales niet meegerekend. Een deel hiervan komt voor rekening van de huishoudens. Bij elkaar stoten huishoudens 20 à 25% van alle broeikasgassen in de wereld uit door direct energiegebruik.

Wereldwijd zijn huishoudens zijn verantwoordelijk voor ongeveer een kwart tot één derde van het directe energiegebruik. Uitgedrukt per hoofd van de bevolking, als in Figuur 12, zijn er wereldwijd grote regionale verschillen. De gemiddelde Zuid Amerikaan of Aziaat gebruikt vier tot zes keer minder energie dan een westerling.

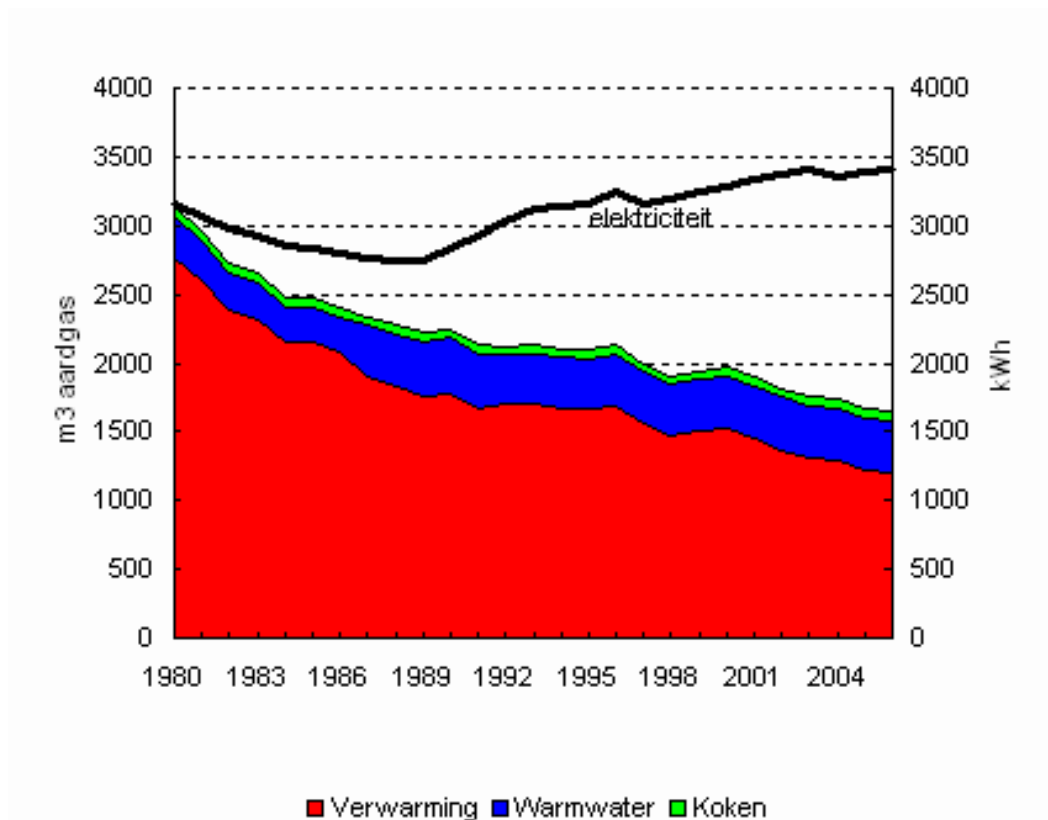
Figuur 12 Direct energiegebruik pro capita door huishoudens in verschillende regio's



Bron: United Nations Statistics Division.

Het energiegebruik is niet constant over de jaren heen. In Noordwest Europa neemt de warmtevraag in woningen bijvoorbeeld af vanwege steeds betere isolatie (zie Figuur 13). Het gebruik van warm water voor bijvoorbeeld douchen neemt daarentegen juist toe. Ook het elektriciteitsgebruik is in de loop der jaren fors hoger geworden, ondanks dat apparaten zuiniger zijn geworden: huishoudens gebruiken steeds meer en steeds vaker apparaten.

Figuur 13 Energiegebruik in Nederlandse huishoudens door de jaren heen

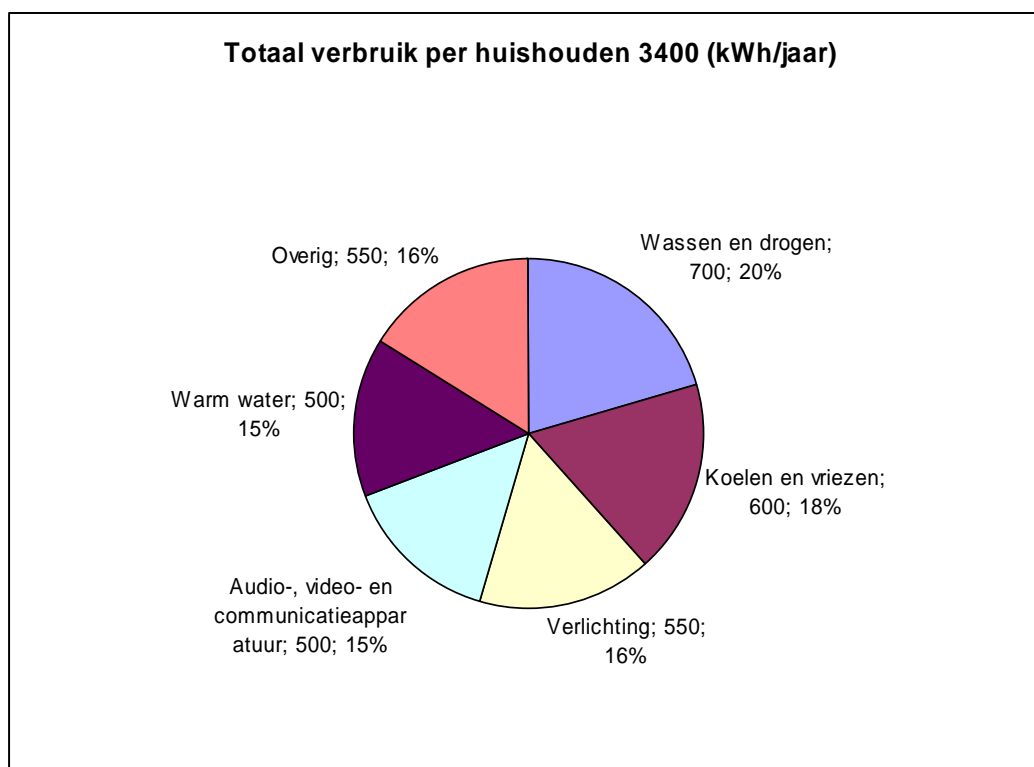


Bron: ECN.

Huishoudens in Nederland gebruiken ongeveer 3400 kWh elektriciteit per jaar. Waar gebruiken huishoudens elektriciteit voor? In Figuur 14 is een overzicht gegeven van de situatie in Nederland.



Figuur 14 Huishoudelijk elektriciteitsgebruik in Nederland (kWh per jaar)



Bron: Milieu Centraal.

Uit de figuur blijkt dat er niet één categorie is waarvoor veel meer stroom wordt gebruikt dan voor de rest.

Welke apparaten vragen het meeste stroom? In Tabel 2 is een overzicht gegeven van een aantal onzuinige apparaten en hun verbruik.

Tabel 2 Stroomverbruik van onzuinige apparaten in huishoudens (kWh per jaar)

Tropisch aquarium	1.200
Airconditioner	400 - 700
Waterbed	750
Oude koelkast/vriezer	250 - 600
Plasma televisie	220 - 600
Tuinvijver met pomp	90 - 4.000
Elektrische boiler	1.900 - 2.100
Wasdroger	600

Bron: Milieu Centraal

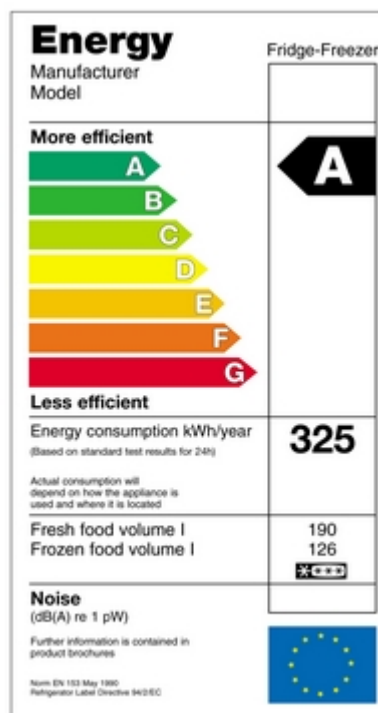
Uit de tabel blijkt dat sommige apparaten het gemiddelde gebruik van een heel huishouden (3.400 kWh) aanzienlijk kunnen vergroten. Een waterbed kost bijvoorbeeld meer energie dan een gemiddeld huishouden per jaar gebruikt voor wassen en drogen. Door bewust na te denken over het energiegebruik voordat je een apparaat aanschaft kun je dus veel energie besparen en veel CO₂-uitstoot voorkomen.

Overheidsbeleid om direct energiegebruik te verminderen

Energiebesparing in woningen biedt de grootste vermindering van broeikasgasuitstoot tegen relatief de laagste kosten (zie ook Figuur 10). Veel overheden maken daarom beleid om die besparing te realiseren. We geven hier een aantal voorbeelden.

Met subsidies worden huiseigenaren verleid om hun woningen te isoleren of om dubbel glas te plaatsen. Ook stellen overheden vaak harde eisen aan de energiezuinigheid van woningen. Door middel van informatiecampagnes en labels in winkels worden Europese consumenten voorgelicht over het energiegebruik van apparaten (zie Figuur 15).

Figuur 15 Europees energielabel voor elektrische apparaten



De Australische regering verbiedt vanaf 2010 de verkoop van gloeilampen. Vanaf die datum zullen in Australië alleen nog zuinige spaarlampen te koop zijn. Die gebruiken ongeveer vijf keer minder stroom dan gloeilampen en gaan tevens veel langer mee. Ook California overweegt om dit te doen. Verlichting is een grote energiepost. Wereldwijd wordt ongeveer 20% van de geproduceerde elektriciteit gebruikt voor verlichting. Het International Energy Agency heeft beleidsmaatregelen voor energiezuinige verlichting samengevat in haar rapport Light's Labour's Lost (IEA, 2006).

Veel overheden ondersteunen de productie van duurzame energie. Dit gebeurt bijvoorbeeld door subsidies of belastingvoordelen te geven voor bijvoorbeeld het afnemen van groene stroom of voor het bouwen van een windmolenpark.



Een belangrijk instrument in de handen van overheden zijn 'groene belastingen'. In veel landen is de afgelopen jaren het belastingstelsel gemoderniseerd. De bedoeling hiervan is om energie-intensieve producten en diensten minder aantrekkelijk te maken voor de consument, terwijl klimaatvriendelijke producten en diensten relatief goedkoper worden. In Denemarken bestaat bijvoorbeeld een CO₂-belasting op allerlei fossiele brandstoffen zoals kolen, diesel en kerosine. Met de opbrengsten worden projecten voor duurzame energie en energiebesparing gefinancierd (OECD, 1995).

Wat kun je zelf doen?

Iedereen houdt ervan om in een huis te leven dat een comfortabele temperatuur heeft en aangenaam verlicht is. Computers, TV's en andere apparaten maken ons leven makkelijker en leuker. Toch is het goed om te realiseren dat ieder apparaat en ook de verwarming en airco energie kosten – douchen en gamen hebben direct effect op klimaatverandering. Maak dus een bewuste keuze voordat je een apparaat aanschaft en wanneer je het gebruikt. Om zelf de uitstoot van broeikasgassen in huis te verminderen gelden de drie regels uit paragraaf 2.3. Als je niet op jezelf woont is het misschien moeilijk om de volgende maatregelen te nemen, maar je kunt natuurlijk ook je ouders of huisgenoten aanzetten om actie te ondernemen.

Bespaar energie

- Vervang oude ruiten door dubbel (HR++) glas en pimp je huis met vloerisolatie, spouwmuurisolatie, dak- en zolderisolatie.
- Vervang de oude CV door een HR-ketel of warmtepomp en laat hem regelmatig onderhouden.
- Zet de CV een graadje lager en zet de verwarming 's avonds een half uur eerder op nachtstand.
- Gebruik zo min mogelijk airconditioning, maar bijvoorbeeld ventilators; als je een airco koopt let dan op het energielabel.
- Gebruik een stekkerdoos met schakelaar voor adapters om te voorkomen dat er stand-by stroom wegvloeit.
- Vervang oude gloeilampen door spaarlampen.
- Gebruik een waterbesparende douchekop en douche minder lang; gebruik een zonneboiler voor warm water.
- Gebruik apparaten met een A-energielabel.
- Vermijd het gebruik van zeer energie-intensieve apparaten, zoals wasdroger, plasmatelevisie en waterbed (zie Tabel 2).

Gebruik zoveel mogelijk hernieuwbare energie

- Schakel over op groene stroom (bij voorkeur uit wind, water of zon).
- Schakel over op groen gas.

Compenseer

- Ga op zoek naar een bona fide organisatie om jouw leven klimaatneutraal te maken. Let wel op de waarschuwingen in paragraaf 2.3!

2.4.2 Vlees en paprika's

Naast het directe energiegebruik (koken, verwarmen, elektriciteit, etc.) gebruiken huishoudens ook indirect veel energie. Zo meldde het Nederlandse centrum voor Landbouw en Milieu recent dat het broeikas effect van vleesconsumptie voor de gemiddelde Nederlander groter is dan dat van zijn autogebruik. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om energie die nodig is voor de productie en transport van voedsel, woningen en consumentengoederen (kleding, apparaten, bloemen, etc.), maar ook voor afvalverwerking.

Hierbij komen CO₂ en andere broeikasgassen zoals methaan en lachgas vrij; de laatste twee voornamelijk in de landbouw en vuilstort. Deze paragraaf gaat over indirect energiegebruik in huishoudens voor vlees, paprika's en andere producten.

Er is in de wereld weinig overheidsbeleid dat het indirecte energiegebruik van huishoudens aanpakt. Er is bijvoorbeeld nauwelijks regelgeving over de hoeveelheid energie die gebruikt wordt bij de productie van consumentengoederen. Wel zijn er inspanningen van overheden om de industrie, afvalverwerking en goederentransport zo klimaatvriendelijk mogelijk te krijgen.

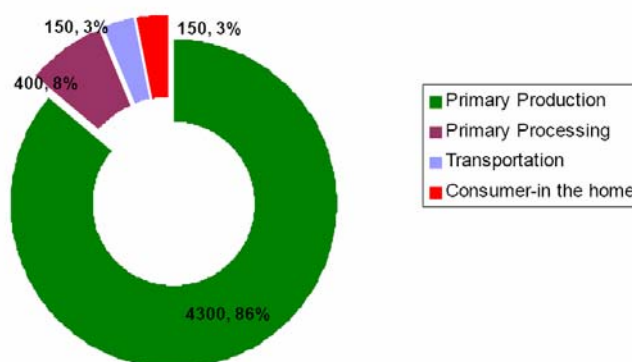
Er liggen dus veel kansen voor consumenten om zelf iets te doen aan het indirecte energiegebruik in huishoudens. Hiermee kun je de uitstoot van broeikasgassen verminderen, maar ook de ruimte die nodig is om jouw aankopen te produceren. Als het ruimtegebruik daalt is er meer plek over voor bijvoorbeeld biobrandstoffen (zie ook paragraaf 2.4.3). Zo snijdt het mes aan twee kanten.

Indirect energiegebruik als bron van broeikasgassen

Het indirecte energiegebruik in huishoudens is verantwoordelijk voor een forse uitstoot van broeikasgassen. Het is moeilijk in te schatten hoe groot de bijdrage precies is. De verwachting is dat indirect energiegebruik ten minste evenveel broeikasgassen produceert als direct energiegebruik (koken, verwarmen, gebruik van apparaten).

In Figuur 16 is een voorbeeld gegeven van de uitstoot van broeikasgassen in de levenscyclus van een kilo varkensvlees, dat wil zeggen vanaf de geboorte van de big tot het plakje vlees op het bord.

Figuur 16 Bijdragen aan broeikasgasuitstoot in de levenscyclus van een kilo varkensvlees



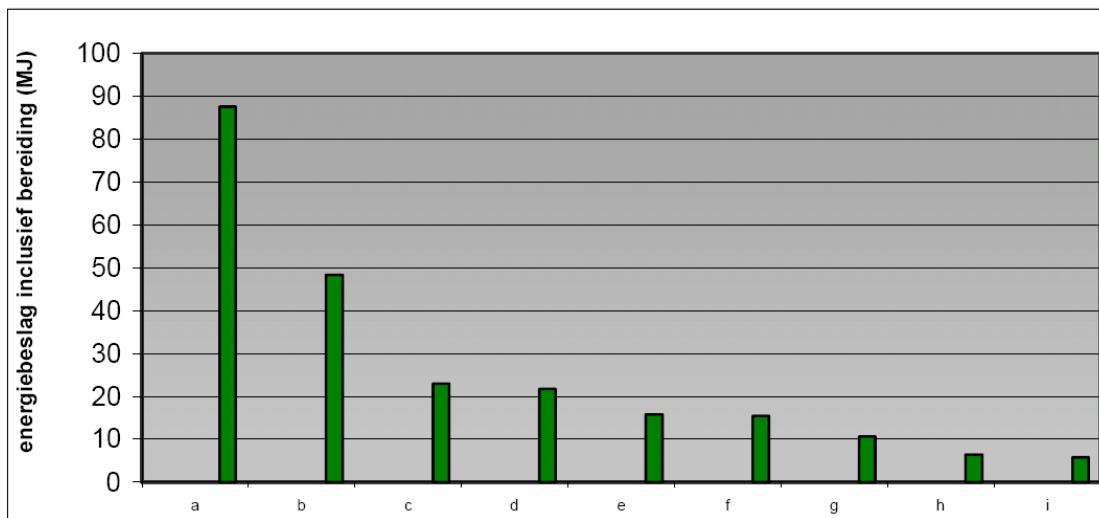
Bron: MBS, 2006.



De figuur laat zien dat direct energiegebruik (rode partje 'Consumer - in the home') soms maar een klein deel uitmaakt van de totale uitstoot van broeikasgassen waar een huishouden invloed op heeft. Voor de bereiding van een lapje varkensvlees bedraagt de uitstoot thuis bij de consument ongeveer 3% van het totaal. Meer dan 95% van de totale broeikasgas uitstoot wordt veroorzaakt door indirect energiegebruik en vooral door de uitstoot van methaan en lachgas in de landbouw. Afhankelijk van de wijze van bereiden en produceren kunnen deze percentages enigszins variëren. Voor het verminderen van het klimaateffect van vlees is minder consumeren en overschakelen op alternatieve eiwitbronnen dus de belangrijkste optie. Sommige hiervan produceren per gram eiwit vijf maal minder broeikasgassen en gebruiken tien maal minder landbouwgrond.

Veel producten in de westerse wereld zijn verkrijgbaar in verschillende soorten. Je kunt bijvoorbeeld kiezen uit groenten uit blik, uit een glazen pot, vers uit de kas of van de volle grond. Veel verse groentes worden geïmporteerd uit warmere streken of uit gebieden die zich hebben gespecialiseerd in het verbouwen van groenten. De verschillende soorten groenten zijn geproduceerd met verschillende hoeveelheden energie. In Figuur 17 is een overzicht gegeven.

Figuur 17 Overzicht van het energiebeslag van verschillende groentevarianten in Nederland



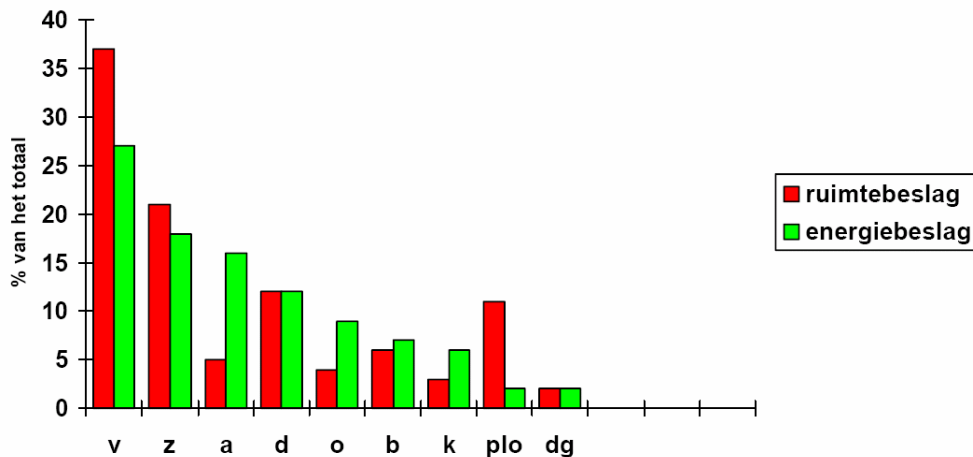
- a = verse vollegrondsgroente, geïmporteerd, luchtvaart
- b = kasgroente, Nederland
- c = diepvriesgroente, karton, Nederland
- d = industrieel verwerkte groente, wegwerpglas, Nederland
- e = industrieel verwerkte groente, statiegeldglas, Nederland
- f = industrieel verwerkte groente, blik, Nederland
- g = verse vollegrondsgroente, geïmporteerd, wegtransport
- h = verse vollegrondsgroente, geïmporteerd, binnenvaart
- i = verse groente, vollegrond, Nederland

Bron: IVEM, 2000.

De productie van lokale groenten uit de volle grond vraagt de minste energie, terwijl de groenten die met het vliegtuig worden geïmporteerd de meeste energie kosten (één kilogram fruit importeren van een ander continent kost zo'n drie liter brandstof). Ook lokale kasgroenten kosten veel energie. Zo is de energie die nodig is voor de productie van een kilo spinazie in een kas 18 keer zo hoog als de teelt van een kilo spinazie op de vollegrond (IVEM, 2000).

Naast de uitstoot van broeikasgassen is ook ruimtegebruik een belangrijk punt om op te letten. Sommige producten, zoals vlees, vragen veel ruimte (voor de productie van veevoer) terwijl andere soorten voedsel veel efficiënter zijn in het ruimtegebruik. Op grote schaal kan dat hoge ruimtegebruik te koste gaan van de natuur of voedselvoorziening voor mensen. In Figuur 18 is het energie- en ruimtebeslag van verschillende voedingssoorten weergegeven als percentage van het totale energie- en ruimtebeslag van een typisch Nederlandse maaltijd.

Figuur 18 Het relatieve energie- en ruimtebeslag van componenten in een Nederlandse maaltijd



v = vlees en vis
z = zuivelproducten en eieren
a = aardappelen, groenten en fruit
d = dranken
o = overige levensmiddelen
b = brood
k = koek, gebak en chips
plo = plantaardige oliën en vetten
dg = deeg- en grutterswaren

Bron: IVEM, 2000.

Uit bovenstaande figuur blijkt dat dierlijke producten, zoals vlees en zuivel, een relatief groot beslag leggen op het energie- en ruimtebeslag van een maaltijd. Aardappelen en deegwaren worden het meest ruimte-efficiënt geteeld.

Niet al deze voedselproducten zijn direct te vervangen. Zo is vlees niet direct door aardappelen te vervangen. Wel is het milieueffect een extra argument om de adviezen van voedingsdeskundigen op te volgen die pleiten voor minder vlees en meer groente uit gezondheidsoverwegingen. Vleesvervangers (niet in de tabel) kunnen tot 5 maal beter voor energie en 10 maal beter voor ruimte scoren.



Overheidsbeleid om indirect energiegebruik te verminderen

Vergeleken met het directe energiegebruik krijgt het indirecte energiegebruik weinig aandacht van beleidsmakers wereldwijd. Er zijn geen voorbeelden bekend van regelgeving voor de energie-inhoud van producten. Wel hebben veel overheden regels opgesteld voor verpakkingen, zoals statiegeld of afspraken over het inzamelen van gebruikte verpakkingen. De milieueffecten voor verpakkingen zijn gemiddeld 10% van het combinatie van product en verpakking en voor veel voedsel als vlees en zuivel is dit minder. Toch is er traditioneel veel meer milieubeleid voor verpakkingen omdat dit als zichtbaar afval vrijkomt bij de consument. Milieueffecten van producten zijn veel minder zichtbaar.

Het indirecte energiegebruik wordt momenteel door overheden vooral aangepakt via het algemene energiebeleid voor de industrie, afvalverwerking en goederentransport. De glastuinbouw (kasgroenten) wordt in Nederland naar verwachting ondergebracht in een apart handelssysteem voor CO₂-uitstoot. Verder wordt er vaak gewerkt met vrijwillige of verplichte besparingsdoelen. In het Verenigd Koninkrijk hebben bloementelers bijvoorbeeld afspraken gemaakt met de Britse overheid om energie te besparen.

Wat kun je zelf doen?

Het is leuk om iets nieuws te kopen. Veel mensen houden bijvoorbeeld erg van kleding shoppen. Bedenk echter wel dat elk product een bepaalde hoeveelheid energie heeft gekost om het te maken. Gebruik dit in je afweging of je het de moeite waard vindt om te kopen.

Als je besluit iets te kopen, kies dan voor de klimaatvriendelijkste variant. Denk bij groentes bijvoorbeeld aan lokale seizoensgroentes uit de volle grond in plaats van kasgroenten of per vliegtuig geïmporteerd. Kies ook eens voor vegetarisch eten in plaats van vlees, als je dat nog niet doet. Dat scheelt niet alleen energie, maar ook ruimte (zie Figuur 18). Als je besluit om één dag in de week vegetarisch te eten bespaart dat 220 kg CO₂ per jaar. Dit komt ongeveer overeen met een enkele reis Amsterdam - Athene per vliegtuig. Bovendien bespaar je ruimte zodat op die plek biobrandstof kan worden geteeld voor de auto (genoeg voor nog eens 310 kg CO₂ besparing per jaar).

Als je nieuwe apparaten of andere spullen koopt, denk dan aan tweedehands. Dat scheelt ook in de kosten. Veiling website zoals EBay kunnen je helpen, maar ook de lokale kranten of kringloopwinkels kunnen je helpen bij het zoeken naar tweedehands producten. Als je producten weggooit, probeer dan zoveel mogelijk te recyclen: glas, papier, chemicaliën, elektronica en organisch afval (GFT) kunnen in veel landen gescheiden worden ingezameld. Oude kleding gun je een tweede leven door ze te doneren aan organisaties voor opvang van daklozen of ontwikkelingshulp. Als je iets niet tweedehands kunt aanschaffen denk dan aan de compensatie van broeikasgassen die zijn uitgestoten voor de productie. Gebruik bijvoorbeeld een creditcard die de uitstoot van broeikasgassen compenseert.

Bedenk ten slotte hoeveel je nodig hebt voordat je iets koopt. Zeker voor bederfelijke etenswaar geldt dat in westerse landen veel ongebruikt wordt weggegooid. Houd eens bij hoeveel je zelf niet gebruikt en pas je porties daarop aan. Als je Nederlands spreekt kun je hiervoor de weggooi test van Milieu

Centraal doen⁵. Vaak zijn kleinere (één-persoons) porties beter voor het klimaat ook al hebben ze relatief grote verpakkingen. Het energievoordeel weegt dan op tegen het beetje extra afval. Dit geldt zeker voor energie-intensieve producten zoals vlees en zuivel.

Samengevat:

- 1 Wees selectief in wat je koopt.
- 2 Kies voor klimaatvriendelijke varianten (eet bijvoorbeeld meer vegetarisch).
- 3 Kies tweedehands, recycle of koop klimaatneutraal.
- 4 Kies voor de juiste hoeveelheid.

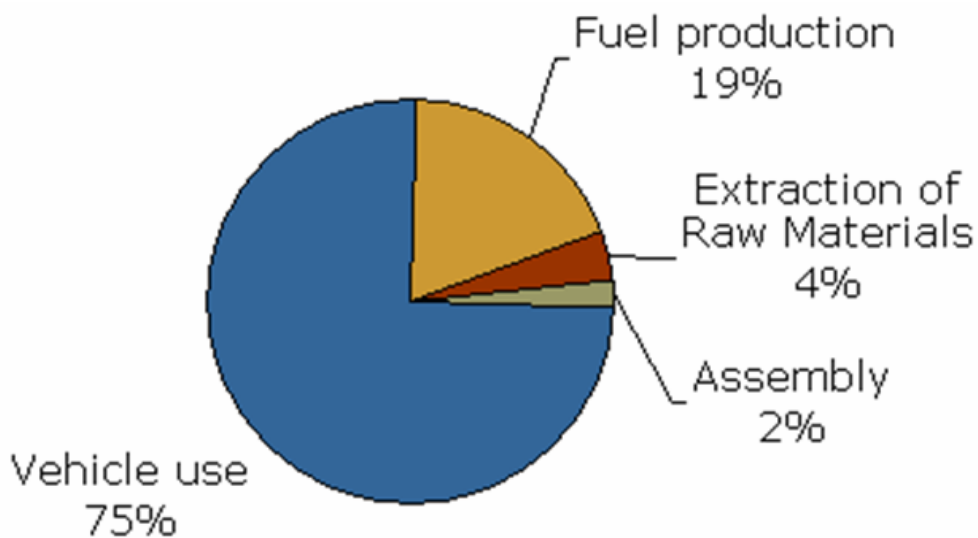
2.4.3 Auto's en vliegtuigen

Auto's, vliegtuigen en andere vervoersmiddelen zijn een belangrijke bron van broeikasgassen. Om de uitstoot te beperken stimuleren veel overheden zuinige vervoersmiddelen, biobrandstoffen en openbaar vervoer. Zelf kun je bijdragen door (je ouders te vragen om) bijvoorbeeld een zuinige auto te kopen, door minder vaak en minder ver te reizen en door waar mogelijk te gaan fietsen, lopen of het OV te nemen.

Mobiliteit als bron van broeikasgassen

(Vracht)auto's, vliegtuigen, schepen en andere vormen van mobiliteit zijn samen verantwoordelijk voor ongeveer een zevende van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen. Het gaat hierbij om de verbranding van benzine, diesel, kerosine, etc. waarbij CO₂ vrijkomt. Indirect is het aandeel van mobiliteit nog groter: bij het winnen van olie en het verwerken tot benzine, diesel en andere brandstoffen komen immers ook veel broeikasgassen vrij. Ook is de uitstoot die vrijkomt bij de productie van het vervoermiddel niet meegerekend (zie Figuur 19).

Figuur 19 CO₂-emissies tijdens de levensduur van een auto



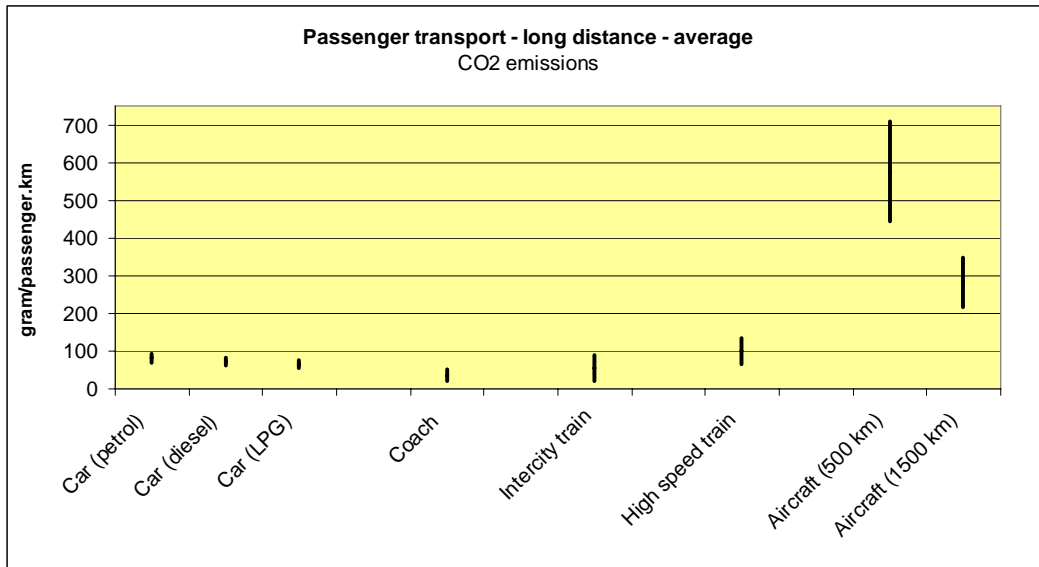
Bron: World Resources Institute.

⁵ www.milieucentraal.nl/files/PDF/weggooi-test.pdf



Niet elk vervoersmiddel stoot evenveel CO₂ uit. In Figuur 20 is de CO₂-uitstoot van verschillende vervoersmiddelen met elkaar vergeleken.

Figuur 20 CO₂-uitstoot (gram per persoon per kilometer) voor verschillende vervoersmiddelen)



Bron: CE Delft, 2003.

De figuur laat zien dat er grote verschillen bestaan tussen bijvoorbeeld de uitstoot van auto's per persoon per kilometer en van vliegtuigen. Na de fiets of lopen is het zuinigste vervoermiddel de bus (als die vol zit natuurlijk). Een reis per trein zorgt meestal voor minder CO₂-uitstoot dan als je per auto reist, maar dit is afhankelijk van het aantal personen waarmee je reist en natuurlijk hoe zuinig de auto en de rijstijl van de bestuurder is. Hogesnelheidstreinen gebruiken meer energie dan een gewone intercitytrein, maar niet zoveel als vliegtuigen. Vooral op korte afstand is de CO₂-uitstoot per kilometer van een vliegtuig erg hoog. Dit betekent echter niet dat lange-afstandsvluchten minder CO₂ produceren. Door het hoge aantal kilometers is de totale uitstoot van een intercontinentale vlucht veel hoger dan een korte vliegreis.

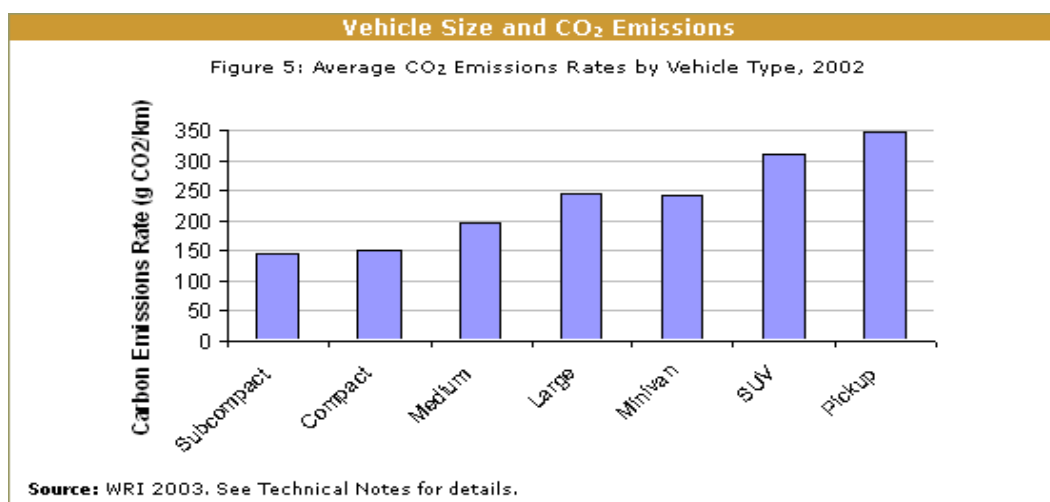
Vliegreizen

Het reis per vliegtuig kost veel energie en produceert veel CO₂. Een retourvlucht tussen Europa en de Verenigde Staten voor twee personen geeft evenveel CO₂ als een gemiddeld Nederlands huishouden in een heel jaar produceert.

Naast CO₂ produceren vliegtuigen ook condenssporen, *contrails*, hoog in de lucht en vergroten ze mogelijk de vorming van cirrus bewolking. Het gezamenlijke effect hiervan is twee tot vier keer groter dan het effect van de CO₂-uitstoot van vliegtuigen alleen (IPCC, 1999).

Zoals hierboven al is opgemerkt is de CO₂-uitstoot niet alleen afhankelijk van het soort vervoermiddel, maar ook van de zuinigheid en het gebruik ervan. Grote, zware auto's zijn vaak onzuiniger dan kleine, lichte auto's (zie Figuur 21).

Figuur 21 CO₂-uitstoot per autogrootte

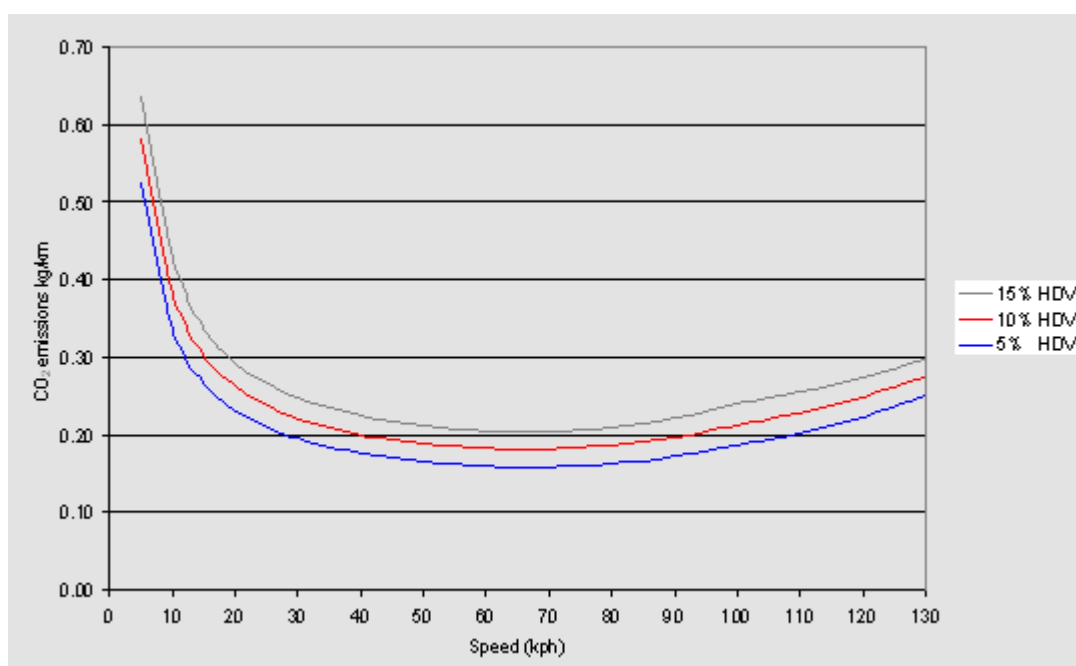


Bron: World Resources Institute.

Een Sports Utility Vehicle (SUV) stoot gemiddeld twee keer zoveel CO₂ per gereden kilometer uit als een kleine auto. Dit komt vooral omdat een SUV veel zwaarder is. Maar ook de motortechniek heeft invloed op het brandstofverbruik. Een auto als de Toyota Prius stoot vanwege zijn hybride motor twee keer zo weinig CO₂ uit als andere auto's in dezelfde grootteklasse.

Ten slotte is ook het gebruik van de auto belangrijk voor de uiteindelijke CO₂-uitstoot. In Figuur 22 is weergegeven hoe de CO₂-uitstoot van vervoer over de weg afhangt van de gereden snelheid.

Figuur 22 CO₂-uitstoot van een verkeersstroom afhankelijk van de snelheid



Bron: UK Highways Agency.



We zien dat stapvoets rijden relatief veel CO₂ veroorzaakt (per kilometer), maar ook bij hoge snelheden is de uitstoot hoger dan gemiddeld. Over het algemeen geldt: hoe sneller, hoe meer CO₂ per kilometer. Een snelheid van 70 km/uur is optimaal.

Overheidsbeleid om mobiliteit zuiniger te maken

Veel landen in de wereld hebben beleid gemaakt om mobiliteit zuiniger te maken en minder CO₂ te produceren (zie kaartje in Figuur 23).

Figuur 23 Overzicht van landen die beleid hebben gemaakt om voertuigen zuiniger te maken en CO₂-uitstoot te verminderen



Source: Walsh, 2006.

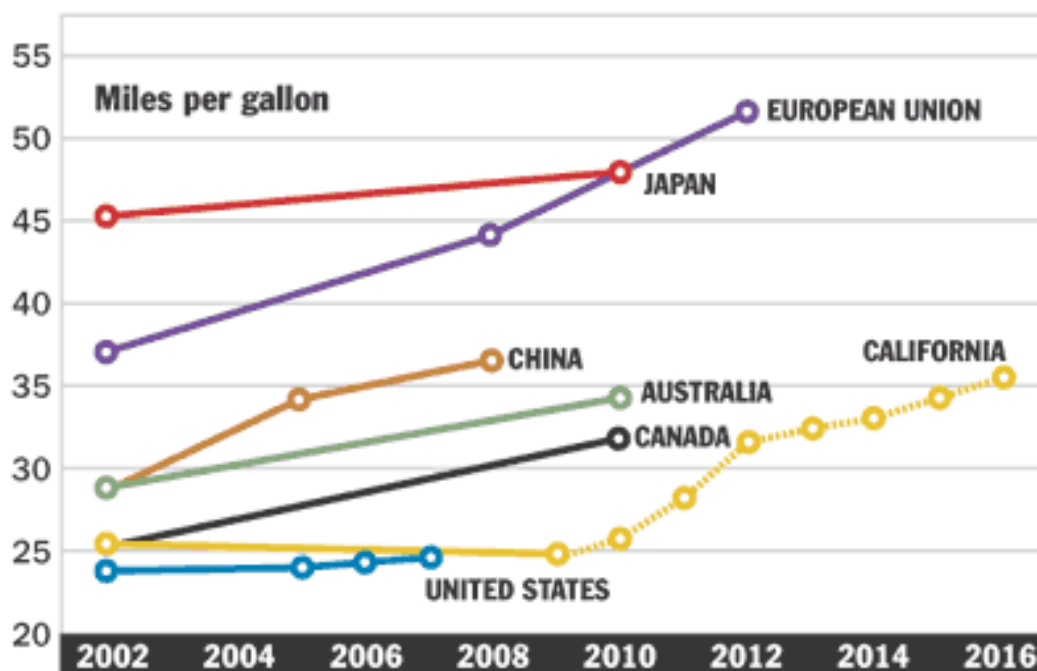
Hieronder noemen we een paar voorbeelden (zie ook CE Delft, 2006).

Zuinige auto's

In Europa zijn vrijwillige afspraken gemaakt met de auto-industrie over hoe zuinig auto's moeten zijn die in de Europese Unie verkocht worden. Het lijkt er echter op dat de afgesproken doelen niet gehaald worden. Consumenten krijgen ook informatie over hoe zuinig auto's zijn door middel van energielabels (vergelijkbaar met Figuur 15). En er bestaan plannen om in de gehele Europese Unie de belastingen voor auto's afhankelijk te maken van de hoeveelheid CO₂ die de auto uitstoot. Daardoor worden onzuinige auto's relatief duurder. In sommige Europese landen bestaat dit systeem al.

In California moet de CO₂-uitstoot van auto's vanaf 2009 voldoen aan een norm die is afgesproken met autoproducenten. Deze doelen zijn overigens minder ambitieus dan die in Europa (zie Figuur 24). Daarnaast wordt in de VS veel geld uitgegeven aan onderzoek naar zuinige voertuigtechnologie.

Figuur 24 Energiezuinigheid van personenauto's in verschillende landen/regio's



Bron: Pew Center on Global Climate Change.

Biobrandstoffen

Biobrandstoffen kunnen een beperkte bijdrage leveren aan het verminderen van het klimaatprobleem. Deze brandstoffen worden gemaakt uit plantaardige producten zoals maïs of koolzaad. Die grondstoffen nemen tijdens hun productie CO₂ op uit de lucht. Op verschillende plaatsen in de wereld, zoals Brazilië, is het gebruik van bio-brandstoffen al ver gevorderd. Maar in de rest van de wereld is gewone benzine vaak nog goedkoper dan biobrandstof. De meeste automobilisten tanken daarom nog steeds fossiele brandstof. De Europese Unie heeft nu regels gemaakt dat een deel van de benzine en diesel die wordt verkocht uit biobrandstoffen moeten bestaan. Het doel is 5,75% biobrandstoffen in 2010 (10% in 2020). Ook in andere landen zijn doelen hiervoor gesteld: VS (2,78% in 2006; 30% in 2030), India (20% in 2020), Brazilië (25% in 2006), Canada (3,5% in 2010), Japan (3% in 2006; 10% in 2010).

Behalve dat het voorlopig duur blijft kleven er ook andere nadelen aan het gebruik van biobrandstoffen. Er is namelijk landbouwgrond nodig om biobrandstoffen te produceren. Als biobrandstoffen erg populair worden kan er concurrentie ontstaan met natuur- en landbouwgrond. In het ergste geval kunnen daardoor diersoorten uitsterven en kunnen problemen optreden met de wereldwijde voedselvoorziening (CE Delft, 2007a). Biobrandstoffen zijn ook niet, zoals vaak wordt gedacht, klimaatneutraal. Bij de teelt van de grondstoffen wordt bijvoorbeeld vaak kunstmest gebruikt waarbij het broeikasgas lachgas (N₂O) vrijkomt. De netto broeikasgaswinst van biobrandstoffen ligt daarom tussen 30 en 90% ten opzichte van benzine of diesel (klimaatneutraal is 100%). Het is daarom belangrijk dat er onderzoek wordt gedaan naar nieuwe soorten biobrandstoffen die zuiniger met ruimte omgaan en de uitstoot van broeikasgassen meer vermijden.



Vliegverkeer

Ten slotte noemen we nog de plannen van de EU om het vliegverkeer onderdeel te laten zijn van het CO₂-emissiehandelsstelsel (zie paragraaf 2.2). Hierdoor worden vliegmaatschappijen gestimuleerd om zuiniger om te gaan met brandstof of in het andere geval te betalen voor hun CO₂-uitstoot.

Wat kun je zelf doen?

Een auto is natuurlijk ontzettend handig en makkelijk. En vliegtuigen brengen je binnen de kortste tijd op je vakantiebestemming. Maar het is goed om je te realiseren dat transport energie kost. Hoe sneller en hoe verder je reist, hoe meer energie je gebruikt en hoe meer broeikasgassen je uitstoot. Om in het verkeer de uitstoot van broeikasgassen te verminderen geldt weer: eerst energie besparen, dan zoveel mogelijk hernieuwbare energie gebruiken en ten slotte de fossiele energie compenseren.

Energie besparen:

- Reis zo weinig mogelijk: minder vaak en minder ver (beter één keer lang op vakantie in de buurt, dan vaak kort op vakantie in een ver land).
- Vermijd vliegreizen (vooral de intercontinentale vluchten).
- Gebruik zoveel mogelijk het openbaar vervoer of, beter nog, de fiets of ga lopen.
- Als je met de auto moet, gebruik een zuinige auto (voor voorbeelden zie www.epa.gov/autoemissions of www.fueleconomy.gov).
- Gebruik een zuinige rijstijl: snel doorschakelen, gelijkmatig rijden, goede bandenspanning, niet te snel (zie www.ecodrive.org voor tips).
- Vermijd het gebruik van airconditioning in de auto.
- Deel de auto met anderen; ga carpoolen of, als het veilig is, liften.

Hernieuwbare energie:

- Tank zoveel mogelijk biobrandstoffen (bio-ethanol, biodiesel).
- Maar bedenk wel dat de productie van biobrandstoffen een negatief effect kan hebben op de natuur en voedselvoorziening.
- Let daarom op of er garantie wordt gegeven dat de biobrandstoffen duurzaam zijn geproduceerd.
- Gebruik groene stroom voor elektrische voertuigen.

Compenseren:

- Compenseer de CO₂-uitstoot van je (vlieg)reis bij een bona fide organisatie; vraag naar de duurzaamheid van de compensatieprojecten.
- Koop brandstof en tickets met een creditcard die de uitstoot van broeikasgassen compenseert.

2.4.4 Kolen en staal

Kolen en staal zijn twee pijlers van de energie-intensieve industrie waarover deze paragraaf gaat. Hieronder vallen de producenten van bijvoorbeeld elektriciteit, staal, transportbrandstoffen, kunstmest, cement en aluminium. Overheidsbeleid heeft de afgelopen decennia in veel landen veel kunnen bereiken om de energie-

efficiëntie te verbeteren. Maar doordat de vraag naar producten is toegenomen, is het totale energiegebruik in deze sector toch groter geworden. Individuele burgers hebben weinig invloed op het handelen van grote energie-intensieve bedrijven, maar als groep kunnen zij wel invloed uitoefenen.

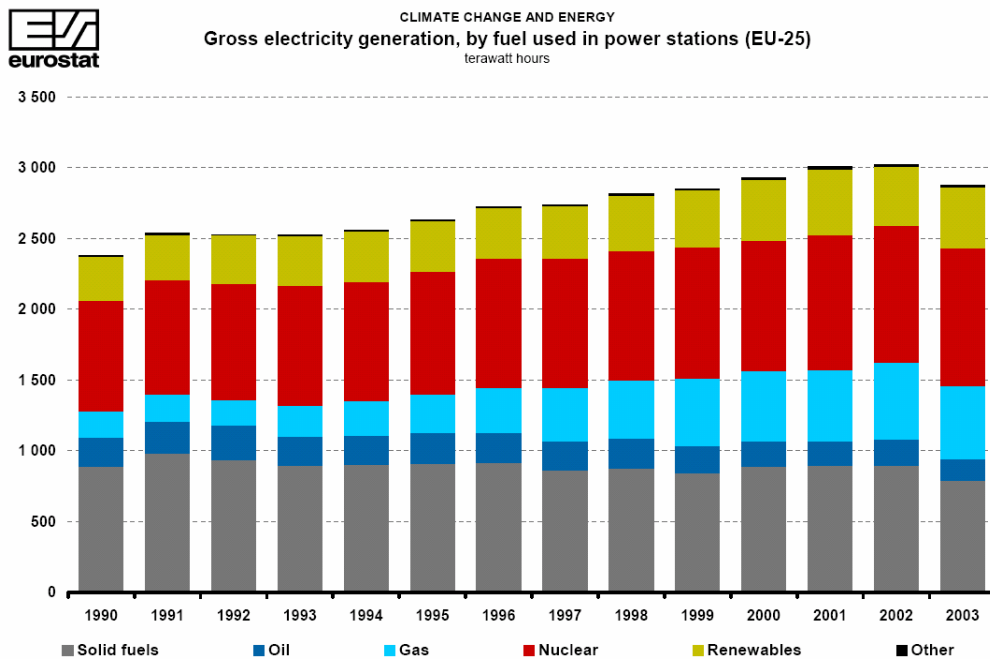
Energie-intensieve industrie als bron van broeikasgassen

De energie-intensieve industrie is verantwoordelijk voor bijna 40% van de uitstoot van broeikasgassen (Figuur 9). Van die 40% is ongeveer de helft afkomstig van elektriciteitscentrales. De andere helft komt uit de industrie (raffinaderijen, staal en chemische industrie).

Elektriciteitscentrales

Elektriciteitscentrales gebruiken voor het grootste deel niet-hernieuwbare grondstoffen zoals is aangegeven in Figuur 25 voor de situatie in de Europese Unie.

Figuur 25 Elektriciteitsproductie in de Europese Unie ingedeeld naar brandstofsoort



Bron: Eurostat.

Kolencentrales (solid fuels) produceren per eenheid elektriciteit veel meer CO₂ dan olie- of gascentrales. Zoals zichtbaar is in bovenstaande figuur, vormt nucleaire energie een groot bestanddeel van de Europese energievoorziening. Er gaan stemmen op om het klimaatprobleem aan te pakken door meer kerncentrales te bouwen. Hoewel een nucleaire reactie geen CO₂ produceert wordt deze oplossing niet door iedereen omarmt. De energie die nodig is voor de winning en opwerking van de splijtstof wordt meestal onttrokken uit fossiele bronnen en zal naar verwachting toenemen als de rijke ertsen op raken. Het netto effect van kernenergie op CO₂-reductie zal dus ook afnemen. Daarbij speelt

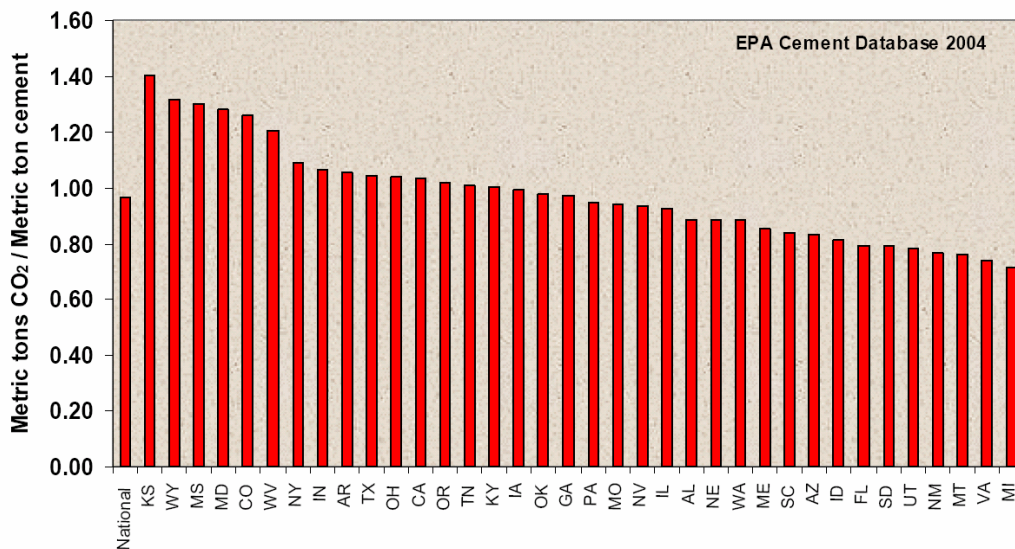


tevens het probleem met de verwerking en opslag van het nucleaire afval dat nog voor lange tijd radioactief zal blijven. Kernenergie is daarom een omstreden oplossing voor het klimaatprobleem (zie ook Rathenau, 2004).

Industrie

Er bestaan grote verschillen tussen de mate waarin gelijkwaardige industriële installaties CO₂ uitstoten. Er zijn daarom nog veel mogelijkheden om de CO₂-uitstoot van de energie-intensieve industrie te verminderen. Als voorbeeld is in Figuur 26 de CO₂-uitstoot getoond die nodig is om een ton cement te produceren in verschillende staten van de VS.

Figuur 26 Relatieve CO₂-uitstoot van cementindustrie in de Verenigde Staten

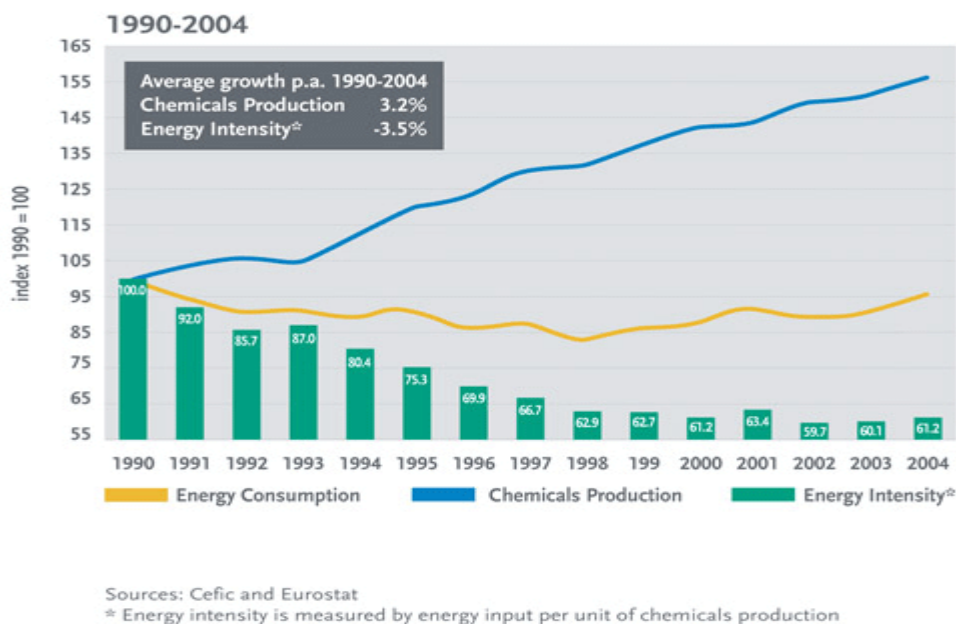


Bron: EPA cement database 2004.

De grafiek laat zien dat er grote verschillen bestaan tussen fabrieken in verschillende staten: in Kansas wordt per ton cement bijna twee keer zo veel CO₂ uitgestoten als in Michigan. Dit betekent dat er in theorie nog veel mogelijkheden bestaan voor CO₂-reductie.

Wereldwijd is het rendement van de energie-intensieve industrie verbeterd. Dat betekent dat per hoeveelheid product telkens minder energie gebruikt wordt en dus minder broeikasgassen worden uitgestoten. Toch is het totale verbruik niet gedaald. Dit komt omdat wereldwijd de vraag naar elektriciteit en andere producten van de energie-intensieve industrie is toegenomen. De gestegen vraag heeft de verbeteringen in rendement teniet gedaan. Een voorbeeld is gegeven in onderstaande Figuur 27.

Figuur 27 Energiegebruik van de chemische industrie in de Europese Unie



Bron: Cefic.

Uit de figuur blijkt dat het energiegebruik van de Europese chemische industrie tussen 1990 en 2004 gelijk is gebleven, terwijl de chemische processen wel steeds energiezuiniger zijn geworden.

Het is dus niet alleen aan de industrie zelf om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Ook de afnemers van producten kunnen een bijdrage leveren door hun vraag te verminderen. Als er in de wereld bijvoorbeeld minder vlees gegeten zou worden, dan zal de vraag naar kunstmest voor veevoer minder hard stijgen. En als de vraag minder hard stijgt, dan zouden de rendementsverbeteringen van kunstmestfabrieken zichtbaar kunnen worden in een lager totaal energiegebruik.

Overheidsbeleid voor de energie-intensieve industrie

In veel landen en regio's hebben overheden beleid gemaakt om de energie-intensieve industrie efficiënter te laten omgaan met energie en grondstoffen. Een probleem waar veel overheden van vooral kleine landen mee te maken krijgen is dat energie-intensieve bedrijven vaak niet gebonden zijn aan één land. Bij te strenge regelgeving kan een bedrijf besluiten zich in een ander land te vestigen met alle gevolgen van dien voor de werkgelegenheid. Daarom werken veel overheden op dit gebied samen.

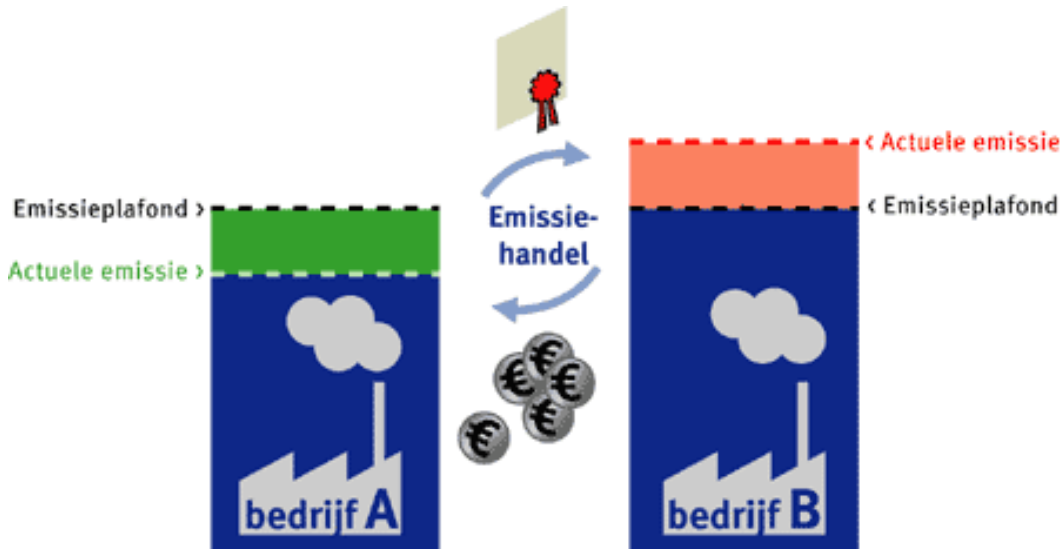
Emissiehandel

De Europese Unie heeft bijvoorbeeld in 2005 collectief een systeem ingevoerd voor de handel in CO₂-uitstootrechten. Energie-intensieve bedrijven krijgen hiervoor aan het begin van een handelsperiode een aantal rechten toegekend. Hiermee kunnen zij een bepaalde hoeveelheid CO₂ uitstoten. Het totaal aantal rechten wordt in opeenvolgende handelsperiodes door de overheid langzaam verkleind. Als bedrijven maatregelen nemen om de CO₂-uitstoot te verminderen dan kunnen zij de overgebleven rechten verkopen aan andere bedrijven die een



te hoge uitstoot produceren. Hierdoor loont het voor bedrijven extra om CO₂ te besparen. Het handelssysteem zorgt ervoor dat de totale CO₂-uitstoot van de energie-intensieve industrie gegarandeerd zal dalen. Dit is een winst ten opzichte van afspraken over energiebesparing alleen, omdat die, zoals hierboven aangetoond, vaak teniet wordt gedaan door een hogere vraag.

Figuur 28 Emissiehandel



Bron: Ecofys.

CO₂-opslag

Andere oplossingen waar overheden en industrie vaak samen aan werken is onderzoek naar de mogelijkheid om CO₂ af te vangen en ondergronds op te slaan. In Noorwegen zijn hier al proeven mee gedaan door het CO₂ dat vrijkomt bij gaswinning op te slaan onder de zeebodem (Sleipner project). In Canada wordt CO₂ van een installatie voor kolenvergassing opgeslagen in een olieveld (Weyburn-project). In Algerije, ten slotte, wordt CO₂ uit het gasveld InSalah afgescheiden en terug gepompt in het gasveld. Het gaat hierbij om belangrijke hoeveelheden CO₂: meer dan 1 miljoen ton per jaar per project. Toch is deze maatregel alleen niet genoeg. Ter vergelijking, de wereldwijde CO₂-uitstoot in 2004 was meer dan 25.000 miljoen ton per jaar (IEA, 2006).

Hernieuwbare energie

Een andere maatregelen is de stimulering van hernieuwbare energieproductie. In de Noord- en Oostzee zijn bijvoorbeeld windmolenparken gebouwd die per stuk meer dan 100.000 huishoudens van stroom kunnen voorzien. Deze 'windfarms' zijn ook gepland voor de kust van Noord Amerika.

Figuur 29 Windmolenpark op zee voor de Deense kust



Bron: Dong Energy.

Overige mogelijkheden

Er bestaan nog veel meer mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen door de energie-intensieve industrie te verminderen. Er zijn bijvoorbeeld talloze andere mogelijkheden voor hernieuwbare energie (voor een overzicht, zie bijvoorbeeld FOM, 2002). Ook door beter samen te werken kan de industrie energie besparen: glastuinbouwers kunnen bijvoorbeeld de uitgestoten CO₂ van fabrieken heel nuttig gebruiken. Toch worden veel van deze mogelijkheden niet gebruikt. Dit komt soms omdat de technologie nu nog te duur is (denk bijvoorbeeld aan zonne-energie). Soms komt dit ook doordat de regelgeving van de overheid het (onbedoeld) moeilijk maakt om CO₂-besparing te realiseren. Maar de belangrijkste reden is waarschijnlijk dat veel goede maatregelen de samenwerking van veel verschillende organisaties nodig heeft. Het is vaak moeilijk om die samenwerking tot stand te krijgen, ook al is het idee heel goed.

Wat kun je zelf doen?

De energie-intensieve industrie zorgt ervoor dat je comfortabel kunt leven in een stevige woning, waar je elektrische apparaten kunt gebruiken en lekker kunt eten. De industrie zorgt er ook voor dat er auto's zijn en brandstof om er mee te kunnen rijden. Energiebesparing is dus niet alleen een zaak van de industrie, maar ook van jezelf. Veel van de dingen om je heen hebben energie gekost om te maken en veel dingen om te doen kosten energie.

Nu is het in je ééntje lastig om de energie-intensieve industrie zuiniger te laten omgaan met energie. Maar als je als groep de industrie aanspreekt heb je veel meer kans op succes. Er zijn verschillende manieren om je stem te laten horen.

Groen sparen

Als je spaargeld op de bank hebt staan, dan gebruikt de bank een deel daarvan om te investeren in allerlei bedrijven. Bij veel bankrekeningen is het niet duidelijk waar jouw geld wordt ingezet. Het is in de sommige landen ook mogelijk om een 'groene spaarrekening' te openen. Het geld dat je daarop inlegt wordt uitsluitend besteed aan projecten die voldoen aan bepaalde milieukeurmerken.



Figuur 30 Prijs voor banken die 'groen' sparen aanbieden



Er bestaan bijvoorbeeld banken die voornamelijk investeren in hernieuwbare energie. Door je spaargeld op een 'groene' bankrekening te zetten kun je ervoor zorgen dat klimaatvriendelijke projecten meer kans krijgen om zich te ontwikkelen. Als je een bank zoekt die een 'groene' spaarrekening aanbiedt kun je kijken op www.equator-principles.com. Naast 'groen' sparen bestaan er ook mogelijkheden voor 'groen' beleggen, en 'groene' hypotheek.

Contact opnemen met volksvertegenwoordigers

In de meeste democratische landen is het mogelijk om contact op te nemen met de (lokale) volksvertegenwoordigers. Door je stem te laten horen kun je proberen de politiek te overtuigen van je ideeën. Natuurlijk sta je sterker als je met een groep samen contact op neemt. Dus als je een goed idee hebt om het klimaatprobleem op te lossen, probeer dan medestanders te krijgen en leg het idee voor aan een politicus.

De beste plek om te beginnen is misschien het C40 netwerk, een groep van de grootste steden in de wereld die het klimaat probleem willen aanpakken. De Group werkt samen met het Clinton Climate Initiative. Zie www.c40cities.org voor de deelnemende steden en meer informatie.

Aansluiten bij milieuorganisatie

Als je niet direct contact wilt opnemen met volksvertegenwoordigers kun je dat ook indirect doen via een milieuorganisatie. Veel milieuorganisaties hebben als doel om de politiek of grote bedrijven te beïnvloeden. In paragraaf 2.2 werd het groene energieplan Green4sure van de grote Nederlandse milieu- en vakbondsorganisaties al genoemd. Een ander voorbeeld is het plan "Energy [r]evolution" van Greenpeace International (zie www.energyblueprint.info). Deze plannen hebben als doel om belangrijke politici en het bedrijfsleven ideeën te geven voor een groene energietoekomst.

Door je aan te sluiten bij een milieuorganisatie steun je hun werk. Bekende internationale organisaties zijn:

- Greenpeace: www.greenpeace.org;
- Friends of the Earth: www.foe.org;
- Wereld Natuurfonds: www.wwf.org.

Maar er zijn nog veel meer organisaties die zich bezig houden met klimaatverandering en soortgelijke problemen. Er zijn dus zeker ook specifieke initiatieven te vinden in jouw woonplaats of regio. Ga zelf op zoek en sluit je aan!



3 Gevolgen en adaptatieoplossingen

3.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 zijn de oorzaken van klimaatverandering nadrukkelijk aan de orde geweest. Het versterkte broeikaseffect op aarde wordt vooral veroorzaakt door hoge concentraties van de stoffen koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). Om die te verminderen zullen mitigerende maatregelen moeten worden getroffen.

Op dit moment kunnen we concluderen dat de mitigerende maatregelen hun effect moeten gaan krijgen, maar dat de gevolgen van klimaatverandering al zichtbaar zijn. De natuurlijke systemen en de mensen zullen zich hieraan aanpassen.

3.2 Gevolgen

Het International Panel on Climate Change (IPCC) (2007b) geeft aan dat vele natuurlijke systemen worden beïnvloed door regionale klimaatveranderingen, vooral door de hogere temperaturen. Een voorbeeld is dat de bomen eerder in het jaar uitlopen en dat vogels eerder dan normaal eieren leggen.

Met grote zekerheid kan gesteld worden dat er negatieve effecten van klimaatverandering te verwachten zijn in de circulatie van de oceaan, de zeespiegel, de water cyclus, koolstof- en voedingscycli, de luchtkwaliteit, de productiviteit en structuur van natuurlijke ecosystemen, de productiviteit van landbouwgrond, weiland en bossen en tot slot de geografische verdeling, gedrag, aantal en het voortbestaan van dieren- en plantensoorten.

Deze veranderingen in onze omgeving hebben ook gevolgen voor de mens. Wij ondervinden gevolgen van de verandering in vraag- en aanbod van water, voedsel, energie en van de goederen die hiervan afgeleid zijn. Een ander gevolg voor ons is dat we de omgeving op een andere manier gaan gebruiken voor recreatie en toerisme. Wij ondervinden veranderingen van de omgeving ten aanzien van cultuur en instandhouding van de omgeving. Er treedt een verandering in inkomen op. Daarnaast veranderen de verliezen van eigendommen en van levens door extreme natuurrampen. Ook onze gezondheid ondervindt verandering door klimaatveranderingen.

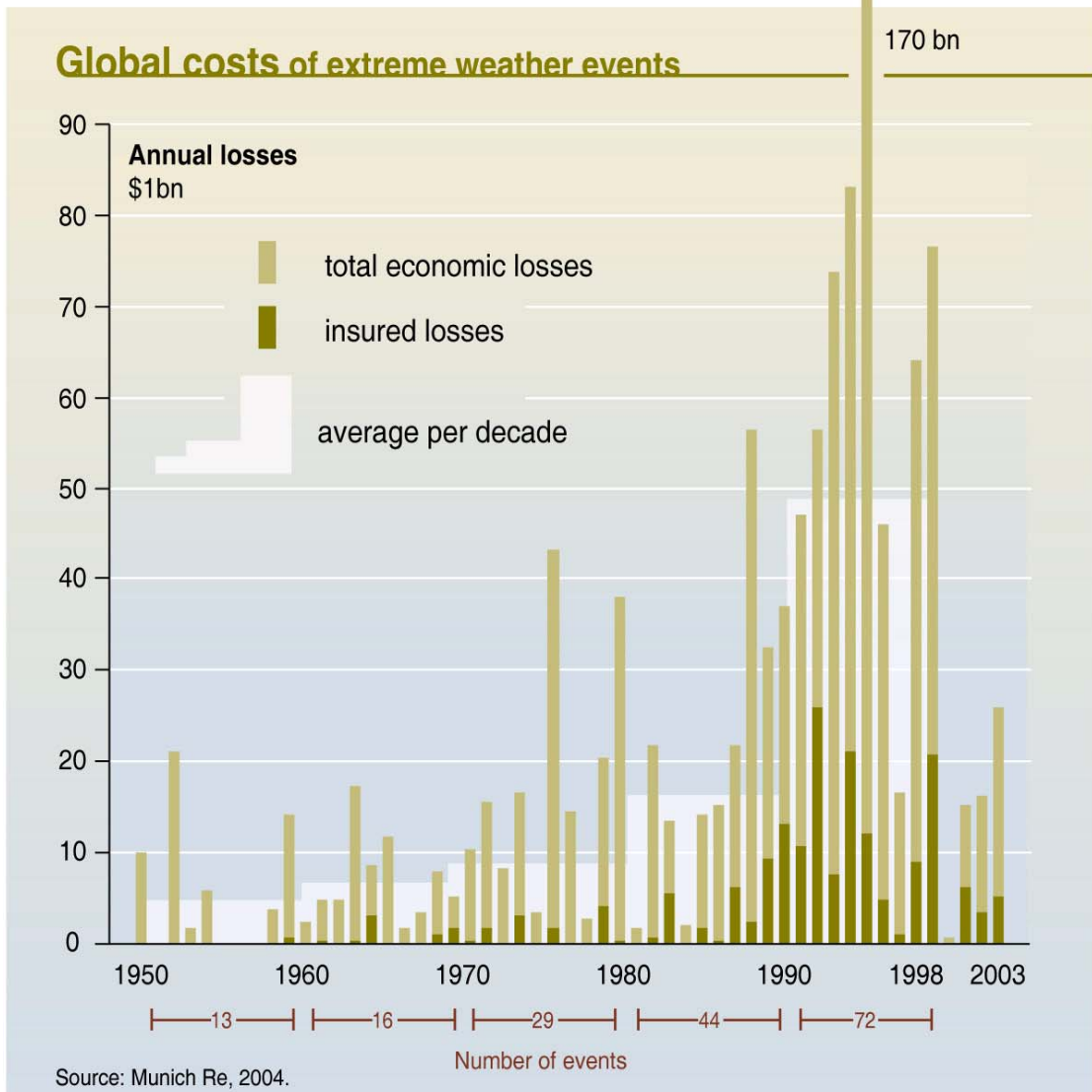
Hierbij moet aangegeven worden dat de gevolgen niet voor alle mensen even groot zullen zijn, omdat de gevolgen en de omvang ervan verschillen per persoon, per locatie en in de tijd. Dit leidt tot vragen met betrekking tot de redelijkheid van de verdeling van de gevolgen. Er wordt verwacht dat de gevolgen van klimaatverandering het grootst zijn in ontwikkelingslanden en vooral in die landen die primaire productie als grootste inkomstenbron hebben. De verwachte gevolgen zijn hier een hoger sterftcijfer, effecten in investeringen en effecten op de economie. Rampen door extreme weersomstandigheden

stremmen de ontwikkeling van een land, met name doordat hulpfondsen worden ingezet voor wederopbouw en niet voor de ontwikkeling van het land.

Het IPCC verwacht dat natuurlijke systemen en de mens worden blootgesteld aan klimatologische variaties, zoals het stijgen van de minimum en maximum temperatuur en een toename van de neerslagintensiteit. Tevens neemt de frequentie toe en zullen de klimatologische variaties steeds heftiger worden. Dit wordt geïllustreerd door onderstaande figuur (Bron: München RE). Hierin zijn de kosten van natuurrampen in de loop van de tijd weergegeven. Uit de figuur blijkt duidelijk dat het aantal natuurrampen frequenter wordt. In de periode 1950-1960 zijn er wereldwijd 13 natuurrampen geregistreerd. Terwijl in de periode 1990-1998 dit er al 72 waren. Bovendien nemen de kosten van natuurrampen toe, wat een indicatie is voor het feit dat deze rampen extremer worden.



Figuur 31 Kosten van natuurrampen wereldwijd



Tevens ondervinden de natuurlijke systemen en de mens indirecte effecten van klimaatverandering, zoals zeespiegelstijging, veranderingen in de grond- en waterkwaliteit en veranderingen in de verspreiding van infectieziekten.

Het is vaak moeilijk aan te tonen dat een bepaald effect een gevolg is van klimaatverandering, omdat de effecten soms ook tot stand komen door andere niet-klimaatveranderingen. Anderzijds zijn effecten niet altijd aan te wijzen, omdat het natuurlijke systeem of de mensen zich aan de nieuwe situatie heeft aangepast.

Of een natuurlijk systeem en de mens gevoelig is voor de directe en indirecte effecten van klimaatverandering, hangt af van de eigenschappen van het betreffende systeem en het vermogen zich aan te passen aan de effecten. Hiervoor kunnen adaptieve oplossingen komen, die door een systeem autonoom worden ingesteld of die worden bedacht en uitgevoerd.

Het aanpassingsvermogen van de mens wordt bepaald door de toegang tot grondstoffen, informatie en technologie, de kennis en kunde om deze te gebruiken en de capaciteit van overheden om het gedrag van hun burgers te begrijpen en te sturen.

3.3 Adaptieve oplossingen

In tegenstelling tot de mitigerende oplossingen, zijn de adaptieve oplossingen nog complexer van aard. De oplossingen hebben niet alleen tot doel de gevolgen van klimaatverandering te verkleinen, maar ze zijn tevens ingebed in bredere programma's, zoals kustverdediging, waterbeheer of risico reducerende maatregelen. Daardoor is het niet altijd inzichtelijk welke adaptieve oplossingen er specifiek zijn voor klimaatverandering.

In deze paragraaf worden de verschillende effecten van klimaatverandering beschreven. Daarbij worden mogelijke adaptieve oplossingen genoemd om een beeld te vormen van de problemen die het effect met zich meebrengt en hoe daar mee omgegaan kan worden.

3.3.1 Droogte/verwoestijning

Zo'n 40 procent van het aardoppervlak wordt ingenomen door woestijnen en droogteregio's, verspreid over alle continenten. In totaal wonen hier zo'n 2 miljard mensen. Volgens het gezaghebbende Millennium Ecosystem Assessment (MA) - het onderzoek naar de wijzigingen van de ecosystemen op deze planeet, uitgevoerd tussen 2001 en 2005 door 1400 wetenschappers- is vandaag 10 tot 20 procent van die oppervlakte ernstig aangetast door erosie en verdere uitdroging. In een steeds sneller tempo gaan vruchtbare gronden verloren en drogen waterbekkens uit. Verspreid over heel de wereld vreest men dat een zevental bassins tegen 2025 ernstig bedreigd zijn met uitdroging en dat 14 van de belangrijkste stroomgebieden in de droogteregio's tegen 2025 zullen kampen met verzilting en waterschaarste.



Verwoestijning is een term die gebruikt wordt voor zowel het oprukken of zich uitbreiden van een woestijn, als het ontstaan van nieuwe woestijngebieden. Deze ontwikkelingen kunnen zowel klimatologische als menselijke oorzaken hebben. De klimatologische oorzaak van verwoestijning ligt simpelweg in het feit dat gebieden kunnen verdrogen als er minder neerslag valt. Als de ondergrens van 250 mm per jaar niet meer gehaald wordt, spreken we over een woestijngebied.

Wat menselijke oorzaken betreft zijn er meer mogelijkheden. Op verschillende manieren kan de mens voor verdroging van een gebied zorgen. Merk wel op dat verwoestijning alleen kan plaatsvinden als de klimatologische omstandigheden zich daar ook voor lenen. Het is makkelijker om een gebied in Tsjaad te laten verwoestijnen dan de Noordoostpolder bijvoorbeeld. Onderstaande oorzaken hebben vaak onbruikbaarheid van landbouwgrond als gevolg, waardoor het gebied overgeleverd raakt aan de natuur en vanzelf verzandt, verzilt en verdroogt en dus onbruikbaar wordt.

Menselijke oorzaken van verwoestijning zijn:

- begroeide gebieden worden platgebrand of gekapt, voor het hout en voor het aanmaken van nieuwe landbouwgrond;
- hellingen worden bewerkt met landbouwwerktuigen, wat versnelde erosie als gevolg heeft;
- grond op hellingen wordt in de verkeerde richting bewerkt, wat versnelde erosie als gevolg heeft;
- landbouwgrond raakt uitgeput als gevolg van het verbouwen van één enkel gewas: monocultuur;
- buitengewone exploitatie van grondwater. Hierdoor zakt de grondwaterspiegel en neemt de verzilting toe;
- irrigatie van landbouwgrond leidt ook tot verzilting en juist verhoging van de grondwaterstand, waardoor planten verdrinken;
- ontginning voor de landbouw van natuurlijk begroeid land;
- watererosie leidt tot het wegspoelen van landbouwgrond;
- bevolkingsgroei leidt tot intensief gebruik van, en verhoging van de druk op de landbouwgrond;
- zwakke vegetatie wordt begraasd door vee, waardoor een gebied kwetsbaarder wordt.

Verwoestijning is bovendien een probleem dat in belangrijke mate die landen en gemeenschappen treft die economische weinig sterk staan. Landbouwgroepen krijgen als eerste te maken met de nefaste gevolgen van steeds minder rijke oogsten en het verdwijnen van vruchtbare bodemlagen en vegetatie.

De situatie verslechtert bovendien zienderogen. In Afrika is al de helft van het land onbruikbaar geworden, en Azië verandert in sneltempo in één grote zandbak. Maar ook in Amerika en Europa, waar bosbranden recent nog miljoenen hectaren land in de as legden zijn sommige streken in toenemende mate onbruikbaar voor de mens.

Het VN-plan dat in 1994 werd aangenomen, benadrukt een 'bottom-up'-aanpak, waarin men vooral samen met de lokale gemeenschappen, lokale oplossingen wil zoeken om woestijnvorming tegen te gaan. De oplossing wordt gezocht in duurzame ontwikkeling, waarbij sociale, economische en ecologische moeilijkheden samen worden aangepakt. Een dergelijke houding vraagt heel wat coördinatie en samenwerking tussen regionale, nationale en internationale organen, maar milieubewegingen zijn niet overtuigd dat de politieke wil om maatregelen te treffen groot genoeg is om het tij te keren.

Om de oprukkende verwoestijning tegen te gaan, werd in 1994 de Conventie tegen de Verwoestijning -de Convention to Combat Desertification (CCD)- in het leven geroepen, als uitvloeisel van de Aardetop van 1992. De Conventie, die intussen door 191 landen is ondertekend, trad in december 1996 in werking. Gedegradeerde ecosystemen terug vruchtbaar maken is een proces van lange adem en vergt een geïntegreerde aanpak van rurale ontwikkeling, uitbouw van irrigatiesystemen en nieuwe technologieën. Toch is het mogelijk. In China daalde tussen 2000 en 2004 het jaarlijkse aantal verdwijnende vruchtbare grond door de aanplanting van bomen en grassen en door in droge regio's te investeren in efficiënt watergebruik en duurzame energievoorzieningen, zoals wind en water. En waar het tij moeilijk te keren is, moet men van de nood een deugd maken, meent de VN-Milieuorganisatie (UNEP). 'Zolang woestijnen onherbergzamer worden en minder geschikt voor menselijke bewoning, moeten we vindingrijk zijn en munt slaan uit de nieuwe situatie', luidde de boodschap van een rapport dat op 5 juni werd uitbracht. UNEP ziet vooral een belangrijk potentieel voor het winnen van zonne-energie, viskweek, onderzoek naar de geneeskrachtige eigenschappen van woestijnplanten en het uitvinden van droogte- en zoutresistente gewassen. Ook nieuwe technologieën kunnen helpen, om efficiëntere irrigatiesystemen te ontwikkelen en riviermondingen te ontzilten. Ook op een laag schaalniveau zijn er adaptieve oplossingen om de negatieve effecten van droogte op de voedselvoorziening tegen te gaan. Hierbij kan worden gedacht aan het bijvoeren van het vee.

Op het gebied van watervoorziening zijn ook meerdere oplossingen mogelijk. Ten eerste kan de vraag naar irrigatiewater worden verkleind door het water zoveel mogelijk in de bodem te houden door te mulchen (het bedekken van de bodem met een laag organisch materiaal of inorganisch materiaal, zoals folie). Dit gaat verdamping van het water tegen. Ook het tegengaan van waterverspilling door middel van educatie op het gebied van duurzaam watergebruik is een optie.

Om verspilling tegen te gaan kan er ook een financiële prikkel worden gebruikt: de prijs van water verhogen. Drinkwater moet echter wel betaalbaar blijven voor iedereen, dus met deze maatregel moet voorzichtig worden omgesprongen.

Aan de aanbodzijde van water zijn ook verschillende mogelijkheden. Het aanbod kan vergroot worden door zeewater te destilleren en door regenwater op te vangen. Tevens kunnen grondwaterreserves kunstmatig worden aangevuld en waterreservoirs worden aangelegd om het water te kunnen bergen.

Om tijdens een droogte het hoofd boven water te kunnen houden zullen er vooraf maatregelen moeten zijn genomen, zodat de mensen over voldoende voedsel en



water kunnen beschikken. Het gaat dan om het opslaan van graan en het bevoorraden van voedselbanken, die worden gebruikt in geval van een calamiteit. Toegang tot internationale voedselmarkten kan hiertoe een middel zijn. Hetzelfde geldt voor het verzorgen van veilig drinkwater, het aanleggen van verbeterde drinkwatervoorzieningen en het verzorgen van sanitaire voorzieningen.

3.3.2 Grotere regenval/overstroming en wateroverlast

Wateroverlast treedt op door lokale neerslag. De laatste jaren is Europa daar door geteisterd. Voornamelijk in de zomerperioden komen steeds heviger, kortstondige buien, voor. De overlast hierdoor zijn straten die onderlopen, riolen die overstromen en kelders die vollopen. Vooral het verharderen van de bodem (asfalteren en bestraten) zorgt voor een snellere afstroom van het water.

Er zijn twee oplossingsrichtingen om te reageren op de grotere kans op overstromingen en wateroverlast. De eerste kunnen we ons beter beschermen en ten tweede kunnen we leren leven met wateroverlast.

We kunnen ons beter beschermen tegen overstromingen en wateroverlast door betere bescherming tegen overstromingen: hogere en stabielere dijken. Maar we kunnen ook meer ruimte creëren door bijvoorbeeld het water in langer in rivieren vast te houden. Dit kan onder andere door de rivieren te verbreden.

Na de wateroverlast van begin negentiger jaren groeide het besef dat de grenzen van ons watersysteem in zicht zijn. Al het overtollige water wegpompen, is op termijn geen oplossing. Om ook in de toekomst verzekerd te zijn van droge voeten, moet het water meer ruimte krijgen.

Nederlanders dragen op allerlei manieren een steentje bij aan de veranderingen van het watersysteem. Nederland verstedelijkt in sneltreinvaart. De bevolking neemt toe, de economie blijft groeien, het aantal boerenbedrijven neemt af en de hoeveelheid steen en asfalt neemt toe. Er is dus steeds minder ruimte voor water. Dit proces is al decennia geleden gestart en gaat in de toekomst door. Waar wegen en straten liggen en huizen en bedrijven staan, kan het water niet goed de grond in. De afvoer naar het oppervlaktewater gaat veel sneller. Daardoor wordt het watersysteem steeds minder flexibel, terwijl we door de klimaatveranderingen juist meer flexibiliteit nodig hebben.

Wanneer we leren leven met overstromingen en wateroverlast concentreren we ons niet op het versterken van de beschermingszones (duinen en dijken) maar spannen we ons juist in om de gevolgen te beperken. Daarmee wordt het risico ook verlaagd. Risico wordt immers gedefinieerd als *kans x gevolg*. Als de kans gelijk blijft, maar de gevolgen zijn minder, zal ook het risico afnemen. En juist het verlagen van de gevolgen kan op lager overheidsniveau geïnitieerd worden. Denk daarbij aan beleidsmaatregelen als 'niet bouwen in diepgelegen gedeelten van ons land' of juist 'aangepast bouwen in diepgelegen gedeelten van ons land'. Ook het bouwen langs rivieren zou je in dit kader kunnen ontmoedigen. In andere delen van Europa zoals Engeland en Duitsland is men al bezig om dit soort oplossingen in te voeren.

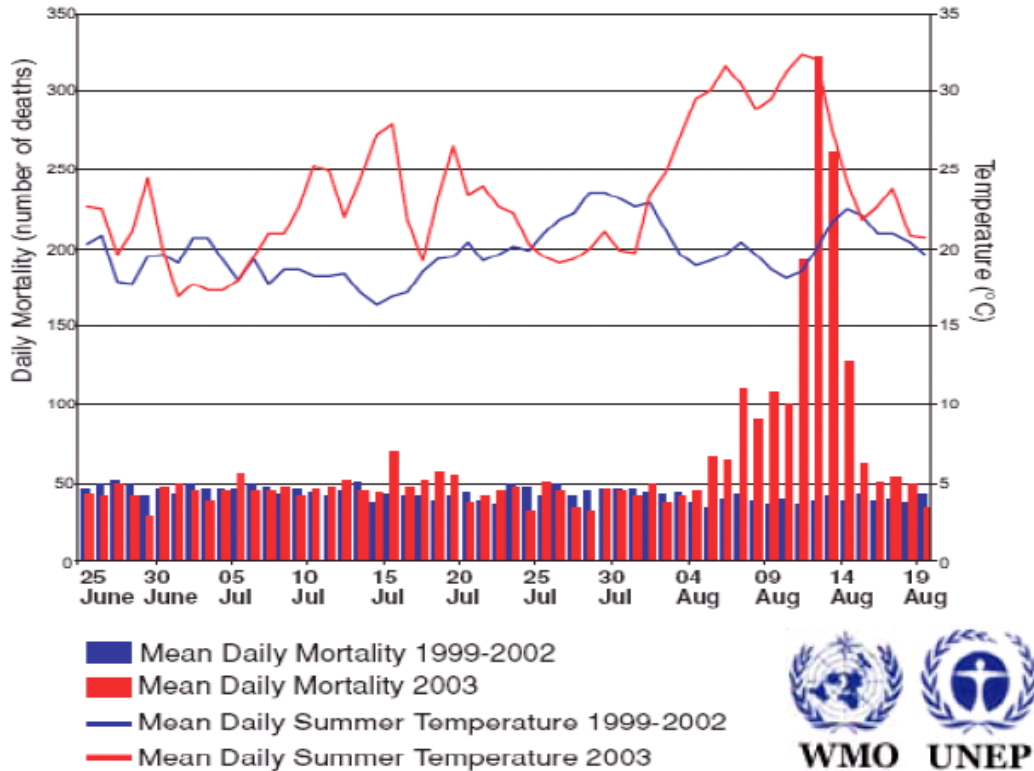
Drijvende kassen zijn ook een optie om gevolgen van wateroverlast te beperken. Zo'n oplossing is tweeledig: er is een waterberging onder de kas en als het water stijgt als gevolg van grote regenval, dan ontstaat er geen wateroverlast in de kas, deze drijft mee omhoog. Dit is vooral landen met weinig ruimte voor waterberging een slimme toepassing, omdat er twee functies worden gecombineerd: waterberging en glastuinbouw.

In landen waar de kans op overstromingen groot is kan worden geïnvesteerd in een verbeterd systeem dat overstromingen voorspelt, gecombineerd met een waarschuwingssysteem en een calamiteitenplan.

3.3.3 Opwarming/hittegolven

Temperatuurstijging door klimaatverandering kan in extreme situaties (hitte) een directe negatieve invloed hebben op de menselijke gezondheid. Mogelijke gezondheidseffecten in Europa zijn: problemen door hittestress, toename van de verspreiding van de ziekte van Lyme, effecten van slechte luchtkwaliteit (zomersmog) en een toename in allergieën. Risicogroepen in de bevolking (zoals ouderen, kinderen of mensen met astma) kunnen mogelijk sterkere effecten ondervinden (een grotere ziektelast).

Figuur 32 De relatie tussen een hoge temperatuur gedurende enkele dagen (hitteperiode) en het aantal doden dat in deze periode is gevallen in Parijs. Deze grafiek geeft de zomermaanden van 2003 weer



Bron: www.ipcc.ch.



Beleid kan een belangrijke rol spelen in het beperken van de gezondheidseffecten van klimaatverandering. Nederland zou in staat moeten zijn om sommige gezondheidseffecten van klimaatverandering het hoofd te kunnen bieden, door middel van het behouden/verbeteren van bestaand beleid of met nieuwe beleidsmaatregelen. Weinig is bekend over biologische of passieve adaptatie van mensen aan klimaatverandering (bijv. acclimatisatie, immunisatie). Mogelijke beleidsalternatieven/adaptatiemogelijkheden zijn onder andere:

- verbeteren van wooncondities - b.v. airconditioning, ventilatie;
- verbeteren preventieve/curatieve gezondheidszorg - b.v. speciaal opgeleid personeel, vaccinatie;
- monitoring/waarschuwingssystemen;
- voorlichting.

Sommige aanpassingsmogelijkheden zullen meer doeltreffend en/of kosten-effectief zijn dan andere.

Een ander gevolg van opwarming en hitte is het smelten van ijs. Het smelten van de noordelijke ijskap gaat volgens onderzoekers van de universiteit van Colorado drie keer zo snel als de klimaatcommissie van de VN meent. Volgens de klimaatcommissie van de VN is het in 2050 zo warm dat de noordelijke poolkap in de zomer compleet kan verdwijnen.

Onderzoekers van de Universiteit van Colorado komen in een persbericht echter met een nog onrustbarender bericht. Julianne Stroeve van de Amerikaanse universiteit beweert dat het smelten van de poolkap drie keer zo snel gaat als de VN-commissie heeft vastgesteld.

Waar de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) van de VN enkele maanden geleden nog stelde dat de noordelijke poolkap met 2,5% per tien jaar smelt, beweert Stroeve dat de ijskap ieder decennium zo'n 7,8% kleiner wordt.

Het smelten van de poolkappen heeft uiteraard waterstijging tot gevolg. Vloeibaar water heeft namelijk meer massa dan ijs. Daarnaast zet het vloeibare water ook nog eens uit vanwege de opwarming van de aarde. Hierdoor stijgt het waterpeil nog sneller.

Ook het afbrokkelen van de ijskappen versnelt het opwarmingsproces van de aarde. Doordat de ijskappen smelten, worden er minder zonnestralen door het witte ijs weerkaatst. Het water dat als gevolg van het smelten rond de ijskap ligt, neemt warmte veel sneller op. Dit warmere water zorgt er vervolgens voor dat de poolkap nog sneller krimpt.

De gevolgen van opwarming van de aarde zijn volgens veel onderzoekers aanzienlijk. Niet alleen de zeespiegel stijgt, de opwarming zorgt ook voor extremer weer en laat gletsjers smelten. Dieren komen daarnaast eveneens in de problemen door de opwarming van de aarde. Onderzoek van het Alaska Wetenschappelijk Centrum wees enige tijd geleden bijvoorbeeld uit dat de overlevingskansen van ijsbeerwelpjes in het gebied rond de Beaufortzee de laatste jaren fors gedaald zijn.

3.3.4 Windsnelheid/stormen

Voorals de kust loopt risico door stormen, doordat de wind golven opstuwt. Al dan niet in combinatie met zeespiegelstijging, leidt dit tot overstromingen. Daardoor kan een storm kan veel schade aanrichten in bebouwde kustgebieden. Jaarlijks zijn circa 120 miljoen mensen blootgesteld aan de gevaren die tropische stormen met zich meebrengen. In de periode van 1980 tot 2000 zijn hierbij 250.000 mensen omgekomen.

Stormen hebben ook kusterosie tot gevolg. Sedimentaire kusten bevinden zich in een morfologisch evenwicht: zand wordt afgezet en weggespoeld. Dit evenwicht kan verstoord worden door een storm. Hierdoor verzwakt het kustverdedigingssysteem. Wanneer vervolgens ook nog een de zeespiegel stijgt, vergroot de kans op overstromingen.

De kosten voor adaptieve oplossingen zijn volgens het IPCC (2007b) lager dan de kosten die ontstaan als gevolg van overstromingen langs de kust. Hierbij wordt gedacht aan een verbeterde kustverdediging en het voorbereid zijn op calamiteiten.

3.4 Cases

In deze paragraaf worden de verschillende cases beschreven die gespeeld kunnen worden in Climate Quest.

3.4.1 Case 1: overstromingen en dijken (zeespiegelstijging)

Grotere rivierafvoeren en de stijging van de zeespiegel bedreigen de lager gelegen gebieden. De bewoners van de lager gelegen gebieden voelen zich veilig door de dijken en duinen. Maatregelen die genomen kunnen worden om zich te beschermen tegen de stijgende zeespiegel zijn: hogere dijken en duinen óf aanpassing van bijvoorbeeld de gebiedsinrichting of de woningen.

In de case gaat het om het verleggen van de verantwoordelijkheid (van hogere overheid naar lagere overheid) en toename van bewustzijn bij de jeugd over deze verantwoordelijkheid. Er kunnen bijvoorbeeld punten worden verdiend door aanpassingen in de omgeving waarmee dan dijken versterkt / verhoogd kunnen worden.

Die aanpassingen kunnen kleinschalig of grootschalig zijn:

- geen houten- of parketvloeren of waardevolle apparatuur op de begane grond;
- drijvende woningen;
- woningen op palen;
- verbod op bouwen in laaggelegen gebieden.

3.4.2 Case 2: wateroverlast

Wateroverlast in stedelijk gebied kent een aantal oorzaken. Vaak is het rioolstelsel onvoldoende gedimensioneerd en is er zoveel verharding (asfalt,



trottoirs) dat het water niet in de bodem kan infiltreren en alles via het riool afgevoerd moet worden. Door de beperkte capaciteit van het rioolstelsel kan het echter niet snel genoeg afgevoerd worden.

In deze case kan de speler zich inleven in de rol van gemeenteambtenaar. Er worden punten verdiend door in de woonwijken meer ruimte voor groen (plantsoenen/parken) en water (vijvers/sloten) te creëren. Er worden strafpunten toegekend voor het aanleggen van nieuwbouwwijken en straten waarbij er te weinig ruimte voor water is.

3.4.3 Case 3: verwoestijning (droogte)

Door ontbossing en opwarming wordt het rond de evenaar droger en heter. In de case kunnen bijvoorbeeld punten verdiend worden bij het zuinig omgaan met water. Van die punten kunnen dan bomen gekocht worden die de verwoestijning tegengaan en voor schaduw zorgen in het dorpje van de speler.

3.4.4 Case 4: oververhit (gezondheid)

Door een stijgende temperatuur en grotere kans op hittegolven (in Europa) kunnen mensen last krijgen van hittestress. Vooral ouderen hebben daarmee te kampen. Als gevolg hiervan overlijden meer mensen. Er zijn oplossingen te bedenken om de hittestress in steden tegen te gaan. Hierbij kan gedacht worden aan meer open water, dat brengt koelte, bomen planten om meer schaduw te creëren, betere aircosystemen ontwikkelen (die op een duurzame manier werken natuurlijk).

Een ander gevolg voor de mens is dat er meer plagen komen, doordat insecten op een groter deel van de wereld kunnen gedijen door verhoogde temperaturen. Plagen kunnen zich via de insecten dus verder verspreiden.

De teek is een goed voorbeeld in Nederland. Door het uitblijven van strenge winters verspreidt het dier zich. Andere voorbeelden zijn de tijgermug die in Nederland gesignaleerd is en Ziektes die in Afrika voorkomen kan verspreiden.

3.4.5 Case 5: geen ijs geen ijsbeer (biodiversiteit)

Door het smelten van de poolkappen verandert het leefklimaat van de fauna op de Noordpool. In deze case zal aandacht besteed worden aan dit aspect. Het idee is dat de speler de verantwoordelijkheid heeft over het wel of niet uitsterven van de ijsbeer. Door een bepaald gedrag kan de temperatuur op de Noordpool gestuurd worden. Het gaat niet alleen om de leefomgeving van de ijsbeer maar ook om de voedselvoorziening.



4 Climate Quests

Het online spel 'The Climate Quest' wordt geïntroduceerd door het Climate Change Oracle van Nostradamus, de wetenschapper en ziener die in 1555 voorspelde dat rond het millennium het klimaat drastisch zou wijzigen.

Aan kinderen van 10-14 jaar wordt gevraagd door allerlei vragen/quests te beantwoorden dit oracle op te lossen. Hoe meer vragen de speler beantwoordt en levels doorloopt hoe dichterbij de oplossing van het oracle komt.

Met de game informeren we jongeren over de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering en dagen we ze uit om zelf iets tegen klimaatverandering te doen.

Het is een online serious game. Dit wil zeggen dat het leuk is om het spel te spelen en ondertussen relevante informatie aan de jongeren wordt aangeboden. Met een serious game worden jongeren aangesproken op een manier die aansluit bij hun eigen belevingswereld, in een herkenbare context.

Level 1: footprint

De speler begint met het bepalen van de eigen klimaatvoetafdruk. Hoe lang kijk je gemiddeld TV per week, eet je veel vlees of groente uit blik, hoe ga je op vakantie, heb je veel elektronische apparaten? Allemaal zaken die energie verbruiken. En hoe meer energie je verbruikt, hoe meer CO₂ je uitstoot en daarmee het broeikaseffect versterkt. De speler kan zijn of haar eigen voetafdruk verkleinen door de climate quests in het spel goed op te lossen en zich op die manier bewust te worden van het klimaatprobleem en de dingen die hij/zij zelf kan doen om dit tegen te gaan.

Aansluiting beleid

De quests gaan over de oorzaken, gevolgen en mogelijke oplossingen van klimaatverandering en bevatten een breed spectrum aan klimaatgerelateerde en maatschappelijke onderwerpen als: energiebesparing, (openbaar) vervoer, fossiele brandstoffen, duurzame energievormen, zeespiegelstijging, CO₂-opslag, energiegebruik van huishoudelijke apparaten, consumeren, klimaatbeleid, nieuwe technische oplossingen, eigen verantwoordelijkheid, etc. Daar waar mogelijk is een koppeling gemaakt met het vingerende wereldwijde of nationale klimaatbeleid. Zo is er bijvoorbeeld een koppeling gemaakt naar het Kyoto-protocol en naar Ruimte voor de Rivier, het Nederlandse beleid om mogelijke overstromingen in goede banen te leiden.

Live Maps

De quests zijn gekoppeld aan een plaats op aarde. De speler kan de quests vinden via Live Maps. Voor de quest over 'Pittige Olie' moet de speler naar Kalimantan, Indonesië om de gevolgen te zien van de palmolieplantages. Voor de quest over verwoestijning verplaatst de speler zich van Azerbeidzjan naar Kenia, China en Spanje om te ontdekken wat de relatie is tussen klimaatverandering en verwoestijning. Bij de quest over vervoer zal de speler als

globetrotter over de wereld reizen en ontdekken hoeveel CO₂ hij/zij uitstoot met een auto en andere vervoersmiddelen.

Aantal en soorten quests

De eerste 16 ontwikkelde quests zijn vormgegeven volgens een multiple choice format. De antwoorden zijn hierdoor eenduidig en te beoordelen. Met voldoende punten kan de speler door naar het volgende level. Elk level wordt afgesloten met een kort klimaatspelletje.

Veel quests speelt de speler alleen, sommige quests gezamenlijk met 16 anderen in zogenaamde guilds, waarbij ze van elkaar afhankelijk zijn om de quest goed op te lossen.

The Climate Quest is een online game dat kan groeien. Docenten en maatschappelijke organisaties kunnen zelf nieuwe quests toevoegen volgens een vaststaand format. Zij beoordelen zelf de antwoorden van hun quests, dit biedt de mogelijkheid tot open vragen. Zo kunnen ze leerlingen stimuleren om ook real life acties te ondernemen tegen klimaatverandering, en ze hier punten mee laten verdienen voor de quest.

Bronnen

Voor de quests is gebruik gemaakt van de inhoud van dit achtergronddocument. Daarnaast is het internet en bestaand educatief materiaal, zoals het materiaal van Check it Out! voor de klimaatvoetafdruk, gebruikt. Sommige quests verwijzen voor het oplossen van de vragen naar sites van bijvoorbeeld Milieucentraal.



Literatuurlijst

Andersson & Ohlsson, 1999

Andersson K. and T. Ohlsson
Life cycle assessment of bread produced on different scales
International journal of LCA, 4(1): 25 - 40, 1999

CE Delft, 2003

Huib van Essen et al.
To shift or not to shift, that is the question, The environmental performance of the principal modes of freight and passenger transport in the policy-making context
Delft : CE Delft en RIVM, 2003

CE Delft, 2006

Smokers, R. and Kampman, B.
Energy Efficiency in the Transport Sector
Discussion paper for PEEREA
Delft : CE Delft, 2006

CE Delft, 2007a

Geert Bergsma, Bettina Kampman, Harry Croezen and Maartje Sevenster
Biofuels and their global influence on land availability for agriculture and nature
A first evaluation and a proposal for further fact finding
Delft : CE Delft, 2007

CE Delft, 2007

Rooijers, F., B. Boon, J. Faber, et al.
Green4sure – het groene energieplan voor Nederland
Delft : CE Delft, 2007

EAC, 2007

House of Commons - Environmental Audit Committee (EAC)
The Voluntary Carbon Offset Market
Sixth Report of Session 2006-07
London : EAC, 2007

FOM, 2002

Westra, M.T. and S. Kuyvenhoven
Energy, Powering Your World
Rijnhuizen : FOM, 2002

Garnett, 2006

Garnett, T.
Fruit and vegetables & UK greenhouse gas emissions: exploring the relationship
Working paper produced as part of the work of the food climate research network
Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, 2006.

Harvard, 2002

Chivian, E. (ed.)
Biodiversity: its importance to human health
Harvard Medical school

IEA, 2006

International Energy Agency
Key world energy statistics
Paris : IEA, 2006

IEA, 2006a

International Energy Agency
Light's Labour's Lost
ISBN 92-64-10951-X
Paris : IEA, 2006

IPCC, 2007a

Climate Change 2007: The Physical Science Basis
Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]
Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

IPCC, 2007b

The intergovernmental panel on climate change, Working Group II
Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability
Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van der Linden, P.J., and Hanson, C.E., eds.]
Cambridge University Press, Cambridge, UK
april 2007

IPCC, 2007c

The intergovernmental panel on climate change, Working Group III
Climate change 2007: Mitigation of climate change
mei 2007

IPCC, 1999

Intergovernmental Panel on Climate Change
Aviation and the global atmosphere
A special report of IPCC working groups I and III
Cambridge University Press, Cambridge, UK



IVEM, 2000

P.W. Gerbens-Leenes

Groen Kookboek - Milieubewust koken met een laag energie- en landgebruik

IVEM Onderzoeksrapport no. 103a

Groningen, mei 2000

Kramer et al. 1999

Kramer, K.J., H.C Moll, S. Nonhebel and H.C. Wilting

Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption

Energy Policy 27 (1999) 203-216, Elsevier Publications

MBS, 2006

Manchester Business School

The University of Manchester

Environmental impacts of food production and consumption

Manchester : Manchester Business School, 2006

MNP, 2006

Milieu- en Natuurplanbureau [Netherlands Environmental Assessment Agency]

Van Vuuren, D., M. Berk, J. Farla (all MNP) en R. de Vos (Ecofys)

Van klimaatdoel naar emissiereductie: Nieuwe inzichten in de mogelijkheden voor beperking van klimaatverandering

MNP publication code: 500114001

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau, 2006

OECD, 1995

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

Environmental taxes in OECD countries

Paris : OECD, 1995

Olivier and Berdowski, 2001

Olivier, J.G.J. and J.J.M. Berdowski

Global emissions sources and sinks.

In: Berdowski, J., Guicherit, R. and B.J. Heij (eds.), 'The Climate System', pp. 33-78

A.A. Balkema Publishers/Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse, The Netherlands. ISBN 90 5809 255 0

PEW, 2007

Pew Center on Global Climate Change

Climate Change Mitigation Measures in the People's Republic of China

International Brief 1. april 2007.

Pounds & Puschendorf, 2004

Pounds, J.A. and R. Puschendorf

Clouded futures

Nature 427, 8 januari 2004

Rathenau, 2004

Slingerland, S., O. Bello, M. Davidson, K. van Loo, F. Rooijers and M. Sevenster
Het nucleaire landschap. Verkenning van feiten en meningen over kernenergie
Den Haag: Rathenau Instituut, 2004. Werkdocument 94

Stern, 2006

Stern, N.
The economics of climate change – the Stern review
Cambridge University Press

UN, 1998

United Nations
Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Van der Putte, 2007

Monitoring Climate Change
Greenhouse gas emissions from construction and buildings
AWE International, maart 2007
RPS

Geraadpleegde websites:

<http://www.carbonfootprint.com/>
<http://www.drijvendekas.nl/>
<http://www.grist.org>
<http://www.efficient-appliances.org/>
<http://www.climateneutralgroup.com/>
<http://earthtrends.wri.org>
<http://nl.wikipedia.org>
<http://www.unccd.int>
<http://www.klimaatquiz.nl>
<http://www.dow.wau.nl>
<http://www.mnp.nl>
<http://www.hhnk.nl>



Klimaatverandering: oorzaken, gevolgen en oplossingen

Wetenschappelijke achtergrond bij het
on-line platform Climate Quest

Bijlagen

Achtergrond document

Delft, september 2007

Opgesteld door: L.J. (Rens) Kortmann (CE Delft)
E. (Edgar) Peijnenborgh (RPS)
J. (Judith) Harrewijn, L. (Lindske) van Hulst
(SME Advies)





A Climate Quest: Fart Farm

Titel	Fart Farm
Locatie	Texas (USA)
Genre/thema	Landbouw
Inleiding	Onttrafel het klimaatmysterie van de windende koe. Een koe laat winden. Dat komt doordat het gras in de maag van de koe vergist (fermenteert). Beantwoord elke vraag binnen twee minuten. Vind je antwoorden op internet of in de library.
Deadline tijdsbesteding	2 min. per vraag
Aantal multiple choice vragen	5
Persoon of Guild (aantal deelnemers)	1 avatar
Doel/missie/opdracht	Zie inleiding
Oracle Level	3
Puntenverdeling	2 punten per goede vraag. Minimaal vier goed beantwoorden.
Content	
<p>Vraag 1. Uit welk gas bestaat de wind van de koe?</p> <p>a Lachgas. b Methaan. c CO₂.</p> <p><i>Pop-up: Goed. De winden van een koe bestaan uit methaan. Bij het verteren van voedsel in één van de magen van de koe produceren bacteriën methaan.</i></p>	
<p>Vraag 2. Hoe schadelijk is dit gas vergeleken met CO₂?</p> <p>a 0,6 keer zo schadelijk. b 11 keer zo schadelijk. c 23 keer zo schadelijk.</p> <p><i>Pop-up: Klopt, het effect van methaan is 23 keer sterker dan dat van CO₂. Toch draagt methaan maar 4-9% bij aan het broeikas effect. Dat komt doordat er veel minder methaan in de lucht zit dan CO₂.</i></p>	
<p>Vraag 3. Methaan is een broeikasgas en is wel 23 keer schadelijker dan het broeikasgas CO₂. Stel, een boer heeft 70 koeien. Een koe produceert gemiddeld 90 kilo methaan per jaar door de koeienvlaaien en de winden. Hoeveel CO₂ produceren de koeien samen?</p> <p>a 274 kilo CO₂. b 6.300 kilo CO₂. c C. 144.900 kilo CO₂.</p>	
<p>Vraag 4. Kun jij zelf zorgen dat er minder methaan in de wereld komt?</p> <p>a Ja, door minder met de auto te rijden. b Ja, door minder vlees te eten. c Nee, daar kan ik niets aan doen.</p> <p><i>Pop-up: Goed, Als je minder vlees eet, zijn er ook minder koeien nodig en komt er dus minder methaan in de lucht.</i></p>	


Vraag 5. Koeienmest kan nog energie opleveren, en levert zo duurzame energie. Welke methode wordt gebruikt om die energie op te wekken?

- a Vergisting van de mest, waarbij biogas ontstaat dat energie oplevert als het wordt verbrand.**
- b Verbranden van de mest, wat direct energie oplevert.
- c Vergassing van de mest, waarbij biogas ontstaat dat energie oplevert als het wordt verbrand.

Pop-up: Goed, mest is nat en kan daarom worden vergist. Bij dit proces ontstaat biogas en als je dit verbrandt, levert dat energie op. Er komt bovendien ook warmte vrij bij dit proces, en ook dat kun je gebruiken om bijvoorbeeld de boerderij te verwarmen.



B Climate Quest: Globetrotters

Titel	Globetrotters
Locatie	
Genre/thema	Reizen en vervoermiddelen
Inleiding	Je gaat op vakantie. Eenmaal aangekomen, krijg je onderstaande locatie toegewezen. Een deel van je vakantie bestaat uit reizen met een vervoermiddel. Maar hoe doe je dit zo milieuvriendelijk mogelijk?
Deadline tijdsbesteding	4 minuten per vraag = 55 minuten totaal
Aantal multiple choice vragen	13
Persoon of Guild (aantal deelnemers)	1
Doel/missie/opdracht	Ga op reis en vindt uit wat dat kost
Oracle Level	1
Puntenverdeling	
	
<p>Vraag 1. Reis naar de stad van 22 miljoen inwoners, die gelegen is naast de Popocatépetl. Daar krijg je meer vragen.</p>	
<p>Vraag 2. Geweldig! Je bent in Mexico stad aangekomen. Hoe heette de stad in de tijd van de Azteken?</p> <p>a Constantiniopel. b Tenochtitlan. c Hultzilopochtli.</p> <p><i>Pop up: Helaas/Goed De stad had rond 1.500, in de tijd van de Azteken, al 200.000 inwoners en werd Tenochtitlan genoemd</i></p>	
<p>Vraag 3. Ga op zoek naar het hoogste gebouw van Mexico stad, zo heb je een prachtig uitzicht. Wat is het hoogste gebouw?</p> <p>a Torre Mayor. b Templo Mayor. c Zocalo.</p> <p><i>Pop up: helaas/Goed, De Torre Mayor is met 225 meter hoog niet alleen het hoogste gebouw van Mexico Stad, maar ook van heel Latijns-Amerika.</i></p>	
<p>Vraag 4. De Torre Mayor zal niet altijd de hoogste toren van Mexico Stad blijven. Hoe hoog wordt de grootste toren van Latijns-Amerika in 2010, die is ontworpen door architect Rem Koolhaas?</p> <p>a 250 m. b 300 m. c 350 m.</p> <p><i>Pop-up: De toren met de naam 'Torre Bicentenario' van architect Rem Koolhaas is in 2010 klaar. Het zijn twee gespiegelde piramides op elkaar, ter gelegenheid van de viering</i></p>	

<p>van de Bicentenario: de tweehonderdste verjaardag van de onafhankelijkheid van Mexico en de honderdste verjaardag van de Mexicaanse revolutie.</p>
<p>Vraag 5. Je staat op de Torre Mayor en ziet het Pasea de la Reforma? Wat is dat?</p> <p>a Een historisch museum over de Hervorming. b Een park. c Een belangrijke verkeersader.</p> <p>Pop-up: Goed/Helaas Pasea de la Reforma is een belangrijke verkeersader door de stad van wel 12 km lang.</p>
<p>Vraag 6. Waarom is deze stad berucht vanwege het verkeer?</p> <p>a De auto's zijn niet langer dan 1,5, anders is er te weinig parkeergelegenheid. b Verkeer veroorzaakt veel smog dat niet weg kan door de ligging van de stad. c Alle auto's rijden op waterstof.</p> <p>Pop-up: Mexico-Stad is één van de grootste steden ter wereld. Het heeft ongeveer 22 miljoen inwoners en dat aantal groeit nog steeds. Een dag lucht inademen in Mexico-Stad staat gelijk aan een pak sigaretten roken, zegt men weleens. Smog is sterke luchtvervuiling en kan ademhalingsmoeilijkheden bij mens en dier veroorzaken. Vooral in de wintermaanden, als er koude lucht boven het dal hangt en de lucht uit de stad door (inversie) niet kan opstijgen, is de lucht erg vervuild.</p>
<p>Vraag 7. Welke stof scheiden auto's uit die smogvorming veroorzaakt?</p> <p>a Koolstofdioxide (CO₂). b Stikstofoxiden (NO_x). c Methaan (CH₄).</p> <p>Pop-up: Goed/helaas, Stikstofoxiden (NO_x) reageren door zonlicht met zuurstof, waardoor ozon ontstaat. Bij windstil en stabiel weer blijft de ozon hangen. Dit noemen we zomersmog. Zomersmog leidt tot gezondheidsklachten en schade aan (landbouw)gewassen. Het mengsel van mist en luchtvervuiling (vooral roet, mede afkomstig van dieselauto's) in de winter noemen we wintersmog.</p>
<p>Vraag 8. Welk broeikasgas stoten auto's uit?</p> <p>a Methaan (CH₄). b Koolstofdioxide (CO₂). c Lachgas (N₂O). d Fluorhoudende gassen.</p> <p>Pop-up: bovenstaande stoffen zijn allemaal broeikasgassen en dragen bij aan het versterkte broeikas effect. Auto's stoten van deze stoffen CO₂ uit.</p>
<p>Vraag 9. Stel er rijden dagelijks 100.000 auto's over de 12 km lange weg. Ze rijden 's ochtends heen en 's avonds terug. Ze rijden op benzine en verbruiken 1:12. Hoeveel kg CO₂ zouden deze auto's uitstoten? Gebruik de volgende site voor de berekening: http://www.weareclimateneutral.com/ShowContent.aspx (bij het invullen van het aantal km geen punten of komma's gebruiken).</p> <p>a 444 kg. b 4 miljoen kg. c 444.000 kg (444 ton).</p> <p>Pop-up: Helaas/Goed De 100.000 auto's rijden 24 km op een dag. Dat is 2.400.000 km of 2,4 miljoen km. Als je het verbruik van 1:12 (1 op twaalf ofwel 1 liter brandstof is er nodig om 12 kilometer te kunnen rijden) en de brandstof benzine invult, zie je dat de auto's samen 444.000 kg CO₂ per dag uitstoten. Jijzelf verbruikt per jaar ongeveer 9.000-12.000 kg CO₂! Kun je nagaan als er niet 100.000 auto's maar een paar miljoen per dag in Mexico Stad rondrijden.</p>



Vraag 10. Hoe zou je de uitstoot kunnen verkleinen?

- a Door een brandstof die minder CO₂-uitstoot dan benzine, zoals gas (LPG).
- b Door zuiniger auto's, de auto kan langer rijden op 1 liter benzine.
- c Door meer inzittenden per auto.
- d Door gebruik te maken van openbaar vervoer.
- e A en C zijn waar
- f B en D zijn waar
- g A, B, C en D zijn waar.**

Pop-up: Goed/helaas: De soort brandstof, hoe zuinig een auto rijdt, met hoeveel mensen je rijdt...het zorgt allemaal dat de CO₂-uitstoot naar beneden kan per kilometer per persoon.

Vraag 11. Je hebt Mexico Stad bezocht en vliegt vanaf het vliegveld Mexico City Benito Juarez naar Charles de Gaulle, de luchthaven van Parijs.

Hoeveel CO₂-uitstoot veroorzaakt deze enkele reis met het vliegtuig? Gebruik de volgende site <http://www.wereclimateneutral.com/ShowContent.aspx>

- a 1,05 ton CO₂, precies het jaarverbruik aan CO₂ van een Indiër.
- b 2,02 ton, bijna twee keer zoveel** als het jaarverbruik aan CO₂ van een Indiër.
- c 3,15 ton, drie keer zoveel als het jaarverbruik aan CO₂ van een Indiër.

Pop-up: Goed/Helaas 2,2 ton, dat is bijna twee keer zoveel als een Indiër in een jaar uitstoot aan CO₂. Tja, dan heb je alleen nog maar een enkele reis genomen!.

Parijs. Zoek de Eiffeltoren op en daar wachten je weer enkele vragen.

Vraag 12. De Torre Mayor in Mexico Stad was 225 meter hoog, maar hoe hoog is de Eiffeltoren eigenlijk?

- a 230
- b 300
- c 324**

Pop-up: Goed/Helaas De Eiffeltoren is 324 meter hoog.

Vraag 13 Je beklimt de Eiffeltoren en ziet de gigantische stad. Naast een goed metronet heeft Parijs sinds 2007 een ander systeem om het autoverkeer in de stad terug te dringen. Het is bekend onder de naam Vélib. Wat voor systeem is dit?

- a Een leenfietsstelsel.**
- b Een Lightrail systeem.
- c Tuktuks.

Pop-up: Sinds zomer 2007 is het leenfietsstelsel Vélib's (Vélos Libres = gratis fietsen) ingevoerd. Burgemeester Bertrand Delanoë wil dat in Parijs minder auto's rijden. Het aantal fietspaden is daarom verdubbeld, er is een tram gekomen, en elke zondag en zomer gaan de kades van de Seine dicht voor auto's. Nu is er ook het leenfietsstelsel ingevoerd. Op 750 plekken in de stad kun je een fiets lenen. In totaal zijn er meer dan 10.000 tweewielers beschikbaar en dat worden er nog veel meer. Zo kun je als Parijzenaar en als toerist je klimaatneutraal, dus zonder CO₂-uitstoot, door de stad verplaatsen. Mooi toch!

Vraag 14. Het was een kort bezoek aan de stad. Je besluit terug te reizen naar Amsterdam. Op welke manier doe je dat het milieuvriendelijkst? Gebruik hiervoor onderstaande tabel.

- a Met een hogesnelheidstrein die niet op kernenergie rijdt (0,16).
- b Moderne auto met twee inzittenden, met een caravan die op Diesel rijdt (0,25).
- c Met een moderne auto met vier inzittenden, plus dakkoffer, die op LPG (gas) rijdt (0,07).
- d Met een touringcar die volgens een lijndienst rijdt (0,06).**
- e Met een moderne economy class lijnvlucht, toesteltype 737, (0,44).

Pop-up: Goed/Helaas Met een touringcar die volgens een lijndienst rijdt, kom je het milieuvriendelijkst in Amsterdam. Dat betekent met de minste uitstoot van CO₂ en de minste luchtvervuiling. De moderne economy class lijnvlucht is het milieuvriendelijkst.

Milieubelasting van een retour Amsterdam - Parijs per reiziger

Vervoermiddel	Maat voor milieubelasting
Touringcar (bouwjaar 2000), pendel	0,04
Touringcar (bouwjaar 2000), lijndienst	0,06
Internationale trein (exclusief kernenergie/ inclusief kernenergie)	0,09/ 0,07 *)
Hoge snelheidstrein (exclusief kernenergie/ inclusief kernenergie)	0,16/ 0,12 *)
Moderne auto (bouwjaar 2000), met vier inzittenden, zonder caravan en zonder dakkofer, benzine/diesel/LPG	0,07/ 0,08/ 0,06 **)
Moderne auto (bouwjaar 2000), met twee inzittenden, zonder caravan en zonder dakkofer, benzine/diesel/LPG	0,13/ 0,16/ 0,12 **)
Moderne auto (bouwjaar 2000) met vier inzittenden, met dakkofer, benzine/diesel/LPG	0,08/ 0,10/ 0,07 **)
Moderne auto (bouwjaar 2000), met twee inzittenden, met dakkofer, benzine/diesel/LPG	0,16/ 0,19/ 0,15 **)
Moderne auto (bouwjaar 2000) met vier inzittenden met caravan, benzine/diesel/LPG	0,11/ 0,13/ 0,09 **)
Moderne auto (bouwjaar 2000), met twee inzittenden, met caravan, benzine/diesel/LPG	0,21/ 0,25/ 0,20 **)
Moderne charter/ lage kosten vliegmaatschappij, toesteltype 737-800 en 900	0,31/ 0,34 (tussen de 0,17 en 0,58) ***)
Moderne economy class lijnvucht, toesteltype 737-900 en 800	0,44/ 0,45 (tussen de 0,24 en 0,76) ***)

*) Exclusief kernenergie/ inclusief kernenergie. De berekeningen met kernenergie leiden tot 25 procent minder milieubelasting (minder uitstoot CO₂). Maar: de milieuproblemen van kernenergie (denk aan radioactief afval) zijn niet meegenomen. Deze zijn namelijk niet uit te drukken in "CO₂-equivalenten".

***) Oudere auto's (tot bouwjaar 2000) zijn meer milieubelastend dan moderne (bouwjaar 2000 en later). Oudere benzineauto's zijn ongeveer 70% meer milieubelastend dan moderne. Oudere auto's op diesel en LPG zijn 30 tot 40% meer milieubelastend dan moderne.

****) Over de milieubelasting van vliegverkeer (luchtvervuiling, broeikaseffect) is grote onzekerheid. In de berekeningen zijn de beste schattingen gebruikt. Dat leidt tot een waarde van 0,31/0,34 bij charter en 0,44/0,45 bij economy class lijnvucht. Dus: de daadwerkelijke bijdrage van broeikasgassen aan de milieubelasting van het vliegverkeer kunnen 50% lager of 70% hoger zijn. Dat leidt tot een waarde tussen 0,17 en 0,58 bij charter en tussen 0,24 en 0,76 bij economy class lijnvucht.

Pop-up: Welkom in Amsterdam! Wanneer je weer een keer op reis gaat, weet je welke manieren het meest klimaatvriendelijk zijn. Veel plezier!



C Climate Quest: Energy Dance

Titel	Energy Dance
Locatie	
Genre/thema	Energiebesparing
Inleiding	Wetenschappers, technici en bedrijven over de hele wereld zijn druk op zoek naar allerlei mogelijkheden om het gebruik van fossiele brandstoffen terug te dringen en energie te besparen. Zo kunnen we langer doen met onze fossiele voorraden en stoten we minder CO ₂ uit. Nederland, maar ook andere landen die het Kyoto-protocol hebben ondertekend, zijn verplicht hun CO ₂ ten opzichte van 1990 te verlagen.
Deadline tijdsbesteding	3 min. per vraag, totaal 15 minuten
Aantal multiple choice vragen	5
Persoon of Guild (aantal deelnemers)	1 avatar
Doel/missie/opdracht	Zie inleiding
Oracle Level	2
Puntenverdeling	-
Content	
<p>Vraag 1. Wanneer je uitgaat en danst, verbruikt je lichaam energie. Je voeten en je dansbewegingen kunnen echter ook weer energie maken. Dat is het idee voor een duurzame dansvloer. De vloer wordt zo gebouwd, dat hij de dansbewegingen omzet in elektriciteit. De eerste duurzame dansvloer moet komen in Mytown, een discotheek in Rotterdam. Wat wordt er gedaan met de opgewekte energie?</p> <p>a De energie wordt gebruikt voor het koelen van de drankjes. b De energie wordt teruggestruisd naar een energiemaatschappij. c De energie wordt gebuikt voor de LED-verlichting van de discotheek.</p> <p><i>Pop-up: De energie die de duurzame dansvloer opwekt, wordt in eerste instantie voor de verlichting gebruikt. Het nieuwe idee voor een duurzame dansvloer uit 2007 is afkomstig van Sustainable Dance Club (SDC). De Technische Universiteit Delft gaat het idee uitvoeren. Veel wereldsteden hebben al belangstelling getoond voor de dansvloer die energie kan opwekken.</i></p>	
<p>Vraag 2. Hier zie je een voorbeeld van een idee om minder CO₂ uit te stoten en fossiele brandstoffen te besparen door duurzame energie op te wekken via de wind. Het is een windturbine op de snelweg. Een idee dat nog niet economisch rendabel is. Maar wie weet, zie je over een aantal jaar wel deze windturbines boven de snelweg. Waarom is bedacht om ze boven de snelweg te plaatsen?</p> <p>a Dat is minder lelijk dan in het landschap. b Door het verkeer is er meer luchtverplaatsing en dus meer wind. c Een snelweg heeft geen obstakels en gebouwen waardoor er altijd wind is.</p> <p><i>Pop-up: Goed/Helaas Wanneer je in de auto van A naar B rijdt, verplaats je daarmee niet alleen de auto en jezelf, maar tegelijkertijd ook een berg lucht. Wetenschappers zijn op zoek naar mogelijkheden om die lucht te vangen en om te zetten in duurzame energie.</i></p>	



Vraag 3. Steeds vaker worden verkeerslichten met gloeilampen vervangen door verkeerslichten met LED-lampen. Waar staat LED voor?

- a Light Energy Diode.
- b Light Emitting Diode.**
- c Light Energy Durable.

Pop-up: Waar/Helaas LED staat voor 'light emitting diode' en betekent Licht Emitterende (uitstralende) Diode. Een diode is een elektronica-onderdeel dat maar in één richting de stroom doorlaat.

Vraag 4. Waarom worden LED's in verkeerslichten toegepast?

- a Vanwege de lange levensduur van de lampen.**
- b Vanwege de verschillende kleuren die mogelijk zijn.
- c Vanwege de brandveiligheid van de lampen.



Pop-up Waar/Helaas: LED's zijn kleine lampjes die heel lang mee gaan, wel 50.000 tot 100.000 branduren. Ter vergelijking: een normale gloeilamp heeft ongeveer een levensduur van 1.000 branduren. Bijvoorbeeld verkeerslichten gaan dus minder vaak stuk. En ook voor hoge gebouwen en plekken waar je moeilijk bij kunt komen biedt deze lamp een uitkomst.

Vraag 5. LED's hebben nog een voordeel: ze verbruiken veel minder energie dan een gloeilamp. LED-lampen zetten 50 tot 100% van de elektriciteit om in licht. Terwijl gloeilampen maar 5% van de energie omzetten in licht. Is de opbrengst van een LED-lamp hoger of lager dan een gloeilamp?

- a Hoger.**
- b Lager.
- c Gelijk.

Pop-up: Waar/Helaas De opbrengst van een LED-lamp is dus veel hoger dan van een gloeilamp. Ook voor in huis kun je steeds vaker lampen kopen met een LED-systeem.

Vraag 6. Waarom worden LED's veel in musea toegepast?

- a Ze zijn klein en onopvallend.
- b Ze verbruiken minder energie.
- c Ze geven geen ultraviolette straling en warmte af.**

Pop-up : Waar/Helaas LED-lampen geven geen ultraviolette (UV) straling en ook geen warmte af, die schadelijk is voor bijvoorbeeld schilderijen. Volgens technici komen er in de toekomst nog veel nieuwe toepassingen met LED-lampen. Wil je meer weten over de LED lamp, ga dan naar <http://www.led.novem.nl/index.html>

Vraag 7. Kun jij nog een andere technologie of oplossing vinden om energie te besparen? Schrijf je antwoord hieronder.

