

Inhoudsopgave

Inleiding	9
-----------	---

1. Waarnemingen

11

1.1 Wat is klimaat?	11
1.2 Is er werkelijk sprake van opwarming?	11
1.2.1 Sinds wanneer meten we?	11
1.2.2 Kunnen we oudere omstandigheden kennen?	15
1.2.3 Het ijs op de polen	16
1.2.4 De temperatuur lang geleden	16
1.3 Hoe werkt een broeikasgas?	18
1.3.1 Temperatuurophbouw van de atmosfeer	18
1.3.2 Is CO ₂ een broeikasgas en zijn er ook andere broeikasgassen?	20
1.3.2.1 Is licht een golfverschijnsel?	20
1.3.2.2 Het verband met de atoomstructuur	21
1.3.2.3 Het verband met de oppervlaktetemperatuur	22
1.3.2.4 Straling van Zon en Aarde	24
1.3.3 Wat is er te verwachten van reductie van de CO ₂ -concentratie?	26
1.4 Hoeveel straling ontvangt de Aarde van de Zon?	27

2. Het verband tussen temperatuur en CO₂ nader bezien

28

2.1 Het verloop van de CO ₂ -concentratie en de temperatuur in het verleden	28
2.1.1 Hoeveel CO ₂ stoten we per jaar uit?	28
2.1.2 CO ₂ in de laatste halve eeuw	29
2.1.3 De laatste miljoenen jaren	29
2.1.4 Voorlopige conclusies	31
2.2 Het verband tussen de CO ₂ -concentratie en de temperatuur	32
2.2.1 Boren in het Antarctische ijs	32
2.2.2 Is de stijging van de CO ₂ -concentratie (geheel) antropogeen?	33
2.2.3 Is CO ₂ de oorzaak van de temperatuurstijging?	34
2.3 Wat is oorzaak en wat gevolg?	35

3. Externe invloeden op de temperatuur

36

3.1 De stand van de aardas	36
3.1.1 Milanković-cycli	36
3.1.2 Bewegingen van de aardas	36
3.2 Het verband met de ijstijden	38
3.3 Variaties in de activiteit van de Zon	41
3.4 Overige invloeden	42

4. Kan de temperatuur CO₂-verhoging veroorzaken?	44
4.1 Recapitulatie.....	44
4.2 Uitstoot en absorptie van CO ₂	44
4.3 Permafrost	47
4.4 Tweede-orde-effecten.....	47
4.5 Wolken en stof	48
4.6 Stikstof	49
4.6.1 De oorsprong van de wetgeving.....	49
4.6.2 Een onhandige keuze	49
4.6.3 Waar komt stikstof vandaan?.....	50
4.6.4 Is stikstof slecht voor de natuur en wat is de invloed op het klimaat?	50
5. Conclusie en consequenties	52
6. Gevolgen van klimaatverandering	54
6.1 Zorgen	54
6.1.1 De zeespiegel stijgt.....	54
6.1.1.1 Belangrijkste oorzaken van de stijging	54
6.1.1.2 Hoe meten we de hoogte van de zeespiegel?	55
6.1.1.3 Hoe snel stijgt de zeespiegel en is er versnelling?	60
6.1.1.4 Andere delen van de wereld.....	62
6.1.2 Extreem weer	64
6.1.2.1 Stormen.....	64
6.1.2.2 Wolkbreuken en droogte.....	65
6.1.3 Natuurbranden	68
6.1.3.1 Bos- en natuurbranden in Nederland.....	68
6.1.3.2 Bos- en natuurbranden Zuid-Europa.....	68
6.1.3.3 Bos- en natuurbranden Noord-Amerika.....	69
6.2 Voordelen van klimaatverandering.	70
6.2.1 De noordelijke doorvaarten.....	71
6.2.2 Overig vaarwater.....	71
6.2.3 Landbouw	72
6.2.4 Kosten van verwarming	72
6.3 Samenvatting.....	73
7. Paniek!	75
7.1 De 84 wijzen	75
7.2 Er dreigt een enorm ijsplateau af te breken.	76
7.2.1 Vergelijking met smelten	76
7.2.2 De waterbalans.....	78
7.3 Antarctica smelt!	79
7.3.1 Binnenkort ligt Amersfoort aan zee.	79
7.3.2 Wat is er aan de hand?	80
7.3.3 De geografie van Antarctica	80
7.3.4 Het klimaat.....	82
7.3.5 Smelt het echt?.....	86
7.4 De Perito Moreno breekt af.....	88

8. Energievoorziening

91

8.1 Klimaat en energievoorziening	91
8.2 Hoeveel energie gebruiken we?	92
8.2.1 Meten	92
8.2.1.1 Basiseenheden	92
8.2.1.2 Elektrische equivalenten	94
8.2.1.3 Het verband met brandstoffen	95
8.2.2 Het verbruik	97
8.2.2.1 Verbruik Nederland en België	98
8.2.2.2 Verbruik wereld	98
8.2.2.3 Per capita consumptie	99
8.2.3 Waarvoor gebruiken we die energie?	99
8.3 Wat zijn de gebruikte energiebronnen?	101
8.3.1 Het historische gebruik van energiebronnen	102
8.3.2 Hoe groot zijn de resterende voorraden fossiele brandstof?	103
8.3.3 Overige energievoorraden	109
8.3.4 Aspecten van veiligheid en milieubelasting	112
8.4 Beoordeling van voorgestelde maatregelen	114
8.4.1 Toekomstig energieverbruik	114
8.4.2 Alternatieve energiebronnen	115
8.4.2.1 Wind	115
8.4.2.2 Zon	117
8.5 Efficiëntie van de alternatieven	121
8.5.1 De energietransitie	121
8.5.2 Relatieve efficiëntie	122
8.6 Het elektriciteitstransportnet	124
8.6.1 Het klassieke net	124
8.6.1.1 Het hoogspanningsnet	125
8.6.1.2 Het middenspanningsnet	127
8.6.1.3 Het laagspanningsnet	128
8.6.2 De transitie	129
8.6.2.1 Peak shaving	129
8.6.2.2 Buffers	131
8.6.2.3 Samenvatting	132
8.7 Waterstof	133
8.7.1 Gebruik van waterstof	133
8.7.2 Productie van waterstof	133
8.8 Kernenergie	134
8.8.1 Kosten	135
8.8.2 Afval	135
8.8.3 Bouwtijd	136

9. Adaptatie

137

9.1 Aanpassen aan of beheersen van het klimaat	137
9.2 Aspecten van klimaatverandering	139
9.2.1 Aanpak	139