Hoofdstuk 2: Het mondiale klimaatvraagstuk  
  
§1 Klimaatveranderingen opsporen  
  
1.1 Gletsjers en ijskappen als thermometers  
 - Accumulatie tegenover afsmelten  
 - Ijskappen en gletsjers reageren verschillend op het klimaat  
 -ijskap: grote massa aaneengesloten ijs die zich in een koud polair klimaat onafhankelijk van  
 de ondergrond en soms gedeeltelijk boven zee heeft ontwikkeld.  
 -(dal)gletsjer: ijs in hooggebergtegebied  
 - Gletsjers en ijskappen krimpen  
  
1.2: Aanwijzingen uit historische en geologische bronnen  
 - Zicht krijgen op het paleoklimaat  
 -Paleoklimaat: gegevens over de klimaatfactoren in het verleden.  
  
 1) Aanwijzingen uit historische bronnen  
 -historische gegevens die informatie geven over het klimaat (boekhouding tol & graanprijs)  
 2) Aanwijzingen uit biologische bronnen  
 -pollenanalyse: Pollen zijn de stuifmeelkorrels van planten. Deze komen vaak voor in  
 afzettingen die veen of klei bevatten. Stuifmeelkorrels zijn goed houdbaar. Ze geven een  
 indruk van de vegetatie in een bepaalde tijd en geeft een indruk van het klimaat.  
 -boomringen: wisselingen in de groeisnelheid maken het mogelijk jaarringen te herkennen.  
 3) Aanwijzingen uit geologische bronnen  
 -Uitgeboorde ijskernen van ijskappen vormen een soort klimaatarchief. Door de lucht-  
 belletjes die in het ijs opgesloten zijn te analyseren kunnen we veel te weten komen over  
 de samenstelling van de gassen in de lucht, zoals CO2 en CH4 en de activiteit van vulkanen.  
 De zuurstof in de luchtbelletjes geeft ons informatie over de temperatuur.   
 Hoge temperatuur = O16 > O18 Lage temperatuur = O16 < O18   
   
§2 De natuurlijke oorzaak van klimaatveranderingen  
  
2.1: Veranderingen in de hoeveelheid zonnestralingen  
 a) Schommelingen in de helderheid van de zon.  
 - de zon kent af en toe wat donkere vlekken (zonnevlekken) Bij veel zonnevlekken straalt de  
 zon net wat meer kortgolvige straling uit.  
 b) Veranderingen in de aardbaan rondom de zon  
 1) De vorm van de aardbaan om de zon verandert  
 De vorm van de aardbaan om de zon is niet contstant en verandert af en toe van  
 elliptisch naar cirkelvorming en terug. De aarde is soms dichterbij en soms niet.   
 2) De scheefheid van de aardas verandert  
 Hoe groter de hoek van de aardas is, hoe meer zonnestraling naar de polen gaat, wat  
 de opbouw van ijs tegengaat. Hoe kleiner de hoek van de aardas is, hoe groter de  
 kans op de vorming van ijskappen.  
  
 3)De tolbeweging van de aarde  
 -De aardas maakt af en toe een tolbeweging en zwabbert dus een beetje. Deze  
 tolbeweging heft duidelijk invloed op de stralingsintensiviteit. Het zorgt dus voor  
 meer en soms minder zonne-energie.  
2.2 Veranderingen in de Atmosfeer  
 1) Een toename van vulkanische activiteit  
 - Vulkanisme heeft een verlagend effect op de temperatuur als er veel asdeeltjes in de lucht  
 komen. Vooral sterk explosief vulkanisme waarbij de asdeeltjes boven de 25 kilometer in de  
 lucht worden gebracht leidt ertoe dat de hoeveelheid zonnestraling die het aardoppervlak  
 bereikt vermindert.  
 2) Inslagen van meteorieten  
 - Meteorieten zijn brokstukken van hemellichamen uit de ruimte die als een grote vuurbol de aarde  
 raken. Het kratermateriaal wordt bij een inslag hoog in de lucht geworpen. Wereldwijd kan dit leiden  
 tot een concentratie van stof van verpulverd gesteente in de atmosfeer met een sterk afkoelend  
 aardoppervlak als gevolg. *(Catastrofale klimaatverandering)*   
  
2.3 Veranderingen op Aarde.  
 1) Veranderingen van het reflectievermogen van het aardoppervlak  
 Veranderingen in de aard van de begroeiing of de omvang van de sneeuw-, en ijsbedekking kunnen  
 snel gaan en hebben invloed op het klimaat. De mate van reflectie van de kortgolvige straling van de  
 zon aan het aardoppervlak wordt erdoor veranderd.  
 2) Verandering in de ligging van de continenten  
 Veranderingen in de ligging van continenten gaat zeer langzaam (platentektoniek). Op lange termijn  
 kan een continent in een andere klimaatzone komen te liggen. Een gebied met een nat tropisch   
 klimaat kan hierdoor in de loop van de geologische tijd bijvoorbeeld een woestijnklimaat krijgen.  
 Omdat het klimaat in het gebied zelf niet is veranderd, maar de ligging van het gebied ten opzichte van  
 de klimaatzones spreken we van een *passieve klimaatverandering*.  
 3) Veranderingen in de loop van de zeestromen  
  
§3 De mens verandert het klimaat  
  
3.1: Versterking van het broeikaseffect  
 Door verbranding van de koolstof in olie, gas en steenkool zorgen we voor extra toevoer van CO2 naar de  
 atmosfeer. Methaan (CH4) en kunstmest (N2O) zorgen hier ook voor. De extra toevoer van al deze  
 broeikasgassen zorgt voor een versterking van de absorptie van de langgolvige straling van de aarde. Het  
 natuurlijk broeikaseffect dat de aarde bewoonbaar maakt wordt dus versterkt door de mens.   
  
3.2: Wat doet het systeem aarde met de extra toevoer van CO2?  
 Al die CO2 die vrijkomt moet door de aarde verwerkt worden. Daar zijn de stromingen en reservoirs op  
 aarde belangrijk bij. Ook de snelheid van die stromingen is van belang.  
  
 1) Stromingen van CO2 tussen de atmosfeer en oceaan  
 Tussen de atmosfeer en de bovenlaag van de oceaan bestaat een stroming van CO2 op basis van  
 verschillen in de concentratie. Steeds wordt hierbij gestreefd naar een evenwichtssituatie.   
 Neemt de CO2 in de atmosfeer toe dan vindt er oplossing plaats in de bovenlaag van het oceaanwater.   
 Dit proces gaat relatief snel, omdat CO2 in water gemakkelijk oplosbaar is. Bij een grote opname gaan  
 de oceanen verzuren en vertraagt dat de opname. Gelukkig er ook nog een stroming mogelijk die  
 opslag mogelijk maakt van CO2 in de diepere oceaan:  
 • Op een snelle manier gebeurt dit in de oceanen in de afzinkgebieden op hoge breedten.   
 • Op een zeer langezame manier zijn er nog twee andere afvoermechanismen zoals fotosynthese van  
 fytoplankton en het opstapelen van CO2 op de bodem van de oceaan. (fossiele brandstoffen)  
  
 2) Stromingen van CO2 tussen de atmosfeer en het landoppervlak  
 Op het land verlopen de CO2 opname en afgifte van de atmosfeer via organisch materiaal:  
 • Een zeer snelle opname en afgifte van CO2 gebeurt door levende organismen. Bij de fotosynthese  
 wordt door de planten onder invloed van zonne-energie uit CO2 en water organisch materiaal  
 opgebouwd. Bij normale ademhaling van levende organismen of bij het verbranden van hout komt de  
 CO2 weer snel terug in de atmosfeer.   
 • In de aardbodem is in de loop der tijd een forse hoeveelheid koolstof opgeslagen. De koolstof is erin  
 gekomen via het plantenafval dat door bodemdieren de grond in is gebracht en heeft geleid tot de  
 vorming van een humuslaag. Door inwerking van zuurstof en zonlicht gaat de koolstof als CO2 weer  
 langzaam terug naar de atmosfeer.  
 • Wanneer het afval van planten en dieren in een moerasachtig zuurstofarm milieu komt onstaan  
 veenlagen en wordt koolstof aan de kringloop onttrokken. Na toedekking met afzettingen kan na zeer  
 lange tijd bruinkool, steenkool en aardgas worden gevormd. Pas bij verbranding voor de  
 energieopwekking wordt de CO2 weer snel teruggegeven aan de atmosfeer.  
  
§4 Hoe anders wordt ons wereldklimaat?  
  
4.1: Klimaatonderzoek door het IPCC  
 De mogelijke negatieve gevolgen van een door de mens in gang gezette verandering van het wereldklimaat  
 hebben geleid tot internationale actie. In 1988 werd een internationaal onderzoeksorgaan opgericht:  
 Het IPCC (Ingovernmental Panel on Climat Change).  
 Het IPCC verzamelt objectieve kennis over het klimaatprobleem en het een wetenschappelijke basis geven.  
 Hiertoe zijn drie werkgroepen opgericht:   
 • Werkgroep 1 verzamelt wetenschappelijke kennis over het klimaat.  
 • Werkgroep 2 concentreert zich op de maatschappelijke gevolgen van klimaatverandering en de  
 mogelijkheid tot adaptie (aanpassing).  
 • Werkgroep 3 onderzoekt de mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen  
 (mitigatie).  
  
4.2: Meer stralingsenergie en hogere temperaturen  
 Volgens het IPCC is het zeer waarschijnlijk dat de menselijke activiteiten hebben gezorgd voor een toename   
 van de broeikasgassen in de lucht.  
 De grafiek van de wereldtemperatuur heeft een hockeystick-vorm. Het is waarschijnlijk dat de mens heeft  
 gezorgd voor de toename van de temperatuur. Ze verwachten dat de temperatuur de komende 100 jaar  
 met 1,1 tot 6,4 graden toeneemt.  
  
4.3: Meer neerslag maar minder ijs  
 Wat de temperatuurstijging zal doen met de neerslag is moeilijker te voorspellen. Waarschijnlijk neemt de  
 neerslag in totaal toe maar zal het tussen klimaatzones gaan verschillen. Meer neerslag in tropen en hogere  
 breedtes maar minder in de subtropen. Dit zou betekenen dat de hoeveelheid ijs toeneemt maar dat is niet  
 zo want er kalft weer veel af door hogere temperaturen. Het meeste ijs zal verdwijnen op Groenland na,  
 omdat die zo groot is.  
  
4.4: De oceaan warmt op  
 De oceaan wordt op twee manieren beïnvloedt door een warmer klimaat. De oceaan wordt steeds warmer  
 waardoor het water uitzet en de zeespiegel stijgt. Daarnaast smelten gletsjers en ijskappen waardoor er nog  
 meer water bijkomt. De zeespiegel zal volgens het IPCC de komende eeuw met 18 tot 59 cm stijgen.  
 Regionaal is er wat betreft de zeespiegelstijging verschil. In de Atlantische oceaan zal het nog extra stijgen  
 omdat het warme water daar de diepzeepomp in gaat en het water ook op die diepte uit zal zetten.  
  
§5: Leren leven met een ander wereldklimaat  
  
5.1: Verschillen in kwetsbaarheid voor klimaatverandering  
 Duidelijke veranderingen in het klimaat hebben altijd gevolgen voor het leven van mensen,planten en  
 dieren. Ze kunnen bijvoorbeeld invloed hebben op de watervoorraden, op de productiviteit van de  
 landbouw, op de bescherming tegen de zee en de gezondheid. Mensen en ecosystemen kunnden door een  
 klimaatverandering gedwongen worden zich aan te passen. Het IPCC noemt deze aanpassing adaptatie.   
 Hoe noodzakelijk een aanpassing is verschilt per gebied of land en hangt af van de kwetsbaarheid van de  
 menselijke bewoning en ecosystemen voor de klimaatverandering.  
  
 De kwetsbaarheid geeft de mate aan waarin een gebied of ecosysteem in staat is de negatieve effecten van  
 een klimaatverandering op te vangen. Een rol spelen:  
 1) De hoogteligging en de nabijheid van de zee  
 De stijging van de zeespiegel door het warmere wereldklimaat maakt laaggelegen kustgebieden en  
 kleine eilanden gevoelig voor overstromingen.  
 2) Het karakter van het huidige klimaat in een gebied of landschapzone  
 Ook het karakter van het bestaande klimaat speelt een grote rol bij klimaatverandering. Belangrijk is of  
 de dominante eigenschappen zoals zeer hete zomers, grote droogte, veel neerslag of veel stormen  
 door klimaatverandering juist worden versterkt of juist verzwakt. Zo zullen klimaten met hete zomers  
 er bij opwarming niet prettiger op worden.  
 3) Het aanpassingsvermogen van de natuurlijke ecosystemen (planten en dieren in ecosysteem)  
 Niet iedere soort plant of dier kan zich aan een ander klimaat aanpassen. Vooral bijzondere soorten  
 hebben het moeilijk, omdat het vaak fijnproevers zijn die in een heel specifiek milieu leven. Dit geldt  
 bijvoorbeeld voor de koralen die riffen bouwen in de tropische wateren.   
 4) De soort economische activiteiten die in een gebied domineren  
 De soort economische activiteiten in een gebied. Gebieden die afhankelijk zien van toerisme of  
 landbouw kunnen getroffen worden. De voedselproductie en inkomsten kunnen in gevaar komen.  
 5) De economische en technologische ontwikkeling van de samenleving.  
 De economische en technologische ontwikkelingen. Adaptie kost geld en technische kennis, niet alle  
 landen hebben dit.  
  
5.2 De effecten van klimaatverandering op gebieden en ecosystemen  
 1) Veranderingen in de beschikbaarheid van zoet water  
 Sommige gebieden zullen te maken krijgen met overstromingen maar in andere gebieden wordt het  
 heel droog of smelten bijvoorbeeld de gletsjers weg, en daarmee de watervoorziening. In  
 kustgebieden zal het land overstromen waardoor verzilting optreedt en de beschikbaarheid van  
 zoetwater afneemt.  
 2) Veranderingen in de biodiversiteit en de opslag van koolstof.   
 Bij een temperatuurstijging van 2 tot 3 graden loopt 20-30% van planten en dieren het risico uit te  
 sterven. De permafrost zal ontdooien en opgeslagen CO2 komt vrij, net als bij de tropische zones.  
 3) Verandering in de productie van voedsel en hout.   
 De plantengroei start eerder en zal langer duren.   
 In sommige gebieden neemt de productie toe, in andere af.  
 4) Meer kans op overstromingen in kustgebieden.   
 Rivieren moeten meer afvoeren door stormen en zeespiegelstijging.  
 5) Verandering in de aantrekkelijkheid voor toerisme.  
 Sommige gebieden worden aantrekkelijker, anderen onaantrekkelijker   
 6) Effecten op de gezondheid.   
 Besmettelijke ziektes nemen toe en mensen gaan dood door hitte.  
  
5.3: Winnaars en verliezers bij de continenten   
 Er zullen winnaars en verliezers van de klimaatverandering zijn. Afrika krijgt de zwaarste klappen.   
 Dichtbevolkte deltagebieden zullen sneller overstromen en de water en voedselschaarste zal toenemen. In  
 Noord- en West- Europa wordt het klimaat gunstiger voor toerisme en landbouw. In het Zuiden wordt het  
 ongunstiger. In Zuid-Amerika krijgen ze te maken met heftigere en meer orkanen, hagelbuien,  
 overstromingen etc. In de droge gebieden vindt verzilting en verwoestijning plaats.  
  
§6 Hoe kan klimaatverandering beperkt worden?  
  
6.1: Een klimaatverdrag voor de hele aarde  
 In 2005 ontstaat het Kyoto-protocol als onderdeel van het VN-klimaatverdrag. Daarin staat dat de mondiale  
 uitstoot ten opzichte van 1990 met 5,2% omlaag moet in de periode 2008-2012. De ontwikkelingslanden  
 hoeven niet mee te doen want die vervuilen amper. De EU moet de uitstoot met 8% verminderen.  
  
6.2: De uitvoering van het Kyoto-protocol  
 • Minder broeikasgas door maatregelen in eigen land. Zuiniger gebruik fossiele energie, duurzame energie  
 gebruiken, het gebruik van natuurlijke opslagbronnen (sinks) zoals bossen.  
 • Minder broeikasgas door maatregelen in het buitenland.   
 Drie groepen landen:  
 A. De voormalige Oostbloklanden:   
 veel oude industrie. Hier moet geïnvesteerd worden in nieuwe schone technologie.  
 B. De ontwikkelingslanden.   
 Ook hier moet worden geïnvesteerd in schone duurzame technologie. Sinks moeten  
 gehandhaafd en uitgebreid worden. Er zijn hier projecten mogelijk om goedkoop de uitstoot  
 van broeikasgassen terug te dringen.  
 C. De industrielanden onderling (emissiehandel).  
 Landen hebben recht op een stuk uitstoot. Als ze dit niet uitstoten kunnen ze deze rechten  
 verhandelen via co2-credits. Dit is emissiehandel. Dit kan ook tussen bedrijven.  
  
6.3: De Kyoto-maatregelen zijn niet toereikend  
 De kyoto-afspraken zijn niet toerijkend door een snelle groei van o.a. China, India, Brazilië etc. De Co2  
 uitstoot groeit hier snel, net als in de VS. Volgens werkgroep 3 van het IPCC is het wel mogelijk om ze te  
 halen. Veel nieuwe technieken zijn nodig.  
  
6.4: Bouwstenen voor een duurzaam klimaat  
 De vier belangrijkste manieren om de uitstoot te verminderen zijn:  
 • Energiebesparing.   
 Door het gebruik van zuinige elektrische apparaten, hoge benzineprijzen en subsidies. Bij milieu  
 onvriendelijk reizen een vergoeding betalen ter compensatie (klimaatneutraal reizen). Dit kan  
 bijvoorbeeld via co2-certificaten.  
 • Meer energie zonder uitstoot broeikasgassen.   
 De rol van kernenergie is hierin onzeker. Water- wind- en zonnekracht biedt wel een uitkomst. Dit is  
 nog wel redelijk duur. Biodiesel (sojaolie, zonnebloemolie) is ook mogelijk.  
 • Vastleggen van koolstof in bossen en koolstofplantages.   
 Het gebruiken van sinks en koolstofplantages (plantengroei waarbij veel co2 wordt opgenomen)I  
 • Afvang en opslag van CO2.   
 Je kunt het afvangen en geconcentreerd opslaan in bijvoorbeeld lege olie- en gasvelden. Wereldwijd is  
 de capaciteit van die opslagplaatsen groot genoeg om de uitstoot van tientallen jaren op te slaan.  
  
Niels van der Weide, V5C