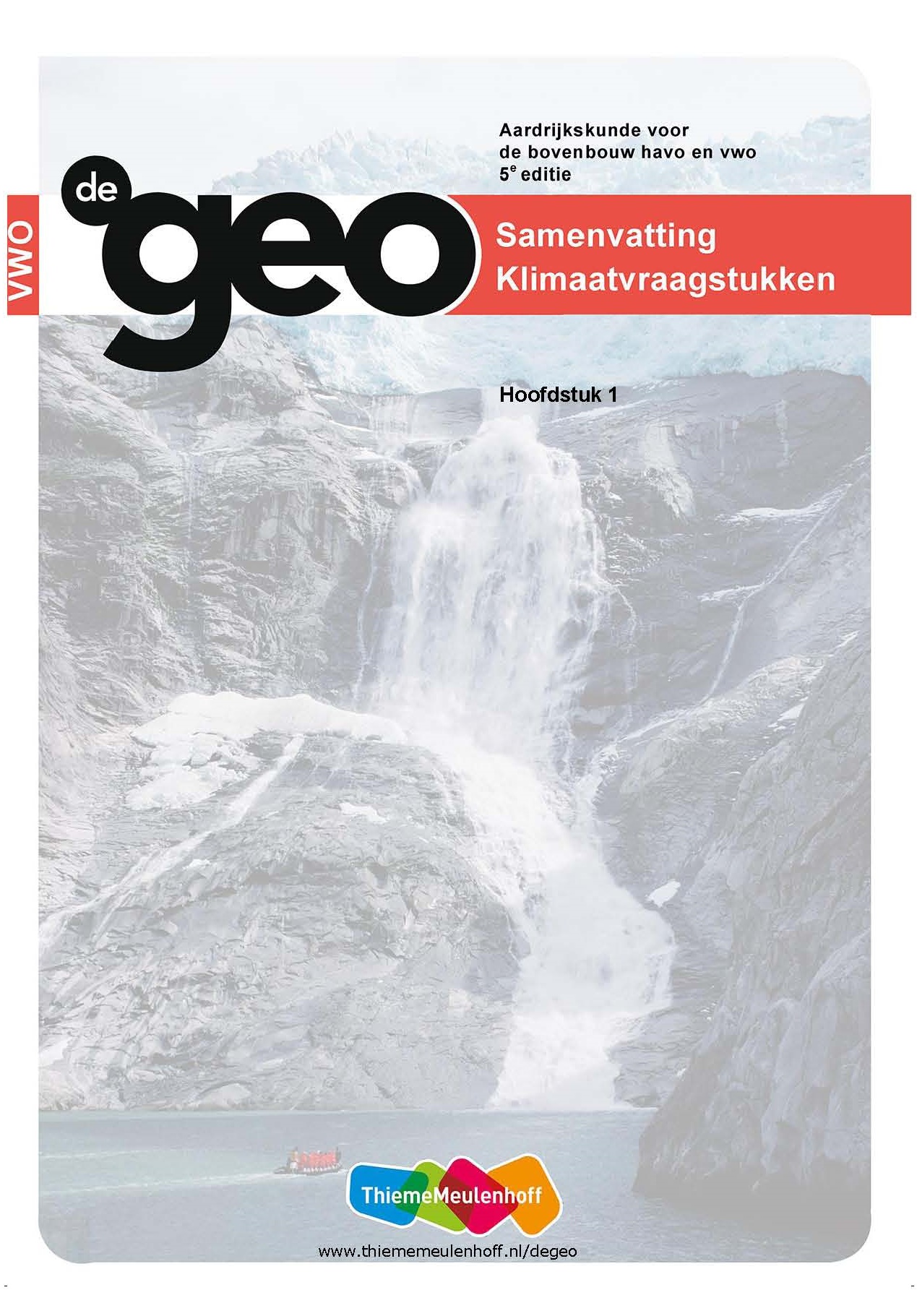
****

**Samenvatting Klimaatvraagstukken**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **1 Het klimaatsysteem** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Wat is de wisselwerking tussen de atmosfeer, de oceanen en het land bij de totstandkoming van klimaten?* |
|  | **1.1 De atmosfeer: een omhulsel van gas** |
|  | **Deelvragen**  *1 Wat is het verschil tussen weer en klimaat?*  *2 Wat is de samenstelling en opbouw van de atmosfeer?*  *3 Waardoor zijn er variaties in de stralingsbalans?* |
| *atmosfeer* | **Weer en klimaat**  ► De toestand van de dampkring op een bepaald moment en voor een klein gebied, noem je het weer.  Het klimaat is de gemiddelde toestand van het weer over een lange periode en voor een groot gebied.  ► Het systeem aarde bestaat uit vier sferen: de **atmosfeer**, de hydrosfeer, de lithosfeer en de biosfeer. |
|  | **Ontstaan van de atmosfeer**  ► Meer dan 80% van de gassen die de dampkring vormen, tref je aan in de onderste 10 kilometer.  ● Samenstelling van de atmosfeer: stikstof (78,01%), zuurstof (20,95%), kleine hoeveelheden waterdamp en koolstofdioxide. |
|  | **Samenstelling en opbouw van de atmosfeer**  ► De atmosfeer is opgebouwd uit vier lagen, gescheiden door pauzes.  ● De onderste laag is de troposfeer (9-12 kilometer dik). Hierin daalt de temperatuur met toenemende hoogte.  ● De laag hierboven heet de stratosfeer. Hierin zit veel ozongas (O3) dat de schadelijke ultraviolette straling uit het zonlicht filtert.  ● De twee buitenste lagen zijn de mesosfeer en de thermosfeer. |
| *energiebalans*  *stralingsbalans* | **Energiebalans**  ► Er is een evenwicht tussen de hoeveelheid straling die de aarde bereikt en de hoeveelheid straling die de atmosfeer weer verlaat. Dit heet de **energiebalans** of **stralingsbalans**.  ● Ongeveer 30% van de zonne-energie wordt teruggekaatst en ruim 20% wordt geabsorbeerd in de troposfeer.  ● De kortgolvige zonnestraling die het aardoppervlak bereikt, wordt omgezet in warmte en door de aarde als langgolvige straling teruggekaatst. Door het broeikaseffect wordt de warmte die de aarde uitstraalt als langgolvige straling teruggekaatst. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Variaties in de energiebalans**  ► De hoeveelheid straling die een bepaald gebied op aarde ontvangt, hangt af van: de breedteligging, het albedo en de gesteldheid van het aardoppervlak.  ● Door de bolling van de aarde vallen op lage breedte de zonnestralen loodrecht in. Hierdoor is de hoeveelheid straling per oppervlakte-eenheid groter dan op hoge breedte. Doordat deze zonnestralen ook een kortere weg door de dampkring afleggen, wordt er minder energie door de lucht opgenomen.  ● De weerkaatsing van het zonlicht verschilt van gebied tot gebied.  ● Water wordt langzamer warm en koud dan land. Dit heeft vier oorzaken:  - het zonlicht kan dieper in het water doordringen dan in het land.  - doordat water in beweging is, wordt de warmte beter verdeeld dan op het land.  - het kost meer energie om water een graad in temperatuur te laten stijgen dan land.  - bij verdamping van water gaat energie uit het water naar de dampkring. |
|  | **1.2 Warmtetransport door de wind** |
|  | **Deelvraag**  *4 Waarom zijn er variaties op het globale windsysteem?* |
| *hogedrukgebied/maximum*  *lagedrukgebied/minimum*  *luchtcirculatie* | **Luchtdrukverschillen**  ► Door lucht en water vindt er transport van warmte plaats van de evenaar naar de polen.  ● Door verschil in luchtdruk gaat lucht stromen van een **hogedrukgebied** of **maximum** naar een **lagedrukgebied** of **minimum**. Wind is niets anders dan stromende lucht van plaatsen waar er te veel van is naar plaatsten waar er te weinig van is. Dit noem je de **luchtcirculatie**. |
| *corioliskracht* | **Het corioliseffect**  ► Door de draaiing van de aarde wordt de **corioliskracht** veroorzaakt.  ● De lucht die op grote hoogte naar de polen stroomt, koelt af en zakt op 30° naar beneden. Aan het aardoppervlak stroomt deze lucht weg naar het noorden en zuiden.  ● De lucht die aan het aardoppervlak van de Noordpool naar de evenaar stroomt, ontmoet op ongeveer 60° N.B. de naar het noorden stromende lucht die vanaf 30° N.B. komt. De lucht botst en stijgt. |

|  |  |
| --- | --- |
| *passaat*  *moessons* | **Passaten en moessons**  ► Door deze circulaties zijn er zeven gordels van hoge en lage luchtdruk met het bijhorende windsysteem. De wind op het aardoppervlak krijgt door de corioliskracht een afwijking.  Wet van Buys Ballot: als je met je rug naar de wind staat, krijgt op het noordelijk halfrond de wind een afwijking naar rechts en op het zuidelijk halfrond een afwijking naar links.  **Passaat**: droge wind die het hele jaar uit oostelijke richting van de subtropische hogedrukgebieden naar de evenaar waait.  ● Door de schuine stand van de aardas en verschillen tussen land en zee, treden er afwijkingen op.  ● De zone van lage luchtdruk rond de evenaar, de intertropische convergentiezone (ITCZ), verschuift met de loodrechte zonnestand mee. Daardoor verschuift het windsysteem rond de evenaar in juli naar het noorden en in januari naar het zuiden.  ● Doordat de verschillen in temperatuur tussen zomer en winter boven de continenten het grootst zijn, is de verschuiving daar het sterkst. Door deze verschuiving waaien er in sommige gebieden rond de evenaar winden die na een halfjaar 180° draaien: **moessons**. |
|  | **1.3 Rivieren in de oceanen** |
|  | **Deelvragen**  *5 Wat is de invloed van zeestromen op het klimaat?*  *6 Wat zijn El Niño en La Niña?* |
| *oceanische circulatie* | **Oceanische circulatie**  ► De overheersende winden zijn de reden voor het ontstaan van de **oceanische circulatie**. Deze zorgen voor een herverdeling van zonne-energie over de aarde. Ook zeestromen krijgen door de corioliskracht een afwijking.  ● Op het noordelijk halfrond draait het circulatiepatroon met de wijzers van de klok mee, op het zuidelijk halfrond tegen de wijzers van de klok in.  ◾ Uitzondering: de Westenwinddrift ten noorden van Antarctica. Dit is de enige zeestroom die ongehinderd van west naar oost rond de aarde stroomt. |
| *warme zeestromen*  *koude zeestromen* | **Warme en koude zeestromen**  ► Er zijn twee soorten zeestromen: **warme en koude zeestromen**. De warme zeestromen brengen warm water naar de polen en koude zeestromen zorgen ervoor dat koud water naar lagere breedtes stroomt.  ● Warm en koud betekent dat de watertemperatuur hoger of lager is dan je op een bepaalde breedtegraad zou mogen verwachten. |

|  |  |
| --- | --- |
| *diepwaterpomp* | **Thermohaline circulatie**  ► Door de Golfstroom heeft Noordwest-Europa een zachter klimaat dan de geografische breedte zou doen verwachten.  Door de daling van de temperatuur en de grote hoeveelheid zout, zinkt het water van de Golfstroom voor de kust van IJsland naar de oceaanbodem. Deze stroming langs de bodem van de oceaan wordt de Noord-Atlantische Diep Water Stroming genoemd.  ● Omdat er bij Groenland steeds weer nieuw water naar beneden zinkt, wordt het diepe water op andere plekken in de oceanen opnieuw omhoog gestuwd. Deze oceaanstroming heet de thermohaline circulatie. Dit thermohaline circulatiesysteem werkt als een geweldige **diepwaterpomp** die warm water uit de tropische streken naar het noorden stuwt en dan weer retour laat gaan via de diepte van de oceanen. |
|  | **Normale situatie**  ● Aangedreven door passaten neemt de Zuid-Equatoriale Stroom veel warm water mee naar Indonesië en het noordoosten van Australië. Hier valt veel neerslag doordat het warme zeewater opstijgt. Aan de andere kant van de Grote Oceaan, bij de Zuid-Amerikaanse westkust, blaast de aflandige passaatwind het oppervlaktewater van de kust weg. Dit wordt aangevuld door koel water dat uit de diepte van de oceaan opwelt. Dat water is rijk aan plankton, dat weer veel vis aantrekt. |
| *El Niño* | **Het Kerstkind**  ► Rond de jaarwisseling is er gedurende twee tot drie maanden een onderbreking in dit windpatroon. Doordat er geen koud water meer kan opwellen, wordt de hoeveelheid plankton minder en verdwijnen de vissen. De vissers in dat gebied noemen het verschijnsel **El Niño**.  ● Elke twee tot zeven jaar komt een krachtige El Niño voor.  ● De gevolgen hiervan zijn mondiaal. Bijvoorbeeld: extreme droogte in Australië, Zuidoost-Azië en Zuid-Afrika, verhoogde orkaanactiviteit, overstromingen in het zuiden van de Verenigde Staten en warmere winters in Canada. |
|  | **La Niña**  ► Bij La Niña zijn de klimaatomstandigheden precies het tegenovergestelde van El Niño: sterkere passaten waardoor grote hoeveelheden oceaanwater westwaarts gestuwd worden en de zeespiegel stijgt bij Indonesië en de Filipijnen. |
|  | **1.4 Het klimaat als systeem** |
|  | **Deelvraag**  *7 Waarom treden er klimaatveranderingen op?* |
|  | **Samenspel**  ► De totstandkoming van een klimaat is een samenspel tussen lucht, water, ijs, land en vegetatie. |

|  |  |
| --- | --- |
| *conditionele factoren*  *sturende mechanismen* | **Voorwaarden**  ► Er zijn drie grote factoren die aanzet kunnen geven tot een verandering van het klimaat.  ● Allereerst moet er aan een aantal randvoorwaarden worden voldaan voordat er een verandering kan optreden. Dit worden de **conditionele factoren** genoemd.  ● Factoren die bijdragen aan de gebeurtenis, maar geen randvoorwaarden zijn, noem je **sturende mechanismen**.  ● De derde externe factor is de variatie in de hoeveelheid zonne-energie die de aarde ontvangt. |
| *terugkoppelingsmechanismen* | **Versterking of verzwakking?**  ► Door **terugkoppelingsmechanismen** wordt het proces van klimaatverandering beïnvloed.  ● Bij een positieve terugkoppeling wordt het proces versterkt.  ● Bij een negatieve terugkoppeling wordt het proces verzwakt. |

**Samenvatting Klimaatvraagstukken**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **2 Klimaatverandering is niets nieuws!** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Wat zijn de oorzaken van enkele grote klimaatveranderingen die de aarde heeft gekend?* |
|  | **2.1 Woestijnaarde** |
|  | **Deelvragen**  *1 Wat is het verband tussen platentektoniek en de woestijnaarde uit het Perm?*  *2 Waarom heeft Nederland de aardgasvoorraden en het zout te danken aan de woestijnaarde?* |
|  | **Perm**  ► Door fossielen- en gesteenteonderzoek en een reconstructie van de platentektonische bewegingen is er veel informatie over het klimaat in het Perm (300 miljoen jaar tot 250 miljoen jaar geleden). Continentverschuiving en de daarmee gepaard gaande zeespiegelbewegingen zijn bepalend geweest voor het klimaat. |
|  | **Alfred Wegener**  ► Volgens Alfred Wegener hadden alle continenten in het verre verleden aan elkaar vastgezeten – het oercontinent Pangea. Door het later uiteenvallen van Pangea waren volgens hem de huidige continenten en oceanen gevormd.  Wegener kon niet verklaren waarom Pangea was opengebroken en waarom de continenten bewogen. |
|  | **Mid-oceanische ruggen**  ► Halverwege de vorige eeuw werd duidelijk dat in de oceanen onderzeese gebergtegordels liggen. De oceaanbodem was veel jonger dan het gesteente van de continenten.  ● Hoe verder weg van de onderzeese gebergteketens het gesteente werd gevonden, hoe ouder het bleek te zijn.  Door seafloor spreading wordt nieuw gesteente gevormd dat zich horizontaal verplaatst. |
| *convectiestromen* | **Aardplaten**  ► De aardkorst bestaat uit allemaal delen die bij de mid-oceanische ruggen uit elkaar drijven. De oceaanbodem beweegt horizontaal en neemt de continenten mee. Er zijn ook plekken op aarde waar de platen met elkaar botsen en waar de ene plaat onder de andere duikt en wordt vernietigd.  ● De beweging van de platen wordt aangedreven door de inwendige warmte van de aarde. Er zijn kringlopen van gesteente, de **convectiestromen**. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Supercontinent**  ► In het Perm was er Pangea, ontstaan door botsing van platen. Dit supercontinent strekte zich uit van pool tot pool. In deze tijd kende een groot deel van de wereld een continentaal klimaat, omdat veel land ver van de oceaan lag. Het was erg droog en het grootste deel van de aarde was woestijngebied.  ● Er was veel water opgeslagen in een ijskap. Hierdoor stond de zeespiegel relatief laag 🡺 meer gesteenten blootgesteld aan verwering en erosie 🡺 afbraakmateriaal namen de rivieren mee naar de oceanen 🡺 flora en fauna in de oceanen meer voedingsstoffen 🡺 sterke plantengroei leidde tot onttrekking van veel CO2 🡺 laag CO2-gehalte is vermindering van het broeikaseffect, dus afkoeling 🡺 groei ijskappen en daling zeespiegel.  ● De zandlagen in de woestijn hebben een kenmerkende rode kleur, die is ontstaan door de ijzerdeeltjes in het zand. |
|  | **Zout in Nederland**  ► Gedurende het Perm lag het huidige Nederland ter hoogte van de huidige Sahara. Het maakte deel uit van een grote woestijn die zich van Engeland tot Polen uitstrekte en die was omgeven door gebergtes. Aan het einde van het Perm overstroomde dit gebied.  ● Toen de zee zich had teruggetrokken, verdampte het water door het droge klimaat. Het gevolg was dat zoutkristallen zich op de bodem afzetten. |
|  | **Steenkool en aardgas in Nederland**  ► In het Carboon lag het huidige Nederland ter hoogte van de evenaar: moerasachtig, tropisch gebied. Planten die doodgingen, kwamen in het zuurstofarme water van de moerassen terecht en vormden dikke veenlagen. Door het inkolingsproces ontstaat uit veen uiteindelijk steenkool.  ●De dikke zoutlagen uit het Perm vormden een dekgesteente waardoor de uit de plantenresten ontsnappende gassen werden tegengehouden. De zandlagen uit het Perm dienden als reservoirgesteente. |
|  | **2.2 Broeikasaarde** |
|  | **Deelvragen**  *3 Waarom was er tijdens het Krijt sprake van een broeikasaarde?*  *4 Waardoor kwam er een abrupt einde aan de broeikasaarde?* |
|  | **Scheuren**  ► Na het Perm scheurde Pangea door het omkeren van de convectiestromen open. Door het omkeren van de richting van de convectiestromen scheurde de afdeklaag en raakten de continenten op drift.  ● Na het openbreken van Pangea dreven de continenten versneld uit elkaar. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Zeespiegel**  ► Door al deze plaatbewegingen ontstond een groot oppervlak aan nieuwe oceaanbodem. De zeespiegel in die tijd stond 200 tot 300 meter hoger dan nu.  ● Het bergend vermogen van de oceanen nam af door de grote hoogte van de mid-oceanische ruggen.  Als gevolg van de warmte zette ook het zeewater uit. |
|  | **Koolzuurgas**  ► Er was een zeer hoog CO2-gehalte in de atmosfeer. Het snel uiteendrijven van de platen was hiervoor verantwoordelijk. Bij vulkaanuitbarstingen komen namelijk grote hoeveelheden vulkanische gassen in de atmosfeer.  ● Waar is al dat koolzuurgas gebleven? Het antwoord hierop vind je in de koolstofcyclus. De CO2 in de lucht verbindt zich met waterdruppels en vormt koolzuur. Dit zwakke zuur valt samen met de neerslag op de gesteenten op aarde. Het natrium (Na), het kalium (K) en het calcium (Ca) waar de mineralen van deze gesteentes uit bestaan, lossen op en vormen klei. Deze klei wordt door de rivieren en het grondwater samen met het koolzuur naar de zee gebracht. Hier maken allerlei beestjes er kalkskeletten van. Uiteindelijk worden er dikke kalklagen gevormd. |
| *actualiteitsprincipe* | **‘The past is the key to the present’**  ► Bij het **actualiteitsprincipe** wordt aangenomen dat processen in het verleden op dezelfde manier zijn verlopen als tegenwoordig. |
| *meteorietinslag* | **Dinokiller?**  ► Op de grens tussen het Krijt en het Tertiair was er een abrupte klimaatverandering. De oorzaak is waarschijnlijk een geweldige **meteorietinslag**.  ● Bij onderzoek zijn sedimenten gevonden met een relatief hoog gehalte aan iridium, dit mineraal is in meteorieten veel aanwezig. In Yucatan (Mexico) is een inslagkrater gevonden die uit die tijd stamt.  ● Meer aanwijzingen voor de theorie:  - er zijn mineralen gevonden die normaal gesproken op aarde niet voorkomen.  - koolstof in sedimenten door de branden die na de klap over de gehele wereld moeten hebben gewoed.  - de geweldige hoeveelheden stikstofoxiden gingen een chemische reactie aan met de ozon in de atmosfeer. Daardoor werd de ozonlaag dunner en kwam er veel meer ultraviolette straling van de zon binnen.  - veel fijn stof in de atmosfeer dat het zonlicht blokkeerde met als gevolg een afkoeling die een paar jaar geduurd kan hebben.  - verstoring van de fotosynthese waardoor voedselketens werden vernietigd. |
|  | **Vulkaanuitbarstingen in India**  ►Een andere theorie voor de mondiale uitsterving zocht men in heftige vulkaanuitbarstingen in India. Door de vrijkomende stofwolken werd het zonlicht tegengehouden en koelde het klimaat af.  ● Tegenwoordig gaat men uit van een combinatie van de twee theorieën. |
|  | **2.3 IJstijdaarde** |
|  | **Deelvraag**  *5 Wat zijn de sturende mechanismen achter de ijstijden in het pleistoceen?* |
| *glacialen/interglacialen*  *Kwartaire klimaatveranderingen*  *ijstijdtheorieën* | **IJstijdtheorieën**  ► Kenmerkend voor het Kwartair is een afwisseling van **glacialen** en **interglacialen**. Deze variatie aan **Kwartaire klimaatveranderingen** is toe te schrijven aan een complex samenspel van meerdere factoren die zich afspelen op verschillende tijdschalen: de **ijstijdtheorieën**.  ● De ligging van de continenten en het verschuiven hiervan als gevolg van platentektoniek is meestal de belangrijkste factor. Eén van de voorwaarden voor een ijstijd is dat er veel land in de omgeving van de polen ligt.  ● Daar komt dan meer ijs, wat zorgt voor een groter albedo. |
|  | **Zonnestraling**  ► Kleine veranderingen in de baan van de aarde om de zon en in de stand van de aardas spelen ook een rol. Hierdoor verandert de verdeling van de zonnestraling over de aarde. |
| *Milankovitch-variabelen* | **Milankovitch**  ► Milankovitch heeft onderzoek gedaan naar veranderingen in de baan van de aarde om de zon en in de stand van de aardas. Er zijn drie cycli – de **Milankovitch-variabelen** – belangrijk:  ● excentriciteit: de ellipsvormige baan van de aarde om de zon wisselt om de 100.000 tot 400.000 jaar.  ● scheefstelling: de hoek van de aardas ten opzichte van de baan van de aarde om de zon varieert.  ● precessie: de schommeling van de aardas. |
|  | **Totaalplaatje**  ► Veranderingen in deze drie grootheden veroorzaken variaties in de hoeveelheid instraling die de aarde ontvangt. Een klein verschil kan ervoor zorgen dat de gemiddelde mondiale temperatuur stijgt of daalt met 5° C. |
| *glaciale wip* | **Glaciale wip**  ► Aan de hand van figuur 2.25 kun je verklaren dat een ijstijd kan ontstaan door kleine veranderingen in de stand van de aardas.  De aardkorst zoekt naar een evenwicht als er door het ijs een deel naar beneden wordt gedrukt: **glaciale wip**. |
|  | **Andere factoren**  ► Er treden ook nog allerlei positieve en negatieve terugkoppelingsmechanismen op.  ● Het huidige patroon van zeestromen was totaal anders. Er werd dus geen warmte naar onze breedtegraad vervoerd.  ● Ook vulkanische activiteit heeft invloed op de temperatuur. Stofdeeltjes blijven een paar jaar in de dampkring en reflecteren het zonlicht. Het aardoppervlak wordt daardoor koeler. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **2.4 Reconstructie van klimaten uit het verleden** |
|  | **Deelvraag**  *6 Hoe worden klimaatveranderingen uit het verleden gereconstrueerd?* |
| *paleoklimatologie* | **Vroeger**  ► De **paleoklimatologie** is de wetenschap die inzicht probeert te krijgen in de vroegere klimaten op aarde en de mechanismen die veranderingen hebben veroorzaakt.  ● Om klimaten uit het verleden te reconstrueren, wordt vaak gewerkt met indicatoren die indirect iets zeggen over het klimaat in het verleden. |
|  | **Boringen in oceaanbodems**  ► Door te kijken naar de isotopen van bepaalde elementen in sedimenten en fossielen kan de afwisseling van warmere en koudere perioden worden vastgesteld. Isotopen zijn atomen met dezelfde chemische eigenschappen, maar met verschillende atoomgewichten. Vaak wordt gewerkt met de 16O-18O verhouding. |
|  | **Boringen in ijskappen**  ► Bij boringen in ijskappen wordt dezelfde methode gebruikt. |
|  | **14C-methode**  ► De 14C-methode wordt gebruikt om de ouderdom van organisch materiaal te bepalen. De methode is gebaseerd op het gegeven dat het gehalte aan de radioactieve koolstofisotoop ongeveer constant is in de lucht, maar door radioactief verval afneemt in dood materiaal. |
|  | **Geomorfologie en bodemonderzoek**  ► De geomorfologie legt zich toe op de beschrijving en de verklaring van de vormen in het landschap, zoals rivierdalen, berghellingen en kusten. Ook de geomorfologie heeft aanwijzingen opgeleverd voor vroegere klimaten. |
|  | **Dichter bij het heden**  ► Twee van de meest gebruikte technieken voor het bepalen van het klimaat tijdens het holoceen zijn:  ● de pollenanalyse (palynologie)  ● het onderzoeken van de jaarringen van bomen (dendrochronologie).  ● Bij het onderzoek naar het klimaat van de laatste paar duizend jaar kun je historische bronnen gebruiken. |

**Samenvatting Klimaatvraagstukken**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **3 Klimaatverandering in perspectief** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Welke gevolgen kan de klimaatverandering in de 21e eeuw hebben voor natuur en mens?* |
|  | **3.1 De geschiedenis herhaalt zich?** |
|  | **Deelvragen**  *1 Wat is de invloed van natuurlijke factoren op klimaatveranderingen?*  *2 Welke invloed heeft de mens op klimaatveranderingen?*  *3 Welke onzekerheden zijn er over de oorzaken en de gevolgen van het versterkte broeikaseffect?* |
| *Klimaatverandering lijkt de laatste decennia sneller te gaan.* | **Ophef over klimaatverandering**  ► Een van de oorzaken van klimaatverandering in het verre verleden was de veranderende ligging van de continenten. Ook hebben in de afgelopen 1 tot 2 miljoen jaar de Milankovitch-variabelen en de invloed van de zon een rol gespeeld. De laatste decennia echter lijkt klimaatverandering sneller te gaan. De invloed van de mens is daarbij een belangrijke factor.  ● Vanaf 1978 vertoont de temperatuur een sterke stijging. Dit kan veroorzaakt zijn door natuurlijke factoren, maar ook door de mens. |
| *externe variabelen*  *vulkaanuitbarstingen*  *zonneactiviteit*  *El Niño*  *interne variabelen* | **Natuurlijke factoren**  ► Natuurlijke verschijnselen als oorzaak voor klimaatverandering.  ● Factoren die het klimaatsysteem van buitenaf beïnvloeden, worden gerekend tot de **externe variabelen**. Vulkaanuitbarstingen kunnen zorgen voor een lagere luchttemperatuur: stof reflecteert het zonlicht 🡺 verkoeling. Bijkomend gevolg zijn verandering in neerslagpatronen en bijvoorbeeld langere perioden van nachtvorst. Het effect op de temperatuur is afhankelijk van de grootte van de vulkaanuitbarsting.  ● Zonneactiviteit beïnvloedt het klimaat door het aantal donkere zonnevlekken: hoe meer er te zien zijn, hoe actiever de zon. Een actieve zon geeft extra straling, waardoor het warmer wordt op aarde.  ● Zeestromen kunnen tijdelijk van invloed zijn op het klimaat. El Niño en tegenhanger El Niña zorgen elke drie tot zeven jaar voor weersverandering op een groot deel van de aarde. De invloed van zeestromen op het klimaat wordt tot de **interne variabelen** gerekend. |
| *broeikasgassen*  *broeikaseffect*  *versterkte broeikaseffect* | **Broeikasgassen**  ► CO2 (kooldioxide), CH4 (methaan) en NO2 (stikstofdioxide) behoren tot de **broeikasgassen**. Samen met waterdamp zorgen de gassen ervoor dat de temperatuur op aarde gemiddeld 31° C hoger ligt dan zonder deze gassen 🡺 broeikaseffect. Toename van deze gassen door bevolkingsgroei, de ontwikkeling in de landbouw en de industrie hebben effect gehad op de temperatuur 🡺 versterkte broeikaseffect. |
| *demografische factoren*  *Verstening zorgt voor hogere temperatuur.* | **De rol van de mens**  ► Vanaf 1800 is er sprake van een snelle bevolkingsgroei, waardoor de vraag naar landbouwgrond snel toenam.  Er werden natte rijstvelden aangelegd die veel methaan produceren, en de veestapel groeide 🡺 toename van methaan in de atmosfeer.  ● Toename van het CO2-gehalte wordt veroorzaakt door **demografische factoren** en economische ontwikkeling. Meer gebruik van fossiele brandstoffen door de mens en industrie leidde tot een flinke toename van CO2-uitstoot.  ● In steden is het energiegebruik verhoudingsgewijs hoger en daardoor hebben stedelijke gebieden een hogere CO2-uitstoot.  ● Door verstening is de temperatuur in steden hoger dan in minder bebouwde gebieden:  - (regen)water wordt versneld afgevoerd 🡺 minder kans op verdamping.  - instraling van de zon wordt meer omgezet in voelbare warmte 🡺 steen heeft grote warmtecapaciteit.  - albedo is in de stad lager dan op het platteland 🡺 weinig terugkaatsing van straling. |
| *onzekere toekomst voor het klimaat* | **Toekomst**  ► Fossiele brandstoffen blijven zeker nog tot 2035 van groot belang voor het energiegebruik. Met name opkomende industrielanden zoals China en India zijn grootverbruikers. De invloed op het klimaat van de toekomstige economische groei in Afrika is nog onzeker. De inzet van duurzame energiebronnen in de toekomst zal bepalend zijn voor het klimaat. |
| *verschillende scenario’s* | **Gevolgen voor de temperatuur**  ► Verandering in factoren kan verschillende gevolgen hebben in verschillende gebieden. Om de effecten in kaart te brengen is veel onderzoek nodig.  ● Een prognose is wel mogelijk: daarbij wordt uitgegaan van verschillende scenario’s. Een conclusie die uit de verschillende prognoses getrokken kan worden is dat de gemiddelde temperatuurstijging in de wereld minimaal 1 tot maximaal 4° C zal bedragen. |
|  | **3.2 Gevolgen mondiale klimaatverandering** |
|  | **Deelvragen**  *4 Wat zijn de gevolgen van het versterkte broeikaseffect voor het klimaat?*  *5 Wat zijn de positieve en negatieve effecten van klimaatverandering?* |

|  |  |
| --- | --- |
| *IPCC*  *biodiversiteit* | **IPCC**  ► Het in kaart brengen van risico’s van klimaatverandering gebeurt door het Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC** doet zelf geen onderzoek, maar evalueert wetenschappelijk onderzoek:  - de waterbalans 🡺 thermische expansie: smelten landijs en uitzetten zeewater  - bedreiging **biodiversiteit**  - kwetsbaarheid kustgebieden: erosie en overstroming  - landbouw en visserij: effect op productiviteit  - industrie: relatie met versterking broeikaseffect  - gevaren voor gezondheid.  ● Om de vijf tot zes jaar verschijnt er een uitgebreid rapport waarin verschillende klimaatscenario’s zijn uitgewerkt. Deze rapporten kunnen grote invloed hebben op het milieubeleid van de deelnemende landen. |
| *positieve en negatieve terugkoppelingsmechanismen* | **Verandering van temperatuur en neerslag**  ► Niet alle gebieden op aarde zullen in dezelfde mate met een temperatuurstijging te maken krijgen.  ● Resultaten van verschillende scenario’s laten prognoses zien over de verandering in neerslag en temperatuur. In gebieden met positieve terugkoppelingsmechanismen (bijvoorbeeld het Noordpoolgebied) wordt de temperatuurstijging door verschillende factoren versterkt. In gebieden met een geringe temperatuurstijging kunnen verschillende factoren elkaar deels opheffen 🡺 negatieve terugkoppelingsmechanismen.  ● Voor neerslag geldt dat de poolgebieden en de zone rond de evenaar de grootste toename kunnen verwachten. In Noord-Afrika en Spanje zal naar verwachting minder neerslag vallen. |
| *Biogeografische zones, klimaatzones en vegetatiezones schuiven op.*  *neerslagvariabiliteit*  *Gevolgen zeespiegelstijging en afname landijsbedekking.*  *verzilting*  *verdroging*  *afname kwaliteit landbouwgrond* | **Opschuiven van zones**  ► De verspreiding van organismen op aarde in **biogeografische zones** kan door klimaatverandering veranderen. **Klimaatzones** en **vegetatiezones** zullen opschuiven. Landbouwzones met kenmerkende producten schuiven mee met de klimaatveranderingen.  ● Landbouwgrond kan onbruikbaar worden door verdrinking 🡺 overstroming. Toename van de **neerslagvariabiliteit** heeft gevolgen voor het debiet van rivieren 🡺 groter overstromingsrisico in perioden van hevige neerslag.  ● Hogere temperaturen kunnen leiden tot **zeespiegelstijging**. **Afname van de landijsbedekking** leidt tot extra water in de oceaan. Het uitzetten van het warmere water levert de grootste bijdrage aan de zeespiegelstijging. Zeespiegelstijging kan **verzilting** van de landbouwgronden tot gevolg hebben.  ● Toename van verdamping door temperatuurstijging en afname van neerslag leidt tot **verdroging**. Verdroging kan in sommige gebieden versterkt worden door een toename van het waterverbruik in de toeristische industrie en het toepassen van irrigatie in de landbouw. Een gevolg hiervan kan zijn dat de kwaliteit van de landbouwgrond vermindert 🡺 bodemdegradatie 🡺 negatieve gevolgen voor voedselvoorziening en export voedselgewassen.  Langdurige droge perioden verhogen ook de kans op bosbranden. |
| *positieve en negatieve gevolgen van klimaatverandering* | **Verschillende belangen**  ► Er zijn zowel negatieve als positieve gevolgen van klimaatverandering.  ● Gevolgen van klimaatverandering kunnen voor het ene gebied positief zijn, en voor het andere gebied negatief. Bijvoorbeeld: hogere temperaturen zijn gunstig voor het groeiseizoen, maar ongunstig voor skitoerisme.  ● Minder neerslag in de zomer is gunstig voor toeristen, maar ongunstig voor de scheepvaart en elektriciteitscentrales door een te lage waterstand van de rivieren.  ● In Arctische gebieden ontstaan ijsvrije vaarroutes 🡺 gebieden die mogelijk rijk zijn aan delfstoffen worden beter bereikbaar. De winning van deze delfstoffen kan positief zijn voor de economie, maar nadelig voor het milieu. |
|  | **3.3 Nederland en Bangladesh** |
|  | **Deelvragen**  *6 Welke gevolgen heeft de klimaatverandering voor laaggelegen kustgebieden als in Nederland en Bangladesh?* |
|  | **Inzoomen op nationale schaal**  ► Gevolgen voor Nederland en Bangladesh. |
| *Verandering in temperatuur, neerslag en zeespiegelstijging.* | **Warmer en natter in Nederland**  ► Voor Nederland zijn vier klimaatscenario’s uitgewerkt op basis van de mate van wereldwijde temperatuurstijging:  - Gematigd (G)  - Warm (W)  En de mogelijke verandering van het luchtstromingspatroon:  - Lage waarde (L)  - Hoge waarde (H)  ● Op grond van deze uitgangspunten zal de gemiddelde jaartemperatuur in Nederland naar verwachting ruim 2° C toenemen en zal ook de neerslag toenemen en de zeespiegel verder stijgen (tussen de 40 en 85 cm). |
| *verschillende nadelige gevolgen* | **Gevolgen**  ► Door de zeespiegelstijging wordt in kustgebieden de kans op verzilting van de landbouwgrond groter en zijn er nadelige gevolgen voor de drinkwatervoorziening.  Daarnaast neemt de neerslagintensiteit toe, terwijl in andere perioden droogte optreedt. |
| *Verschillen in aanpak en mogelijkheden van kernlanden en periferie.* | **Gevolgen voor Bangladesh**  ► Net als Nederland is Bangladesh een dichtbevolkt land met een lage ligging ten opzichte van het zeeniveau. Het waterbeleid en de beschikking over financiële middelen is er echter anders.  ● Klimaatverandering door het versterkte broeikaseffect wordt grotendeels veroorzaakt door kernlanden. De gevolgen zijn veel groter voor de periferie en leiden tot meer overstromingen:  - verdere zeespiegelstijging.  - hogere afvoer en grotere verschillen in het debiet van rivieren.  - toenemende kans op tropische stormen.  ● De moesson die voorkomt in Bangladesh veroorzaakt tijdens het regenseizoen (juni tot oktober) meer neerslag dan rivieren kunnen verwerken. Temperatuurstijging van het zeewater zorgt voor meer verdamping en daardoor meer neerslag 🡺 toename van het overstromingsrisico van de drie grootste rivieren in het land:  - de Brahmaputra  - de Ganges  - de Meghna.  ● Cyclonen zorgen voor enorme vloedgolven langs de kust 🡺 toename overstromingsrisico.  ■ Dhaka vangt jaarlijks tussen de 500.000 en 1 miljoen mensen op uit de zuidelijke provincies. |
| *kortetermijnoplossingen*  *structurele maatregelen* | **Financiële steun**  ► Een deel van de discussie gaat over de vraag wie verantwoordelijk is voor de kosten. Bangladesh beschikt over onvoldoende financiële middelen en investeert in kortetermijnoplossingen zoals de bouw van schuilplaatsen voor cyclonen. Internationale hulp, geld en kennis zijn meer structurele maatregelen die kunnen bijdragen aan de beperking van de gevolgen van klimaatverandering. |

**Samenvatting Klimaatvraagstukken**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **4 Klimaatbeleid in de praktijk** |
|  | De hoofdvraag in dit hoofdstuk is:  *Welk beleid is er op verschillende schaalniveaus nodig om klimaatverandering in goede banen te leiden?* |
|  | **4.1 Mondiaal en Europees beleid** |
|  | **Deelvragen**  *1 Welk klimaatbeleid wordt er op verschillende schaalniveaus geformuleerd en uitgevoerd?*  *2 Op welk schaalniveau zijn de maatregelen om de schadelijke uitstoot van broeikasgassen terug te dringen het meest effectief?* |
| *klimaatconferenties*  *Kyotoprotocol*  *V.S. heeft Verdrag van Kyoto niet geratificeerd.* | **Verdrag van Kyoto**  ► Sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw zijn er regelmatig **klimaatconferenties**, omdat men zich zorgen begon te maken over de gevolgen van klimaatverandering voor mens en milieu.  ● Een van de bekendste verdragen die bij een klimaatconferentie is vastgelegd is het **Kyotoprotocol**. Het gemeenschappelijk doel 🡺 uitstoot schadelijke broeikasgassen in 2012 5,2% lager dan in 1990. Afspraken gelden voor alle economische sectoren die bijdragen aan het versterkte broeikaseffect.  ● De Verenigde Staten hebben het Verdrag van Kyoto wel ondertekend, maar niet bekrachtigd. Zij nemen eigen maatregelen gericht op schone technologie bij gebruik fossiele brandstoffen en kiezen voor het gebruik van kernenergie.  ● Het Kyotoprotocol is in 2012 verlengd tot 2020 🡺 CO2-uitstoot moet in 2020 18% lager zijn dan in 1990. |
| *Gemeenschappelijke afspraken klimaattop Parijs.* | **Klimaattop in Parijs, 2015**  ► Klimaatconferenties leiden niet altijd tot overeenstemming.  ● Veel landen komen voorafgaand aan de klimaattop met voorstellen over de eigen aanpak voor vermindering van de CO2-uitstoot.  ● Op de klimaattop van Parijs zijn de volgende gemeenschappelijke afspraken gemaakt.  - Ten minste 55 landen, die samen verantwoordelijk zijn voor 55% van de schadelijke uitstoot van broeikasgassen, moeten het verdrag geratificeerd hebben.  - Rond 2050 moet er een evenwicht bereikt zijn tussen de hoeveelheid schadelijke broeikasgassen en het absorptievermogen van de natuur.  - Wereldwijde temperatuurstijging in 2100 is maximaal 2° C hoger dan in de periode voor Industriële Revolutie (streven is 1,5° C).  - Het klimaatbeleid van afzonderlijke landen moet elke vijf jaar geëvalueerd en gecontroleerd worden 🡺 eerste controle in 2023.  - Vanaf 2020 tot 2025 komt er een fonds voor arme landen om maatregelen te kunnen financieren. Dit punt is niet bindend.  - Centrum- en periferielanden bepalen zelf de te verwachten inzet in het terugbrengen van de schadelijke uitstoot broeikasgassen.  ● In de zomer van 2016 hebben drie grote vervuilers het klimaatverdrag geratificeerd:  - China (uitstoot van 20%)  - V.S. (uitstoot van 18%)  - India (uitstoot van ruim 4%).  De EU ging in de herfst van 2016 ook akkoord en sindsdien is het klimaatverdrag van Parijs van kracht. |
| *risicoanalyse*  *Communicatie tussen verschillende actoren is van cruciaal belang.* | **Resultaatgericht**  ► Belangrijk om te kijken naar haalbaarheid van plannen en effectiviteit in afzonderlijke landen. Toekomstverwachting (forecasting) heeft weinig zin wanneer je niet kijkt naar consequenties huidige beleid (backcasting) 🡺 maken van een **risicoanalyse** van de gevolgen van klimaatverandering. Van cruciaal belang is communicatie tussen:  - overheid  - bedrijfsleven  - milieuorganisaties  - burgers  ● Arme landen zijn gebaat bij financiële hulp, kennis en expertise uit het buitenland 🡺 investeren in hernieuwbare energie. |
| *Kritiek op klimaatakkoord.* | **Kritiek**  ► Kanttekeningen bij klimaatakkoord Parijs:  ● Geen harde sancties wanneer doelen niet gehaald worden.  ● Nergens is vastgelegd wie opdraait voor de kosten van de gevolgen van klimaatrampen zoals overstromingen, droogte en voedseltekorten 🡺 afwenteling op arme landen.  ● Het ontbreken van doelgerichte afspraken voor de lucht- en scheepvaartsector 🡺 deel van de CO2-uitstoot vindt plaats buiten eigen landsgrenzen. |
| *Beleid vanuit de EU en nationale wetgeving afzonderlijke landen.* | **Beleid op Europese schaal**  ► Overkoepelend klimaatbeleid is verenigd in afspraken van de Europese Unie. Daarnaast hebben afzonderlijke landen te maken met nationale wetgeving. Er zijn verschillende tijdspaden uitgezet om klimaatdoelen te bereiken:  ● Voor 2020:  - 20% minder CO2-uitstoot dan in 1990.  - 20% minder energieverbruik dan in 1990.  - 20% van het totale energieverbruik is afkomstig uit hernieuwbare energie.  ● Doelstellingen voor 2030 en 2050 zijn gericht op verdere afname van de CO2-uitstoot en een toename van de toepassing van hernieuwbare energie. Daarnaast wordt er gestreefd naar verbetering van de energie-efficiëntie. |
| *Soorten maatregelen: brongericht en symptoombestrijding.*  *emissiehandel* | **Emissiehandel**  ► Twee soorten maatregelen om gebruik fossiele brandstoffen te verminderen:  - **brongerichte maatregelen** 🡺 het structureel aanpakken van een verhoogde CO2-uitstoot.  - **symptoombestrijding** 🡺 effecten milieuvervuiling worden bestreden, oorzaken niet aangepakt.  Belangrijkste bron: landbouw.  ● Elk bedrijf heeft een emissieplafond: de maximale hoeveelheid uitstoot van kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (NO₂). Wanneer de toegestane norm niet gehaald wordt, kan het bedrijf emissierecht bijkopen: **handel in emissierechten**.  ● Bij meer uitstoot kan een bedrijf emissierechten bijkopen of technische maatregelen nemen. Bij minder uitstoot kan een bedrijf emissierechten op de markt aanbieden.  ■ Bij overschrijding van het emissieplafond volgt vaak een forse boete. Vooral energiebedrijven en grote industriële complexen hebben baat bij emissiehandel.  ● Handel in emissierechten wordt bepaald door vraag en aanbod 🡺 vorm van symptoombestrijding. |
| *transportpreventie* | **Minder transport**  ► De transportsector is in toenemende mate een belasting voor het milieu 🡺 beperking door **transportpreventie**.  ● Een manier van transportbesparing is om de afstanden tussen leveranciers en afnemers kort te houden, bijvoorbeeld door bewerking van producten dicht bij de productielocatie 🡺 regionale specialisatie.  ● Vermindering van volume en gewicht draagt bij tot efficiënter transport. Dit kan door alles compacter te verpakken 🡺 vervoer vruchtensappen als extract.  ● Er kan winst behaald worden door optimaler gebruik te maken van retourstromen. Transporteurs kunnen (gedeeltelijk) lege laadruimten van vrachtauto’s beter benutten. |
| *afremmen van de automobiliteit*  *tolheffing* | **Mobiliteit en vervuiling**  ► Voor het **afremmen van de automobiliteit** worden verschillende maatregelen genomen.  ● Bij kilometerheffing betaalt de automobilist per gereden kilometer 🡺 minder files en minder CO2-uitstoot.  ● Bij **tolheffing** wordt direct betaald voor het gebruik van de weg 🡺 bijvoorbeeld in Frankrijk op snelwegen. In sommige Europese steden zoals Londen en Oslo wordt tolheffing toegepast om het centrum in te mogen.  ● Vervuilende auto’s kunnen geweerd worden uit stedelijke gebieden 🡺 milieusticker op auto’s of een milieuzone in het centrum van steden. |
|  | **4.2 Alternatieve energiebronnen** |
|  | **Deelvragen**  *3 Welke alternatieve energiebronnen zijn er en hoe worden deze toegepast?*  *4 Welke landen maken gebruik van welke duurzame energiebronnen?* |
| *Toepassing van duurzame energie als structurele maatregel.* | **Duurzame energiebronnen**  ► Toepassing van **duurzame energie** is een voorbeeld van een structurele maatregel met brongerichte aanpak. Er wordt gebruik gemaakt van energiebronnen die door de natuur in relatief korte tijd continu opnieuw worden aangemaakt. Er zijn drie soorten:  ● bronnen die warmte afgeven (bijvoorbeeld zonne-energie en aardwarmte).  ● bronnen die gebruikt worden om elektriciteit op te wekken (bijvoorbeeld windenergie en waterkracht).  ● bronnen waarbij door verbranding of vergisting energie vrijkomt (bijvoorbeeld bio-energie).  ■ Nederland loopt achter op het gebied van de toepassing van hernieuwbare energie. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Zonlicht kan direct omgezet worden in elektriciteit of in warmte.* | | **Zonne-energie**  ► De zon is de belangrijkste energieleverancier op aarde. Zonne-energie wordt echter minder vaak toegepast dan verwacht.  ● Bij opgewekte zonne-energie uit zonlicht of zonnestraling wordt onderscheid gemaakt tussen:  - zonnecellen 🡺 zonlicht wordt direct omgezet in elektriciteit.  - zonnecollectoren 🡺 zonlicht wordt omgezet in warmte.  ● Zonne-energie is een schone energiebron. Nadelen zijn er ook:  - zonne-energie wordt niet gemakkelijk opgeslagen in zonnepanelen.  - zonnepanelen zijn duur in aanschaf.  - aantal zonuren op aarde is niet gelijk verdeeld.  ■ Duitsland en Italië zijn toonaangevend in Europa 🡺 Overheidsbeleid geeft doorslaggevende rol. |
| *Gebruik maken van geothermische energie.* | | **Aardwarmte**  ► Aardwarmte of geothermische energie is energie die onttrokken wordt aan de warmte in de aardkorst. In Nederland worden huizen en bedrijven verwarmd door warm water (20 tot 30° C) dat opgepompt wordt uit vrij ondiepe lagen. Afgekoeld water wordt weer in de grond geïnjecteerd.  ● Winning van aardwarmte hangt af van de dikte en de doorlaatbaarheid van de watervoerende laag. Niet ieder gebied is geschikt.  - IJsland (vulkanisch eiland) 🡺 winning geothermische energie op grote schaal.  - Nederland 🡺 techniek wordt vooral toegepast in kassen. |
| *Nederland en windenergie.* | | **Windenergie**  ► Nederland geschikt voor windenergie 🡺 ligging aan de kust zorgt vaak voor westelijke wind en door het vlakke open landschap kan wind makkelijk in kracht toenemen.  ● Een van de grootste offshore windparken ligt in Nederland: het Gemini windpark ten noorden van Groningen in de Noordzee, zowel qua omvang als productie.  China, de Verenigde Staten en Duitsland lopen voorop in de windenergieproductie 🡺 in 2030 is 9% van de energie afkomstig van windenergie.  ■ Ontwikkel- en plaatsingskosten van windturbines op zee zijn vrij hoog. Publiek staat niet altijd positief tegenover windturbines in directe leefomgeving. |
| *Water wordt op verschillende manieren gebruikt om elektriciteit op te wekken.* | | **Waterkracht**  ► Water kan op verschillende manier gebruikt worden voor de opwekking van elektriciteit:  ● stuwdammen 🡺 vallend water 🡺 hydro-elektriciteit.  ● beweging van golven 🡺 golfslagenergie.  ● gebruik maken van de verschillen tussen eb en vloed 🡺 getijdenenergie.  ● gebruik maken van het verschil in zoutconcentratie in grensgebieden tussen zoet en zout water 🡺 blauwe energie. (In Nederland is de Afsluitdijk een voorbeeld van een grensgebied tussen zout en zoet water.) |
| *Bronnen waarbij door verbranding of vergisting energie vrijkomt.*  *Biobrandstoffen.* | | **Bio-energie**  ► Bio-energie is een verzamelnaam voor energie gewonnen uit plantaardig materiaal. Naast biobrandstof zijn er verschillende andere toepassingen:  - verbranding van hout  - verbranding van huishoudelijk en bedrijfsafval  - energiewinning op basis van mestoverschotten (biogas)  - vergisting van groente-, fruit- en tuinafval.  ● Winning biobrandstoffen gebeurt op verschillende manieren:  - olie wordt gewonnen uit voedselgewassen: maïsolie, koolzaadolie, palmolie, sojaolie 🡺 kunnen dienen als grondstof voor ontwikkeling biodiesel of bio-ethanol.  - energiegewassen (planten en bomen die niet geschikt zijn voor consumptie) worden soms speciaal voor de toepassing van biobrandstof geteeld.  ● Bij verbranding van hout moet rekening gehouden worden met aanplant van nieuwe bomen. Daarnaast moeten schadelijke stoffen die vrijkomen bij verbranding beperkt blijven. |
| *Andere initiatieven om de schadelijke uitstoot van broeikasgassen te beperken.* | | **Andere initiatieven**  ► Andere initiatieven die ten doel hebben de schadelijke uitstoot van broeikasgassen te beperken zijn:  - kernenergie  - met een elektromotor aangedreven auto’s  - CO2-opslag.  ● Voordeel van kernenergie is dat er geen schadelijke CO2 vrijkomt.  Nadeel van kernenergie is het kernafval 🡺 radioactieve straling blijft zeer lange tijd aanwezig. Ook is het onduidelijk wat er in de toekomst gebeurt met ondergronds afval en is er een groot risico voor mens en milieu wanneer er iets misgaat bij de productie 🡺 Japan (2011).  ● De auto is één van de grootste vervuilers. Bij gebruik van elektrische auto’s wordt er geen CO2 uitgestoten. Er zijn belastingvoordelen bij aanschaf, nadeel kan zijn dat de actieradius en het aantal laadpalen voor de auto (nog) beperkt is.  ● CO2-opslag kan opgeslagen worden in lege gasvelden of afgesloten aardlagen (op land of onder de zeebodem).  Voordeel: minder emissierechten nodig voor bedrijven.  Nadeel: kortetermijnoplossing 🡺 afwenteling op toekomstige generaties. |
|  | **4.3 Nederlands klimaatbeleid** | |
|  | **Deelvragen**  *5 Wat is het effect van het Nederlandse klimaatbeleid in de praktijk?*  *6 Wat kun je zelf doen om de gevolgen van de klimaatverandering te beperken?* | |
| *Klimaatbeleid geldt voor alle economische sectoren.* | **Klimaatbeleid**  ► Het klimaatbeleid in Nederland is gericht op twee thema’s:  - maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen  - maatregelen om de schadelijke uitstoot van broeikasgassen te verminderen.  Het klimaatbeleid geldt voor alle economische sectoren:  - industrie  - landbouw  - vervoer  - energievoorziening  - huishoudens | |

|  |  |
| --- | --- |
| *kustverdediging*  *Aanpassingen en maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen.* | **Aanpassingen**  ► Nederland houdt zich al decennialang bezig met aanpassing om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen:  - **kustverdediging** 🡺 Deltawerken.  - dijkverzwaringen en -verhogingen langs rivieren 🡺 meer ruimte voor rivieren.  ● Andere voorbeelden van aanpassingen zijn maatregelen:  - voor het behoud van een goede zoetwatervoorziening.  - voor het behoud van een goede voedselproductie in de landbouw.  - voor het vergroten van de beplanting in steden tegen de hitte.  Nederland is toonaangevend op het gebied van waterveiligheid en watermanagement. |
| *Vermindering schadelijke uitstoot broeikasgassen.* | **Minder uitstoot van broeikasgassen**  ► Nederland loopt achter op het gebied van toepassing van duurzame energie.  ● Een van de doelen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen is het sluiten van kolencentrales 🡺 moeilijk vanwege de energievoorziening en de concurrentiepositie in Europees verband. |
| *Draagvlak creëren en stimuleren gebruik duurzame energie.* | **De burger en jij**  ► Burger wordt steeds vaker ingezet om draagvlak te creëren voor klimaatbeleid 🡺 stimuleren gebruik **duurzame energie**. Andere voorbeelden zijn:  - aanschaf ‘schone’ en energiezuinige auto’s.  - subsidies voor de aanleg van zonnepanelen. |